

BAB. IV

HASIL dan PEMBAHASAN

4.1. *Mayonnaise*

Mayonnaise adalah produk yang dikonsumsi yang berasal dari hasil emulsi antara minyak dan kuning telur. Dalam menghasilkan produk *mayonnaise* juga menggunakan bahan seperti cuka, gula, garam, mustard serta berbagai bahan tambahan makanan. Kemudian *mayonnaise* adalah suatu produk *pseudoplastik non-Newtonian* dari zat yang meregang dalam campuran tiksotropik. Didalam pembuatan *mayonnaise* terdapat bahan yang merupakan pengemulsi dan penstabil alami yang memiliki peran dalam menstabilisasi suatu produk bahan tersebut adalah kuning telur (Juszczak.2003). *Mayonnaise* merupakan hasil campuran dari dua cairan yang memiliki sifat viskositas yang rendah seperti air dan minyak yang akan terstruktur menjadi homogen melalui penambahan surfaktan menciptakan fase terdispersi yang akan menyebabkan suatu produk memiliki sifat viskositas meningkat seribu kali lipat (Wynne.2017).

Pada proses pembuatan *mayonnaise* memiliki prinsip dengan mengemulsikan minyak dalam jumlah yang besar yang dilakukan pada larutan asam yang tidak besar. Minyak merupakan bahan yang mengalami proses terdispersi oleh asam, sebab asam seperti cuka atau jeruk nipis adalah medium pendispersi. Kemudian kuning telur merupakan bahan yang memiliki peran sebagai pengemulsi serta memiliki peran juga sebagai *emulsifier* yang sangat kuat (Rusalim *et al.*, 2017). Pada pembuatan *mayonnaise* langkah pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan pemisahan antara kuning telur dan putih telur yang kemudian akan dicampur dengan bahan kering yang terdiri dari garam, gula, mustard yang selanjutnya akan dihomogenisasi dengan alat pengaduk menggunakan kecepatan 1300 rpm. Saat melakukan proses pembuatan *mayonnaise* pemberian minyak dilakukan dengan cara sedikit demi sedikit supaya terjadi pembentukan emulsi

minyak dalam air. Kemudian emulsi yang dihasilkan diberikan asam seperti cuka atau perasan jeruk, lalu diaduk kembali selama 3 menit (Liua. *Et al.* 2007).

Pembentukan sistem emulsi yang terjadi pada *mayonnaise* karena terjadinya pencampuran 2 atau lebih bahan kimia dengan melakukan pemberian *emulsifier* ataupun *stabilizer*. Pemberian *emulsifier* memiliki tujuan agar tegangan pada permukaan kedua fase dapat berkurang atau menurun yang akan mempermudah dalam pembentukan emulsi. Kemudian pemberian *stabilizer* memiliki manfaat agar dapat menstabilkan emulsi sehingga produk dapat mampu tahan lama serta mampu menahan terjadinya perubahan fisik dan kimia pada *mayonnaise* (Hutapea, *et al.* 2016).

Dalam pembuatan *mayonnaise* terdapat bahan yang memiliki peran sebagai emulsifier alami yaitu kuning telur. Sebab kuning telur tersusun atas *lesitoprotein* yang merupakan *lipoprotein* yang mengandung senyawa yang biasa dikenal dengan nama *lesitin*, *lipoprotein* pada kuning telur adalah senyawa pengemulsi yang mempunyai gugus *hidrofilik* yang memiliki sifat polar dan gugus *lipofilik* yang memiliki sifat non polar (Hutapea, *et al.* 2016). Larutan cuka atau asam yang diberikan dalam pembuatan *mayonnaise* akan sangat mempengaruhi nilai pH pada *mayonnaise*. *Mayonnaise* mempunyai nilai pH yang rendah sekitar 3-4, pH yang rendah ini memiliki manfaat agar pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *Salmonella* dapat dicegah.

Garam dan gula adalah bahan yang digunakan untuk memberikan rasa pada *mayonnaise*. Selain itu garam juga memiliki kemampuan untuk dapat memperkuat sistem emulsi pada campuran *mayonnaise* yaitu antara air dan minyak. kemudian juga gula memiliki peran dalam mempengaruhi tekstur pada *mayonnaise* serta dapat menjadi senyawa pengawet alami (Santoso, 2018).

Dari literatur yang didapat bahwa *mayonnaise* memiliki karakteristik fisikokimia seperti kandungan komposisi asam lemak, pH, viskositas, dan warna. Komposisi asam lemak terdiri dari asam lemak jenuh (*SFA*), asam lemak tidak jenuh tunggal (*MUFA*) dan asam lemak tidak jenuh ganda (*PUFA*). *Mayonnaise* yang terbuat

dari minyak kedelai memiliki kandungan *SFA*, *MUFA* dan *PUFA* yang masing-masing bernilai 15,5 %, 23,5 % dan 51%. Kemudian *mayonnaise* yang dibuat dari minyak kedelai memiliki nilai pH 3, viskositas *mayonnaise* tersebut memiliki nilai 4680 cp serta memiliki warna yang *lightness* dengan nilai 89.51. Dari hasil penelitian yang melibatkan beberapa panelis terhadap karakteristik sensori *mayonnaise*, dihasilkan bahwa aroma yang *mayonnaise* yang didapatkan meliputi aroma telur, aroma lemon, aroma mustard dan aroma minyak. Kemudian rasa mayonaise yang dihasilkan seperti rasa asin, rasa manis, rasa gurih, rasa lemon, rasa telur, rasa *mustard* serta rasa minyak. Dari berbagai atribut rasa dan aroma, rasa minyak dan aroma minyak merupakan atribut rasa dan aroma yang dominan pada *mayonnaise*. Aroma dan rasa pada *mayonnaise* sangat dipengaruhi oleh komposisi asam lemak (Hanifah, *et al.* 2018 ;Rahmawati, *et al.* 2015).

Menurut standar mutu *mayonnaise* yang sudah ditentukan SNI 01-4473-1998, lemak yang terkandung pada produk *mayonnaise* harus minimal 65 % dengan dimbangi kandungan protein dan karbohidrat yang masing-masing harus minimal 0,9 % dan maksimal 4 %. *Mayonnaise* juga harus memiliki kandungan komponen air maksimal 30 % dari berat total bahan

4.2.Minyak Ikan

Minyak ikan mempunyai karakteristik fisik seperti berwarna kuning, memiliki bau yang amis dan khas. Warna minyak ikan dipengaruhi oleh zat pigmen alami yang terkandung dalam ikan tersebut, pigmen alami tersebut adalah *antosianin*, *xantofil* dan *karoten*. Warna minyak ikan juga dipengaruhi oleh proses oksidasi lemak yang didalamnya terdapat kandungan nitrogen atau protein kemudian memicu aktivitas *enzimatis fenol oksidase* bereaksi dengan protein yang selanjutnya menghasilkan warna kuning dalam minyak ikan. Bau pada minyak ikan sangat dipengaruhi oleh jumlah asam lemak tak jenuh yang terkandung didalamnya, sebab proses oksidasi sangat cepat terjadi bila kandungan asam lemak tak jenuh sangat tinggi (Adhikawati. 2020).

Minyak ikan memiliki kandungan asam lemak yang paling banyak yaitu *EPA* dan *DHA* dengan nilai 13,31% dan 11,99 %, didalam minyak ikan juga terkandung *MUFA* (*monounsaturated fatty acid*) yang mengandung 7 jenis asam lemak, *PUFA* (*polyunsaturated fatty acid*) yang mengandung 10 jenis asam lemak dan *SAFA* (*saturated fatty acid*) yang mengandung 10 jenis asam lemak. Omega 3 yang terkandung dalam minyak ikan banyak mengandung *EPA* dan *DHA* yang dihasilkan dari makanan yang dikonsumsi oleh ikan tersebut. *EPA* dan *DHA* yang terkandung dalam minyak ikan memiliki berbagai macam manfaat, *EPA* memiliki manfaat sebagai senyawa yang dapat menurunkan resiko serangan jantung dan *DHA* memiliki manfaat sebagai senyawa penjaga keseimbangan *eikosanoid* dalam tubuh serta *DHA* juga memiliki peran yang sangat penting untuk kesehatan otak dan retina mata (Suseno, *et al.* 2013).

Tabel 8. Kandungan asam lemak pada minyak ikan

Profil Asam lemak	Minyak Ikan (%w/w)
SAFA	
<i>Lauric Acid</i>	0,06
<i>Myristic Acid</i>	8,12
<i>Pentadecanoic Acid</i>	0,41
<i>Asam Palmitat</i>	15,69
<i>Heptadecanoic Acid</i>	0,42
<i>Stearic Acid</i>	3,46

Arasidic Acid 0,31

Heneicosanoic Acid 0,03

Behenic Acid 0,14

Trichoanoic Acid 0,02

Profil Asam lemak Minyak Ikan (% w/w)

MUFA

Miristoleic Acid 0,02

Palmitoleic Acid 7,06

Elaidatic Acid 0,10

Oleic Acid 9,56

Cis-11-Eicosenoic Acid 1,07

Erucic Acid 0,19

Nervonic Acid

0,24

Profil Asam lemak

Minyak Ikan (%w/w)

PUFA

Linolelaidic Acid

0,03

Lonoleic acid

0,99

Y-Linolenat

0,29

Linolenic acid

0,72

Cis-11, 14-Eicosedienoic Acid

0,16

Cis-8, 11, 14-Eicosetrienoic Acid

0,24

Arakhidonic Acid

2,61

Cis-13, 16-Docosadienoic Acid

0,05

<i>EPA</i>	13,31
<i>DHA</i>	11,99

Sumber : Suseno, *et al.* 2013

Tabel 9. Kandungan asam lemak Omega 3 pada minyak ikan

Sumber	Kandungan Asam lemak Omega 3
<i>Makarel</i>	2,5 g
<i>Herring</i>	1,7 g
<i>Salmon</i>	1,2 g
<i>lobster</i>	0,2 g
Cumi-cumi	0,6 g
Minyak ikan <i>salmon</i>	19,9 g
Minyak ikan <i>cod liver</i>	18,5 g
Minyak ikan <i>Herring</i>	11,4 g

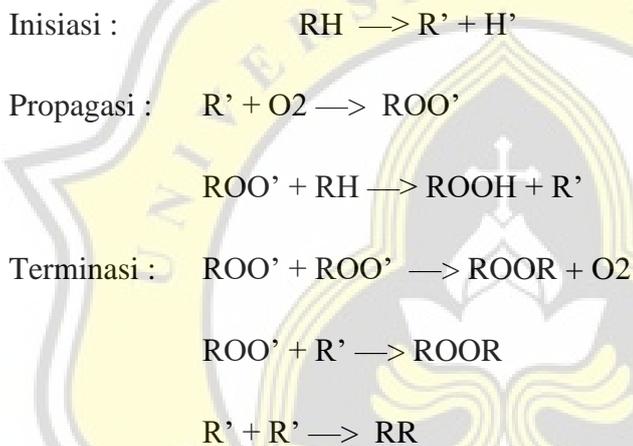
Sumber : Diana & Melva. 2012

4.3. Antioksidan

Pada pembuatan *mayonnaise* minyak ikan umumnya ditambahkan antioksidan baik yang alami maupun sintetis. Antioksidan adalah senyawa yang bermanfaat untuk mencegah (*inhibitor*) terjadinya proses oksidasi lemak dan asam nukleat agar tidak terjadi proses oksidasi yang berlanjut ke tahap inisiasi ataupun propagasi, serta antioksidan memiliki kegunaan untuk memperpanjang umur simpan dengan mencegah proses penurunan kualitas yang dipengaruhi oleh proses oksidasi (Puspasari, *et al.* 2017).

Antioksidan memiliki fungsi untuk memperpanjang umur simpan produk dengan cara mencegah terjadinya proses oksidasi lemak. Saat proses oksidasi lemak terjadi yang suatu proses yang dikenal dengan *autooksidasi*. Autooksidasi merupakan salah satu proses pada oksidasi *lipid* yang memiliki 3 tahapan yaitu inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada tahap Inisiasi terjadi pelepasan atom

hidrogen dari asam lemak yang akan terbentuk menjadi radikal bebas alkil, pada tahap inisiasi akan dikatalis oleh ion logam, cahaya atau panas . Kemudian pada tahap propagasi hasil pada tahap inisiasi yaitu radikal bebas alkil akan bereaksi dengan oksigen sehingga terbentuk radikal bebas peroksi yang selanjutnya akan bereaksi dengan hidrogen yang berasal dari pelepasan oleh asam lemak tak jenuh yang akan terbentuk senyawa baru yaitu hidroperoksida (ROOH) dan radikal bebas. Selanjutnya pada tahapan terminasi terjadi proses senyawa radikal bebas yang terbentuk akan bergabung menjadi molekul radikal yang bersifat stabil (Utami & Orbayinah. 2013).



Antioksidan yang diaplikasikan pada produk makanan berasal dari berbagai jenis, antioksidan yang berasal dari bahan yang alami dan antioksidan sintetis. berikut adalah tabel klasifikasi antioksidan alami dan sintetis yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 10. Antioksidan

Antioksidan Alami	Antioksidan sintetis
<i>Tocopherol</i>	<i>EDTA</i>
<i>Gallic acid</i>	<i>lypophilized acid</i>
<i>Ascorbic acid</i>	<i>BHT</i>

Lactoferrin

TBHQ

Seaweed

Propyl gallate

Cashew leaf

Tokoferol merupakan suatu senyawa yang dihasilkan dari berbagai macam tanaman yang didapat melalui proses sintesis. Tokoferol memiliki sifat dapat larut pada lemak namun tidak larut dalam air, kemudian stabil dalam keadaan asam, basa serta suhu tinggi namun mudah teroksidasi (Anggrahini, 2007). Tokoferol adalah suatu senyawa antioksidan yang termasuk dalam antioksidan alami, yang banyak ditemukan dalam produk minyak. Tokoferol memiliki kemampuan melindungi lemak dari proses oksidasi sebab tokoferol memiliki banyak ikatan rangkap sehingga mudah untuk teroksidasi (N.Arpi. 2014).

Asam galat merupakan senyawa antioksidan yang termasuk dalam gugus fenolik yang dihasilkan dari hasil ekstraksi tanaman (Iwansyah & Yusoff.2013). Asam galat memiliki kemampuan untuk menstabilkan senyawa radikal bebas yang terbentuk dalam proses delokalisasi elektron menuju sistem aromatik fenol. Gugus hidroksil fenol merupakan struktur asam galat yang memiliki peran sebagai antioksidan, memiliki sifat yang tidak larut air, tetapi sangat baik terlarut dalam larutan alkohol seperti metanol dan etanol (Maesaroh, *et al.* 2018).

Asam askorbat merupakan antioksidan yang memiliki fungsi untuk menangkap oksigen yang dapat mencegah proses terjadinya oksidasi, kemudian terjadi proses regenerasi senyawa fenolik sehingga antioksidan dapat larut dalam minyak. Asam askorbat juga dapat menjadi penjaga untuk sulfhidril agar tetap –SH, serta akan terintegrasi dengan zat pengkelat yang akan dapat mengurangi proses oksidasi pada produk yang tidak diinginkan (N.Arpi. 2014).

Lactoferrin merupakan senyawa protein susu yang berasal dari hasil sintesis oleh sel granulosit serta sel epitel. Laktoferin adalah kelompok polipeptida dengan rantai tunggal yang terkandung senyawa glikoprotein yang memiliki peran untuk

mengikat zat besi (Mariana, 2011). Laktoferin adalah protein pengangkut molekul zat besi yang mengikat molekul zat besi dengan afinitas tinggi dalam dua domain pengikatan besi yang berbeda. Domain-domain ini tampaknya mengikat besi dengan koordinasi yang cukup sehingga atom-atom ini tampak tidak lagi aktif dalam siklus redoks dan reaksi dekomposisi hidroperoksida yang mendorong oksidasi *lipid* tak jenuh ganda (Gracia, *et al.* 2000).

Seaweed atau rumput laut merupakan salah satu sumber antioksidan alami yang memiliki kandungan berbagai macam senyawa bioaktif seperti fenol dan turunannya, *karotenoid*, sulfat polisakarida dan vitamin. Rumput laut terkandung antioksidan yang terbagi menjadi antioksidan labil seperti asam askorbat dan glutathion serta antioksidan stabil seperti *karotenoid*, katekin dan phlorotanin. Polifenol yang terkandung pada rumput laut memiliki kemampuan untuk meredam radikal bebas, *quenching* (Memadam) senyawa single oksigen serta mengikat ion logam (Sanger, *et al.* 2018).

Ekstrak daun jambu mete (cashew leaf) adalah sumber antioksidan alami yang memiliki kandungan senyawa fenolik dan *flavonoid* yang dapat menangkal radikal bebas pada produk makanan sehingga dapat mencegah terjadinya oksidasi lemak. Jambu mete dikenal sebagai kandungan fenolik tertinggi dibandingkan dengan ekstrak daun lainnya. Gugus OH yang terdapat pada senyawa fenolik sangat mempengaruhi kemampuan penangkapan radikal bebas DPPH (Kusumowati, *et al.* 2011).

EDTA atau *Etilendiamintetaasetat* yang memiliki rumus kimia $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}$ atau $\text{CA}_2\text{Na}_2\text{EDTA}$ dalam bentuk garam merupakan senyawa aditif yang digunakan pada bahan pangan yang memiliki peran menempatkan ion logam supaya dapat stabil sehingga mampu menstabilkan warna, rasa dan tekstur pada produk makanan serta memiliki manfaat sebagai antioksidan (Winarno, 1991).

BHT (*Butylated hydroxytoluene*) dikenal juga dengan nama dibutylhydroxytoluene merupakan senyawa lipofilik yang berasal dari turunan fenol yang digunakan sebagai zat antioksidannya. Senyawa ini digunakan untuk

mencegah oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas dalam produk berbasis phyaleminyak (Yehye, *et al.* 2015).

TBHQ (Tersier butil hidrokuinon) adalah antioksidan yang digunakan pada produk makanan yang mengandung lemak dan minyak untuk mencegah terjadinya proses ketengikan pada produk. *TBHQ* memiliki karakteristik berbentuk bubuk yang berwarna putih hingga coklat terang yang memiliki sifat kelarutan yang baik pada produk lemak. *TBHQ* memiliki rumus kimia $(\text{CH}_3)_3\text{CC}_6\text{H}_3(\text{OH})_2$ serta memiliki nama lain *2-tertbutylhydroquinone* atau *tert-butyl,1,4-benzenediol* (Smith,1991).

Propil galat merupakan senyawa sintesis yang biasa digunakan pada makanan yang digunakan untuk zat tambahan yang dapat melindungi lemak atau minyak dari proses oksidasi yang akan menyebabkan bau tengik karena induksi peroksida, selain itu PG memiliki kemampuan sebagai zat pengawet dan zat penstabil serta memiliki sifat anti-inflamasi, anti-angiogenik dan anti-tumor. Propil galat memiliki nama lain seperti n-propil galat, n-propil 3,4,5-trihidroksibenzoat (Nguyen, *et al.* 2021).

Tabel 11 Jenis Minyak Ikan Yang Diaplikasikan Pada Produk *Mayonnaise* dan Efek Oksidatif

No	Minyak Ikan	Persentase Penambahan	Minyak Utama	Persentase Penambahan	Bahan lain	Parameter tingkat oksidasi	Pustaka
1	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	Toco 70 and A/L/T) Grindox 1032 and A/L/T)	0.10 umol/g *(=mEq/kg) 0.32 umol/g *(=mEq/kg)	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2000
2	sand eel	20%	Rapeseed oil	60%		Senyawa volatil tertangkap paling tinggi pada menit 0-12 pada sampel <i>mayonnaise</i> yang telah disimpan 4 minggu pada suhu 20°C	Hartvigsen. K. <i>et al.</i> 2000
3	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	Large (Intended droplet size) + 160 mg/g (antioxidant) Medium(Intended droplet size) + 160 mg/g (antioxidant) Small (Intended droplet size) + 160 mg/g (antioxidant) Small (Intended droplet size) + 200 mg/g (Grindox 1032)	16.51 um 22.96 24.43 16.62	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2000
4	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	Tocopherol	(PV) setelah 2 dan 5 minggu penyimpanan tampaknya lebih tinggi pada mayones tanpa antioksidan. Konsentrasi hidroperoksida lipid meningkat di semua mayones selama penyimpanan,	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2001
5	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	Panodan TR DATEM Gallic acid EDTA Ref Em-Ref 200 GA 200 Em-GA 200 EDTA 200 Em-EDTA 200	TAGOOH CEOOH 7,8 meq/kg oil 0,35 meq/kg oil 7 meq/kg oil 0,27 meq/kg oil 3.5 meq/kg oil 0.19 meq/kg oil 3 meq/kg oil 0.14 meq/kg oil 2.1 meq/kg oil 0.19 meq/kg oil 1.9 meq/kg oil 0.15 meq/kg oil	Hartvigsen. K. <i>et al.</i> 2000
6	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	A1 6.0 (pH) + 0 (Ascorbic acid) A2 6.2 (pH) + 400 (2.27) { Ascorbic acid} B1 5.1 (pH) + 0 (Ascorbic acid) B2 5.4 (pH) + 400 (2.27) { Ascorbic acid} B3 5.4 (pH) +1200 (6.81) { Ascorbic acid} B4 5.3 (pH) + 1300 (7.38) { Ascorbic acid} C1 4.8 (pH) + 0 (Ascorbic acid) C2 5.1 (pH) + 800 (4.54) { Ascorbic acid} D1 4.4 (pH) + 0 { Ascorbic acid} D2 4.4 (pH) + 800 (4.54) { Ascorbic acid} D3 4.6 (pH) +1200 (6.81) { Ascorbic acid} E1 4.2 (pH) + 0 { Ascorbic acid} E2 4.2 (pH) + 2000 (11.35) { Ascorbic acid} F1 3.8 (pH) + 0 (Ascorbic acid) F2 3.8 (pH) + 2000 (11.35) { Ascorbic acid} F3 3.8 (pH) + 4000 (22.70) { Ascorbic acid}	2.2 mequiv/kg 1.8 mequiv/kg 1.6 mequiv/kg 0.8 mequiv/kg 0.5 mequiv/kg 0.9 mequiv/kg 1.6 mequiv/kg 0.7 mequiv/kg 1.3 mequiv/kg 0.7 mequiv/kg 0.5 mequiv/kg 5.2 mequiv/kg 0.9 mequiv/kg 2.7 mequiv/kg 0.0 mequiv/kg 0.0 mequiv/kg	Jacobsen. C & Timm. M. 2001
7	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	Control Panodan DATEM TR (200 ppm) Gallic acid (200 ppm) Gallic acid (200 ppm)+ Panodan DATEM TR (200 ppm) EDTA (200 ppm) EDTA (200 ppm)+ Panodan DATEM TR (200 ppm)	TAGOOH CEOOH 2.33 mequiv/kg 0.14 mequiv/kg 4.88 mequiv/kg 0.22 mequiv/kg 2.99 mequiv/kg 0.19 mequiv/kg 2.30 mequiv/kg 0.14 mequiv/kg 1.96 mequiv/kg 0.20 mequiv/kg 1.56 mequiv/kg 0.14 mequiv/kg	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2001.
8	sand eel	16%	Rapeseed	64%	Control	0.13 umol	Jacobsen.C. <i>et al.</i>

No	Minyak Ikan	Persentase Penambahan	Minyak Utama	Persentase Penambahan	Bahan lain	Parameter tingkat oksidasi	Pustaka
			oil		2000 ug/g Panodan TR	0.17 umol	1999.
					200 ug/g Grindox 370+propyl gallate+ 2000 ug/g Panodan TR - Oil phase	0.21 umol	
					200 ug/g Grindox 413 + propyl gallate + 2000 ug/g Panodan TR - water phase	0.30 umol	
					Control	0.18 umol	
					200 ug/g Grindox 370 + propyl gallate - Oil phase	0.38 umol	
					200 ug/g Grindox 413 + propyl gallate - Water phase	0.28 umol	
					no metal chelator NoM (control)	5.67f	
					lactoferrin L8 707 mg/kg 1/4:1 (metal chelator)	2.98c	
					L16 1413 mg/kg 1/2:1	6.33e	
					L24 2120 mg/kg 3/4:1	8.16j	
9	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	L32 2826 mg/kg 1:1	4.90d	Nielsen.N. <i>et al.</i> 2004.
					phytic acid P16 15 mg/kg 1/2:1	7.27g	
					P94 87 mg/kg 3:1	7.57h	
					P126 116 mg/kg 4:1	7.82i	
					EDTA E16 6 mg/kg 1/2:1	0.98b	
					E 64 24 mg/kg 2:1	0.88a	
10	sand eel	16%	Rapeseed oil	64%	Ascorbic acid	0,6 dan 0,9 mequiv / kg	Jacobsen.C. 1999.
					304 mg/kg (Tocopherol) + 6 mg/kg (EDTA)	87	
					200 mg/kg (EDTA)	76	
					304 mg/kg (Tocopherol) + 707 mg/kg (Lactoferrin)	60	
					304 mg/kg (Tocopherol) + 1413 mg/kg (Lactoferrin)	34	
					304 mg/kg (Tocopherol) + 2120 mg/kg (Lactoferrin)	32	
					304 mg/kg (Tocopherol) + 2826 mg/kg (Lactoferrin)	37	
					FO: 87, RO: 231 + Mix-oil sol +112 mg/kg (Tocopherol)	565	
					FO: 87, RO: 231 + Mix-water sol + 32 mg/kg (Tocopherol)	485	
					FO: 10, RO: 453 + A/L/T + 17 mg/kg (Tocopherol)	470	
					FO: 10, RO: 453 + A/L/T + 17 mg/kg (Tocopherol)	470	
					FO: 94, RO: 251 Mix-water sol + 32 mg/kg (Tocopherol)	501	
					FO: 117, RO: 288 Mix-water sol +16 mg/kg (Tocopherol)	536	
					FO: <5, RO: 496 Mix-water sol + 32 mg/kg (Tocopherol)	552	
					FO: <5, RO: 496 Mix-water sol + 56 mg/kg (Tocopherol)	576	
					FO: <5, RO: 496 Mix-water sol + 112 mg/kg (Tocopherol)	632	
					FO: <5, RO: 496 Mix-water sol + 224 mg/kg (Tocopherol)	744	
					FO: <5, RO: 496 Mix-oil sol + 16 mg/kg (Tocopherol)	536	
					FO: <5, RO: 496 Mix-oil sol + 32 mg/kg (Tocopherol)	552	
11	sand eel	16%			<i>Mayonnaise</i> 80% fat, 16% FO, pH 3.8		Jacobsen.C. <i>et al.</i> ant.
					ascorbic acid 40 mg/kg	nd	
					ascorbic acid 80 mg/kg	nd	
					ascorbic acid 200 mg/kg	nd	
					ascorbic acid 400 mg/kg	nd	
					ascorbic acid 800 mg/kg	nd	
					pH 6.2 + ascorbic acid 400 mg/kg	73	
					pH 5.4 + ascorbic acid 400 mg/kg	57	
					pH 5.4 + ascorbic acid 1200 mg/kg	71	
					pH 5.4 + ascorbic acid 1300 mg/kg	62	

No	Minyak Ikan	Persentase Penambahan	Minyak Utama	Persentase Penambahan	Bahan lain	Parameter tingkat oksidasi	Pustaka
					pH 5.0 + ascorbic acid 800 mg/k	56	
					pH 4.5 + ascorbic acid 800 mg/kg	88	
					pH 4.5 + ascorbic acid 1200 mg/kg	90	
					pH 4.2 + ascorbic acid 2000 mg/kg	97	
					pH 3.8 + ascorbic acid 2000 mg/kg	100	
					pH 3.8 + ascorbic acid 4000 mg/kg	100	
					FO: 10, RO: 453 - oil phase + 40 (Ascorbyl palmitate) mg/kg	100	
					FO: 87,RO: 231 - water phase + 40 (Ascorbyl palmitate) mg/kg	67	
					FO: 88, RO: 210 - oil phase + 40 Propyl gallate	79	
					FO: 10,RO: 471 - water phase + 40 Propyl gallate	- 59	
					200 gallic acid	- 72	
						- 7	
12	Cod liver oil	16%	Rapeseed oil	64%	Mayo_CONTROL	13,5 meq peroxides/kg oil	Alemán.M. <i>et al.</i> 2015.
					Mayo_CA = Caffeic acid (100uM)	12,5 meq peroxides/kg oil	
					Mayo_CAC1 = Methyl caffeate (100 uM)	12 meq peroxides/kg oil	
					Mayo_CAC4 = Butyl caffeate (100 uM)	8,5 meq peroxides/kg oil	
					Mayo_CAC8 = Octyl caffeate (100 uM)	9,7 meq peroxides/kg oil	
					Mayo_CAC8 200 = Octyl caffeate (200 uM)	8,5 meq peroxides/kg oil	
					Mayo_CAC12 = Dodecyl caffeate (100 uM)	9 meq peroxides/kg oil	
					Mayo_CAC18 = Octadecyl caffeate (100 uM)	9,7 meq peroxides/kg oil	
					control	4,1 meq O2/kg oil	
					Ethanol C1	2,8 meq O2/kg oil	
					Ethanol C2	3 meq O2/kg oil	Honold, P. J. <i>et al.</i> 2015.
13	Cod liver oil	15,37%	Rapeseed oil	61%	Acetone C1	2,5 meq O2/kg oil	
					Acetone C2	1,8 meq O2/kg oil	
					Water (old) C1	4,8 meq O2/kg oil	
					Water (old)C2	5,2 meq O2/kg oil	
					Water (young)C1	9,8 meq O2/kg oil	
					Water (young)C2	3 meq O2/kg oil	
					*C1 = 1.5 g/kg mayonnaise, C2 = 2 g/kg mayonnaise		
					Mayo_Control	5 [meq/kg oil]	
					Mayo_Water extract 1	6,1 [meq/kg oil]	
14	Cod liver oil	15,37%	Rapeseed oil	61,48%	Mayo_ Water extract2	5 [meq/kg oil]	Hermund.D. <i>et al.</i> 2015.
					Mayo_ Water extract3	1 [meq/kg oil]	
					Mayo_ ethyl acetate fraction 1	4,5 [meq/kg oil]	
					Mayo_ethyl acetate fraction 2	3,5 [meq/kg oil]	Miguela.G. <i>et al.</i> 2019.
15	Cod liver oil	20%	Rapeseed oil	60%	Mayo-Control	3,5 meq/kg oil	
					Mayo-Fish oil	0,8 meq/kg oil	
		0%		40 %	Code Emulsifier Rape seed oil (%) Fish oil (%)	stored at 20C stored at 2C	Sørensen. <i>et al</i> 2010.
		4%		36%	EY_STD Egg yolk 40 0	45 meq/kg oil 3 meq/kg oil	
16	Cod liver oil	10%	Rapeseed oil	30%	EY_4%FO Egg yolk 36 4	45 meq/kg oil 5 meq/kg oil	
		14%		26%	EY_10%FO Egg yolk 30 10	55 meq/kg oil 10 meq/kg oil	
		0%		40%	EY_14%FO Egg yolk 26 14	50 meq/kg oil 14 meq/kg oil	
		14%		26%	MP_STD Milk proteina 40 0	35 meq/kg oil 4 meq/kg oil	
					MP_14%FO Milk proteina 26 14	68 meq/kg oil 25 meq/kg oil	
17	Cod liver oil	16%	Rapeseed oil	64%	MAYO_FO Mayonnaise produced with 16% neat fish oil	9 meq/kg oil	Yesiltas, <i>et al.</i> 2021.
					MAYO_CAS Mayonnaise + delivery emulsion CAS	9 meq/kg oil	
					MAYO_DATEM Mayonnaise + delivery emulsion DATEM	5,5 meq/kg oil	

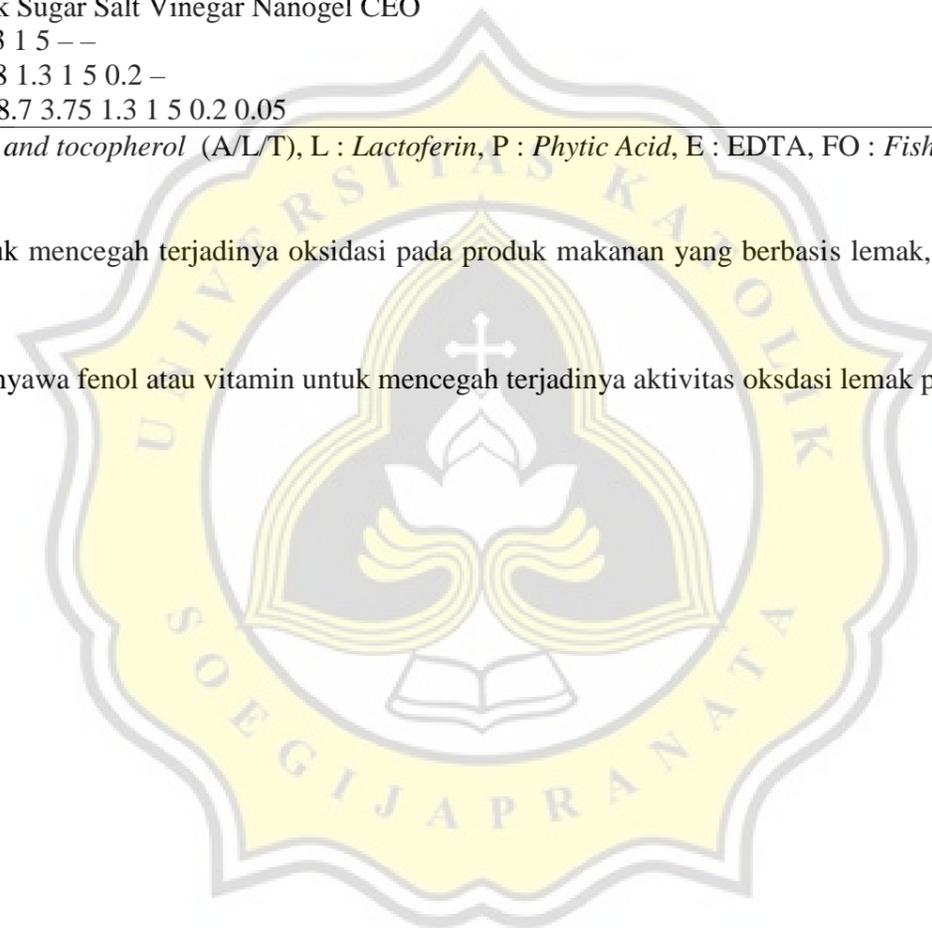
No	Minyak Ikan	Persentase Penambahan	Minyak Utama	Persentase Penambahan	Bahan lain	Parameter tingkat oksidasi	Pustaka
					MAYO_DATEM_C12 <i>Mayonnaise</i> + delivery emulsion DATEM C12	5,5 meq/kg oil	
					MAYO_DATEM_C14 <i>Mayonnaise</i> + delivery emulsion DATEM C14	5,5 meq/kg oil	
					MAYO_DATEM_CA <i>Mayonnaise</i> + delivery emulsion DATEM_CA	3 meq/kg oil	
18	Cod liver oil	6,30%	Soybean	56,70%		0,9 meq peroxides/kg oil	Sørensen. <i>et al.</i> 2010.
19	Cod liver oil	2.50%	Rapeseed oil	37.50%		11,5 meq/kg oil	Hermund, <i>et al.</i> 2019.
20	Cod liver oil	16%	Rapeseed oil	64%		5.6 meq/kg	Heinrich M.T. <i>et al.</i> 2004.
21	Cod liver oil	10%wt	Rapeseed oil	15%wt		9 meq/kg oil (Room temperature) 3 meq/kg oil (5C)	Let. <i>et al.</i> 2007.
22	Cod liver oil	16%	vegetal oil	64%		124 mmolhydrop/kglip	Iglesias. <i>et al.</i> 2007.
					antioxidant in final product in phase added none		
					AP low 5 50 in fish oil	14,5 meq/kg	
					AP high 30 300 in fish oil	12 meq/kg	
					ç-toc low 22 220 in fish oil	8 meq/kg	
					ç-toc high 88 880 in fish oil	8.5 meq/kg	
23					EDTA low 10 14.8 in aqueous phase	9 meq/kg	Let. <i>et al.</i> ..2007.
					EDTA high 50 73.9 in aqueous phase	3.8 meq/kg	
					EDTA + ç-toc low 22 + 10	3.8 meq/kg	
					EDTA + ç-toc high 88 + 50	4.5 meq/kg	
					all low 5 + 22 + 10	4 meq/kg	
					all high 30 + 88 + 50	0.8 meq/kg	
					Control	0 meq/kg	
					cashew leaf extract 100 mg/kg	120 mg cumeme hydroperoxide/ kg	
24	Seabass	7.80%	Soybean	60.25%	cashew leaf extract 200 mg/kg	95 mg cumeme hydroperoxide/ kg	Chotphruethipong.L & Benjakul.S. 2018.
					Butylated hydroxytolulene 100 mg/kg	75 mg cumeme hydroperoxide/ kg	
					Butylated hydroxytolulene 200 mg/kg	75 mg cumeme hydroperoxide/ kg	
						65 mg cumeme hydroperoxide/ kg	
					Nilai b * (kekuningan) untuk semua sampel mayones menurun, mungkin karena oksidasi pigmen, terutama karotenoid. Di sisi lain, peningkatan nilai a * (kemerahan) yang masuk akal dikaitkan dengan produk oksidasi lipid yang dihasilkan selama penyimpanan, yang mungkin berfungsi sebagai sumber senyawa karbonil untuk kecoklatan non-enzimatik. Ini mengarah pada perkembangan warna yang lebih coklat. Kehadiran produk oksidasi sekunder (misalnya, aldehida) telah diusulkan sebagai indeks kecoklatan.		
25	Seabass	5-8%	VCO	85-95%			Patil.U & Benjakul.S. 2019.
26	Menhaden	70%				18 meq po/kg (2°C)	HSIEH & REGENSTEIN. 1991.
						10 meq po/kg (30°C)	
27	menhaden	70%			TBHQ 0,08	38 meq po/kg	Hsieh & Regenstein.1992
					control	31 meq po/kg	
					pH 4	140000 peak area	
28	salmon	25%	soybean		pH 2	130000 peak area	Takai. <i>et al.</i> 2003.
					pH 8	120000 peak area	

No	Minyak Ikan	Persentase Penambahan	Minyak Utama	Persentase Penambahan	Bahan lain	Parameter tingkat oksidasi	Pustaka
29	herring				pH 6	110000 peak area	
30		16%	Rapeseed oil	64%	control 50 ug/g EDTA 75 ug/g EDTA 125 ug/g EDTA 200 ug/g EDTA	4 meq O2 * kg 2 meq O2 * kg 2.1 meq O2 * kg 2.4 meq O2 * kg 1,5 meq O2 * kg	Thomsen. <i>et al.</i> 2000.
31			sun flower	37.50%		14.5 meq O2/kg oil	Manglano.2020.
32					SFO FO Water Egg yolk Sugar Salt Vinegar Nanogel CEO Control 44 16 28.7 4 1.3 1 5 -- M:FO:N 44 16a 28.7 3.8 1.3 1 5 0.2 -- M:FO:N:CEO 44 16b 28.7 3.75 1.3 1 5 0.2 0.05	140 mmol/kg oil 20 mmol/kg oil 19 mmol/kg oil	Hosseini & Rajaei. 2020.

Keterangan : (A/L/T) : *antioxidant system ascorbic acid, lecithin and tocopherol* (A/L/T), L : *Lactoferrin*, P : *Phytic Acid*, E : EDTA, FO : *Fish Oil*, RO : *Rapeseed Oil*, SFO : *Sun Flower Oil*, *hydroperoxy triacylglycerols (TAGOOH) and cholesterol esters (CEOOH)*

Panoda Tr Datem adalah senyawa antioksidan yang digunakan untuk mencegah terjadinya oksidasi pada produk makanan yang berbasis lemak, DATEM merupakan kepanjangan dari *diacetyl tartaric acid esters of monoacyl- and diacylglycerols*).

Grindox adalah suatu senyawa antioksidan berasal dari campuran senyawa fenol atau vitamin untuk mencegah terjadinya aktivitas oksidasi lemak pada produk makanan berbasis minyak.

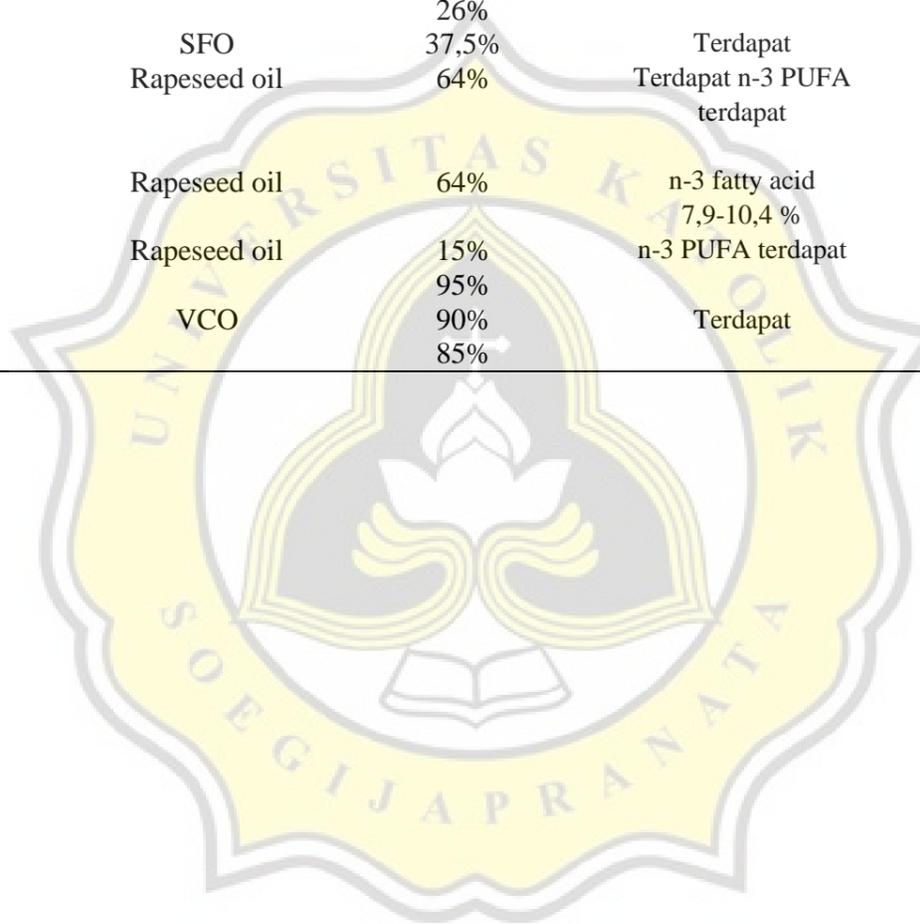


Tabel 12. Karakteristik Sensori dan Umur Simpan *Mayonnaise* Yang Diperkaya Dengan Berbagai Jenis Minyak Ikan

No	Minyak Ikan	Persentase Penambahan	Minyak utama	Persentase Penambahan	Umur simpan	Sensori	Pustaka
1	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	4 week	<i>fishy/train oil aroma and flavour (Afish, Ffish)</i>	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2000
2	<i>sand eel</i>	20%	<i>Rapeseed oil</i>	60%	2 week	<i>fishy odorants</i>	Hartvigsen. K. <i>et al.</i> 2000
3	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	2 week	<i>Fishy flavour</i>	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2000
4	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	2 week	<i>Fishy/train oil off-flavor</i>	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2001
5	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	2 week	<i>Fishy flavour</i>	Jacobsen. C & Timm. M. 2001
6	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	2 week	<i>Fishy flavour</i>	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2001.
7	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%		<i>fishy aroma and fishy flavor</i>	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 1999.
8	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	1 week	<i>Fishy</i>	Nielsen.N. <i>et al.</i> 2004.
9	<i>sand eel</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%		<i>fishy aroma and flavor</i>	Jacobsen.C. 1999.
10	<i>sand eel & Cod liver</i>				4 week	<i>Fishy</i>	Jacobsen.C. <i>et al.</i> 2008.
11	<i>Cod liver oil</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	6-12 day	<i>fishy flavour</i>	Alemán.M. <i>et al.</i> 2015.
12	<i>Cod liver oil</i>	15.37%	<i>Rapeseed oil</i>	61.48%		<i>Fishy</i>	Hermund.D. <i>et al.</i> 2015.
13	<i>Cod liver oil</i>	20%	<i>Rapeseed oil</i>	60%	14 day	<i>Fishy</i>	Miguela.G. <i>et al.</i> 2019.
14	<i>Cod liver oil</i>	4-14%	<i>Rapeseed oil</i>	36-40 %	14 day	<i>Fishy</i>	Sørensen. <i>et al.</i> 2010.
15	<i>Cod liver oil</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>		10-15 day	<i>Fishy</i>	Yesiltas, <i>et al.</i> 2021.
16	<i>Cod liver oil</i>	6.30%	<i>Soybean oil</i>	56.70%	1-2 week	<i>fishy flavor</i>	Sørensen. <i>et al.</i> 2010.
17	<i>Cod liver oil</i>	2.5%	<i>Rapeseed oil</i>	37.5%	14 day	<i>fishy flavor</i>	Hermund, <i>et al.</i> 2019.
18	<i>Cod liver oil</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	2 week	<i>Fishy</i>	Heinrich M.T. <i>et al.</i> 2004.
19	<i>Cod liver oil</i>	10% wt	<i>Rapeseed oil</i>	15% wt	22 day	<i>Fishy</i>	Let. <i>et al.</i> 2007.
20	<i>Cod liver oil</i>	16%			7-17 day	<i>Fishy</i>	Iglesias. <i>et al.</i> 2007.
21	<i>Cod liver oil</i>	10%	<i>Rapeseed oil</i>	15%	2 week	<i>Fishy</i>	Let. <i>et al.</i> 2007.
22	<i>Seabass oil</i>	7.8%	<i>Soybean oil</i>	60.25%	10-20 day	<i>Fishy</i>	Chotphruethipong.L & Benjakul.S. 2018
23	<i>Seabass oil</i>	5-8%	<i>VCO</i>	85-95%	4 week		Patil.U & Benjakul.S. 2019.
24	<i>Menhaden oil</i>	70%			2 week	<i>Fishy</i>	Hsieh & Regenstein. 1991.
25	<i>Menhaden oil</i>	70%			2 week	<i>Fishy</i>	Hsieh & Regenstein.1992
26	<i>Salmon oil</i>	25%	<i>Soybean oil</i>		2 week	<i>Fishy</i>	Takai. <i>et al.</i> 2003.
27	<i>Fish oil</i>	16%	<i>Rapeseed oil</i>	64%	2 week	<i>Fishy</i>	Thomsen. <i>et al.</i> 2000.
28	<i>Fish oil</i>		<i>sun flower oil</i>	37.5%	1-2 week	<i>Fishy</i>	Manglano.2020.
29	<i>Fish oil</i>	16%	<i>sun flower oil</i>	44%	4 week	<i>Fishy</i>	Hosseini & Rajaei. 2020.

Tabel 13. Karakteristik asam lemak EPA & DHA pada *mayonnaise* yang diperkaya dengan minyak ikan

No	Minyak Ikan	Persentase Penambahan	Minyak utama	Persentase Penambahan	EPA	DHA	Pustaka
1	Cod liver oil	16%	Rapeseed oil	64%	1.77–1.88 %	2.17–2.45%	Aleman, <i>et al.</i> 2015
2	Cod liver oil	15,37%	Rapeseed oil	61,48%	11.0 %	30.0 %	Hermund, <i>et al.</i> 2015
3		0%		40 %			
		4%		36%			
	Cod liver oil	10%	Rapeseed oil	30%	n-3 PUFAs 7.5%	n-6 PUFAs 14.2%	Sorensen, <i>et al.</i> 2010
		14%		26%			
		0%		40%			
		14%		26%			
4	Fish oil	2,5 %	SFO	37,5%	Terdapat	Terdapat	Rahmani mangalano 2020
5	Sand eel oil	16%	Rapeseed oil	64%	Terdapat n-3 PUFA		Jacobsen.C, <i>et al.</i> 2001
6	Menhaden oil	100%			terdapat	Terdapat	Jafar, <i>et al.</i> 1994
7		16%	Rapeseed oil	64%	n-3 fatty acid	(Terdapat)	Jacobsen.C, <i>et al.</i> 1999
8					7,9-10,4 %	7,8-10,8%	Jacobsen. C, <i>et al.</i> 2008
9	Cod liver oil	10%	Rapeseed oil	15%	n-3 PUFA terdapat		Let, <i>et al.</i> 2007
10	Sea bass oil	5%		95%			
		10%	VCO	90%	Terdapat	Terdapat	Patil& Benjakul, 2019
		15%		85%			



4.4. Mayonnaise Diperkaya dengan Minyak ikan

Penelitian ini dilakukan perlakuan terhadap berbagai jenis minyak ikan yang akan ditambahkan pada pembuatan *mayonnaise*. *Mayonnaise* adalah produk emulsi semi padat yang terbuat dari campuran berbagai macam bahan seperti minyak, asam/ cuka, garam, gula, *mustard* dan kuning telur. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *mayonnaise* adalah minyak nabati, dalam pembuatan memerlukan suatu bahan yaitu *emulsifier* untuk menyatukan antara air dengan minyak agar dapat bergabung menjadi satu. Kuning telur dalam pembuatan *mayonnaise* memiliki manfaat sebagai *emulsifier* sebab kuning telur mengandung lesitin yang memiliki sifat polar saat berikatan dengan air dan nonpolar saat berikatan dengan minyak maka dapat mengikat molekul air dengan minyak menjadi satu (Kartikasari, *et al.* 2019).

Minyak merupakan bahan yang utama yang digunakan pada pembuatan *mayonnaise*. Menurut standar SNI 01-4473-1998 dalam pembuatan *mayonnaise* harus mengandung minyak minimal 65 %. Pada pembuatan *mayonnaise* menggunakan minyak nabati yang memiliki manfaat sebagai media terdispersi yang akan menciptakan viskositas pada *mayonanaise* (Usman *et al.*, 2015). Saat pembuatan *mayonnaise* dapat ditambahkan minyak ikan agar produk *mayonnaise* dapat memiliki nutrisi yang lengkap, sebab dalam minyak ikan terkandung asam lemak omega 3 yang terdiri dari *EPA* dan *DHA* yang memiliki manfaat serta omega 6 atau *ARA*. Asam lemak omega 3 dan 6 memiliki peran untuk membantu dalam merangsang pertumbuhan otak, janin, indra penglihatan serta saraf (Hidayaturrahmah, *et al.* 2016).

4.4.1. Oksidasi Pada Mayonnaise

Oksidasi lemak merupakan masalah yang muncul pada produk *mayonnaise* yang telah disimpan karena terjadinya kerusakan lemak yang menimbulkan *off flavor* pada produk tersebut (Rizkyyani *et al.* 2020). Oksidasi lemak terjadi karena senyawa radikal bebas akan bereaksi dengan senyawa *PUFA* (*Polyunsaturated Fatty Acids*) yang akan menyebabkan produk yang berbasis lemak akan menimbulkan ketengikan serta perubahan rasa. Oksidasi lemak disebabkan oleh

berbagai faktor meliputi reaksi enzimatik dan proses hidrolisis pada lemak. Selain dapat merusak rasa dan *flavor*, reaksi oksidasi dapat mempengaruhi warna pada produk (Sari, *et al.* 2019). Oksidasi lemak sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti oksigen, cahaya dan temperatur (Aminah. 2010). Laju kecepatan oksidasi lemak dipengaruhi oleh jumlah oksigen, bilangan peroksida atau derajat ketidakjenuhan asam lemak. Oksidasi dimulai dengan pembentukan radikal bebas yang akan dipercepat dengan adanya cahaya, panas serta logam. Bilangan peroksida merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan pada produk berbasis lemak (Djuma & Agustina, 2014).

Untuk mencegah terjadinya proses oksidasi pada produk mayonnaise yang diperkaya dengan minyak ikan harus ditambahkan suatu senyawa yang dikenal dengan antioksidan. Mayonnaise yang diperkaya minyak ikan akan sangat cepat mengalami oksidasi lemak sebab minyak ikan terkandung asam lemak tak jenuh yang sangat mudah teroksidasi. Antioksidan adalah senyawa yang digunakan untuk menghambat proses oksidasi karena adanya radikal bebas pada produk makanan (Pramesti, 2013). Antioksidan memiliki peran dalam menangkap radikal bebas sebab gugus hidroksil yang terdapat dalam antioksidan dapat memberikan atom hidrogen yang dapat menstabilkan senyawa radikal bebas (Adawiah,*et al.* 2015). Selain itu antioksidan memiliki peran sebagai suatu senyawa yang dapat reduktor, pengkelat logam, penekan oksigen (Sumiwi, *et al.* 2011).

Off flavor atau ketengikan pada produk *mayonnaise* sangat dipengaruhi oleh suatu bakteri yaitu bakteri lipolitik. Bakteri lipolitik merupakan mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim lipase yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi minyak ataupun lemak (Chairunnisa, *et al.* 2019). Enzim lipase yang terdapat pada bakteri lipolitik mempunyai kemampuan untuk menghidrolisis asam lemak yang terdapat pada bagian interfase yang akan membentuk senyawa aldehida (Djarkasi, *et al.* 2017). Oksidasi pada *mayonnaise* sangat dipengaruhi oleh kandungan lemak pada minyak yang digunakan saat proses pembuatan. Jenis minyak juga akan mempengaruhi kecepatan produk makanan yang berbasis lemak mengalami oksidasi. Minyak ikan merupakan bahan pangan yang memiliki

kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi seperti asam *eikosa pentaenoat* (C20:5) dan asam *dokosa heptaenoat* (C22:6) (Hastarini, *et al.* 2012). Minyak yang terkandung asam lemak tak jenuh akan mengalami proses oksidasi yang cepat, karena bila asam lemak tak jenuh bercampur dengan oksigen maka ikatan pada asam lemak menjadi putus yang menyebabkan oksigen akan terikat yang bergabung menjadi salah satu bagian dengan asam lemak. Setelah itu reaksi akan berlanjut sehingga terbentuk senyawa aldehid yang akan mengakibatkan terciptanya bau tengik (Mamuaja, 2017). Pada penelitian ini menggunakan minyak nabati sebagai minyak utama yang tidak banyak terkandung di dalamnya asam lemak tak jenuh, namun penelitian ini juga ditambahkan minyak ikan yang sangat banyak terkandung di dalamnya asam lemak tak jenuh. Minyak ikan adalah produk makanan yang kaya akan kandungan lemak yang bermanfaat, sebab minyak ikan terkandung 25% asam lemak jenuh dan 75% asam lemak tak jenuh (Pandiangan, *et al.* 2020).

Kerusakan produk *mayonnaise* dapat diketahui juga dengan angka bilangan peroksida. Bilangan peroksida adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan pada produk berbasis lemak (Djuma & Agustina, 2014). Proses oksidasi terjadi dalam tiga tahap inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada tahap Inisiasi terjadi pelepasan atom hidrogen dari asam lemak yang akan terbentuk menjadi radikal bebas alkil, pada tahap inisiasi akan dikatalis oleh ion logam, cahaya atau panas. Kemudian pada tahap propagasi hasil pada tahap inisiasi yaitu radikal bebas alkil akan bereaksi dengan oksigen sehingga terbentuk radikal bebas peroksida yang selanjutnya akan bereaksi dengan hidrogen yang berasal dari pelepasan oleh asam lemak tak jenuh yang akan terbentuk senyawa baru yaitu hidroperoksida (ROOH) dan radikal bebas. (Utami & Orbayinah. 2013). Peroksida yang terbentuk pada produk pangan akan dapat menyebabkan terjadinya ketengikan. Menurut standar BPOM Nomor 34 Tahun 2019 batas maksimum yang ditetapkan bahwa nilai angka peroksida pada produk adalah 10 meq Q2/Kg. Pada tabel 11 dapat diketahui kandungan bilangan peroksida pada *mayonnaise* yang diperkaya minyak ikan tidak melebihi standar yang telah

ditetapkan, namun ada beberapa *mayonnaise* yang diperkaya dengan minyak ikan memiliki angka bilangan peroksida melebihi dari standar. Ini diketahui bahwa *mayonnaise* tersebut tidak ditambahkan antioksidan dalam proses pembuatnya. Semakin lama penyimpanan produk *mayonnaise* yang diperkaya minyak ikan angka bilangan peroksidanya akan semakin meningkat. Suhu penyimpanan juga akan berpengaruh dalam peningkatan bilangan peroksida dalam suhu rendah bilangan peroksida yang terbentuk akan lebih rendah dibandingkan dengan yang disimpan pada suhu ruangan (Khoirunnisa, *et al.* 2019). Dari hasil yang telah diperoleh antioksidan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi adalah Tocoferol dengan bilangan peroksida 0,10 meq/kg. Kemudian pH sangat mempengaruhi angka bilangan peroksida pH, diketahui bahwa pH yang rendah menghasilkan angka bilangan peroksida yang rendah sebab Oksidasi dalam produk *mayonnaise* juga sangat dipengaruhi oleh pH, sebab bakteri lipolitik yang menghasilkan enzim lipase dapat bekerja secara optimal dalam pH 7, pH yang rendah sangat membantu produk untuk mencegah kerusakan selama penyimpanan akibat terjadinya oksidasi lemak yang menyebabkan *mayonnaise* menjadi tengik (Krisnawan, *et al.* 2017).

4.4.2. Sensori & Umur simpan

Sensori adalah sifat yang terdapat pada produk pangan yang dapat diukur menggunakan indera manusia dengan cara dilihat, dicium, dicicip, diraba ataupun dapat didengar. Sensori merupakan suatu indikator yang digunakan untuk menentukan kualitas pada produk pangan yang kemudian dapat digunakan sebagai pengendali dalam memproses suatu produk pangan. Parameter yang digunakan dalam sensori yaitu ukuran, bentuk, warna, tekstur, rasa dan aroma (Rahayu & Nurosiyah. 2019).

Tabel 14. Parameter Sensori

Parameter	Keterangan
Sensori	
Warna	Warna kuning yang dapat terlihat dengan menggunakan indera penglihatan pada produk <i>mayonnaise</i>
Tekstur	Penampilan permukaan khas pada mayonaisse yang lembut dan kental
Aroma	Bau yang dapat tercium pada saat hidung mendekati produk <i>mayonnaise</i>
Rasa	Persepsi rasa yang diciptakan oleh <i>mayonnaise</i> sehingga memberikan sensasi rasa pada langit-langit mulut

Sumber : Kartikasari, *et al.* 2019

Indikator sensori (aroma dan rasa) pada *mayonnaise* sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan produk tersebut Seperti cuka, garam, dan gula. Minyak yang digunakan pada pembuatan *mayonnaise* juga akan mempengaruhi hasil akhir pada produk. *Mayonnaise* yang ditambahkan minyak ikan akan memperoleh *mayonnaise* dengan hasil aroma yang amis. Pada penelitian ini atribut sensori yang akan digunakan adalah aroma dan rasa yang dihasilkan pada *mayonnaise* yang telaah diperkaya dengan tambahan berbagai jenis minyak ikan. Aroma dan rasa pada *mayonnaise* sangat dipengaruhi oleh minyak yang digunakan pada proses pembuatannya, seperti *mayonnaise* yang dibuat dari minyak bunga matahari akan menghasilkan produk dengan dengan aroma dan rasa dominan minyak bunga matahari (Lioe, *et al.* 2018).

Pada tabel 12 Diketahui *mayonnaise* yang diperkaya berbagai jenis minyak ikan akan menghasilkan *mayonnaise* dengan rasa dan aroma yang amis, sebab minyak ikan memiliki karakteristik aroma dan rasa yang amis. Bau amis yang terbentuk disebabkan karena asam amino bebas yang terkandung dalam protein ikan serta amis ditimbulkan oleh asam lemak bebas yang terdapat pada lemak ikan. Kemudian amis yang terbentuk karena interaksi antara *trimetilamin oksida* dengan

ikatan rangkap yang berasal dari lemak tak jenuh yang akan menghasilkan *trimetilamin* (Hasanah, *et al.* 2017).

Umur simpan merupakan waktu yang digunakan suatu produk makanan selama kondisi penyimpanan tertentu agar dapat memenuhi tingkat degradasi mutu. Kerusakan yang terjadi produk pangan atau penurunan kualitas mutu disebabkan karena adanya kontak langsung dengan oksigen, kelembaban, cahaya, mikroorganisme dan bahan kimia. Faktor tersebut akan dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas pada produk pangan seperti oksidasi *lipid*, kerusakan senyawa protein dan vitamin, reaksi maillard dan perubahan bau (Herawati. 2008).

Produk berbasis minyak seperti *mayonnaise* akan rusak karena terjadinya proses oksidasi lemak yang terbentuk selama proses penyimpanan. Kerusakan ini disebabkan karena asam lemak tak jenuh tercampur dengan oksigen maka ikatan pada asam lemak menjadi putus yang menyebabkan oksigen akan terikat yang bergabung menjadi salah satu bagian dengan asam lemak. Setelah itu reaksi akan berlanjut sehingga terbentuk senyawa aldehid yang akan mengakibatkan terciptanya bau tengik pada *mayonnaise* (Mamuaja, 2017).

Pada tabel 12 diketahui *mayonnaise* yang diperkaya minyak ikan memiliki berbagai waktu umur simpan, ada *mayonnaise* yang memiliki umur simpan 1 minggu namun terdapat juga *mayonnaise* yang memiliki umur simpan sampai 1 bulan. Pada tabel diatas *mayonnaise* yang diperkaya minyak ikan memiliki waktu umur simpan rata-rata selama 14 hari atau 2 minggu. Perbedaan umur simpan *mayonnaise* yang diperkaya dengan minyak ikan ini dipengaruhi oleh senyawa antioksidan yang digunakan. Senyawa antioksidan memiliki mekanisme kerja sebagai pemberi molekul atom hidrogen serta memiliki kemampuan untuk dapat menghambat laju proses autooksidasi dengan cara memutus rantai autooksidasi yang kemudian akan mengubah radikal *lipid* yang stabil (Sinaga, *et al.* 2017). Hal ini yang menyebabkan produk *mayonnaise* menjadi lebih tahan lama.

Suhu penyimpanan produk *mayonnaise* yang diperkaya minyak ikan akan sangat mempengaruhi umur simpan pada produk tersebut. Suhu penyimpanan yang tinggi akan menyebabkan nilai bilangan peroksida akan meningkat, sebab bilangan peroksida merupakan salah satu indikator kerusakan produk akibat oksidasi lemak (Husain & Marzuki, 2021). Pada tabel 7 diketahui bahwa bilangan peroksida yang disimpan pada suhu yang lebih tinggi (Suhu ruangan atau 20°C) dibanding dengan disimpan pada suhu yang rendah. Nilai bilangan peroksida akan mempengaruhi aroma dan rasa pada produk *mayonnaise* yang diperkaya dengan minyak ikan yang dapat memunculkan aroma dan rasa tengik pada produk.

4.4.3. Asam Lemak EPA & DHA

Mayonnaise merupakan produk makanan yang termasuk dalam produk emulsi semi padat *oil in water* (o/w) yang diolah dengan tambahan bahan baku yang terdiri dari garam, cuka, gula dan bahan lainnya. *Mayonnaise* memiliki kandungan lemak atau minyak kurang lebih sebanyak 65 %. Produk ini asam lemak esensial yang lebih tinggi (O'Brien, 2004). Asam lemak esensial merupakan asam lemak yang memiliki rantai karbon panjang yang mempunyai manfaat yang baik untuk tubuh manusia. Asam lemak esensial adalah asam lemak yang penting namun tidak bisa disintesis sendiri oleh tubuh kita sehingga harus dipenuhi dengan cara mengkonsumsi yang banyak mengandung asam lemak esensial (Astriana, *et al.* 2013).

Asam lemak esensial merupakan asam lemak yang memiliki manfaat yang baik pada tubuh manusia dan sangat penting namun tubuh kita tidak dapat memproduksinya secara langsung. Asam lemak esensial terdiri dari *EPA*, *DHA*, *ARA*, *ALA*, *LA*, asam palmitoleat serta asam laurat (Maulana, *et al.* 2020). Minyak ikan adalah sumber lemak tak jenuh yang memiliki manfaat untuk menurunkan kadar kolesterol dalam tubuh (Sartika. 2008).

Asam lemak esensial yang terkandung dalam minyak ikan adalah omega 3 yang terdiri dari *EPA* (*Eicosapentaenoic acid*) dan *DHA* (*Docosahexaenoic acid*) yang memiliki peran yang sangat penting dalam kesehatan manusia. Omega 3 yang

terkandung dalam minyak ikan merupakan asam lemak esensial tidak jenuh yang sangat dibutuhkan (Suseno, *et al.* 2018). Asam lemak tak jenuh memiliki manfaat yang sangat baik dalam tubuh dibandingkan dengan asam lemak jenuh. Bila mengkonsumsi produk yang memiliki asam lemak jenuh yang tinggi akan dapat meningkatkan kolesterol dalam tubuh (Tuminah, 2009).

Mayonnaise yang diperkaya dengan minyak ikan akan terkandung senyawa asam lemak yang memiliki manfaat yang baik bagi kesehatan tubuh. Dari tabel 13 diketahui bahwa *mayonnaise* yang diperkaya dengan berbagai jenis minyak ikan terkandung *EPA* dan *DHA* yang keduanya adalah asam lemak omega 3.

Omega 3 memiliki peran yang sangat penting dalam pertumbuhan sistem biokimia, morfologi serta molekuler pada organ vital manusia yaitu otak dan organ yang lainnya. *EPA* dalam perkembangan janin sangat berperan dalam pembentukan jantung dan sel-sel pembuluh darah. *EPA* juga memiliki manfaat yang sangat penting untuk mengatur kesehatan darah sebab *EPA* dapat mengatur mekanisme kerja sirkulasi darah pada pembuluh darah. Kemudian *DHA* memiliki peran sebagai senyawa pembentuk suatu wadah *rhodopsin* yang merupakan unsur senyawa vital pada indera dan sebagai senyawa pengirim sinyal dari mata menuju otak. *DHA* juga memiliki peran sebagai nutrisi yang sangat penting dalam perkembangan saraf pada otak dan dapat membantu dalam pembentukan myelinisasi (jaringan lemak otak) serta melindungi interkoneksi syaraf otak yang mempengaruhi tumbuh kembang otak (Diana & Melva, 2012).