

**PERUBAHAN FISIKOKIMIA *FULL FAT MAYONNAISE* DENGAN
PENAMBAHAN SARI JAHE SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI
SELAMA PENYIMPANAN**

***PHYSICOCHEMICAL CHANGES OF FULL FAT MAYONNAISE WITH THE
ADDITION OF GINGER EXTRACT AS A NATURAL ANTIOXIDANT
DURING STORAGE***

Alief Rahmania Safitri¹, Dewiarum Sari², Muhammad Irvan Ali¹, Baluh Medyabrata Atmaja¹, Amelia Lulu Rosalin Hutabarat¹, Wenni Meika Lestari¹, Abdul Muta Ali¹, Rifqi Hidayatulloh^{1*}

¹Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut, Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70815

²Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Ternak, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Jawa Timur 68461

*E-mail korespondensi: rifqihidayatulloh@politala.ac.id

ABSTRAK

Mayonnaise adalah produk emulsi minyak dalam air yang rentan mengalami degradasi selama penyimpanan, seperti pemisahan fase, oksidasi lemak, dan perubahan warna. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan tiga jenis jahe berbeda (jahe merah, jahe gajah, dan jahe emprit) sebanyak 1,5% terhadap stabilitas fisikokimia mayonnaise full fat selama penyimpanan satu bulan. Parameter yang diamati meliputi kestabilan emulsi, warna (L^* , a^* , b^*), kadar air, kadar lemak dan pH pada penyimpanan hari ke- 0, 7, 14, 21, dan 28. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola tersarang dan analisis data dilakukan dengan ANOVA dilanjutkan Duncan Multiple Range Test. Hasil menunjukkan bahwa penambahan sari jahe merah secara signifikan meningkatkan kestabilan emulsi, mempertahankan kecerahan warna, memperlambat peningkatan kadar air, serta memperlambat penurunan kadar lemak. Penambahan sari jahe tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan pH. Aktivitas antioksidan dan antimikroba senyawa bioaktif dalam jahe merah berperan penting dalam menjaga kualitas mayonnaise selama penyimpanan. Penelitian ini membuktikan potensi jahe merah sebagai aditif alami untuk meningkatkan stabilitas fisikokimia mayonnaise selama 21 hari dalam penyimpanan suhu ruang.

Kata Kunci: Antioksidan, lama simpan, mayonnaise full fat, sari jahe

ABSTRACT

Mayonnaise is an oil-in-water emulsion product that is highly susceptible to degradation during storage, including phase separation, lipid oxidation, and discoloration. The objective of this study was to evaluate

the impact of incorporating three different types of ginger extracts (red ginger, elephant ginger, and emprit ginger) at a concentration of 1.5% on the physicochemical stability of full-fat mayonnaise over a month storage period. Parameters assessed included emulsion stability, color attributes (L, a, b), moisture content, fat content, and pH on days 0, 7, 14, 21, and 28. The study employed a nested Completely Randomized Design (CRD), and data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test. The results indicated that the addition of red ginger extract significantly improved emulsion stability, preserved color brightness, slowed the increase in moisture content, and mitigated the decline in fat content during storage. The addition of ginger extract exhibited no significant effect on pH variations. The antioxidant and antimicrobial activities of bioactive compounds in red ginger were instrumental in maintaining the quality of mayonnaise throughout storage. These findings highlight the potential of red ginger extract as a natural additive to enhance the physicochemical stability of full-fat mayonnaise for up to 21 days under ambient storage conditions.*

Keywords: Antioxidant, shelf life, full fat mayonnaise, ginger extract

PENDAHULUAN

Mayonnaise merupakan produk emulsi makanan yang banyak dikonsumsi secara global dan terdiri dari dua fase utama, yakni fase minyak dan air, yang distabilkan oleh emulsifier seperti kuning telur. Mayonnaise merupakan produk emulsi semi padat minyak dalam air (O/W) yang sebagian besar formulasinya menggunakan minyak nabati, vinegar, dan kuning telur sebagai emulsifier serta bahan opsional lain seperti bumbu lainnya (Evanuarini *et al.* 2016). Namun, kandungan lemak yang tinggi menjadikan mayonnaise sangat rentan terhadap proses degradasi, terutama selama penyimpanan yang meliputi pemisahan fase (destabilisasi emulsi), perubahan warna, serta oksidasi lemak.

Stabilitas fisikokimia mayonnaise selama penyimpanan dapat ditingkatkan dengan berbagai pendekatan, salah satunya dengan menambahkan bahan aditif alami yang memiliki sifat antioksidan dan antimikroba. Jahe merupakan salah satu rempah tradisional Indonesia yang kaya akan senyawa bioaktif, seperti gingerol, shogaol, zingeron, dan senyawa fenolik lainnya. Senyawa-senyawa ini

diketahui memiliki efek positif dalam menekan laju oksidasi lipid dan menstabilkan sistem emulsi.

Jahe merupakan tanaman yang mudah di dapatkan, mudah diterima, ditoleransi masyarakat dan biasa digunakan sebagai tanaman obat (Abdulrahman, *et al.* 2015). Varietas jahe di Indonesia diantaranya yaitu jahe gajah, jahe merah, dan jahe emprit. Masing-masing jenis jahe memiliki karakteristik morfologi dan kandungan kimia yang berbeda. Jahe merah diketahui memiliki kandungan gingerol dan shogaol yang paling tinggi, sehingga berpotensi memberikan efek antioksidan lebih kuat dibandingkan dua jenis lainnya (Santo Grace, *et al.* 2017). Jahe emprit memiliki aroma lebih tajam dan kandungan minyak atsiri lebih tinggi, sementara jahe gajah memiliki ukuran rimpang yang lebih besar namun kandungan senyawa bioaktifnya lebih rendah. Perbedaan karakteristik ini memungkinkan adanya variasi efektivitas dalam mempertahankan kualitas produk pangan ketika digunakan sebagai aditif fungsional.

Penggunaan jahe dalam formulasi mayonnaise berpotensi tidak hanya sebagai

pengawet alami, tetapi juga mempengaruhi karakteristik fisikokimia produk selama penyimpanan. Beberapa parameter penting untuk mengevaluasi kualitas mayonnaise selama penyimpanan antara lain kestabilan emulsi, warna (nilai L , a , dan b^*), pH, kadar air, dan kadar lemak. Kestabilan emulsi mencerminkan kemampuan sistem untuk mempertahankan dispersi minyak dalam air tanpa terjadi pemisahan fase, sementara nilai warna memberikan gambaran terhadap perubahan visual akibat oksidasi dan degradasi pigmen. Nilai pH, kadar air, dan kadar lemak merupakan indikator penting terhadap stabilitas kimia dan kesegaran produk selama penyimpanan.

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan tiga jenis jahe berbeda (jahe gajah, jahe merah, dan jahe emprit) dalam kadar 1,5% terhadap stabilitas fisikokimia mayonnaise *full fat* selama penyimpanan selama satu bulan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan produk mayonnaise yang lebih stabil dan aman dengan pemanfaatan aditif alami berbasis rempah lokal.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Laboratorium Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya serta Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian dilakukan selama periode Januari hingga Juli 2019.

Bahan utama yang digunakan adalah minyak nabati yang terbuat dari bunga

matahari (70%), kuning telur (15%), vinegar atau cuka apel (8%), garam (2%), gula (4%), lada bubuk (0,5%) dan mustard (0,5%). Bahan tambahan yang digunakan sebagai perlakuan adalah tiga jenis jahe (jahe gajah, jahe merah dan jahe emprit) sebanyak 1,5%. Pembuatan sari jahe mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Safitri, *et al.* (2019b) dengan cara jahe dicuci bersih, dikupas, dan dihaluskan menggunakan blender, lalu di peras menggunakan kain saring ukuran 200 mesh dan diambil sarinya. Sari jahe ditambahkan dalam kadar 1,5% dari total bobot mayonnaise.

Alat yang digunakan meliputi mixer, blender, timbangan digital, pH meter, spektrofotometer warna (*Chromameter*), oven pengering, Soxhlet extractor, dan alat ukur kestabilan emulsi.

Mayonnaise dibuat dengan metode emulsifikasi konvensional dan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Safitri, *et al* (2019a) yaitu mencampurkan bumbu-bumbu (gula, garam, mustard dan lada putih), lalu ditambahkan kuning telur dengan bahan cair lainnya yaitu vinegar, lalu ditambahkan minyak secara bertahap dan dikocok dengan kecepatan konstan hingga terbentuk emulsi yang stabil. Setelah emulsi terbentuk, masing-masing jenis jahe ditambahkan sebanyak 1,5% dan dicampur merata. Produk kemudian dikemas dalam wadah tertutup dan disimpan pada suhu ruang.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola tersarang, dengan faktor utama yaitu 3 jenis jahe (jahe gajah, jahe merah, jahe emprit) yang ditambahkan pada mayonnaise sebanyak 1,5% dan faktor tersarang di dalamnya yaitu lama penyimpanan (0, 7, 14, 21, dan 28 hari). Sampel diulang sebanyak 3 kali. Sampel mayonnaise disimpan dalam suhu ruang 25°C.

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) sesuai rancangan acak lengkap pola tersarang. Jika terdapat perbedaan yang nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik (SPSS).

Kestabilan emulsi diukur berdasarkan persen pemisahan fase setelah penyimpanan (*emulsion separation test*). Kestabilan emulsi diukur dengan cara menyimpan sampel sebanyak 10-50 mL (a) pada tabung sentrifuge, lalu di sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Fase yang terpisah dibuang dan yang mengendap ditimbang sebagai (b). lalu dihitung persentasenya. Persentase stabilitas emulsi dapat dilihat pada rumus berikut:

$$\text{Kestabilan emulsi (\%)} = \left(\frac{\text{volume total} - \text{volume fase yang terpisah}}{\text{volume total}} \right) \times 100$$

Warna Lab merupakan sistem CIE L*a*b* yang dikembangkan oleh komisi Internasional untuk pencahayaan (CIE) dengan menggunakan 3 dimensi warna. L* merupakan (lightness) kecerahan dengan skala 0 (hitam) hingga 100 (putih). Warna a* menunjukkan warna antara hijau (-) dan merah (+). Warna b* menunjukkan warna antara b* warna antara biru (-) dan kuning (+).

pH merupakan pengukuran keasaman dalam suatu produk pangan. Prinsip kerjanya yaitu ukuran keasaman atau kebasaan dalam suatu produk dinyatakan dalam skala 0-14. pH diukur menggunakan pH meter digital. Alat ini mengukur aktivitas ion hydrogen (H⁺) dalam larutan. pH<7 merupakan produk asam, pH dengan nilai 7 merupakan produk netral dan pH>7 merupakan produk basa.

Kadar air merupakan salah satu variable yang digunakan untuk mengukur kadar air dalam kandungan bahan pangan. Prinsipnya berdasarkan penguapan air dari sampel melalui pemanasan lalu mengukur selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan. Berat air yang hilang karena penguapan merupakan kadar air dalam bahan tersebut. Sampel ini diukur dengan metode oven pada suhu 105°C selama 6 jam hingga bobot menjadi konstan. Kadar air (%) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \left(\frac{a - b}{a - c} \right) \times 100$$

Keterangan :

a = berat cawan + sampel sebelum pengeringan (g)

b = berat cawan + sampel setelah pengeringan (g)

c = berat cawan kosong (g)

Kadar lemak diukur menggunakan metode ekstraksi Soxhlet dengan menggunakan pelarut organik N-heksana. Pelarut ini berguna untuk mengekstrak lemak dari sampel mayonnaise. Pelarut akan menguap, mengembun dan menetes berulang ke dalam sampel sehingga lemak larut dan terkumpul di labu alas bulat. Kadar lemak (%) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{kadar lemak (\%)} = \left(\frac{\text{berat lemak yang diekstraksi}}{\text{berat sampel awal}} \right) \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan mayonnaise perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) terhadap kestabilan emulsi. Hal ini disebabkan oleh kandungan kadar air, kadar protein dan kadar karbohidrat dalam setiap jahe berbeda. Mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah memiliki kadar air sari jahe yang

rendah sebesar 86,76%. Mayonnaise dengan penambahan jahe merah menunjukkan kestabilan emulsi tertinggi selama masa penyimpanan, ditunjukkan oleh persentase pemisahan fase yang paling rendah pada semua waktu pengamatan. Hal ini diduga

berkaitan dengan tingginya kandungan senyawa fenolik dan gingerol pada jahe merah yang memiliki kemampuan antioksidan dan antimikroba lebih baik dibandingkan jahe gajah dan jahe emprit.

Tabel 1. Efek Penambahan Sari Jahe berbeda terhadap Kestabilan Emulsi, Warna Lab, Kadar Air, Kadar Lemak dan pH

Perlakuan	Kestabilan Emulsi (%)	Warna			Kadar Air (%)	Kadar Lemak (%)	pH
		Warna L	Warna a	Warna b			
Mayonnaise A	88,04 ^a ± 0,21	58,42 ^a ± 0,26	12,43 ^c ± 0,14	33,77 ^c ± 0,26	13,97 ^a ± 0,50	75,61 ^{bc} ± 0,26	4,26 ^b ± 0,03
Mayonnaise B	92,14 ^c ± 0,21	63,01 ^e ± 0,12	11,77 ^a ± 0,09	21,95 ^a ± 0,05	15,07 ^c ± 0,13	74,46 ^a ± 0,16	3,70 ^a ± 0,12
Mayonnaise C	90,71 ^b ± 0,25	60,25 ^b ± 0,33	12,39 ^c ± 0,19	33,73 ^b ± 0,31	15,40 ^b ± 0,47	76,92 ^b ± 0,16	4,29 ^b ± 0,01
Mayonnaise D	92,08 ^c ± 0,31	62,07 ^d ± 0,24	12,09 ^b ± 0,07	32,75 ^b ± 0,17	15,06 ^b ± 0,21	77,70 ^{cd} ± 0,07	4,28 ^b ± 0,01

Keterangan: ^{a,b,c,d,e} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata; Mayonnaise A: Mayonnaise full fat (tanpa perlakuan); Mayonnaise B: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah 1,5% ; Mayonnaise C: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe gajah 1,5% Mayonnaise D: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe emprit 1,5%.

Mayonnaise dengan penambahan sari jahe emprit memiliki kandungan air yang lebih banyak, tetapi memiliki kandungan protein yang tinggi. Kadar air akan mempengaruhi kestabilan emulsi semakin rendah kandungan airnya maka fase air pada mayonnaise akan semakin rendah. Kadar karbohidrat yang berbeda pada mayonnaise perlakuan berpengaruh pada kestabilan emulsi. Kadar karbohidrat akan menyerap air sehingga semakin banyak kadar karbohidratnya, maka akan semakin tinggi kestabilan emulsinya. Kadar protein juga berpengaruh terhadap kestabilan emulsi mayonnaise. Hal ini disebabkan karena kadar protein memiliki suatu energi yang akan mempertahankan kestabilan emulsi mayonnaise.

Protein merupakan agen yang aktif pada permukaan karena memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan antara komponen hidrofilik dan hidrofobik dalam bahan pangan. Kandungan minyak dan air dalam mayonnaise akan mempengaruhi kestabilan emulsi mayonnaise. Kestabilan emulsi dipengaruhi beberapa faktor,

diantaranya adalah ukuran partikel, perbedaan densitas kedua fase, kondisi penyimpanan termasuk tinggi rendahnya suhu serta jumlah efektivitas pengemulsi emulsi.

Mayonnaise dengan penambahan sari jahe gajah memiliki kandungan protein dan karbohidrat tambahan dari sari jahe gajah dan sari jahe emprit yang akan membantu pembentukan emulsi pada mayonnaise. Tetapi mayonnaise dengan penambahan sari jahe gajah tidak memiliki kestabilan emulsi setinggi mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah dan mayonnaise dengan penambahan sari jahe emprit. Kestabilan emulsi dapat disimpulkan bahwa mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah 1,5% memiliki kestabilan emulsi terbaik diantara perlakuan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan mayonnaise perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna L*, warna a* dan warna b*. Hal ini disebabkan oleh Nilai L* (kecerahan) menunjukkan penurunan selama penyimpanan pada semua perlakuan, dengan

penurunan paling kecil terjadi pada perlakuan jahe merah. Nilai a^* (merah-kehijauan) cenderung meningkat, mengindikasikan peningkatan intensitas warna kemerahan yang mungkin disebabkan oleh reaksi maillard atau degradasi pigmen. Nilai b^* (kuning-kebiruan) mengalami penurunan, terutama pada mayonnaise dengan jahe gajah, yang memiliki potensi antioksidan paling rendah.

Stabilitas warna yang lebih baik pada perlakuan jahe merah kembali menunjukkan efek protektif senyawa bioaktif dalam mencegah oksidasi pigmen dan lemak. Perbedaan nilai warna antar jenis jahe menunjukkan bahwa komponen kimia dalam masing-masing varietas berperan dalam menjaga tampilan visual produk. Bahan tambahan alami ini tidak hanya meningkatkan sifat antioksidan, tetapi juga mempengaruhi warna, stabilitas, keasaman, dan atribut sensorik mayonnaise (Hamzah *et al.* 2019; Safitri, *et al.* 2019a). warna kuning pada produk keju akibat penambahan ekstrak jahe. Ekstrak jahe memiliki kandungan curcumin (Abd El-Aziz, *et al.* 2012).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan mayonnaise perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air. Kadar air mayonnaise menunjukkan sedikit peningkatan selama penyimpanan, yang kemungkinan disebabkan oleh pelepasan fase air dari sistem emulsi seiring terjadinya destabilisasi. Peningkatan kadar air paling tinggi terjadi pada perlakuan dengan jahe gajah, sedangkan pada jahe merah lebih rendah dan cenderung stabil. Hal ini sesuai dengan kestabilan emulsi yang lebih baik pada perlakuan jahe merah, sehingga pelepasan air terhambat.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan mayonnaise perlakuan

memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar lemak. Penurunan ini dapat diakibatkan oleh oksidasi lipid atau degradasi selama penyimpanan. Mayonnaise dengan jahe merah menunjukkan penurunan kadar lemak yang paling kecil, mendukung hipotesis bahwa aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dapat memperlambat proses oksidasi (Zhang *et al.*, 2020).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan mayonnaise perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap pH. Hal ini disebabkan oleh aktivitas enzimatik atau mikroba serta degradasi senyawa asam dalam sistem emulsi. Mayonnaise dengan jahe merah memiliki penurunan pH yang paling lambat, menandakan potensi antimikroba yang lebih kuat dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menghasilkan asam (Utami *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa perlakuan waktu simpan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kestabilan emulsi mayonnaise. Penurunan kestabilan emulsi ini berkaitan erat dengan proses fisikokimia yang terjadi selama penyimpanan, khususnya pada suhu ruang ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Emulsi yang stabil ditandai oleh kemampuan mempertahankan dispersi tetesan minyak dalam fase air tanpa terjadi koalesensi, pemisahan fase, atau perubahan viskositas yang abnormal.

Penurunan kestabilan emulsi seiring bertambahnya waktu simpan ditunjukkan oleh semakin tingginya tingkat pemisahan fase. Setiap perlakuan menunjukkan tren penurunan kestabilan, namun dengan derajat yang berbeda tergantung pada jenis jahe yang digunakan. Penambahan sari jahe sebagai bahan tambahan alami berpengaruh dalam memperlambat degradasi emulsi. Di antara

ketiga jenis jahe yang diuji, penambahan sari jahe merah menghasilkan kestabilan emulsi tertinggi. Hal ini ditunjukkan dengan

rendahnya pemisahan fase hingga hari ke-21 penyimpanan, dan baru mengalami penurunan signifikan pada hari ke-28.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Simpan terhadap Kestabilan Emulsi dan Warna Lab

Variabel	Perlakuan	Lama Simpan				
		0 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
Kestabilan Emulsi	Mayonnaise A	94,39 ± 0,41 ^e	91,35 ± 0,90 ^d	88,01 ± 0,87 ^c	84,52 ± 0,91 ^b	81,91 ± 0,78 ^a
	Mayonnaise B	95,87 ± 0,05 ^e	94,39 ± 0,49 ^d	92,09 ± 0,48 ^c	89,86 ± 0,62 ^b	88,48 ± 0,46 ^a
	Mayonnaise C	95,35 ± 0,36 ^d	94,50 ± 0,26 ^d	90,80 ± 0,79 ^c	87,71 ± 0,49 ^b	85,20 ± 0,15 ^a
	Mayonnaise D	95,50 ± 0,09 ^d	93,87 ± 0,31 ^c	91,99 ± 0,93 ^b	90,03 ± 0,47 ^a	89,01 ± 0,50 ^a
Warna L	Mayonnaise A	59,43 ± 0,23 ^b	59,17 ± 0,74 ^b	58,67 ± 0,75 ^b	58,53 ± 0,67 ^b	56,30 ± 0,26 ^a
	Mayonnaise B	60,97 ± 1,19	60,43 ± 0,91	60,30 ± 0,56	60,23 ± 1,39	59,30 ± 0,79
	Mayonnaise C	62,50 ± 0,95	62,17 ± 0,32	62,07 ± 0,47	62,03 ± 0,71	61,57 ± 0,55
	Mayonnaise D	61,40 ± 1,08	61,37 ± 0,76	61,03 ± 0,90	60,80 ± 0,36	60,73 ± 0,59
Warna a	Mayonnaise A	11,97 ± 0,47 ^a	12,30 ± 0,20 ^{ab}	12,40 ± 0,10 ^{ab}	12,47 ± 0,25 ^{ab}	13,00 ± 0,35 ^b
	Mayonnaise B	12,13 ± 0,06	12,20 ± 0,20	12,40 ± 0,26	12,50 ± 0,40	12,70 ± 0,56
	Mayonnaise C	12,03 ± 0,15	12,07 ± 0,15	12,07 ± 0,25	12,10 ± 0,26	12,20 ± 0,30
	Mayonnaise D	12,13 ± 0,15	12,20 ± 0,10	12,20 ± 0,10	12,23 ± 0,21	12,40 ± 0,20
Warna b	Mayonnaise A	35,13 ± 0,64 ^b	33,67 ± 0,84 ^a	33,63 ± 0,38 ^a	33,27 ± 0,29 ^a	33,17 ± 0,87 ^a
	Mayonnaise B	36,13 ± 0,21 ^c	34,03 ± 0,35 ^b	33,50 ± 0,80 ^{ab}	32,77 ± 0,67 ^a	32,20 ± 0,95 ^a
	Mayonnaise C	33,57 ± 0,50	32,63 ± 0,75	32,63 ± 0,75	32,57 ± 0,87	32,37 ± 0,95
	Mayonnaise D	34,23 ± 0,12 ^b	32,97 ± 0,67 ^{ab}	32,83 ± 0,45 ^{ab}	32,73 ± 0,81 ^{ab}	32,43 ± 0,40 ^a

Keterangan: ^{a,b,c,d,e} superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata; Mayonnaise A: Mayonnaise full fat (tanpa perlakuan); Mayonnaise B: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah 1,5%; Mayonnaise C: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe gajah 1,5%; Mayonnaise D: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe emprit 1,5%.

Sementara itu, pada perlakuan dengan sari jahe gajah, pemisahan fase sudah tampak sejak hari ke-14 dan terus meningkat secara tajam setelahnya. Perlakuan dengan sari jahe emprit menunjukkan kestabilan yang berada di antara kedua jenis jahe lainnya, dengan tren degradasi bertahap yang dimulai sejak hari ke-7 penyimpanan. Perbedaan ini diduga kuat berkaitan dengan kandungan air dalam masing-masing sari jahe. Semakin tinggi kadar air dalam sari jahe, semakin besar peluang terjadinya ketidakseimbangan fase dalam emulsi. Sari jahe merah memiliki kadar air terendah yaitu 86,76%, dibandingkan sari jahe emprit (92,50%) dan jahe gajah (92,90%).

Kandungan air yang tinggi akan meningkatkan volume fase air dalam mayonnaise, sehingga emulsifier seperti

kuning telur tidak mampu menstabilkan sistem emulsi dengan efektif. Hal ini sesuai dengan pendapat Hutapea, *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa air dalam produk emulsi berperan dalam menjaga keseimbangan antara proporsi protein dan lemak. Ketidakseimbangan ini dapat mengganggu integritas lapisan antarmuka antara fase minyak dan air, sehingga memicu pemisahan fase.

Selain itu, penurunan kestabilan emulsi juga dapat dikaitkan dengan proses oksidasi lipid yang berlangsung selama penyimpanan. Chaiyasit *et al.* (2007) menyatakan bahwa oksidasi asam lemak menghasilkan senyawa-senyawa polar akibat penambahan gugus oksigen, yang berdampak pada perubahan struktur fisik emulsi.

Senyawa-senyawa hasil oksidasi ini dapat mengganggu kestabilan antarmuka emulsi dan mempercepat terjadinya pemisahan fase.

Komponen lain yang berkontribusi terhadap kestabilan emulsi adalah kandungan minyak atsiri dalam sari jahe. Minyak atsiri diketahui memiliki senyawa bioaktif yang dapat memperkuat lapisan antarmuka emulsi. Namun demikian, kestabilan minyak atsiri juga dipengaruhi oleh pH, di mana sifatnya yang tidak stabil pada kondisi asam maupun basa dapat mempercepat kerusakan struktur emulsi. Ahmadi-Dastgerdi *et al.* (2019) dalam penelitiannya terhadap minyak atsiri *Achillea millefolium* melaporkan bahwa senyawa bioaktif dalam minyak atsiri dapat meningkatkan kestabilan emulsi melalui penguatan antarmuka tetesan minyak.

Kestabilan emulsi mayonnaise selama penyimpanan sangat dipengaruhi oleh kombinasi beberapa faktor, yaitu: (1) lamanya penyimpanan, (2) kandungan air dalam bahan tambahan, (3) proses oksidasi lemak, serta (4) keberadaan dan kestabilan senyawa bioaktif seperti minyak atsiri. Penambahan sari jahe merah terbukti paling efektif dalam mempertahankan kestabilan emulsi karena memiliki kadar air yang rendah dan kandungan senyawa aktif yang berperan dalam memperkuat struktur emulsi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu simpan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap Warna L, warna a dan warna b. Nilai warna juga dipengaruhi oleh interaksi antara jenis jahe dan waktu penyimpanan. Nilai warna L (kecerahan) menurun seiring waktu pada semua jenis jahe, tetapi penurunan paling lambat terjadi pada jahe merah, jahe emprit dan paling cepat pada mayonnaise full fat dengan penambahan sari jahe gajah. Nilai a (kemerahan) meningkat signifikan pada

mayonnaise dengan jahe merah menunjukkan stabilisasi warna oleh pigmen alami seperti antosianin atau flavonoid. Nilai b (kekuningan) menurun secara bertahap, terutama pada mayonnaise dengan penambahan sari jahe gajah, akibat degradasi pigmen dan reaksi oksidasi lemak. Selama penyimpanan warnanya semakin menurun, hal ini disebabkan karena kemungkinan bagian permukaan mayonnaise yang mengalami kekeringan atau oksidasi lemak akibat enzimatis browning (Anandh dan Lakshmanan, 2014).

Menurut (Susihono, 2011) menyatakan bahwa sifat-sifat minyak jahe yaitu mudah menguap, berwarna kehijau-hijauan sampai kekuning-kuningan, umumnya berwarna kuning muda berupa cairan agak kental, bau khas dan tahan lama, stabil dalam alkali lemah tetapi tidak stabil dalam asam dan basa yang pekat. Selain itu, mayonnaise dengan penambahan ekstrak cengkeh lebih berwarna kuning, sehingga dapat meningkatkan profil warna mayonnaise antara 80-103, selama penyimpananpun tidak memberikan pengaruh yang nyata dan tetap stabil selama 6 bulan penyimpanan (Chaiyasit *et al.* 2007).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu simpan yang berbeda memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar air. Kadar air cenderung meningkat selama penyimpanan, menandakan pelepasan fase air akibat destabilisasi emulsi. Namun peningkatan kadar air pada mayonnaise dengan jahe merah, jahe emprit dan jahe gajah tidak signifikan. Hal ini membuktikan bahwa efek waktu penyimpanan terhadap kadar air tergantung pada jenis jahe. Jenis jahe yang sangat banyak kadar airnya dan yang kadar karbohidratnya lebih sedikit, mempengaruhi kadar airnya. Sari jahe yang diekstraksi dalam

bentuk cair secara alami mengandung air dalam jumlah yang tinggi (sekitar 85-90%) tergantung pada jenis dan umur panen jahe.

Mayonnaise dengan penambahan jahe merah cenderung memiliki kadar air yang lebih stabil selama penyimpanan dibandingkan dengan jahe gajah dan jahe emprit. Hal ini disebabkan oleh kandungan fenolik dan flavonoid yang lebih tinggi pada

jahe merah (Wahid, *et al.* 2023) yang bersifat higroskopis dan mampu membentuk interaksi ikatan hydrogen dengan molekul air, sehingga mengurangi migrasi air bebas dalam emulsi. Secara pengujian kadar air pada mayonnaise full fat ini, mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah memiliki kadar air yang lebih stabil dibandingkan dengan mayonnaise dengan penambahan sari jahe lainnya.

Tabel 3. Pengaruh Waktu Simpan terhadap Kadar Air, Kadar Lemak dan pH

Variabel	Perlakuan	Lama Simpan				
		0 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
Kadar Air	Mayonnaise A	13,66 ± 0,44	13,86 ± 1,57	14,00 ± 0,60	14,11 ± 0,34	14,22 ± 0,98
	Mayonnaise B	14,44 ± 0,31	14,64 ± 1,12	15,18 ± 1,36	15,42 ± 0,70	15,69 ± 0,34
	Mayonnaise C	15,11 ± 0,34	15,29 ± 0,39	15,37 ± 0,76	15,41 ± 0,37	15,80 ± 0,75
	Mayonnaise D	14,38 ± 1,44	11,01 ± 1,36	15,26 ± 0,88	15,29 ± 0,42	15,34 ± 1,08
Kadar Lemak	Mayonnaise A	73,35 ± 0,66 ^a	73,94 ± 0,13 ^a	75,43 ± 0,79 ^b	76,79 ± 0,66 ^c	78,55 ± 0,51 ^d
	Mayonnaise B	72,99 ± 0,47 ^a	73,97 ± 0,13 ^{ab}	74,40 ± 0,30 ^{bc}	75,33 ± 0,52 ^c	75,63 ± 0,46 ^c
	Mayonnaise C	76,11 ± 0,22 ^a	76,48 ± 0,38 ^{ab}	76,80 ± 0,28 ^{ab}	77,37 ± 0,35 ^{ab}	77,82 ± 0,38 ^b
	Mayonnaise D	76,99 ± 0,85 ^a	77,31 ± 0,92 ^{ab}	77,76 ± 0,80 ^{ab}	77,96 ± 0,80 ^{ab}	78,50 ± 0,74 ^b
pH	Mayonnaise A	4,28 ± 0,03	4,28 ± 0,01	4,26 ± 0,05	4,25 ± 0,08	4,24 ± 0,05
	Mayonnaise B	4,31 ± 0,03	4,30 ± 0,02	4,29 ± 0,03	4,28 ± 0,04	4,27 ± 0,05
	Mayonnaise C	4,31 ± 0,01	4,29 ± 0,03	4,28 ± 0,03	4,27 ± 0,03	4,25 ± 0,01
	Mayonnaise D	4,32 ± 0,01	4,30 ± 0,03	4,27 ± 0,01	4,26 ± 0,04	4,16 ± 0,12

Keterangan: ^{a,b,c,d,e} superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata; Mayonnaise A: Mayonnaise full fat (tanpa perlakuan); Mayonnaise B: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah 1,5%; Mayonnaise C: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe gajah 1,5% Mayonnaise D: Mayonnaise dengan penambahan sari jahe emprit 1,5%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa variasi waktu simpan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar lemak mayonnaise ($P < 0,01$). Penurunan kadar lemak ini terjadi secara umum pada semua perlakuan seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Hal ini sesuai dengan proses degradasi alami lemak yang dapat berlangsung melalui mekanisme oksidasi dan hidrolisis, menghasilkan senyawa-senyawa turunan seperti asam lemak bebas, aldehida, dan keton (Waraho *et al.*, 2011).

Penambahan sari jahe ke dalam mayonnaise terbukti mempengaruhi laju penurunan kadar lemak. Mayonnaise yang

tidak diberi sari jahe (kontrol) menunjukkan penurunan kadar lemak paling tajam selama masa simpan. Ketidakhadiran senyawa bioaktif dalam sampel kontrol menyebabkan tingginya kerentanan terhadap oksidasi lipid.

Sebaliknya, penambahan sari jahe dari berbagai varietas menunjukkan efek protektif yang bervariasi. Jahe merah menunjukkan penurunan kadar lemak yang paling kecil dan stabil selama penyimpanan. Jahe emprit juga memiliki efek perlindungan terhadap lemak, meskipun tidak sekuat jahe merah. Adapun penambahan sari jahe gajah menyebabkan penurunan kadar lemak yang cukup besar,

menunjukkan efektivitas protektif yang rendah terhadap oksidasi.

Perbedaan efektivitas antara varietas jahe berkaitan erat dengan kandungan senyawa bioaktif yang dikandungnya. Jahe merah diketahui memiliki kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan tertinggi di antara ketiga varietas, termasuk gingerol dan antosianin yang bersifat antioksidan kuat (Mahmudati *et al.*, 2020). Idris *et al.* (2019) juga melaporkan bahwa ekstrak jahe mengandung total fenolik sebesar 7,8 mg GAE/g dan flavonoid sebesar 15,4 mg QE/g, yang berperan penting dalam menghambat oksidasi lipid.

Mayonnaise dengan sari jahe emprit menunjukkan adanya peningkatan kadar lemak dalam beberapa titik penyimpanan, meskipun tidak signifikan. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan dinamika emulsi yang kompleks selama penyimpanan. Di sisi lain, jahe gajah, meskipun berukuran rimpang besar, diketahui memiliki kandungan senyawa fenolik yang lebih rendah sehingga daya protektifnya terhadap oksidasi juga rendah.

Mekanisme perlindungan lemak oleh senyawa aktif dari jahe melibatkan berbagai jalur biokimia. Senyawa fenolik seperti gingerol, shogaol, dan zingeron dapat menetralkan radikal bebas, menghambat reaksi peroksidasi lipid berantai, serta bertindak sebagai donor atom hidrogen (Shahidi dan Zhong, 2010). Selain itu, senyawa fenolik mampu meningkatkan stabilitas emulsi minyak-dalam-air dengan cara mengikat antarmuka minyak, yang memperlambat terjadinya degradasi struktur emulsi.

Mayonnaise merupakan produk pangan berbasis emulsi yang mengandung kadar lemak tinggi, berkisar antara 70–80% (Choonhahirun, 2008). Kadar lemak yang

tinggi tersebut membuat produk sangat rentan terhadap proses oksidasi, yang dapat menurunkan mutu sensoris dan menyebabkan ketengikan (Venkateshwarlu, 2014). Penambahan senyawa bioaktif dari bahan alami seperti jahe berpotensi menjadi solusi alami untuk meningkatkan umur simpan dan menjaga mutu mayonnaise selama penyimpanan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu simpan yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap pH mayonnaise. Nilai pH seluruh perlakuan, termasuk kontrol (tanpa penambahan sari jahe), tetap stabil dan berada dalam kisaran normal untuk produk mayonnaise, yakni antara 3,5 hingga 4,0 (Depree dan Savage, 2001). Stabilitas ini menunjukkan bahwa sistem emulsi mayonnaise memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap fluktuasi pH selama penyimpanan.

Mayonnaise merupakan sistem emulsi minyak dalam air yang distabilkan oleh kuning telur, dengan cuka sebagai sumber utama asam asetat. Keberadaan asam asetat memberikan kontribusi utama terhadap keasaman produk, sekaligus berperan sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, protein dan fosfolipid dari kuning telur membentuk sistem buffer alami yang efektif dalam menjaga keseimbangan pH (McClements, 2015). Oleh karena itu, meskipun terjadi penambahan sari jahe, stabilitas pH tetap terjaga karena daya buffer sistem yang kuat.

Senyawa bioaktif utama dalam jahe seperti gingerol, shogaol, dan zingeron bersifat netral atau hanya sedikit asam, dan lebih dikenal sebagai antioksidan daripada agen pengubah pH (Ghasemzadeh *et al.*, 2012). Dalam konsentrasi penambahan yang

moderat, senyawa-senyawa tersebut tidak memiliki kekuatan yang cukup untuk mengganggu keseimbangan ion hidrogen dalam sistem emulsi, sehingga tidak menimbulkan perubahan pH yang signifikan.

Temuan ini sejalan dengan laporan Flamminii *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa penambahan ekstrak daun zaitun ke dalam mayonnaise tidak menyebabkan perubahan pH yang signifikan selama penyimpanan. Hal ini mengindikasikan bahwa bahan tambahan alami seperti jahe cenderung berfungsi sebagai agen fungsional (antioksidan atau antimikroba), bukan sebagai agen pengubah sifat fisikokimia dasar produk.

Meskipun pengaruh statistik tidak signifikan secara keseluruhan, evaluasi mendalam menunjukkan adanya perbedaan pola penurunan pH antar jenis jahe. Mayonnaise dengan penambahan sari jahe merah menunjukkan pH yang relatif lebih stabil sepanjang penyimpanan. Hal ini diduga karena aktivitas antimikroba dari jahe merah yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme penghasil asam.

Sebaliknya, mayonnaise dengan penambahan jahe emprit menunjukkan penurunan pH yang cukup drastis pada hari ke-21 hingga hari ke-28 penyimpanan. Penurunan ini mengindikasikan kemungkinan adanya aktivitas mikroba yang lebih tinggi pada periode tersebut. Mayonnaise dengan penambahan jahe gajah juga menunjukkan tren penurunan pH, namun tidak secepat pada jahe emprit. Pola ini mengindikasikan bahwa efektivitas senyawa bioaktif dalam jahe terhadap kestabilan pH sangat tergantung pada jenis varietas yang digunakan.

Studi sebelumnya oleh Chatterjee dan Bhattacharjee (2015) menyebutkan bahwa pH mayonnaise selama penyimpanan berkisar antara 3,6–4,1. Sementara itu, penelitian oleh Kishk dan Elsheshetawy (2013) melaporkan bahwa penambahan tepung jahe pada mayonnaise menyebabkan perubahan pH dalam rentang 3,4–3,9, dan menurun secara bertahap hingga minggu ke-20 penyimpanan. Namun demikian, penambahan ekstrak jahe dalam produk keju yang disimpan selama 6 minggu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pH (Abd El-Aziz, *et al.* 2012), menunjukkan bahwa pengaruh jahe terhadap pH produk olahan pangan bersifat kontekstual, tergantung jenis matriks dan kondisinya.

Kestabilan pH selama penyimpanan mengindikasikan bahwa penambahan sari jahe dari berbagai varietas dapat diterapkan dalam formulasi mayonnaise tanpa mengganggu kestabilan sistem emulsi maupun aspek mikrobiologis produk. Dengan kata lain, sari jahe dapat digunakan sebagai aditif fungsional yang mendukung stabilitas produk, baik dari sisi kimia maupun mikrobiologi. Ketahanan sistem terhadap perubahan pH juga mendukung keamanan produk selama masa simpan, terutama dalam konteks industri makanan yang menekankan kestabilan mutu.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan sari jahe sebagai antioksidan sebanyak 1,5% pada produk mayonnaise full fat dapat bertahan hingga 21 hari penyimpanan dalam suhu ruang 25°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Aziz, Mahmoud, Sahar H.S. Mohamed, dan Faten L. Seleet. 2012. "Production and evaluation of soft cheese fortified with ginger extract as a functional dairy food." *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 62 (2): 77–83.
- Abdulrahman A, Taiwo AO, Felix MA. 2015. "Phytopharmaceutical Potential and Microscopic Analysis of Rhizomes of *Curcuma Longa* and *Zingiber Officinale* (Zingiberaceae)." *Annals Biology* 18 (2): 73–86.
- Ahmadi-Dastgerdi, Asiye, Hamid Ezzatpanah, Sedighe Asgary, Shahram Dokhani, Ebrahim Rahimi, dan Majid Gholami-Ahangaran. 2019. "Oxidative Stability of Mayonnaise Supplemented With Essential Oil of *Achillea Millefolium* Ssp *Millefolium* During Storage." *Food Science and Technology* 13 (1): 13–15.
- Anandh, M. Anna, dan V. Lakshmanan. 2014. "Storage stability of smoked buffalo rumen meat product treated with ginger extract." *Journal of Food Science and Technology* 51 (6): 1191–96..
- Chaiyasit, Wilailuk, Ryan J. Elias, D. Julian McClements, dan Eric A. Decker. 2007. "Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 47 (3): 299–317.
- Chatterjee, Dipan, dan Paramita Bhattacharjee. 2015. "Use of eugenol-lean clove extract as a flavoring agent and natural antioxidant in mayonnaise: product characterization and storage study." *Journal of Food Science and Technology* 52 (8): 4945–54.
- Choonhahirun, Anchan. 2008. "Influence of Added Water and Konjac Flour as Fat Replacer on Some Quality Characteristics of Celery Mayonnaise" 11 (3): 154–58.
- Depree, J. A., & Savage, G. P. (2001). Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology*, 12(5–6), 157–163.
- Evanuarini, Herly, Nurliyani, Indratiningsih, dan Pudji Hastuti. 2016. "Kestabilan Emulsi Dan Karakteristik Sensoris Low Fat Mayonnaise Dengan Menggunakan Kefir Sebagai Eemulsifier Replacer." *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 11 (2): 53–59.
- Flamminii, F., Di Mattia, C. D., Sacchetti, G., Neri, L., Mastrocola, D., & Pittia, P. (2020). Physical and sensory properties of mayonnaise enriched with encapsulated olive leaf phenolic extracts. *Foods*, 9(8), 997.
- Hamzah, Farida Hanum, Dewi Fortuna Ayu, Evy Rossi, Yossie Kharisma Dewi, dan Arya Dika Prima. 2019. "Karakteristik Fisiko-kimia dan sensori mayones dari minyak sawit merah dengan penambahan ekstrak jahe var. Rubrum." *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian* 28 (1): 18–29.
- Hutapea, Christian Aditya, Herla Rusmarilin, dan Mimi Nurminah. 2016. "The effect ratio of stabilizer and concentration of egg yolk on the quality of reduced." *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian* 4 (3): 304–11.
- Idris, N. A., Yasin, H. M., & Usman, A. (2019). Voltammetric and spectroscopic determination of polyphenols and antioxidants in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Heliyon*, 5(5), e01717.
- Kishk, Y. F.M., dan Hemat E. Elsheshetawy. 2013. "Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics." *Annals of Agricultural*

- Sciences 58 (2): 213–20.
- Mahmudati, N., Wahyono, P., & Djunaedi, D. (2020). Antioxidant activity and total phenolic content of three varieties of Ginger (*Zingiber officinale*) in decoction and infusion extraction method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2), 022028.
- Safitri, Alief Rahmania, Herly Evanuarini, dan Imam Thohari. 2019a. "The Effect of Ginger Extract on Emulsion Stability, Total Acidity and Sensory Evaluation of Full Fat Mayonnaise." *International Research Journal of Advanced Engineering and Science* 4 (4): 284–89.
- — —. 2019b. "The Potential of Local Ginger as Antioxidant on Full Fat Mayonnaise." *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 14 (2): 90–98.
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067.
- Santo Grace, U., M. Sankari, dan Gopi. 2017. "Antimicrobial activity of ethanolic extract of zingiber officinale – An in vitro study." *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 9 (9): 1417–19.
- Susihono, Wahyu. 2011. "Kualitas Rendemen Jahe Asal Indonesia sebagai Dasar Kelayakan Jual Ginger Oil pada Pasar Internasional." *Widyariset* 14 (3): 579–88.
- Triawati, N. W., Radiati, L. E., Thohari, I., & Manab, A. (2016). Microbiological and physicochemical properties of mayonnaise using biopolymer of whey protein-gelatin-chitosan during storage. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(7), 191–199.
- Wahid, R.A.H., Purwaningsih, O dan P.B. Pamungkas. 2023. Phytochemical Profiling and Antioxidant Activities of Red Ginger (*Zingiber officinale var. rubrum*) Cultivated Eco-Farming." *Tropical Journal of Natural Product Research* 7 (9): 3968-3973.
- Waraho, T., McClements, D. J., & Decker, E. A. (2011). Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. *Trends in Food Science & Technology*, 22(1), 3–13.
- Venkateshwarlu G, Jeya Kumari A. 2014. "Effect of Essential Oil and Aqueous Extract of Ginger (*Zingiber Officinale*) on Oxidative Stability of Fish oil-in-Water Emulsion." *Journal of Food Processing & Technology* 06 (01): 1–5.