

APLIKASI NANO-SIZE LIPID CARRIER (NLC) MINYAK BEKATUL (RBO) PADA MINUMAN SARI BUAH APEL DAN JERUK KOMERSIAL

Yunca Muhimatul Hasanah¹, Sri Raharjo^{1*}, Pranoto Y¹, Ningrum A¹

¹Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Korespondensi: sraharjo@ugm.ac.id

ABSTRACT

Background: Rice bran oil contains high amounts of bioactive component compounds. This compound has activity as a natural antioxidant, especially α , β , γ , δ tocopherol and tocotrienol, as well as oryzanol fraction. The properties of γ -oryzanol as a fat-soluble antioxidant become a limitation when applied to liquid food or beverages. Therefore, a carrier system is needed to support γ -oryzanol well dispersed in the beverage system. The lipid-based carrier system is divided into Solid Lipid Nanoparticles, Nanostructured Lipid Carrier and Nanoemulsion. In this study using NLC as a carrier system. such as high-pressure homogenization. Applications of nano-size lipid carriers (NLC) have been carried out on beverage model systems to study the utilization of NLC in simple beverage model systems and commercial beverage products.

Objectives: This study aims to determine the effect of nano-size lipid carrier (NLC) rice bran oil applied to commercial apple cider and orange juice beverage models

Methods: NLC produced with tween 80 as the lipid phase by 24%, then added aquabidest 70%, both mixtures as the aqueous phase. For the lipid phase using palm stearin and bran oil 6: 4. The mudian of the aqueous phase is 94% mixed with the lipid phase 6%. The best formula succeeded in making NLC bran oil that has nanoparticles. turbidity, zetapotency and pH are in accordance with the properties of NLC and can be applied to food products

Results : The addition of nanosized lipid carrier (NLC) rice bran oil in the model system for commercial apple cider and orange juice drinks had a significant effect ($p \leq 0.05$) on the sensory characteristics. The rate of decrease in ascorbic acid during storage for apple juice with the addition of rice bran oil NLC and control was 0.0178 ppm/week and 0.0179 ppm/week, respectively. For orange juice with the addition of rice bran oil NLC and control respectively 0.0348 mg/mL/week and 0.037 mg/mL/week. Photooxidation had a significant effect on testing models of apple juice and orange juice drinks with control treatment and the addition of rice bran oil NLC and stored in a lighting box for 2 hours, having the line equation $Y = -0.8394x + 2055.3$ ($R^2 = 0.9442$). The slope test results statistically show that under these conditions ascorbic acid degradation occurs at 0.84 ppm/minute. In the control apple cider and orange juice drink model system, the parameter a^* (redness) decreased by 75% during the first 30 minutes of photooxidation.

Conclusion: Sensory evaluation of commercial apple juice and orange juice drinks containing rice bran oil NLC resulted in colors that were not significantly different but significantly different in aroma, taste and overall parameters. In proving the photooxidation of apple juice and orange juice drinks containing NLC rice bran oil, there was a decrease in ascorbic acid and an increase in the a^* (redness) value.

Keywords : NLC, rice bran oil; sensory test; apple cider; orange juice

ABSTRAK

Latar belakang: Minyak bekatul padi mengandung senyawa komponen bioaktif dalam jumlah yang tinggi. Senyawa ini mempunyai aktivitas sebagai antioksidan alami, terutama α , β , γ , δ tokoferol dan tokotrienol, serta fraksi oryzanol. Sifat γ -oryzanol sebagai antioksidan larut lemak menjadi keterbatasan bila diaplikasikan pada bahan pangan cair atau minuman. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pembawa agar γ -oryzanol dapat terdispersi dengan baik dalam sistem minuman. Sistem pembawa berbasis lipid terbagi menjadi Solid Lipid Nanoparticles, Nanostructured Lipid Carrier dan nanoemulsi. Pada penelitian ini menggunakan nano-size lipid carrier (NLC) sebagai sistem pembawa. seperti homogenisasi tekanan tinggi. Aplikasi nano-size lipid carrier (NLC) telah dilakukan pada sistem model minuman untuk mempelajari pemanfaatan NLC pada sistem model minuman sederhana dan produk minuman komersial.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nano-size lipid carrier (NLC) minyak bekatul yang diaplikasikan pada model minuman sari apel dan sari jeruk komersial

Metode: Pembuatan NLC dengan tween 80 sebagai fase lipid sebesar 24% , kemudian ditambah aquabidest 70%, kedua campuran tersebut sebagai fase aqueous. Untuk fase lipidnya menggunakan palm stearin dan minyak bekatul 6 : 4, kemudian fase aqueous 94% dicampur dengan fase lipida 6%. Formula terbaik berhasil membuat NLC minyak bekatul yang memiliki nanopartikel. turbiditas, zetapotensial serta pH yang sesuai dengan sifat-sifat NLC dan bisa diaplikasikan pada produk pangan

Hasil: Penambahan nanosize lipid carrier (NLC) minyak bekatul dalam sistem model minuman sari apel dan sari jeruk komersial berpengaruh signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap karakteristik sensoris. Laju penurunan asam askorbat selama penyimpanan untuk sari apel dengan penambahan NLC minyak bekatul dan kontrol secara berurutan 0,0178 ppm/minggu dan 0,0179 ppm/minggu. Untuk sari jeruk dengan penambahan NLC minyak bekatul dan kontrol secara berurutan 0,0348 mg/mL/minggu dan 0,037 mg/mL/minggu. Fotooksidasi berpengaruh signifikan terhadap pengujian model minuman sari buah apel dan sari jeruk dengan perlakuan kontrol dan penambahan NLC minyak bekatul serta disimpan pada kotak pencahayaan selama 2 jam, memiliki persamaan garis $Y = -0,8394x + 2055,3$ ($R^2 = 0,9442$). Dari hasil pengujian slope secara statistik menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut terjadi degradasi asam askorbat pada 0,84 ppm/menit. Pada sistem model minuman sari buah apel dan sari jeruk kontrol terjadi penurunan parameter nilai a^* (redness) mencapai 75% selama fotooksidasi 30 menit pertama.

Simpulan: Evaluasi sensoris pada minuman sari apel dan sari jeruk komersial yang mengandung NLC minyak bekatul menghasilkan warna yang tidak berbeda nyata namun berbeda nyata pada parameter aroma, rasa, dan keseluruhan. Pada pembuktian fotooksidasi minuman sari apel dan sari jeruk yang mengandung NLC minyak bekatul terjadi penurunan asam askorbat, dan peningkatan nilai a^* (redness)

Kata Kunci : NLC; minyak bekatul; sensoris; sari apel; sari jeruk

PENDAHULUAN

Nano-size lipid carrier (NLC) merupakan pengembangan dari sistem pembawa mikroemulsi, nanoemulsi dan Solid lipid carrier (SLN), memiliki formulasi yang terdiri dari lipid padat, lipid cair dan surfaktan, dengan ukuran partikel lipid berkisar 100-200 nm, yang tersebar pada fase air yang mengandung surfaktan, berbentuk padat pada suhu kamar hingga suhu 40 oC. Dengan ukuran partikelnya yang sangat kecil NLC memiliki kemampuan dalam mempertahankan stabilitas fisikakimia dari bioaktif dan meningkatkan kemampuan entrapment, loading capacity dan rilis komponen bioaktif, mengurangi terjadinya degradasi, memiliki indeks kristalinitas rendah, serta meningkatkan bioavailabilitas komponen bioaktif. NLC memberikan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam memodulasi pelepasan dan meningkatkan jumlah penyerapan komponen bioaktif, serta menghindari kebocoran selama proses penyerapan. Hasil penelitian Fathi et al, menyatakan bahwa sistem SLN dan NLC mampu menekan aroma dan rasa yang tidak diinginkan pada produk minuman juga mampu menutupi sedikit rasa pahit pada produk.^{1,2}

Minyak bekatul padi (RBO) mengandung senyawa komponen bioaktif dalam jumlah yang tinggi. Senyawa ini mempunyai aktivitas sebagai antioksidan alami, terutama α , β , γ , δ tokoferol dan tokotrienol, serta fraksi orizanol^{3,4}. Tokoferol, γ -orizanol dan β -karoten merupakan golongan antioksidan non polar yang berfungsi menghambat proses peroksidasi lemak dan mencegah stres oksidatif. Sifat γ -orizanol sebagai antioksidan larut lemak menjadi keterbatasan bila diaplikasikan pada bahan pangan cair atau minuman. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pembawa agar γ -orizanol dapat terdispersi dengan baik dalam sistem minuman. Sistem pembawa berbasis lipid terbagi menjadi Solid Lipid Nanoparticles, Nano-size Lipid Carrier dan nanoemulsi. Pada penelitian ini

menggunakan NLC sebagai sistem pembawa. Surfaktan mampu secara spontan membentuk NLC dengan metode energi rendah, dan mampu dengan cepat menyerap ke tetesan permukaan dan mengurangi tegangan antarmuka pada metode energi tinggi (seperti homogenisasi tekanan tinggi)⁵.

Aplikasi nano-size lipid carrier (NLC) telah dilakukan pada sistem model minuman untuk mempelajari pemanfaatan NLC pada sistem model minuman sederhana dan produk minuman komersial. Sistem tersebut terdiri dari air, sukrosa, asam sitrat, vitamin C dan eritrosin sebagai sensitizer⁵. Pada penelitian ini NLC minyak bekatul (RBO) diaplikasikan pada sistem minuman yang lebih kompleks yaitu minuman sari apel dan sari jeruk komersial lalu diuji stabilitas penyimpanan, sensoris dan diberi perlakuan fotooksidasi sehingga menghasilkan oksigen singlet yang dapat mendegradasi asam askorbat. Melalui kedua sistem minuman tersebut, efektivitas NLC minyak bekatul dalam melindungi asam askorbat selama reaksi fotooksidasi dapat dievaluasi.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul dari penggilingan padi di Jawa Tengah (Sukoharjo), tween 80 (Merck, Jerman), palm sterain, indikator pati, asam askorbat (J.T. Baker, USA), indikator PP, NaOH, DPPH, sari apel (Buavita), dan sari jeruk (Minute maid pulpy orange).

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain hotplate magnetic stirrer (Velp scientifica, Itali), spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S, Thermoscientific, China), UAE Sonication-probe, pH meter (Hanna Instruments HI 2210, UK), vortex (Velp scientifica, Itali), zetasizer nano ZS (Malvern, UK), Ultra sentrifuse, pH meter, colorimeter portabel (CR 400, Minolta Co.), biuret,

refrigerator, kotak kayu berukuran 70x50x55 cm yang dilengkapi dengan 3 buah lampu (18 watt), lux meter (Trootec BF 06), seperangkat Gas Chromatography (GC 2010 Plus, Shimadzu, Jepang) yang dilengkapi dengan flame ionization detector, kolom RTX-Wax (30 m x 0,25 mm; 0,5 μ m), seperangkat High 61 Performance Liquid Chromatography (HPLC) (Shimadzu LC-20AD Prominence, Jepang) yang dilengkapi dengan kolom Lichrospher C18 dan Diode Array Detector (SPD-M20A), column oven (CTO-20A), degassing unit (DGU-20A 5R), dan autosampler (SIL-20A) serta program Lab Solutions 5.87 SPI dan peralatan gelas.

Metode Analisis

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk Pembuatan NLC minyak bekatul (RBO) dengan variasi waktu sonikasi (3, 6, 9, 12, dan 15 menit). Untuk stabilitas penyimpanan pada model minuman menggunakan variasi waktu penyimpanan (0, 1, 2, 3, dan 4 minggu), sedangkan untuk pengaruh fotooksidasi menggunakan variasi lama waktu fotooksidasi (0, 30, 60, 90, dan 120 menit).

Pembuatan NLC Minyak Bekatul (RBO)

Pembuatan NLC dengan tween 80 sebagai fase lipid sebesar 24% , kemudian ditambah aquabidest 70%, kedua campuran tersebut sebagai fase aqueous. Untuk fase lipidnya menggunakan palm stearin dan minyak bekatul 6 : 4. Kemudian fase aqueous 94% dicampur dengan fase lipida 6% di emulsifikasi pada 1400 rpm dengan suhu sistem 65°C, lalu disonikasi. Amplitudo sonikasi yang digunakan adalah 80% dengan memvariasikan waktu sonikasi. Kemudian diamati dengan 4 parameter yaitu turbiditas, pH, nanopartikel (nm) dan zeta potensial (mV). Menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dengan pengukuran sebanyak tiga kali ulangan, dan dinyatakan sebagai rerata dan standar deviasinya.

Analisis turbiditas

Turbiditas ditentukan dengan mengukur absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer Uv-vis pada 502 nm. Turbiditas dihitung dengan persamaan: turbiditas (%) x lebar kuvet (cm) = 2,303 x absorbansi .⁷

Analisis ukuran partikel, distribusi ukuran, dan analisis zeta potensial

Ukuran partikel, distribusi ukuran partikel, dan zeta potensial dianalisis menggunakan Microtrac ‘Nanotracer Wave II – Model MN42x’. Persiapan sampel dilakukan dengan cara mengencerkan 1 ml *nano-sized lipid carrier* (NLC) minyak bekatul dengan menambahkan 9 ml aquades. Agar pengenceran homogen dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer pada 600 rpm selama

5 menit. Sampel yang sudah siap kemudian diinjeksikan ke dalam sample – cell pada suhu 25 °C yang sudah dicuci menggunakan aseton. Analisis sampel dilakukan dengan 3 kali ulangan pada masing – masing parameter berdasarkan metode dengan modifikasi.⁷

Uji organoleptik sari apel dan sari jeruk yang mengandung nano-size lipid carrier (NLC) minyak bekatul (RBO)

Uji organoleptik yang digunakan adalah uji perbandingan pasangan (*difference pair comparison test*) sesuai dengan metode Linander et al.⁹. Panelis yang digunakan sebanyak 20 orang terdiri dari 13 perempuan dan 7 laki – laki dengan rentang usia 20 – 45 tahun. Panelis tersebut telah melewati tahap *screening* terlebih dahulu sebelum dinyatakan sebagai panelis tetap. Sampel disiapkan dengan cara menambahkan NLC ke dalam minuman sari apel dan sari jeruk komersial 4% kemudian dilakukan pencampuran sampai homogen.. Pengujian dilakukan dengan menyajikan dua set sampel yang pada masing – masing set nya terdiri dari sampel dalam minuman sari apel dan sari jeruk komersial – NLC dan kontrol dengan kode sampel yang berbeda. Parameter pertama yang diamati adalah parameter rasa, dilanjutkan dengan parameter aroma, dan yang terakhir adalah rasa dengan satu kali pencicipan saja. Sebelum pengujian panelis diperintahkan untuk berkumur terlebih dahulu lalu melakukan pengujian pada set pertama. Sebelum melakukan pengujian pada set kedua panelis dianjurkan untuk memakan crackers terlebih dahulu untuk menetralkan indra perasa. Apabila terdapat perbedaan pada parameter sampel yang diujikan maka diberi skor satu (1) sedangkan jika tidak ada perbedaan / sama diberi nilai nol (0). Data yang diperoleh kemudian dijumlahkan pada masing – masing parameter untuk mengetahui total panelis yang menyatakan sama dan berbeda. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan angka pada tabel probability difference test dengan tingkat kepercayaan 99%. Apabila jumlah panelis yang menyatakan berbeda lebih atau sama dengan angka yang ditunjukkan pada tabel *probability difference test* maka hasil perbandingannya berbeda sangat nyata. Sebaliknya, apabila jumlah panelis yang menyatakan berbeda dibawah dari angka yang telah ditentukan pada tabel maka hasil perbandingan antara sampel dalam minuman sari apel dan sari jeruk komersial -NLC dan dalam minuman sari apel dan sari jeruk komersial murni tidak berbeda nyata.

Pengaruh Fotooksidasi pada produk minuman komersial yang mengandung NLC minyak bekatul

Untuk mengetahui kemampuan NLC minyak bekatul (RBO) pada sistem model dan

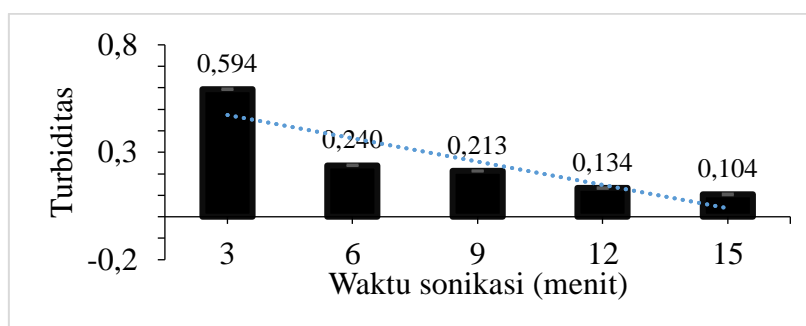
minuman sari buah apel dan sari jeruk komersial yang mengandung asam askorbat. Pengujian mengacu pada Ariviani et al.⁶ Sebanyak 4 % NLC minyak bekatul ditambahkan pada sistem model minuman tersebut untuk kemudian dilakukan fotooksidasi pada + 3400 lux selama 2 jam pada suhu ruang (30 + 1 °C). Kadar asam askorbat digunakan sebagai parameter utama pengujian ini untuk mengetahui laju retensi asam askorbat dan retensi warna a^* (redness). Pengujian diukur setiap setengah jam dalam rentang waktu 2 jam. Analisa kadar vitamin C mengacu pada Domínguez-Martínez et al.⁹. Sejumlah sampel dilarutkan dengan aquadest, kemudian 1 mL amilum 1% ditambahkan sebagai indikator. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan iodin yang terdiri dari 0,32 g iod dan 1 g KI yang dilarutkan dalam 250 mL aquadest dengan labu ukur. Standarisasi larutan iodin dengan standar vitamin C dilakukan setiap hari pelaksanaan pengujian.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis statistik menggunakan ANOVA pada tingkat $p < 0,05$ untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika terdapat beda nyata, dilanjutkan dengan DMRT pada tingkat p yang sama. (SPSS).

HASIL

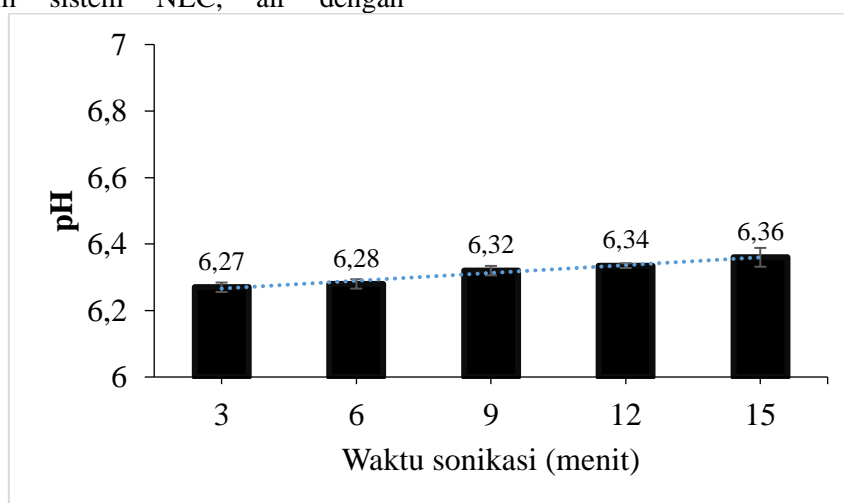
Berdasarkan Gambar 1 diketahui turbiditas NLC minyak bekatul (RBO) sebanding dengan rerata diameter partikel dropletnya, oleh karena itu perubahan turbiditas NLC minyak bekatul (RBO) dapat digunakan untuk memperoleh informasi tentang perubahan stabilitasnya. NLC dapat ditentukan berdasarkan turbiditasnya yang rendah (kurang dari 1%) setelah sentrifugasi, pemanasan maupun penyimpanan suhu ruang¹¹. Gambar 1 memperlihatkan turbiditas NLC. Turbiditasnya semua kurang dari 1, namun yang paling *clear* adalah pada waktu sonikasi 15 menit untuk kemudian digunakan pada aplikasi sensoris.



Gambar 1. Turbiditas NLC minyak bekatul (RBO) pada variasi waktu sonikasi

Berdasarkan Gambar 2 diketahui nilai pH pada formulasi NLC berkisar antara 6,32 s.d. 6,36, menunjukkan nilai pH yang mendekati netral (Gambar 2). Dengan nilai pH 6,32 s.d. 6,47 menunjukkan potensi untuk aplikasi ke pangan.¹² Hal tersebut dikarenakan komposisi bahan yang digunakan dalam sistem NLC, air dengan

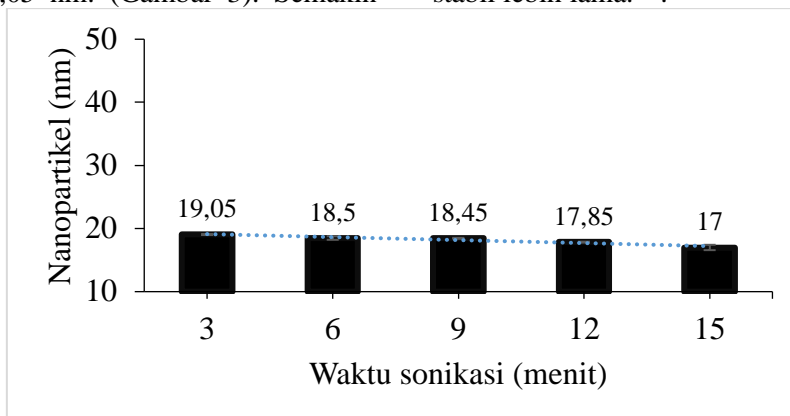
konsentrasi yang paling besar dalam sistem NLC memiliki pH netral (7), palm stearin memiliki kisaran pH 6,0 dan surfaktan Tween 80 memiliki pH 6. Perbedaan konsentrasi pada formulasi pada sistem NLC menunjukkan nilai pH yang tidak berbeda nyata.



Gambar 2. pH NLC minyak bekatul (RBO) pada variasi waktu sonikasi

Berdasarkan Gambar 3 diketahui ukuran partikel merupakan faktor penting dalam karakteristik dari emulsi karena dapat menentukan tingkat pelepasan dan penyerapan komponen bioaktif. Hasil menunjukkan ukuran partikel NLC berkisar 17 s.d. 19,05 nm. (Gambar 3). Semakin

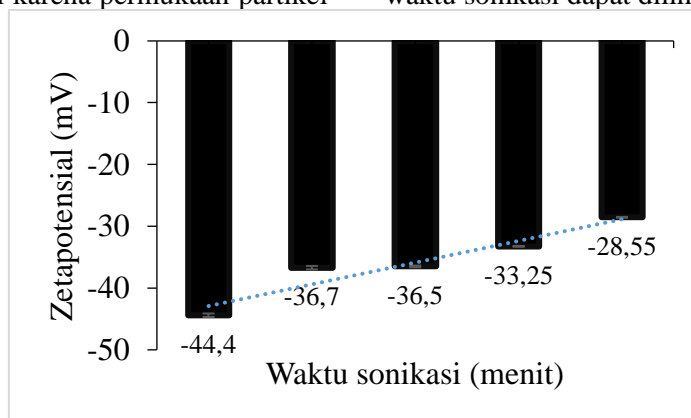
lama waktu sonikasi, maka ukuran partikel NLC semakin kecil. Ukuran akan mempengaruhi tingkat stabilitas sistem selama penyimpanan, dengan ukuran partikel yang kecil kemungkinan terjadinya creaming bisa diminimalkan, sehingga sistem akan stabil lebih lama.¹².



Gambar 3. Nanopartikel NLC minyak bekatul (RBO) pada variasi waktu sonikasi

Berdasarkan Gambar 4 diketahui Zeta potensial menggambarkan perbedaan muatan antara medium dispersi dan lapisan cairan yang melekat pada partikel zat terdispersi, selain itu juga menggambarkan besarnya gaya tolak menolak antar partikel yang terdispersi dalam medium cair. Gaya tolak menolak ini terjadi karena permukaan partikel

terdispersi memiliki muatan yang sama. Semakin tinggi nilai zeta potensial partikel maka gaya tolak menolak antar partikel akan semakin besar. Gaya ini akan mencegah terjadinya agregasi atau flokulasi antara partikel sehingga menjadi lebih stabil. Zeta potensial NLC minyak bekatul (RBO) dengan variasi waktu sonikasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Zeta potensial NLC minyak bekatul pada variasi waktu ultrasonikasi

Gambar 4 menunjukkan nilai zeta potensial adalah negatif dengan nilai zeta potensial pada sampel NLC berkisar $(-28,55 \pm 0,01)$ s.d. $(44,4 \pm 0,44)$ mV. Nilai tersebut mengindikasikan tolakan listrik (*electric repulsion*), memiliki stabilitas sistem dispersi yang baik yang dipengaruhi oleh adanya surfaktan Tween 80.¹³

Berdasarkan Tabel 1 diketahui membandingkan sampel yang ditambah NLC minyak bekatul dan kontrol (tanpa penambahan NLC minyak bekatul). Panelisnya berjumlah 15. Hasil uji pembeda bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Uji Pembeda Pada Model Minuman Sari Apel dan Sari Jeruk Komersial

Sampel	Warna	Aroma	Rasa	Keseluruhan
Sari Apel	$2,60 \pm 2,03^a$	$4,47 \pm 1,77^b$	$5,40 \pm 2,29^b$	$5,00 \pm 2,00^b$
Sari Jeruk	$3,40 \pm 1,72^a$	$3,53 \pm 2,45^a$	$4,07 \pm 2,91^a$	$3,80 \pm 2,37^a$

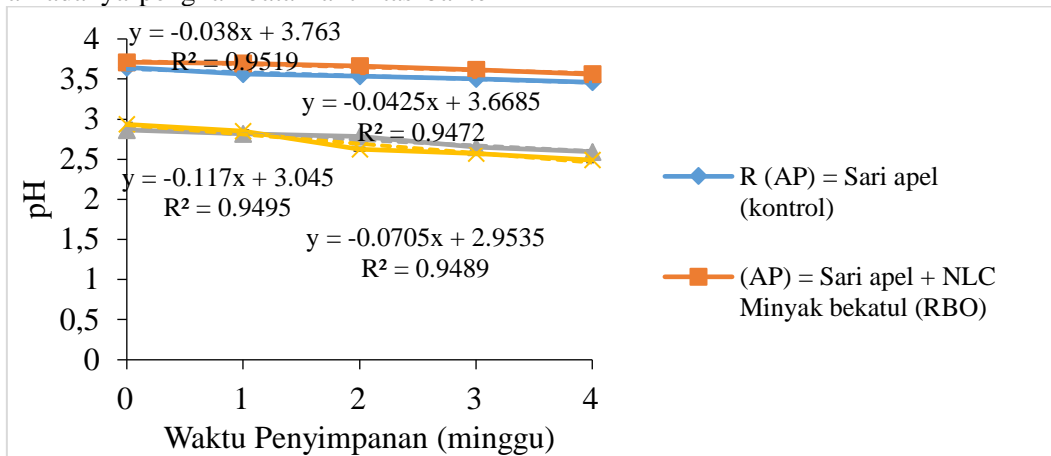
Nilai rata-rata (\pm kesalahan standar). Rerata dengan huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama untuk setiap parameter adalah berbeda signifikan ($p < 0,05$).

Ket : Besarnya Tingkat Perbedaan dengan R (kontrol), Tidak ada = 1, Sedikit = 3, Sedang = 5, Banyak = 7, dan Sangat banyak = 9

Pada tahap ini model minuman sari apel dan sari jeruk baik yang ditambah dengan NLC minyak bekatul dan perlakuan kontrol disimpan selama 4 minggu untuk mengetahui perubahan pH, kadar asam askorbat dan aktifitas antioksidan. data ditampilkan dengan grafik dan diketahui regresinya sebagai laju perubahannya.

Berdasarkan Gambar 5 penurunan nilai pH selama penyimpanan tidak terlalu tajam. Hal ini dikarenakan adanya penghambatan aktifitas bakteri

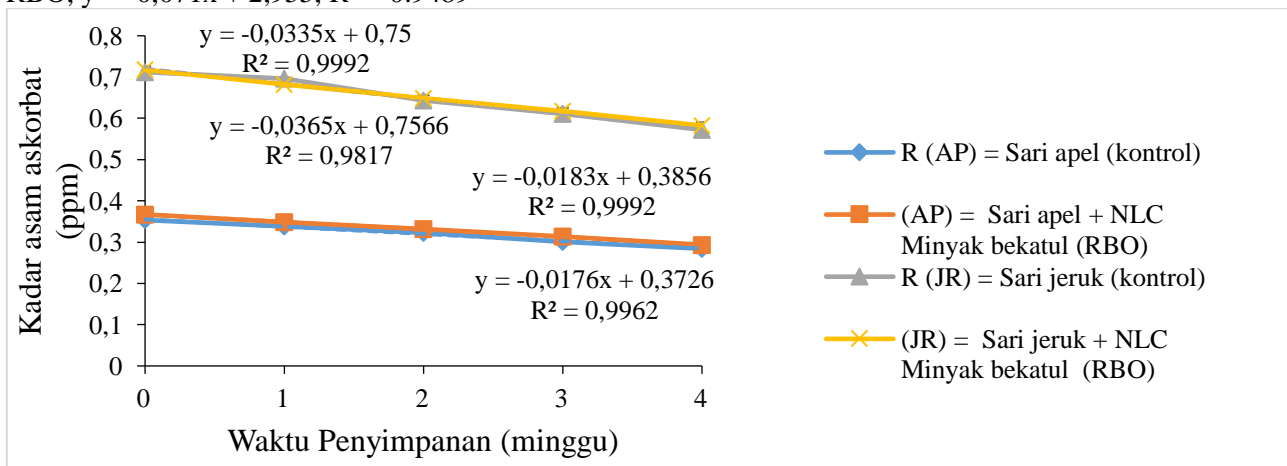
pembentuk asam pada sari apel, sehingga pH sari apel menurun secara lambat. Dengan penambahan NLC minyak bekatul, penambahan kandungan aktivitas antioksidan berpengaruh memperlambat penurunan pH karena menghambat aktivitas bakteri. Perubahan nilai pH sari buah apel dan sari jeruk komersial dengan penambahan NLC minyak bekatul (RBO) selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5..



Gambar 5. Perubahan nilai pH sari buah apel (AP) dan sari jeruk (JR) komersial dengan penambahan NLC minyak bekatul selama penyimpanan

Laju perubahan /penurunan pH sari apel yang ditambah dengan NLC minyak bekatul (RBO) 0,117/minggu. Untuk sari jeruk yang ditambah dengan NLC minyak bekatul sebesar 0,071/ minggu dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa penambahan NLC minyak bekatul), laju penurunan pH untuk sari apel adalah 0,0425/minggu dan sari jeruk dengan perlakuan kontrol sebesar 0,038/minggu. Untuk R(AP) = kontrol, $y = 0,0425x + 3,6685$, $R^2 = 0,9472$, (AP) = + NLC RBO, $y = -0,117x + 3,763$, $R^2 = 0,9495$. Untuk R(JR) = kontrol, $y = -0,0384x + 3,763$, $R^2 = 0,9519$. (JR) = + NLC RBO, $y = -0,071x + 2,955$, $R^2 = 0,9489$

Berdasarkan Gambar 6, secara berurutan sari apel kontrol dan penambahan NLC minyak bekatul mengalami laju penurunan asam askorbat sebesar 0,0179 ppm/Minggu dan 0,0178 ppm/Minggu. Untuk R(AP) = kontrol, $y = -0,0179x + 0,3733$, $R^2 = 0,999$, (AP) = + NLC RBO, $y = -0,0178x + 0,3853$, $R^2 = 0,999$. Secara berurutan sari jeruk kontrol dan penambahan NLC RBO mengalami laju penurunan asam askorbat sebesar 0,037 mg/mL/Minggu dan 0,0348 mg/mL/Minggu. Untuk R(JR) = kontrol, $y = -0,037x + 0,7586$, $R^2 = 0,9803$. (JR) = + NLC RBO, $y = -0,0348x + 0,7518$, $R^2 = 0,999$.



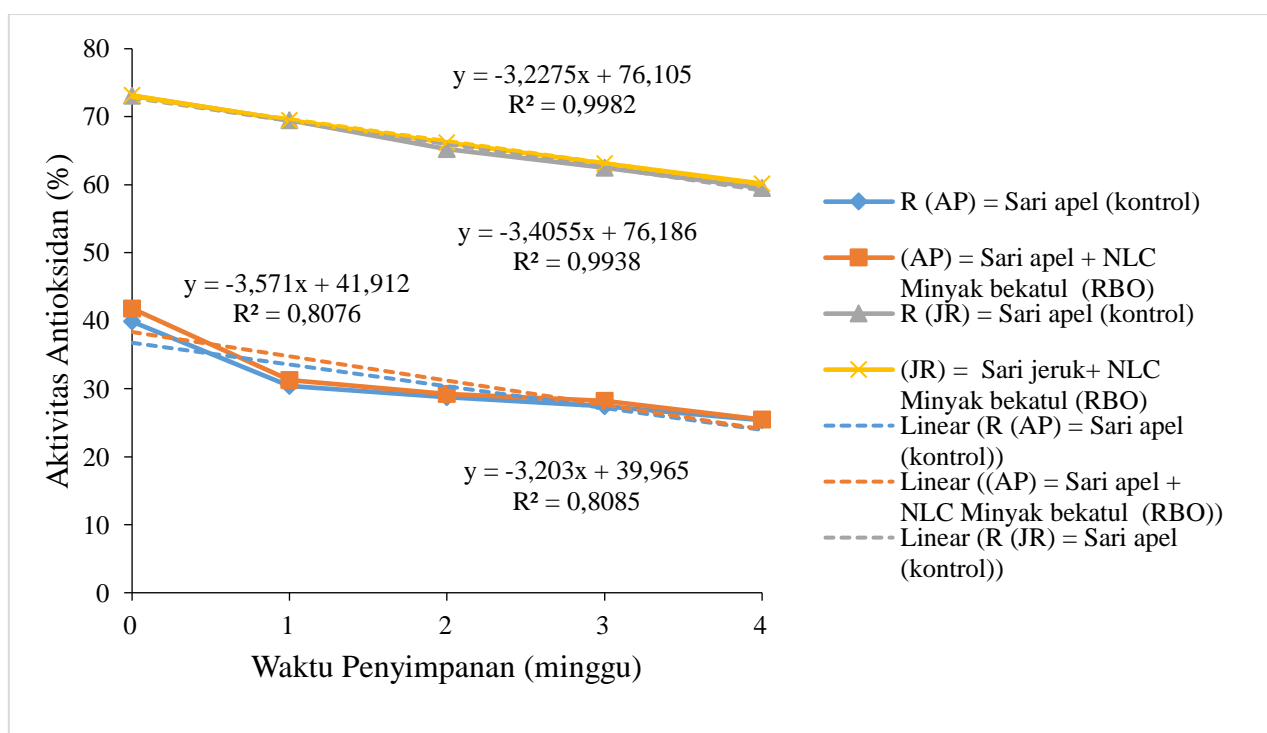
Gambar 6. Perubahan kadar asam askorbat sari buah apel (AP) dan sari jeruk (JR) komersial dengan penambahan NLC minyak bekatul (RBO) selama penyimpanan

Berdasarkan gambar 7. Perubahan aktivitas antioksidan sari buah apel dan sari jeruk komersial dengan penambahan NLC minyak bekatul selama penyimpanan (Gambar 7).

Secara berurutan sari apel (kontrol) dan penambahan NLC minyak bekatul mengalami laju penurunan aktivitas antioksidan sebesar 3,211 ($IC_{50}(\text{ppm})/\text{Minggu}$ dan 3,627 ($IC_{50}(\text{ppm})/\text{Minggu}$. Untuk R(AP) = kontrol, $y = -3,211x + 39,951$, $R^2 = 0,8051$. (AP) = + NLC RBO, $y = -3,627x + 41,961$, $R^2 = 0,8175$. Secara berurutan sari jeruk (kontrol) dan penambahan *nano size lipid carrier* (NLC) minyak bekatul mengalami laju penurunan aktivitas

antioksidan sebesar 3.414 ($IC_{50}(\text{ppm})/\text{Minggu}$ dan 3,245 ($IC_{50}(\text{ppm})/\text{Minggu}$. Untuk R(JR) = kontrol, $y = -3,414x + 76,168$, $R^2 = 0,9935$. (JR) = + NLC RBO, $y = -3,245x + 75,113$, $R^2 = 0,9981$.

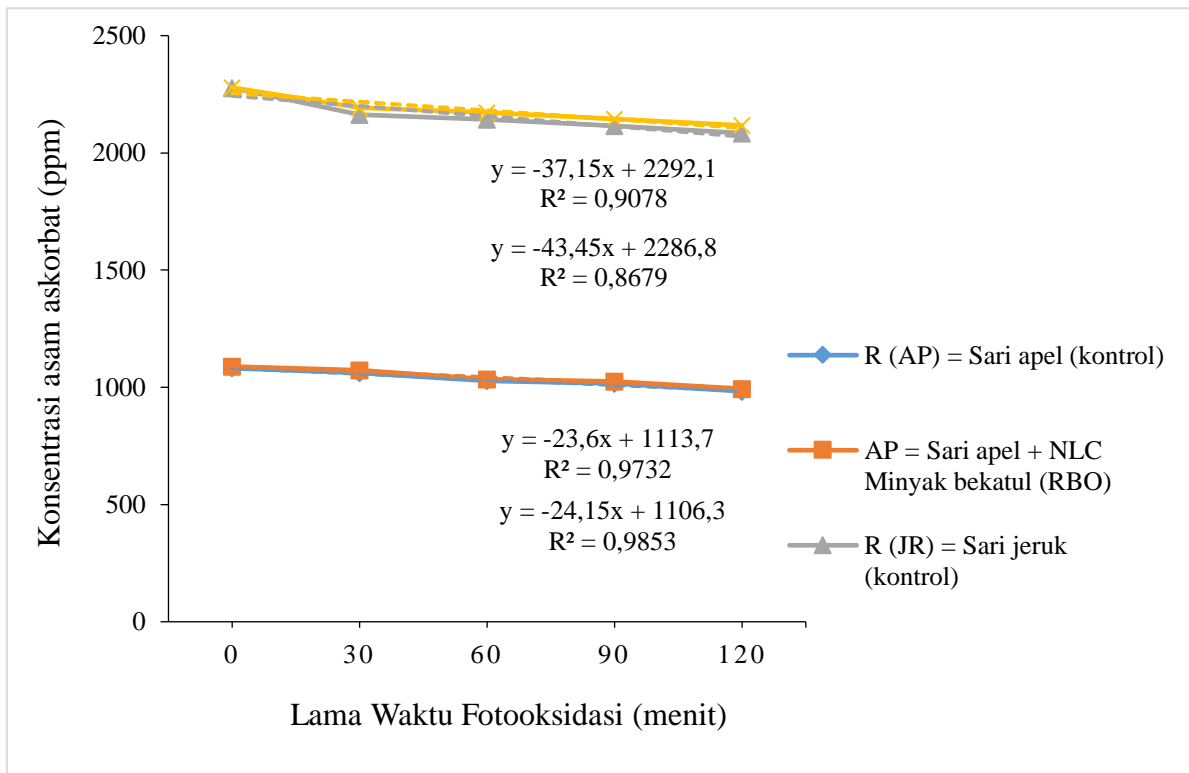
Penyumbang aktivitas antioksidan dari minyak bekatul adalah γ -Orizanol yang merupakan antioksidan spesifik pada produk turunan bekatul ditemukan pada kisaran antara 111,7-254,8 mg/100 g minyak. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kadar γ -orizanol pada minyak bekatul bervariasi dari 9-2648 mg/100 g minyak, tergantung dari proses pengolahan minyak.^{19, 20}



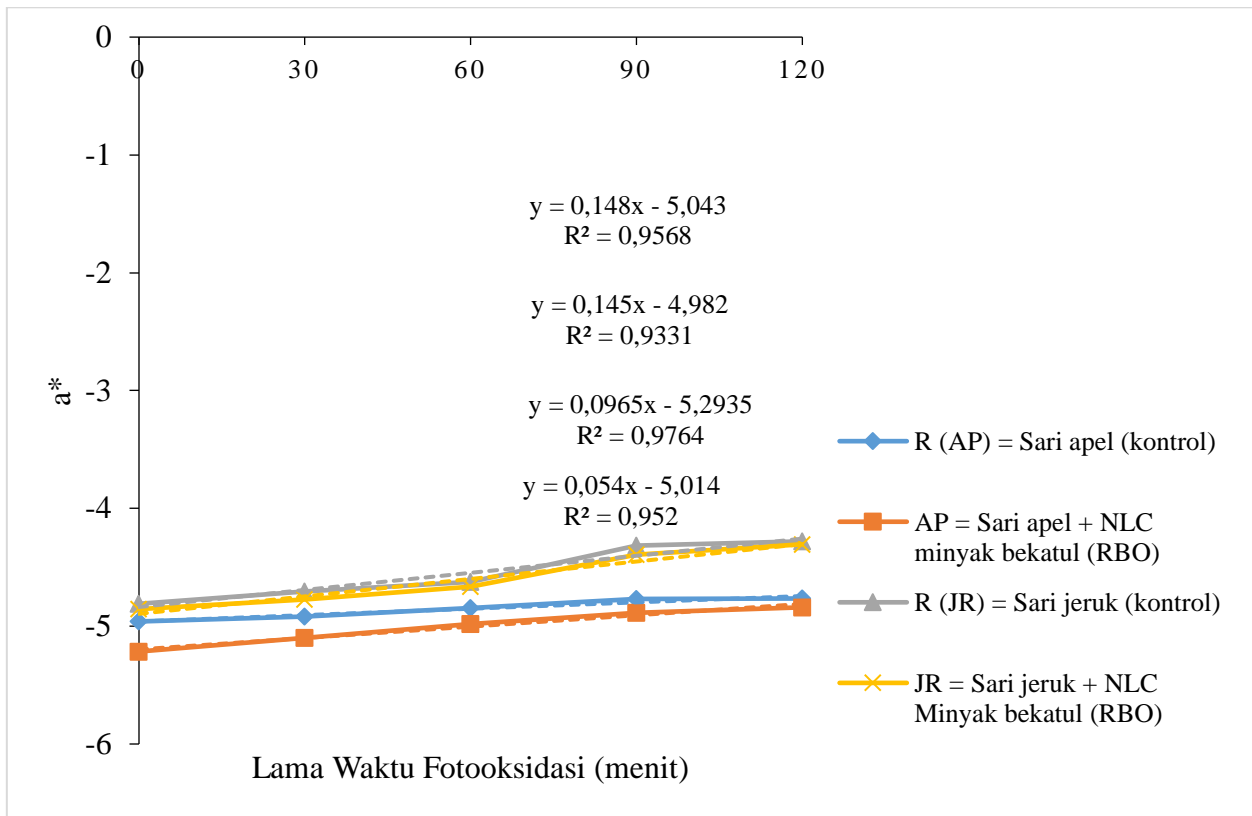
Gambar 7. Perubahan aktivitas antioksidan sari buah apel (AP) dan sari jeruk (JR) komersial dengan penambahan NLC minyak bekatul (RBO) selama penyimpanan.

Pada pengujian model minuman sari buah apel dan sari jeruk dengan perlakuan kontrol dan penambahan NLC minyak bekatul serta disimpan pada kotak pencahayaan selama 2 jam, Laju kerusakan asam askorbat pada perlakuan AP; R (AP); JR dan R (JR) masing-masing yakni 37,15; 45,45; 23,60 dan 24,15 ppm asam askorbat/menit. Persamaan garis masing-masing yakni $Y = - 37,15x + 2292,1$ ($R^2 = 0,9078$), $Y = - 43,45x + 2286,8$ ($R^2 = 0,8679$), $Y = - 23,60x + 97,32$ ($R^2 = 0,9263$), dan $Y = - 24,15 + 1106,3$ ($R^2 = 0,9853$) (Gambar 8).

Antioksidan alami yang ada pada fase minyak seperti α -tokoferol diperkirakan memiliki pengaruh yang berperan dalam melindungi asam askorbat dari kerusakan yang disebabkan oleh fotooksidasi. Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa minyak bekatul mengandung 13,2-29,95 mg α -tokoferol /100 g minyak.^{20, 21} Alfa-tokoferol juga dikenal sebagai memiliki kemampuan quenser oksigen singlet yang baik dengan laju $4.9 \times 10^7 - 3.54 \times 10^8$ /M/s.^{22,23}



Gambar 8. Pengaruh cahaya pada fotooksidasi minuman sari apel dan sari jeruk komersial yang mengandung NLC minyak bekatul (RBO) dengan intensitas cahaya + 3200 lux selama 120 menit pada suhu ruang ($30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$).



Gambar 9. Perubahan nilai a^* (redness) pada sistem model minuman sari apel dan sari jeruk komersial.

Berdasarkan gambar 9. Pada sistem model minuman sari buah apel dan sari jeruk kontrol terjadi penurunan parameter nilai a^* (redness) mencapai 75% selama fotooksidasi 30 menit pertama. Adanya

4% NLC minyak bekatul (RBO) dapat mempertahankan nilai a^* sekitar 50% selama fotooksidasi 30-120 menit (Gambar 9). Hal ini menunjukkan adanya nanoemulsi tersebut dapat

menjaga kerusakan eritrosin karena fotooksidasi pada sistem model minuman yang mengandung NLC minyak bekatul. Kondisi tersebut menyebabkan produksi oksigen singlet dapat diminimalkan sehingga asam askorbat terlindungi dari kerusakan. Hasil pengamatan warna yang berbeda terjadi pada sari buah apel dan sari jeruk kontrol. Pada sistem model minuman dengan penambahan NLC minyak bekatul, penurunan parameter nilai a^* (*redness*) juga mencapai 75% selama fotooksidasi 30 menit pertama. Adanya nanoemulsi tidak dapat mempertahankan nilai a^* pada sampel tersebut selama fotooksidasi (Gambar 9). Hasil yang serupa juga dijumpai pada Sari et al, yang mendapatkan hilangnya warna eritrosin pada fotooksidasi sistem model minuman yang mengandung NLC oryzanol. Ini menunjukkan bahwa NLC dapat mencegah kerusakan asam askorbat dari fotooksidasi dengan cara mengurangi efek sensitasi dari eritrosin.^{6,24}

Pada pembuktian fotooksidasi minuman sari apel dan sari jeruk yang mengandung NLC minyak bekatul terjadi penurunan asam askorbat, dan peningkatan nilai a^* (*redness*)

PEMBAHASAN

Pengujian Sensoris

Evaluasi sensoris parameter warna pada sari apel dan sari jeruk yang telah ditambahkan NLC minyak bekatul tidak berpengaruh nyata terhadap parameter warna. Hal ini disebabkan pemilihan sari buah apel dan sari jeruk berdasarkan pertimbangan sari buah yang tidak jernih (*clear*), untuk meminimalkan pengaruh dari penambahan bahan yang bisa mempengaruhi warna sari buah kontrol (tanpa penambahan NLC minyak bekatul. Uji pembedaan adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan karakteristik atau sifat sensori antara dua atau lebih contoh.

Parameter aroma memiliki hasil uji organoleptik yang berbeda nyata pada sari apel dan sari jeruk kontrol dengan sari apel dan sari jeruk dengan penambahan NLC minyak bekatul. Berdasarkan tabel 1, rasa dari sari buah yang sudah ditambahkan dengan NLC minyak bekatul sangat berbeda nyata bila dibandingkan dengan sari buah kontrol. Bahan dasar dari *nanostructured lipid carrier* adalah lemak nabati sehingga aroma yang ditimbulkan berpengaruh pada aroma sari buah apel dan jeruk. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ariviani et al, penambahan mikroemulsi betakaroten pada sari jeruk mempengaruhi parameter rasa, dikarenakan komponen dari mikroemulsi (NLC) adalah lemak yang mudah terdekomposisi dengan perlakuan panas (saat proses pembuatan NLC) sehingga mempengaruhi aroma.⁶

Penambahan NLC minyak bekatul (RBO) dalam sistem model minuman sari apel dan sari jeruk komersial berpengaruh terhadap karakteristik sensoris rasa. NLC minyak bekatul ini pada parameter rasa, memiliki perbedaan signifikan dengan kontrol baik sampel sari apel maupun sari jeruk. Surfaktan yang digunakan dalam proses pembuatan mikroemulsi pada penelitian ini adalah Tween 80 yang memiliki rasa getir dan pahit sehingga sangat berpengaruh nyata pada rasa.¹⁴ Penambahan NLC betakaroten pada sari jeruk menurunkan kualitas sensoris rasa. Hal ini diakibatkan isomerisasi komponen NLC yang prosesnya menggunakan panas.⁶ Secara keseluruhan perlakuan penambahan NLC minyak bekatul berbeda nyata pada sari buah apel dan sari jeruk.

Stabilitas Penyimpanan sari buah apel dan sari buah jeruk komersial dengan penambahan NLC minyak bekatul

a. Perubahan Nilai pH

Nilai pH adalah suatu indikator yang penting dalam prinsip penyimpanan bahan pangan. Nilai pH suatu larutan merupakan derajat keasaman atau kebasaaan suatu larutan. Pengukuran pH pada pangan memiliki peranan penting, karena berhubungan dengan aktivitas mikroba.¹⁵ Untuk menentukan berapa derajat keasaman suatu larutan atau bahan, digunakan alat pH meter. Secara umum, nilai pH sari apel dan sari jeruk baik dengan penambahan NLC minyak bekatul dan perlakuan kontrol mengalami penurunan seiring lamanya penyimpanan. Nilai pH sari apel untuk kontrol pada penyimpanan minggu ke-0 sebesar 3,45, dan setelah 4 minggu penyimpanan nilai pH menurun hingga 3,1.

Selama 4 minggu penyimpanan pada suhu ruang, nilai pH sari buah apel dan sari buah jeruk masih berada dibawah nilai pH yang dipersyaratkan pada SNI Sari Buah Jeruk No. 10-6019-1999, yaitu maksimal 4.¹⁶

b. Perubahan Asam Sskorbat

Asam askorbat dikenal memiliki sifat yang mudah larut dalam air dan mudah rusak dengan pemanasan yang terlalu lama. Beberapa faktor yang mempengaruhi konsentrasi asam askorbat pada suatu bahan makanan adalah : jangka waktu penyimpanan, paparan sinar matahari, dan faktor pemanasan.¹⁷ Perubahan kadar asam askorbat sari buah apel dan sari jeruk komersial dengan penambahan NLC minyak bekatul selama penyimpanan (Gambar 6). Asam askorbat sari buah apel pada masing– masing perlakuan mengalami penurunan seiring lamanya penyimpanan. Hal ini dikarenakan asam askorbat sangat larut di dalam air. Asam askorbat juga mudah teroksidasi, dimana proses oksidasi tersebut dapat

dipercepat oleh panas, sinar, alkali, enzim, oksidator serta oleh katalis tembaga dan besi. Asam askorbat sangat sensitif terhadap pemanasan, bahkan pemanasan yang tergolong ringan (sedikit diatas suhu kamar.^{17,18}. Penambahan NLC minyak bekatul sedikit berpengaruh pada laju penurunan asam askorbat dikarenakan kandungan komponen bioaktif yang terdapat pada minyak bekatul seperti oryzanol dan tokoferol.

Fotooksidasi Pada Model Minuman Sari Buah Apel dan Jeruk dengan Penambahan NLC Minyak Bekatul.

Pada penelitian ini menggunakan NLC minyak bekatul (4%). NLC ditambahkan pada sistem model minuman sari buah apel dan sari jeruk komersial dan dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan NLC minyak bekatul).

a. Perubahan Asam Askorbat

Cahaya menyebabkan terbentuknya sistem fotooksidasi yang menghasilkan oksigen singlet. Oksigen singlet ini yang kemudian dapat mendegradasi asam askorbat.²⁴

b. Perubahan Nilai a^* (redness)

Pada sistem model minuman yang mengandung NLC minyak bekatul, produk oksidasi asam askorbat oleh oksigen singlet diperkirakan dapat merusak eritrosin secara cepat sehingga terjadi kenaikan parameter nilai a^* dan kadar eritrosin yang signifikan selama fotooksidasi. Semakin besar nilai a^* maka semakin tinggi intensitas warna merahnya (lebih gelap).²⁴

SIMPULAN

Pembuatan NLC dengan tween 80 sebagai fase lipid sebesar 24% , kemudian ditambah aquabidest 70%, kedua campuran tersebut sebagai fase aqueous. Untuk fase lipidnya menggunakan palm stearin dan minyak bekatul 6 : 4. Kemudian fase aqueous 94% dicampur dengan fase lipida 6%. Formula terbaik berhasil membuat NLC minyak bekatul yang memiliki nanopartikel. turbiditas, zetapotensial serta pH yang sesuai dengan sifat-sifat NLC dan bisa diaplikasikan pada produk pangan. Aplikasi NLC minyak bekatul (RBO) dalam minuman sari apel dan sari jeruk komersial mengalami kenaikan pH selama penyimpanan, penurunan kadar asam askorbat dan aktivitas antioksidan. Evaluasi sensoris pada minuman sari apel dan sari jeruk komersial yang mengandung NLC minyak bekatul menghasilkan warna yang tidak berbeda nyata namun berbeda nyata pada parameter aroma, rasa, dan keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Staf Laboratorium KBHP Fakultas Teknologi Pertanian UGM yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fathi, M., Mozafari, M. R., & Mohebbi, M. (2012). Nanoencapsulation of food ingredients using lipid based delivery systems. *Trends in Food Science and Technology*, 23(1), 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.08>.
2. Nagao, A., Kotake-Nara, E., & Hase, M. (2013). Effects of fats and oils on the bioaccessibility of carotenoids and vitamin e in vegetables. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 77(5), 1055–1060. <https://doi.org/10.1271/bbb.130025>.
3. Mas'ud, F., & Pabbenteng, P. (2016). Rasio Bekatul Padi dengan Pelarut pada Ekstraksi Minyak Bekatul Padi. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(2), 82. <https://doi.org/10.31963/intek.v3i2.56World>.
4. Sahini, M. G., & Mutegoa, E. (2023). Extraction, phytochemistry, nutritional, and therapeutical potentials of rice bran oil: A review. *Phytomedicine Plus*, 3(2), 100453. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2023>.
5. McClements, D. J., & Rao, J. (2011). Food-Grade nanoemulsions: Formulation, fabrication, properties, performance, Biological fate, and Potential Toxicity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(4), 285–330. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.559558>.
6. Ariviani, S., Raharjo, S., & Hastuti, P. (2011). Potensi mikroemulsi β -karoten dalam menghambat fotooksidasi vitamin C sistem aqueous [The Potential Inhibition of B - Carotene Microemulsion on Vitamin C Photooxidation in Aqueous Systems]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, XXII(1), 33–39.
7. Azevedo, E. P. de P., dos Santos Alves, E. M., de Souza, J. R. B., de Araújo, K. S., de Santana Khan, S., Alves de Mendonça, C. E., & Maciel, M. I. S. (2021). Fatty acid in raw and heated coconut oil in eleven coconut oil food preparations analysed by gas chromatography. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24(March). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021>.
8. Pan, Y., Tikekar, R. V., & Nitin, N. (2016). Distribution of a model bioactive within solid lipid nanoparticles and nanostructured lipid carriers influences its loading efficiency and oxidative stability. *International Journal of Pharmaceutics*, 511(1), 322–330. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2016.07.019>

9. Linander, C. B., Bojesen Christensen, R. H., Cleaver, G., & Brockhoff, P. B. (2020). Principal component analysis of d-prime values from sensory discrimination tests using binary paired comparisons. *Food Quality and Preference*, 81(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103864>
10. Domínguez-Martínez, I., Meza-Márquez, O. G., Osorio-Revilla, G., Proal-Nájera, J., & Gallardo-Velázquez, T. (2014). Determination of capsaicin, ascorbic acid, total phenolic compounds and antioxidant activity of *Capsicum annum* L. var. serrano by mid infrared spectroscopy (Mid-FTIR) and chemometric analysis. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 57(1), 133–142. <https://doi.org/10.1007/s13765-013-4295-y>
11. Cho, Y. H., Kim, S., Bae, E. K., Mok, C. K., & Park, J. (2008). Formulation of a cosurfactant-free O/W microemulsion using nonionic surfactant mixtures. *Journal of Food Science*, 73(3), 115–121. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00688.x>
12. Rohmah, M., Raharjo, S., Hidayat, C., & Martien, R. (2019). Formulasi dan Stabilitas Nanostructured Lipid Carrier dari Campuran Fraksi Stearin dan Olein Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(1), 23–30. <https://doi.org/10.17728/jatp.3722>
13. Huang, W., Dou, H., Wu, H., Sun, Z., Wang, H., & Huang, L. (2017). Preparation and Characterisation of Nobiletin-Loaded Nanostructured Lipid Carriers. *Journal of Nanomaterials*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2898342>
14. Zhong, J., Yang, R., Cao, X., Liu, X., & Qin, X. (2018). Improved Physicochemical Properties of Yogurt Fortified with Fish Oil/ γ -Oryzanol by Nanoemulsion Technology. *Molecules*, 23(1). <https://doi.org/10.3390/molecules23010056>
15. Khan Chand, U. K. P. (2015). Application of Response Surface Method as an Experimental Design to Optimize Clarification Process Parameters for Sugarcane Juice. *Journal of Food Processing & Technology*, 06(02). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000422>
16. Asmara, A. P., & Amungkasi, H. K. (2019). Kajian Kinetika Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C Pada Buah Apel Malang (*Malus Sylvestris*). *Al-Kimia*, 7(2). <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v7i2.8125>
17. Dhara, K., & Debiprosad, R. M. (2019). Review on nanomaterials-enabled electrochemical sensors for ascorbic acid detection. *Analytical Biochemistry*, 586(July), 113415. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2019.113415>
18. Akyildiz, A., Mertoglu, T. S., & Avcam, E. (2021). Kinetic study for ascorbic acid degradation, hydroxymethylfurfural and furfural formations in Orange juice. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102(May), 103996. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103996>
19. Cuevas, M. S., de Souza, P. T., da Costa Rodrigues, C. E., & Meirelles, A. J. A. (2017). Quantification and Determination of Composition of Steryl Ferulates in Refined Rice Bran Oils Using an UPLC-MS Method. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(3), 375–385. <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2955-5>
20. Dhavamani, S., Poorna Chandra Rao, Y., & Lokesh, B. R. (2014). Total antioxidant activity of selected vegetable oils and their influence on total antioxidant values in vivo: A photochemiluminescence based analysis. *Food Chemistry*, 164, 551–555. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.064>
21. Yang, R., Zhang, L., Li, P., Yu, L., Mao, J., Wang, X., & Zhang, Q. (2018). A review of chemical composition and nutritional properties of minor vegetable oils in China. *Trends in Food Science and Technology*, 74, 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.013>
22. Kim, J. I., Lee, J. H., Choi, D. S., Won, B. M., Jung, M. Y., & Park, J. (2009). Kinetic study of the quenching reaction of singlet oxygen by common synthetic antioxidants (tert-Butylhydroxyanisol, tert-di-Butylhydroxytoluene, and tert-Butylhydroquinone) as compared with α -Tocopherol. *Journal of Food Science*, 74(5). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01160.x>
23. Ouchi, A., Aizawa, K., Iwasaki, Y., Inakuma, T., Terao, J., Nagaoka, S. I., & Mukai, K. (2010). Kinetic study of the quenching reaction of singlet oxygen by carotenoids and food extracts in solution. development of a singlet oxygen absorption capacity (SOAC) assay method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(18), 9967–9978. <https://doi.org/10.1021/jf101947a>
24. Sari, Y. P., Raharjo, S., Santoso, U., & Supriyadi. (2020). Bran Oil Prepared By Emulsion Phase Inversion. *Food Research*, 4(4), 1024–1029.