

KONSENTRASI SARI BELIMBING (*Averrhoa carambola L*) DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA DAN MIKROBIOLOGI YOGHURT

Star Fruit (Averrhoa carambola L) Concentrate and Fermentation Period in Physic-Chemical Microbiology Properties of Yoghurt

Kukuh Septa Dwi Sutedjo^{1*}, Fithri Choirun Nisa¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: kukuh.septads@gmail.com

ABSTRAK

Yoghurt terbentuk dari bakteri yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti *Lactobacillus Bulgaricus*, *Lactobacillus Acidophilus* dan *Streptococcus Thermophilus*. Dalam penelitian ini digunakan antioksidan alami, yakni vitamin C yang berasal dari buah belimbing. Penambahan sari buah belimbing berguna untuk meningkatkan nilai guna buah belimbing yang biasa dikonsumsi dalam bentuk segar saja. Pembuatan yoghurt buah belimbing juga berfungsi untuk menyiasati karakter buah belimbing yang mudah rusak yang memerlukan adanya proses pengolahan lanjut seperti pembuatan yoghurt belimbing. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor I adalah konsentrasi sari buah belimbing (10, 15, dan 20%) dan faktor II lama fermentasi (8, 10, dan 12 jam). Hasil perlakuan terbaik yaitu yoghurt dengan lama fermentasi 8 jam dengan penambahan 20% sari buah belimbing dengan nilai pH 4.223, total asam 1.533%, aktivitas antioksidan 50.313%, Kadar Vitamin C 0.022%, total BAL 7.407 cfu/ml, viskositas 436.333 cP, tingkat kecerahan 63.520, tingkat kemerahan 23.733 dan tingkat kekuningan 13/867.

Kata kunci: *L.Acidophilus*, *L.bulgaricus*, Sari Belimbing, *S.thermophilus*, Yoghurt

ABSTRACT

Yoghurt is made from useful bacteria for our health, such as *Lactobacillus Bulgaricus*, *Lactobacillus Acidophilus* and *Streptococcus Thermophilus*. In this research also use the natural antioxidant, vitamin C from the star fruit. Not only can improve the star fruit functional value but also can avoid the star fruit injury. So an advanced processing like star fruit yoghurt process is needed. Randomized block design was used as the experimental design in this research with two factors, concentration of star fruit juice (10%, 15%, and 20%) and different fermentation time (8, 10, 12 hours). The best treatment was obtained by adding 20% of star fruit juice and 8 hours of fermentation period. The physico-chemical properties of yoghurt with the best treatment are total acid 1.533%, pH 4.223, total vitamin C 0.022%, antioxidant activity 50.313%, viscosity 436.333cP, brightness 63.520, redness 23.733, yellowness 13.867 and total lactic acid bacteria 7.407 (log cfu/ml).

Keywords : *L.Acidophilus*, *L. bulgaricus*, Star Fruit juice, *S.thermophilus*, Yoghurt

PENDAHULUAN

Susu adalah bahan pangan yang dikenal kaya akan zat gizi yang diperlukan oleh tubuh manusia. Konsumsi susu pada saat remaja terutama dimaksudkan untuk memperkuat tulang sehingga tulang lebih padat, tidak rapuh dan tidak mudah terkena risiko osteoporosis pada saat usia lanjut. Agar tulang menjadi kuat, diperlukan asupan zat gizi yang cukup terutama kalsium. Kalsium merupakan zat utama yang diperlukan dalam pembentukan

tulang, dan zat gizi ini antara lain dapat diperoleh dari susu. Pada susu juga terkandung zat-zat gizi yang berperan dalam pembentukan tulang seperti protein, fosfor, vitamin D, vitamin C dan besi. Selain zat-zat gizi tersebut, susu juga masih mengandung zat-zat gizi penting lainnya yang dapat meningkatkan status gizi.

Seiring dengan perkembangan teknologi, susu mengalami diversifikasi produk menjadi susu pasteurisasi dan homogenisasi serta yoghurt yang memiliki daya simpan lebih lama dan memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi. Pengolahan susu umumnya mempunyai peranan untuk meningkatkan *flavour* dan memperpanjang masa simpan pada kondisi tertentu sesuai dengan proses yang ditentukan seperti pembuatan yoghurt salah satunya.

Pada yoghurt fermentasi gula susu (laktosa) menghasilkan asam laktat, yang berperan dalam protein susu untuk menghasilkan tekstur seperti gel dan bau yang unik pada yoghurt. Yoghurt terbentuk dari bakteri baik yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* dan *Streptococcus thermophilus*. Selain dari bakteri tersebut, yoghurt juga mengandung vitamin B-kompleks, yaitu B1, B2, B3 dan B6, serta asam folat, asam pantotenat dan biotin [1].

Dalam penelitian pembuatan yoghurt ini digunakan antioksidan alami, yakni vitamin C atau asam askorbat yang berasal dari buah belimbing. Buah ini sangat kaya akan zat gizi, salah satunya adalah vitamin C. Vitamin C atau asam askorbat merupakan jenis antioksidan *oxygen scavengers*, yaitu senyawa-senyawa yang berperan sebagai pengikat oksigen sehingga tidak mendukung reaksi oksidasi. Dalam hal ini, senyawa tersebut akan mengadakan reaksi dengan oksigen yang berada dalam sistem sehingga jumlah oksigen akan berkurang [2].

Perkembangan pemanfaatan belimbing yang memiliki karakter yang mudah rusak dapat dilakukan dengan pengembangan teknologi pengolahannya, yaitu dengan menggunakan sari buah belimbing dalam pembuatan yoghurt. Pada umumnya masyarakat mengkonsumsi belimbing dalam bentuk segar saja, tanpa ada inovasi dalam pengolahannya. Dengan menggunakan buah belimbing sebagai bahan tambahan yoghurt maka nilai guna belimbing yang ketersediaannya cukup melimpah tersebut menjadi bertambah.

Kondisi yoghurt pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya umur yoghurt itu sendiri. Yoghurt yang terlalu lama akan mengalami fermentasi secara berlebihan, sehingga pemecahan kandungan pada yoghurt tersebut akan terjadi secara berlebihan. Selain itu kesesuaian lingkungan bagi mikroba pemecah pada yoghurt akibat adanya penambahan konsentrasi sari buah juga menentukan cepat lambatnya fermentasi yoghurt itu sendiri. Dengan ditamhkannya sari buah belimbing pada yoghurt maka akan terbentuk lingkungan yang sesuai dengan pertumbuhan mikroba pemecah. Berangkat dari hal tersebut maka peneliti menggunakan faktor lama fermentasi dan konsentrasi sari buah dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana yoghurt tersebut dapat bertahan. Dengan adanya penelitian ini maka diharapkan pula adanya suatu inovasi dalam pengolahan yoghurt yang baik, serta meningkatkan nilai guna belimbing sebagai sumber antioksidan yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Susu segar, belimbing segar, starter bakteri yoghurt plain biokult, gula pasir, susu skim bubuk, aquades, media MRSA, larutan 1,1-diphenyl-2-picrylhidrazil (DPPH), ethanol 95%, indikator pp, NaOH 0.01 N, larutan iodium standar 0.01 N, dan amilum 1%.

Alat

Timbangan digital (Denver Instrumen M-310), *juicer* (Philips), inkubator (Binder DB53 Jerman), pH meter (model pHS-3C), termometer, kompor listrik, autoklaf (HL-36 AE Hiramaya, Jepang), *glass ware*, saringan, sentrifuse, LAF, spektrofotometer (Unico, uv-2100 Spectrophotometer), *viscometer* (Brookfield Viscometer), color reader, *hand refraktometer*, *refrigerator*, *Laminar Air Flow*, sentrifuse kering, vortex, tube plastik, tip, mikro pipet,

autoklaf, toples kaca, bola hisap, alumunium foil, kertas label, kertas saring, kapas, buret, ose, bunsen, *colony counter*.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor I adalah konsentrasi sari buah belimbing (10%, 15%, 20%) dan faktor II lama fermentasi (8 jam, 10 jam, 12 jam). Masing – masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan yang harus dilakukan, yaitu tahapan pertama pembuatan sari buah belimbing, pasteurisasi susu segar bersama bahan-bahan tambahan, pencampuran sari buah dengan bahan baku susu segar dan dilanjutkan proses akhir yaitu tahap fermentasi produk.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode analisis keragaman ANOVA dan pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode De Garmo.

Prosedur Analisis

1. Analisis Total Asam

10 gram sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas, selanjutnya dihomogenkan dan disaring. Filtrat diambil 10 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan 2-3 tetes indikator pp. Dititrasi dengan larutan 0.1 N NaOH sampai warna larutan berubah menjadi merah muda dan warna tersebut tidak berubah kembali selama 30 detik. Pada akhir titrasi dihitung jumlah NaOH yang digunakan. Kemudian untuk mengetahui nilai total asam produk menggunakan perhitungan sebagai berikut : Total asam (%) = $((V \times N \times P \times BE \text{ asam}) / (\text{berat sampel} \times 1000)) \times 100\%$.

2. Analisis pH

Sampel yang telah dihomogenkan (medium fermentasi) diambil sekitar 30 ml dan ditempatkan dalam beaker glass ukuran 50 ml. Sebelum digunakan, pH meter dikalibrasi menggunakan buffer pH 7 dan 4 lalu dibersihkan dengan aquades selanjutnya dilakukan pengukuran pH sampel. Setiap kali akan mengukur pH sampel yang lain, sebelumnya pH meter dibersihkan dengan aquades.

3. Analisis Kadar Vitamin C

Sampel ditimbang sebanyak 10-30 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan selanjutnya ditambah aquades sampai tanda batas. Kemudian filtrat dihomogenkan dan disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh diambil 25 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml kemudian 1 ml amilum 1% ditambahkan ke dalamnya. Filtrat yang telah ditambahkan dengan amilum dititrasi dengan larutan iodium standar 0.01 N sampai terjadi perubahan warna. Kadar vitamin C dihitung dengan rumus sebagai berikut : Vitamin c (%) = $(\text{ml iodium} \times 0.01 \text{ N} \times 100 / 25 \times 88 \times 100) / \text{berat bahan (mg)}$.

4. Pengujian Aktivitas Antioksidan dengan DPPH

Sampel sebanyak 0.2 gram ditambahkan 10 ml etanol 95%, sampel dalam etanol 95% divortex untuk melarutkan sampel dengan etanol, selanjutnya larutan tersebut disentrifuse dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan ekstrak antioksidan dengan endapan, sebanyak 0.2 mM larutan 1.1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) dalam etanol 95% disiapkan, kemudian 1 mL dari larutan ini ditambahkan dengan 4 mL ekstrak antioksidan (tingkat berkurangnya warna dari larutan menunjukkan efisiensi penangkap radikal), diamkan 10 menit, kemudian ukur absorbansinya pada λ 517 nm, aktivitas antioksidan dihitung menurut persamaan : Aktivitas antioksidan (%) = $[1 - (A\text{-sampel} / A\text{-kontrol})] \times 100\%$

5. Analisis Viskositas

Viskositas diukur menggunakan Brookfield ViScosimeter, sampel diletakkan dalam beaker glass 250 mL, jarum spindle nomer 3 dipasang pada viscosimeter dan diatur kecepatan putarannya pada 60 rpm, bahan diukur viskositasnya, skala yang ditunjuk oleh alat dibaca setelah jumlah putaran tertentu Perhitungan : Viskositas = angka pembacaan x factor kalibrasi

6. Warna

Sampel ditempatkan dalam wadah plastik bening, color reader ditempelkan pada permukaan sampel, tombol pembacaan diatur pada L*, a*, b*, lalu tekan tombol target, hasil pembacaan dicatat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Bahan Baku

Tabel 1. Karakteristik Bahan Baku Sari Buah Belimbing

Parameter	Susu Sapi	Sari Belimbing	Susu+Sari Belimbing 10%	Susu+Sari Belimbing 15%	Susu+Sari Belimbing 20%
Total Asam (%)	-	-	0.250	0.397	0.473
pH	6.5	4.16	6.3	6.3	6.2
Viskositas(cP)	1.5	7.8	9	10	10
Kadar Vitamin C (%)	-	0.029	0.027	0.027	0.028
Aktivitas Antioksidan (%)	-	64.02	49.04	52.41	53.56
Tingkat Kekuningan (b*)	11.7	25.63	12.32	12.56	12.61
Tingkat Kemerahan (a*)	8.2	24.10	14.47	15.63	17.81
Tingkat Kecerahan (L)	68.6	43.37	65.61	65.03	63.95

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan nilai bahan baku yoghurt sari buah belimbing tanpa proses fermentasi. Dapat dilihat pada campuran antara sari buah dan susu memiliki total asam tertinggi adalah 0.473%. Hal ini dikarenakan masih belum terjadinya proses fermentasi oleh bakteri asam laktat. Sehingga nilai total asam yang terhitung pada bahan merupakan total asam yang berasal dari sari buah belimbing, bukan asam laktat yang akan dihasilkan setelah proses fermentasi. Untuk parameter pH, nilai pH campuran susu segar dengan sari buah belimbing semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi penambahan sari buah belimbing. Pada parameter viskositas, semakin tinggi penambahan sari buah belimbing maka nilai viskositas juga semakin meningkat. Pada campuran antara susu dan sari buah dengan konsentrasi terendah memiliki viskositas sebesar 9 cP, sedangkan pada konsentrasi tertinggi adalah 10 cP.

Untuk parameter kadar vitamin C, serta aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi sari buah yang ditambahkan. Pada penambahan konsentrasi terendah yakni 10%, kadar vitamin C adalah 0.027%, sedangkan pada konsentrasi tertinggi kadar vitamin C adalah 0.028%. Untuk aktivitas antioksidan pada penambahan konsentrasi sari buah terendah adalah 49.04%, sedangkan pada konsentrasi tertinggi adalah 53.56%. Pada parameter warna, pada parameter tingkat kemerahan (a*)

dan tingkat kekuningan (b^*) menunjukkan nilai yang makin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi sari buah yang ditambahkan. Sedangkan untuk parameter tingkat kecerahan (L) menunjukkan nilai yang cenderung menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi sari buah yang ditambahkan.

Karakteristik Mikrobiologi Yoghurt Sebelum Fermentasi

Tabel 2. Karakteristik Mikrobiologi Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Sebelum Fermentasi

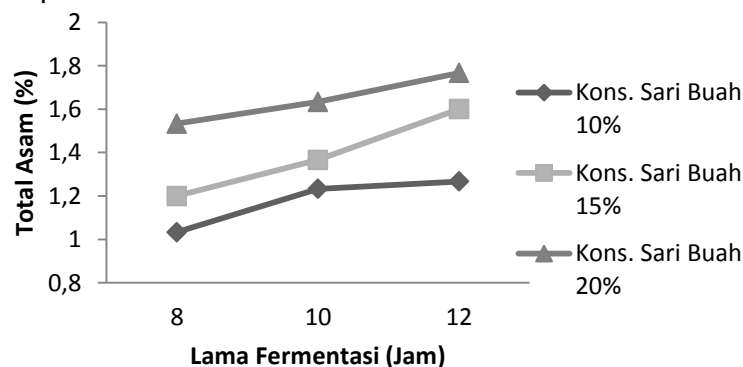
Penambahan Sari Buah Belimbing	Rerata Total BAL (log cfu/ml)
10%	5.132
15%	4.654
20%	4.341

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi sari buah belimbing 10% memiliki rerata total BAL tertinggi. Sedangkan rerata penambahan konsentrasi sari buah belimbing terendah terdapat pada penambahan konsentrasi sari buah belimbing 20%. Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi sari buah yang semakin meningkat menunjukkan rerata total BAL yang semakin rendah. Hal ini diduga karena kondisi yang terlalu asam akibat tingginya konsentrasi sari buah yang ditambahkan bisa menghambat adaptasi dari BAL.

Analisis Karakteristik Fisik Kimia dan Mikrobiologi Yoghurt Setelah Fermentasi

1. Analisis Total Asam

Salah satu faktor yang berhubungan dengan kestabilan mutu yoghurt sari buah belimbing adalah total asam. Keawetan bahan pangan untuk disimpan lebih lama bergantung pada total asam yang ada dalam bahan pangan tersebut. Hasil analisis rerata perubahan total asam yoghurt sari buah belimbing dengan perlakuan jumlah konsentrasi sari buah dan lama fermentasi berkisar antara 0.78% hingga 1.29%, yakni dari 0.25% hingga 0.47% menjadi 1.2% hingga 1.7%. Nilai tersebut merupakan nilai peningkatan jika dibandingkan dengan total asam pada bahan awal tanpa fermentasi. Perubahan peningkatan total asam akibat kombinasi perlakuan jumlah konsentrasi sari buah dan lama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 1.



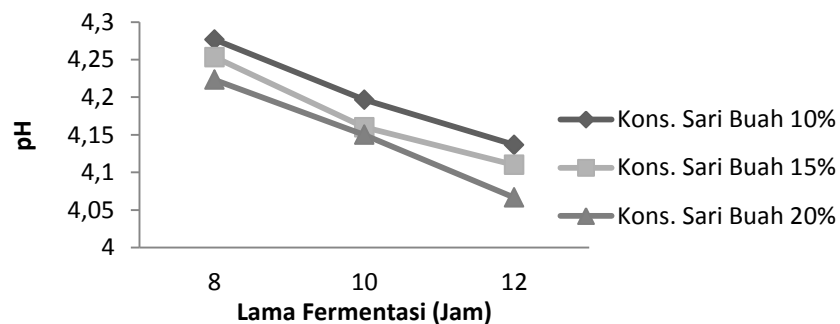
Gambar 1. Grafik Total Asam Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

Pada Gambar 1 menunjukkan kecenderungan peningkatan total asam yoghurt sari buah belimbing dengan semakin besar jumlah konsentrasi sari buah yang ditambahkan serta semakin lamanya waktu fermentasi. Hal tersebut diduga disebabkan karena selama proses fermentasi oleh mikroba dihasilkan asam-asam organik yang menyebabkan keasaman meningkat karena proses akumulasi asam. Peningkatan total asam tertinggi terdapat pada perlakuan jumlah konsentrasi sari buah sebesar 20%. Tingginya total asam ini

diduga akibat adanya penambahan sari belimbing yang dapat meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat karena kesesuaian lingkungan, sehingga jumlah asam yang terbentuk meningkat. Pada dasarnya keasaman pangan adalah total asam pada bahan tersebut. Jumlah laktosa yang tinggi akan menghasilkan asam laktat yang tinggi sehingga meningkatkan nilai total asam. Nilai total asam tinggi akan menurunkan pH karena terjadi peningkatan konsentrasi ion H^+ [3]. Unsur yang menyebabkan rasa asam adalah ion H^+ , dimana semakin banyak konsentrasi ion H^+ maka nilai pH akan semakin rendah [4]. Semakin lama waktu fermentasi yang diterapkan semakin tinggi pula total asam yoghurt yang didapatkan. Laktosa akan dihidrolisis oleh bakteri asam laktat dengan hasilnya berupa asam piruvat. Asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat oleh enzim laktat dehidrogenase yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Selama fermentasi berlangsung akan terbentuk asam yang menyebabkan rasa dan aroma yang khas, serta komponen-komponen citarasa antara lain [5].

2. Analisis pH

Hasil analisis pH yoghurt sari buah belimbing dengan perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama fermentasi diperoleh rerata pH berkisar antara 4.27 hingga 4.06. Pengaruh perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama fermentasi terhadap penurunan pH yoghurt sari buah belimbing dapat dilihat pada Gambar 2.



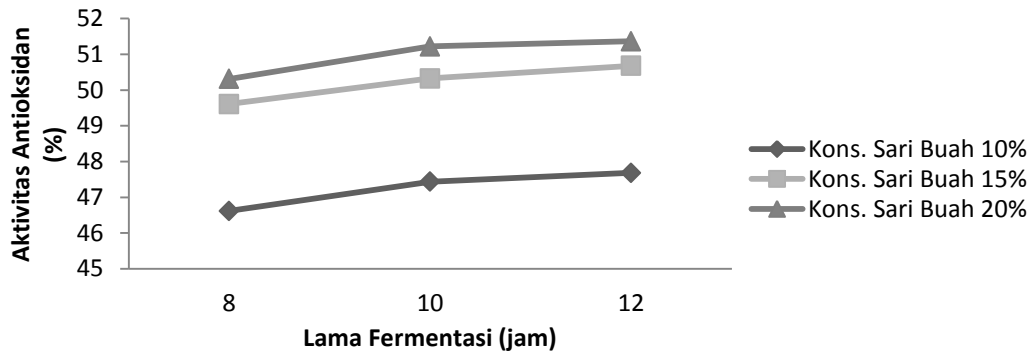
Gambar 2. Grafik pH Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

Dari Gambar 2 menunjukkan penurunan nilai pH. Penurunan nilai pH ini disebabkan karena terjadinya peningkatan total asam pada bahan. Tingginya total asam ini diduga karena penambahan sari buah belimbing dapat meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat, karena adanya kesesuaian lingkungan bagi bakteri asam laktat untuk memecah nutrisi pada substrat sehingga jumlah asam yang terbentuk juga meningkat. Nilai pH tertinggi justru terdapat pada konsentrasi sari buah 20%. Hal ini diduga karena kondisi yang terlalu asam pada konsentrasi sari buah 20% bisa menghambat waktu adaptasi dari BAL yang akibatnya produksi asam laktat juga akan sedikit terganggu yang menyebabkan nilai pH tidak terlalu rendah. Semakin banyak asam yang terbentuk mengakibatkan semakin menurunnya nilai pH [6]. Semakin lama waktu fermentasi yang diterapkan semakin rendah pula nilai pH yoghurt yang didapatkan. Penurunan pH yoghurt disebabkan karena adanya aktivitas bakteri asam laktat yang mengubah laktosa dalam susu menjadi asam laktat. Peningkatan jumlah asam laktat akan diikuti oleh peningkatan konsentrasi ion hidrogen sehingga pH yoghurt akan turun. Adanya proses fermentasi oleh BAL ditandai dengan meningkatnya jumlah BAL yang tumbuh pada yoghurt yang menyebabkan terjadinya akumulasi asam-asam organik yang menyebabkan turunnya pH [7].

3. Analisis Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis aktivitas antioksidan pada yoghurt sari buah belimbing dengan perlakuan penambahan sari buah belimbing diperoleh rerata perubahan penurunan aktivitas antioksidan 1.3% hingga 3.2%, yakni dari 49.04% hingga 53.56% menjadi 46.61% hingga

51.36%. Pengaruh perlakuan penambahan sari buah belimbing terhadap perubahan nilai aktivitas antioksidan yoghurt sari buah belimbing dapat dilihat pada Gambar 3.

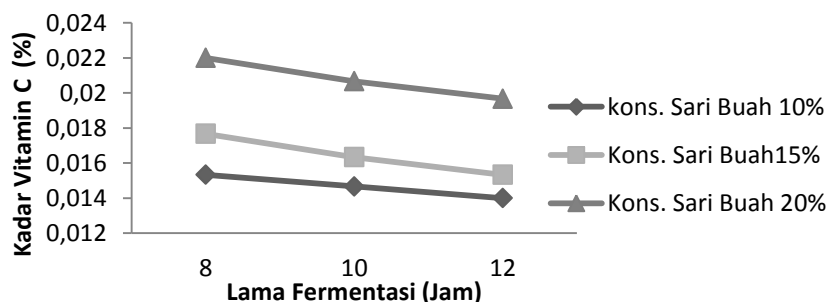


Gambar 3. Grafik Aktivitas Antioksidan Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

Gambar 3 menunjukkan nilai penurunan aktivitas antioksidan, dapat dilihat bahwa penurunan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing 10%. Sedangkan perubahan nilai aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada yoghurt dengan penambahan konsentrasi sari buah 20%. Hal ini diduga terjadi karena adanya kerusakan vitamin C yang terkandung dalam sari buah akibat fermentasi. Fermentasi bisa mengurangi kadar serta aktivitas antioksidan karena menggunakan suhu inkubasi 43°C, yang bisa membuat vitamin C teroksidasi. Semakin lama waktu fermentasi yang diterapkan semakin rendah pula nilai aktivitas antioksidan yoghurt yang didapatkan. Turunnya aktivitas antioksidan ini diduga karena adanya proses fermentasi dengan menggunakan suhu 43°C yang menyebabkan antioksidan dalam yoghurt seperti vitamin C atau asam askorbat menurun. Asam askorbat dan garam natriumnya sangat stabil dalam keadaan tanpa air, tetapi dalam keadaan ada air dan oksigen, panas atau bahan pengoksidasi lainnya maka asam askorbat menjadi sangat labil. Selain itu menurunnya nilai aktivitas antioksidan ini diduga karena adanya hasil fermentasi oleh BAL yang dapat menghambat aktivitas antioksidan [8].

4. Analisis Kadar Vitamin C

Dari data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rerata nilai kadar vitamin C pada yoghurt akibat penambahan sari belimbing dan lama fermentasi berkisar antara 0.014-0.020%. Rerata perubahan kadar vitamin C pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.



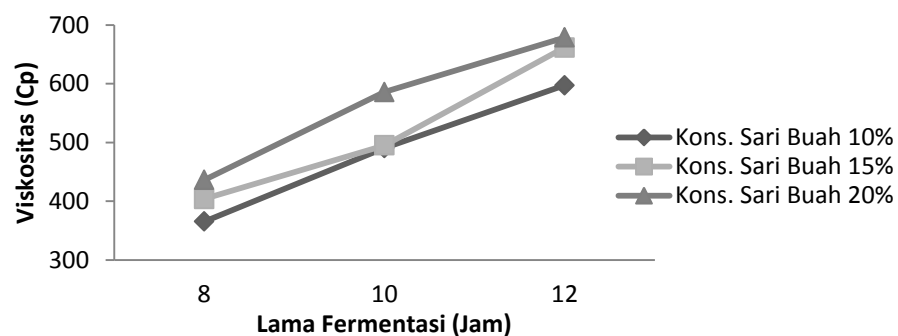
Gambar 4. Grafik Kadar Vitamin C Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi sari buah yang ditambahkan maka kadar vitamin C yang dihitung semakin banyak. Dengan bertambahnya konsentrasi sari buah yang diberikan, maka akan semakin bertambah pula jumlah vitamin C yang ada. Sehingga saat terjadi oksidasi selama proses fermentasi, jumlah vitamin C yang dihitung pada yoghurt akan masih tinggi. Semakin lama waktu fermentasi yang diterapkan

semakin rendah pula nilai kadar vitamin C yoghurt yang didapatkan. Perubahan kadar vitamin C tertinggi terdapat pada lama fermentasi 12 jam, sedangkan untuk perubahan kadar vitamin C terendah berada pada lama fermentasi 8 jam. Hal ini diduga terjadi karena fermentasi yang dilakukan menggunakan suhu yang hampir mendekati suhu vitamin C untuk teroksidasi menjadi asam dehidrosakorbat. Penurunan vitamin C terjadi akibat teroksidasinya vitamin C (asam askorbat) yang dipercepat oleh proses panas menjadi asam L-dehidroaskorbat dan mengalami perubahan lebih lanjut menjadi asam L-diketogulonat yang tidak memiliki keaktifan vitamin C [9].

5. Analisis Viskositas

Hasil perhitungan analisis pada yoghurt sari buah belimbing dengan perlakuan penambahan konsentrasi sari buah dan lama fermentasi diperoleh viskositas sebesar 365.33 cp hingga 679 cp, dengan perubahan sebesar 355.33 hingga 665.66 cp. Perubahan nilai viskositas dari sebelum hingga sesudah fermentasi akibat kombinasi jumlah konsentrasi sari buah dan lama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 5.

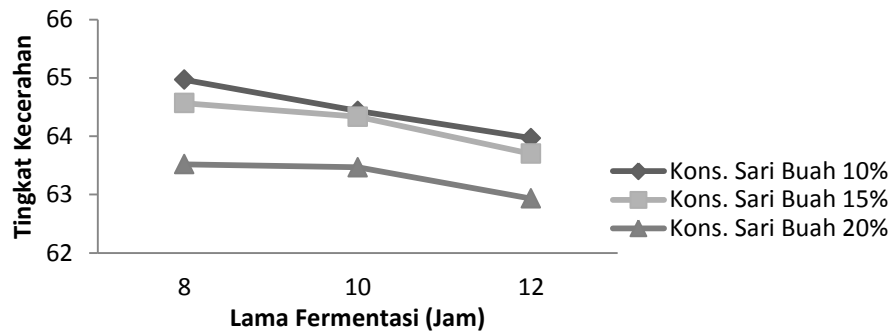


Gambar 5. Grafik Viskositas Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

Pada Gambar 5. menunjukkan bahwa terjadi kecenderungan nilai viskositas yang meningkat dengan jumlah konsentrasi sari buah yang semakin tinggi serta lama fermentasi. Yoghurt setelah fermentasi memiliki viskositas sebesar 365.33 cp hingga 679 cp. Viskositas yoghurt sari buah belimbing mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi sari buah yang ditambahkan. Hal ini diduga karena selama proses fermentasi dihasilkan asam-asam organik yang berasal dari pemecahan gula dari bahan baik susu maupun sari buah belimbing yang dapat menyebabkan terjadinya akumulasi asam sehingga total asam semakin meningkat dan menyebabkan pH semakin menurun. Viskositas berhubungan erat dengan nilai pH dimana semakin rendah pH maka nilai viskositasnya besar karena pada pH yang rendah akan terjadi titik isoelektrik yaitu kondisi dimana protein dalam bahan akan menggumpal sehingga meningkatkan kekentalan yoghurt [10]. Semakin lama waktu fermentasi yang diterapkan semakin tinggi pula nilai viskositas yoghurt yang didapatkan. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya denaturasi protein pada bahan yang akhirnya terkoagulasi dan meningkatkan viskositas. Denaturasi terjadi karena gugus hidrofobik yang semula di dalam akan berbalik ke arah luar, sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofili akan melipat ke dalam. Hal ini menyebabkan kelarutan protein menjadi berkurang dan menyebabkan protein menggumpal dan mengendap [11].

6. Analisis Warna L (Kecerahan)

Hasil analisis tingkat kecerahan yoghurt sari buah belimbing akibat perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama fermentasi berkisar antara 63.3 hingga 65.3 atau dengan perubahan dari awal sebelum fermentasi sebesar 0.43 hingga 1.1. Grafik rerata penurunan tingkat kecerahan yoghurt sari buah belimbing dapat dilihat pada Gambar 6.

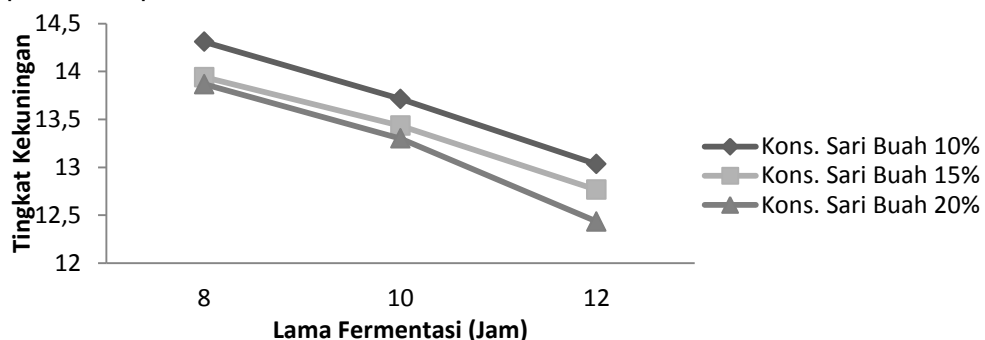


Gambar 6. Grafik Tingkat Kecerahan Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa tingkat kecerahan yoghurt sari buah menurun seiring dengan meningkatnya waktu fermentasi serta meningkatnya konsentrasi sari buah belimbing yang ditambahkan, yakni berkisar antara 63.3 hingga 65.3. Penurunan tingkat kecerahan tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 12 jam, sedangkan perubahan penurunan tingkat kecerahan terendah terdapat pada waktu fermentasi 8 jam. Hal ini disebabkan adanya proses *browning* (pencoklatan) yang terjadi pada sari buah belimbing. Reaksi tersebut umumnya disebabkan oleh oksidasi vitamin C yang dipicu oleh adanya oksigen atau kondisi penyimpanan yang memicu terjadinya oksidasi vitamin C sehingga menurunkan kecerahan warna produk. Asam askorbat sari buah dapat mengalami oksidasi dan kadarnya menurun selama penyimpanan. Semakin tinggi konsentrasi sari buah yang ditambahkan semakin rendah pula nilai penurunan tingkat kecerahan yoghurt yang didapatkan. Degradasi asam askorbat umumnya dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan dan kondisi dalam bahan yang meliputi jumlah oksigen serta suhu penyimpanan [12].

7. Analisis Warna b* (kekuningan)

Hasil analisis rerata tingkat kekuningan yoghurt sari buah belimbing akibat perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama fermentasi berkisar antara 12.43 hingga 14.31. Grafik rerata peningkatan tingkat kekuningan yoghurt sari buah belimbing dapat dilihat pada Gambar 7.



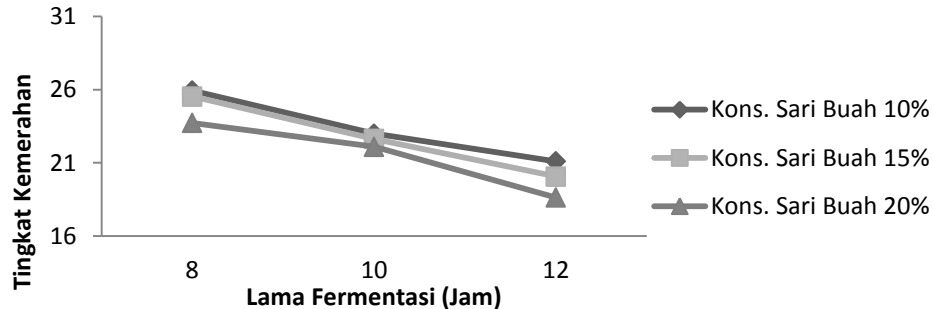
Gambar 7. Grafik Tingkat Kekuningan Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa tingkat kekuningan yoghurt sari buah belimbing cenderung mengalami peningkatan dengan semakin meningkatnya konsentrasi sari buah yang ditambahkan, namun peningkatan menurun seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Peningkatan tertinggi terdapat pada yoghurt dengan penambahan konsentrasi sari buah 10%, sedangkan peningkatan terendah terdapat pada yoghurt dengan penambahan konsentrasi sari buah 20%. Warna kuning meningkat diduga karena beta karoten pada susu tampak seiring dengan meningkatnya viskositas dari yoghurt. Jumlah beta karoten pada susu adalah 329.8 µg/ 100 ml [13]. Semakin lama waktu fermentasi yang diterapkan semakin rendah nilai penurunan tingkat kekuningan yoghurt yang didapatkan.

Peningkatan tingkat kekuningan terjadi diduga karena disebabkan oleh adanya degradasi warna dari belimbing yakni xantofil yang merupakan bagian dari karotenoid akibat waktu fermentasi yang menggunakan suhu yang sedikit agak tinggi.

8. Analisa Warna a*(Kemerahan)

Hasil analisis rerata tingkat kemerahan yoghurt sari buah belimbing akibat perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama fermentasi antara 18.63 hingga 25.93. Nilai ini menunjukkan peningkatan jika dibandingkan dengan tingkat kemerahan pada bahan awal yang tidak mengalami fermentasi, yakni dengan rerata perubahan peningkatan sebesar 3.62 hingga 11.46. Grafik rerata peningkatan tingkat kemerahan yoghurt sari buah belimbing dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Tingkat Kemerahan Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing Akibat Perlakuan Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

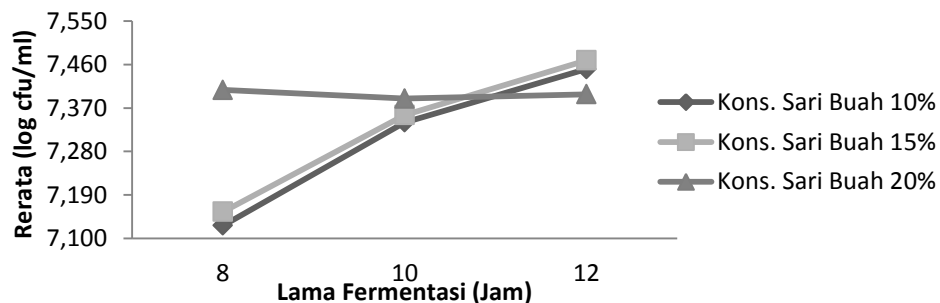
Pada Gambar 8 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi sari buah yang ditambahkan maka peningkatan tingkat kemerahan semakin turun. Pada konsentrasi sari buah 20% menunjukkan peningkatan tingkat kemerahan yang terendah, sedangkan pada penambahan konsentrasi sari buah 10% menunjukkan peningkatan tingkat kemerahan yang tertinggi. Peningkatan tingkat kemerahan yoghurt diduga terjadi karena pada sari buah belimbing terdapat zat pewarna alami karotenoid yang dalam konsentrasi tinggi akan membentuk warna kuning pekat, mengalami proses degradasi akibat fermentasi dengan suhu 43°C. Semakin lama fermentasi maka peningkatan tingkat kemerahan yoghurt akan semakin menurun. Peningkatan tingkat kemerahan tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 8 jam, sedangkan peningkatan tingkat kemerahan terendah terdapat pada waktu fermentasi 12 jam. Hal ini dapat terjadi diduga karena adanya bagian dari pigmen karoten yang terdegradasi oleh panas. Pemanasan selama waktu fermentasi dapat memicu terjadinya isomerisasi pada xantofil yang menyebabkan intensitas warna xantofil dari belimbing berkurang.

9. Analisis Total BAL

Rerata total BAL yang terdapat pada yoghurt dengan penambahan sari buah belimbing akibat perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama fermentasi berkisar antara 7.127-7.469 log cfu/ml, dimana total BAL pada produk tidak terlalu tinggi. Jumlah total BAL masih termasuk dalam batasan kandungan probiotik yang dianjurkan dalam standart produk probiotik yaitu $10^5 - 10^9$ [14]. Pengaruh penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama fermentasi terhadap perubahan total bakteri asam laktat dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 9 menunjukkan bahwa rata-rata nilai total BAL yoghurt setelah fermentasi selama 8 jam, 10 jam, dan 12 jam dengan penambahan konsentrasi sari buah belimbing 10%, 15% dan 20%. Total BAL cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan konsentrasi sari buah belimbing dan lama waktu fermentasi. Namun pada lama fermentasi 12 jam, yaitu pada perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing 20% terjadi penurunan nilai total BAL. Rerata total BAL semakin tinggi konsentrasi sari buah yang ditambahkan dan semakin lama waktu fermentasi maka rerata total BAL akan meningkat. Total BAL meningkat seiring dengan lama fermentasi, hal ini diduga, selama

proses fermentasi berlangsung terjadi pemecahan laktosa dan fruktosa yang berasal dari belimbing dan susu menjadi gula-gula sederhana dimana gula tersebut akan dipergunakan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* dan *B.bifidum*. Proses pertumbuhan bakteri starter dalam pembuatan yoghurt diawali dengan peningkatan laju pertumbuhan *S. thermophilus* yang memproduksi asam laktat pada pH rendah untuk mengoptimalkan pertumbuhan *L.acidophilus* dan *L. bulgaricus* memproduksi asam laktat yang menimbulkan penurunan pH [15].Peningkatan nilai total BAL juga dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi sari buah belimbing. Nilai total BAL yoghurt sari buah belimbing mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi sari buah belimbing yang ditambahkan. Peningkatan tersebut disebabkan karena ketersediaan nutrisi yang terdapat pada media pertumbuhan seperti laktosa dan gula yang terdapat pada sari buah belimbing. Mikroorganisme dalam yoghurt akan menghidrolisis laktosa menjadi glukosa dan galaktosa dengan bantuan enzim laktase. Unit-unit monosakarida ini akan mengalami proses glikolisis menjadi piruvat, yang kemudian direduksi oleh bakteri asam laktat menjadi asam laktat dan energi untuk memperkembangkan sel dengan bantuan enzim dehidrogenase [16].



Gambar 9. Grafik Total Bakteri Asam Laktat Yoghurt dengan Penambahan Sari Buah Belimbing akibat Pengaruh Penambahan Sari Buah Belimbing dan Lama Fermentasi

10. Pemilihan Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik untuk hasil penelitian ini ditentukan dengan metode De Garmo, dimana parameternya meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Hasil perlakuan terbaik yaitu yoghurt dengan lama fermentasi 8 jam dengan penambahan 20% sari buah belimbing dengan nilai pH (derajat keasaman) 4.223, total asam 1.533%, aktivitas antioksidan 50.313%, Kadar Vitamin C 0.022%, total BAL 7.407 cfu/ml, viskositas 436.333 cP, warna L (kecerahan) 63.520, warna a* (kemerahan) 23.733, dan warna b* (kekuningan) 13.867.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing memberikan pengaruh yang sangat nyata ($\alpha=5\%$) terhadap perubahan aktivitas antioksidan, kadar vitamin C, total asam, viskositas, pH, tingkat kemerahan (a^*) dan tingkat kecerahan (L) namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter tingkat kekuningan (b^*). Perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata ($\alpha=5\%$) terhadap perubahan parameter kadar vitamin C, total asam, viskositas, pH, tingkat kemerahan (a^*) dan tingkat kecerahan (L), sedangkan terhadap parameter tingkat kekuningan (b^*) memberikan pengaruh yang nyata. Sedangkan interaksi antara faktor lama fermentasi dan konsentrasi sari buah memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap parameter total BAL.

Berdasarkan perlakuan terbaik pada parameter kimia, fisik serta mikrobiologi bahwa nilai produk tertinggi diperoleh dengan perlakuan penambahan konsentrasi sari buah belimbing 20% dengan lama waktu fermentasi 8 jam, yang mempunyai rerata nilai pH 4.223, total asam 1.533%, aktivitas antioksidan 50.313%, kadar vitamin C 0.022%, viskositas 436.333 cP, tingkat kecerahan 63.520, tingkat kemerahan 23.733, tingkat kekuningan 13.867 serta total BAL 7.407 (log cfu/ml).

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Zidni. 2008. Kandungan Gizi dan Manfaat Yoghurt. <http://jagakesehatan.wordpress.com/2008/05/25/kandungan-gizi-dan-manfaat-yoghurt/>. Tanggal akses: 08/03/2014
- 2) Maulida, D. dan Z. Naufal. 2010. Ekstraksi Antioksidan (likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran n-Heksana, Asetan, dan Etanol. Universitas Diponegoro. Semarang.
- 3) Bennion, M. 2000. The Science of Food. John Wiley & Sons Inc. New York
- 4) Winarno, F.G. 1999. Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- 5) Koswara, S. 2005. Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadi Makanan Bermutu. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta
- 6) Spreer, E. 2001. Milk and Dairy Product Technology. Marcel Dekker Inc. New York
- 7) Seydim G., Seydim A. C., Greene. A. K. 2000. Organic Acid and Volatil Flavor Components Evolved During Refrigerated Storage of Kefir. <http://znaturforsch.com>. Tanggal akses: 10/03/2014
- 8) Hariyadi, P. 2010. Penguatan Industri Penghasil Nilai Tambah Berbasis Potensi Lokal (Peranan Teknologi Pangan untuk Kemandirian Pangan). *Jurnal Pangan Vol. 19 No. 4 Desember 2010: 295-301*
- 9) Fellows, P. 2000. Food Processing Technology. Cambridge : Woodhead Publishing Limited Abington Hall
- 10) Bennion, M. 2000. The Science of Food. John Wiley & Sons Inc. New York
- 11) Winarno, F.G. 1999. Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- 12) Robertson, G.L. 2010. Food Packaging and Shelf Life Practical Guide. CRC Press. Taylor and Francis Group
- 13) Lutfhianto, Akbar. 2013. Pengaruh Penambahan Level Ekstrak Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) pada Pembuatan Susu Pasteurisasi Terhadap Kadar Beta KarotendanKesukaan. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1(2): 634 - 638, Juli 2013
- 14) Tannock., G.W. 1999. Probiotics : A Critical Review. Horizon Scientific Press. Norfolk. England
- 15) Hamman., W.,T., dan Elmer H. Marth. 2004. Survival Strptococcus thermophillus and Lactovacillus in Commercial and Expertmental Yoghurt. *Journal of Food Production*. Vol 47.10.781-786.
- 16) Seydim G., Seydim A. C., Greene. A. K. 2000. Organic Acid and Volatil Flavor Components Evolved During Refrigerated Storage of Kefir. <http://znaturforsch.com>. Tanggal akses: 10/03/2014