

PENGARUH FORTIFIKAN FE TERHADAP KADAR FE, KETENGIKAN DAN ORGANOLEPTIK YOGURT SINBIOTIK *JELLY DRINK* YANG DIFORTIFIKASI VITAMIN C

Ishmah Rozanah, Ninik Rustanti*)

Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Jln. Prof. H. Soedarto, SH., Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

ABSTRACT

Background : Iron fortification in various food is considered to be the best approach to overcome iron deficiency anemia (IDA). Ferrous bisglycinate and NaFeEDTA fortificant are able to increase iron bioavailability 2-3 times and have greater sensory properties than FeSO₄. Vitamin C and inulin also reported be able to increase iron absorption.

Objective: To analyze the effect of variant of Fe fortificants on Fe content, rancidity and organoleptic of synbiotic yoghurt jelly drink fortified by vitamin C.

Design : Raw cow milk was fortified with 30 ppm of 3 variant of fortificant (FeSO₄, ferrous bisglycinate and NaFeEDTA) and vitamin C (60 mg/l milk) then processed into synbiotic yoghurt jelly drink. Fe content of synbiotic yogurt jelly drink was analyzed by AAS, the rancidity was analyzed by thiobarbituric acid (TBA) test at the first day and 7th day after storage, and the organoleptic was analyzed by 25 panelists.

Result : Variant of Fe fortificants significantly affected iron content and the rancidity of synbiotic yoghurt jelly drink at the first day and 7th day after storage. Organoleptic test showed that variant of Fe fortificants affected the taste of synbiotic yoghurt jelly drink but did not affect the colour, aroma and texture of yoghurt synbiotic jelly drink.

Conclusion : Variant of Fe fortificant with the same amount affected iron content, the rancidity and the taste of synbiotic yoghurt jelly drink.

Keyword: yoghurt, jelly drink, iron fortification, thiobarbituric acid, vitamin C

ABSTRAK

Latar Belakang : Fortifikasi Fe pada makanan dianggap sebagai pendekatan yang terbaik dalam menanggulangi anemia defisiensi zat besi. Fortifikan ferrous bisglycinate dan NaFeEDTA memiliki bioavailabilitas 2-3 kali lebih tinggi dan sifat sensori yang lebih baik dari FeSO₄. Vitamin C dan inulin juga diketahui dapat meningkatkan absorpsi zat besi.

Tujuan : Untuk mengetahui kadar Fe, ketengikan dan organoleptik dari yogurt sinbiotik jelly drink yang difortifikasi vitamin C.

Metode : Susu sapi difortifikasi dengan 30 ppm dari 3 fortifikan (FeSO₄, ferrous bisglycinate dan NaFeEDTA) dan vitamin C (60 mg/l susu) yang diproses menjadi yogurt sinbiotik jelly drink. Kadar besi yogurt sinbiotik jelly drink diuji menggunakan AAS, ketengikan diuji menggunakan thiobarbituric acid (TBA) pada hari ke-0 dan setelah 7 hari penyimpanan, dan organoleptik diuji oleh 25 panelis agak terlatih.

Hasil : Berbagai jenis fortifikan secara signifikan mempengaruhi kandungan Fe dan ketengikan yogurt sinbiotik jelly drink pada hari ke-0 dan hari ke-7 setelah penyimpanan. Uji organoleptik menunjukkan bahwa berbagai jenis fortifikan mempengaruhi rasa, tetapi tidak mempengaruhi aroma, warna dan tekstur yogurt sinbiotik jelly drink.

Simpulan : Fortifikasi berbagai fortifikan Fe mempengaruhi kandungan Fe, ketengikan, dan rasa yogurt sinbiotik jelly drink.

PENDAHULUAN

Prevalensi anemia defisiensi zat besi di Indonesia dari hasil Riskesdas tahun 2013 sebesar 21,7%, dimana menurut klasifikasi WHO, angka ini tergolong cukup tinggi.^{1,2} Faktor risiko terjadinya anemia defisiensi besi adalah kehilangan darah, asupan yang tidak mencukupi kebutuhan, peningkatan kebutuhan, absorpsi yang rendah, atau adanya kelebihan mineral lainnya yang dapat menghambat absorpsi zat besi seperti kalsium, mangan, seng dan tembaga.³

Program pemerintah dalam menanggulangi anemia defisiensi besi adalah dengan pemberian tablet penambah darah. Namun secara nasional,

cakupan ibu hamil mendapat tablet Fe tahun 2014 sebesar 85,1%, data tersebut belum mencapai target program tahun 2014, yakni sebesar 95%.⁴ Fortifikasi Fe merupakan salah satu pendekatan berbasis pangan yang dapat dilakukan guna mengatasi dan mencegah anemia defisiensi zat besi.² Beberapa studi telah membuktikan bahwa fortifikasi pada makanan dapat menurunkan prevalensi anemia pada berbagai kelompok usia di berbagai daerah.^{5,6}

Ferro sulfat (FeSO₄) merupakan senyawa zat besi yang sering dipakai untuk fortifikasi. Namun FeSO₄ dapat berinteraksi bebas dengan makanan yang difortifikasi dengan membentuk

lipid peroksidasi, sehingga dapat merusak sifat sensori dengan timbulnya ketengikan pada produk.⁷ Studi pada produk yang difortifikasi dengan Fe yang memiliki *chelate*, seperti *ferrous bisglycinate* dan NaFeEDTA, banyak dilakukan untuk mengurangi ketengikan atau kerusakan sifat sensori pada produk yang difortifikasi Fe. Selain itu, produk yang difortifikasi *ferrous bisglycinate* dan NaFeEDTA memiliki bioavailabilitas 2-3 kali lebih tinggi dari FeSO₄.⁸

Produk susu yang difermentasi, seperti yogurt dan keju, sering digunakan sebagai *carrier* fortifikan pada makanan manusia.⁹ Yogurt sinbiotik merupakan gabungan dari probiotik dan prebiotik yang masing-masing memiliki manfaat untuk kesehatan dan keduanya saling bersinergi.^{10,11} Salah satu prebiotik yang sering digunakan adalah inulin, dimana inulin juga dapat meningkatkan absorpsi Fe di dalam usus.¹²

Susu mengandung kalsium yang dapat menghambat absorpsi zat besi, sehingga zat besi membutuhkan senyawa yang dapat meningkatkan absorpsi zat besi seperti vitamin C.¹³ Vitamin C dapat mengatasi inhibitor absorpsi zat besi seperti fitat, polifenol, kalsium, dan kasein dari produk susu karena vitamin C dapat mereduksi zat besi ferri menjadi ferro.¹⁴ Zat besi ferro lebih sulit terikat dengan komponen inhibitor tersebut bila dibandingkan dengan zat besi ferri.⁵

Pembuatan yogurt sinbiotik *jelly drink* menggunakan gelatin karena gelatin dapat meningkatkan tekstur yogurt, yakni membuat yogurt lebih kental sehingga menurunkan kecenderungan yogurt mengalami sineresis.¹⁵ Sebuah penelitian menunjukkan bahwa gelatin dapat menurunkan hambatan absorpsi zat besi dengan berikatan dengan *inhibitor* (tanin) sehingga tidak bisa berikatan dengan beberapa protein dan zat lainnya termasuk zat besi.¹⁶

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh pemberian beberapa jenis fortifikan zat besi (NaFeEDTA, *ferrous bisglycinate*, dan FeSO₄) terhadap kadar Fe, ketengikan pada hari ke-0 dan hari ke-7 setelah penyimpanan, dan organoleptik dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin C.

METODE

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam bidang *food production*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2016 di Laboratorium Ilmu Gizi, Laboratorium Kimia Analitik Universitas Diponegoro dan PAU Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Bahan baku terdiri dari susu sapi segar yang didapatkan dari KUD di Ungaran, Kab. Semarang, inokulum didapatkan dari toko Raja Yogurt Indonesia, fortifikan Fe dan vitamin C didapat dari Nanjing Yeshun Industry China, garam FeSO₄, *ferrous bisglycinate* dan NaFeEDTA, masing-masing mengandung 30%, 20,6% dan 13,4% zat besi di dalamnya. Inulin didapatkan dari PT DPO Indonesia, dan gelatin dari PT Bratacho Tangerang.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap menggunakan fortifikasi FeSO₄, *ferrous bisglycinate*, NaFeEDTA dan 1 kelompok kontrol (tanpa fortifikasi Fe). Fortifikan besi diberikan sebanyak 30 mg/l susu dan untuk semua perlakuan diberikan vitamin C sebanyak 60 mg/l susu.

Proses pembuatan yogurt sinbiotik *jelly drink* melalui tahap pasteurisasi susu sapi segar dengan penambahan inulin dan fortifikan besi sebagai prebiotik hingga suhu 90°C lalu didinginkan hingga suhu 45°C untuk kemudian ditambahkan fortifikan vitamin C dan starter 3% *Lactobacillus bulgarius*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus*. Proses selanjutnya adalah inkubasi selama 6-18 jam dengan suhu 40°C. Setelah proses inkubasi selesai, yogurt diberi tambahan gelatin untuk membentuk tekstur *jelly* pada yogurt dan *essence* stroberi untuk menghilangkan bau tengik dari fortifikan besi.

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data kadar Fe dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), nilai ketengikan dengan metode TBA pada hari ke-0 dan hari ke-7 setelah penyimpanan pada suhu *refrigerator* dan uji organoleptik pada 25 panelis agak terlatih, mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Organoleptik dinilai dengan 5 skala (5=suka, 4=agak suka, 3=netral, 2=agak tidak suka, 1=tidak suka).

Data yang terkumpul selanjutnya dilakukan analisis menggunakan program SPSS. Pengaruh berbagai jenis fortifikan Fe terhadap kadar Fe yogurt sinbiotik *jelly drink* dengan *One Way Anova* dan dilanjut dengan uji *post hoc Tukey*. Analisis untuk mengetahui berbagai jenis fortifikan Fe terhadap nilai ketengikan yogurt sinbiotik *jelly drink* sebelum dan setelah penyimpanan selama 7 hari menggunakan uji t berpasangan dan pengaruh berbagai fortifikan Fe terhadap nilai ketengikan yogurt sinbiotik *jelly drink*, dilakukan uji *one way Anova* dan dilanjut dengan uji *post hoc Duncan*. Analisis pada uji organoleptik menggunakan uji *Friedman* dan dilanjut dengan uji *post hoc Wilcoxon*.

HASIL**Kadar Fe**

Berdasarkan analisis data, berbagai jenis fortifikan besi secara signifikan mempengaruhi kadar besi yogurt sinbiotik *jelly drink* ($p=0,000$).

Fortifikan FeSO_4 memiliki kadar besi paling tinggi dengan rerata 1,45 mg/100 ml dibandingkan dengan kelompok kontrol dan kelompok jenis fortifikan besi lainnya. Hasil analisis kadar zat besi dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil analisis kadar Fe yogurt sinbiotik *jelly drink*.

Kelompok	Kadar Fe (mg/100ml)
Kontrol	0.90±0.02 ^b
FeSO_4	1.45±0.02 ^a
<i>Ferrous bisglycinate</i>	1.35±0.08 ^a
NaFeEDTA	0.98±0.03 ^b
$p=0.000$	

^{ab} menunjukkan perbedaan bermakna ($p<0.05$) setelah diuji menggunakan uji *post-hoc*.

Nilai Ketengikan

Berdasarkan analisis data, kelompok dengan fortifikan FeSO_4 secara signifikan mempengaruhi nilai TBA yogurt sinbiotik *jelly drink* pada hari ke-0 dan hari ke-7 ($p=0,006$). Kemudian dari analisis data juga diketahui bahwa

berbagai fortifikan Fe mempengaruhi nilai TBA yogurt sinbiotik *jelly drink* secara signifikan ($p=0.021$). Berbagai fortifikan Fe juga mempengaruhi nilai TBA pada hari ke-0 maupun pada hari ke-7 secara signifikan ($p=0,000$). Hasil analisis nilai TBA dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis nilai TBA yogurt sinbiotik *jelly drink*.

Kelompok	Nilai TBA hari ke-0 ¹	Nilai TBA hari ke-7 ¹	p^1	Δ^2	% Δ
Kontrol	0.23±0.03 ^c	0.18±0.05 ^c	0.130	-0.05±0.03 ^b	-22.38±15.36
FeSO_4	0.44±0.06 ^a	0.56±0.05 ^a	0.006	0.11±0.01 ^a	27.88±7.47
<i>Ferrous bisglycinate</i>	0.65±0.02 ^b	0.60±0.01 ^a	0.164	-0.04±0.03 ^b	-6.60±5.04
NaFeEDTA	0.37±0.03 ^a	0.35±0.07 ^b	0.845	-0.01±0.10 ^b	-1.95±27.50
$p=0.000$		$p=0.000$		$p=0.021$	

^{abc} menunjukkan perbedaan bermakna ($p<0.05$) setelah diuji menggunakan uji *post-hoc*.

¹ uji *paired t test*

² uji *one way anova*

Mutu Organoleptik Warna

Berdasarkan analisis data, diketahui bahwa berbagai fortifikan besi tidak mempengaruhi warna

yogurt sinbiotik *jelly drink*. Semua kelompok masuk ke dalam kategori yang sama yaitu kategori agak suka. Tingkat kesukaan warna dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis mutu organoleptik yogurt sinbiotik *jelly drink*.

Kelompok	Warna	Ket.	Kategori					
			Aroma	Ket.	Rasa	Ket.	Tekstur	Ket.
Kontrol	4.0±1.1	Agak suka	3.4±1.2	Netral	4.0±1.1	Agak suka	3.8±1.2	Agak suka
FeSO_4	3.8±0.7	Agak suka	3.0±1.3	Netral	2.8±1.3 ^a	Netral	3.7±1.3	Agak suka
<i>Ferrous bisglycinate</i>	3.7±1.1	Agak suka	3.3±1.1	Netral	3.2±1.4 ^a	Netral	3.8±1.0	Agak suka
NaFeEDTA	3.9±0.9	Agak suka	3.4±1.1	Netral	3.1±1.4 ^a	Netral	3.9±1.2	Agak suka
$p=0.483$		$p=0.253$		$p=0.004$		$p=0.928$		

^a menunjukkan menunjukkan perbedaan bermakna ($p<0.05$) setelah diuji menggunakan uji *post-hoc*.

Aroma

Berdasarkan analisis data, diketahui bahwa berbagai fortifikan besi tidak mempengaruhi aroma yogurt sinbiotik *jelly drink* secara signifikan. Semua kelompok masuk dalam kategori yang sama yaitu kategori netral. Tingkat kesukaan aroma dapat dilihat pada Tabel 3.

Rasa

Berdasarkan analisis data, diketahui bahwa berbagai fortifikan besi mempengaruhi rasa yogurt sinbiotik *jelly drink* secara signifikan dengan nilai $p=0,004$. Terdapat perbedaan pada setiap kelompok fortifikan Fe dengan kelompok kontrol ($p<0,05$). Tingkat kesukaan rasa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tekstur

Berdasarkan analisis data, diketahui bahwa berbagai fortifikan besi tidak mempengaruhi tekstur yogurt sinbiotik *jelly drink*. Semua kelompok masuk ke dalam kategori yang sama yaitu kategori agak suka. Tingkat kesukaan tekstur dapat dilihat pada Tabel 3.

PEMBAHASAN

Kadar Fe

Pada penelitian ini diketahui bahwa penambahan berbagai fortifikan zat besi mempengaruhi kadar besi yogurt sinbiotik *jelly drink*. Kadar zat besi dengan fortifikan FeSO_4 memiliki kadar Fe paling tinggi dibandingkan kelompok lainnya. Hal ini disebabkan karena kadar zat besi pada setiap garam fortifikan berbeda-beda, garam FeSO_4 , *ferrous bisglycinate* dan NaFeEDTA masing-masing mengandung 30%, 20,6% dan 13,4% zat besi di dalamnya. Kadar zat besi yang berbeda juga dapat terjadi akibat beberapa kondisi lingkungan seperti panas, udara, cahaya dan kelembapan yang dapat merusak zat besi.¹⁷

Rekomendasi asupan zat besi untuk wanita usia 14-18 tahun adalah 15 mg/hari.¹⁸ Yogurt sinbiotik *jelly drink* dengan fortifikasi FeSO_4 , *ferrous bisglycinate*, NaFeEDTA masing-masing memenuhi 9,6%, 9%, dan 6,5% kebutuhan wanita usia 14-18 tahun. Sebuah studi menunjukkan bahwa fortifikasi Fe pada minuman *whey* dapat menurunkan prevalensi anemia dan meningkatkan Hb anak dan remaja usia 7-14 tahun di Brazil.⁵

Nilai Ketengikan

Uji *thiobarbituric acid* (TBA) adalah metode yang sering dipakai untuk mendeteksi peroksidasi lemak pada sistem biologis seperti sistem lemak susu.¹⁹ Uji TBA sering digunakan pada susu karena absorpsi reaksi TBA diketahui memiliki korelasi positif penilaian organoleptik produk.²⁰ Reagen TBA bereaksi terhadap *malondialdehyde* (MDA) yang merupakan produk

sekunder dari peroksidasi lemak yang dihasilkan dari degradasi hidroperoksida.²¹

Pada penelitian ini diketahui bahwa pemberian berbagai fortifikan Fe secara signifikan dapat mempengaruhi nilai TBA yogurt sinbiotik *jelly drink*. Pada penelitian ini juga diketahui bahwa pemberian berbagai fortifikan Fe dapat mempengaruhi nilai TBA yogurt sinbiotik *jelly drink* pada hari ke-0 dan pada hari ke-7. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa fortifikasi zat besi dapat meningkatkan nilai TBA yogurt setelah 5-20 hari penyimpanan.²⁰ Zat besi dapat mempengaruhi ketengikan dikarenakan zat besi berinteraksi dengan kasein menghasilkan kompleks zat besi-kasein, yang bersama dengan oksigen, berperan sebagai peroksidasi yang menyebabkan oksidasi lemak pada yogurt terjadi lebih cepat.²² Sebuah studi mengungkapkan bahwa *chelate* pada NaFeEDTA dan *ferrous bisglycinate* tidak dapat mengubah struktur permukaan lemak yang distabilisasi oleh protein susu β -*lactoglobulin* sehingga dapat mencegah peroksidasi lipid.²³

Yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi *ferrous bisglycinate* memiliki nilai TBA yang paling tinggi dibandingkan kelompok lainnya dengan nilai 0,65-0,60. Hal ini mungkin terjadi karena yogurt sinbiotik *jelly drink* memiliki pH yang rendah dan *chelate* pada *ferrous bisglycinate* dapat rusak pada pH yang rendah dengan rusaknya ikatan *chelate* pada zat besi sehingga zat besi yang bebas dapat memicu peroksidasi lipid.²³ Sebuah penelitian menunjukkan bahwa nilai TBA sebesar 0,60 tidak memberikan ketengikan pada yogurt.²⁰

Nilai TBA pada kelompok kontrol, kelompok yang diberikan fortifikan *ferrous bisglycinate* dan NaFeEDTA tidak berpengaruh dari hari ke-0 sampai hari ke-7, sementara pada kelompok yang diberikan FeSO_4 mempengaruhi nilai TBA. Hal tersebut mungkin terjadi karena yogurt sinbiotik *jelly drink* juga difortifikasi vitamin C. Sebuah studi pada susu formula bayi menunjukkan bahwa terdapat aktivitas antioksidan vitamin C yang ditandai dengan menurunnya nilai peroksida lipid pada hari ke-0 sampai hari ke 7.²⁴ Penelitian lainnya menunjukkan bahwa yogurt yang difortifikasi zat besi yang dienkapsulasi dan vitamin C yang tidak dienkapsulasi memiliki nilai TBA yang menurun sedangkan yogurt yang hanya difortifikasi zat besi yang tidak dienkapsulasi memiliki nilai TBA yang meningkat setelah 5 hari penyimpanan.²²

Nilai TBA yang signifikan meningkat pada kelompok dengan fortifikan FeSO_4 dapat terjadi akibat oksidasi lemak yang terjadi lebih cepat

dibandingkan dengan kelompok fortifikan lainnya, sebagaimana diketahui pada penelitian sebelumnya bahwa yogurt yang difortifikasi FeSO_4 yang tidak dienkapsulasi memiliki nilai TBA lebih tinggi karena yogurt mengalami oksidasi lemak lebih cepat dibandingkan dengan FeSO_4 yang dienkapsulasi.²² Sebuah penelitian pada yogurt yang difortifikasi FeSO_4 yang dienkapsulasi juga memiliki nilai TBA yang paling tinggi bila dibandingkan dengan yogurt yang difortifikasi *ferrous bisglycinate* dan ferro laktat.²¹ Selain itu, vitamin C dapat bersifat sebagai pro-oksidan, vitamin C dapat mereduksi transisi ion logam (Cu^{2+} dan Fe^{3+}).²⁴ Ion logam yang direduksi dapat membentuk oksidasi lipid katalisasi logam yang kemudian dapat membentuk hidroperoksida.²⁴

Mutu Organoleptik

Warna

Hasil analisis menunjukkan bahwa berbagai fortifikan Fe mempengaruhi warna yogurt sinbiotik *jelly drink*. Semua kelompok masuk ke dalam kategori agak suka. Hal ini dapat disebabkan karena semua kelompok ditambahkan *essence* stroberi yang memberikan warna merah muda pada yogurt sinbiotik *jelly drink* sehingga semua warna produk terlihat sama.

Aroma

Fortifikasi berbagai fortifikan Fe diketahui tidak mempengaruhi aroma yogurt sinbiotik *jelly drink*. Semua kelompok masuk ke dalam kategori netral. Hal ini dapat terjadi karena pada semua kelompok perlakuan diberikan *essence* stroberi dengan jumlah yang sama. Penambahan perisa buah seperti stroberi diketahui dapat mengatasi berbagai rasa dan aroma yang tidak diinginkan pada yogurt dengan mengeluarkan aroma yang disukai panelis.²⁵

Rasa

Pemberian berbagai jenis fortifikan zat besi diketahui mempengaruhi rasa yogurt sinbiotik *jelly drink*. Yogurt sinbiotik *jelly drink* dengan fortifikasi FeSO_4 memiliki nilai rata-rata yang paling rendah yaitu 2,8. Beberapa panelis mengungkapkan bahwa yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi FeSO_4 terlalu asam. Menurut penelitian sebelumnya, fortifikasi FeSO_4 dapat meningkatkan pH yogurt bila dibandingkan dengan kontrol.²⁶ Penambahan zat besi ke susu skim dapat menyebabkan penurunan pH. Penurunan ini terkait dengan keasaman solusi besi dan pertukaran antara ion zat besi dan misel H^+ .²⁷

Beberapa panelis mengungkapkan bahwa semua yogurt memiliki *aftertaste* seperti sedikit pahit atau sepat. Hal ini dapat disebabkan karena penambahan gelatin pada setiap kelompok yang menimbulkan *aftertaste*. Sebuah studi

mengungkapkan bahwa *stabilizer* atau pengental seperti gelatin dapat menimbulkan rasa yang tidak diinginkan seperti *aftertaste* pada yogurt.²⁵

Tekstur

Berdasarkan analisis data berbagai fortifikasi Fe tidak mempengaruhi tekstur yogurt sinbiotik *jelly drink*. Semua kelompok masuk ke dalam kategori agak suka. Hal ini dapat terjadi karena semua kelompok perlakuan diberikan penambahan gelatin dengan jumlah yang sama sehingga semua yogurt memiliki tekstur yang sama dimana gelatin memberikan tekstur yang *creamy* atau lembut seperti krim dan dapat menurunkan sineresis pada yogurt.¹⁵

SIMPULAN

Fortifikasi berbagai fortifikan Fe mempengaruhi kadar Fe, ketengikan pada hari ke-0 dan hari ke-7 setelah penyimpanan, serta mempengaruhi rasa yogurt sinbiotik *jelly drink*. Fortifikan FeSO_4 mempengaruhi ketengikan yogurt sinbiotik *jelly drink* setelah penyimpanan selama 7 hari. Formula terbaik ada pada *jelly drink* yang difortifikasi *ferrous bisglisinate* karena memiliki kadar Fe cukup tinggi, nilai TBA yang menurun, dan mutu organoleptik yang dapat diterima panelis.

SARAN

Perlu dilakukan uji lanjut untuk mengetahui bioavailabilitas zat besi pada yogurt sinbiotik *jelly drink* secara *in vitro* maupun pada hewan kemudian dilihat korelasinya antara berbagai fortifikan zat besi, kadar zat besi, dan fortifikasi vitamin C. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk mengetahui hubungan antara vitamin C dan nilai TBA pada produk.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat yang telah diberikan sehingga karya tulis ilmiah ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ninik Rustanti, S.TP, M.Si selaku pembimbing dan para penguji atas segala bimbingan dan saran yang telah diberikan dalam penyusunan karya tulis ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua, sahabat, dan teman-teman atas dukungan dan doa, serta kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kemenkes. Riset Kesehatan Dasar 2013. Jakarta: Kemenkes RI; 2013.

2. WHO, UNICEF, UNU. Iron Deficiency Anaemia: Assessment, Prevention, and Control. Geneva: World Health Organization; 2001.
3. Nelms M, Sucher KP, Lacey K, Roth SL. Nutrition Therapy and Pathophysiology. 2nd ed. Belmont: Wadsworth; 2011.
4. Kemenkes RI. Profil Kesehatan Indonesia 2014. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2015.
5. Miglioranza LHS, Matsuo T, Caballero-Cordoba GM, Dichi JB, Cyrino ES, Oliveira IBN, Martins MS, Polezer NM, Dichi I. Effect of Long-term Fortification of Whey Drink With Ferrous Bisglycinate on Anemia Prevalence in Children and Adolescents From Deprived Areas in Londrina, Parana, Brazil. *Nutrition*. 2003; 19:419–421.
6. Le HT, Brouwer ID, Burema J, Nguyen KC, Kok FJ. Efficacy of iron fortification compared to iron supplementation among Vietnamese schoolchildren. *Nutrition Journal*. 2006; 5:32.
7. Allen L, Benoist Bd, Dary O, Hurrell R, Horton S, Lewis J, Parvanta C, Rahmani M, Ruel M, Thompson B. Guidelines on Food Fortification with Micronutrients. In: WHO, FAO, editors. Geneva: World Health Organization; 2006.
8. Hurrell RF, Lynch S, Bothwell T, Cori H, Glahn R, Hertrampf E, Kratky Z, Miller D, Rodnstein M, Streekstra H, Teucher B, Turner E, Yeung CK, Zimmermann MB. Enhancing the Absorption of Fortification Iron. *Hogrefe & Huber*. 2004; *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 74 (6), 2004, 387–401.
9. Gahruiea HH, Eskandaria MH, Mesbahia G, Hanifpour MA. Scientific and Technical Aspects of Yogurt Fortification: a review. Elsevier. 2015; *Food Science and Human Wellness* 4 (2015) 1–8.
10. Sekhon BS, Jairath S. Probiotics, Prebiotics and Synbiotics: an Overview. *J Pharm Educ Res*. 2010; Vol. 1 (Issue No. 2).
11. Bandyopadhyay B, Mandal NC. Probiotics, Prebiotics and Synbiotics - In Health Improvement by Modulating Gut Microbiota: The Concept Revisited. *IntJCurrMicrobiolAppSci*. 2014;3(3): 410-420.
12. Freitas KdCs, Amancio OMSr, Morais MBd. High-Performance Inulin and Oligofructose Prebiotics Increase The Intestinal Absorption of Iron in Rats with Iron Deficiency Anaemia During The Growth Phase. *British Journal of Nutrition*. 2011;108, 1008–1016.
13. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. fifth ed. Belmont: Wadsworth; 2009.
14. Thompson JL, Manore MM, Vaughan LA. *The Science of Nutrition*. 2 ed. San Francisco: Pearson; 2011.
15. Gonçalves D, Pérez MC, Reolon G, Segura N, Lema P, Gámbaro A, Varela P, Ares G. Effect of Thickeners on The Texture of Stirred Yogurt. *Universidad de la República Uruguay*. 2009.
16. Kim H-S, Miller DD. Proline-Rich Proteins Moderate the Inhibitory Effect of Tea on Iron Absorption in Rats. *J Nutr*. 2005;135: 532–537.
17. Palupi NS. Fortifikasi Zat Besi [homepage on the Internet]. c2008 [updated 2008; cited 2016 Aug 5]. Available from <http://www.foodreview.co.id>
18. Brown JE, Isaacs JS, Krinke UB, Lechtenberg E, Murtaugh MA, Splett PL et al. *Nutrition Through the Life Cycle*. 4th ed. Belmont: Wadsworth; 2011.
19. Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. *Food Chemistry* 3rd rev. Springer. Verlag: Germany; 2004.
20. El-Kholy AM, Osman M, Gouda A, Ghareeb WA. Fortification of Yoghurt with Iron. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 2011;6 (2): 159-165.
21. Nkhata SG, Ustunol Z, Menevseoglu A. Iron Fortification of Yogurt and Pasteurized Milk. *J Nutrition Health Food Sci*. 2015;3(3): 1-12.
22. Kim SJ, Ahn J, Seok JS, Kwak HS. Microencapsulated Iron for Drink Yogurt Fortification Asian-Aust J Anim Sci. 2002;16, No. 4 : 581-587.
23. Guzun-Cojocar T, Cayot P, Loupiac C, Cases E. Effect of iron chelates on oil–water interface, stabilized by milk proteins: The role of phosphate groups and pH. Prediction of iron transfer from aqueous phase toward fat globule surface by changes of interfacial properties. *Food Hydrocolloids*. 2010; 24:364-373.
24. Zou L, Akoh CC. Oxidative stability of structured lipid-based infant formula emulsion: Effect of antioxidants. *Food Chemistry*. 2015; 178:1-9.
25. Routray W, Mishra HN. Scientific and Technical Aspects of Yogurt Aroma and Taste: A Review. *Food Science and Food Safety*. 2011; 10:208-220.
26. Trianie FA, Rustanti N. Pengaruh Fortifikasi Besi dan Zinc terhadap Total Bakteri Asam Laktat, pH dan Organoleptik Yoghurt Susu Kambing Sinbiotik. *Journal of Nutrition College*. 2014; volume 3 no. 4:517-522.
27. Gaucheron F. Iron fortification in dairy industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2000;11:403–409.