

PENGARUH JENIS BAHAN PENGEMAS BERBEDA dan MASA SIMPAN
terhadap KADAR LEMAK, KADAR AIR dan KADAR FFA BISKUIT *Spirulina*

SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Oleh:
DWI SEPTI HANDAYANI
NIM. 125080300111089



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

PENGARUH JENIS BAHAN PENGEMAS BERBEDA dan MASA SIMPAN
terhadap KADAR LEMAK, KADAR AIR dan KADAR FFA BISKUIT *Spirulina*

SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

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

Oleh :
DWI SEPTI HANDAYANI
NIM. 125080300111089



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

PENGARUH JENIS BAHAN PENGEMAS BERBEDA dan MASA SIMPAN terhadap KADAR LEMAK, KADAR AIR, KADAR FFA BISKUIT *Spirulina*

Oleh :

Dwi Septi Handayani

NIM. 125080300111089

telah dipertahankan di depan penguji

pada tanggal 25 November 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Hardoko, MS)
NIP. 19620108 198802 1 001
Tanggal : 16 DEC 2016

Dosen Rembimbing I

(Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS)
NIP. 19591005 198503 1 004
Tanggal : 16 DEC 2016

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP)
NIP. 19581231 198601 2 002
Tanggal : 16 DEC 2016

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP



(Dr. Ir. Arning Widjeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198803 2 001
Tanggal : 16 DEC 2016

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang sepenuhnya 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.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Malang, Desember 2016

Mahasiswa

Dwi Septi Handayani

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah saya ucapan kepada allah SWT yang telah memberikan petunjuk rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat meyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Pengaruh Jenis Bahan Pengemas Berbeda dan Masa Simpan terhadap Kadar Lemak, Kadar Air dan Kadar FFA Bikuit *Spirulina*. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan laporan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kesanggupan dan kesehatan dalam menyelesaikan usulan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS dan Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan sejak penyusunan usulan penelitian sampai dengan selesaiannya penyusunan laporan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Hardoko, MS yang telah memberikan pengarahan penyusunan laporan skripsi ini.
4. Kedua orang tua Ir. H. Herwan Zahab, MM dan Hj. Erna Yurnani yang telah memberikan dukungan materi, moril dan selalu mendoakan selama penyusunan usulan skripsi sampai dengan selesaiannya penyusunan laporan skripsi ini.
5. Kakak saya Ririn Kurniati Ariesta, S.Pd dan adik saya Oktaryona Trisera yang telah memberikan dukungan selama penyusunan usulan skripsi sampai selesaiannya penyusunan laporan ini.
6. Serta seseorang inisial Suvenir Debri Angga, teman-teman THP 2012, tim Prof Eddy, dan sahabat-sahabat saya serta teman-teman kos yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu serta semua sahabat yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Malang, Desember 2016

Penulis



RINGKASAN

DWI SEPTI HANDAYANI. Skripsi tentang Pengaruh Jenis Bahan Pengemas Berbeda dan Masa Simpan terhadap Kadar Lemak, Kadar Air dan Kadar FFA Biskuit *Spirulina* dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS** dan **Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyyati, MP**

Biskuit adalah jenis kue kering yang mempunyai rasa manis, berbentuk kecil dan diperoleh dari proses pengovenan dengan bahan dasar tepung terigu, margarine, gula halus dan kuning telur. Biskuit yang beredar dimasyarakat umumnya hanya memiliki nilai gizi protein sebesar 9.93 %. *Spirulina* adalah mikroalga hijau biru berfilamen dan multiseluler, biasanya *Spirulina* dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Hal tersebut karena *Spirulina* memiliki kandungan gizi yang bermanfaat untuk tubuh manusia seperti kandungan air sebesar 6.94 %, kadar protein sebesar 70.15 %, kadar lemak 0.67 %, dan kadar abu 19.07 %. Oleh karena itu perlu adanya penambahan *Spirulina* untuk meningkatkan nilai gizi dari biskuit.

Biskuit merupakan produk makanan yang mengalami kerusakan akibat pengaruh lingkungan sekitar seperti suhu. Bahan pengemas yang kurang tepat juga dapat mempengaruhi penurunan kualitas dan memperpendek umur simpan dari biskuit. Dilihat dari karakteristik biskuit, maka perlu adanya perhatian bukan hanya pada saat pembuatan produknya saja, akan tetapi perlu adanya kemasan yang dapat menjaga produk agar tetap aman ketika sampai kekonsumen. Biskuit harus dikemas dengan kemasan yang kedap terhadap cahaya, uap air dan oksigen.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan dua macam bahan pengemas, yaitu kemasan *aluminium foil* dan kemasan *High Density Poly Ethylen (HDPE)*. Kemasan *aluminium foil* bersifat hermitis, tidak tembus cahaya, fleksibel dan dapat digunakan untuk pelapis atau penguat dilapisi dengan plastik atau kertas. Plastik *HDPE* merupakan jenis plastik *PE* yang bersifat kaku tahan terhadap bahan kimia, cahaya, bahan kimia dan air.

Bahan pangan mempunyai batas waktu tertentu untuk dapat dikonsumsi secara aman. Hal ini dikarenakan bahan pangan sendiri mudah mengalami penurunan mutu biologis. Lama waktu penyimpanan biskuit dimanfaatkan mikroba untuk berkembang biak terutama pada biskuit yang kaya akan nutrient sebagai sumber makanan bagi bakteri. Faktor lainnya yang sangat berpengaruh adalah kadar air pada biskuit yang diakibatkan oleh permeabilitas pembungkus sehingga uap air dapat masuk kedalam pembungkus selanjutnya diserap kedalam pembungkus biskuit. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan dan Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Juni sampai Agustus 2016.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis bahan pengemas dan masa simpan terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar Free Fatty Acid (FFA) biskuit *Spirulina* dan untuk mengetahui interaksi bahan pengemas dengan masa simpan terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar FFA biskuit *Spirulina* sehingga menghasilkan jenis bahan pengemas biskuit yang baik.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial.

Penelitian ini terbagi menjadi dua tahap penelitian yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan konsentrasi *Spirulina* terbaik untuk bahan tambahan yang digunakan pada biskuit pada penelitian utama. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan jenis bahan pengemas terbaik dan masa simpan biskuit *Spirulina*. Dalam penelitian ini ada 2 faktor yang digunakan, faktor pertama yaitu jenis bahan pengemas (A) dan faktor kedua yaitu masa simpan (B). Parameter yang diamati terbagi menjadi parameter fisik meliputi rendemen; parameter kimia meliputi kadar lemak, kadar air, kadar FFA, kadar protein dan kadar abu; parameter mikroorganisme meliputi uji *Total Plate Count (TPC)* dan parameter organoleptik meliputi skoring dan hedonik terhadap tekstur kerenyahan, rasa gurih dan aroma biskuit. Data dianalisis dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.00 dan uji lanjut Tukey.

Hasil penelitian menunjukkan bedasarkan kadar lemak, kadar air dan kadar FFA kemasan yang dapat mempertahankan mutu terbaik biskuit *Spirulina* adalah kemasan *aluminium foil*. Adapun perlakuan terbaik adalah masa simpan pada 7 hari dengan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai kadar lemak 14.21 %, kadar air 1.88 %, kadar FFA 0.35 %, kadar protein 9.82 %, kadar abu 0.44 %, niali *TPC* 0.02×10^5 kol/g. Nilai organoleptik skoring yang meliputi tekstur 5.25, rasa 5.35 dan aroma 5.15. Sedangkan organoleptik hedonik yang meliputi tekstur 6.8, rasa 6.2 dan aroma 6.4. Karakteristik organoleptik baik tekstur, rasa dan aroma biskuit keseluruhan cukup disukai oleh panelis.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul "Pengaruh Jenis Bahan Pengemas Berbeda dan Masa Simpan Kadar Lemak, Kadar Air dan Kadar FFA Biskuit *Spirulina*". Dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan mulai dari bahan baku, bahan pengemas *aluminium foil* dan *HDPE* hingga pengujian parameter fisik, kimia dan mikroorganisme biskuit *Spirulina* dengan masa simpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membaca dan membutuhkan.

Malang, Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan	5
1.6 Jadwal Pelaksanaan	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Spirulina</i>	6
2.3 Manfaat <i>Spirulina</i>	6
2.3 Biskuit	7
2.4 Biskuit <i>Spirulina</i>	9
2.5 Bahan Pembuatan Biskuit <i>Spirulina</i>	10
2.5.1 Tepung Terigu	10
2.5.2 Gula	11
2.5.3 Susu Bubuk	12
2.5.4 Telur	12
2.5.5 Margarine	13
2.5.6 <i>Baking powder</i>	13
2.5.7 Bubuk Vanili	14
2.5.8 Tepung beras	14
2.6 Bahan Pengemas	15
2.6.1 <i>Aluminium Foil</i>	15
2.6.2 <i>HDPE</i>	16
2.7 Masa Simpan	17
3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Materi Penelitian	19
3.1.1 Bahan Penelitian	19
3.1.2 Alat Penelitian	20
3.2 Metode Penelitian	20
3.2.1 Metode	20

3.2.2	Variabel	21
3.3	Prosedur Penelitian	21
3.5	Parameter Uji.....	28
3.6	Prosedur Analisis Parameter	28
3.6.1	Analisis Kadar Lemak	28
3.6.2	Analisis Kadar Air	29
3.6.3	Analisis Kadar FFA.....	30
3.6.4	Analisis Kadar Protein	31
3.6.5	Metode <i>Total Plate Count (TPC)</i>	31
3.6.5	Organoleptik Skoring Hedonik	33
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Hasil Penelitian.....	35
4.1.1	Karakterisasi Bahan Baku	35
4.1.2	Rendemen Biskuit <i>Spirulina</i>	36
4.2	Karakterisasi Kimia Biskuit <i>Spirulina</i>	37
4.2.1	Kadar Lemak	37
4.2.2	Kadar Air	40
4.2.3	Kadar FFA.....	44
4.2.4	Kadar Protein	47
4.2.5	Kadar Abu	51
4.2.6	<i>TPC</i>	52
4.3	Karakteristik Organoleptik	55
4.3.1	Skoring Tekstur	55
4.3.2	Skoring Rasa.....	57
4.3.3	Skoring Aroma.....	59
4.3.4	Hedonik Tekstur	61
4.3.5	Hedonik Rasa	63
4.3.6	Hedonik Aroma	64
5.	PENUTUP	68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	69
	DAFTAR PUSTAKA	70
	LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Prosedur pembuatan biskuit.....	23
Gambar 2. Prosedur penelitian utama	25
Gambar 3. Grafik kadar lemak biskuit <i>Spirulina</i>	37
Gambar 4. Grafik kadar air biskuit <i>Spirulina</i>	41
Gambar 5. Grafik kadar FFA biskuit <i>Spirulina</i>	44
Gambar 6. Grafik kadar protein biskuit <i>Spirulina</i>	48
Gambar 7. Grafik kadar abu biskuit <i>Spirulina</i>	51
Gambar 8. Grafik kadar TPC biskuit <i>Spirulina</i>	53
Gambar 9. Grafik skoring tekstur pada biskuit <i>Spirulina</i>	56
Gambar 10.Grafik skoring rasa biskuit <i>Spirulina</i>	58
Gambar 11.Grafik skoring aroma pada biskuit <i>Spirulina</i>	60
Gambar 12.Grafik hedonik tekstur pada biskuit <i>Spirulina</i>	62
Gambar 13.Grafik hedonik rasa pada biskuit <i>Spirulina</i>	63
Gambar 14.Grafik hedonik aroma pada biskuit <i>Spirulina</i>	65



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik <i>Spirulina</i>	7
Tabel 2. Syarat mutu biskuit	9
Tabel 3. Kandungan kimia biskuit kontrol dan biskuit <i>Spirulina</i>	10
Tabel 4. Kandungan kimia pada tepung terigu	11
Tabel 5. Kandungan kimia pada gula	11
Tabel 6. Kandungan kimia pada susu	12
Tabel 7. Kandungan kimia beberapa telur dalam 100 g	12
Tabel 8. Kandungan kimia pada <i>margarine</i>	13
Tabel 9. Kandungan kimia pada <i>baking powder</i>	14
Tabel 10.Kandungan kimia pada <i>vanili</i>	14
Tabel 11. Formulasi pembuatan biskuit <i>Spirulina</i>	23
Tabel 12. Formulasi pembuatan biskuit <i>Spirulina</i>	25
Tabel 13. Model Rancangan Pada Penelitian Utama.....	27
Tabel 14. Analisis Kimia <i>Spirulina</i>	35
Tabel 15. Rendemen Biskuit <i>Spirulina</i>	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Lemak	73
Lampiran 2. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Air	76
Lampiran 3. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar FFA.....	79
Lampiran 4. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Protein	82
Lampiran 5. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Abu	84
Lampiran 6. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar TPC	86
Lampiran 7. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Skoring Tekstur	91
Lampiran 8. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Skoring Rasa.....	94
Lampiran 9. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Skoring Aroma.....	97
Lampiran 10. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Hedonik Tekstur	100
Lampiran 11. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Hedonik Rasa.....	103
Lampiran 12. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Hedonik Aroma.....	106
Lampiran 13. Dokumentasi pembuatan Biskuit <i>Spirulina</i>	110

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spirulina menjadi salah satu mikroalga yang sangat menjanjikan dikembangkan di Indonesia terkait dengan potensi mikroalga ini cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan sumber pewarna alami (Setyaningsih et., al., 2011). *Spirulina* merupakan mikroalga hijau biru yang termasuk kedalam kelompok *Cyanophyceae*, mikroalga berfilamen dan multiseluler yang memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi tubuh manusia antara lain protein dan vitamin (Agustian R et., al., 2013).

Biskuit adalah jenis kue kering yang mempunyai rasa manis, berbentuk kecil dan diperoleh dari proses pengovenan dengan bahan dasar tepung terigu, *margarine*, gula halus dan kuning telur (Wulandari dan Handarsari, 2010). Secara umum bahan pembuatan biskuit biasanya dibuat dari tepung terigu. Biskuit yang beredar dimasyarakat umumnya memiliki kandungan gizi antara lain kadar air sebesar 3.37 %, kadar abu sebesar 2.05 %, kadar protein sebesar 9.93 %, kadar lemak sebesar 8.34 % dan karbohidrat sebesar 76.30 % (Fridata et., al., 2013). Perlu adanya penambahan *Spirulina* untuk meningkatkan nilai gizi dari biskuit. *Spirulina* memiliki kandungan kadar air sebesar 5.2 %, kadar protein sebesar 63–70 %, kadar lemak sebesar 7.2 % dan karbohidrat sebesar 12.3 % (Neoalgae, 2014).

Biskuit merupakan salah satu jenis produk makanan yang mengalami kerusakan akibat pengaruh lingkungan sekitar seperti udara. Bahan pengemas yang kurang tepat juga dapat mempengaruhi penurunan kualitas dan memperpendek umur simpan produk biskuit. Oleh karena itu, biskuit harus disimpan pada suhu yang tepat dan dikemas dengan kemasan yang kedap terhadap cahaya, uap air dan

oksigen (Oktaviani, 2015). Dilihat dari karakteristik biskuit, maka perlu adanya perhatian bukan hanya pada saat pembuatan produknya saja, akan tetapi perlu adanya kemasan yang dapat menjaga produk agar tetap aman ketika sampai ke konsumen. Dari segi keamanan pangan kemasan makanan tidak hanya menjadi bahan pengemas dan pembungkus makanan saja tetapi memiliki fungsi sebagai pelindung makanan agar tetap aman dikonsumsi. Bahan pengemas pada makanan juga memiliki fungsi kesehatan, pengawetan, memudahkan, menyeragamkan dan sebagai informasi bagi konsumen (Sulchan dan Nur, 2007).

Dalam beberapa tahun terakhir, kemasan plastik mampu merebut pangsa pasar kemasan dunia mengantikan kemasan kaleng dan kemasan gelas. Di Indonesia kemasan plastik sudah mendominasi industri makanan dan kemasan luwes (*fleksibel*) menempati porsi 80 %. Jumlah plastik yang digunakan untuk mengemas, menyimpan dan membungkus makanan sudah mencapai 53 % (Sulchan dan Nur, 2007). Bahan pengemas yang biasa digunakan untuk makanan kering dan *cerelia* di pasaran yaitu *Low Density Polyethylene (LDPE)*, *aluminium foil* dan *High Density Polyethylene (HDPE)*. Namun dari ketiga jenis bahan pengemas yang paling aman adalah *aluminium foil* dan *HDPE*.

LDPE memiliki kelebihan antara lain berharga murah, kemasan bersifat fleksibel, mudah untuk di *seal* dan tahan terhadap air. Namun *LDPE* relative transparan, hal ini yang menyebabkan *LDPE* kurang menguntungkan untuk produk yang mudah rusak akibat terkena cahaya, tidak tahan suhu tinggi dan tidak tahan terhadap bahan kimia (Ambarsari et., al., 2012).

Aluminium foil merupakan bahan kemas dari lembaran *aluminium* yang padat dan tipis dengan ketebalan <0.15 m. Kemasan ini hermitis, tidak tembus cahaya,

fleksibel dan dapat digunakan untuk pelapis atau penguat dilapisi dengan plastik atau kertas (Ebook, 2007).

HDPE merupakan jenis dari plastik *PE* yang bersifat kaku dan tahan terhadap suhu yang tinggi berkisar 120°C sehingga lebih cocok digunakan untuk produk bahan pangan. Kelebihan dari plastik *HDPE* antara lain lebih kuat jika dibanding dengan plastik jenis lain, tahan terhadap bahan kimia dan air, mudah untuk diolah dan juga dibentuk. Selain sifatnya yang tahan terhadap cahaya, air dan bahan kimia akan tetapi kelemahan dari plastik *HDPE* ini adalah plastik ini dapat menyerap udara (Ambarsari *et. al.*, 2012). Bedasarkan penjelasan jurnal-jurnal terdahulu mengenai perbandingan jenis bahan pengemas *LDPE*, *aluminium foil* dan *HDPE* maka bahan pengemas *aluminium foil* dan *HDPE* lebih baik digunakan daripada bahan pengemas *LDPE*.

Produk pangan mempunyai batas waktu tertentu untuk dapat dikonsumsi secara aman. Hal ini dikarenakan bahan pangan sendiri mudah mengalami penurunan mutu biologis. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba antara lain nutrien, aktivitas air (A_w) dan waktu. Waktu pada penyimpanan biskuit dimanfaatkan mikroba untuk berkembang biak, terutama bila adanya nutrien. Faktor lain yang berpengaruh yaitu meningkatnya kadar air pada biskuit sebagai akibat permeabilitas pembungkus sehingga uap air dapat masuk kedalam pembungkus selanjutnya diserap kedalam pembungkus biskuit (Zaki I, 2011).

Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan penelitian pengaruh jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar *FFA* biskuit *Spirulina*.

1.2 Perumusan Masalah

Dari beberapa uraian diatas didapatkan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana kadar lemak, kadar air, kadar FFA biskuit *Spirulina* yang dibungkus dengan jenis bahan pengemas *HDPE* dan *Aluminium foil* ?
2. Bagaimana kadar lemak, kadar air, kadar FFA biskuit *Spirulina* pada masa simpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari ?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara jenis bahan pengemas *HDPE* dan *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar FFA biskuit *Spirulina*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menetapkan kadar lemak, kadar air, kadar FFA biskuit *Spirulina* dengan jenis bahan pengemas *HDPE* dan *Aluminium foil*.
2. Menetapkan kadar lemak, kadar air, kadar FFA biskuit *Spirulina* dengan masa simpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari.
3. Menetapkan interaksi terbaik antara bahan pengemas *HDPE* dan *aluminium foil* dan masa simpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar FFA biskuit *Spirulina*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Penggunaan bahan pengemas *HDPE* dan *Aluminium foil* berpengaruh terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar FFA biskuit *Spirulina*.

2. Masa simpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari berpengaruh terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar *FFA* biskuit *Spirulina*.
3. Interaksi antara bahan pengemas *HDPE* dan *Aluminium foil* dan masa simpan berpengaruh terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar *FFA* biskuit *Spirulina*.

1.5 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini adalah penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang bahan pengemas dan masa simpan yang baik terhadap kadar lemak, kadar air, kadar *FFA* biskuit *Spirulina*.

1.6 Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Juni–Agustus 2016 di Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan dan Laboratorium Kemananan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Spirulina*

Spirulina merupakan mikroorganisme autotrof berwarna hijau-kebiruan dengan sel berkolom membentuk filament terpilin menyerupai spiral (helix). Oleh sebab itu disebut alga biru-hijau berfilamen. Prospek *Spirulina* sangat banyak terutama di wiayah depok (Prasetyo dan Kusumaningrum, 2011).

Mikroalga spesies ini berserabut, filament bercabang, jarang soliter (mengambang bebas), biasanya dalam gugus yang bagus dan menutupi substrat, menyentuh satu sama lain atau dengan ruang-ruang kecil diantara sel. Proses pembelahan dirinya berbentuk melintang, tegak lurus terhadap sumbu panjang dari sebuah trikoma (Kawaroe et., al., 1996).

Menurut (Kawaroe et., al., 1996), klasifikasi *Spirulina* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Bacteria
Subkingdom	: Negibacteria
Phylum	: Cynobacteria
Class	: Cynophyceae
Family	: Pseudababaenales
Genus	: <i>Spirulina</i>
Spesies	: <i>Spirulina</i> sp

2.3 Manfaat *Spirulina*

Mikroalga laut banyak kegunaannya untuk pangan diantaranya digunakan sebagai suplemen atau kesehatan. Salah satu jenis mikroalga laut adalah *Spirulina*.

Mikroalga mudah diperoleh di Indonesia, mudah dipanen, mudah dikultur dan tahan terhadap kontaminasi, misalnya *Spirulina* dan *Nannochloropsis* (Amini et.al., 2011).

Spirulina telah digunakan dengan cara mencampurkan dengan misola (campuran *millet*, *soja*, *peanut*). Pemberian *Spirulina* dan misola dapat menjadi suplemen makanan yang baik yang diharapkan dapat meningkatkan kandungan zat gizi. Penambahan *Spirulina* biasanya dilakukan secara sengaja karena nilai gizi yang terdapat didalamnya dapat meningkatkan nilai gizi biskuit (Sugiharto, 2014).

Dengan berlimpahkan sumberdaya *Spirulina*, masyarakat sering memanfaatkannya sebagai bahan obat, ataupun makanan tambahan (*food supplement*). Kandungan gizi yang terkandung didalamnya juga cukup tinggi antara lain memiliki kandungan protein sebesar 63%-68%, karbohidrat sebesar 18-20% dan lemak sebesar 2-3 % (Prasetyo dan Elizabeth, 2011). Adapun karakteristik *Spirulina* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik *Spirulina*

No	Karakteristik	Hasil Basis basah	Pengujian Basis kering
1	Kadar air (%)	4,28	-
2	Kadar abu (%)	5,99	6,26
3	Kadar protein (%)	61,06	63,79
4	Kadar lemak (%)	0,14	0,15
5	Karbohidrat (%)	28,53	29,81

Sumber : Sari (2013)

2.3 Biskuit

Biskuit merupakan makanan yang banyak digemari masyarakat umum. Hal tersebut karena biskuit memiliki rasa yang enak dan bervariasi, harganya murah, bentuk biskuit yang beraneka ragam, makanan yang mengenyangkan serta hal yang

paling penting mempunyai gizi yang lengkap. Biskuit mudah untuk dibawa kemana saja karena volumenya yang ringan dan beratnya yang kecil (Asmoro *et. al.*, 2012).

Biskuit merupakan produk yang berasal dari tepung dan bahan tambahan makanan lain dengan atau penambahan bahan tambahan pangan yang diijinkan dengan melalui proses memanggang. Biskuit dapat dibedakan menjadi empat jenis antara lain biskuit keras, *crackers*, *cookies* dan *wafer*. Dari proses pemanggangan adonan biskuit dapat diperoleh kadar air yang rendah (Fridata *et. al.*, 2013). Syarat mutu biskuit menurut SNI 2973:2011 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu biskuit

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	Bau	-	Normal
	Rasa	-	Normal
	Warna	-	Normal
2	Kadar air	%	maks. 5
3	Protein	%	min. 5 min. 4.5 *) min. 3 **)
4	Asam lemak bebas (sebagai asam oleat)	%	maks. 1.0
5	Cemaran logam		
	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0.5
	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0.2
	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 0
	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0.05
6	Arsen (As)	mg/kg	maks. 0.5
7	Cemaran mikroba		
	Angka Lempeng Total	koloni/g	maks 1×10^4
	<i>Coliform</i>	APM/g	20
	<i>Escherichia coli</i>	APM/g	<3
	<i>Salmonella</i> sp	-	Negative/25g
	<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	maks. 1×10^2
	<i>Bacillus cereus</i>	koloni/g	maks. 1×10^2
	Kapang dan khamir	koloni/g	maks. 1×10^2

Catatan :

*) untuk produk biskuit yang dicampur dengan pengisi dalam adonan
 **) untuk produk biskuit yang diberi pelapis atau pengisi (coating / filling) dan pai

Sumber : SNI 2973:2011

2.4 Biskuit *Spirulina*

Biskuit *Spirulina* merupakan jenis makanan yang telah memiliki kandungan gizi protein yang tinggi. Hal tersebut bukan hanya karena bahan pembuatan biskuit saja, tetapi adanya *Spirulina* yang sengaja ditambahkan kedalam adonan biskuit untuk menambah nilai gizi protein biskuit yang tergolong rendah (Astari et., al., 2015).

Spirulina umumnya digunakan dengan cara mencampurnya dengan misola (campuran millet, soja, peanut). Pemberian *Spirulina* dan misola dapat

menjadi suplemen makanan yang baik yang diharapkan dapat meningkatkan kandungan zat gizi. Penambahan *Spirulina* biasanya dilakukan secara sengaja karena nilai gizi yang terdapat didalamnya dapat meningkatkan nilai gizi biskuit (Sugiharto, 2014). Adapun kandungan kimia biskuit *Spirulina* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan kimia biskuit kontrol dan biskuit *Spirulina*

No	Kandungan	Jumlah (%)	
		Biskuit Kontrol	Biskuit <i>Spirulina</i>
1	Kadar Abu	2.61	3.81
2	Kadar Protein	9.36	13.28
3	Kadar Lemak	7.24	7.49
4	Kadar Air	0.433	0.125

Sumber : Sari (2013)

2.5 Bahan Pembuatan Biskuit *Spirulina*

Bahan pembuatan biskuit *Spirulina* terdiri dari tepung terigu, gula, susu bubuk, garam, telur, *margarine*, *baking powder*, bubuk *vanilli*, tepung beras dan *Spirulina*.

2.5.1 Tepung Terigu

Tepung terigu dibuat dari pengolahan biji gandum. Pati dalam tepung terigu dengan adanya panas dan air akan tergelatinisasi yang berpengaruh pada pembentukan jaringan roti. Didalam pembuatan roti, tepung terigu diperlukan bersama bahan lainnya untuk adonan dan merupakan bahan dasar penting dalam pembuatan roti. Tepung terigu berfungsi sebagai pemberi volume, mempengaruhi bentuk, warna kulit, aroma, rasa dan tekstur roti (Koswara, 2009). Menurut

Prihatiningrum (2012), kandungan kimia pada tepung terigu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan kimia pada tepung terigu

No	Kandungan	Jumlah
1	Kalori (kkal)	365
2	Protein (g)	8.9
3	Lemak (g)	1.3
4	Karbohidrat (g)	77.3
5	Kalsium (mg)	16
6	Pospor (mg)	106
7	Besi (mg)	1.2
8	Vitamin A (m)	0
9	Vitamin C (m)	0
10	Vitamin B (m)	0.12
11	Air (g)	12

Sumber : Prihatiningrum (2012)

2.5.2 Gula

Gula digunakan sebagai bahan pemanis dalam pembuatan roti. Jenis gula yang paling banyak digunakan adalah sukrosa. Kegunaan gula terutama sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan ragi selama proses fermentasi. Gula yang tersisa setelah proses fermentasi akan memberikan warna pada kulit dan rasa pada roti (Koswara, 2009). Menurut Marinh (2005), kandungan kimia yang terdapat pada gula pasir per 100 g dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan kimia pada gula

No	Kandungan	Berat
1	Energi (kal)	304
2	Karbohidrat (g)	94.0
3	Kalsium (mg)	5
4	Fosfor (mg)	1
5	Besi (mg)	0.1
6	Air (g)	5.4

Sumber : marinh (2005)

2.5.3 Susu Bubuk

Penggunaan susu untuk produk *bakery* berfungsi membentuk *flavor*, mengikat air, sebagai bahan pengisi, membentuk struktur yang kuat dan *porous* karena adanya protein berupa kasein, membentuk warna karena terjadi reaksi pencoklatan dan menambah keempukan karena adanya laktosa (Koswara,2009). Menurut Hadiwiyoto (1983), kandungan kimia yang terdapat pada susu dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan kimia pada susu

No	Kandungan	Jumlah (%)
1	Protein	3 – 5
2	Lemak	3 – 8

Sumber : Hadiwiyoto (1983)

2.5.4 Telur

Telur merupakan bahan pangan yang sempurna, karena mengandung zat-zat gizi yang lengkap bagi pertumbuhan makhluk hidup baru. Putih telur merupakan daya emulsi yang sedang, sedangkan kuning telur adalah emulsi yang kuat. Komponen zat pengemulsi pada kuning telur adalah posfolipid, lipoprotein dan protein (Koswara, 2009). Kandungan kimia pada beberapa telur dalam 100 g dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan kimia beberapa telur dalam 100 g

No	Kandungan	Telur Ayam	Telur Bebek
1	Kalori (kal)	162	189
2	Protein (g)	12.8	13.1
3	Lemak (g)	11.5	14.3
4	Karbohidrat (g)	0.7	0.8
5	Kalsium (g)	54	56
6	Fosfor (mg)	180	175
7	Besi (mg)	2.7	2.8
8	Vit. A (IU)	900	1230
9	Vit. B (mg)	0.1	0.18
10	Air (g)	74	70.8

Sumber : Melia dan Juliaryasi (2005)

2.5.5 Margarine

Margarine berfungsi memberi cita rasa gurih, mengurangi remah roti, mempermudah pemotongan, serta memperlunak kulit roti, berfungsi untuk memperpanjang daya simpan, memperkeras tekstur agar tidak meleleh pada suhu kamar dan mempertinggi titik didih untuk memenuhi tujuan pengovenan (Fitriyani, 2013). Kandungan kimia pada *margarine* pada umumnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan kimia pada *margarine*

No	Kandungan	Jumlah (%)
1	Lemak	80-81
2	Skim Milk	14-16
3	Garam	3
4	Emulsifier	0.5
5	Vitamin A	15000 USP

Sumber : Hutagalung, 2009

2.5.6 Baking powder

Baking powder merupakan bahan pengembang. *Baking powder* sendiri digunakan untuk memperingan tekstur dari bahan makanan dan meningkatkan volume bahan makanan. Pada produk es krim *baking powder* ditambahkan dengan adonan es krim karena natrium bikarbonat bereaksi dengan asam yang digunakan untuk menetralkan asam lambung berlebihan (Rahmawati et.,al., 2012). Kandungan kimia dari *baking powder* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan kimia pada *baking powder*

No	Kandungan	Per 20 gram
1	Energi (kj) (kkal)	42
		10
2	Lemak (g)	0
3	Protein (g)	0.02
4	Karbohidrat (g)	4.82
5	Sodium (mg)	1579
	Kalium (mg)	1

Sumber : Fatsecretindonesia, 2016

2.5.7 Bubuk Vanili

Vanili termasuk ke *flavoring agent* yang banyak digunakan oleh industri pangan, kosmetik dan farmasi. Di Indonesia vanili yang sering digunakan adalah vanili sintetik. Vanili alami memiliki lebih dari 250 komponen organik yang dapat memberikan *flavor* dan aroma yang khas dan berbeda dengan vanili sintetik (Setyaningsih et., al., 2007). Kandungan kimia pada *vanili* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kandungan kimia pada *vanili*

No	Kandungan	Jumlah (g)
1	Air	20
2	Protein	3-5
3	Lemak	11
4	Gula	7-9
5	Serat	15-20
6	Abu	5-10
7	Vanili	1.5-3
8	Soft resin	2

Sumber : Andarwulan dan Mintarti (2006)

2.5.8 Tepung beras

Tepung beras terdiri dari tepung beras pecah kulit dan tepung beras sosoh.

Tepung beras banyak digunakan sebagai bahan baku industri seperti bihun dan

bakmi, *macaroni*, aneka *snack*, aneka kue kering (“*cookies*”), biskuit (“*crackers*”), makanan bayi, makanan sapihan untuk balita, tepung campuran (“*composite flour*”) dan sebagainya (E-book, 2009).

Tepung beras termasuk kedalam produk pertanian yang dihasilkan dari biji-bijian atau bahan pangan kering yang dihaluskan. Tepung ini antara lain adalah tepung beras, tepung maizena, tepung terigu, tapioka, sagu dan tepung yang dihasilkan dari beras. Kegunaan dari bahan tersebut adalah sebagai bahan baku dalam pembuatan kue, roti, makanan bayi dan lain-lain (Khatir et al., 2009).

2.6 Bahan Pengemas

2.6.1 Aluminium Foil

Aluminium foil merupakan lembaran *aluminium* dengan ketebalan kurang dari 0,15 mm. Dewasa ini ada kecenderungan meningkatnya perhatian terhadap potensi *aluminium* sebagai bahan pengemas. Umumnya kaleng-kaleng *aluminum* dengan dengan bagian badan yang terbuat dari *plate* dan tutup dasar dari *tin plate* dipergunakan sebagai pengemas konsentrat atau sari buah jeruk yang dibekukan, bir dan beberapa produk daging dan ikan (Susanto dan sucipta, 1994).

Aluminium yang dipergunakan sebagai bahan pengemas mempunyai beberapa kelebihan diantaranya :

1. Bobot relatif ringan.
2. Tahan terhadap korosi oleh udara atmosfer.
3. Tidak menimbulkan noda dengan produk yang mengandung S.
4. Dapat diubah menjadi bentuk wadah yang lebih muda.

Disamping itu bahan pengemas jenis ini mempunyai kelemahan-kelemahan yaitu :

1. Penutupan bagian samping dari bahan kaleng tidak dapat dilakukan dengan soldir.
2. Untuk memperoleh kekuatan yang sama dengan *tin plate*, dibutuhkan *plate* yang lebih tebal ukurannya.
3. Tutup kaleng yang terbuat dari *aluminium* sulit dibuka dengan alat pembuka kaleng yang umum.
4. *Aluminium* dapat memucatkan warna beberapa jenis bahan makanan.
5. Untuk sebagian besar produk-produk cair daya tahan lebih pendek dari pada *tin plate*.

2.6.2 *HDPE*

Kemasan *HDPE* bersifat lebih tahan terhadap bahan kimia jika dibandingkan dengan *LDPE* dan memiliki sifat ketahanan yang baik terhadap minyak dan lemak. Pengemasan plastik dapat menyebabkan adanya modifikasi atmosfir dengan menekan proses respirasi produk (Johansyah *et. al.*, 2014). Ditambahkan Vatria (2010), Kemasan *HDPE* memiliki harga yang murah, bersifat transparan, serta dapat direkatkan menggunakan panas. Plastik ini bersifat sebagai pengantar panas dan mempunyai pori-pori dipermukaannya. Hal ini mengakibatkan didalam kemasan akan terjadinya aliran udara dari luar ke dalam plastik. Hal ini kemungkinan penyebabnya terjadi oksidasi pada produk.

Jenis sifat material *HDPE* memiliki sifat lebih kuat, lebih keras, buram, semi fleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan cairan dan tahan terhadap suhu tinggi. Akan tetapi, *HDPE* disarankan hanya untuk penggunaan sekali pakai (Sulistiyati dan Eddy, 2014). Ditambahkan oleh Julianti E dan Nurminah (2006), *HDPE* memiliki daya tarik yang lebih tinggi daripada *LDPE*. Plastik *HDPE* dihasilkan dengan cara

polimerisasi pada tekanan dan suhu yang rendah (10 atm, 50-70°C). *HDPE* bersifat lebih kaku jika dibandingkan dengan jenis plastik *LDPE* dan *MDP*. Plastik *HDPE* tahan terhadap suhu tinggi sehingga dapat digunakan untuk produk sterilisasi.

Plastik *polyethylene* memiliki keunggulan murah, penahan air yang baik, mempunyai kemampuan untuk ditutup sehingga dapat memberi tutup yang rapat terhadap cairan dan akan meningkatkan stabilitas terhadap panas. Selain itu *polyethylene* memiliki kelemahan kurang tahan terhadap oksigen (Susanto dan Nyoman, 1994). Ditambahkan oleh Pitasari et., al., (2016), *HDPE* memiliki kelebihan dan kelemahan sebagai berikut

Sifat-sifat baik yang dimiliki PE, antara lain :

1. Permeabilitas uap air dan air rendah
2. Mudah dikelim panas
3. Fleksibel
4. Dapat digunakan untuk penyimpanan beku (-50°C)
5. Transparan sampai buram
6. Dapat digunakan sebagai bahan laminasi dengan bahan lain

Kelemahan :

1. Permeabilitas oksigen agak tinggi
2. Tidak tahan terhadap minyak

2.7 Masa Simpan

Masa simpan produk pangan merupakan salah satu informasi yang sangat penting bagi konsumen. Pencantuman masa simpan menjadi sangat penting terkait dengan keamanan produk pangan dan untuk memberikan jaminan mutu pada saat

produk sampai ke konsumen. Industri pangan wajib mencantumkan tanggal kadaluarsa pada setiap kemasan produk pangan (Harris dan Fadli, 2014).

Masa simpan adalah selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang berkaitan dengan karakteristik penampakan, rasa, aroma, tekstur dan nilai gizi dari produk. Masa simpan juga dapat diartikan sebagai waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam kondisi penyimpanan tertentu (Herawati, 2008).

Adanya perubahan selama penyimpanan akan berpengaruh terhadap mutu makanan. Umur simpan merupakan selang waktu antara bahan pangan mulai dari diproduksi hingga tidak diterima lagi oleh konsumen akibat adanya penyimpangan mutu. Stabilitas produk pangan berhubungan dengan mudah tidaknya produk pangan mengalami kerusakan yang diakibatkan terjadinya perubahan kimia, fisik dan mikrobiologi (Suwita *et. al.*, 2012).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari tiga bagian yaitu bahan untuk pembuatan kue *Spirulina*, analisis sampel dan analisis mikroorganisme sampel. Bahan-bahan untuk pembuatan kue terdiri dari dua bagian yaitu bahan baku dan bahan tambahan. Bahan baku terdiri dari tepung terigu dan tepung beras. Bahan baku yang digunakan didapatkan di Pasar Besar Kota Malang. Sedangkan bahan tambahan yang digunakan antara lain gula, susu bubuk, garam, telur, margarine, *baking powder*, bubuk vanili dan *Spirulina*. Bahan tambahan yang digunakan seperti gula, susu bubuk, garam, telur, margarine, *baking powder* dan bubuk vanili didapatkan di Pasar Besar Kota Malang, sedangkan *Spirulina* yang digunakan didapatkan di Pasar Oro-Oro Dowo Kota Malang dalam bentuk serbuk dalam kemasan 50 g. Selain bahan baku dan bahan tambahan, pembuatan kue juga membutuhkan bahan pengemas. Bahan pengemas berfungsi sebagai wadah kue dan melindungi produk atau bahan yang ada didalamnya dari pencemaran dan gangguan fisik seperti gesekan. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan untuk analisis sampel antara lain protelein eter serta menggunakan kertas saring dan benang, alkohol 90 %, NaOH, H₂SO₄, aquadest, dan tablet kjedahl. Bahan yang digunakan untuk analisis mikroorganisme antara lain PCA, Na-fis, aquadest, NaCl, koran, tissue, spiritus, Na-fis dan kapas.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian yaitu alat pembuatan bisikuit *Spirulina*, analisis sampel dan analisis mikroorganisme sampel. Alat yang digunakan untuk pembuatan bisikuit *Spirulina* antara lain *mixer*, baskom, oven, loyang, pisau, timbangan digital, piring, mangkok dan blender. Sedangkan alat yang digunakan pada analisis sampel antara lain mortar, alu, satu set alat k jedah, tabung reaksi, satu set alat soxhlet, rak tabung reaksi, pipet tetes, bola hisap, pipet volume 100 mL, desikator, labu pemanas, kondensor, oven, loyang, spatula, botol timbang, desikator, *crushable tank*, kurs porselin, timbangan digital, cawan petri, gelas ukur, enlemeyer 250 mL dan beaker gelas 250 mL dan *muffle*. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis mikroorganisme antara lain tabung reaksi, autoklaf, cawan petri, pipet serologis 1 mL, inkubator dan *colony counter*.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian adalah metode eksperimen. Menurut Setyanto (2005), eksperimen merupakan sebuah suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap variabel bebas tersebut. Metode ini berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat.

Perlakuan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan variasi bahan pengemas dan masa simpan pada produk biskuit *Spirulina*. Tujuan penelitian ini untuk menentukan jenis bahan pengemas yang baik terhadap kadar lemak, kadar air dan kadar FFA biskuit *Spirulina*. Sedangkan tujuan kedua dalam penelitian ini adalah untuk menentukan masa simpan biskuit *Spirulina*.

3.2.2 Variabel

Variabel ialah faktor yang mengandung lebih dari satu nilai dalam metode statistik. Variabel terdiri dari variabel bebas dan terikat. Menurut Brink dan Wood (2000), variabel ialah faktor yang mengandung lebih dari satu nilai dalam metode statistik. Variabel terdiri dari variabel bebas yang artinya variabel penyebab atau variabel yang mempengaruhi dimana variabel dalam kelompok sampel dibedakan. Dalam kata lain, peneliti harus dapat memisahkan sampel dalam kelompok alternatif didasarkan pada variabel. Sedangkan variabel terikat yaitu faktor yang diakibatkan oleh pengaruh tersebut.

Variabel bebas dari penelitian ini adalah perbedaan bahan pengemas yang berbeda dan masa simpan biskuit *Spirulina*. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar lemak, kadar air, kadar FFA, kadar protein, kadar abu, TPC dan organoleptik skoring hedonik.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui konsentrasi terbaik dari penambahan *Spirulina* dengan konsentrasi 3 g, 6 g dan 9 g. Perlakuan terbaik

didapatkan dari parameter kadar protein tertinggi yang dianalisis pada biskuit *Spirulina*.

Penelitian pendahuluan dilakukan dua tahap penelitian. Tahap pertama dilakukan preparasi bahan pembuatan biskuit *Spirulina* dan tahap kedua dilakukan pembuatan biskuit *Spirulina* dengan konsentrasi 3 g, 6 g dan 9 g. Hal ini didasarkan pada batas maksimum konsumsi *Spirulina* yaitu 10 g (Irianto dan Soesilo, 2007) dan perlakuan terbaik dari penelitian Sari (2013) yaitu 9 g. Parameter uji pada penelitian pendahuluan adalah analisis kadar protein biskuit *Spirulina*. Penelitian pendahuluan terdiri dari :

A. Penelitian Tahap 1

Penelitian tahap 1 bertujuan untuk melakukan preparasi bahan pembuatan biskuit *Spirulina*. Pertama-tama hal yang dilakukan adalah menyiapkan bahan-bahan yang akan digunakan. Bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan biskuit *Spirulina* antara lain tepung terigu, tepung beras, *baking powder*, gula halus, vanili, garam, air, minyak dan tepung tapioka yang diperoleh dari pasar besar, Malang. Sedangkan serbuk *Spirulina* didapatkan di pasar oro-oro dowo, Malang. Bahan-bahan tersebut kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai dengan formulasi pembuatan biskuit masing-masing. Setelah ditimbang kemudian bahan-bahan diletakkan didalam wadah/piring yang terpisah.

B. Penelitian Tahap 2

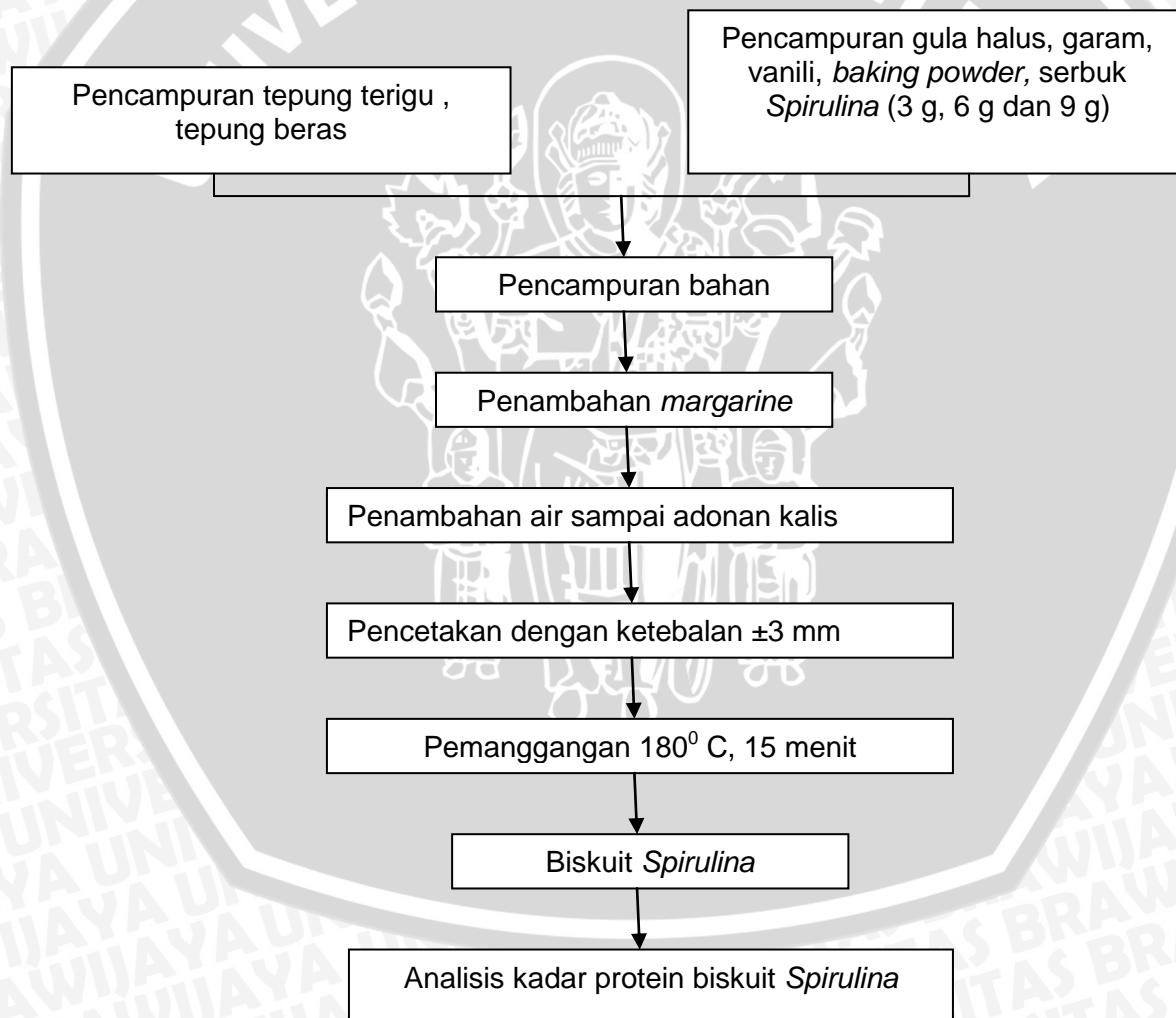
Penelitian tahap 2 adalah prosedur pembuatan biskuit *Spirulina*. Penelitian tahap 2 bertujuan untuk mengetahui formulasi penambahan *Spirulina* terbaik dari 3 g, 6 g dan 9 g (sari, 2013). Formulasi terbaik diketahui bedasarkan hasil analisis kadar protein pada biskuit *Spirulina*. Formulasi pembuatan biskuit *Spirulina* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Formulasi pembuatan biskuit Spirulina

Bahan	Komposisi
Tepung terigu (g)	155
Tepung beras (g)	25
<i>Baking powder</i> (g)	1
Gula halus (g)	40
Bubuk vanili (g)	1.5
Kuning telur (butir)	2
Susu bubuk (g)	7
Margarine (g)	37.5
<i>Spirulina</i> (g)	3, 6, 9

Sumber : Modifikasi Sari (2013)

Sedangkan prosedur pembuatan biskuit Spirulina dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur pembuatan biskuit Spirulina (modifikasi Sari, 2013)

3.3.2 Penelitian Utama

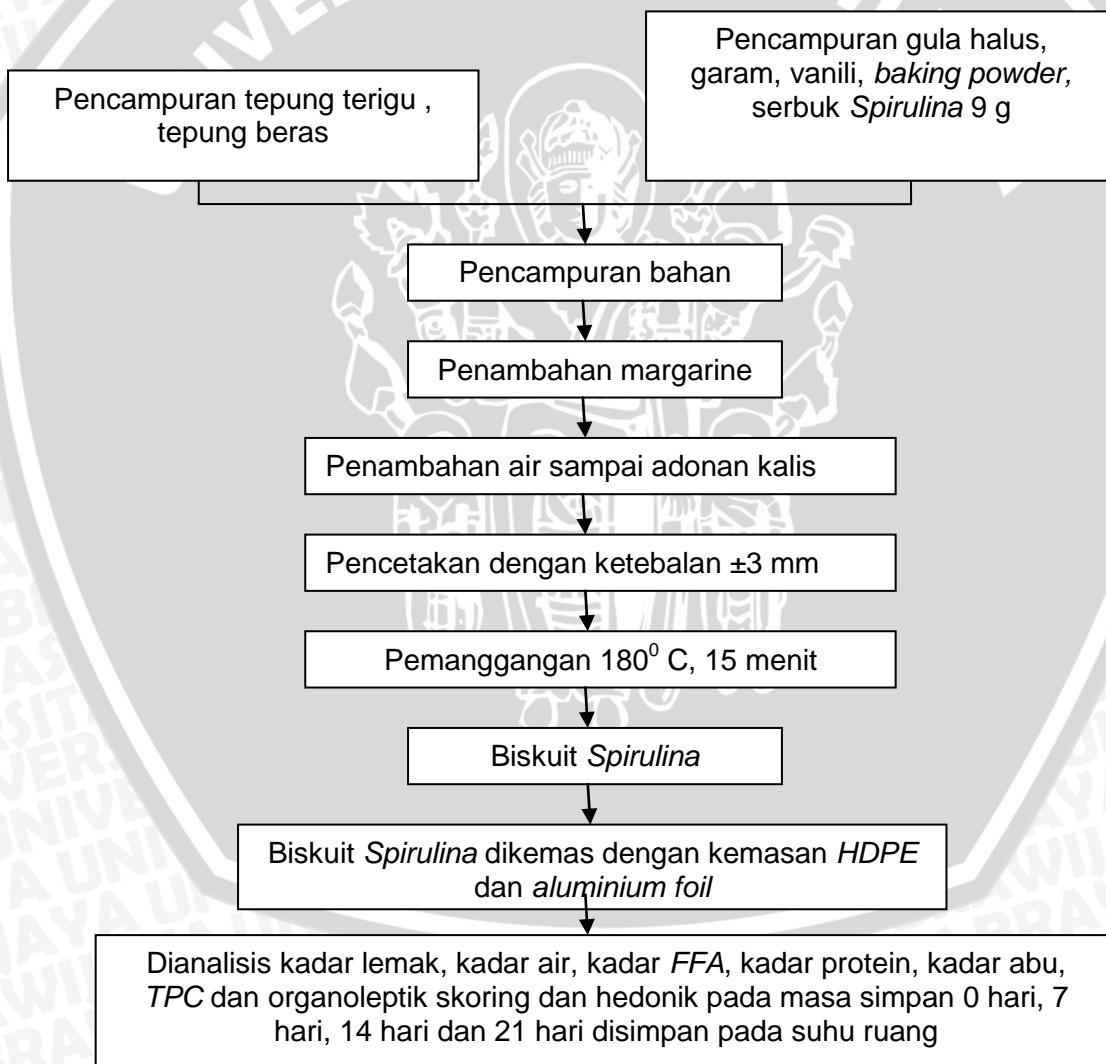
Penelitian utama dilakukan setelah mengetahui formulasi *Spirulina* terbaik dari hasil penelitian pendahuluan. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan didapatkan formulasi *Spirulina* terbaik adalah 9 g dengan nilai protein sebanyak 8,75 g. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan jenis bahan pengemas terbaik dari jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan dengan bedasarkan pada kadar lemak, kadar air, kadar FFA dan TPC biskuit *Spirulina*. Masa simpan pada penelitian ini adalah 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Pada penelitian Zaki (2011), biskuit yang disimpan pada suhu ruang dengan lama masa simpan 21 hari, bedasarkan hasil uji TPC telah mengalami kemunduran mutu. Hal ini ditandai dengan jumlah TPC yang tumbuh melebihi batas maksimal syarat mutu biskuit SNI yaitu lebih dari 1×10^4 kol/g. Tahapan penelitian utama sama dengan tahap penelitian pendahuluan, yaitu terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah persiapan bahan pembuatan biskuit *Spirulina* dan tahap kedua adalah pembuatan biskuit *Spirulina* dengan konsentrasi *Spirulina* 9 g. Pada penelitian utama parameter uji yang dilakukan yaitu kadar lemak, kadar air, kadar FFA, kadar protein, kadar abu, analisis TPC dan uji organoleptik skoring dan hedonik.

Berdasarkan hasil analisis kadar protein pada penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, kadar protein tertinggi didapatkan pada biskuit *Spirulina* dengan konsentrasi *Spirulina* 9 g dengan nilai protein sebesar 8.38 %. Sedangkan pada konsentrasi *Spirulina* 3 g dengan nilai 5.15 % dan konsentrasi 6 g dengan nilai 7.98 %. Formulasi pembuatan biskuit *Spirulina* dapat dilihat pada Tabel 12 sedangkan prosedur penelitian utama dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 12. Formulasi pembuatan biskuit Spirulina

Bahan	Komposisi
Tepung terigu (g)	155
Tepung Beras (g)	25
<i>Baking powder</i> (g)	1
Gula halus (g)	40
Bubuk vanili (g)	1.5
Kuning telur (butir)	2
Susu bubuk (g)	7
Margarine (g)	37.5
<i>Spirulina</i> (g)	9

Sumber : Modifikasi Sari (2013)



Gambar 2. Prosedur penelitian utama (modifikasi Sari, 2013)

3.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian utama ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Perlakuan percobaan pada penelitian ini meliputi perbedaan bahan pengemas (A) dan masa simpan (B). suatu percobaan faktorial bila perlakuananya terdiri dari kombinasi lengkap antar level (antar taraf) dari dua faktor atau lebih dan masing-masing faktor terdiri dari dua taraf atau lebih. Pada faktor bahan pengemas (A) terbagi menjadi dua yaitu tanpa bahan pengemas (kontol) (A1), *aluminium foil* (A2) dan *HDPE* (A3). Pada masa simpan (B) terbagi menjadi lima taraf yaitu 0 hari (B1), 7 hari (B2), 14 hari (B3) dan 21 hari (B4). Interaksi kedua faktor dilakukan dengan 4 ulangan. Hal tersebut sesuai dengan persamaan :

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

Dimana :

n = perlakuan

r = ulangan

Sehingga banyaknya ulangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$((2.3) - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(6 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$5r - 5 \geq 15$$

$$5r \geq 20$$

$$r \geq 4$$

Metode pengujian data yang digunakan adalah analisis keragaman (ANOVA) dimana jika terdapat pengaruh nyata atau sangat nyata maka akan dilanjutkan uji Tukey dengan aplikasi Software SPSS 16. Model statistika yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Hasil pengamatan untuk faktor A taraf ke-*i*, faktor B taraf ke-*j*, pada ulangan ke -*k*

μ = Rataan umum

A_i = Pengaruh faktor A pada taraf ke-*i*

B_j = Pengaruh faktor B pada taraf ke-*j*

$(AB)_{ij}$ = Interaksi antara A dan B pada faktor A taraf ke-*i*, faktor B taraf ke-*j*

ε_{ijk} = Galat percobaan untuk faktor A taraf ke-*i*, faktor ke B taraf ke-*j* pada ulangan ke-*k*

Model rancangan percobaan pada Penelitian Utama dapat dilihat pada Tabel

13 dibawah ini :

Tabel 13. Model Rancangan Pada Penelitian Utama

Perlakuan		Perlakuan kombinasi	Ulangan				Rata - Rata
A	B		1	2	3	4	
A1	B1	A1B1	A1B1.1	A1B1.2	A1B1.3	A1B1.4	
	B2	A1B2	A1B2.1	A1B2.2	A1B2.3	A1B2.4	
	B3	A1B3	A1B3.1	A1B3.2	A1B3.3	A1B3.4	
	B4	A1B4	A1B4.1	A1B4.2	A1B4.3	A1B4.4	
A2	B1	A2B1	A2B1.1	A2B1.2	A2B1.3	A2B1.4	
	B2	A2B2	A2B2.1	A2B2.2	A2B2.3	A2B2.4	
	B3	A2B3	A2B3.1	A2B3.2	A2B3.3	A2B3.4	
	B4	A2B4	A2B4.1	A2B4.2	A2B4.3	A2B4.4	
A3	B1	A3B1	A3B1.1	A3B1.2	A3B1.3	A3B1.4	
	B2	A3B2	A3B2.1	A3B2.2	A3B2.3	A3B2.4	
	B3	A3B3	A3B3.1	A3B3.2	A3B3.3	A3B3.4	
	B4	A3B4	A3B4.1	A3B4.2	A3B4.3	A3B4.4	

Desain rancangan percobaan pada penelitian utama adalah

- A1B1 = Tanpa bahan pengemas, lama masa simpan 0 hari
A1B2 = Tanpa bahan pengemas, lama masa simpan 7 hari
A1B3 = Tanpa bahan pengemas, lama masa simpan 14 hari
A1B4 = Tanpa bahan pengemas, lama masa simpan 21 hari
A2B1 = *Aluminium foil*, lama masa simpan 0 hari
A2B2 = *Aluminium foil*, lama masa simpan 7 hari
A2B3 = *Aluminium foil*, lama masa simpan 14 hari
A2B4 = *Aluminium foil*, lama masa simpan 21 hari
A3B1 = *HDPE*, lama masa simpan 0 hari
A3B2 = *HDPE*, lama masa simpan 7 hari
A3B3 = *HDPE*, lama masa simpan 14 hari
A3B4 = *HDPE*, lama masa simpan 21 hari

3.5 Parameter Uji

Parameter uji yang digunakan pada penelitian pembuatan biskuit *Spirulina* dengan bahan pengemas berbeda adalah kadar lemak, kadar air, kadar FFA, kadar protein, kadar abu, *TPC* dan organoleptik skoring hedonik (tekstur, rasa dan aroma).

3.6 Prosedur Analisis Parameter

3.6.1 Analisis Kadar Lemak

Analisis kadar lemak menurut Legowo et., al., (2007), pertama ambil sampel dan timbang seberat ± 1 g untuk sampel kering yang telah dihaluskan atau $\pm 1,5$ untuk sampel basah (Berat A). Letakkan sampel yang telah ditimbang ditengah-tengah kertas saring. Setelah sampel dibungkus kertas saring selanjutnya panaskan sampel kedalam oven dengan suhu antara 100–105° C sampai dengan beratnya konstan seperti pada penentuan kadar air. Ambil sampel yang telah dioven dan masukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit, selanjutnya timbang sebagai berat B. Masukkan sampel ke dalam alat ekstraksi soxhlet. Kemudian masukkan cairan

pelarut lemak ke dalam alat ekstraksi sebanyak \pm 2,5–3 kali volume labu ekstraksi yang telah diisi sampel. Pasang kondensor dengan baik. Labu pemanas dihubungkan dengan pemanas (masukkan kedalam penangas air dengan suhu \pm 60° C. Buka kran air, lakukan proses ekstraksi minimal 6 jam. Setelah proses ekstraksi selama 6 jam telah selesai matikan sumber pemanas dan keluarkan sampel dari kondensor. Angin-anginkan \pm 30 menit diudara terbuka. Keringkan sampel dengan oven \pm 1 jam dan kemudian masukkan kedalam desikator \pm 15 menit, dilanjutkan dengan penimbangan (Berat C). Perhitungan kadar lemak dapat dilakukan seperti dibawah ini :

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{\text{Berat B-Berat C}}{\text{Berat A}} \times 100 \%$$

3.6.2 Analisis Kadar Air

Kadar air dalam bahan pangan menurut Sudarmadji *et. al.*, (2007), dapat berupa air bebas yang terdapat dalam ruang antar sel, air terikat lemah karena terserap pada permukaan koloid makro molekul seperti pektin pati, protein dan selulosa, air terikat kuat yang membentuk hidrat. Kadar air dalam bahan makanan dapat ditentukan dengan berbagai cara antara lain metode pengeringan atau thermogravimetri, metode destilasi atau Thermovolumetri, metode khemis, metode fisis dan metode khusus misalnya kromatografi. Prinsip penentuan kadar air dengan metode Thermogravimetri adalah menguapkan air yang ada dalam bahan pangan dengan jalan pemanasan kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua air sudah diuapkan. Prosedur pengujian kadar air dengan metode Thermogravimetri.

Penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan produk dalam oven suhu 105-110⁰C selama 3 jam atau sampai didapatkan berat konstan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan (Suprayitno dan Suparmi, 2000). Penentuan kadar air dapat dilihat dibawah ini

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

Keterangan :

Wb = Kadar air

A = Berat botol timbang

B = Berat sampel

C = Berat botol timbang dan sampel sesudah diinkubasi

3.6.3 Analisis Kadar FFA

Secara umum tolak ukur kualitas lemak dan minyak yaitu angka asam lemak bebas (*Free Fatty Acid* atau *FFA*), angka peroksida, tingkat ketengikan dan kadar air. Standar Nasional Indonesia 2973:2011 mengatakan bahwa produk biskuit mempunyai syarat mutu asam lemak bebas maks. 1,0 %. Angka *FFA* merupakan asam lemak bebas yang dihasilkan oleh proses hidrolisa dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral pada konsentrasi sampai 1,5 %. Lemak dengan kadar asam lemak bebas lebih besar dari 1 %, jika dicicipi akan terasa membentuk film pada permukaan lidah dan tidak berbau tengik, namun intensitasnya tidak bertambah dengan bertambahnya jumlah asam lemak bebas. Asam lemak bebas menimbulkan rasa tidaklezat pada makanan (Ketaren, 1986).

Angka asam menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang terdapat dalam suatu minyak atau lemak. Angka asam dinyatakan sebagai jumlah milligram NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu g lemak atau minyak (Helina dan Ginting, 2002). Adapun skema kerja dari analisis

kadar asam lemak bebas antara lain bahan yang digunakan harus berbentuk cair ditambahkan 50 ml alkohol dan 2 ml indikator phenolphthalein kemudian dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH sampai berwarna merah jambu dan kemudian hitung % FFA atau sebagai angka asam (Sudarmadji, 1997).

$$\text{Angka FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM NaOH}}{\text{w sampel (gram)} \times 1000} \times 100 \%$$

3.6.4 Analisis Kadar Protein

Prinsip analisis kadar protein menurut Legowo *et. al.*, (2007) dengan metode kjeldahl yaitu penaraan jumlah protein secara empiris bedasarkan jumlah N didalam bahan pangan. Setelah dioksidasi, amonia (hasil konversi senyawa N) bereaksi dengan asam dan menjadi ammonium sulfat. Dalam kondisi basa, ammonia diuapkan dan kemudian ditangkap dengan larutan asam. Jumlah N ditentukan dengan titrasi HCl atau NaOH. Metode kjeldahl memiliki tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Adapun untuk menghitung persentase N dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\% \text{ N} = \frac{\text{HCl (sampel-blangko)}}{\text{berat sampel (g)} \times 1000} \times B$$

Keterangan :

B = Normalitas HCl 14.008 100 %

3.6.5 Metode Total Plate Count (TPC)

TPC dimaksudkan untuk menunjukkan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media agar. Perhitungan total mikroba dilakukan dengan metode tuang. Prinsip metode ini adalah bakteri mesofil aerob akan tumbuh baik setelah sampel diinkubasi selama

24-48 jam. Sel bakteri akan tumbuh membentuk koloni yang dapat dilihat secara visual, sehingga dapat langsung dihitung. Mula-mula cawan petri, tabung reaksi dan pipet disterilisasi dalam oven suhu 150^0 C selama 2 jam. Media *Plate Count Agar* (*PCA*) dibuat dengan cara melarutkan 3,5 g *PCA* dalam 200 mL aquades. Media tersebut kemudian disterilisasikan dalam autoklaf bersuhu 121^0 C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm. Selanjutnya suhu media dipertahankan pada $45-55^0$ C dalam penangas air untuk menjaga agar media tidak membeku. Pembuatan larutan pengencer (Na-fis) dengan cara melarutkan 8,5 g NaCl dalam 1 liter aquades yang kemudian disterilkan dalam autoklaf 121^0 C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

TPC merupakan cara perhitungan jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk yang tumbuh pada media agar pada suhu dan waktu inkubasi yang ditetapkan. Selanjutnya dilakukan penyiapan sampel. Sampel ditimbang sebanyak 25 g untuk sampel kering kemudian dimasukkan kedalam wadah steril. Pindahkan 1 ml suspense pengenceran 10^{-1} tersebut dengan pipet steril ke larutan 9 ml Na-fis untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} . Buat pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} dan seterusnya dengan cara yang sama. Selanjutnya masukkan 1 ml suspense dari setiap pengenceran kecawan petri secara duplo. Tambahkan 15 ml sampai dengan 20 ml *PCA* yang sudah didinginkan hingga temperature 45^0 C pada masing-masing cawan yang sudah berisi suspense. Supaya larutan contoh dan media *PCA* tercampur seluruhnya, lakukan pemutaran cawan kedepan dan belakang atau membentuk angka delapan dan diamkan sampai menjadi padat. Inkubasikan pada temperature 34^0 C sampai dengan 36^0 C selama 24-48 jam dengan posisi cawan terbalik. Perhitungan jumlah koloni pada setiap pengenceran kecuali koloni menyebar (SNI, 2008).

3.6.5 Organoleptik Skoring Hedonik

Organoleptik merupakan suatu metode ilmiah yang digunakan untuk mengukur, menganalisis dan menginterpretasikan respon terhadap suatu produk berdasarkan kemampuan indera manusia seperti pengelihatan, penciuman, perasa, peraba dan pendengaran (Harmain dan Yusuf, 2012). Penilaian organoleptik sangat banyak digunakan untuk menilai mutu dalam industri pangan. Dalam penilaian organoleptik ini sangat dibutuhkan beberapa panel yang bertugas untuk memberikan penilaian berdasarkan kesan subyektif (Susiwi, 2009).

Organoleptik skoring bertujuan untuk mengurutkan perlakuan terbaik dari sebuah penelitian yang dinyatakan dari skor mulai dari 1 hingga 7. Organoleptik skoring dilakukan dengan menggunakan indera pendengaran untuk parameter tekstur, indera perasa untuk parameter rasa dan indera penciuman untuk parameter aroma. Panelis diminta untuk memberikan skor terhadap tekstur dengan skala 1 (sangat tidak renyah), 2 (tidak renyah), 3 (agak tidak renyah), 4 (agak renyah), 5 (renyah), 6 (sangat renyah) dan 7 (amat renyah). Panelis juga diminta untuk memberikan skor terhadap rasa dengan skala 1 (sangat tidak enak), 2 (tidak enak), 3 (agak tidak enak), 4 (agak enak), 5 (enak), 6 (sangat enak) dan 7 (amat enak). Panelis juga diminta memberikan skor terhadap aroma dengan skala 1 (sangat bau), 2 (bau), 3 (agak bau), 4 (agak tidak bau), 5 (tidak bau), 6 (sangat tidak bau) dan 7 (amat sangat tidak bau). Selanjutnya hasil organoleptik skoring dianalisis dengan ANOVA.

Uji hedonik merupakan pengujian yang paling banyak digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan terhadap produk. Tingkat kesukaan ini disebut skala hedonik. Misalnya sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka, sangat tidak suka dan lain-lain. Skala hedonik ditransformasikan kedalam skala angka dengan angka

menaik menurut tingkat kesukaan. Panelis diminta memberikan skor terhadap produk kue *Spirulina* dengan skala 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (agak tidak suka), 4 (netral), 5 (agak suka), 6 (suka) dan 7 (sangat suka). Selanjutnya hasil organoleptik hedonik dianalisis dengan statistik (Ebook, 2006).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini ditujukan untuk menentukan jenis bahan pengemas terbaik dari jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan dengan bedasarkan pada kadar lemak, kadar air dan kadar FFA biskuit *Spirulina*. Sebelum dilakukan penelitian, dilakukan analisis kimia pada bahan baku yaitu *Spirulina*. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui karakterisasi kimia dari bahan baku sehingga dapat diketahui peningkatan kualitas produk dari awal sebelum diproses sampai terbentuk produk yang sudah jadi.

4.1.1 Karakterisasi Bahan Baku

Spirulina adalah ganggang hijau-biru yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dalam kandungan protein dan vitaminnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein sel tunggal (PST). Protein dari *Spirulina* kering dapat mencapai lebih 60 %. *Spirulina* dapat digunakan sebagai suplemen atau bahan pelengkap sumber protein pada makanan (Utomo et.,al., 2012). Analisis kimia dari *Spirulina* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Analisis Kimia *Spirulina*

No	Parameter Kimia	Jumlah (%)
1	Lemak ^{*)}	0.67
2	Air ^{**)}	6.94
3	Protein ^{*)}	70.15
4	Abu ^{**)}	19.07

Sumber :

^{*)} Laboratorium Nutrisi dan Gizi Ikani, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya (2016)

^{**)} Laboratorium Penanganan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya (2016)

4.1.2 Rendemen Biskuit *Spirulina*

Rendemen merupakan persentase berat biskuit *Spirulina* yang dihasilkan dibandingkan dengan berat adonan biskuit *Spirulina*. Tujuan perhitungan rendemen yaitu untuk mengetahui persentase berat akhir biskuit *Spirulina* yang dihasilkan. Rendemen biskuit *Spirulina* pada penelitian utama dengan konsentrasi *Spirulina* 9 g dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rendemen Biskuit *Spirulina*

Perlakuan	Rendemen Biskuit <i>Spirulina</i> (%)
1	81.945
2	83.497
3	80.799

Perhitungan rendemen biskuit *Spirulina* adalah sebagai berikut :

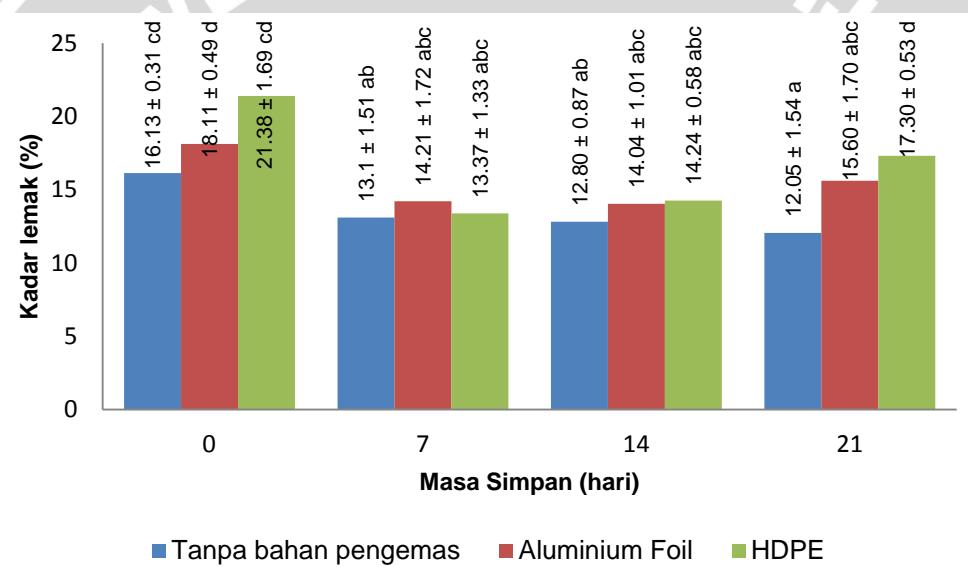
$$\text{Rendemen biskuit } \textit{Spirulina} (\%) = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{berat bahan baku}} \times 100 \%$$

Rendemen biskuit *Spirulina* pada perlakuan 1, 2 dan 3 mengalami penurunan berat dari berat awal masing-masing . Hal ini dikarenakan pengaruh dari perlakuan proses pemanggangan pada saat pembuatan biskuit *Spirulina*, pemberian panas terhadap bahan pangan menyebabkan kandungan air didalam bahan pangan akan menguap, hal itulah yang menyebabkan berat dari bahan akan berkurang. Menurut Sundari *et.al.*, (2015), mengatakan berat bahan pangan setelah pengolahan umumnya menurun. Semua penurunan nilai berat ini dikarenakan proses pemberian panas yang menyebabkan berkurangnya komponen yang mudah menguap (*volatile*). Pengolahan kering (penggorengan dan pemanggangan) dapat menurunkan berat bahan pangan segar lebih banyak dibandingkan dengan pengolahan basah (perebusan dan pengukusan).

4.2 Karakterisasi Kimia Biskuit *Spirulina*

4.2.1 Kadar Lemak

Lemak sangat penting untuk menjaga kesehatan manusia. Selain itu, lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Khususnya lemak nabati. Lemak juga sumber dari pelarut vitamin A, D, E dan K (Suprayitno, 2001). Hasil uji lanjut tukey dapat dilihat pada Lampiran 1 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3.Grafik kadar lemak biskuit *Spirulina*

Keterangan:

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kadar lemak biskuit *Spirulina* ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 3, kadar lemak tertinggi didapatkan pada jenis bahan pengemas HDPE dengan nilai 17.30 %, sedangkan kadar lemak

terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai sebesar 12.05 %. Hal ini diduga karena bahan pengemas *HDPE* memiliki permeabilitas yang rendah terhadap O_2 sehingga dapat menghambat terjadinya proses oksidasi pada lemak. Oksidasi pada lemak dipengaruhi oleh interaksi produk dengan O_2 selama proses pengemasan yang menyebabkan lemak pada produk teroksidasi oleh O_2 . Hal ini didukung oleh Murtiningrum *et. al.*, (2013), rendahnya penurunan kadar lemak dengan menggunakan kemasan plastik *HDPE* diduga berkaitan dengan rendahnya permeabilitas plastik terhadap O_2 dan CO_2 sehingga O_2 dari lingkungan luar kemasan sulit masuk, terjadinya oksidasi lemak dapat ditekan dan dapat dipertahankan. Hal ini dibuktikan dengan tingginya kadar lemak pada bahan pengemas *HDPE* sejalan dengan rendahnya persentase kadar air yang diperoleh yaitu sebesar 1.75 %, rendahnya persentase kadar air diikuti oleh rendahnya persentase *TPC* yaitu 0.02×10^5 kol/g. Hal ini diduga karena bahan pengemas *HDPE* memiliki nilai permeabilitas yang rendah terhadap O_2 sehingga mampu menghambat terjadinya proses oksidasi pada lemak, dengan terhambatnya proses oksidasi lemak maka persentase kadar air yang diperoleh rendah. Hal ini didukung Yuniarti (2013), perubahan kadar lemak diduga karena lemak telah teroksidasi. Reaksi oksidasi lemak salah satunya dipengaruhi oleh kadar air dalam bahan makanan. Dengan menurunnya kadar air maka akan meningkatkan kontak dengan O_2 dengan lemak, mengakibatkan lemak menjadi rusak dan akan menurunkan kandungan lemak pada bahan. Air merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Dengan rendahnya kadar air didalam biskuit maka mikroba tidak mudah tumbuh dan berkembang biak. Hal ini didukung oleh Zaki (2011), peningkatan kadar air di dalam produk dapat mengakibatkan mikroba semakin mudah tumbuh dan berkembang biak. Air merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba.

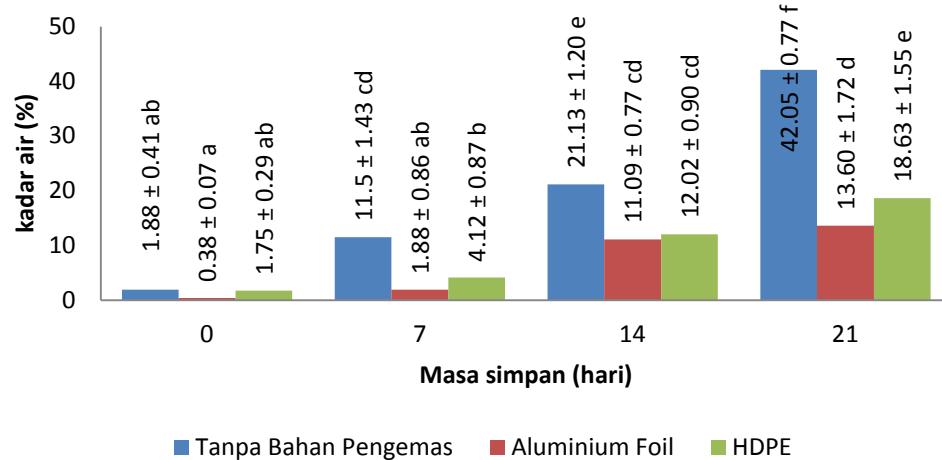
Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar lemak biskuit *Spirulina*. Kadar lemak tertinggi didapatkan pada masa simpan 0 hari pada bahan pengemas *HDPE* dengan nilai 21.38 % dan kadar lemak terendah didapatkan pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 12.05 %. Terjadinya penurunan kadar lemak dikarenakan tidak adanya kemasan yang dapat membatasi produk berinteraksi dengan oksigen disekitarnya. Interaksi produk dengan oksigen mengakibatkan lemak pada produk mengalami oksidasi. Semakin lama penyimpanan, proses oksidasi berlangsung juga semakin lama sehingga terjadi penurunan kadar lemak pada biskuit diiringi dengan peningkatan kadar air. Menurut Muchtar dan Yulia (2011), selama penyimpanan cenderung terjadi penurunan sedikit kadar lemak yang diakibatkan oleh pengaruh udara sekitar penyimpanan. Semakin lama penyimpanan, kadar lemak didalam bahan pangan juga menurun yang disebabkan telah terjadinya oksidasi pada biskuit. Tingkat kerusakannya tergantung masa simpan yang digunakan. Asam lemak juga sensitif terhadap oksigen. Ditambahkan oleh Widati (2008), meningkatnya kadar lemak terjadi karena terjadinya penurunan kadar air, hal itu juga berlaku sebaliknya penurunan kadar lemak akan mengakibatkan peningkatan konsentrasi kadar air.

Interaksi antara bahan pengemas dan masa simpan biskuit *Spirulina* berpengaruh nyata terhadap kadar lemak ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 3, kadar lemak tertinggi didapatkan pada perlakuan bahan pengemas *HDPE* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai sebesar 21.38 % dan kadar lemak terendah didapatkan pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 12.05 %. Kadar lemak pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas memiliki nilai terendah dibandingkan dengan perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dan

HDPE. Hal ini dikarenakan tidak adanya bahan pengemas pada produk dapat membuat produk berkontak langsung dengan lingkungan sekitar seperti suhu dan udara. Adanya kontak langsung produk dengan udara dapat menyebabkan lemak pada produk cenderung turun karena teroksidasi. Terjadinya oksidasi lemak dikarenakan tidak adanya bahan pengemas yang melindungi produk dari kerusakan serta melindungi bahan pangan yang ada dari interaksi O_2 dengan lingkungan disekitar bahan pangan yang menyebabkan kadar lemak teroksidasi sehingga persentase kadar lemak menjadi rendah. Menurut Widati (2008), penggunaan bahan pengemas mampu untuk mengurangi terjadinya dehidrasi dan oksidasi lemak pada produk. Bahan pengemas dapat mencegah bahan pangan berinteraksi dengan O_2 dan lingkungan sekitar yang dapat menyebabkan lemak teroksidasi.

4.2.2 Kadar Air

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan kita. Bahkan dalam bahan makanan yang kering sekalipun. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran dan daya tahan bahan itu (Winarno, 1997). Hasil uji lanjut Tukey dapat dilihat pada Lampiran 2 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kadar air biskuit Spirulina

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

Berdasarkan hasil analisis keragaman didapatkan penggunaan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 4, kadar air tertinggi pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 42.05 %, sedangkan kadar air terendah pada perlakuan jenis bahan pengemas *alumunium foil* dengan nilai sebesar 0.38 %. Biskuit merupakan produk kering yang bersifat hidrofilik dan dapat mengalami kerusakan akibat pengaruh lingkungan sekitar seperti suhu, sehingga biskuit harus dikemas dengan kemasan yang kedap terhadap cahaya, uap air dan oksigen. Penggunaan bahan kemasan yang kurang tepat dapat mempercepat masa simpan biskuit. Kemasan *alumunium foil* dapat mencegah masuknya air kedalam biskuit. Hal ini dikarenakan kemasan *alumunium foil* memiliki sifat permeabilitas yang rendah terhadap uap air. Jika permeabilitas suatu kemasan terhadap uap air rendah, maka kemungkinan produk kontak langsung dengan air pengaruhnya sangat kecil atau

tidak akan berpengaruh. Menurut Hendrasty (2013), kemasan *aluminium foil* mempunyai sifat ketahanan terhadap kadar air yang sangat baik, anti migrasi terhadap air dan mikroorganisme. Penggunaan *aluminium foil* dimaksudkan untuk memperpanjang daya simpan *cookies* pada kondisi lembab. Ditambahkan oleh Susanto dan Nyoman (1994), *aluminium foil* jika kontak dengan air biasanya tidak akan terpengaruh atau bila berpengaruh sangat kecil. Hal ini dibuktikan dengan rendahnya kadar air pada bahan pengemas *aluminium foil* diikuti oleh rendahnya *TPC* yaitu 0.02×10^5 kol/g dan tingginya kadar lemak yang diperoleh yaitu sebesar 18.11 %. Hal ini dikarenakan semakin rendah kadar air maka kadar lemak akan semakin tinggi. Hal ini didukung oleh Setiawan et., al., (2013), adanya peningkatan kadar lemak pada kerupuk disebabkan oleh kandungan air yang mengalami perubahan. Semakin rendah kadar air, maka kandungan lemaknya akan semakin tinggi. Rendahnya nilai *TPC* diduga karena kandungan air pada produk rendah. Air merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Dengan rendahnya kadar air didalam biskuit maka mikroba tidak mudah tumbuh dan berkembang biak. Hal ini didukung oleh Zaki (2011), peningkatan kadar air didalam produk dapat mengakibatkan mikroba semakin mudah tumbuh dan berkembang biak. Air merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba.

Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 4, kadar air tertinggi pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 42.05 % dan kadar air terendah pada masa simpan 0 hari pada perlakuan jenis bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 0.38 %. Hal ini dikarenakan terjadinya peningkatan persentase kadar air akan seiring dengan semakin lamanya masa simpan. Peningkatan persentase kadar air dengan

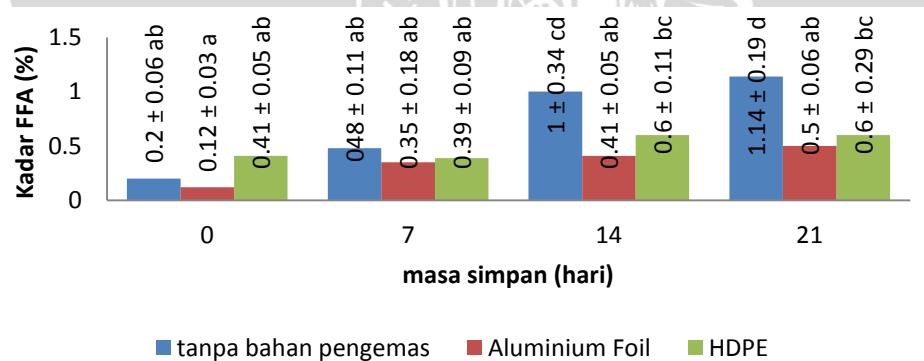
semakin lama masa simpan dikarenakan kondisi kelembaban selama penyimpanan. Peningkatan kadar air merupakan indikator dari kemunduran mutu suatu bahan pangan. Hal ini didukung dengan pernyataan Arizka dan Joko (2015), kadar air teh dalam kemasan bertambah karena pengaruh kelembaban udara dan suhu ruangan penyimpanan. Kadar air merupakan faktor yang paling mempengaruhi kemunduran mutu bahan pangan meningkat sejalan dengan meningkatnya kadar air bahan pangan.

Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 4, kadar air tertinggi pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 42.05 % dan kadar air terendah pada bahan pengemas *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 0.38 %. Kemasan *aluminium foil* merupakan bahan pengemas yang baik untuk penghalang minyak, gas, kelembaban, bau dan cahaya. Kemasan ini memiliki sifat melindungi produk dari uap air dan gas karena bahan pengemas ini memiliki permeabilitas yang rendah terhadap keduanya. Sifatnya tidak menyerap air menyebabkan jika mengalami kontak dengan air tidak terpengaruh atau memiliki efek yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan bahan pengemas sulit dilewati oleh partikel uap air karena permeabilitasnya yang rendah. Menurut Elisabeth dan Ludivica (2016), penggunaan kemasan *aluminium foil* dapat melindungi bahan dari uap air dan gas. Permeabilitas *aluminium foil* yang rendah terhadap uap air menunjukkan kemasan cenderung sulit dilewati oleh partikel uap air. Semakin rendah permeabilitas kemasan, maka umur simpan produk semakin lama. Plastik yang memiliki kemasan yang lebih tebal memiliki permeabilitas uap air yang lebih rendah sehingga dapat menahan laju penetrasi uap air dari dan ke dalam

kemasan dan laju perubahan kadar air produk pangan. Faktor lain yang menyebabkan peningkatan kadar air bahan pangan selama penyimpanan adalah sifat higrokopis bahan pangan yang dikemas dan kelembaban udara lingkungan terhadap produk pangan.

4.2.3 Kadar FFA

FFA merupakan kerusakan lemak yang disebabkan oleh gugusan aldehyde dan keton yang bereaksi dengan lemak yang mengakibatkan hidrolisis dan menyebabkan bahan pangan menjadi tengik. Kadar FFA yang kecil menunjukkan tingkat kerusakan lemaknya berarti sedikit. Jika memiliki kadar FFA kecil maka bahan pangan tersebut masa simpannya akan lebih panjang. Asam lemak bebas atau FFA menunjukkan sejumlah asam lemak bebas yang dikandung oleh minyak yang rusak, terutama karena peristiwa hidrolisis (Apandi et., al., 2013). Hasil uji lanjut Tukey kadar FFA dapat dilihat pada lampiran 3 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kadar FFA biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kadar *FFA* biskuit *Spirulina* ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 5, Kadar *FFA* tertinggi pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 1.14 % dan kadar *FFA* terendah pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 0.12 %. Terbentuknya *FFA* pada produk dikarenakan adanya lemak pada produk yang terhidrolisis karena adanya kandungan air pada produk. Untuk mencegah terbentuknya *FFA* maka sebaiknya menggunakan bahan pengemas yang memiliki karakteristik dapat melindungi produk dari lingkungan luar seperti air. Kemasan *aluminium foil* memiliki kemampuan melindungi bahan pangan dari lingkungan seperti air yang dapat menyebabkan lemak pada bahan pangan terhidrolisis dan mengakibatkan terbentuknya *FFA* pada produk. Menurut Zamani et., al., (2010), *aluminium foil* merupakan kemasan yang bertindak sebagai penghalang yang sempurna untuk air. Perlindungan terhadap air dapat mencegah terjadinya hidrolisis lemak yang mengakibatkan terbentuknya asam lemak bebas atau *FFA* dan juga dapat mencegah terjadinya ketengikan pada produk. Hal ini dibuktikan dengan rendahnya kadar *FFA* pada bahan pengemas *aluminium foil* sejalan dengan rendahnya kadar air pada bahan pengemas *aluminium foil* yaitu 1.75 %. Hal ini dikarenakan *aluminium foil* memiliki permeabilitas yang rendah terhadap air. Dengan permeabilitas terhadap air yang rendah, air sangat kecil bahkan tidak berpengaruh terhadap kemasan *aluminium foil*. Dengan rendahnya kadar air maka reaksi hidrolisis pada produk dapat dihambat, sehingga kadar *FFA* pada produk tetap rendah. Hal ini didukung oleh Gunawan et., al., (2003), proses hidrolisis dapat meningkatkan kandungan *FFA* pada produk. Reaksi hidrolisis ini disebabkan oleh kandungan air pada produk.

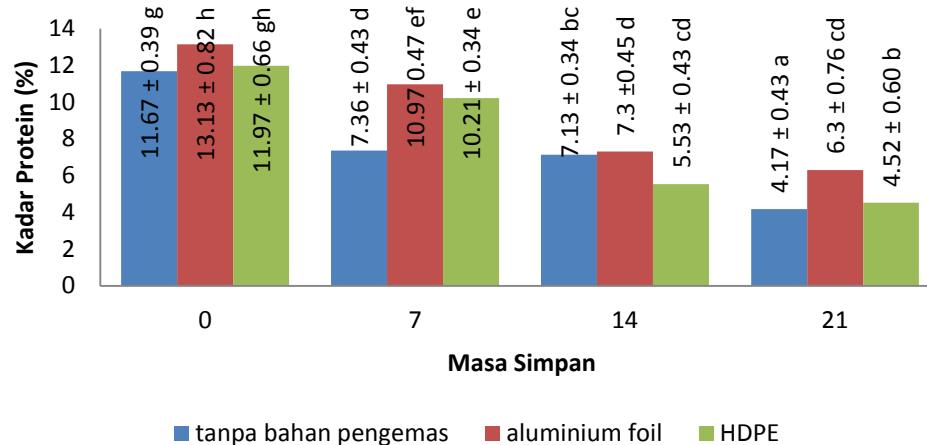
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar *FFA* biskuit *Spirulina* ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 5, Kadar *FFA* tertinggi pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 1.14 % dan kadar *FFA* terendah pada masa simpan 0 hari pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 0.12 %. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar *FFA* antara lain suhu, cahaya, air dan oksigen yang ada pada produk ataupun lingkungan tempat penyimpanan. Terjadinya peningkatan *FFA* seiring dengan semakin lama masa simpan produk. Semakin lama suatu produk disimpan maka kemungkinan produk tersebut bereaksi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi *FFA* semakin besar dan semakin mempercepat terbentuknya *FFA*. Menurut Pitasari et., al., (2016), faktor-faktor yang mempercepat terbentuknya *FFA* antara lain, oksigen, bakteri pathogen, cahaya dan jenis kemasan. Cahaya merupakan faktor yang mempercepat terbentuknya *FFA*. kombinasi antara cahaya dan oksigen dapat mempercepat proses oksidasi. Semakin lama reaksi berlangsung maka semakin tinggi kadar *FFA* yang terbentuk.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar *FFA* biskuit *Spirulina* ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 5, kadar *FFA* tertinggi pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan lama masa simpan 21 hari dengan nilai 1.14 % dan kadar *FFA* terendah pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 0.12 %. Kadar *FFA* dibahan pangan menurut SNI 2973 (2011), memiliki batas maksimal sebanyak 1.0 %. Pada Gambar 5, perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari sudah melewati standar *FFA* biskuit (SNI, 2973), yaitu 1.14 %,

dimana perlakuan tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Nilai kadar FFA dapat menunjukkan kelayakan produk untuk dikonsumsi. Kombinasi antara cahaya dan oksigen dapat mempercepat proses hidrolisis lemak yang menyebabkan terbentuknya FFA pada produk. Perlakuan bisikuit tanpa pengemas menunjukkan nilai kadar FFA tertinggi, hal ini dikarenakan pada bisikuit tidak ada yang melindungi produk dari air sehingga produk mengalami hidrolisis. Lemak yang telah terhidrolisis menyebabkan rantai ikatan lemak menjadi putus dan rantai tersebut berikatan dengan air yang menyebabkan kadar FFA menjadi meningkat. Menurut Pitasaki *et., al.*, (2016), kadar lemak FFA pada produk berlemak mencerminkan kualitas dari produk tersebut. Kadar FFA yang tinggi menunjukkan nilai asam lemak bebas yang terbentuk yang disebabkan oleh proses hidrolisis lemak, oksidasi lemak atau pengolahan produk yang kurang baik. Hidrolisis terjadi dikarenakan kandungan air yang terdapat pada bahan penyusun pangan tersebut. Faktor suhu dapat menyebabkan asam lemak tidak jenuh menjadi terurai sehingga rantai ikatan menjadi putus. Hal itulah yang menyebabkan asam lemak meningkat dan rantai yang putus akan berikatan dengan oksigen.

4.2.4 Kadar Protein

Protein merupakan salah satu senyawa pendukung utama dalam kehidupan biologis suatu organisme, oleh karena itu protein harus tersedia dalam pangan. Kualitas protein pangan tergantung pada kandungan asam amino esensial. Protein merupakan salah satu senyawa yang berupa makromolekul, yang terdapat dalam setiap organisme, dengan karakteristik yang berbeda-beda (Sumarno *et.,al.*, 2002). Hasil uji lanjut Tukey dapat dilihat pada Lampiran 4. dan Grafik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik kadar protein biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein biskuit *Spirulina* ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 6, kadar protein tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 13.13 % dan kadar protein terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.17 %. Tingginya kadar protein pada bahan pengemas *aluminium foil* diikuti dengan rendahnya kadar air pada produk yaitu sebesar 1.75 % dan sejalan dengan rendahnya kadar TPC pada produk yaitu sebesar 0.02×10^5 kol/g. Protein merupakan salah satu sumber nutrient untuk mikroba. Kadar protein berkaitan dengan kadar air dan kadar TPC. Semakin banyak kadar air pada produk makan mikroba juga akan cepat tumbuh dan berkembang, hal ini karena air merupakan media pertumbuhan mikroba. Semakin banyak mikroba maka kadar protein akan semakin menurun. Hal ini karena mikroba menggunakan protein sebagai sumber nutrient untuk hidup. Untuk mempertahankan protein didalam produk diperlukan kemasan yang memiliki sifat anti migrasi terhadap

mikroba. Kemasan *aluminium foil* memiliki sifat anti migrasi terhadap mikroba. Dimana sifat anti migrasi terhadap mikroba pada suatu bahan pengemas dapat mencegah aktivitas pertumbuhan mikroba dengan menghambat faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya seperti oksigen. Menurut Hendrasty (2013), pengemasan *aluminium foil* memiliki kemampuan anti migrasi terhadap air, gas, sinar dan mikroba. *Aluminium foil* mempunyai sifat kedap air yang sangat baik. Dengan sifat kedap air pada bahan pengemas maka pertumbuhan mikroba dapat terhambat. Ditambahkan oleh Pulungan *et.,al.*, (2007), *aluminium foil* tidak mudah membuat pertumbuhan mikroba dan jamur.

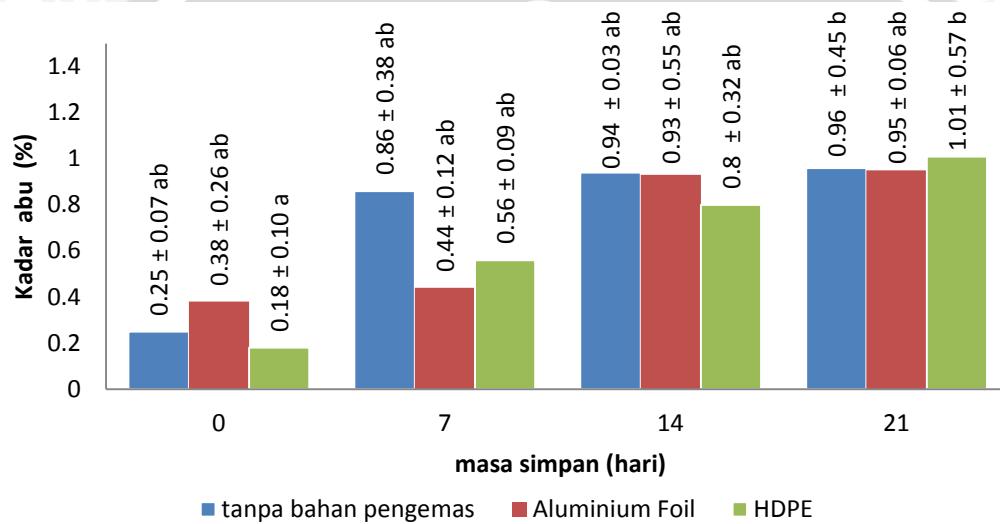
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein biskuit *Spirulina* ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 6, kadar protein tertinggi pada masa simpan 0 hari pada bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 13.13 % dan kadar protein terendah pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.17 %. Semakin lama masa simpan produk, maka nilai gizi dari produk tersebut semakin menurun. Hal ini dikarenakan mikroba menggunakan zat gizi tersebut untuk pertumbuhannya. Semakin lama masa simpan, semakin banyak juga mikroba yang tumbuh serta zat gizi yang digunakan untuk pertumbuhannya semakin banyak yang mengakibatkan semakin menurun juga kadar protein yang terdapat pada produk. Menurut Zaki (2011), seiring lama masa simpan biskuit maka terjadi peningkatan pula jumlah bakteri yang ada didalamnya. Biskuit merupakan bahan pangan yang kaya akan nutrient yang merupakan media yang baik bagi pertumbuhan bakteri. Semua bakteri yang tumbuh pada makanan membutuhkan zat organik untuk pertumbuhannya. Dalam metabolismenya bakteri ini menggunakan protein, karbohidrat dan lemak untuk sumber energi. Dengan digunakannya nutrient untuk

pertumbuhannya semakin lama akan mengakibatkan penurunan nilai gizi dari biskuit.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan interaksi jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein biskuit *Spirulina* ($P<0.05$). Dilihat pada Gambar 6, kadar protein tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 13.13 % dan kadar protein terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas pada lama masa simpan 21 hari dengan nilai 4.17 %. Pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas, kadar protein yang didapatkan merupakan protein terendah dari semua perlakuan. Hal ini karena biskuit tanpa bahan pengemas tidak dapat melindungi produk dari kerusakan akibat serangan seperti serangga, kecoa dan mikroba (bakteri, kapang dan khamir). Adanya mikroba didalam produk mengakibatkan bahan menjadi tidak baik karena telah rusak akibat telah terjadinya dekomposisi protein menjadi lebih sederhana sehingga terbentuknya basa-basa yang membuat produk menjadi busuk. Menurut Pitasi et., al., (2006), bahan atau produk bahan pangan yang tidak dikemas dapat mengalami kerusakan akibat serangan binatang (tikus), serangga (kecoa), maupun mikroba (bakteri, kapang dan khamir). Adanya mikroba akan mempengaruhi kualitasnya, disamping itu dapat menimbulkan senyawa beracun pada manusia. Ditambahkan oleh Suradi (2012), semakin lama penyimpanan pada suhu ruang akan semakin banyak basa yang dihasilkan akibat semakin meningkatnya aktifitas mikroba pada bahan yang akhirnya mengakibatkan pembusukan. Aktifitas mikroba selama penyimpanan mengakibatkan terjadinya dekomposisi senyawa kimia yang terkandung, khususnya protein yang akan dipecah lebih sederhana.

4.2.5 Kadar Abu

Kadar abu dikenal sebagai zat organik atau unsur mineral. Sebagian besar bahan makanan, yaitu 96 %terdiri dari bahan organik dan air. Kadar abu dapat menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan (Riansyah *et.al.*, 2013). Hasil uji lanjut Tukey kadar abu dapat dilihat pada lampiran 5 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik kadar abu biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 7, kadar abu tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *HDPE* dengan nilai 1.01 %. Sedangkan kadar abu terendah pada perlakuan bahan pengemas *HDPE* dengan nilai 0.18 %.

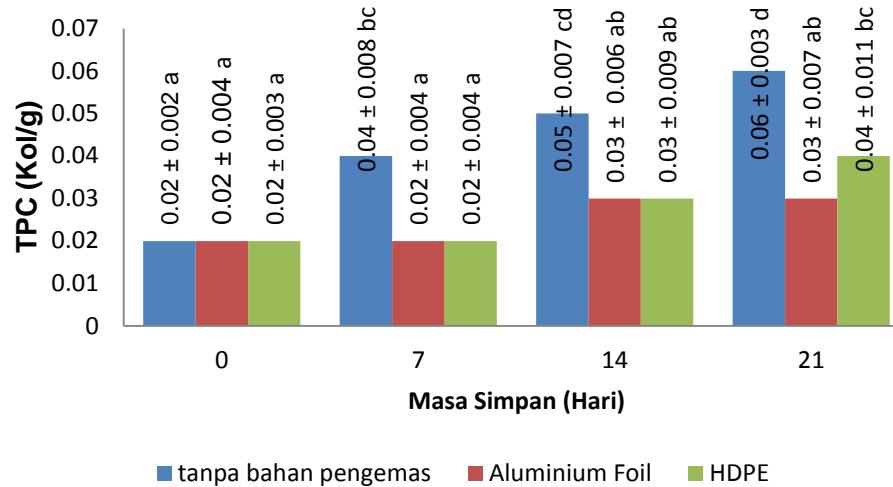
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu biskuit *Spirulina*. Dilihat pada

Gambar 7, kadar abu tertinggi pada masa simpan 21 hari dengan nilai 1.01 % pada bahan pengemas *HDPE*. Sedangkan kadar abu terendah pada masa simpan 0 hari dengan nilai 0.18 % pada perlakuan bahan pengemas *HDPE*.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara jenis bahan pengemas berbeda dengan masa simpan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 7, kadar abu tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *HDPE* dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 1.01 %. Sedangkan kadar abu terendah pada perlakuan bahan pengemas *HDPE* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 0.18 %. Perbedaan jenis bahan pengemas tidak berpengaruh terhadap kadar abu. Peningkatan atau penurunan kadar abu dikarenakan pada saat pembuatan adonan pengadukan yang dilakukan kurang kalis sehingga adonan yang dihasilkan tidak homogen. Menurut Istanti (2005), pengadukan yang kurang kalis mengakibatkan Peningkatan dan penurunan kadar abu dapat disebabkan oleh pengadukan yang kurang kalis pada saat pengaduhan sehingga adonan yang dihasilkan tidak homogen.

4.2.6 *TPC*

TPC merupakan metode untuk mengetahui atau menentukan jumlah mikroba baik kapang, khamir maupun bakteri pada bahan pangan. Produk pangan memiliki batas waktu tertentu untuk dapat dikonsumsi secara aman. Adanya penurunan mutu *TPC* bahan pangan ditandai dengan nilai *TPC* yang melebihi batas maksimal yang telah ditentukan. Hasil uji lanjut Tukey *TPC* dapat dilihat pada lampiran 6 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik kadar TPC biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P < 0.05$

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kadar TPC biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 8, kadar TPC tertinggi pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 0.06×10^5 kol/g. Sedangkan kadar TPC terendah pada perlakuan semua jenis bahan pengemas dengan nilai 0.02×10^5 kol/g. Tingginya kadar TPC pada produk diikuti dengan tingginya kadar air yang diperoleh dengan nilai 42.05 %. Hal ini dikarenakan pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas tidak adanya bahan pengemas yang dapat membatasi antara bahan pangan dengan keadaan sekelilingnya untuk menunda proses kerusakan akibat pengaruh dari keadaan luar. Hal ini lah yang mengakibatkan pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas cenderung memiliki kandungan kadar air yang tinggi, dimana kadar air merupakan salah satu faktor yang dibutuhkan untuk perkembangan mikroba. Menurut Istanti (2005), faktor yang mempengaruhi

kerusakan pangan berhubungan dengan kemasan yang digunakan. Kerusakan yang ditentukan lingkungan dan hampir seluruhnya dapat dicegah dengan pengemasan misalnya perubahan kadar air pada bahan. Ditambahkan oleh Pitasari *et., al.*, (2016), salah satu faktor yang berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah kandungan mikroba yang terdapat didalam bahan pangan. Selain mempengaruhi mutu produk, pertumbuhan mikroba juga menentukan keamanan produk pangan. Pertumbuhan mikroba didalam bahan pangan dipengaruhi oleh aktifitas air dan kandungan nutrisi.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar *TPC* biskuit *Spirulina*. Dilihat pada gambar 8, kadar *TPC* tertinggi pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 0.06×10^5 kol/g. Sedangkan kadar *TPC* terendah pada masa simpan 0 hari pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 0.02×10^5 kol/g. Hal ini dikarenakan semakin lama proses penyimpanan pada produk, maka semakin lama pula terjadinya interaksi produk dengan udara dan air melalui pori-pori produk. Hal ini merupakan sumber potensial kontaminan dari mikroba. Menurut Zaki (2011), faktor-faktor yang menyebabkan meningkatnya pertumbuhan mikroba selama masa simpan antara lain aktivitas air dan waktu. Ditambahkan oleh Hendrasty (2013), penyebab utama dari kontaminasi mikroba pada produk adalah kontaminasi udara dan air melalui pori-pori.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar *TPC* biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 8, kadar *TPC* tertinggi pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 0.06×10^5 kol/g. Sedangkan kadar *TPC* terendah pada semua jenis

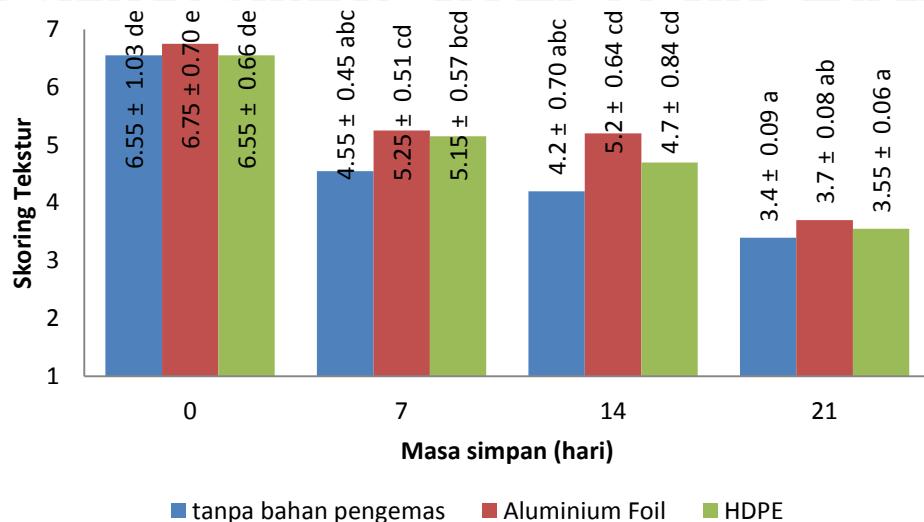
bahan pengemas dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 0.02×10^5 kol/g. Biskuit *Spirulina* dengan semua jenis bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari masih layak untuk dikonsumsi. Hal ini bedasarkan SNI 2973 (2001), kadar Angka Lempeng Total maksimal terdapat dibiskuit sebesar 1×10^4 kol/g atau setara dengan 10×10^5 kol/g, *TPC* tertinggi sebesar 0.06×10^5 kol/g yang berarti biskut pada hari ke 21 masih dapat diterima untuk cemaran mikroba karena belum melebihi batas maksimal SNI.

4.3 Karakteristik Organoleptik

Pengujian karakteristik organoleptik dilakukan untuk mengetahui daya terima panelis terhadap biskuit *Spirulina*. Pada penelitian ini dilakukan dua macam uji organoleptik yaitu uji skoring dan hedonik.

4.3.1 Skoring Tekstur

Tekstur dari suatu produk makanan akan mempengaruhi cita rasa yang akan ditimbulkan oleh produk tersebut. Untuk merasakan tekstur suatu produk makanan digunakan indera peraba. Indera peraba yang bisa digunakan untuk makanan biasanya didalam mulut dengan menggunakan lidah dan bagian-bagian didalam mulut dapat juga dengan menggunakan tangan sehingga dapat merasakan tekstur dalam suatu produk. Hasil uji lanjut Tukey skoring tekstur dapat dilihat pada Lampiran 7 dan grafik skoring dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik skoring tekstur pada biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

1: sangat tidak renyah; 7 : amat sangat renyah

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh nyata terhadap skoring tekstur biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 9, skoring tekstur tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 6.75. Sedangkan skoring terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 3.4. Penggunaan bahan pengemas *aluminium foil* memiliki nilai skoring tekstur yang paling tinggi, hal ini dikarenakan bahan pengemas ini memiliki permeabilitas terhadap air yang rendah. Permeabilitas air yang rendah dapat menghambat masuknya partikel uap air kedalam bahan pengemas sehingga teksturnya tetap renyah. Menurut Igfar (2012), kadar air mempengaruhi tekstur biskuit yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan air merupakan komponen penting dalam makanan yang dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur

dan cita rasa makanan. Biskuit merupakan sejenis makanan kering sehingga kadar air sangat menentukan mutu dari biskuit tersebut.

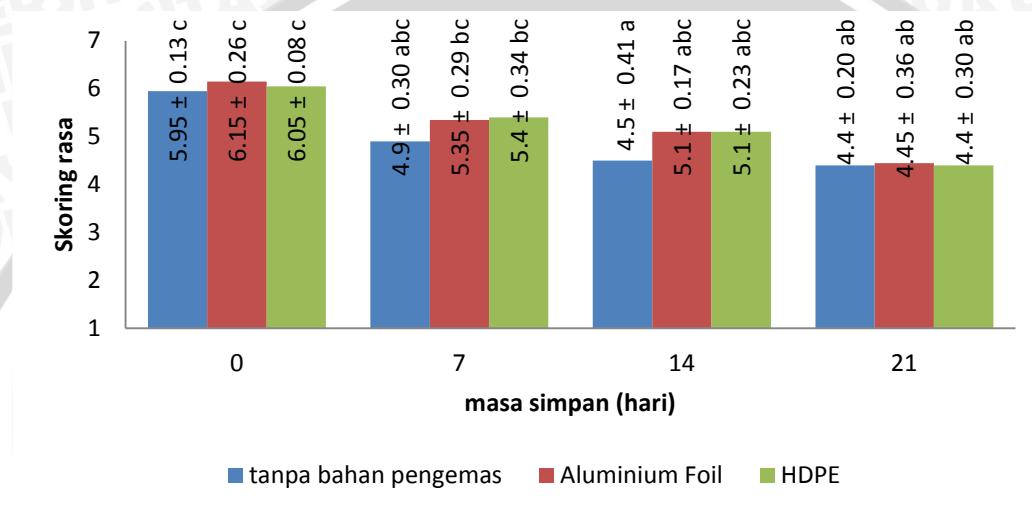
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap skoring tekstur biskuit *Spirulina*. Dilihat pada gambar 9, skoring tekstur tertinggi pada masa simpan 0 hari pada bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 6.75. Sedangkan skoring tekstur terendah pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 3.4.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan tidak berpengaruh nyata terhadap skoring tekstur biskuit *Spirulina*. Dilihat pada gambar 9, skoring tekstur tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 6.75. Sedangkan skoring tekstur terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 3.4. Penurunan tekstur diduga karena adanya mikroba didalam produk. Dengan adanya mikroba pada produk, protein yang ada didalam produk akan terdegradasi menjadi sederhana. Degradasi protein ini mengakibatkan daya ikat protein terhadap air menjadi rendah, sehingga tekstur pada produk menjadi lunak. Menurut Nur (2009), penurunan tekstur disebabkan oleh aktivitas mikroba yang mendegradasi protein menjadi senyawa lebih sederhana dan menyebabkan kemampuan protein untuk mengikat air menurun. Terjadinya penurunan daya ikat air oleh kemampuan protein yang terdegradasi menyebabkan tekstur menjadi lunak.

4.3.2 Skoring Rasa

Rasa dipengaruhi oleh salah satu inderawi manusia yaitu indera pengecap. Rasa atau *gustasi* terjadi karena senyawa kimiai merangsang ribuan reseptor yang

ada dimulut. Presepsi cita rasa merupakan tanggapan indera terhadap rangsangan saraf, seperti pahit atau manis pada indera pengecap. Selain dipengaruhi oleh indera pengecap, presepsi cita rasa juga dapat dipengaruhi oleh kemampuan visual individu (Langgeng dan Herlina, 2013). Hasil uji Tukey skoring rasa dapat dilihat pada Lampiran 8 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik skoring rasa biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

1 : sangat tidak gurih: 7 : amat sangat gurih

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh nyata terhadap skoring rasa biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 10, skoring rasa tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan dengan nilai 6.15. Sedangkan skoring rasa terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dan *HDPE* dengan nilai 4.4.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap skoring rasa biskuit *Spirulina*. Dilihat

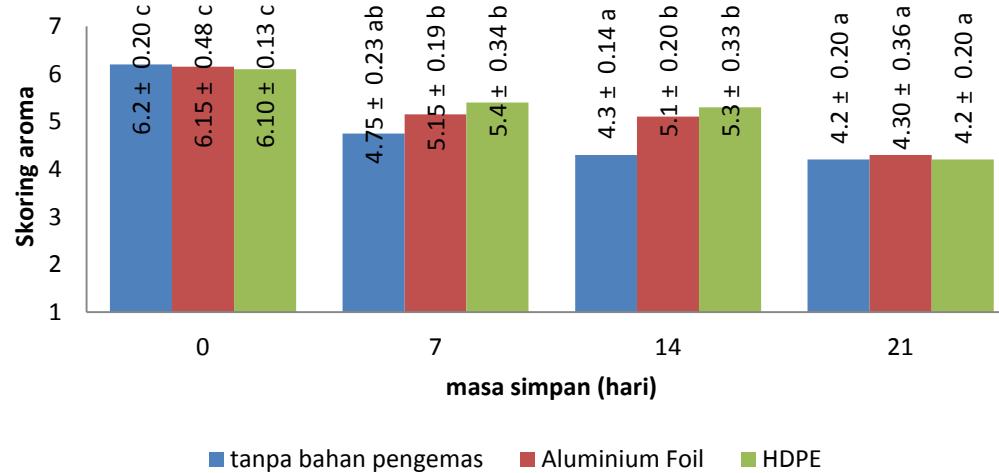
pada Gambar 10, skoring rasa tertinggi pada masa simpan 0 hari pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 6.15. Sedangkan skoring rasa terendah pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.4. Hal ini diduga rasa pada biskuit bersumber dari bahan tambahan dan bahan utama pada pembuatan biskuit seperti bubuk vanili,susu skim, telur gula, *margarine* dan telur. Semakin masa simpan maka skoring rasa panelis terhadap biskuit juga semakin turun. Turunnya skoring rasa diduga karena adanya pertumbuhan mikroba didalam bahan pangan. Adanya mikroba didalam produk dapat menyebabkan terjadinya ketengikan pada produk sehingga mempengaruhi rasa biskuit. Menurut Sarastuti dan Sudarminto (2015), Nilai rasa selama penyimpanan mengalami penurunan dari awal penyimpanan sampai hari ke 28. Terjadinya penurunan rasa dikarenakan adanya pertumbuhan mikroba didalam bahan pangan selama penyimpanan yang dapat merusak lemak dan menghasilkan cita rasa yang menyimpang.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dan lama masa simpan tidak berpengaruh nyata terhadap skoring rasa biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 10, skoring rasa tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 6.15. Sedangkan skoring rasa terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dan bahan pengemas *HDPE* dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 4.4.

4.3.3 Skoring Aroma

Aroma yang dimaksud dalam uji skoring ini adalah aroma biskuit *Spirulina* didalam kemasan. Panelis menilai aroma dengan memberikan skor bedasarkan

aroma yang terdapat pada biskuit *Spirulina*. Hasil analisis keragaman dan uji lanjut skoring aroma dapat dilihat pada Lampiran 9 dan grafik dapat dilihat Gambar 11.



Gambar 11. Grafik skoring aroma pada biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

1 : aroma tidak terasa; 7 : aroma amat sangat terasa

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh nyata terhadap skoring aroma biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 11, skoring aroma tertinggi pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 6.2. Sedangkan skoring aroma terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dan bahan pengemas *HDPE* dengan nilai 4.2.

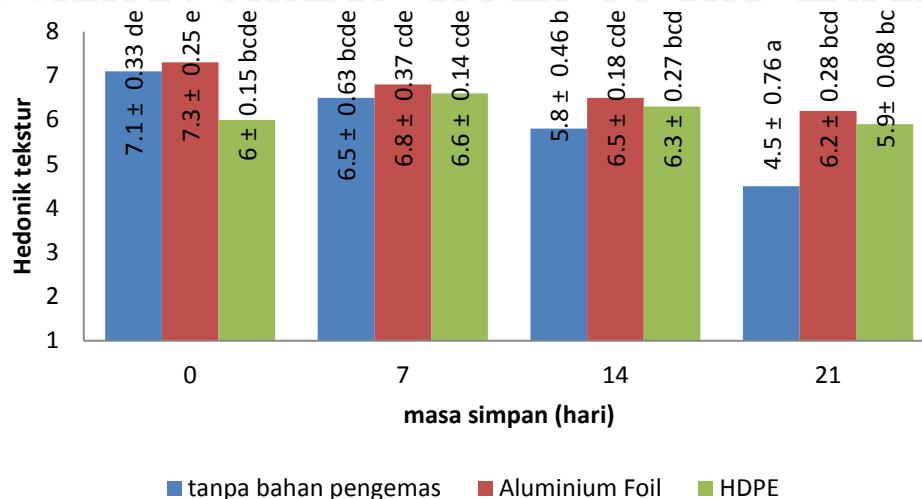
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap skoring rasa biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 11, skoring aroma tertinggi pada masa simpan 0 hari pada bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 6.2. Sedangkan skoring aroma terendah pada

perlakuan bisikuit masa simpan 21 hari pada perlakuan bisikuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.2.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan berpengaruh nyata terhadap skoring rasa bisikuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 11, skoring aroma tertinggi pada perlakuan bisikuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 6.2. Sedangkan skoring aroma terendah pada perlakuan bisikuit tanpa bahan pengemas dan bahan pengemas HDPE bisikuit masa simpan 21 hari dengan nilai 4.2. Perlakuan tanpa bahan pengemas menunjukkan skoring aroma terendah pada produk, hal ini dikarenakan tidak adanya bahan pengemas yang membatasi produk kontak langsung dengan udara yang memicu perubahan aroma pada produk. Menurut Sarastuti dan Sudarminto (2015), nilai aroma selama penyimpanan cenderung mengalami penurunan dari hari ke 0 sampai hari ke 28. Hal ini disebabkan adanya kontak antara produk dengan udara yang akan memicu reaksi oksidasi dan akan menganggu aroma produk. Reaksi-reaksi kimia selama penyimpanan seperti oksidasi dan hidrolisa dapat merubah aroma khas dari bumbu rujak cingur menjadi tidak enak (tengik), sehingga pada lama penyimpanan tertentu aroma lebih menonjol.

4.3.4 Hedonik Tekstur

Tekstur merupakan faktor yang mempengaruhi konsumen untuk memilih suatu produk pangan. Tekstur dirasakan oleh mulut dan indera perasa, tekstur memiliki sifat mekanis dan fisikawi (Wan et., al., 2010). Hasil uji lanjut Tukey hedonik tekstur dapat dilihat pada Lampiran 10 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik hedonik tekstur pada biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

1: sangat tidak suka; 8 : amat sangat suka

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap hedonik tekstur biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 12, hedonik tekstur tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 7.5. Sedangkan hedonik tekstur terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.5.

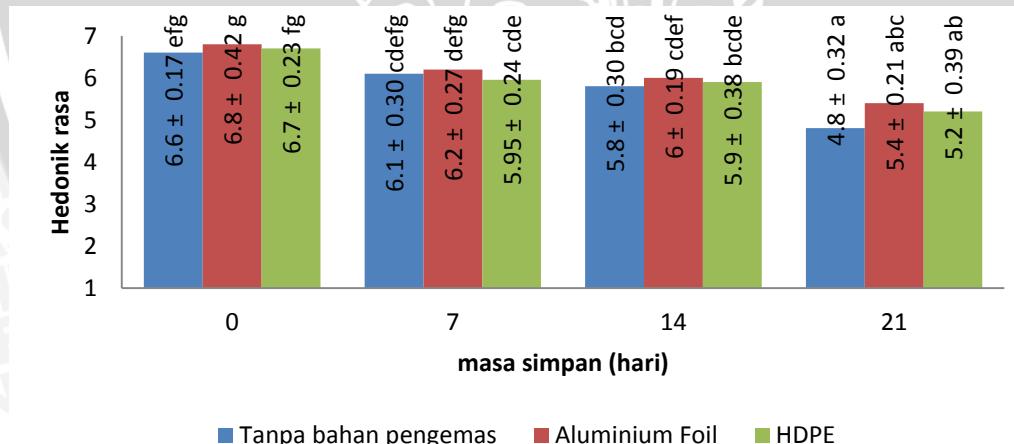
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap hedonik tekstur biskuit *Spirulina*. Pada Gambar 12, hedonik tekstur tertinggi didapatkan pada masa simpan 0 hari dengan nilai 7.5. Sedangkan hedonik tekstur terendah didapatkan pada masa simpan 21 hari dengan nilai 4.5.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan berpengaruh nyata terhadap hedonik tekstur biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 12, hedonik tekstur

tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 7.5. Sedangkan hedonik tekstur terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 4.5. Hal ini dikarenakan tekstur biskuit *Spirulina* terasa sehingga menunjukkan bahwa secara keseluruhan panelis cukup menyukai tekstur biskuit *Spirulina*. Salah satu produk pangan yang memiliki umur simpan cukup lama adalah biskuit. Biskuit memiliki kadar air yang rendah sehingga tekturnya menjadi renyah. Kerusakan produk biskuit sering dihubungkan dengan kerusakan tekstur yang disebabkan oleh penyerapan uap air dari udara yang melewati kemasan (Kusnandar *et. al.*, 2010).

4.3.5 Hedonik Rasa

Rasa yang dimaksud dalam uji hedonik ini adalah rasa gurih yang disukai oleh para panelis. Hasil uji Tukey hedonik rasa dapat dilihat pada Lampiran 11 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik hedonik rasa pada biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$

1 : sangat tidak suka ; 8 : amat sangat suka

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh nyata terhadap hedonik rasa biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 13, hedonik rasa tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 6.8. Sedangkan hedonik rasa terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.8.

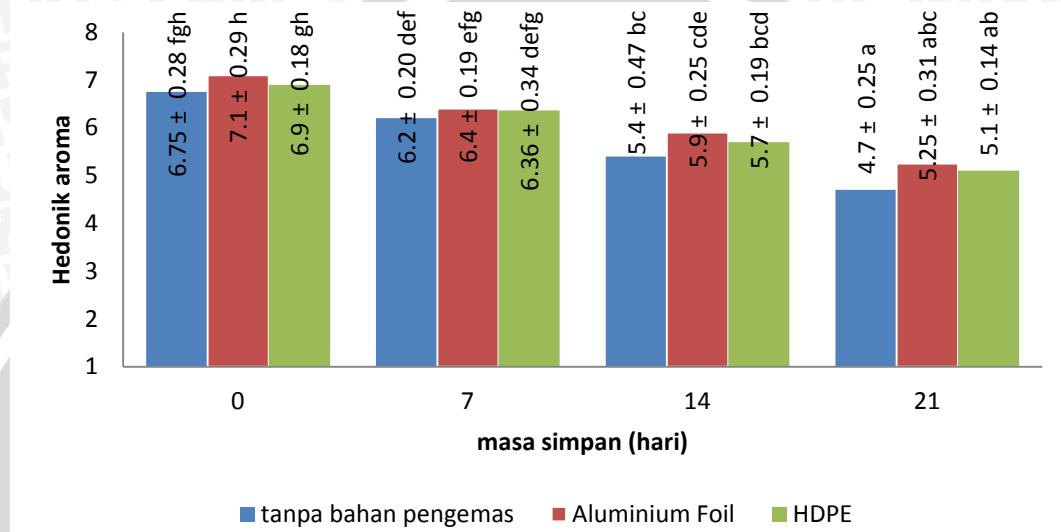
Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap hedonik rasa biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 13, hedonik rasa tertinggi pada masa simpan 0 hari pada bahan pengemas *aluminium foil* dengan nilai 6.8. Sedangkan hedonik rasa terendah pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.8.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dan masa simpan tidak berpengaruh nyata terhadap hedonik rasa biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 13, hedonik rasa tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium foil* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 6.8. Sedangkan hedonik rasa terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan masa simpan 21 hari dengan nilai 4.8. Hal ini dikarenakan rasa biskuit *Spirulina* terasa oleh panelis sehingga menunjukkan bahwa secara keseluruhan panelis menyukai rasa biskuit *Spirulina* yang dikemas didalam bahan pengemas berbeda terutama *aluminium foil*. Bukan hanya bahan pengemas yang mempengaruhi, cita rasa dari biskuit *Spirulina* dipengaruhi oleh bumbu-bumbu yang digunakan.

4.3.6 Hedonik Aroma

Aroma merupakan suatu nilai yang terkandung didalam produk dan dapat dinikmati oleh konsumen. Aroma dalam banyak hal menentukan bau lebih kompleks

daripada rasa. Indera pembauan sangat mempengaruhi uji hedonik aroma. Kepekaan indera pembauan lebih tinggi daripada indera pencicipan (Hayati et., al., 2012). Hasil uji lanjut Tukey hedonik aroma dapat dilihat pada Lampiran 12 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik hedonik aroma pada biskuit *Spirulina*

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan $P<0.05$
1 : sangat tidak suka ; 8 : amat sangat suka

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengemas berbeda berpengaruh nyata terhadap hedonik aroma biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 14, hedonik aroma tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium* dengan nilai 7.1. Sedangkan hedonik aroma terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.7.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa masa simpan berpengaruh sangat nyata terhadap hedonik aroma biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 14, hedonik aroma tertinggi pada masa simpan 0 hari pada bahan

pengemas *aluminium foil* dengan nilai 7.1. Sedangkan hedonik aroma terendah pada masa simpan 21 hari pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan nilai 4.7.

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis bahan pengemas berbeda dengan masa simpan tidak berpengaruh nyata terhadap hedonik aroma biskuit *Spirulina*. Dilihat pada Gambar 14, hedonik aroma tertinggi pada perlakuan bahan pengemas *aluminium* dengan masa simpan 0 hari dengan nilai 7.1. Sedangkan hedonik aroma terendah pada perlakuan biskuit tanpa bahan pengemas dengan lama masa simpan 21 hari dengan nilai 4.7.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah :

1. Perlakuan terbaik didapatkan pada bahan pengemas *aluminium foil* jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa bahan pengemas dan pengemas *HDPE*. Bahan pengemas *aluminium foil* memiliki nilai kadar lemak 18.11 %, 14.21 % dan 14.04 %, nilai kadar air antara lain 0.38 %, 1.88 %, 11.09 % dan 13.60 %, kadar *FFA* antara lain 0.12 %, 0.35 %, 0.41 % dan 0.5 %.
2. Perlakuan masa simpan terbaik bedasarkan kadar lemak, kadar air, kadar *FFA* biskuit *spirulina* didapatkan pada masa simpan 7 dengan kadar lemak antara lain 13.10 %, 14.21 % dan 13.37 %, kadar air antara lain 11.50 %, 1.88 % dan 4.12 % dan kadar *FFA* antara lain 0.48 %, 0.35 % dan 0.39 %.
3. Perlakuan terbaik dari interaksi bahan pengemas dan masa simpan didapatkan pada bahan pengemas *aluminium foil* jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa bahan pengemas dan *HDPE* dengan masa simpan pada 7 hari nilai kadar lemak 14.21 %, kadar air 1.88 %, kadar *FFA* 0.35 %, kadar protein 9.82 %, kadar abu 1.35 %, nilai *TPC* 0.02×10^5 . Nilai organoleptik skoring yang meliputi tekstur 5.25, rasa 5.35 dan aroma 5.15. Sedangkan organoleptik hedonik yang meliputi tekstur 6.8, rasa 6.2 dan aroma 6.4. Karakteristik organoleptik baik tekstur, rasa dan aroma biskuit keseluruhan cukup disukai oleh panelis.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya adalah peneliti menggunakan bahan pengemas yang berbeda dari bahan pengemas yang telah digunakan seperti menggunakan *aluminium foil* berlapis plastik *HDPE* dan menghitung efek migrasi dari bahan pengemas keproduk pangan.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustian R., E. Yudiatni dan S. sedjati. 2013. Uji Toksisitas Ekstrak Pigmen Kasar Mikroalga *Spirulina platensis* dengan Metode Uji BSLT (*Brine Shrimp Lethality*). *Journal of Marine Research*. **2** (1) : 25-31.
- Ambarsari I., Qanytah dan T. sudaryono. 2012. Perubahan Kualitas Susu Pasteurisasi dalam Berbagai Jenis Kemasan. *J. Litbang Pertanian*. **32** (1) : 10-19.
- Amini S., Sugiyono dan E. Saadudin. 2011. Kandungan Minyak *Botryococcus braunii*, *Nannochloropsis* sp dan *Spirulina platensis* pada Umur Yang Berbeda. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. **6** (1) : 39-44.
- Andarwulan N. dan I. S. Mintarti. 2006. Pengembangan Metode Ekstraksi Vanili Secara Enimatis dari Buah Vanili (*Vanilla planifolia*) Segar. Abstrak Hasil Penelitian Dasar. 62 hlm.
- Apendi, K. Widayaka dan J. Sumarmono. 2013. Evaluasi Kadar Asam Lemak Bebas dan Sifat Organoleptik Pada Telur Asin Asap dengan Lama Pengasapan Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. **1** (1) : 142-150.
- Arizka A. A dan J. Daryatmo. 2015. Perubahan Kelembaban dan Kadar Air Teh Selama masa simpan Pada Suhu dan Kemasan Yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. **4** (4) : 124-129.
- Asmoro L C., S. Kumalaningsih dan A. F. Mulyadi. 2012. Karakteristik Organoleptik Biskuit dengan Panambahan Tepung Ikan Teri Asin (*Stolephorus* sp). FTP. UB. Hal. 2.
- Astari M D., Dewita., Suparmi. 2015. Pendugaan Umur Simpan Biskuit *Spirulina* dengan Menggunakan Jenis Kemasan Yang Berbeda. FPIK. Riau. 7 Hlm.
- Brink P. J. dan M. J. Wood . 2000. Langkah Dasar dalam Perencanaan Riset Kependidikan. Kedokteran. 84 hlm.
- Ebook. 2006. Pengujian Organoleptik (Evaluasi Sensori) dalam Industri Pangan. Ebookpangan.com. 42 hlm.
- Ebook. 2007. Pengemasan Bahan Pangan. Ebookpangan .com. 45 hlm.
- Elisabeth D. A. A. and L. E. Setijorini. 2016. Pendugaan Umur Simpan Mi Kering dari Tepung Komposit Terigu, Keladi dan Ubi Jalar. *Jurnal Matematika, Saint dan Teknologi*. **17** (1) : 20-26.

- Fitriyani. 2013. Eksperimen Pembuatan Roti Tawar dengan Penggunaan Sari Bayam (*Amaran sp*). *Food Science and Culinary Education Journal*. **2** (2) : 16-23.
- Fridata I G., F. S. Pranata., L.M. E. Purwijantiningsih. 2013. Kualitas Biskuit Keras dengan Kombinasi Tepung Ampas Tahu dan Bekatul Beras Merah. FTB. Atmajaya. 16 hlm.
- Gunawan, M. Tiatmo dan A. Rahayu. 2003. Analisis Pangan : Penentuan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas Pada Minyak Kedelai dengan Variasi Menggoreng. *JKSA*. **6** (3) : 1-6.
- Hadiwiyoto S. 1983. Hasil-Hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur. Liberty. Yogyakarta. 151 hlm.
- Harris H. dan M. Fadli. 2014. Penentuan Umur Simpan (*Shelf Life*) Pundang Seluang (*Rasbora sp*) yang Dikemas Menggunakan Kemasan Vakum dan Tanpa Vakum. *Jurnal Saintek Perikanan*. **9** (2) : 53.62.
- Hayati R., A. Marliah dan F. Rosita. 2012. Sifat Kimia dan Evaluasi Sensori Bubuk Kopi Arabika. *J. Floratek*. **7** : 66–75.
- Herawati H. 2008. Penentuan Umur Simpan Pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. **27** (4) : 124-130.
- Hutagalung L E. 2009. Penentuan Kadar Lemak dalam Margarin dengan Metode Ekstraksi Sokletasi di Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan Medan. FMIPA. USU. 25 hlm.
- Igfar A. 2012. Pengaruh Penambahan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) dan Tepung Terigu terhadap Pembuatan Biskuit. Artikel Teknologi Pertanian. 162 Hlm.
- Irianto H. E. dan I. Soesilo. 2007. Dukungan Teknologi Penyediaan Produk Perikanan. DKP. 20 hlm.
- Istanti I. 2015. Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Karakteristik Kerupuk Ikan Sapu-Sapu. Skripsi. FTP. IPB. 106 hlm.
- Johansyah A., E. Prihastanti dan E. Kusdiyantini. 2014. Pengaruh Plastik Pengemas *Low Density Polyethylene (LDPE)*, *High Density Polyethylenen (HDPE)* dan *Poliropilen (PP)* terhadap pennjang kematangan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*.Mill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. **22** (1) : 46-57.
- Julianti E. dan M. Nurminah, 2006. Teknologi Pengemasan. Buku Ajar. Sumatera Utara. 205 Hlm.

- Kawaroe M., T. peratono, A. Sunuddin., D. W. Sari dan D. Augustine. 1996. Mikroalga Potensi dan pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar. IPB Press. Bogor. 150 hlm.
- Ketaren. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. **1 (1)** : 142-150.
- Khatir R, Ratna dan Wardani. 2009. Karakteristik Pengeringan Tepung Beras menggunakan Alat Pengering Tipe Rak. Fakultas Pertanian : Universitas Syiah Kuala. 12 hlm.
- Koswara S. Teknologi Pengolahan Roti. Ebookpangan.com. 163 hlm.
- Koswara S. Teknologi Pengolahan Telur. Ebookpangan.com. 28 hlm.
- Kusnandar F. D. R. Adawiyah dan M. Fitria. 2010. Pendugaan Umur Masa Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Bedasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *J. Teknologi Dan Industri Pangan*. **21** : 117-122.
- Langgeng D. Y. dan H. S. Widiana. 2013. Pengaruh Warna Cangkir Terhadap Presepsi Cita Rasa Teh. *Jurnal Fakultas Psikologi*. **1 (2)** : 59-65.
- Legowo A M., Nurwantoro dan Sutaryo. 2007. Analisis Pangan. Semarang. 58 hlm.
- Melia S. dan I. Juliyarsi. 2010. Upaya Peningkatan Kualitas Telur Asin dengan Teknologi Penyangraian di Korong Bari Kanagarian Sicincin Kabupaten Padang Pariaman. Fakultas Peternakan. UNAND. 4 hlm.
- Neoalgae. 2016. Neoalgae *Spirulina*. Sukoharjo.
- Nur M. 2009. Pengaruh Cara Pengemasan, Jenis Bahan Pengemas dan Lama masa simpan Terhadap Sifat Kimia, *TPC Dan Organoleptik Sate Bandeng*. *Jurnal Teknologi Industri Hasil Pertanian*. **14 (1)**. 1-11.
- Oktaviani T. 2015. Umur Simpan dan Kelayakan Bisnis Biskuit Pendamping Asi Berbasis Tepung Komposit dengan Penambahan Protein dan Pro-Vitamin A dalam Kemasan *Laminate Film*. SKRIPSI. FTP. Univ. Katolik Soegijapranata. 104 hlm.
- Pitasari U. H., H. T. Gozali dan Y. Garnida. 2016. Pendugaan Umur Simpan Sate Maranggi dengan Metoda ASLT (*Accelerated Shelf Testing*) Bedasarkan Pendekatan *Arrhenius*. Teknologi Pangan. Bangung. 30 hlm.
- Prasetyo B. dan E. N. Kusumaningrum. 2011. Penentuan Jenis *Spirulina* sp. Di Situ Babakan, Jagakarsa, Jakarta Selatan. 28 hlm.
- Prihatiningrum. 2012. Pengaruh Komposit Tepung Kimpul dan Tepung Terigu Terhadap Kualitas Cookies Semprit. *Food Science and Culinary Education Journal*. **1 (1)** : 6-12.

- Pulungan M. H., Sucipto dan Suprayogi. 2007. Teknologi dan Manajemen Pengemasan. UB PRESS. Malang.156 hlm.
- Rahmawati R D., Purwadi dan D. Rosyidi. 2012. Tingkat Penambahan Bahan Pengembang pada Es Krim Instan Ditinjau Dari Mutu Organoleptik dan Tingkat Kelarutan. Fakultas Peternakan. UB. 1-9 hlm.
- Riansyah A., A. Supriadi dan R. Nopianti. 2013. Pengaruh Perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan Asin Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan menggunakan menggunakan oven. *Fishtech*. **2 (1)** : 53-68.
- Sari O F. 2013. Formula Biskuit Kaya Protein Berbasis *Spirulina* sp dan Kerusakan TPC Selama masa simpan. SKRIPSI. THP. IPB. 132 hlm.
- Setiawan D. W., T. D. Sulistiyati dan E. Suprayitno. 2013. Pemanfaatan Residu Daging Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) dalam Pembuatan Kerupuk Ikan Beralbumin. *THPi Student Journal*. **1 (1)** : 21-32.
- Setyaningsih D., R. Rahmalia dan Sugiyono. 2007. Kajian Mikroenkapsulasi Ekstrak Vanili. Jurnal Tek. Industri Pert. Hal. 1.
- Setyaningsih I., A. T. Saputra dan Uju. 2011. Komposisi Kimia dan Kandungan Pigmen *Spirulina fusiformis* pada Umur Panen yang Berbeda Dalam Media Pupuk. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. **14 (1)** : 63-69.
- Setyanto E. 2012. Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi. *Jurnal Ilmu Komunikasi*. **3 (1)** : 37–48.
- SNI. 2008. Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, Susu, Serta hasil olahannya. Badan standarisasi Nasional. Jakarta. 36 hlm.
- SNI. 2011. Standar Nasional Indonesia Biskuit. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 41 hlm.
- Sudarmadji S., B. Haryono dan Suhardi. 2007. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian (4). Liberty. Yogyakarta. 160 hlm.
- Sugiharto E. 2014. Kandungan at Gizi dan Tingkat Kesukaan Roti Mans Substitusi Tepung *Spirulina* Sebagai Alternatif Makanan Tambahan Anak Gizi Kurang. Ilmu Gizi. UNDIP. Hal. 6.
- Sulchan M. dan E. Nur. 2007. Keamanan Pangan Kemasan Plastik dan Styrofoam. *Maj Kedokt Indon*. **57 (2)** : 54-59.

- Sulistiyati T. D. and E. Suprayitno. 2014. Influence of Freezingand Pasteurization of The Physical Condition of The Plastic (PE, PP and HDPE) as Selar Fish Packaging (*Selaroides leptolepis*) in Sendang Biru, Malang, East Java Indonesia. *Journal Bio and Env. Sci.* **5 (6)** : Pg. 282-288.
- Sumarno, S. Noegrohati, Narsito dan I. I. Falah. 2002. Estimasi Kadar Protein dalam Bahan Pangan Melalui Analisis Nitrogen Total dan Analisis Asam Amino. *Majalah Farmasi Indonesia.* **13 (1)** : 34-43.
- Sundari D. Almasyhuri dan A. Lamid. Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. *Media Litbangkes.* **25 (4)** : 235-242.
- Suprayitno E dan Suparmi. 2000. Teknologi Pembuatan Kerupuk Ikan Kuniran (*Upeneus sp.*). Karya Ilmiah. FPIK. UB. 6 hlm.
- Suprayitno E. 2001. Enzim Lipase. Karya Ilmiah. FPIK. UB. 49 hml.
- Suradi K. 2012. Pengaruh Lama Penyimpanan Pada Suhu Ruang terhadap Perubahan Nilai pH, TVB dan Total Bakteri Daging Kerbau. *Jurnal Ilmu Ternak.* **12 (2)** : 9-12 hlm.
- Susanto T. dan N. Sucipta. 1994. Teknologi Bahan Pengemas. Blitar.142 hml.
- Susiwi. 2009. Penilaian Organoleptik. FMIPA. UPI. 9 hml.
- Utomo N. B. P, F. Rahmatia dan M. Setiawati. 2012. Penggunaan *Spirulina Plantesis* Sebagai Suplemen Bahan Baku Pakan Ikan Nila *Oreochromis Niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia.* **11 (1)** : 49-53.
- Vatria B. 2010. Pengolahan Ikan Bandeng (*Chanos-chanos*) Tanpa Duri. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Rekayasa.* **2 (1)** : 1-5.
- Widati A. S. 2008. Pengaruh Lama Pelayuan, Temperature Pembekuan dan Bahan Pengemas Terhadap Kualitas Kimia Daging Sapi Beku. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak.* **3 (2)** : 39-49.
- Wulandari M. dan E. Handarsari. 2010. Pengaruh Penambahan Bekatul terhadap Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Biskuit. *Jurnal Pangan dan Gizi.* **1 (2)** : 55-62.
- Yuniarti D.W., T.D. Sulistiyati dan E. Suprayitno. 2013. Pengaruh Suhu Pengeringan terhadap Kualitas Serbuk Albumin Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*). *THPi Student Journal.* **1 (1)** : 1-9.
- Zaki I. 2011. Pengaruh Lama masa simpan terhadap Kualitas TPC Biskuit Bayi dengan Substitusi Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) dan Tepung Ikan Patin (*Pangasius sp*) sebagai MP-ASI. Fakultas Kedokteran. UNDIP. 13 hml.

Zamani H. H, N. Mumtaz, M. Khurshid and G. Khokhar. 2010. Packaging design For Yoghurt. *Kungliga Tekniska Hokskolan*. **2 (1)** : 1-13.





**Lampiran 1. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Lemak pada
Biskuit Spirulina**

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	15.78	16.08	16.53	16.13	64.52	16.13	0.31
A1B2	11.68	12.08	14.97	13.67	52.40	13.10	1.51
A1B3	13.78	11.67	12.95	12.8	51.20	12.80	0.87
A1B4	11.94	13.99	10.22	12.05	48.20	12.05	1.54
A2B1	17.65	17.89	18.79	18.11	72.44	18.11	0.49
A2B2	15.09	16.01	12.08	13.66	56.84	14.21	1.72
A2B3	15.33	13.94	12.85	14.04	56.16	14.04	1.01
A2B4	14.88	13.97	17.95	15.6	62.40	15.60	1.70
A3B1	19.75	21.44	23.7	20.63	85.52	21.38	1.69
A3B2	14.02	11.91	14.88	12.67	53.48	13.37	1.33
A3B3	13.67	15.04	14.01	14.24	56.96	14.24	0.58
A3B4	16.77	18.03	17.1	17.3	69.20	17.30	0.53



Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar Lemak

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	16.1300	.30822	4
	7 hari	13.1000	1.51422	4
	14 hari	12.8000	.86791	4
	21 hari	12.0500	1.54106	4
	Total	13.5200	1.91867	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	18.1098	.49086	4
	7 hari	14.2100	1.71793	4
	14 hari	14.0400	1.01492	4
	21 hari	15.6000	1.70272	4
	Total	15.4899	2.06283	16
HDPE	0 hari	21.3800	1.69365	4
	7 hari	13.3700	1.33219	4
	14 hari	14.2400	.58247	4
	21 hari	17.3000	.53348	4
	Total	16.5725	3.39757	16
Total	0 hari	18.5399	2.44668	12
	7 hari	13.5600	1.46899	12
	14 hari	13.6933	1.01067	12
	21 hari	14.9833	2.59515	12
	Total	15.1941	2.80138	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Lemak

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	315.129 ^a	11	28.648	19.200	.000
Intercept	11081.379	1	11081.379	7.427E3	.000
perlakuan	76.642	2	38.321	25.683	.000
Waktu	193.938	3	64.646	43.327	.000
perlakuan * waktu	44.549	6	7.425	4.976	.001
Error	53.714	36	1.492		
Total	11450.222	48			
Corrected Total	368.843	47			

a. R Squared = .854 (Adjusted R Squared = .810)

Kadar Lemak

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
tanpa bahan pengemas *						
21 hari	4	12.0500				
tanpa bahan pengemas *						
14 hari	4	12.8000	12.8000			
tanpa bahan pengemas *						
7 hari	4	13.1000	13.1000			
HDPE * 7 hari	4	13.3700	13.3700	13.3700		
aluminium foil * 14 hari	4	14.0400	14.0400	14.0400		
aluminium foil * 7 hari	4	14.2100	14.2100	14.2100		
HDPE * 14 hari	4	14.2400	14.2400	14.2400		
aluminium foil * 21 hari	4		15.6000	15.6000	15.6000	
tanpa bahan pengemas *						
0 hari	4			16.1300	16.1300	
HDPE * 21 hari	4				17.3000	
aluminium foil * 0 hari	4					18.1098
HDPE * 0 hari	4					21.3800
Sig.		.352	.089	.099	.182	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 2. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Air Biskuit***Spirulina***

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	2.01	2.31	1.32	1.88	7.52	1.88	0.41
A1B2	10.31	12.64	10.22	12.83	46.00	11.50	1.43
A1B3	22.78	19.98	21.13	20.63	84.52	21.13	1.20
A1B4	41.87	43.07	42.05	41.21	168.20	42.05	0.77
A2B1	0.30	0.46	0.38	0.38	1.52	0.38	0.07
A2B2	2.01	0.98	1.52	3.01	7.52	1.88	0.86
A2B3	12.08	10.99	11.09	10.2	44.36	11.09	0.77
A2B4	12.96	11.89	15.95	13.6	54.40	13.60	1.72
A3B1	2.01	1.9	1.34	1.75	7.00	1.75	0.29
A3B2	5.02	3.97	2.98	4.51	16.48	4.12	0.87
A3B3	11.57	11.22	12.02	13.27	48.08	12.02	0.90
A3B4	17.16	20.78	17.95	18.63	74.52	18.63	1.55

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar Air

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	1.8800	.41449	4
	7 hari	11.5000	1.42864	4
	14 hari	21.1300	1.19652	4
	21 hari	42.0500	.76994	4
	Total	19.1400	15.39076	16
<i>Aluminium foil</i>	0 hari	.3800	.06532	4
	7 hari	1.8800	.86282	4
	14 hari	11.0450	.84200	4
	21 hari	13.6000	1.71816	4
	Total	6.7262	5.95468	16
<i>HDPE</i>	0 hari	1.7500	.29337	4
	7 hari	4.1200	.87258	4
	14 hari	12.0200	.89536	4
	21 hari	18.6300	1.55411	4
	Total	9.1300	6.95154	16
Total	0 hari	1.3367	.75748	12
	7 hari	5.8333	4.40395	12
	14 hari	14.7317	4.82757	12
	21 hari	24.7600	13.01100	12
	Total	11.6654	11.48260	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Air

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6158.822 ^a	11	559.893	528.557	.000
Intercept	6531.933	1	6531.933	6.166E3	.000
perlakuan * waktu	912.937	6	152.156	143.640	.000
perlakuan	1387.090	2	693.545	654.729	.000
waktu	3858.795	3	1286.265	1.214E3	.000
Error	38.134	36	1.059		
Total	12728.890	48			
Corrected Total	6196.956	47			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .992)

Kadar Air

Tukey HSD

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	
Aluminium foil * 0 hari	4	.3800						
HDPE * 0 hari	4	1.7500	1.7500					
Aluminium foil * 7 hari	4	1.8800	1.8800					
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4	1.8800	1.8800					
HDPE * 7 hari	4		4.1200					
aluminium foil * 14 hari	4			11.0450				
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4			11.5000	11.5000			
HDPE * 14 hari	4			12.0200	12.0200			
aluminium foil * 21 hari	4				13.6000			
HDPE * 21 hari	4					18.6300		
tanpa bahan pengemas * 14hari	4					21.1300		
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4						42.0500	
Sig.		.651	.086	.968	.189	.057	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 3. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar FFA Biskuit***Spirulina***

Perlakuan	ulangan				Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	0.26	0.24	0.18	0.12	0.8	0.2	0.06
A1B2	0.37	0.52	0.61	0.42	1.92	0.48	0.11
A1B3	1.4	0.97	0.57	1.06	4	1	0.34
A1B4	1.08	1.19	1.37	0.92	4.56	1.14	0.19
A2B1	0.16	0.11	0.09	0.12	0.48	0.12	0.03
A2B2	0.29	0.13	0.47	0.51	1.4	0.35	0.18
A2B3	0.38	0.47	0.35	0.44	1.64	0.41	0.05
A2B4	0.47	0.44	0.59	0.5	2	0.5	0.06
A3B1	0.36	0.43	0.37	0.48	1.64	0.41	0.06
A3B2	0.32	0.45	0.31	0.48	1.56	0.39	0.09
A3B3	0.49	0.76	0.56	0.59	2.4	0.6	0.11
A3B4	0.49	0.55	1.02	0.34	2.4	0.6	0.29



Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar FFA

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	.2000	.06325	4
	7 hari	.4800	.10677	4
	14 hari	1.0000	.34127	4
	21 hari	1.1400	.18921	4
	Total	.7050	.43440	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	.1200	.02944	4
	7 hari	.3500	.17512	4
	14 hari	.4100	.05477	4
	21 hari	.5000	.06481	4
	Total	.3450	.16967	16
<i>HDPE</i>	0 hari	.4100	.05598	4
	7 hari	.3900	.08756	4
	14 hari	.6000	.11460	4
	21 hari	.6000	.29360	4
	Total	.5000	.18096	16
Total	0 hari	.2433	.13600	12
	7 hari	.4067	.12957	12
	14 hari	.6700	.31957	12
	21 hari	.7467	.34731	12
	Total	.5167	.31948	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar FFA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.847 ^a	11	.350	13.260	.000
Intercept	12.813	1	12.813	485.762	.000
perlakuan	1.043	2	.522	19.779	.000
waktu	1.959	3	.653	24.751	.000
perlakuan * waktu	.845	6	.141	5.341	.000
Error	.950	36	.026		
Total	17.610	48			
Corrected Total	4.797	47			

a. R Squared = .802 (Adjusted R Squared = .742)

Kadar FFA

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
aluminium foil * 0 hari	4	.1200			
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4	.2000	.2000		
aluminium foil * 7 hari	4	.3500	.3500		
HDPE * 7 hari	4	.3900	.3900		
aluminium foil * 14 hari	4	.4100	.4100		
HDPE * 0 hari	4	.4100	.4100		
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4	.4800	.4800		
aluminium foil * 21 hari	4	.5000	.5000		
HDPE * 14 hari	4		.6000	.6000	
HDPE * 21 hari	4		.6000	.6000	
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4			1.0000	1.0000
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4				1.1400
Sig.		.077	.051	.051	.984

Lampiran 4. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Protein Biskuit**Spirulina**

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata	Standar deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	11.89	11.45	11.25	12.09	46.68	11.67	0.39
A1B2	6.98	7.94	7.42	7.1	29.44	7.36	0.43
A1B3	5.7	5.78	5.8	5.64	22.92	5.73	0.07
A1B4	2.98	2.39	2.22	3.09	10.68	4.17	0.43
A2B1	13.69	13.76	13.09	11.98	52.52	13.13	0.82
A2B2	11.09	11.02	11.45	10.32	43.88	10.97	0.47
A2B3	7.4	6.9	7.9	7	29.2	7.3	0.45
A2B4	7.4	6.2	5.8	5.8	25.2	6.3	0.76
A3B1	11.97	12.09	12.71	11.11	47.88	11.97	0.66
A3B2	10.64	10.32	10.01	9.87	40.84	10.21	0.34
A3B3	4.9	6.76	6.17	6.57	6.02	6.1	0.84
A3B4	5.25	3.79	4.4	4.64	18.08	4.52	0.60



Descriptive Statistics

Dependent Variable:kadar protein

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	11.6700	.38713	4
	7 hari	7.3600	.42895	4
	14 hari	5.7300	.07394	4
	21 hari	2.6700	.42950	4
	Total	6.8575	3.37093	16
allumunium foil	0 hari	13.1300	.82353	4
	7 hari	10.9700	.47251	4
	14 hari	7.3000	.45461	4
	21 hari	6.3000	.75719	4
	Total	9.4250	2.90546	16
HDPE	0 hari	11.9700	.65869	4
	7 hari	10.2100	.34283	4
	14 hari	6.1000	.83694	4
	21 hari	4.5200	.60404	4
	Total	8.2000	3.15882	16
Total	0 hari	12.2567	.88122	12
	7 hari	9.5133	1.66653	12
	14 hari	6.3767	.85954	12
	21 hari	4.4967	1.64386	12
	Total	8.1608	3.26007	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:kadar protein

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	488.052 ^a	11	44.368	139.304	.000
Intercept	3196.762	1	3196.762	1.004E4	.000
bahan_pengemas	52.773	2	26.387	82.847	.000
waktu	422.574	3	140.858	442.254	.000
bahan_pengemas * waktu	12.705	6	2.118	6.649	.000
Error	11.466	36	.318		
Total	3696.280	48			
Corrected Total	499.518	47			

a. R Squared = .977 (Adjusted R Squared = .970)

Kadar air

Tukey HSD

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4	2.6700						
HDPE * 21 hari	4		4.5200					
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4		5.7300	5.7300				
HDPE *14 hari	4			6.1000	6.1000			
allumunium foil * 21 hari	4			6.3000	6.3000			
allumunium foil *14 hari	4				7.3000			
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4				7.3600			
HDPE *7 hari	4					10.2100		
allumunium foil * 7 hari	4					10.9700	10.9700	
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4						11.6700	
HDPE * 0 hari	4						11.9700	11.9700
allumunium foil * 0 hari	4							13.1300
Sig.		1.000	.141	.950	.108	.749	.368	.181

Lampiran 5. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Kadar Abu Biskuit***Spirulina***

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	0.16	0.24	0.34	0.26	1	0.25	0.07
A1B2	1.24	0.33	0.89	0.98	3.44	0.86	0.38
A1B3	0.97	0.93	0.96	0.9	3.76	0.94	0.03
A1B4	0.78	0.67	0.76	1.63	3.84	0.96	0.45
A2B1	0.23	0.1	0.55	0.64	1.52	0.38	0.26
A2B2	0.3	0.49	0.39	0.58	1.76	0.44	0.12
A2B3	0.76	1.74	0.66	0.56	3.72	0.93	0.55
A2B4	0.92	0.9	0.95	1.03	3.8	0.95	0.06
A3B1	0.1	0.24	0.09	0.29	0.72	0.18	0.10
A3B2	0.66	0.45	0.57	0.56	2.24	0.56	0.09
A3B3	0.98	1.13	0.42	0.65	3.18	0.8	0.32
A3B4	1.17	0.26	1.64	0.97	4.04	1.01	0.57



Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar Abu

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	.2500	.07394	4
	7 hari	.8600	.38323	4
	14 hari	.9400	.03162	4
	21 hari	.9600	.44922	4
	Total	.7525	.40286	16
allumunium foil	0 hari	.3800	.25652	4
	7 hari	.4400	.12138	4
	14 hari	.9300	.54614	4
	21 hari	.9500	.05715	4
	Total	.6750	.38968	16
HDPE	0 hari	.1800	.10033	4
	7 hari	.5600	.08602	4
	14 hari	.7950	.32047	4
	21 hari	1.0100	.57347	4
	Total	.6363	.43685	16
Total	0 hari	.2700	.17226	12
	7 hari	.6200	.28307	12
	14 hari	.8883	.33823	12
	21 hari	.9733	.38258	12
	Total	.6879	.40442	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Abu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.128 ^a	11	.375	3.797	.001
Intercept	22.715	1	22.715	229.786	.000
perlakuan	.112	2	.056	.567	.572
waktu	3.611	3	1.204	12.176	.000
perlakuan * waktu	.405	6	.068	.684	.664
Error	3.559	36	.099		
Total	30.402	48			
Corrected Total	7.687	47			

a. R Squared = .537 (Adjusted R Squared = .396)

parameter

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
HDPE * 0 hari	4	.1800	
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4	.2500	.2500
allumunium foil * 0 hari	4	.3800	.3800
allumunium foil * 7 hari	4	.4400	.4400
HDPE * 7 hari	4	.5600	.5600
HDPE * 14 hari	4	.7950	.7950
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4	.8600	.8600
allumunium foil * 14 hari	4	.9300	.9300
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4	.9400	.9400
allumunium foil * 21 hari	4	.9500	.9500
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4		.9600
HDPE * 21 hari	4		1.0100
Sig.		.053	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 6. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey *TPC Biskuit Spirulina*

Parameter	Ulangan				Total	Rata-rata	standar deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	0.021	0.02	0.016	0.018	0.073	0.02	0.002
A1B2	0.03	0.04	0.05	0.04	0.16	0.04	0.008
A1B3	0.047	0.06	0.043	0.05	0.2	0.05	0.007
A1B4	0.059	0.06	0.057	0.064	0.24	0.06	0.003
A2B1	0.02	0.02	0.026	0.016	0.08	0.02	0.004
A2B2	0.019	0.01	0.017	0.02	0.07	0.02	0.005
A2B3	0.027	0.02	0.035	0.03	0.016	0.03	0.006
A2B4	0.029	0.03	0.03	0.016	0.106	0.03	0.007
A3B1	0.014	0.02	0.016	0.02	0.065	0.02	0.003
A3B2	0.018	0.01	0.02	0.015	0.065	0.02	0.004
A3B3	0.028	0.04	0.016	0.03	0.111	0.03	0.01
A3B4	0.055	0.04	0.028	0.04	0.16	0.04	0.011

Descriptive Statistics

Dependent Variable: *TPC*

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	.01875	.002217	4
	7 hari	.04000	.008165	4
	14 hari	.05000	.007257	4
	21 hari	.06000	.002944	4
	Total	.04219	.016590	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	.02050	.004123	4
	7 hari	.01650	.004509	4
	14 hari	.02800	.006272	4
	21 hari	.02625	.006850	4
	Total	.02281	.006863	16
<i>HDPE</i>	0 hari	.01750	.003000	4
	7 hari	.01575	.004349	4
	14 hari	.02850	.009849	4
	21 hari	.04075	.011057	4
	Total	.02562	.012500	16
Total	0 hari	.01892	.003175	12
	7 hari	.02408	.012930	12
	14 hari	.03550	.012895	12
	21 hari	.04233	.016030	12
	Total	.03021	.015078	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: *TPC*

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.009 ^a	11	.001	19.872	.000
Intercept	.044	1	.044	1.044E3	.000
perlakuan	.004	2	.002	41.781	.000
waktu	.004	3	.001	32.406	.000
perlakuan * waktu	.002	6	.000	6.303	.000
Error	.002	36	4.197E-5		
Total	.054	48			
Corrected Total	.011	47			

a. R Squared = .859 (Adjusted R Squared = .815)

TPC

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
<i>HDPE</i> * 7 hari	4	.01575			
<i>aluminium foil</i> * 7 hari	4	.01650			
<i>HDPE</i> * 0 hari	4	.01750			
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4	.01875			
<i>aluminium foil</i> * 0 hari	4	.02050			
<i>aluminium foil</i> * 21 hari	4	.02625	.02625		
<i>aluminium foil</i> * 14 hari	4	.02800	.02800		
<i>HDPE</i> * 14 hari	4	.02850	.02850		
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4		.04000	.04000	
<i>HDPE</i> * 21 hari	4		.04075	.04075	
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4			.05000	.05000
tanpa bahan pengemas *21 hari	4				.06000
Sig.		.229	.106	.571	.571

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 7. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Skoring Tekstur Biskuit Spirulina

Perlakuan	Ulangan				total	rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	5.57	6.89	5.89	7.85	26.2	6.55	1.03
A1B2	3.97	5.01	4.44	4.78	18.2	4.55	0.45
A1B3	3.37	4.01	4.37	5.05	16.8	4.2	0.70
A1B4	3.37	3.29	3.51	3.43	13.6	3.4	0.09
A2B1	7	6.5	7.57	5.93	27	6.75	0.70
A2B2	6.01	4.99	4.94	5.06	21	5.25	0.51
A2B3	4.77	5.06	4.83	6.14	20.8	5.2	0.63
A2B4	3.67	3.74	3.78	3.61	14.8	3.7	0.08
A3B1	5.59	7.02	6.97	6.62	26.2	6.55	0.66
A3B2	5.06	5.01	4.59	5.94	20.6	5.15	0.57
A3B3	4.66	4.06	4.18	5.9	18.8	4.7	0.84
A3B4	3.48	3.61	3.59	3.52	14.2	3.55	0.06

Descriptive Statistics

Dependent Variable:tekstur

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	6.5500	1.03305	4
	7 hari	4.5500	.45203	4
	14 hari	4.2000	.70152	4
	21 hari	3.4000	.09309	4
	Total	4.6750	1.33783	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	6.7500	.69995	4
	7 hari	5.2500	.50905	4
	14 hari	5.2132	.62926	4
	21 hari	3.7000	.07528	4
	Total	5.2283	1.21271	16
<i>HDPE</i>	0 hari	6.5500	.66428	4
	7 hari	5.1500	.56727	4
	14 hari	4.7000	.84095	4
	21 hari	3.5500	.06055	4
	Total	4.9875	1.23529	16
Total	0 hari	6.6167	.74479	12
	7 hari	4.9833	.56427	12
	14 hari	4.7044	.78852	12
	21 hari	3.5500	.14585	12
	Total	4.9636	1.25697	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:tekstur

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	61.068 ^a	11	5.552	15.151	.000
Intercept	1182.594	1	1182.594	3.227E3	.000
perlakuan	2.463	2	1.231	3.361	.046
waktu	57.582	3	19.194	52.383	.000
perlakuan * waktu	1.024	6	.171	.466	.829
Error	13.191	36	.366		
Total	1256.853	48			
Corrected Total	74.259	47			

a. R Squared = .822 (Adjusted R Squared = .768)

Tekstur

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4	3.4000				
HDPE * 21 hari	4	3.5500				
aluminium foil * 21 hari	4	3.7000	3.7000			
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4	4.2000	4.2000	4.2000		
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4	4.5500	4.5500	4.5500		
HDPE * 14 hari	4	4.7000	4.7000	4.7000		
HDPE * 7 hari	4		5.1500	5.1500	5.1500	
aluminium foil * 14 hari	4			5.2132	5.2132	
aluminium foil * 7 hari	4			5.2500	5.2500	
HDPE * 0 hari	4				6.5500	6.5500
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4				6.5500	6.5500
aluminium foil * 0 hari	4					6.7500
Sig.		.139	.064	.399	.084	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 8. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey**Skoring Rasa Biskuit Spirulina**

Perlakuan	ulangan				total	rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	6.01	6.1	5.87	5.82	23.8	5.95	0.13
A1B2	5.01	4.87	5.22	4.5	19.6	4.9	0.30
A1B3	4.21	4.08	4.88	4.83	18	4.5	0.41
A1B4	4.62	4.2	4.51	4.27	17.6	4.4	0.20
A2B1	5.99	6.2	6.5	5.91	24.6	6.15	0.26
A2B2	5.45	4.97	5.31	5.67	21.4	5.35	0.29
A2B3	4.93	5.17	5.3	5	20.4	5.1	0.17
A2B4	4.65	3.94	4.76	4.45	17.8	4.45	0.36
A3B1	5.97	5.99	6.14	6.1	24.2	6.05	0.08
A3B2	4.98	5.55	5.3	5.77	21.6	5.4	0.34
A3B3	4.91	5.06	4.99	5.44	20.4	5.1	0.23
A3B4	4.37	3.99	4.57	4.67	17.6	4.4	0.30

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Rasa

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	5.9500	.12832	4
	7 hari	4.9000	.30299	4
	14 hari	4.5000	.41384	4
	21 hari	4.4000	.19782	4
	Total	4.9375	.68232	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	6.1500	.26344	4
	7 hari	5.3500	.29348	4
	14 hari	5.1000	.16713	4
	21 hari	4.4500	.36341	4
	Total	5.2625	.67696	16
<i>HDPE</i>	0 hari	6.0500	.08287	4
	7 hari	5.4000	.33951	4
	14 hari	5.1000	.23480	4
	21 hari	4.4000	.30044	4
	Total	5.2375	.65473	16
Total	0 hari	6.0500	.18045	12
	7 hari	5.2167	.36758	12
	14 hari	4.9000	.39577	12
	21 hari	4.4167	.26817	12
	Total	5.1458	.67374	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Rasa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18.629 ^a	11	1.694	22.537	.000
Intercept	1271.021	1	1271.021	1.691E4	.000
perlakuan	1.047	2	.523	6.964	.003
waktu	16.976	3	5.659	75.303	.000
perlakuan * waktu	.607	6	.101	1.346	.263
Error	2.705	36	.075		
Total	1292.355	48			
Corrected Total	21.334	47			

a. R Squared = .873 (Adjusted R Squared = .834)

Rasa

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4	3.7500		
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4	4.4000	4.4000	
HDPE * 21 hari	4	4.4000	4.4000	
aluminium foil * 21 hari	4	4.4500	4.4500	
aluminium foil * 14 hari	4	5.1000	5.1000	5.1000
HDPE * 14 hari	4	5.1000	5.1000	5.1000
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4	5.1500	5.1500	5.1500
aluminium foil * 7 hari	4		5.3500	5.3500
HDPE * 7 hari	4		5.4000	5.4000
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4			5.9500
HDPE * 0 hari	4			6.0500
aluminium foil * 0 hari	4			6.1500
Sig.		.078	.457	.385

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 9. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Skoring Aroma Biskuit***Spirulina***

Perlakuan	ulangan				total	rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	6.4	5.97	6.1	6.33	24.8	6.2	0.20
A1B2	5	4.89	4.51	4.6	19	4.75	0.23
A1B3	4.27	4.51	4.22	4.2	17.2	4.3	0.14
A1B4	3.97	4.11	4.32	4.4	16.8	4.2	0.20
A2B1	6.78	5.99	6.19	5.64	24.6	6.15	0.48
A2B2	5.2	4.94	5.08	5.38	20.6	5.15	0.19
A2B3	4.97	5.39	4.95	5.09	20.4	5.1	0.20
A2B4	3.97	4.32	4.79	4.12	17.2	4.3	0.36
A3B1	5.97	6	6.21	6.22	24.4	6.1	0.13
A3B2	5.55	4.9	5.51	5.64	21.6	5.4	0.34
A3B3	5.07	5.21	5.78	5.14	21.2	5.3	0.33
A3B4	3.97	4.31	4.1	4.42	16.8	4.2	0.20



Descriptive Statistics

Dependent Variable:Aroma

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	6.2000	.19983	4
	7 hari	4.7500	.23252	4
	14 hari	4.3000	.14306	4
	21 hari	4.2000	.19613	4
	Total	4.8625	.84405	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	6.1500	.47756	4
	7 hari	5.1500	.18655	4
	14 hari	5.1000	.20298	4
	21 hari	4.3000	.35674	4
	Total	5.1750	.73865	16
<i>HDPE</i>	0 hari	6.1000	.13342	4
	7 hari	5.4000	.33774	4
	14 hari	5.3000	.32506	4
	21 hari	4.2000	.20281	4
	Total	5.2500	.74099	16
Total	0 hari	6.1500	.28242	12
	7 hari	5.1000	.36541	12
	14 hari	4.9000	.49927	12
	21 hari	4.2333	.24257	12
	Total	5.0958	.77813	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Aroma

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	25.869 ^a	11	2.352	32.703	.000
Intercept	1246.441	1	1246.441	1.733E4	.000
perlakuan	1.352	2	.676	9.398	.001
waktu	22.723	3	7.574	105.327	.000
perlakuan * waktu	1.795	6	.299	4.160	.003
Error	2.589	36	.072		
Total	1274.899	48			
Corrected Total	28.458	47			

a. R Squared = .909 (Adjusted R Squared = .881)

Aroma

Tukey HSD

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
HDPE * 21 hari	4	4.2000		
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4	4.2000		
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4	4.3000		
aluminium foil * 21 hari	4	4.3000		
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4	4.7500	4.7500	
aluminium foil * 14 hari	4		5.1000	
aluminium foil * 7 hari	4		5.1500	
HDPE * 14 hari	4		5.3000	
HDPE * 7 hari	4		5.4000	
HDPE * 0 hari	4			6.1000
aluminium foil * 0 hari	4			6.1500
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4			6.2000
Sig.		.183	.058	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Lampiran 10. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Hedonik Tekstur Biskuit
*Spirulina***

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	7.5	6.7	7	7	28.2	7.1	0.33
A1B2	5.7	6.4	6.7	7.2	26	6.5	0.63
A1B3	6.3	5.67	6	5.23	23.2	5.8	0.46
A1B4	5.2	4.78	4.6	3.42	18	4.5	0.76
A2B1	7.6	7	7.2	7.3	29.1	7.3	0.25
A2B2	6.8	7.2	6.9	6.3	27.2	6.8	0.37
A2B3	6.6	6.35	6.7	6.35	26	6.5	0.18
A2B4	6.34	6.1	6.5	5.86	24.8	6.2	0.28
A3B1	6.78	6.83	6.5	6.7	26.81	6.7	0.15
A3B2	6.7	6.6	6.4	6.7	26.4	6.6	0.14
A3B3	5.97	6.6	6.2	6.43	25.2	6.3	0.27
A3B4	6	5.8	5.9	5.9	23.6	5.9	0.08



Descriptive Statistics

Dependent Variable:Tekstur

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	7.0500	.33166	4
	7 hari	6.5000	.62716	4
	14 hari	5.8000	.45891	4
	21 hari	4.5000	.76263	4
	Total	5.9625	1.10858	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	7.2750	.25000	4
	7 hari	6.8000	.37417	4
	14 hari	6.5000	.17795	4
	21 hari	6.2000	.28000	4
	Total	6.6938	.48025	16
<i>HDPE</i>	0 hari	6.7025	.14523	4
	7 hari	6.6000	.14142	4
	14 hari	6.3000	.27435	4
	21 hari	5.9000	.08165	4
	Total	6.3756	.35829	16
Total	0 hari	7.0092	.33660	12
	7 hari	6.6333	.40973	12
	14 hari	6.2000	.42561	12
	21 hari	5.5333	.88352	12
	Total	6.3440	.77351	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Tekstur

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	22.928 ^a	11	2.084	14.448	.000
Intercept	1931.799	1	1931.799	1.339E4	.000
perlakuan	4.302	2	2.151	14.910	.000
waktu	14.449	3	4.816	33.386	.000
perlakuan * waktu	4.177	6	.696	4.826	.001
Error	5.193	36	.144		
Total	1959.920	48			
Corrected Total	28.121	47			

a. R Squared = .815 (Adjusted R Squared = .759)

Tekstur

Tukey HSD

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
tanpa bahan pengemas *21 hari	4	4.5000				
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4		5.8000			
HDPE * 21 hari	4		5.9000	5.9000		
aluminium foil * 21 hari	4		6.2000	6.2000	6.2000	
HDPE * 14 hari	4		6.3000	6.3000	6.3000	
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4		6.5000	6.5000	6.5000	6.5000
aluminium foil * 14 hari	4		6.5000	6.5000	6.5000	6.5000
HDPE * 7 hari	4		6.6000	6.6000	6.6000	6.6000
HDPE * 0 hari	4		6.7025	6.7025	6.7025	6.7025
aluminium foil * 7 hari	4			6.8000	6.8000	6.8000
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4				7.0500	7.0500
aluminium foil * 0 hari	4					7.2750
Sig.		1.000	.068	.070	.106	.189

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 11. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Hedonik Rasa Biskuit***Spirulina***

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	6.56	6.4	6.64	6.8	26.4	6.6	0.17
A1B2	5.97	5.7	6.3	6.33	24.3	6.1	0.30
A1B3	6.2	5.9	5.5	5.7	23.3	5.8	0.30
A1B4	5.1	4.7	5	4.4	19.2	4.8	0.32
A2B1	7.2	6.6	7.1	6.3	27.2	6.8	0.42
A2B2	6.3	5.8	6.4	6.3	24.8	6.2	0.27
A2B3	6.1	5.7	6	6.1	23.9	6.0	0.19
A2B4	5.7	5.23	5.3	5.37	21.6	5.4	0.21
A3B1	6.35	6.68	6.7	6.9	26.6	6.7	0.23
A3B2	6.2	5.8	5.7	6.1	23.8	5.95	0.24
A3B3	6.1	6.3	5.78	5.44	23.6	5.9	0.38
A3B4	4.97	4.88	5.75	5.2	20.8	5.2	0.39



Descriptive Statistics

Dependent Variable: Rasa

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	6.6000	.16653	4
	7 hari	6.0750	.29850	4
	14 hari	5.8250	.29861	4
	21 hari	4.8000	.31623	4
	Total	5.8250	.71986	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	6.8000	.42426	4
	7 hari	6.2000	.27080	4
	14 hari	5.9750	.18930	4
	21 hari	5.4000	.20801	4
	Total	6.0938	.57846	16
<i>HDPE</i>	0 hari	6.6575	.22780	4
	7 hari	5.9500	.23805	4
	14 hari	5.9050	.37678	4
	21 hari	5.2000	.39064	4
	Total	5.9281	.60344	16
Total	0 hari	6.6858	.28021	12
	7 hari	6.0750	.26668	12
	14 hari	5.9017	.27732	12
	21 hari	5.1333	.38545	12
	Total	5.9490	.63317	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Rasa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15.718 ^a	11	1.429	16.463	.000
Intercept	1698.725	1	1698.725	1.957E4	.000
perlakuan	.588	2	.294	3.389	.045
waktu	14.716	3	4.905	56.516	.000
perlakuan * waktu	.413	6	.069	.794	.581
Error	3.125	36	.087		
Total	1717.568	48			
Corrected Total	18.842	47			

a. R Squared = .834 (Adjusted R Squared = .783)

Rasa

Tukey HSD

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
tanpa bahan								
pengemas * 21 hari	4	4.8000						
HDPE * 21 hari	4	5.2000	5.2000					
aluminium foil * 21 hari	4	5.4000	5.4000	5.4000				
tanpa bahan								
pengemas * 14 hari	4		5.8250	5.8250	5.8250			
HDPE * 14 hari	4			5.9050	5.9050	5.9050		
HDPE * 7 hari	4				5.9500	5.9500	5.9500	
aluminium foil * 14 hari	4				5.9750	5.9750	5.9750	
tanpa bahan								
pengemas * 7 hari	4				6.0750	6.0750	6.0750	6.0750
aluminium foil * 7 hari	4					6.2000	6.2000	6.2000
tanpa bahan								
pengemas * 0 hari	4						6.6000	6.6000
HDPE * 0 hari	4							6.6575
aluminium foil * 0 hari	4							6.8000
Sig.		.191	.064	.090	.807	.072	.063	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 12. Hasil Analisis Keragaman dan Uji Tukey Hedonik Aroma Biskuit***Spirulina***

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3	4			
A1B1	6.9	6.34	6.8	6.96	27	6.75	0.28
A1B2	5.97	6.3	6.1	6.43	24.8	6.2	0.20
A1B3	5.8	5.1	4.9	5.8	21.6	5.4	0.47
A1B4	4.7	4.32	4.89	4.78	18.7	4.7	0.25
A2B1	6.9	6.8	7.4	7.3	28.4	7.1	0.29
A2B2	6.37	6.6	6.47	6.16	25.6	6.4	0.19
A2B3	6.2	5.75	6	5.65	23.6	5.9	0.25
A2B4	4.9	5.4	5.1	5.6	21	5.25	0.31
A3B1	7	7.1	6.78	6.72	27.6	6.9	0.18
A3B2	6.41	6.7	6.44	5.89	25.4	6.36	0.34
A3B3	5.87	5.6	5.48	5.85	22.8	5.7	0.19
A3B4	4.9	5.2	5.2	5.1	20.4	5.1	0.14



Descriptive Statistics

Dependent Variable:Aroma

jenis bahan pengemas	lama masa simpan	Mean	Std. Deviation	N
tanpa bahan pengemas	0 hari	6.7500	.28119	4
	7 hari	6.2000	.20478	4
	14 hari	5.4000	.46904	4
	21 hari	4.6725	.24757	4
	Total	5.7556	.86218	16
<i>aluminium foil</i>	0 hari	7.1000	.29439	4
	7 hari	6.4000	.18565	4
	14 hari	5.9000	.24833	4
	21 hari	5.2500	.31091	4
	Total	6.1625	.73873	16
<i>HDPE</i>	0 hari	6.9000	.17963	4
	7 hari	6.3600	.33931	4
	14 hari	5.7000	.19131	4
	21 hari	5.1000	.14142	4
	Total	6.0150	.72878	16
Total	0 hari	6.9167	.27645	12
	7 hari	6.3200	.24573	12
	14 hari	5.6667	.36450	12
	21 hari	5.0075	.33740	12
	Total	5.9777	.78090	48

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Aroma

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26.004 ^a	11	2.364	32.026	.000
Intercept	1715.184	1	1715.184	2.324E4	.000
perlakuan	1.358	2	.679	9.197	.001
waktu	24.442	3	8.147	110.379	.000
perlakuan * waktu	.204	6	.034	.460	.833
Error	2.657	36	.074		
Total	1743.845	48			
Corrected Total	28.661	47			

a. R Squared = .907 (Adjusted R Squared = .879)

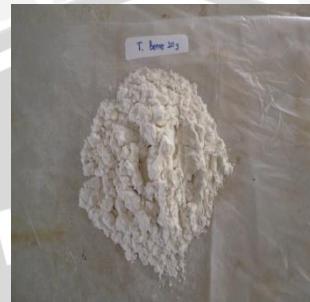
Aroma

Tukey HSD

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
tanpa bahan pengemas * 21 hari	4	4.6725							
<i>HDPE</i> * 21 hari	4	5.1000	5.1000						
<i>aluminium foil</i> * 21 hari	4	5.2500	5.2500	5.2500					
tanpa bahan pengemas * 14 hari	4		5.4000	5.4000					
<i>HDPE</i> * 14 hari	4		5.7000	5.7000	5.7000				
<i>aluminium foil</i> * 14 hari	4			5.9000	5.9000	5.9000			
tanpa bahan pengemas * 7 hari	4				6.2000	6.2000	6.2000		
<i>HDPE</i> * 7 hari	4				6.3600	6.3600	6.3600	6.3600	
<i>aluminium foil</i> * 7 hari	4					6.4000	6.4000	6.4000	
tanpa bahan pengemas * 0 hari	4						6.7500	6.7500	6.7500
<i>HDPE</i> * 0 hari	4							6.9000	6.9000
<i>aluminium foil</i> * 0 hari	4								7.1000
Sig.		.148	.116	.064	.057	.315	.197	.218	.796

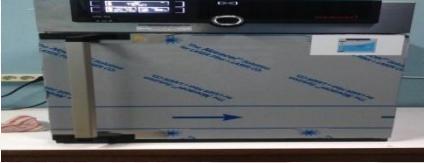
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 13. Dokumentasi Pembuatan Biskuit Spirulina**a. Persiapan bahan-bahan pembuatan biskuit Spirulina**

 Bubuk Spirulina	 Tepung Terigu	 Susu Skim
 Tepung Terigu	 Margarine	 Bubuk Vanili
 Bubuk Vanila	 Kuning Telur	 Pencampuran bahan

b. Proses pembuatan biskuit Spirulina

	Pencampuran tepung terigu dan tepung beras
---	--

	Pencampuran gula halus, garam, vanili, <i>baking powder</i> dan serbuk <i>Spirulina</i>
	Pencampuran bahan dan penambahan air sampai adonan kalis
	Penggilingan
	Pencetakan dengan ketebalan ± 3 mm
	Pemanggangan 180° C, 15 menit
	Biskuit <i>Spirulina</i>

	Biskuit <i>Spirulina</i> tanpa bahan pengemas disimpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari
	Biskuit <i>Spirulina</i> dikemas dengan bahan pengemas aluminium foil disimpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari
	Biskuit <i>Spirulina</i> dikemas dengan bahan pengemas HDPE disimpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari