

PENGARUH FORTIFIKASI Fe TERHADAP KADAR Fe, TOTAL BAL, pH DAN ORGANOLEPTIK YOGURT SINBIOTIK *JELLY DRINK* YANG DIFORTIFIKASI VITAMIN A

Ratih Paramastuti, 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 : Dual fortification (iron and vitamin A) in milk are prove to increase the iron bioaccessibility. Milk is processed into synbiotic yoghurt jelly drink to prolong its shelf life and increase its mineral absorption.

Objective : To analyze the effect of iron fortificant on iron content, total lactic acid bacteria (LAB), pH and organoleptic test of synbiotic yoghurt jelly drink which fortified with vitamin A

Methods : Experimental research with one factor completely randomized design of iron fortificant. Analysis of iron content was conducted using Atomic Absorption Spectrophotometry and Total Plate Count method was used to calculate the total LAB. Analysis of pH was conducted by using pH meter and organoleptic test.

Results : There was a significant effect of the iron fortificant on iron content but not significantly on total lactic acid bacteria, pH and organoleptic test of synbiotic yoghurt jelly drink which fortified with vitamin A. The highest level of iron content was found in yoghurt fortified with FeSO_4 . The highest level of total LAB was found in yoghurt fortified with ferrous bisglycinate. The highest pH was found in yoghurt fortified with ferrous bisglycinate and NaFeEDTA .

Conclusion : The recommended fortificant for synbiotic yoghurt jelly drink is ferrous bisglycinate because it has the highest level of total LAB and good result of organoleptic test.

Keyword : fortification, yoghurt, iron content, total LAB, pH

ABSTRAK

Latar Belakang : Fortifikasi besi dan vitamin A pada susu terbukti dapat meningkatkan bioaksesibilitas dari besi. Susu diolah menjadi yogurt sinbiotik jelly drink untuk meningkatkan penyerapan mineral dan mempunyai masa simpan yang lebih lama.

Tujuan : Mengetahui pengaruh fortifikasi Fe terhadap kadar Fe, total bakteri asam laktat (BAL), pH dan organoleptik yogurt sinbiotik jelly drink yang difortifikasi vitamin A

Metode : Merupakan penelitian eksperimen dengan rancangan acak lengkap satu faktor yaitu jenis fortifikasi besi (FeSO_4 , ferrous bisglycinate dan NaFeEDTA). Analisis kadar besi menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometry, pH menggunakan pH meter, Total BAL menggunakan metode Total Plate Count dan uji organoleptik.

Hasil : Terdapat pengaruh yang signifikan jenis fortifikasi besi terhadap kadar Fe namun tidak signifikan terhadap total BAL, pH dan uji organoleptik pada yogurt sinbiotik jelly drink yang difortifikasi vitamin A. Kadar besi tertinggi terdapat pada yogurt terfortifikasi FeSO_4 dan total BAL tertinggi terdapat pada yogurt terfortifikasi ferrous bisglycinate. pH tertinggi terdapat pada yogurt terfortifikasi ferrous bisglycinate dan NaFeEDTA .

Simpulan : Jenis fortifikasi besi yang direkomendasikan untuk yogurt sinbiotik jelly drink adalah ferrous bisglycinate karena mempunyai total BAL tertinggi dan hasil organoleptik yang baik.

Kata Kunci : fortifikasi, yogurt, kadar besi, total BAL, pH

PENDAHULUAN

Malnutrisi mikronutrien yang paling sering terjadi adalah defisiensi besi, vitamin A dan yodium. Prevalensi dari ketiganya mencapai sepertiga dari populasi di dunia dengan prevalensi yang tertinggi adalah defisiensi besi. Defisiensi besi merupakan penyebab utama dari anemia. Lebih dari 2 miliar orang di dunia diperkirakan menderita anemia.¹ Prevalensi anemia di Indonesia pada ibu hamil, anak usia 12-59 bulan dan anak usia 5-14 tahun secara berturut-turut adalah 37,1%, 28,1%, 26,4%.²

Fortifikasi pangan merupakan strategi yang efektif untuk menanggulangi anemia karena

mempunyai *unit cost* yang lebih rendah dari suplementasi.³ Program fortifikasi besi lebih mudah diterima dibandingkan suplementasi oleh anak yang mengalami anemia dan terbukti dapat meningkatkan status besi serta menurunkan anemia.^{4,5}

Salah satu media fortifikasi yang tepat adalah susu karena dikonsumsi secara luas pada semua kelompok umur. Fortifikasi pada susu tidak mengakibatkan perubahan yang signifikan pada warna, rasa dan penampilan.⁶ Susu yang difortifikasi dengan vitamin A dan besi mempunyai daya cerna secara *in vitro* yang lebih tinggi dibandingkan yang difortifikasi besi saja. Efek

^{*)} Penulis Penanggungjawab

tambahan dari vitamin A adalah pada meningkatnya bioaksesibilitas besi.⁷

Fortifikan besi yang sering digunakan adalah FeSO₄ karena harganya yang murah dan mudah didapat, namun dapat mengakibatkan ketengikan pada susu karena terjadinya oksidasi lemak.¹ Oksidasi karena reaktivitas logam besi dapat dikurangi dengan penggunaan kelat seperti *ethylendiaminetetraacetate* pada NaFeEDTA dan 2 glisin pada *ferrous bisglycinate*.⁸ *Ferrous bisglycinate* mengandung besi yang lebih tinggi dibandingkan FeSO₄ dan absorpsi dari NaFeEDTA mencapai 2-3 kali lebih tinggi dibandingkan dengan FeSO₄.^{1,9} Dosis fortifikasi besi yang digunakan sebesar 30 mg/L susu dan vitamin A sebanyak 2500 IU/L karena merupakan dosis optimal yang tidak menyebabkan perubahan rasa dan aroma pada susu.⁷

Susu dapat difermentasi menjadi yogurt melalui fermentasi asam laktat.¹⁰ Yogurt sinbiotik merupakan kombinasi antara mikroorganisme probiotik (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) serta komponen prebiotik (inulin).¹¹ Produk sinbiotik dapat meningkatkan absorpsi mineral dan mengoptimalkan penyerapan zat gizi.¹² Probiotik dapat meningkatkan ketersediaan besi dengan melawan bakteri patogen dalam menggunakan zat besi.¹³ Prebiotik yang terkandung dalam yogurt dapat membantu dalam penyerapan besi. Penelitian pada tikus anemia menunjukkan bahwa regenerasi hemoglobin dan konsentrasi hematokrit lebih tinggi pada kelompok tikus anemia defisiensi besi yang diberikan inulin dan oligofruktosa selama 3 minggu.¹⁴

Produk yogurt yang diolah menjadi minuman *jelly* mempunyai masa simpan yang lebih lama.¹⁵ Yogurt sinbiotik *jelly drink* diolah dengan menggunakan gelatin. Gelatin digunakan pada yogurt untuk mencegah sineresis karena kapasitas dalam mengikat airnya yang tinggi. Penambahan gelatin dapat meminimalkan pemisahan filtrat sehingga mencegah pengendapan partikel kasein selama penyimpanan.¹⁶

Yogurt sinbiotik *jelly drink* fortifikasi besi dan vitamin A merupakan produk sinbiotik yang mengandung tinggi besi dan vitamin A sehingga berpotensi mencegah dan membantu mengatasi anemia defisiensi besi. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai kadar Fe, total BAL, pH dan sifat organoleptik dari yogurt sinbiotik *jelly drink*.

METODE

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam bidang *food production*. Penelitian ini

merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap satu faktor yaitu jenis fortifikan besi. Fortifikan besi yang digunakan adalah FeSO₄, *ferrous bisglycinate*, NaFeEDTA sebesar 30 mg/L susu dan 1 kelompok kontrol (tanpa fortifikasi besi). Dosis vitamin A yang dipakai sebesar 2500 IU/L susu. Penelitian eksperimen ini terdiri dari 3 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol sehingga terdapat 4 kelompok. Pengulangan dilakukan 3 kali sehingga didapat 12 satuan percobaan. Kemudian dilakukan analisis secara duplo meliputi kadar Fe, total BAL dan pH. Uji organoleptik dilakukan pada rasa, aroma, tekstur dan warna.

Bahan baku terdiri dari susu sapi segar yang didapatkan dari peternak sapi perah Sidomakmur, Ngablak, Gunung Pati, Semarang. Starter yogurt (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus*) didapatkan dari distributor minuman kesehatan Raja Yogurt, Bandung. Inulin didapatkan dari PT DPO Indonesia, gelatin didapatkan dari PT Brataco, vitamin A asetat dan fortifikan besi berupa FeSO₄ (30% Fe), *ferrous bisglycinate* (20,9% Fe) serta NaFeEDTA (13,41% Fe) didapatkan dari Nanjing Yeshun Industry & International Trading Co., Ltd, China.

Prosedur pembuatan yogurt sinbiotik *jelly drink* adalah mencampurkan susu sapi, inulin 5% dan gula pasir 5% lalu dilakukan homogenisasi. Garam besi dan vitamin A ditambahkan pada kelompok perlakuan kemudian susu dipasteurisasi pada suhu 85°C-90°C selama 30 menit lalu didinginkan hingga 45°C. Starter yogurt (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus*) ditambahkan dengan konsentrasi 3%. Pengadukan dilakukan hingga merata. Setelah itu, inkubasi dilakukan dalam inkubator dengan suhu 37-42°C selama 8-12 jam. Yogurt yang telah jadi kemudian diaduk agar lebih encer dan ditambahkan *essence stroberi*. Gelatin 1% dipanaskan dengan air (1:10) hingga larut, lalu dimasukkan ke dalam yogurt dan diaduk. Yogurt dicetak dalam kemasan lalu disimpan dalam lemari pendingin (4°C).

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro untuk pembuatan produk, Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro untuk menguji kadar Fe dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*), Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro untuk mengukur pH dengan metode pH meter serta total BAL menggunakan metode *Total Plate Count*. Uji organoleptik yogurt sinbiotik *jelly*

drink dilakukan pada panelis agak terlatih sebanyak 25 orang mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi Universitas Diponegoro meliputi rasa, warna, aroma, dan tekstur. Hasil ukur uji organoleptik dikategorikan menjadi skala 1 sampai 5, yaitu 1 = tidak suka, 2 = agak tidak suka, 3 = netral, 4 = agak suka, 5 = suka. Nilai rata-rata yang diperoleh kemudian dikategorikan, antara lain ≤ 1.4 termasuk tidak suka, 1.5 – 2.4 termasuk agak tidak suka, 2.5 – 3.4 termasuk netral, 3.5 – 4.4 termasuk agak suka, dan ≥ 4.5 termasuk suka.

Hasil analisis kadar besi diolah menggunakan uji statistik *One Way Anova* karena data berdistribusi normal dan dilanjutkan dengan uji

post hoc Tukey untuk mengetahui beda nyata antar kelompok perlakuan dan kontrol. Uji statistik total BAL menggunakan *Kruskal Wallis* karena data berdistribusi tidak normal. Hasil pH dianalisis menggunakan *One Way Anova* karena data berdistribusi normal. Data uji organoleptik diuji statistik dengan menggunakan uji *Friedman* karena data berdistribusi tidak normal.

HASIL

Kadar Fe

Hasil analisis kadar Fe pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi besi dan vitamin A dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Fe pada Yogurt Sinbiotik *Jelly Drink* yang Difortifikasi Besi dan Vitamin A

Perlakuan	Kadar Fe (mg/100ml)
Yogurt Kontrol	$0,706 \pm 0,130^c$
Yogurt FeSO_4	$1,616 \pm 0,027^a$
Yogurt <i>Ferrous bisglycinate</i>	$1,170 \pm 0,040^b$
Yogurt NaFeEDTA	$1,028 \pm 0,048^b$
p = 0,000	

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf *superscript* berbeda (a, b, c) menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.

Tabel 1. menunjukkan bahwa kadar Fe tertinggi terdapat pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi dengan FeSO_4 yaitu 1,616 mg dalam 100ml dibandingkan dengan yogurt kontrol. Kadar Fe terendah terdapat pada perlakuan yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi dengan NaFeEDTA yaitu 1,028 mg dalam 100ml. Hasil uji statistik ($p=0,000$) menunjukan bahwa terdapat

pengaruh yang bermakna jenis fortifikan besi terhadap kadar Fe pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A.

Total BAL

Hasil analisis total BAL pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi besi dan vitamin A dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Total BAL pada Yogurt Sinbiotik *Jelly Drink* yang Difortifikasi Besi dan Vitamin A

Perlakuan	Total BAL (10^4 cfu/ml)
Yogurt Kontrol	$1,41 \pm 1,49$
Yogurt FeSO_4	100 ± 173
Yogurt <i>Ferrous bisglycinate</i>	10.100 ± 17.200
Yogurt NaFeEDTA	$10,1 \pm 17,2$
p = 0,271	

Tabel 2. menunjukkan bahwa total BAL tertinggi terdapat pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi dengan *ferrous bisglycinate* sebesar $1,01 \times 10^8$ cfu/ml dan total BAL yang terendah terdapat pada perlakuan yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi NaFeEDTA yaitu sebesar $10,1 \times 10^4$ cfu/ml. Hasil dari uji statistik ($p=0,271$) menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh secara bermakna jenis fortifikan besi terhadap total BAL yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A.

pH

Hasil analisis pH pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi besi dan vitamin A dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis pH pada Yogurt Sinbiotik *Jelly Drink* yang Difortifikasi Besi dan Vitamin A

Perlakuan	pH
Yogurt Kontrol	$4,09 \pm 0,15$
Yogurt FeSO_4	$3,96 \pm 0,11$
Yogurt <i>Ferrous bisglycinate</i>	$4,14 \pm 0,09$

Yogurt NaFeEDTA	4,14 ± 0,02
	p = 0,200

Tabel 3 yang menunjukkan bahwa pH tertinggi pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi *ferrous bisglycinate* dan NaFeEDTA sebesar 4,14, sedangkan yang paling rendah pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi FeSO₄ sebesar 3,96. Hasil uji statistik (p=0,200)

menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh secara bermakna jenis fortifikan besi terhadap pH yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A.

Uji Organoleptik

Hasil analisis uji organoleptik pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi besi dan vitamin A dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Uji Organoleptik pada Yogurt Sinbiotik *Jelly Drink* yang Difortifikasi Besi dan Vitamin A

Perlakuan	Rasa		Warna		Aroma		Tekstur	
	Rerata	Ket	Rerata	Ket	Rerata	Ket	Rerata	Ket
Yogurt Kontrol	3,52±1,47	Agak Suka	4,24±1,09	Agak Suka	3,36±1,46	Netral	3,08±1,11	Netral
Yogurt FeSO ₄	3,00±1,25	Netral	4,08±1,25	Agak Suka	3,48±1,29	Netral	3,56±1,38	Agak Suka
Yogurt <i>Ferrous bisglycinate</i>	3,36±1,35	Netral	4,40±1,00	Agak Suka	3,52±1,35	Agak Suka	3,56±1,41	Agak Suka
Yogurt NaFeEDTA	3,12±1,36	Netral	4,52±0,82	Suka	3,88±1,26	Agak Suka	3,92±1,41	Agak Suka
	p = 0,436		p = 0,126		p = 0,598		p = 0,229	

Rasa

Rasa dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang paling disukai adalah yogurt kontrol dengan rerata 3,52, sedangkan yang memiliki rerata paling rendah adalah yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi FeSO₄ yaitu sebesar 3,00 yang termasuk ke dalam kategori netral. Uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan (p=0,436) dari jenis fortifikan besi terhadap rasa dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A.

Warna

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan (p=0,126) jenis fortifikan besi terhadap warna yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A. Warna yang paling disukai adalah warna dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi oleh NaFeEDTA yang masuk ke dalam kategori suka dengan rerata sebesar 4,52, sedangkan rerata yang paling rendah terdapat pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi FeSO₄ yaitu sebesar 4,08 termasuk dalam kategori agak suka.

Aroma

Aroma dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi FeSO₄ masuk ke dalam kategori netral dengan rerata sebesar 3,48 sedangkan yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi *ferrous bisglycinate* serta NaFeEDTA masuk dalam kategori agak suka. Rerata yang paling tinggi terdapat pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi NaFeEDTA yaitu 3,88. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh

yang signifikan (p = 0,598) jenis fortifikan besi terhadap aroma dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A.

Tekstur

Tekstur dari ketiga perlakuan termasuk dalam kategori agak suka, sedangkan yogurt kontrol masuk ke kategori netral. Tekstur yang paling disukai adalah yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi NaFeEDTA dengan rerata sebesar 3,92. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan (p=0,229) dari jenis fortifikan besi terhadap tekstur dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A.

PEMBAHASAN

Kadar Fe

Ada pengaruh (p = 0,000) fortifikan besi terhadap kadar Fe pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A karena kadar besi murni pada setiap fortifikan berbeda. Kadar besi murni pada fortifikan FeSO₄ sebesar 30%, *ferrous bisglycinate* sebesar 20,9% dan NaFeEDTA sebesar 13,41%.

Besi yang difortifikasi pada pangan dengan dosis lebih dari 20 ppm sebesar 84-91% terikat pada misel kasein.¹⁷ Konsentrasi besi pada filtrat dapat menurun dikarenakan oleh terjadinya karbonasi pada susu.¹⁸ Mineral mempunyai ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin dalam proses pengolahan dan penyimpanan. Stabilitas dari zat besi dipengaruhi oleh sifat alami bahan

pembawa, ukuran partikel, paparan terhadap panas, kelembaban dan udara.¹⁹

Perkiraan kebutuhan rata-rata zat besi (bioavailabilitas > 15%) pada anak usia 1-3 tahun, 4-6 tahun dan wanita umur 19-50 tahun berturut-turut sebesar 3,9; 4,2 dan 19,6 mg.¹ Satu takaran saji yogurt sinbiotik *jelly drink* sebanyak 200ml yang difortifikasi *ferrous bisglycinate* mengandung 2,34 mg sehingga dapat mencukupi kebutuhan rata-rata zat besi pada wanita umur 19-50 tahun sebesar 11,9%.

Bioavailabilitas dari fortifikan besi dipengaruhi oleh bentuk fortifikan besi yaitu organik atau anorganik. Besi organik adalah besi yang terikat pada ligan organik seperti asam amino atau peptida. Beberapa penelitian membuktikan bahwa bioavailabilitas dari besi organik (*ferrous bisglycinate* dan NaFeEDTA) lebih tinggi dibandingkan dengan besi anorganik (FeSO₄).²⁰

Total BAL

Tidak ada pengaruh ($p = 0,271$) fortifikan besi terhadap total BAL pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A karena bakteri asam laktat (*Lactobacillus* spp) hanya membutuhkan besi saat sumber nutrisi di lingkungannya terbatas, hal ini tidak berlaku di susu karena mengandung sumber nutrisi yang tinggi bagi bakteri.²¹ Selain itu, bakteri asam laktat juga tidak mengandung siderofor, yang merupakan senyawa pengikat besi.²²

Berdasarkan SNI mutu yogurt (2009) standar jumlah BAL yaitu minimal 10⁷ cfu/ml, produk yogurt yang memiliki total BAL paling tinggi adalah yogurt yang difortifikasi dengan *ferrous bisglycinate* sebesar 1,01 x 10⁸ cfu/ml. Bakteri asam laktat yang termasuk dalam genus *Lactobacillus* merupakan bakteri pemilih karena membutuhkan beberapa syarat untuk bisa bertumbuh antara lain media tumbuh yang mengandung tinggi asam amino, peptida, vitamin dan asam nukleat.²³ *Ferrous bisglycinate* merupakan fortifikan yang mengandung asam amino glisin yang diduga dapat memacu pertumbuhan bakteri asam laktat.

Total BAL pada yogurt sinbiotik *jelly drink* dalam penelitian tidak semuanya mencapai mutu yogurt menurut SNI, hal ini diperkirakan karena starter yogurt yang digunakan tidak murni. Produksi asam laktat oleh bakteri asam laktat dipengaruhi oleh galur bakteri.²⁴ Keberadaan dari *Lactobacillus acidophilus* memiliki efek yang antagonis terhadap *Lactobacillus bulgaricus*.²⁵ Selain itu, penambahan gelatin pada yogurt seharusnya diukur suhunya terlebih dahulu karena kelangsungan hidup dari bakteri asam laktat dipengaruhi oleh suhu.

Pertumbuhan yang optimal dari bakteri asam laktat terjadi pada suhu 40°C. Pertumbuhan dari bakteri asam laktat paling rendah terjadi pada suhu <20°C dan >55°C.²⁶

pH

Tidak ada pengaruh ($p = 0,200$) fortifikan besi terhadap pH pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A karena besi tidak mempengaruhi pertumbuhan dari bakteri asam laktat.²⁷ Derajat keasaman (pH) dari produk susu yang difermentasi merupakan hasil dari peningkatan produksi asam laktat oleh bakteri asam laktat.²⁸

Fortifikasi besi tidak mempengaruhi waktu inkubasi dari yogurt.²⁹ Suhu yang dibutuhkan untuk inkubasi adalah 42°C dan setelah itu harus didinginkan untuk menghentikan pengasaman yang lebih lanjut yaitu pH < 4,0 – 3,8.³⁰ pH awal dari yogurt merupakan hasil dari aktivitas *Streptococcus*, setelah keasaman meningkat aktivitas dari *Lactobacillus* meningkat. Pertumbuhan *Lactobacillus* optimal pada pH dibawah 4,5.³¹

Uji Organoleptik

Rasa

Hasil analisis dari uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan ($p=0,436$) dari jenis fortifikan besi terhadap rasa yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A. Hal ini menggambarkan bahwa fortifikasi besi pada yogurt tidak mempengaruhi rasa dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A.⁹ Dosis fortifikasi yang digunakan adalah dosis yang tidak mengakibatkan perubahan rasa.

Warna

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan ($p=0,126$) jenis fortifikan Fe terhadap warna dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A. Mineral yang difortifikasi pada yogurt tidak mempengaruhi kecerahan dari yogurt. Mineral (besi, magnesium, seng, mangan, *molybdenum*, kromium, selenium) yang difortifikasi pada yogurt tidak mempengaruhi penampilan dari yogurt yang telah disimpan selama 5 minggu. Penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa panelis konsumen tidak dapat membedakan secara signifikan penampilan atau kualitas secara keseluruhan pada yogurt yang difortifikasi dengan besi klorida, besi kelat kasein dan besi kelat protein whey.³² Penambahan *essence* stroberi dalam jumlah yang sama pada setiap perlakuan menghasilkan warna yang serupa sehingga panelis tidak bisa membedakan yogurt *jelly drink* antar perlakuan.

Aroma

Hasil analisis uji organoleptik menggambarkan bahwa tidak ada pengaruh fortifikan Fe ($p=0,598$) terhadap aroma dari yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A karena mineral yang digunakan dalam jumlah sedikit sehingga tidak mempengaruhi aroma dari produk.³²

Tekstur

Tidak ada pengaruh ($p=0,229$) fortifikan besi terhadap tekstur yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A karena penambahan gelatin dalam jumlah yang sama pada setiap perlakuan menghasilkan tekstur yang serupa sehingga panelis tidak bisa membedakan yogurt *jelly drink* antar perlakuan. Yogurt merupakan produk fermentasi susu yang mempunyai tekstur yang lembut dan lebih padat dibandingkan dengan bahan dasarnya.³³

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh yang signifikan jenis fortifikan besi terhadap kadar Fe pada yogurt sinbiotik *jelly drink* yang difortifikasi vitamin A. Jenis fortifikan besi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap total BAL, pH dan uji organoleptik. Fortifikan yang direkomendasikan adalah *ferrous bisglycinate* karena mempunyai total BAL tertinggi dan rerata nilai uji organoleptik yang baik.

SARAN

Perlu dilakukan uji kadar besi murni yang terdapat dalam fortifikan dan uji bioavailabilitas dari besi serta bioaksesibilitas dari besi akibat penambahan vitamin A pada yogurt sinbiotik *jelly drink* sehingga dapat diketahui jenis fortifikan yang paling baik untuk digunakan dan efek dari fortifikasi ganda antara besi dan vitamin A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan YME atas segala berkat yang telah diberikan sehingga karya tulis ilmiah ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih 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 terima kasih kepada orang tua, sahabat, dan teman-teman atas dukungan dan doa, serta kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Allen L, Benoist Bd, Dary O, Hurrell R. Guidelines on Food Fortification with Micronutrients. Geneva: WHO Press; 2006.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar. Jakarta 2013.
3. Horton S, Alderman H, Rivera JA. The Challenge of Hunger and Malnutrition Copenhagen Consensus. Copenhagen Consensus; Copenhagen 2008. p. 1-40.
4. Martorell R, Ascencio M, Tacsan L, Alfaro T, Young MF, Addo OY, Dary O, Ayala RF. Effectiveness Evaluation of the Food Fortification Program of Costa Rica: Impact on Anemia Prevalence and Hemoglobin Concentrations in Women and Children. The American Journal of Clinical Nutrition. 2015; 101: 210-217.
5. Rosado JL, González KE, Caamaño MdC, García OP, Preciado R, Odio M. Efficacy of Different Strategies to Treat Anemia in Children: A Randomized Clinical Trial. Nutrition Journal. 2010;9(40):1-10.
6. Arora S, Shree S, Gupta C. Fortification of Milk and Milk Products for Value Addition. Dairy Year Book 2014. p. 105-109.
7. Sachdeva B, Kaushik R, Arora S, Indumathi KP. Impact of Fortification with Iron Salts and Vitamin A on The Physicochemical Properties of Laboratory Pasteurized Toned Milk and Bioaccessibility of The Added Nutrients. International Journal of Dairy Technology. 2015;68:253-260.
8. Guzun-Cojocar T, Koev C, Yordanov M, Karbowiak T, Cases E, Cayot P. Oxidative Stability of Oil-in-Water Emulsions Containing Iron Chelates: Transfer of Iron From Chelates to Milk Proteins at Interface. Food Chemistry. 2011;125:326-333.
9. Nkhata SG, Ustunol Z, Menevseoglu A. Iron Fortification of Yogurt and Pasteurized Milk. Journal of Nutritional Health & Food Science. 2015:1-12.
10. Park YW. Bioactive Components in Milk and Dairy Products. USA: Wiley- Blackwell; 2009.
11. Khurana HK, Kanawjia SK. Recent Trends in Development of Fermented Milks. Current Nutrition & Food Science. 2007;3:91 - 108.
12. Cadieux P, Wind A, Sommer P, Schaefer L, Crowley K, Britton RA, Reid G. Evaluation of Reuterin Production in Urogenital Probiotic Lactobacillus reuteri RC-14. Applied and Environmental Microbiology. 2008;74:4645-4649.
13. Patterson JK, Rutzke MA, Fubini SL, Glahn RP, Welch RM, Lei X, Miller DD. Dietary Inulin Supplementation Does Not Promote Colonic Iron Absorption in a Porcine Model. Journal Agricultural and Food Chemistry. 2009;57: 5250-5256.
14. Marciano R, Santamarina AB, Santana AAd, Silva MsdLC, Amancio OMSr, Nascimento CMdPod,

- Oyama LM, Morais MBd. Effects of Prebiotic Supplementation on The Expression of Proteins Regulating Iron Absorption in Anaemic Growing Rats. *British Journal of Nutrition*. 2015;113:901-908.
15. Saputra PI. Sifat Kimia dan Viskositas Minuman Jelly Berbahan Baku Yogurt Sinbiotik Selama Penyimpanan pada Suhu 4-7°C. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2007.
16. Ibrahim AH, Khalifa SA. The Effects of Various Stabilizers on Physiochemical Properties of Camel's Milk Yoghurt. *Journal of American Science*. 2015;11(1):15-24.
17. Abdulghani AH, Prakash S, Ali MY, Deeth HC. Sensory Evaluation and Storage Stability of UHT Milk Fortified with Iron, Magnesium and Zinc. *Dairy Science and Technology*. 2015;95:33-46.
18. Raouche S, Dobenesque M, Bot A, Lagaude A, Marchesseau S. Casein Micelles as A Vehicle for Iron Fortification of Foods. *European Food Research and Technology*. 2009;229: 929-935.
19. Palupi NS. Fortifikasi Zat Besi. *Food Review*. 2010;5(9):49-52.
20. Murwani R. Aditif Pakan, Aditif Alami Pengganti Antibiotika. 1 ed. Semarang: Unnes Press; 2008. 219 p.
21. Simova E, Ivanov G, Simov Z. Growth and Activity of Bulgarian Yogurt Starter Culture in Iron-Fortified Milk. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. 2008;35:1109-1115.
22. Elli M, Zink R, Rytz A, Reniero R, Morelli L. Iron Requirement of *Lactobacillus* spp. in Completely Chemically Defined Growth Media. *Journal of Applied Microbiology*. 2000;88:695-703.
23. Lee K, Kim H-J, Park S-K. Amino Acids Analysis during Lactic Acid Fermentation by Single Strain Cultures of *Lactobacilli* and Mixed Culture Starter Made from Them. *African Journal of Biotechnology*. 2014;13(28):2867-2873.
24. Widayastuti Y, Rohmatussolihat, Febrisiantosa A. The Role of Lactic Acid Bacteria in Milk Fermentation. *Food and Nutrition Sciences*. 2014;5:435-442.
25. Ng EW, Yeung M, Tong PS. Effects of Yogurt Starter Cultures on The Survival of *Lactobacillus acidophilus*. *International Journal of Food Microbiology*. 2011;145:169-175.
26. Sobowale AA, Efuntoye MO, Adesetan OO. Energy Sources of Yoghurt Bacteria and Enhancement of Their Galactose Uptake. *African Journal of Biotechnology*. 2011;10(21): 4457-4463.
27. Ocak E, Köse Ş. The Effects of Fortifying Milk with Cu, Fe and Zn Minerals on The Production and Texture of Yoghurt. *Journal of Food Agriculture & Enviroment*. 2010;8: 122-125.
28. Balia RL, Chairunnisa H, Rachmawan O, Wulandari E. Derajat Keasaman dan Karakteristik Organoleptik Produk Fermentasi Susu Kambing dengan Penambahan Sari Kurma yang Diinokulasikan Berbagai Kombinasi Starter Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Ilmu Ternak*. 2011;11:49-52.
29. El-Kholy AM, Osman M, Gouda A, Ghareeb WA. Fortification of Yoghurt with Iron. *Journal of Dairy & Food Science*. 2011;6(2): 159-165.
30. Ministry of Agriculture LDaM. Production of Cultured Milk. Kenya: FAO; 2003.
31. Routray W, Mishra HN. Scientific and Technical Aspects of Yogurt Aroma and Taste: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2011;10: 208-220.
32. Achanta K, Aryana KJ, Boeneke CA. Fat Free Plain Set Yogurts Fortified with Various Minerals. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 2007;40: 424-429.
33. Yang T, Wu K, Wang F, Liang X, Liu Q, Li G, Li Q. Effect of Exopolysaccharides from Lactic Acid Bacteria on The Texture and Microstructure of Buffalo Yoghurt. *International Dairy Journal*. 2014;34: 252-256.