

## EFEKTIVITAS MIKROEMULSI O/W DENGAN SURFAKTAN NON IONIK DALAM MENGHAMBAT FOTOOKSIDASI VITAMIN C PADA MODEL MINUMAN

Effectiveness of Oil-in-Water Microemulsions with Nonionic Surfactants in Inhibiting Photooxidation of Vitamin C in Beverage Model

Lutfi Suhendra<sup>1</sup>, Sri Raharjo<sup>2</sup>, Pudji Hastuti<sup>2</sup>, Chusnul Hidayat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80364

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1,

Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: lutfisuhendra@hotmail.com

### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah memperoleh efektivitas mikroemulsi *o/w* dengan surfaktan non ionik untuk meningkatkan stabilitas dan menghambat laju kerusakan vitamin C akibat fotooksidasi pada model minuman. Mikroemulsi *oil-in-water* (*o/w*) dibentuk dari campuran minyak–surfaktan (15:85 v/v) dengan perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5: 2,5 (% v/v) dengan kadar air 65%. Mikroemulsi *o/w* diuji stabilitas terhadap pH dan pengenceran dengan cara mengencerkan mikroemulsi dengan media air dan buffer sitrat (pH: 3,5; 4,5 dan aquades pH 6,5) dengan proporsi 1:1. 1:9 dan 1:99, selanjutnya mikroemulsi *o/w* yang telah dilakukan pengenceran dengan pH berbeda ini diuji stabilitasnya pada pemanasan 105 °C selama 5 jam dan stabilitas penyimpanan selama 8 minggu pada suhu ruang. Model minuman terdiri dari larutan vitamin C (450 mg/L), asam sitrat (1%) dan sukrosa (6%). Mikroemulsi *o/w* yang ditambahkan ke dalam model minuman adalah mikroemulsi diencerkan 50 kali dan 100 kali dengan aquades pH 6,5. Selanjutnya ditambahkan dengan/tanpa eritrosin sehingga masing-masing larutan mengandung eritrosin 5 ppm sebagai sensitiser. Sampel tersebut kemudian dipapar dengan lampu fluoresen dengan intensitas cahaya 2000 lux. Konsentrasi vitamin C diukur dengan metode *riboflavin-sensitized photodynamic UV spectrophotometry* tiap 2 jam. Mikroemulsi *o/w* stabil pada pH 3,5 sampai 6,5 dan pengenceran (1:1. 1:9 dan 1:99), pemanasan dan penyimpanan. Mikroemulsi *o/w* diencerkan 100 kali efektif meningkatkan stabilitas vitamin C, namun mikroemulsi *o/w* diencerkan 50 kali lebih efektif untuk menghambat laju kerusakan vitamin C akibat fotooksidasi pada model minuman.

**Kata kunci:** Mikroemulsi, vitamin C, fotooksidasi, surfaktan

### ABSTRACT

The objective of this study was to obtain the effectiveness of oil-in-water (*o/w*) microemulsion using nonionic surfactants to improve the stability and inhibit the deterioration rate of vitamin C in beverage model systems caused by photooxidation. O/W microemulsions were formulated with oil-surfactant ratio (15:85 v/v), with surfactant mixture consisting of Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5.5:2.5 (% v/v) and water content 65%. O/W microemulsions were subjected to stability towards pH and dilution. The dilution were done by dilute microemulsions with water and citrate buffer (pH: 3.5; 4.5 and water pH 6.5) with proportion 1:1, 1:9 and 1:99. The microemulsions were tested the stability on heating treatment at 105 °C for 5 hours and during storage for 8 weeks at room temperature. The beverage models were vitamin C solution (450 mg/L, citric acid (1%) and sucrose (6%). The *o/w* microemulsions added in the beverage models were microemulsion that had been diluted 50 and 100 times with water pH 6.5. The beverage model was added with 5 ppm erythrosin as sensitiser and without erythrosin as control. The models were exposed to fluorescent light with an intensity of 2000 lux. Vitamin C concentration was measured by the method of riboflavin-sensitized photodynamic UV spectrophotometry every 2 hours. The *o/w* microemulsion was stable at pH 3.5 to 6.5 and dilution (1:1, 1:9, and 1:99), heating and storage. The *o/w* microemulsions which were diluted 100 times effectively increased the stability of

vitamin C, but the o/w microemulsions diluted 50 times was more effective to inhibit the rate of destruction of vitamin C due to photooxidation in beverage model.

**Keywords:** Microemulsions, vitamin C, photooxidation, surfactant

## PENDAHULUAN

Mikroemulsi merupakan dispersi isotropik yang terdiri dari fase minyak dan fase air yang distabilkan oleh molekul surfaktan dan/atau ko-surfaktan pada lapisan antar muka (Lin dkk., 2009). Mikroemulsi merupakan sistem koloid yang digunakan sebagai sistem pembawa dan umumnya sangat menarik karena bahan-bahan yang digunakan aman untuk dikonsumsi dan pembuatannya cukup sederhana, seperti pencampuran dan homogenisasi (McClements, 2010). Mikroemulsi digunakan dalam campuran produk yang memerlukan transparansi atau tingkat kekeruhan rendah (McClements, 2011). Mikroemulsi telah diaplikasikan pada industri makanan, farmasi, nutrisi dan kosmetik karena transparansinya, mudah preparasinya dan mempunyai stabilitas lebih baik dibandingkan pada emulsi biasa (McClements dkk., 2007). Mikroemulsi menggunakan campuran ko-surfaktan seperti alkohol, tidak sesuai untuk diaplikasikan dalam makanan, karena alkohol rantai pendek atau medium dapat mengakibatkan toksis dan iritasi (Flanagan dan Singh 2006). Ko-surfaktan juga menyebabkan mikroemulsi menjadi rapuh sehingga partisi yang dilarutkan mampu keluar melalui ko-surfaktan pada daerah antar muka ke dalam fase air (Warisnoicharoen dkk., 2000). Surfaktan nonionik seperti gula ester, polyoxyethylene sorbitan ester (tween) dan polyoxyethylene eter telah digunakan secara luas di bidang farmasi yang mempunyai toksisitas dan iritasi relatif rendah (Flanagan dan Singh, 2006). Campuran surfaktan (tween, span, dan garam asam lemak) dan phospholipids (lecithin) telah banyak digunakan di industri makanan dalam sistem pangan (McClements, 2008).

Pembentukan mikroemulsi dengan stabilitas tinggi dalam sistem pangan sangat kompleks, yang dipengaruhi oleh fase minyak dan jenis surfaktan, suhu, pH dan pengenceran (Cho dkk., 2008; Cui dkk., 2009). Mikroemulsi o/w dipengaruhi oleh campuran kombinasi jenis surfaktan hidrofilik dan lipofilik, dan minyak. Keseimbangan hidrofilik lipofilik (HLB) adalah konsep yang mendasari metode semi empirik untuk memilih pengemulsi yang tepat atau kombinasi pengemulsi pada stabilitas emulsi (Hiemenz dan Rejogopalan, 1997).

*Virgin Coconut Oil (VCO)* kaya asam lemak rantai medium terutama asam laurat (46,89-48,03 %) (Marina dkk., 2009a) berpotensi sebagai fase minyak pada pembuatan

mikroemulsi o/w. VCO mempunyai aktivitas antioksidan (Marina dkk., 2009b; Seneviratne dkk., 2009), menurunkan *low density lipoprotein* (LDL) dan meningkatkan *high density lipoprotein* (HDL) (Nevin dan Rajamohan, 2004).

Vitamin C (asam askorbat) mudah terdegradasi akibat suhu, pH, konsentrasi oksigen, metal, dan cahaya (Jung dkk., 1995; Sansal dan Somer, 1997). Laju kerusakan vitamin C dipengaruhi oleh kelarutan oksigen dalam pelarut (Dhuique-Mayer dkk., 2007; Van Bree dkk., 2012). Vitamin C teroksidasi melalui reaksi reversibel menjadi asam L-dehidroasokorbat (Campos dkk., 2009; Marti dkk., 2009; Serpen dkk., 2007). Asam L-dehidroasokorbat mempunyai aktivitas lima kali lebih rendah dibanding asam askorbat (Nkhili dan Brat, 2011). Vitamin C kehilangan aktivitas biologinya jika asam dehidroasokorbat terhidrolisis oleh air menjadi asam 2,3-ketogulanik (Righetto dan Netto, 2006; Rojas dan Gerschenson, 2001). Kerusakan vitamin C dapat dihambat dengan menambahkan mikroemulsi dalam larutan. Mikroemulsi o/w menghambat kerusakan vitamin C lebih baik dibandingkan mikroemulsi w/o (Szymula dan Narkiewicz-Michałek, 2009).

Uraian tersebut menggambarkan bahwa vitamin C merupakan senyawa mudah rusak oleh suhu, pH, konsentrasi oksigen, metal, dan cahaya. Stabilitas mikroemulsi o/w menggunakan beberapa jenis surfaktan nonionik diharapkan dapat menghambat laju kerusakan dan meningkatkan stabilitas vitamin C. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh stabilitas mikroemulsi o/w nonionik untuk meningkatkan stabilitas dan menghambat laju kerusakan vitamin C akibat fotooksidasi pada model minuman.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Pewarna sintesis FD&C red No. 3 (erythrosine) komersial dari Yogyakarta, Span 80, Tween 20, Tween 80, Vitamin C, asam sitrat dan Na-sitrat dari Merck (Darmstadt, Germany), VCO diperoleh dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

### Preparasi Mikroemulsi

Mikroemulsi dibuat dari campuran surfaktan jenis surfaktan hidrofilik (Tween 20 dan Tween 80) dan lipofilik

(Span 80). Campuran dari minyak–surfaktan (15:85 v/v) dengan perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5: 2,5 (% v/v) ditambahkan air tetes demi tetes dan diaduk menggunakan pengaduk magnet pada suhu  $70 \pm 5^\circ\text{C}$  sampai kadar air 65%, sehingga larutan terlihat transparan.

### Pengujian Stabilitas Mikroemulsi

Stabilitas mikroemulsi terhadap pemanasan, perubahan pH dan penyimpanan dilakukan menurut metode yang dilaporkan oleh Cho dkk. (2008). Pengujian stabilitas terhadap pH dilakukan dengan mengencerkan mikroemulsi dengan media air dan buffer sitrat (pH: 3,5; 4,5 dan aquades pH 6,5) dengan proporsi 1:1. 1:9 dan 1:99, selanjutnya diuji mikroemulsi yang telah diencerkan ini diuji stabilitas terhadap pemanasan dengan memanaskan sampel mikroemulsi (15 ml) pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 5 jam dalam oven. Stabilitas terhadap penyimpanan dilakukan dengan mengencerkan mikroemulsi dengan media air dan buffer sitrat (pH: 3,5; 4,5 dan aquades pH 6,5) dengan proporsi 1:1. 1:9 dan 1:99, sampel sebanyak 30 mL dimasukkan ke dalam botol berukuran 50 mL yang dilengkapi dengan penutup karet yang terbungkus aluminium foil, selanjutnya sampel tersebut disimpan selama 8 minggu pada suhu ruang dan pengamatan dilakukan tiap 4 minggu. Mikroemulsi *o/w* disebut stabil bila kenampakan transparan, tidak terbentuk gel dan mempunyai indeks turbiditas kurang dari 1%. Indeks turbiditas mikroemulsi diukur dengan spektrometer UV/VIS pada panjang gelombang 502 nm dengan rumus: indeks turbiditas x panjang kuvet = 2,303 x absorbansi (Cho dkk., 2008).

### Pengaruh Mikroemulsi *O/W* terhadap Fotooksidasi Vitamin C pada Model Minuman

Model minuman adalah larutan yang tersusun dari vitamin C (450 mg/L), asam sitrat (1%) dan sukrosa (6%). Selanjutnya mikroemulsi *o/w* dan eritrosin ditambahkan sesuai dengan perlakuan ke dalam larutan untuk memperoleh pengaruhnya terhadap kerusakan vitamin C dengan cara mengukur laju kerusakan vitamin C dalam model minuman. Kontrol ada dua yaitu larutan model minuman tanpa diberi eritrosin dan larutan model minuman ditambah eritrosin 5 ppm. Mikroemulsi *o/w* yang ditambahkan ke dalam model minuman adalah larutan mikroemulsi diencerkan 50 kali dan 100 kali dengan aquades pH 6,5. Selanjutnya ditambahkan dengan/tanpa eritrosin sehingga masing-masing larutan mengandung eritrosin 5 ppm sebagai sensitiser. Sebanyak 15 mL sampel diambil dan dimasukkan ke dalam botol dengan/tanpa pembungkus aluminium foil berukuran 50 mL yang dilengkapi dengan penutup karet yang terbungkus aluminium

foil. Sampel tersebut kemudian diletakkan dan disimpan di dalam kotak pencahayaan yang telah dilengkapi lampu fluoresens dengan intensitas cahaya 2.000 lux (Lee dan Min, 1988). Konsentrasi vitamin C diukur dengan metode *riboflavin-sensitized photodynamic UV spectrophotometry* setiap interval 2 jam selama 8 jam (Jung dkk., 1995).

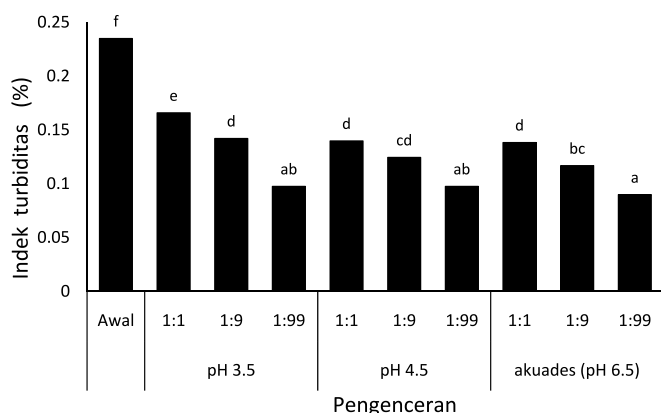
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Pengenceran dan pH terhadap Stabilitas Mikroemulsi *O/W*

Pengenceran mikroemulsi digunakan untuk mengetahui kemampuannya sebagai pembawa nutrisi atau obat-obatan adalah sangat penting. Mikroemulsi biasanya diaplikasikan dalam sistem tidak dalam bentuk mikroemulsi dan pH rendah, sehingga menyebabkan konsentrasi air meningkat. Konsentrasi air meningkat menyebabkan konsentrasi surfaktan menjadi rendah dan mikroemulsi menjadi rapuh dan dapat menyebabkan surfaktan yang membentuk misel terlepas ke dalam bentuk monomernya (Warisnoicharoen dkk., 2000; Flanagan dkk., 2006).

Stabilitas mikroemulsi *o/w* dari minyak–surfaktan (15:85 v/v), perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5: 2,5 (% v/v) dan kadar air 65% diencerkan dengan air (pH 6,5) dan buffer sitrat (pH 3,5 dan 4,5), perbandingan pengenceran masing-masing adalah 1:1, 1:9 dan 1:99. Konsentrasi surfaktan mikroemulsi *o/w* mula-mula adalah 29,75%. Mikroemulsi *o/w* diencerkan dengan pelarut pada perbandingan 1:1, 1:9 dan 1:99 sehingga konsentrasi surfaktan masing-masing menjadi 14,875; 2,975; dan 0,2975 %. Hasil pengenceran dengan variasi pH terhadap mikroemulsi *o/w* disajikan pada Gambar 1.

Mikroemulsi *o/w* yang diencerkan dengan variasi pH menyebabkan nilai indeks turbiditas menurun signifikan ( $P < 0,05$ ) dan mempunyai kestabilan tinggi yang ditandai dengan kenampakan transparan dan nilai indeks turbiditas kurang dari 1%. Konsentrasi surfaktan 0,2975 % pada pengenceran 100 kali masih di atas CMC (konsentrasi misel kritis), sehingga mikroemulsi tidak terdegradasi dan stabil. Derajat keasaman (pH) yaitu pada pH 3,5; 4,5; dan pH 6,5 tidak berpengaruh terhadap mikroemulsi *o/w*. Mikroemulsi *o/w* dibuat menggunakan surfaktan non ionik, sehingga bagian hidrofilik surfaktan tidak terdisosiasi oleh pengaruh pH. Hal ini kemungkinan yang menyebabkan mikroemulsi *o/w* tetap stabil terhadap perubahan pH. McClements dan Decker (2000) melaporkan bahwa emulsi yang distabilkan oleh surfaktan non ionik tidak mengalami perubahan muatan elektrik akibat perubahan pH.



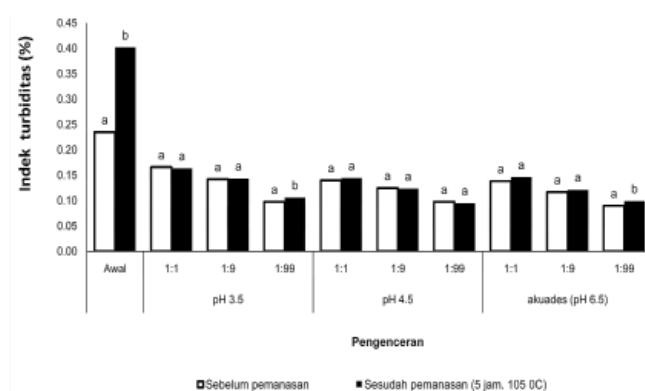
Gambar 1. Stabilitas mikroemulsi dari (minyak–surfaktan (15:85 v/v), perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5:2,5 (% v/v) dan kadar air 65%) terhadap pengenceran dan pH

Keterangan: Notasi sama berarti tidak beda nyata ( $P < 0,05$ )

### Pengaruh Pemanasan terhadap Stabilitas Mikroemulsi O/W

Mikroemulsi *o/w* ini setelah diinkubasi 24 jam selanjutnya dilakukan pengujian terhadap pemanasan selama 5 jam dengan suhu 105°C. Hasil pengujian disajikan pada Gambar 2. Mikroemulsi *o/w* yang telah diencerkan pada pH berbeda mempunyai stabilitas terhadap suhu tinggi yang ditunjukkan larutan tidak terpisah dan tetap transparan dengan indeks turbiditas kurang dari 1 %. Suhu tinggi tidak menyebabkan dehidrasi meningkat pada bagian hidrofil, sehingga molekul pengemulsi tetap stabil, hal ini ditunjukkan tidak banyak perubahan nilai indeks turbiditas pada mikroemulsi sebelum dan sesudah dipanaskan. Mikroemulsi yang tidak diencerkan, setelah dipanaskan mempunyai nilai indeks turbiditas meningkat lebih tajam dibandingkan mikroemulsi yang diencerkan. Hal ini kemungkinan disebabkan mikroemulsi tanpa pengenceran mempunyai kadar air jauh lebih kecil, sehingga sedikit kehilangan air pada proses pemanasan menyebabkan konsentrasi droplet meningkat. Akan tetapi, mikroemulsi *o/w* tanpa pengenceran tetap stabil yang ditunjukkan dengan tidak ada pemisahan, kenampakan transparan dan nilai indeks turbiditas kurang dari 1%.

Uji pemanasan terhadap mikroemulsi merupakan pengujian yang paling kritis. Hal ini disebabkan surfaktan pada suhu tinggi dapat menyebabkan larutan menjadi keruh yang disebut sebagai titik awan (*cloud*). Suhu tinggi menyebabkan dehidrasi meningkat pada bagian hidrofil, sehingga molekul pengemulsi teragregat. Agregat cukup besar mempunyai kemampuan memencarkan cahaya, sehingga menyebabkan



Gambar 2. Stabilitas mikroemulsi dari (minyak–surfaktan (15:85 v/v), perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5:2,5 (% v/v) dan kadar air 65%) terhadap pengenceran dan pH sebelum pemanasan dan setelah pemanasan 105°C selama 5 jam

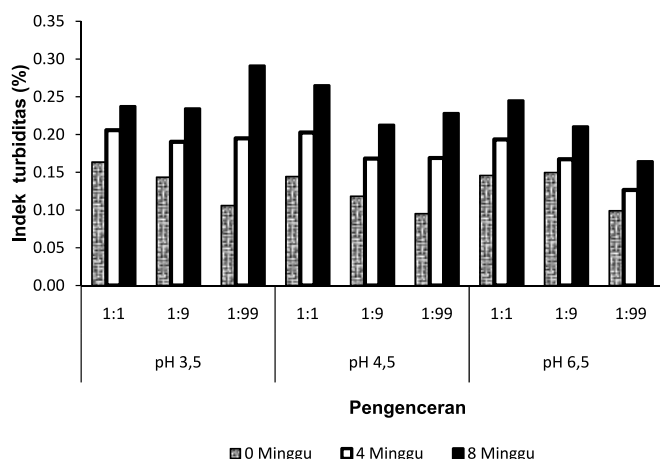
Keterangan: Notasi sama sebelum dan sesudah pemanasan berarti tidak beda nyata ( $P < 0,05$ )

larutan kelihatan menjadi keruh. Suhu di atas titik awan (*cloud*), menyebabkan agregat tumbuh menjadi besar dan mengendap yang dipengaruhi oleh gravitasi. Titik awan (*cloud*) semakin tinggi disebabkan meningkatnya hidrofobik pada molekul surfaktan. Peningkatan hidrofobik disebabkan bagian hidrokarbon meningkat panjangnya atau ukuran kelompok hidrofil menurun (Aveyard dkk., 1990).

### Stabilitas Mikroemulsi O/W selama Penyimpanan

Mikroemulsi *o/w* yang diaplikasikan dalam sistem makanan/minuman yang tidak berbentuk mikroemulsi, mengalami proses pemanasan dan pada pH rendah. Mikroemulsi *o/w* dari (minyak–surfaktan (15:85 v/v), perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5:2,5 (% v/v) dan 65 % mempunyai stabilitas yang baik terhadap pengenceran, pH dan pemanasan. Selanjutnya mikroemulsi *o/w* ini dilakukan pengujian stabilitasnya selama penyimpanan 8 minggu pada suhu ruang yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3.

Mikroemulsi *o/w* selama penyimpanan 8 minggu pada suhu ruang mengalami peningkatan indeks turbiditas. Mikroemulsi *o/w* selama penyimpanan menunjukkan kenampakan transparan, tidak terpisah dan nilai indeks turbiditas kurang dari 1%. Selanjutnya laju perubahan indeks turbiditas mikroemulsi *o/w* dihitung berdasarkan nilai slop dari regresi linier untuk memperoleh laju peningkatan indeks turbiditas dari masing-masing perlakuan yang ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 3. Stabilitas mikroemulsi *o/w* selama penyimpanan 8 minggu pada suhu ruang dari (minyak–surfaktan (15:85 v/v), perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5: 2,5 (% v/v) dan kadar air 65%) diencerkan dengan aquades (pH 6,5) dan buffer sitrat (pH 3,5 dan 4,5), perbandingan pengenceran masing-masing adalah 1:1, 1:9 dan 1:99 setelah pemanasan (105 °C, 5 jam)

Tabel 1. Laju indeks turbiditas mikroemulsi *o/w* selama penyimpanan 8 minggu pada suhu ruang dari (minyak–surfaktan (15:85 v/v), perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5: 2,5 (% v/v) dan kadar air 65%) diencerkan dengan air (pH 6,5) dan buffer sitrat (pH 3,5 dan 4,5), perbandingan pengenceran masing-masing adalah 1:1, 1:9 dan 1:99 setelah pemanasan (105°C, 5 jam).

pH	Pengenceran	Laju peningkatan indeks turbiditas (%/jam) selama penyimpanan 8 minggu (x 10 <sup>-5</sup> )
3,5	1:1	5,48 ± 0,79 abc
	1:9	6,74 ± 0,55 abcd
	1:99	13,8 ± 0,94 f
4,5	1:1	8,97 ± 1,2 de
	1:9	7,03 ± 0,95 bcd
	1:99	9,88 ± 0,55 e
Aquades (6,5)	1:1	7,37 ± 0,69 cd
	1:9	4,51 ± 0,1 a
	1:99	4,86 ± 0,77 ab

Keterangan: Notasi sama pada kolom sama berarti tidak beda nyata (P < 0,05)

Mikroemulsi *o/w* selama penyimpanan dipengaruhi oleh pengenceran dan pH (P<0,05). Mikroemulsi *o/w* cenderung lebih stabil pada pH 6,5 dibandingkan pada pH 4,5 dan 3,5 selama penyimpanan 8 minggu pada suhu ruang, hal ini ditunjukkan bahwa nilai laju indeks turbiditas pH 6,5 lebih rendah. Hasil ini mengindikasikan bahwa pH rendah dalam jangka panjang penyimpanan menyebabkan mikroemulsi

lebih cepat terjadi kerusakan. Mikroemulsi mengalami kerusakan kemungkinan disebabkan adanya prooksidan yang terlarut pada fase air, misalnya Fe. McClement s dan Decker (2000) melaporkan bahwa emulsi yang distabilkan oleh surfaktan non ionik mempunyai laju oksidasi lipid lebih cepat pada pH 3 dibandingkan pada pH 7. Oksidasi lipid disebabkan peranan Fe yang larut dalam air sebagai prooksidan dan Fe mempunyai kelarutan tinggi pada pH rendah. Lipid yang mengalami oksidasi di dalam misel ini kemungkinan menyebabkan misel menjadi rapuh dan tidak stabil. Namun mikroemulsi *o/w* selama penyimpanan 8 minggu pada suhu kamar menunjukkan kenampakan transparan dan tidak terpisah dengan nilai indeks turbiditas kurang dari 1%. Hal ini mengindikasikan bahwa mikroemulsi *o/w* ini menggunakan campuran surfaktan dengan nilai HLB berbeda mempunyai stabilitas yang baik disebabkan adanya partisi surfaktan pada bagian antar muka. Hal ini disebabkan nilai HLB rendah menempati bagian luar dan nilai HLB tinggi menempati bagian dalam sehingga bagian non polar dapat terlindungi dengan baik oleh bagian polar dari tiga surfaktan yang menutup rapat sisi luar dari misel. Sinergisme campuran surfaktan non ionik mempunyai pengaruh kuat terhadap mikroemulsi (Spernath dkk., 2002; Li dkk., 2000; Cho dkk., 2008).

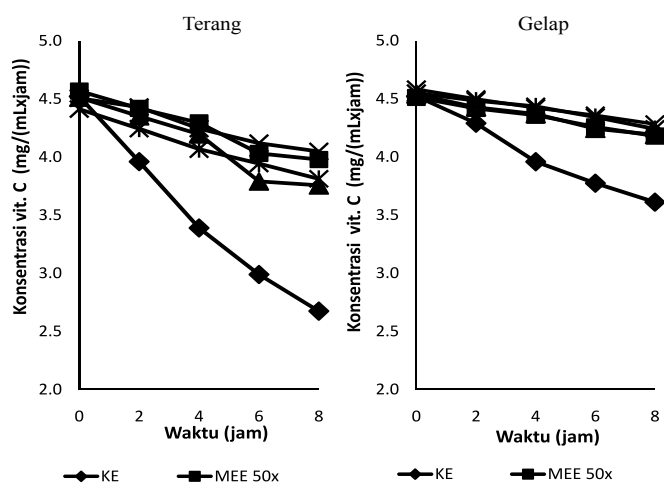
**Pengaruh Mikroemulsi *O/W* terhadap Fotooksidasi Vitamin C pada Model Minuman**

Pengaruh mikroemulsi *o/w* yang telah diencerkan 50x dan 100x dengan/tanpa eritrosin ditambahkan ke dalam model minuman dan dikenai cahaya 2000 lux selama 8 jam pada suhu kamar ditunjukkan pada Gambar 4. Mikroemulsi *o/w* yang telah diencerkan 50x dan 100x dengan/tanpa eritrosin ditambahkan ke dalam model minuman mampu dan efektif menghambat kerusakan vitamin C, baik pada kondisi terang dan kondisi gelap.

Laju kerusakan vitamin C dalam model minuman yang ditambahkan eritrosin (5ppm), selanjutnya ditambahkan mikroemulsi *o/w* baik pada pengenceran 50x dan pengenceran 100x menunjukkan perbedaan nyata (P < 0,05) dibandingkan kontrol pada kondisi terang maupun gelap (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa mikroemulsi *o/w* yang telah diencerkan 50x dan 100x dengan/tanpa eritrosin ditambahkan ke dalam model minuman mampu dan efektif menghambat kerusakan vitamin C dan menstabilkan vitamin C.

Larutan model minuman yang ditambahkan eritrosin 5 ppm, mikroemulsi *o/w* dan mikroemulsi fucoxanthin mempunyai laju kerusakan vitamin C pada kondisi terang 2 kali lebih besar dibandingkan laju kerusakan pada kondisi gelap. Hal ini mengindikasikan bahwa eritrosin 5 ppm pada kondisi terang mampu berperan sebagai sensitiser yang

menghasilkan oksigen singlet. Oksigen singlet menyebabkan kerusakan vitamin C jauh lebih besar dibandingkan oksigen triplet (Rawls dan Van Santen, 1970). Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa eritrosin mampu berperan sebagai sensitiser pada proses fotooksidasi minyak kedelai dalam pelarut aseton (Yang dkk., 2002). Pewarna makanan sintetik seperti eritrosin berperan sebagai sensitiser yang berpengaruh pada fotooksidasi produk daging dan metil linoleat yang mempengaruhi mutu produk olahan dan keamanan pangan (Pan dkk., 2005).



Gambar 4. Kerusakan vitamin C pada model minuman (mikroemulsi, vitamin C 450 mg/L, asam sitrat 1%, dan sukrosa 6%) dengan/ tanpa eritrosin 5 ppm dan dikenai cahaya flouresense 2000 lux selama 8 jam pada suhu ruang. K: kontrol; KE: kontrol + eritrosin 5 ppm; ME 50x: mikroemulsi pengenceran 50x; ME 100x: mikroemulsi pengenceran 100x; MEE 50x: ME 50x + eritrosin 5 ppm; dan MEE 100x: ME 100x + eritrosin 5 ppm

Tabel 2. Laju kerusakan vitamin C pada model minuman (mikroemulsi, vitamin C 450 mg/L, asam sitrat 1%, dan sukrosa 6%) dengan/ tanpa eritrosin 5 ppm dan dikenai cahaya flouresense 2000 lux selama 8 jam pada suhu ruang

Perlakuan	Laju kerusakan vitamin C (mg. mL <sup>-1</sup> . Jam <sup>-1</sup> )	
	Terang	Gelap
Kontrol + eritrosin 5 ppm	23,33±0,21 <sup>a</sup>	11,26±0,04 <sup>a</sup>
Kontrol	11,40±0,15 <sup>b</sup>	11,69±0,19 <sup>a</sup>
ME 100x + eritrosin 5ppm	10,36±0,24 <sup>c</sup>	4,40±0,15 <sup>b</sup>
ME 50x + eritrosin 5ppm	7,83±0,17 <sup>d</sup>	4,11±0,19 <sup>b</sup>
ME 100x	5,17±0,13 <sup>e</sup>	3,84±0,07 <sup>b</sup>
ME 50x	4,53±0,45 <sup>e</sup>	3,80±0,32 <sup>b</sup>

Keterangan: Notasi sama pada kolom sama berarti tidak beda nyata (P < 0,05)  
 ME 50: mikroemulsi *o/w* diencerkan 50x; ME 100x: mikroemulsi *o/w* diencerkan 100x

Mikroemulsi *o/w* dapat menstabilkan vitamin C kemungkinan disebabkan vitamin C larut pada daerah antar muka. Fernandez dan Fromherz (1977) melaporkan bahwa konstanta dielektrik surfaktan non ionik adalah sekitar 30-35. Misel non ionik mempunyai kapasitas kelarutan tinggi terhadap senyawa yang mempunyai kepolaran moderat dibandingkan pada fase air dan senyawa ini berada pada daerah hidrofilik dari misel. Vitamin C yang keberadaannya pada daerah antar muka lebih stabil dibandingkan pada daerah fase airnya. Vitamin C pada fase air menyebabkan vitamin C teroksidasi menjadi asam dehidroaskorbat, selanjutnya terhidrolisis oleh air menjadi asam 2,3 ketogulanik yang mengakibatkan vitamin C kehilangan aktivitas biologisnya. Vitamin C keberadaannya pada antar muka terjadi oksidasi menjadi asam dehidroaskorbat yang bersifat reversibel dan pada daerah antar muka tidak ada air, sehingga asam dehidroaskorbat tidak terhidrolisis dan sedikit mengalami kerusakan. Vitamin C keberadaannya pada daerah antar muka kemungkinan terjadi oksidasi pada jumlah lebih kecil, hal ini disebabkan kemungkinan pada daerah antar muka oksigen yang tersedia lebih kecil dibandingkan pada fase air, karena oksigen terhambat terdifusi ke daerah antar muka. Mekanisme ini kemungkinan yang menyebabkan vitamin C dapat distabilkan oleh mikroemulsi *o/w*. Mikroemulsi *o/w* konsentrasi rendah (pengenceran hingga 100 kali) efektif menstabilkan vitamin C selama tidak ada proses fotooksidasi.

Mikroemulsi *o/w* yang telah diencerkan 50x dan 100x yang ditambah eritrosin pada kondisi terang mampu menghambat laju kerusakan vitamin C. Mekanisme terbentuknya oksigen singlet melalui proses fotooksidasi diperlukan tiga komponen yaitu oksigen triplet, cahaya dan sensitiser. Oksigen triplet mempunyai kelarutan rendah di air, sehingga konsentrasi oksigen triplet di air rendah. Oksigen triplet yang mempunyai kelarutan rendah di air, kemungkinan terhambat untuk larut di daerah antar muka misel. Hal ini kemungkinan menyebabkan oksigen singlet yang dihasilkan pada daerah antar muka misel tidak sebanyak yang dihasilkan pada fase air. Oksigen singlet yang dihasilkan pada fase air lebih besar dibandingkan pada antar muka misel menyebabkan vitamin C pada model minuman yang tidak ditambahkan mikroemulsi mempunyai kerusakan lebih besar dibandingkan larutan model minuman yang ditambahkan mikroemulsi. Mikroemulsi *o/w* dengan konsentrasi tinggi akan meningkatkan kapasitas melarutkan vitamin C di daerah antar muka misel, sehingga laju kerusakan vitamin C lebih kecil dibandingkan mikroemulsi pada konsentrasi rendah pada proses fotooksidasi.

## KESIMPULAN

Stabilitas mikroemulsi *o/w* terbuat dari campuran minyak–surfaktan (15:85 v/v) dengan perbandingan surfaktan Tween 80:Span 80:Tween 20 = 92:5,5: 2,5 (% v/v) dengan kadar air 65% berhasil dengan baik untuk meningkatkan stabilitas dan menghambat laju kerusakan vitamin C akibat fotooksidasi pada model minuman hingga pengenceran 100 kali.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, melalui Penelitian Hibah Kompetensi tahun 2012.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aveyard, R., Binks, B.P., Clark, S. dan Fletcher P.D.I. (1990). Cloud points, solubilization and interfacial tensions in systems containing nonionic surfactants. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* **48**: 161.
- Campos, F.M., Ribeiro, S., Lucia, H. dan Stringheta, P.C. (2009). Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. *Quimica Nova* **32**: 87–91.
- Cho, Y.H., Kim, S., Bae, E.K., Mok, C.K. dan Park, J. (2008). Formulation of a cosurfactant-free *o/w* microemulsion using nonionic surfactant mixtures. *Journal of Food Science* **73**: 115-121.
- Cui, J., Yu, B., Zhao, Y., Zhu, W., Li, H., Lou, H. dan Zhai, G. (2009). Enhancement of oral absorption of curcumin by self-microemulsifying drug delivery systems. *International Journal of Pharmaceutical* **371**: 148-155.
- Dhuique-Mayer, C., Tbatou, M., Carail, M., Caris-Veyrat, C., Dornier, M. dan Amiot, M J. (2007). Thermal degradation of antioxidant micronutrients in citrus juice. kinetics and newly formed compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **55**: 4209–4216.
- Flanagan, J. dan Singh, H. (2006). Microemulsions: a potential delivery system for bioactive in food. *Journal of Critical Reviews on Food Science and Nutrition* **4**: 221–237.
- Flanagan, J., Kortegaard, K., Pinder, D.N., Rades, T. dan Singh H. (2006). Solubilization of soybean oil in microemulsions using various surfactants. *Food Hydrocolloid* **20**: 253–260.
- Fernandez, M.S. dan Fromherz, P. (1977). Lipoid pH indicator as probes of electrical potential and polarity in micelles. *Journal of Physical Chemistry* **81**: 1755:1761.
- Hiemenz, P.C. dan Rejogopalan, R. (1997). *Principles of Colloid and Surface Science*, 3<sup>rd</sup> ed., Dekker, New York.
- Jung, M.Y., Kim, S.K. dan Kim, S.Y. (1995). Riboflavin-sensitized photodynamic UV spectrometry for ascorbic acid assay in beverages. *Food Chemistry* **53**: 397-403.
- Lee, E.C. dan Min D.B. (1988). Quenching mechanism of  $\beta$ -carotene on the chlorophyll sensitized photooxidation of soybean oil. *Journal of Food Science* **53**:1894–1895.
- Li, T.L., King, J.M. dan Min, D.B. (2000). Quenching mechanisms and kinetics of carotenoids in riboflavin photosensitized singlet oxygen oxidation of vitamin D2. *Journal of Food Biochemistry* **24**: 477.
- Lin, C.C., Lin, H.Y., Chen, H.C., Yu, M.W. dan Lee, M.H. (2009). Stability and Characterisation of phospholipid-based curcumin-encapsulated microemulsions. *Food Chemistry* **116**: 923–928.
- Marina, A.M., Man, Y.B.C. dan Amin, I. (2009a). Virgin coconut oil: emerging functional food oil. *Journal of Food Science and Technology* **20**: 1-7.
- Marina, A.M., Che Man, Y.B., Nazimah, S.A.H. dan Amin, I. (2009b). Chemical properties of virgin coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **86**: 301-307.
- Marti, N., Mena, P., Canovas, J.A., Micol, V. dan Saura, D. (2009). Vitamin C and the role of citrus juices as functional food. *Natural Product Communications* **4**: 677–700.
- McClements, D.J. dan Decker, E.A. (2000). Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food system. *Journal of Food Science* **65**(8): 1270–1282.
- McClements, D.J., Decker, E.A. dan Weiss, J. (2007). Emulsion-based delivery systems for lipophilic bioactive components. *Journal of Food Science* **72**: 109-124.
- McClements, D.J. (2008). Lipid-Based Emulsions and Emulsifiers. *Dalam: Akoh, C.C dan Min, D.B. (ed.). Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*, hal 63-97. Marcel Dekker, New York.
- McClements, D.J. (2010). Emulsion design to improve the delivery of functional lipophilic components. *Annual Review of Food Science and Technology* **1**: 241-269.

- McClements, D.J. (2011). Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance. *Soft Matter* **7**: 2297-2316.
- Nevin, K.G. dan Rajamohan, T. (2004). Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vivo LDL oxidation. *Clinical Biochemistry* **37**: 830-835.
- Nkhili, E. dan Brat, P. (2011). Reexamination of the ORAC assay: effect of metal ions. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **400**: 1451–1458.
- Pan, X., Ushio, H. dan Ohsima, T. (2005). Effects of molecular configuration of food colorants on their efficacies as photosensitizers in lipid oxidation. *Food chemistry* **92**: 37-44.
- Rawls, H.R. dan Van Santen, P.J. (1970). A possible role for singlet oxygen in the initiation of fatty acid autooxidation. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **47**(4): 121–125.
- Righetto, A.M. dan Netto, F.M. (2006). Vitamin C stability in encapsulated green west indian cherry juice and in encapsulated synthetic ascorbic acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **86**: 1202–1208.
- Rojas, A.M. dan Gerschenson, L.N. (2001). Ascorbic acid destruction in aqueous model systems: an additional discussion. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **81**: 1433–1439.
- Sansal, U. dan Somer, G. (1997). The kinetics of photosensitized decomposition of ascorbic acid and the determination of hydrogen peroxide as a reaction product. *Food Chemistry* **59**: 81-86.
- Seneviratne, K.N., Hapuarachchi, C.D. dan Ekanayake, S. (2009). Comparison of the phenolic-dependent antioxidant properties of coconut oil extracted under cold and hot conditions. *Food Chemistry* **114**: 1444-1449.
- Serpen, A., Gökmen, V., Bahçeci, K.S. dan Acar, J. (2007). Reversible degradation kinetics of vitamin C in peas during frozen storage. *European Food Research and Technology* **224**: 749–753.
- Spernath, A., Yagmur, A., Aserin, A., Hoffman, R.E. dan Garti, N. (2002). food grade microemulsions base on nonionic emulsifiers: media to enhance lycopene solubilization. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **108**: 303-308.
- Szymula, M. dan J. Narkiewicz-Michałek. (2009). Ascorbic acid oxidation in SDS micellar systems. *Journal of Applied Electrochemistry* **39**: 5681-687.
- Van Bree, I., Baetens, J.M., Samapundo, S., Devlieghere, F., Laleman, R., Vandenkinderen, I., Nosedá, B., Xhaveri, R. dan De Baets, B. (2012). Modelling the degradation kinetics of vitamin C in fruit juice in relation to the initial headspace oxygen concentration. *Food Chemistry* **134**: 207-214.
- Warisnoicharoen, W., Lansley, A.B. dan Lawrence, M.J. (2000). Nonionic oil-in-water microemulsions: the effect of oil type on phase behavior. *International Journal of Pharmaceutical* **198**: 7–27.
- Yang, W.T., Lee, J.H. dan Min, D.B. (2002). Quenching mechanism and kinetics of  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene on the photosensitizing effect of synthetic food colorant FD and C Red No.3. *Journal of Food Science* **53**: 1863-1865.