

KARAKTERISTIK FISIK DAN ORGANOLEPTIK YOGHURT SUSU JAGUNG DENGAN PENAMBAHAN BESI DAN VITAMIN A

Muhana Rafika, Gemala Anjani^{*)}

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

ABSTRACT

Background : The prevalence of pregnant women with anemia is a nutrition problem in Indonesia. Yoghurt is rich of functional component which needed for pregnant women. Yoghurt made from corn with iron and vitamin A addition can increase nutrition value, decrease phytate acid, and can prevent anemia in pregnant women.

Objective: To analyze pH, LAB total, organoleptic, iron and betacaroten in corn milk yoghurt.

Methods: An experimental study with one factor completely randomized design. There were 3 treatments ratio in water content and maize, which are 2: 1, 1: 1 and 1: 2. Yoghurt with the best organoleptic fortified with iron and vitamin A. Analysis of pH was conducted using pH meter, TPC method was used to calculate total LAB, analysis of iron content was conducted using AAS, and analysis of betacaroten was conducted using spectrophotometric method. Statistical analysis of pH and LAB total used Kruskal Wallis test. Statistical analysis of organoleptic test used Friedman test followed with Wilcoxon test.

Results : The best organoleptic of corn milk yoghurt is yogurt with comparison and corn moisture content of 1: 1 has a pH of 4.63 and LAB total $1,01 \times 10^{15}$ cfu / ml, and organoleptic result are color 4,04 (like), aroma 3,28 (netral), texture 3,48 (netral), taste 3,56 (like). Range of pH and LAB total yoghurt fortified by 4.5 and $2,5 \times 10^{13}$ cfu / ml. Not only iron content increased (1,713 mg/100ml, 1,912 mg/100ml, and 2,631 mg/100 ml), but also the amount of betacarotene (285.38 mcg /100ml).

Conclusion : The best organoleptic of corn milk yoghurt is yogurt with comparison and corn moisture content of 1: 1 (B treatment). Iron and vitamin A addition increase the nutritional content of corn milk yoghurt.

Keywords : physical characteristics, organoleptic, yoghurt, corn, iron, vitamin A

ABSTRAK

Latar Belakang : Prevalensi ibu hamil anemia merupakan masalah gizi di Indonesia. Jagung kaya komponen fungsional yang dibutuhkan untuk ibu hamil. Jagung diolah menjadi yoghurt dengan penambahan besi dan vitamin A karena meningkatkan nilai gizi, menurunkan asam fitat dan berperan dalam pencegahan anemia ibu hamil.

Tujuan : Menganalisis pH, total BAL, organoleptik, kandungan besi dan betakaroten pada yoghurt susu jagung.

Metode : Penelitian eksperimental rancangan acak lengkap 1 faktor yaitu rasio kadar air dan jagung dengan perbandingan 2:1, 1:1 dan 1:2. Yoghurt dengan organoleptik terbaik difortifikasi besi dan vitamin A. Analisis pH menggunakan pH meter, Total BAL menggunakan metode TPC, kadar besi menggunakan metode AAS, dan betakaroten menggunakan metode spektrofotometri. Analisis statistik pH dan total BAL menggunakan uji Kruskal wallis. Analisis statistik hasil uji organoleptik menggunakan uji Friedman dengan uji lanjut Wilcoxon.

Hasil : Yoghurt susu jagung dengan organoleptik terbaik yaitu yoghurt dengan rasio kadar air dan jagung 1:1 memiliki pH 4,63, total BAL $1,01 \times 10^{15}$ cfu/ml, dan rerata organoleptik warna 4,04 (suka), aroma 3,28 (netral), tekstur 3,48 (netral), rasa 3,56 (suka). Rerata nilai pH dan total BAL yoghurt yang difortifikasi sebesar 4,5 dan $2,5 \times 10^{13}$ cfu/ml. Terdapat peningkatan kandungan besi (1,713 mg/100ml, 1,912 mg/100ml, dan 2,631 mg/100 ml) serta kandungan betakaroten (285,38 mcg/100ml).

Simpulan : Yoghurt dengan organoleptik terbaik adalah perlakuan B (rasio air dan jagung 1:1). Terdapat peningkatan kandungan besi dan betakaroten yoghurt susu jagung.

Kata kunci : karakteristik fisik, organoleptik, yoghurt, jagung, besi, vitamin A

PENDAHULUAN

Anemia merupakan masalah kesehatan masyarakat secara global yang ditemukan pada negara maju maupun negara berkembang. Anemia terjadi pada semua tahap siklus kehidupan dan termasuk masalah gizi mikro terbesar serta tersulit diatasi di seluruh dunia.¹ Prevalensi anemia ibu hamil di dunia berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) masih tinggi yaitu sebesar 38%.² Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas)

tahun 2013, prevalensi anemia ibu hamil di Indonesia sebesar 37,1%.³

Jagung kaya akan komponen pangan fungsional antara lain serat pangan yang dibutuhkan tubuh, asam lemak esensial, isoflavin, mineral, vitamin, antosianin, komposisi asam amino esensial dan lain – lain. Komposisi jagung manis per 100 gram bahan mengandung 22,8 gram karbohidrat, 3,5 gram protein, serta kandungan lemak yang rendah sebesar 1,0 gram.⁴ Asam folat yang terdapat

dalam jagung sebesar 129 mcg sangat baik untuk kesehatan ibu hamil dan bayi.⁵ Selain itu kandungan zat gizi jagung seperti besi 0,7 mg, vitamin A 400 SI, dan vitamin B 0,15 mg berperan dalam mencegah anemia pada ibu hamil.⁴

Jagung selain mengandung senyawa yang berguna bagi tubuh, juga mengandung senyawa anti nutrisi berupa asam fitat yang dapat menghambat penyerapan mineral dalam tubuh. Oleh karena itu perlu dilakukan cara yang dapat menurunkan atau menghilangkan kandungan asam fitat pada jagung yaitu dengan metode fermentasi.^{6,7}

Yoghurt merupakan produk fermentasi yang semakin berkembang di seluruh dunia.⁸ Jagung manis memiliki potensi untuk dijadikan bahan pembuatan yoghurt. Karbohidrat dalam biji jagung mengandung gula pereduksi (glukosa dan fruktosa) sukrosa, dan pati. Kadar gula pada endosperm jagung manis adalah sebesar 5 – 6% dan kadar pati 10 – 11%. Sedangkan pada jagung biasa hanya 2 – 3% atau setengah dari kadar gula jagung manis. Gula yang banyak disimpan dalam biji jagung manis adalah sukrosa sebesar 11%. Maka dengan kandungan gula tersebut, jagung manis dapat menjadi sumber energi bagi bakteri yang melakukan proses fermentasi.⁹ Bakteri yang berperan pada fermentasi tersebut adalah bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*.¹⁰⁻¹³

Yoghurt merupakan sumber protein dan kalsium yang tinggi, namun memiliki kandungan besi yang rendah.¹⁴ Protein dan zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin. Oleh karena itu penambahan besi diperlukan untuk meningkatkan kandungan gizi pada yoghurt susu jagung.¹⁵ Fortifikan besi yang umum digunakan adalah NaFeEDTA dan FeSO₄ untuk pangan tinggi fitat.¹⁶ FeSO₄ dapat mengakibatkan ketengikan karena terjadinya oksidasi lemak.¹⁷ Oksidasi karena reaktivitas logam besi dapat dikurangi dengan penggunaan kelat seperti *ethylendiaminetetraacetate* pada NaFeEDTA.¹⁸ Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi menggunakan NaFeEDTA pada kecap tidak menimbulkan perubahan warna dan citarasa, serta tidak mengakibatkan pengendapan selama penyimpanan produk makanan.¹⁶

NaFeEDTA merupakan jenis fortifikan besi yang lebih direkomendasikan. Hal ini terkait dengan kemampuannya yang dapat meningkatkan absorpsi besi.¹⁶ NaFeEDTA memiliki tingkat absorpsi dua hingga empat kali lebih baik. Keunggulan lain dari NaFeEDTA juga terlihat pada penelitian di kelompok anak penderita anemia yang diberi biskuit singkong yang difortifikasi NaFeEDTA

selama 3 bulan mengalami peningkatan kadar Hb lebih tinggi dibandingkan kelompok FeSO₄.¹⁹

Selain besi, penambahan vitamin A diperlukan untuk mengurangi penghambatan penyerapan zat besi oleh fitat dan polifenol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa vitamin A mengikat zat besi selama proses pencernaan dan membentuk kompleks yang bertindak sebagai agen *chelating*, sehingga menghalangi efek radikal hidroksil yang hadir dalam fitat dan polifenol.²⁰ Vitamin A yang digunakan adalah vitamin A asetat atau retinil asetat. Retinil asetat merupakan ester yang lebih stabil jika ditambahkan dalam makanan.¹⁷ Penambahan vitamin A ≤ 2500 IU tidak menyebabkan perubahan rasa dan aroma pada susu.²¹

Diversifikasi pangan jagung menjadi yoghurt dengan penambahan besi dan vitamin A merupakan alternatif produk pangan untuk mencegah anemia pada ibu hamil karena tidak menimbulkan perubahan organoleptik seperti adanya rasa logam, perubahan warna dan berbau amis. Efek samping yang dialami ibu hamil terutama mual dan muntah dapat diminimalisir dengan mengkonsumsi produk yoghurt susu jagung tersebut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian mengenai karakteristik fisik dan organoleptik yoghurt susu jagung dengan penambahan besi dan vitamin A.

METODE

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam bidang *Food Production*, yang dilaksanakan pada bulan April - Juni. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 1 faktor, yaitu rasio kadar air dan jagung. Diperoleh 3 kelompok perlakuan yang disimbolkan dengan A (rasio air dan jagung 2:1), B (rasio air dan jagung 1:1), dan C (rasio air dan jagung 1:2). Tiap kelompok perlakuan dilakukan 3 kali ulangan sehingga didapat 9 satuan percobaan. Kemudian dilakukan analisis meliputi total BAL, pH, organoleptik untuk semua sampel serta kandungan besi (NaFeEDTA) dan vitamin A (betakaroten) untuk 3 sampel terbaik.

Vitamin A dapat dianalisis menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Metode ini menganalisis kandungan vitamin A dan karoten yang lebih spesifik, namun membutuhkan instrumentasi mahal, pengoperasian lebih sulit dan analisis jangka panjang untuk pemisahan kromatografik. Dibandingkan dengan HPLC, metode spektrofotometri dapat memberikan hasil yang lebih cepat serta pengoperasian lebih mudah.^{22,23} Oleh

karena itu dilakukan analisis betakaroten menggunakan metode spektrofotometri. Hasil yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi vitamin A asetat, dimana 1 IU vitamin A setara dengan 0,334 mcg vitamin A asetat (*retinyl acetate*) dan 3,6 mcg betakaroten.^{24,25}

Yoghurt susu jagung dengan organoleptik terbaik difortifikasi vitamin A sebanyak 13 mg/100 ml yang dihitung berdasarkan pemenuhan kebutuhan ibu hamil serta besi sebanyak 20 mg/100 ml, 25 mg/100 ml, dan 30 mg/100 ml karena merupakan dosis optimal yang tidak menyebabkan perubahan rasa dan aroma.^{14,22} Sehingga terdapat 3 satuan percobaan yoghurt susu jagung yang difortifikasi besi dan vitamin A namun tanpa dilakukan pengulangan. Kemudian dilakukan analisis kembali meliputi total BAL, pH, organoleptik kandungan besi dan betakaroten.

Bahan baku terdiri dari jagung yang didapatkan dari pasar tradisional Semarang. Starter yoghurt berupa yoghurt plain yang didapatkan dari supermarket Semarang. Vitamin A asetat dan fortifikan besi berupa NaFeEDTA didapatkan dari *Nanjing Yeshun Industry & International Trading Co., Ltd, China*.

Sari jagung dibuat dengan cara memblender jagung dan air sesuai dengan rasio perlakuan A, B, dan C yang kemudian disaring ampasnya. Pembuatan perlakuan A diperoleh dari 400 ml air dan 200 gram jagung, perlakuan B diperoleh dari 200 ml air dan 200 gram jagung, perlakuan C diperoleh dari 100 ml air dan 200 gram jagung. Setelah itu yoghurt susu jagung dibuat dengan cara pasteurisasi sari jagung sebanyak 100 ml yang ditambahkan gula pasir sebanyak 5 gram hingga $\pm 80^{\circ}\text{C}$. Sari jagung yang telah dipasteurisasi didinginkan hingga suhu mencapai $\pm 43^{\circ}\text{C}$, kemudian ditambahkan starter dari yoghurt plain yang kental sebanyak 5 gram, diaduk secara perlahan hingga meninggalkan butiran halus di

bagian bawah botol. Guna menumbuhkan bakteri asam laktat, maka susu diinkubasi pada suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$ selama ± 12 jam. Setelah yoghurt mencapai tekstur yang diinginkan ditambahkan besi dan vitamin A, kemudian disimpan dalam kulkas.²⁶

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro untuk uji total BAL (Bakteri Asam Laktat) dan nilai pH, serta Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pangan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Diponegoro untuk uji kandungan besi dan betakaroten. Sedangkan untuk uji organoleptik dilakukan pada 25 mahasiswa ilmu gizi Universitas Diponegoro. Total bakteri asam laktat diuji menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*), pH menggunakan pH meter, besi dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan betakaroten dengan metode spektrofotometri.

Hasil analisis total BAL dan pH diolah menggunakan uji statistik *Kruskall Wallis* karena data berdistribusi tidak normal. Kemudian uji organoleptik meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur. Hasil ukur uji organoleptik dikategorikan menjadi skala 1 sampai 5, yaitu 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = netral, 4 = suka, 5 = sangat suka. Data uji organoleptik diuji statistik dengan menggunakan uji *Friedman* karena data berdistribusi tidak normal, dilanjutkan dengan uji *Wilcoxon* untuk mengetahui beda nyata antar kelompok perlakuan. Nilai rata-rata yang diperoleh kemudian dikategorikan, antara lain ≤ 1.4 termasuk sangat tidak suka, 1.5 – 2.4 termasuk tidak suka, 2.5 – 3.4 termasuk netral, 3.5 – 4.4 termasuk suka, dan ≥ 4.5 termasuk sangat suka

HASIL

Total Bakteri Asam Laktat dan Nilai pH Yoghurt Susu Jagung

Hasil analisis total bakteri asam laktat (total BAL) dan pH dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Total BAL dan Nilai pH Yoghurt Susu Jagung

Perlakuan	Total BAL	pH
Rasio air dan jagung 2:1	$1,08 \times 10^{12} \pm 5,36 \times 10^{11}$	$4,77 \pm 0,05$
Rasio air dan jagung 1:1	$1,01 \times 10^{15} \pm 1,72 \times 10^{15}$	$4,63 \pm 0,15$
Rasio air dan jagung 1:2	$1,37 \times 10^{14} \pm 1,47 \times 10^{14}$	$4,67 \pm 0,11$
n=9	p = 0,066	p=0,370

Secara statistik, total BAL yoghurt susu jagung tidak berbeda secara nyata ($p=0,066$), demikian juga untuk nilai pH tidak berbeda secara nyata ($p=0,370$). Yoghurt susu jagung yang

difortifikasi besi dan vitamin A adalah yoghurt dengan organoleptik terbaik (perlakuan B, rasio air dan jagung 1:1). dengan hasil analisis total BAL dan nilai pH sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Total BAL dan Nilai pH Yoghurt Susu Jagung

Konsentrasi	Total BAL	pH
20 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	1,00 x10 ¹³	4,50
25 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	2,00 x10 ¹³	4,50
30 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	2,00 x10 ¹³	4,50

Organoleptik

Hasil Organoleptik warna, aroma, tekstur, dan rasa yoghurt susu jagung sebelum melalui tahap fortifikasi disajikan pada

Tabel 3. Hasil Analisis Organoleptik Yoghurt Susu Jagung

Perlakuan	Kategori			
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
Rasio air dan jagung 2:1	3,12 ± 1,05 ^c (netral)	2,92 ± 0,90 (netral)	3,36 ± 1,31 (netral)	3,24 ± 1,12 (netral)
Rasio air dan jagung 1:1	4,04 ± 0,45 ^a (suka)	3,28 ± 0,93 (netral)	3,48 ± 1,00 (netral)	3,56 ± 0,96 (suka)
Rasio air dan jagung 1:2	4,00 ± 0,86 ^b (suka)	3,04 ± 1,06 (netral)	2,92 ± 1,07 (netral)	3,00 ± 1,19 (netral)
n=25	p=0,000	p=0,720	p=0,113	p=0,121

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

Hasil analisis data menunjukkan rasio air dan jagung berpengaruh secara signifikan terhadap warna (p=0,000), namun tidak berpengaruh terhadap aroma (p=0,720), tekstur (p=0,113), dan rasa (p=0,121). Yoghurt susu jagung yang

difortifikasi besi dan vitamin A adalah yoghurt dengan organoleptik terbaik (perlakuan B, rasio air dan jagung 1:1). Kemudian dilakukan uji organoleptik dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Analisis Organoleptik Yoghurt Susu Jagung

Konsentrasi	Kategori			
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
20 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	3,68 ± 0,56 (suka)	3,48 ± 0,77 (netral)	3,64 ± 0,76 (suka)	3,56 ± 0,87 (suka)
25 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	3,52 ± 0,65 (suka)	3,44 ± 0,82 (netral)	3,96 ± 0,64 (suka)	3,64 ± 1,04 (suka)
30 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	3,60 ± 0,71 (suka)	3,32 ± 1,03 (netral)	3,84 ± 0,52 (suka)	3,44 ± 1,08 (netral)
n=25	p=0,483	p=0,713	p=0,145	p=0,623

Hasil analisis data menunjukkan, fortifikasi besi dan vitamin A tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna (p=0,483), aroma (p=0,713), tekstur (p=0,145) dan rasa (p=0,623) yoghurt susu jagung.

Kandungan Besi dan betakaroten

Berikut hasil analisis kandungan besi dan betakaroten yoghurt susu jagung dengan organoleptik terbaik (perlakuan B= rasio air dan jagung 1:1) sebelum diberikan penambahan besi dan vitamin A.

Tabel 5. Hasil Analisis Kandungan Besi dan Betakaroten Yoghurt Susu Jagung

Besi (mg/100ml)	Betakaroten (mcg/100ml)
0,335	208,55
0,215	151,20
0,302	150,64

Yoghurt susu jagung sebelum fortifikasi memiliki kandungan besi dengan rerata 0,284 mg/100ml, sedangkan kandungan betakaroten dengan rerata 170,13 mcg/100 ml. Setelah itu yoghurt difortifikasi besi dan vitamin A dengan hasil analisis sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Analisis Kandungan Besi dan Vitamin A Yoghurt Susu Jagung

Konsentrasi	Besi (mg/100ml)	Betakaroten (mcg/100ml)
20 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	1,713	282,38
25 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	1,912	292,66
30 mg NaFeEDTA + 13 mg vit A	2,631	281,09

Terdapat peningkatan kandungan besi yoghurt yang difortifikasi NaFeEDTA sebesar 1,713 mg/100 ml, 1,912 mg/100 ml, dan 2,631 mg/100 ml. Demikian pula terdapat peningkatan kandungan betakaroten setelah difortifikasi vitamin A asetat menjadi 282,38 mcg/100 ml, 292,66 mcg/100 ml, dan 281,09 mcg/100 ml.

PEMBAHASAN

Total BAL dan Nilai pH

Yoghurt adalah produk fermentasi susu dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain, dengan/ atau tanpa penambahan bahan pangan lain yang diizinkan.²⁷ Kualitas akhir yoghurt dipengaruhi oleh komposisi dan preparasi kultur starter. Selama pertumbuhan terjadi simbiosis antara kedua jenis bakteri tersebut.²⁸

Total bakteri asam laktat yoghurt susu jagung pada penelitian ini tidak beda nyata dengan rerata $1,08 \times 10^{12}$, $1,01 \times 10^{15}$, dan $1,37 \times 10^{14}$. Jumlah tersebut memenuhi standar SNI yoghurt sebesar $1,00 \times 10^7$ cfu/ml.²⁷ Pada penelitian sebelumnya total bakteri asam laktat pada yoghurt kedelai jagung berada pada rentang $6,26 \times 10^{10}$ dan $1,46 \times 10^{11}$ cfu/ml. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri asam laktat tumbuh dengan baik pada media susu kedelai jagung maupun susu jagung dengan rasio perlakuan kadar air dan jagung yang berbeda.¹²

Total bakteri asam laktat dapat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya media tumbuh, lama fermentasi, lama inkubasi, suhu penyimpanan, kandungan zat gizi substrat, pH serta bahan tambahan yang digunakan.²⁹ Media tumbuh masing – masing perlakuan mempengaruhi jumlah BAL yoghurt susu jagung. Pada perlakuan A (rasio air dan jagung 2:1) memiliki total BAL paling rendah dengan rerata $1,08 \times 10^{12}$. Penambahan air yang cukup banyak menyebabkan kandungan gula di substrat rendah, sehingga gula yang diubah menjadi asam lebih sedikit dan total BAL lebih rendah.

Total bakteri asam laktat juga dipengaruhi oleh fase pertumbuhan bakteri. Bakteri akan terus tumbuh sampai salah satu faktor mencapai minimum dan pertumbuhan menjadi terbatas. Pertumbuhan bakteri terdiri dari 4 fase yaitu fase lag, fase eksponensial, fase stasioener dan fase

kematian. Pada fase eksponensial disebut masa pertumbuhan dimana jumlah populasi sel mikroorganisme berangsur – angsur mengalami kenaikan hingga mencapai masa akhir fase pertumbuhan mikroorganisme. Laju pertumbuhan meningkat dengan zat gizi yang ditambahkan, tetapi pada tingkat gizi yang tinggi, sistem transportasi bakteri menjadi jenuh dan tingkat pertumbuhan tidak naik lebih lanjut seiring dengan meningkatnya konsentrasi zat gizi.³⁰ Hal ini dapat dilihat pada perlakuan C (rasio air dan jagung 1:2), setelah sebelumnya pada perlakuan B total BAL mengalami peningkatan sebesar $1,01 \times 10^{15}$, namun pada perlakuan C menurun menjadi $1,37 \times 10^{14}$.

Total BAL pada yoghurt susu jagung dengan fortifikasi memenuhi standar SNI dengan rerata $1,67 \times 10^{13}$ cfu/ml. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fortifikasi yoghurt dengan garam besi tidak berpengaruh terhadap total bakteri asam laktat pada semua perlakuan ketika yoghurt dalam kondisi segar maupun selama penyimpanan dingin.¹⁴ Pada penambahan konsentrasi besi sebesar 25 mg/100 ml dan 30 mg/100 ml, diperoleh total BAL tertinggi sebesar $2,00 \times 10^{13}$. Hal tersebut karena keberadaan mineral mempunyai peran penting dalam pertumbuhan mikroba. Fungsi penting dari ion metal bagi bakteri adalah sebagai aktivator atau kofaktor dari berbagai enzim, sebagai membran transport dan komponen dari molekul atau kompleks struktural.³¹

Pada penelitian yoghurt yang difortifikasi dengan vitamin A dan vitamin C juga menunjukkan hal yang sama dimana fortifikasi vitamin tersebut tidak berpengaruh terhadap bakteri asam laktat, pH atau persen asam tertitrasi. Fortifikasi tersebut tidak mengganggu proses fermentasi yoghurt.³²

Derajat keasaman (pH) dari produk susu yang difermentasi dipengaruhi peningkatan produksi asam laktat oleh bakteri asam laktat.³³ Penurunan nilai pH disebabkan oleh bakteri asam laktat yang memfermentasikan sumber gula (sukrosa, glukosa, dan laktosa) menjadi asam laktat atau bentuk asam organik lainnya.³⁴

Nilai pH optimum yoghurt pada umumnya yaitu 4,6²⁸, sedangkan dalam beberapa penelitian disebutkan pH optimum untuk yoghurt jagung berkisar antara 4,4 – 4,6.⁸ Dengan demikian yoghurt susu jagung dengan perlakuan B (rasio air dan

jagung 1:1) dan C (rasio air dan jagung 1:2) telah memenuhi pH optimum yaitu sebesar 4,63 dan 4,67. Sedangkan untuk yoghurt dengan perlakuan A (rasio air dan jagung 2:1) memiliki pH yang lebih tinggi yaitu sebesar 4,77. Hal ini disebabkan karena yoghurt dengan perlakuan A memiliki substrat jagung manis lebih sedikit. Substrat utama pada produk susu adalah laktosa, sedangkan substrat susu jagung adalah fruktosa dan sukrosa dari penambahan gula. Kandungan fruktosa dalam jagung manis dapat digunakan sebagai substrat yang diubah menjadi asam laktat.¹²

Yoghurt susu jagung yang difortifikasi besi dan vitamin A juga telah mencapai syarat pH optimum yaitu sebesar 4,50. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fortifikasi besi tidak memberikan pengaruh pada inkubasi yoghurt untuk mencapai pH optimum dan pertumbuhan starter tidak bergantung pada fortifikasi zat besi. Selain itu fortifikasi yoghurt dengan garam besi tidak ada perubahan secara signifikan terhadap pH selama masa penyimpanan¹⁴. Begitu pula dengan yoghurt yang difortifikasi vitamin A secara signifikan tidak menimbulkan perubahan pada nilai pH yoghurt.³²

Organoleptik Yoghurt Susu Jagung

Uji organoleptik yang dilakukan merupakan jenis pengujian afektif, dimana pengujian ini mengukur sikap subjektif konsumen terhadap produk berdasarkan sifat – sifat organoleptik yaitu warna, aroma, tekstur dan rasa. Hasil yang diperoleh adalah tingkat kesukaan dan metode yang dilakukan termasuk dalam uji hedonik.²⁶

Pigmen *xanthopil (carotenoid)* merupakan komponen utama yang bertanggung jawab untuk warna kuning pada jagung. Adanya pigmen tersebut memberikan warna yang menarik pada yoghurt susu jagung.^{8,12} Rasio air dan jagung berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesukaan warna ($p=0,000$). Warna yoghurt dengan perlakuan B (rasio air dan jagung 1:1) dan C (rasio air dan jagung 1:2) lebih disukai dibandingkan yoghurt dengan perlakuan A (rasio air dan jagung 2:1). Yoghurt dengan perlakuan A memiliki warna kuning pucat karena kadar air yang ditambahkan lebih banyak sehingga menutupi warna kuning dari jagung.

Yoghurt dengan fortifikasi besi dan vitamin A tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap warna. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fortifikasi tidak berpengaruh terhadap penampilan ataupun warna dari yoghurt.^{14,32}

Aroma yang timbul pada pembuatan yoghurt jagung ini adalah aroma khas yoghurt. Namun masih terdapat sedikit pengaruh aroma jagung. Secara statistik tidak ada pengaruh secara

signifikan terhadap aroma yoghurt susu jagung ($p=0,720$). Senyawa yang sebagian besar ditemukan pada jagung antara lain *tridecane*, *tetradecane*, *benzothiazole* dan *dodecane*. Selain itu jagung juga memiliki substansi volatil seperti *acetaldehyde*. *Acetaldehyde* dan *diacetyl* merupakan senyawa aroma esensial dari yoghurt yang khas.⁸

Aroma yoghurt susu jagung dapat mengalami perubahan selama masa penyimpanan. Berdasarkan penelitian sebelumnya perubahan aroma yoghurt dipengaruhi 2 faktor. Faktor pertama adalah reaksi yang disebabkan oleh pembentukan atau perubahan senyawa lain yang terdapat pada yoghurt jagung. Faktor kedua adalah kehilangan senyawa aroma yang disebabkan oleh volatilisasi.⁸

Tingkat kesukaan aroma yoghurt susu jagung yang difortifikasi juga tidak berpengaruh secara signifikan ($p=0,713$) dan termasuk dalam kategori netral. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fortifikasi dengan 20 mg besi menggunakan lima jenis garam yang berbeda tidak mempengaruhi aroma, penampilan atau kualitas keseluruhan dari yoghurt.¹⁴ Penelitian lain menunjukkan bahwa fortifikasi 25 mg besi menyebabkan perubahan pada warna dan aroma.²¹

Tekstur dari yoghurt adalah cairan kental sampai padat. Yoghurt yang baik adalah yoghurt yang kekentalannya kompak, tidak berbentuk gas serta tidak terjadi pemisahan padatan dan cairan.³⁵ Secara statistik tidak ada pengaruh secara signifikan rasio air dan jagung terhadap tingkat kesukaan tekstur ($p=0,113$) dan termasuk kategori netral. Begitu pula pada yoghurt yang telah difortifikasi, tidak ada pengaruh terhadap tingkat kesukaan tekstur ($p=0,145$) serta panelis menyatakan suka.

Pada uji organoleptik tahap pertama terdapat 3 tekstur yang berbeda dimana yoghurt perlakuan A lebih cair, perlakuan B cair kental serta perlakuan C dengan tekstur tergolong kental padat. Panelis diminta menilai 3 tekstur yoghurt dengan perbedaan yang kentara. Penilaian seseorang bersifat subjektif karena setiap orang memiliki selera masing – masing. Pilihan panelis pun bervariasi antara lebih menyukai yoghurt dengan tekstur cair (perlakuan A=3,36), cair kental (perlakuan B=3,48) ataupun kental padat (perlakuan C=2,92).

Perbedaan tekstur disebabkan karena semakin banyak jagung yang digunakan maka terjadi peningkatan kekentalan yoghurt. Kekentalan berbanding lurus dengan substrat. Semakin tinggi total substrat yang ditambahkan maka kekentalan yoghurt jagung semakin meningkat. Pada saat fermentasi, terjadi penggumpalan protein karena asam laktat yang dihasilkan oleh *Streptococcus*

thermophilus dan *Lactobacillus bulgaricus* sehingga membentuk tekstur lebih padat dari susu cair.³⁵

Yoghurt memiliki cita rasa asam yang khas oleh aktivitas bakteri *Lactobacillus bukgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Rasa pada yoghurt disebabkan karena senyawa kimia yang dihasilkan yakni asam laktat, asetal dehidra, asam asetat dan bahan lain yang mudah menguap. Pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* pada awalnya akan lebih cepat daripada pertumbuhan *Lactobacillus bukgaricus*, dan memberikan sedikit rasa asam. Tetapi kemudian *Lactobacillus bukgaricus* akan memberikan rasa asam yang lebih kuat.³⁵

Yoghurt susu jagung dengan perlakuan B (rasio air dan jagung 1:1) (3,56) lebih disukai dibandingkan yoghurt jagung dengan perlakuan A (rasio air dan jagung 2:1) (3,24) dan perlakuan C (rasio air dan jagung 1:2) (3,00) yang tergolong netral. Yoghurt susu jagung dengan fortifikasi besi dan vitamin A termasuk dalam kategori lebih disukai oleh panelis (3,55). Selain itu rasio kadar air dan jagung serta fortifikasi tidak berpengaruh terhadap tingkat kesukaan rasa dengan *p value* terturut – turut sebesar 0,121 dan 0,623.

Fortifikasi besi dan vitamin A tidak mempengaruhi rasa yoghurt susu jagung. Pemilihan jenis fortifikan yang digunakan yaitu NaFeEDTA terbukti tidak menimbulkan perubahan organoleptik yang tidak diinginkan. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fortifikasi NaFeEDTA sebanyak 29,6 mg tidak menyebabkan perubahan organoleptik pada saus kedelai.³⁶ Penelitian lain menyebutkan penambahan besi lebih dari 25 mg menyebabkan perubahan pada rasa dan aroma. Sedangkan untuk fortifikan vitamin A tidak menimbulkan perubahan organoleptik. Namun penelitian sebelumnya menunjukkan penambahan kadar vitamin A yang tinggi yaitu sebesar 3000 IU/L menimbulkan perubahan yang tidak diinginkan pada rasa.²¹

Kandungan Besi dan Betakaroten

Fortifikan besi yang digunakan adalah NaFeEDTA. Kandungan besi pada NaFeEDTA adalah sebesar 13%.¹⁷ Fortifikasi besi sebanyak 20 mg/100 ml, 25 mg/100 ml, dan 30 mg/100 ml diharapkan mampu meningkatkan kandungan besi yoghurt sebesar 2,6 mg/100 ml, 3,25 mg/100 ml, dan 3,9 mg/100 ml. Dibandingkan dengan FeSO₄, NaFeEDTA memiliki tingkat absorpsi dua hingga empat kali lebih baik.¹⁶ Hasil penelitian menunjukkan penambahan besi sebesar 20 mg/100 ml, 25 mg/100 ml, 30 mg/100ml mengalami peningkatan kadar besi sebesar 1,378 mg/100 ml, 1,697 mg/100 ml, dan 2,329 mg/100 ml. Dengan

kata lain besi yang ditemukan kembali setelah fortifikasi sebesar 53%, 52%, dan 59,7%.

Faktor lingkungan dapat mempengaruhi kerusakan zat besi yang ditambahkan. Penyebabnya antara lain panas, udara, cahaya, dan kelembaban khususnya untuk tembaga, besi dan seng. Stabilitas zat besi tergantung beberapa faktor diantaranya adalah sifat alami bahan pembawa, ukuran partikel serta paparan terhadap panas.³⁷

Vitamin A yang ditambahkan adalah vitamin A asetat. Vitamin A asetat bersama dengan provitamin A (betakaroten) merupakan bentuk komersil vitamin A yang digunakan sebagai fortifikasi makanan.¹⁷ Penambahan vitamin A meningkatkan kandungan betakaroten pada yoghurt susu jagung. Kandungan betakaroten yoghurt sebelum difortifikasi sebanyak 208,55 mcg/100 ml, 151,20 mcg/100 ml, dan 150,64 mcg/100ml dengan rerata awal 170,13 mcg/100 ml setelah difortifikasi vitamin A dengan kandungan yang sama sebanyak 13 mg meningkat menjadi 282,38 mcg/100 ml., 292 mcg/100ml, dan 281,09 mcg/100ml dengan rerata 285,38 mcg/100 ml.

1 IU vitamin A setara dengan 0,334 mcg vitamin A asetat (*retinyl acetate*) dan 3,6 mcg betakaroten.^{24,25} Oleh karena itu kandungan vitamin A pada yoghurt berturut – turut sebesar 26,983 mcg retinil asetat, 27,965 mcg retinil asetat, dan 26,859 mcg retinil asetat.

WHO menetapkan fortifikasi vitamin A antara 15 – 30% dari kebutuhan vitamin A harian pada kelompok target.³⁸ Pada perhitungan 30% kecukupan dari vitamin A menurut AKG diperoleh 240 mcg atau sebanyak 13 mg/100 ml. Setelah dianalisis, vitamin A yang ditemukan kembali sebesar 30,7%, 58,9%, dan 54,3%.

Sifat vitamin A sangat mudah dioksidasi, terutama jika dipengaruhi oleh cahaya, sinar matahari atau cahaya buatan. Selain itu kerusakan pada vitamin A dapat terjadi karena pemasakan suhu tinggi, cahaya dan oksigen di udara.¹⁷ Pada proses pembuatan yoghurt, penambahan vitamin A dilakukan setelah menjadi yoghurt. Saat pencampuran dimungkinkan ada pengaruh cahaya dan teroksidasi oleh adanya oksigen yang ada di udara. Dengan demikian ruangan dikondisikan agak gelap, dan wadah yoghurt segera ditutup.

Vitamin A asetat yang digunakan adalah bentuk kering berupa butiran kecil dicampur ke dalam makanan atau tersebar di dalam air. Bentuk vitamin A yang ditambahkan dalam makanan dapat mempengaruhi kestabilannya dan vitamin A dalam bentuk butiran kecil lebih stabil daripada yang ditambahkan dalam bentuk cair.¹⁷

SIMPULAN

Yoghurt dengan organoleptik terbaik adalah yoghurt susu jagung perlakuan B (rasio air dan jagung 1:1) dengan total BAL $1,01 \times 10^{15}$, pH 4,63 dan rerata organoleptik warna 4,04 (suka), aroma 3,28 (netral), tekstur 3,48 (netral), rasa 3,56 (suka). Yoghurt dengan penambahan besi sebesar 25 mg dan vitamin A 13 mg lebih disukai panelis dengan rerata organoleptik warna 3,52 (suka), aroma 3,44 (netral), tekstur 3,96 (suka) dan rasa 3,64 (suka). Selain itu terdapat peningkatan kandungan besi dan vitamin A yoghurt susu jagung.

SARAN

Terkait penelitian lanjutan diperlukan minimal 3 kali pengulangan untuk fortifikasi besi dan vitamin A pada yoghurt susu jagung. Selain itu diperlukan uji lebih lanjut untuk mengetahui bioavailabilitas besi dan vitamin A (pada yoghurt susu jagung) dalam darah pada hewan coba.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Gemala Anjani, SP, M.Si, Ph.D selaku pembimbing dan para penguji atas segala bimbingan dan saran yang telah diberikan dalam penyusunan karya tulis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para panelis organoleptik yoghurt susu jagung serta kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. Worldwide Prevalence of Anaemia 1993 – 2005 In WHO Global Database on Anemia. Geneva: World Health Organization; 2008. p. 1.
2. WHO. The Global Prevalence of Anaemia in 2011. Geneva: World Health Organization; 2015. p. 5.
3. Kemenkes RI. Riset Kesehatan Dasar 2013. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2013. p.16.
4. Suarni, Yasin M. Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. Iptek Tanaman Pangan 2011; 6 (1): 42 – 56.
5. Yon M, Hyun TH. Folate Content of Foods Commonly Consumed in Korea Measures After Trienzyme Extraction. Nutrition Research. 2003; 23: 735–746.
6. Steinkraus KH. Fermentation in World Food Processing Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2002; 1: 23-32.
7. Faber MJD, Kvalsvig CJ, Lombard, Benade AJS. Effect of a Fortified Maize – Meal Porridge on Anemia, Micronutrient Status, and Motor Development of Infants. Am J Clin Nutr. 2005; 82: 1032 – 1039.
8. Supavitipatana P, Wirjantoro TI, Raviyan P. Characteristics and Shelf Life of Corn Milk Yoghurt. CMU. J. Nat. Sci. 2010; 9 (1): 133 – 147.
9. Chairunnisa H. Penambahan Susu Bubuk Full Cream pada Pembuatan Produk Minuman Fermentasi dari Bahan Baku Ekstrak Jagung Manis. J. Teknol Industri Pangan. 2009; 20 (2): 96 – 101.
10. Supavitipatana P, Wirjantoro TI, Raviyan P. Effect of Sodium Caseinate and Whey Protein Isolate Fortification on the Physical Properties and Microstructure of Corn Milk Yogurt. CMU. J. Nat. Sci. 2009; 8(2). 247 – 263.
11. Sayuti I, Wulandari S, Sari DK. Efektivitas Penambahan Ekstrak UbiJalar Ungu (Ipomoea batatas var. Ayamurasaki) dan Susu Skim terhadap Kadar Asam Laktat dan pH Yoghurt Jagung Manis (Zea mays L. Saccharata) dengan Menggunakan Inokulum *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium* sp. Jurnal Biogenesis, Vol. 9, Nomor 2, Februari 2013.
12. Lestiyani AD, Suseno TIP, Srianta I. Characteristics of Soy Corn Yoghurt. J Food Nutr Disor 2014, 3:2.
13. Makanjuola OM. Production and Quality Evaluation of Soy-Corn Yoghurt. J. Food. Sci. Technol. 2012; 4(3): 130-134.
14. El-Kholy AM, Osman M, Gouda, Ghareeb WA. Fortification of Yoghurt With Iron. World Journal of Dairy & Food Sciences. 2011; 6 (2): 159-165.
15. Bechensteen AG, Halvorsen S, Whitelaw A, Liestol K, Lindemann L, Groogaard J et all. Erythropoietin, Protein, and Iron Supplementation and The Prevention of Anaemia of Prematurity. Archives of Disease in Childhood 1993; 69: 19 – 23.
16. Hurrell, R.F. 2002. Fortification: Overcoming Technical and Practical Barriers. *J. Nutr.* 132: 806S–812S.
17. Allen L., de Benoist B., Dary O., Hurrell R. Guidelines on food fortification with micronutrients. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Geneva: WHO; 2006.
18. Guzun-Cojocar T, Koev C, Yordanov M, Karbowski 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;125:326-33.
19. Kandarina I, Helmyati S, Lestari LA. Efektifitas Pemberian Biskuit Tepung Singkong Yang difortifikasi Zat Besi pada anak Usia Sekolah Dasar di Kabupaten Bantul: Upaya Mengatasi Defisiensi Gizi Mikro Berbasis Pangan Lokal. Laporan Akhir Hibah Penelitian Strategis Nasional. Jogjakarta: Universitas Gajah Mada; 2010 Jul. No.: 506/SP2H/PP/DP2M/VIII/2010.
20. Layrisse M, Casal MNG, Solano L, Baron MA, Arguello F, Lovera D et all. Vitamin A Reduces the Inhibition of Iron Absorption by Phytates and Polyphenols. Food Nutr Bull.1998; 19 (1): 3 – 5.

21. Sachdeva B, Kaushik R, Arora S, Indumathi KP. Impact of Fortification with Iron Salts and Vitamin A on the Physicochemical Properties of Laboratory Pasteurised Toned Milk and Bioaccessibility of The Added Nutrients. *International Journal of Dairy Technology*. 2015; 68 (2): 253 – 258.
22. Suzuki JI, Katoh N. A Simple and Cheap Methods for Measuring Serum Vitamin A in Cattle Using Only a Spectrophotometer. *Jpn. J. Vet. Sci.* 1990; 52 (6): 1281 – 1283.
23. Hui N, Qing HG, Hui R, Qi C, Feng C. Application of Derivative Ratio Spectrophotometry for Determination of Betacarotene and Astaxanthin from *Phaffia rhodozyma* Extract. *J Zhejiang Univ Sci.* 2005; 6B (6): 514 – 522.
24. Gerald F. Combs Jr. *The Vitamins*. 3rd ed. New York: Elsevier Academic Press; 2008. p. 97.
25. Insel P, Ross D, McMahon K, Bernstein M. *Discovering Nutrition*. 5th ed. Burlington MA: Jones & Barlet Learning; 2016. p.234.
26. Ayustaningwarno F. *Teknologi Pangan Teori Praktis dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2014. p. 23.
27. Standar Nasional Indonesia. *Yogurt*. ICS 67.100.10. SNI 2981: 2009.
28. Lee WJ dan Lucey JA. Formation and physical properties of yogurt. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 2010; 23(9): 1127-1136.
29. Nadra MCM. Nitrogen metabolism in lactic acid bacteria from fruits: a review. *Communicating Curent Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*, 2007; 500-510.
30. Ingraham JL, Maaloe O, Neidhardt FC. *Growth of The Bacterial cell*. Sunderland MA: Sinauer Associates; 1983. p. 130.
31. Hayek SA, Ibrahim SA. Current Limitations and Challenges with Lactic Acid Bacteria: A Review. *Food and Nutrition Sciences*. 2013;4.
32. Ilic DB, Anshoor SH. Stability of Vitamins A and C in Fortifies Yogurt. *J Dairy Sci.* 1988; 71:1492-1498.
33. 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.
34. Maulidya A, Yasni S. Development of corn Milk Yoghurt Using Mixed Culture of *Lactobacillus delbruekii*, *Streptococcus salivarius*, and *Lactobacillus casei*. *HAYATI Journal of Biosciences* March 2014 Vol. 21 No. 1, p 1-7.
35. Nofrianti R, Azima F, Eliyasmi R. Pengaruh Penambahan Madu Terhadap Mutu Yoghurt Jagung. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2013;2(2).
36. Chen J, Zhao X, Zhang X, Yin S, Piao J, Huo J, Yu B, Qu N, Lu Q, Wang S, Chen C. Studies on the effectiveness of NaFeEDTA-fortified soy sauce in controlling iron deficiency: A population-based intervention trial. *Food Nutr Bull* 2005;26:177-86.
37. Palupi NS. Fortifikasi Zat Besi. *Food Review*. 2010; 5 (9); 49 – 52.
38. World Health Organization. Food and Agricultural Organization of The United Nation. *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition*. Second edition. Geneva: WHO; 2004.