

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku pada proses pembuatan kombucha adalah kulit apel manalagi. Limbah kulit apel didapatkan dari Bumiaji, Kota Batu. Pemilihan kulit apel manalagi didasarkan pada ketersediaannya yang melimpah sebagai hasil samping dari proses pengolahan buah apel seperti keripik apel. Pengambilan limbah kulit apel dari pabrik pengolahan keripik apel dilakukan pada jam yang sama untuk tiap pengambilan dan langsung dilakukan proses pencucian setelah sampai di laboratorium untuk selanjutnya dilakukan proses pengeringan. Sebelum melakukan proses fermentasi perlu dilakukan analisa bahan baku untuk mengetahui karakteristik bahan baku kulit apel yang digunakan dibandingkan dengan teh hitam. Analisa bahan baku yang dilakukan meliputi kadar air, total asam, total gula, total fenol dan aktivitas antioksidan. Hasil analisa kulit apel dibandingkan dengan teh hitam ditunjukkan pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.1 Analisa Kandungan Kimia Kulit Apel Dibandingkan dengan Teh Hitam

Parameter	Kulit Apel	Teh Hitam
Kadar air (%)	5,226	3,209
Total asam (%)	0,17	0,7
Total gula (%)	28,496	3,698
Total fenol ($\mu\text{m/ml}$ GAE)	386,26	1677,69
Aktivitas antioksidan (%)	28,91	45,81

Berdasarkan **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa kadar air bahan baku pembuatan kombucha baik kulit apel maupun teh hitam memiliki kadar air yang dibawah batas maksimum yang telah ditetapkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia). Menurut SNI tahun 2013 batas maksimum teh kering dalam kemasan yaitu 8% b/b. Total asam kulit apel lebih tinggi dibandingkan dengan teh hitam yaitu sebesar 0,17%. Kandungan total asam pada kulit apel dipengaruhi oleh kandungan asam-asam organik yang lebih banyak seperti asam klorogenat, asam kafeat dan asam organik yang lainnya. Kandungan asam organik pada kulit apel dapat dipengaruhi oleh masa panen buah apel. Selama proses pematangan, kandungan asam organik pada buah-buahan kebanyakan akan mengalami penurunan (Apandi, 1984).

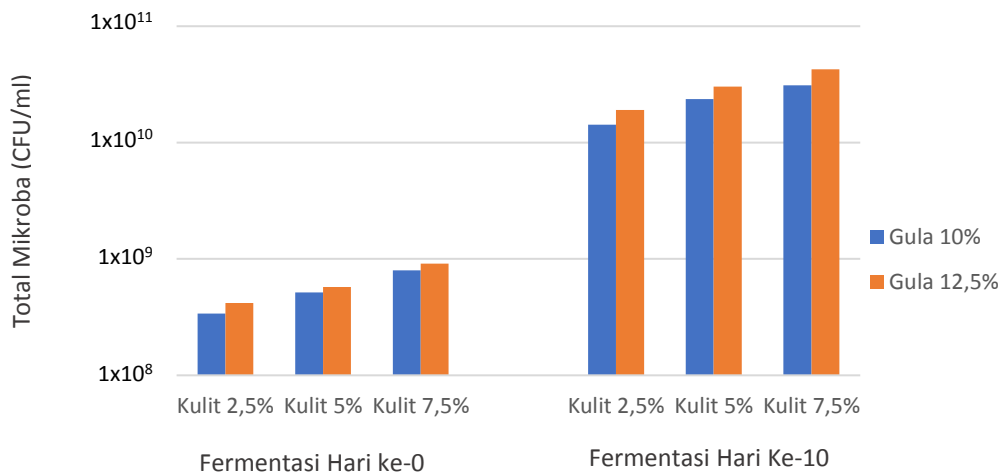
Hasil analisa total gula pada kulit apel lebih tinggi yaitu sebesar 28,496%. Sedangkan nilai total gula untuk teh hitam sebesar 3,698%. Perbedaan kandungan gula yang cukup jauh ini disebabkan karena perbedaan jenis bahan baku yang digunakan. Kandungan gula pada buah-buahan yang paling banyak adalah sukrosa kemudian glukosa dan fruktosa (Hartanto *et al.*, 2000).

Berdasarkan hasil analisa total fenol dan aktivitas antioksidan pada bahan baku kulit apel memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan teh hitam yaitu sebesar 386,26 µg/ml GAE dan 28,91%, sedangkan teh hitam sebesar 1677,69 µg/ml GAE dan 45,81 %. Perbedaan hasil analisa total fenol dan aktivitas antioksidan yang cukup jauh ini disebabkan karena perbedaan jenis bahan baku yang digunakan sehingga menyebabkan rentang perbedaan yang cukup jauh. Menurut Jayabalan *et al.*, (2008), senyawa katekin dan polifenol merupakan salah satu senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan. Senyawa fenol bertindak sebagai antioksidan dengan memberikan atom H yang dapat menstabilkan radikal bebas dan menghentikan reaksi oksidasi. Senyawa fenol yang merupakan salah satu antioksidan primer akan mendonorkan atom H dari gugus hidroksilnya sehingga dapat menghentikan reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas (Kumalaningsih, 2007).

4.2 Hasil Analisa Karakteristik Kombucha Kulit Apel

4.2.1 Analisa Total mikroba

Analisa total mikroba dilakukan untuk mengetahui nilai total mikroba pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata total mikroba pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara $3,40 \times 10^8$ CFU/ml sampai $9,10 \times 10^8$ CFU/ml dan rerata mikroba pada hari ke-10 berkisar antara $1,42 \times 10^{10}$ CFU/ml sampai $4,26 \times 10^{10}$ CFU/ml. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai total mikroba dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Total Mikroba Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.1** menunjukkan adanya peningkatan jumlah total mikroba selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai total mikroba cenderung semakin meningkat. Peningkatan total mikroba tertinggi terjadi pada kombucha dengan penambahan kulit apel sebesar 7,5% dan penambahan gula sebesar 12,5%. Rerata nilai total mikroba pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Rerata Total Mikroba Kombucha Kulit Apel selama Fermentasi

Perlakuan		Waktu Fermentasi		Peningkatan Total Mikroba (CFU/ml)
Konsentrasi Kulit Apel (%)	Konsentrasi Gula (%)	Hari Ke-0 (CFU/ml)	Hari Ke-10 (CFU/ml)	
2,5	10	3,40x10 ⁸	1,42x10 ¹⁰	1,39x10 ¹⁰
	12,5	4,18x10 ⁸	1,91x10 ¹⁰	1,87x10 ¹⁰
5	10	5,16x10 ⁸	2,68x10 ¹⁰	2,32x10 ¹⁰
	12,5	5,73x10 ⁸	3,02x10 ¹⁰	2,97x10 ¹⁰
7,5	10	7,97x10 ⁸	3,10x10 ¹⁰	3.02x10 ¹⁰
	12,5	9,10x10 ⁸	4,26x10 ¹⁰	4,17x10 ¹⁰

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.2** dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan jumlah total mikroba pada seluruh perlakuan selama proses fermentasi. Kenaikan total mikroba yang terjadi diduga karena mikroba yang terkandung dalam kombucha memanfaatkan gula yang ditambahkan ke dalam kombucha sebagai sumber

nutrisi. Mikroba yang berperan selama proses fermentasi kombucha merupakan simbiosis antara bakteri dan khamir. Mikroba yang berperan tersebut antara lain *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter acetii*, *Bacterium sp.*, *Gluconobacter gluconicum*, *A. ketogenum*, *A. pasterianum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces Ludwigii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Torula sp.*, dan *Phicia sp.* (Jayabalan *et al.*, 2007). Mikroba juga akan memanfaatkan senyawa fitokimia yang berasal dari kulit yang di tambahkan. Senyawa fitokimia yang terkandung didalam kulit apel seperti katekin, floridzin, floretin glikosida, prosianidin, asam kafeat, asam klorogenat dan kuersetin glikosida (Mullen, 2007). Nutrisi yang terkandung dalam medium akan digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi dan energi sehingga pertumbuhan mikroorganisme semakin meningkat (Yang *et al.*, 2006). Menurut Dwidjoseputro (2003), ketika nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan terpenuhi, maka sel akan mengalami pembelahan dan terbentuk sel-sel baru yang nantinya akan membesar dan membelah kembali.

Pada **Tabel 4.2** dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi kulit apel yang ditambahkan maka jumlah total mikroba juga mengalami peningkatan. Peningkatan akibat penambahan konsentrasi kulit apel diduga karena adanya senyawa fitokimia yang terkandung didalam kulit apel seperti katekin, floridzin, floretin glikosida, prosianidin, asam kafeat, asam klorogenat dan kuersetin glikosida (Mullen, 2007). Adanya senyawa fitokimia inilah yang dijadikan sebagai sumber nutrisi oleh mikroba. Menurut Nainggolan (2009), zat-zat nutrisi yang terkandung dalam medium kombucha akan dimanfaatkan mikroba untuk melakukan pertumbuhan dan perkembangan sehingga menyebabkan jumlah mikroba menjadi meningkat.

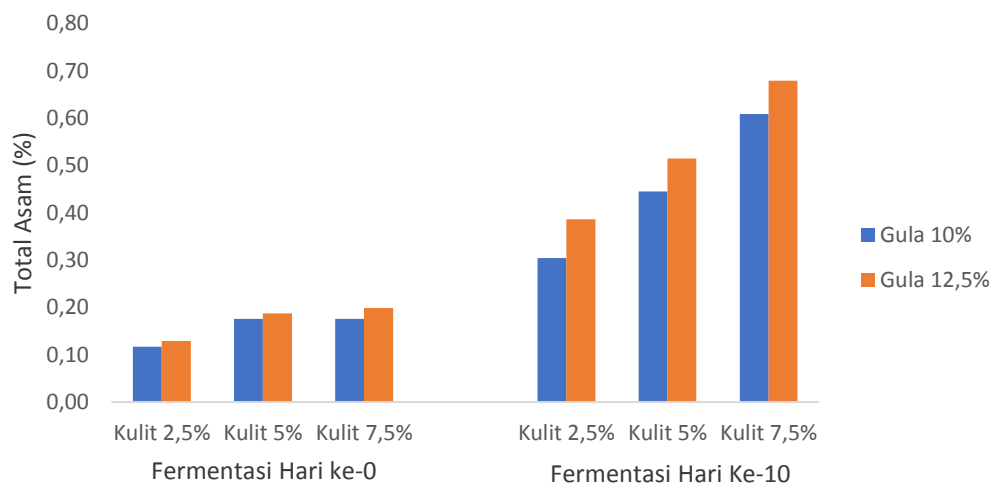
Seiring dengan semakin tingginya konsentrasi gula yang ditambahkan kedalam medium, maka total mikroba yang dihasilkan juga semakin meningkat. Peningkatan jumlah total mikroba selama proses fermentasi tergantung pada kandungan gula yang terkandung pada kulit apel dan gula yang ditambahkan kedalam kombucha. Gula pada medium kombucha akan dimanfaatkan oleh khamir menjadi glukosa dan fruktosa serta menghasilkan etanol (Rinihapsari dan Richter, 2009). Selain itu glukosa akan di oksidasi oleh bakteri *Acetobacter* menjadi asam glukonat dan terbentuklah selulosa (Aditiwati dan Kusnadi, 2003). Hal ini sesuai dengan (Teng, 2009) yang menyatakan bahwa gula merupakan sumber nutrisi yang digunakan untuk melakukan metabolisme dan pertumbuhan

sel. Oleh karena itu, semakin banyak gula yang ditambahkan maka pertumbuhan mikroba dalam kombucha juga semakin cepat dan mengakibatkan peningkatan jumlah total mikroba selama proses fermentasi.

4.2.2 Analisa Total Asam

Analisa total asam dilakukan untuk mengetahui nilai total asam tertitrasasi pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata total asam pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 0,15% sampai 0,22% dan rerata total asam pada hari ke-10 berkisar antara 0,36% sampai 0,68%. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai total asam dapat dilihat pada

Gambar 4.2



Gambar 4.2 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Total Asam Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.2** menunjukkan adanya peningkatan nilai total asam selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai total asam cenderung semakin meningkat. Peningkatan total asam tertinggi terjadi pada kombucha dengan penambahan kulit apel sebesar 7,5% dan penambahan gula sebesar 12,5%. Kombucha dengan penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 10% mengalami peningkatan total asam yang paling rendah.

Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan kulit apel dan gula memberikan pengaruh yang nyata

terhadap peningkatan nilai total asam kombucha kulit apel, tetapi tidak terjadi interaksi antar perlakuan penambahan kulit apel dan gula. Rerata nilai total asam pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Rerata Peningkatan Nilai Total Asam dengan Perlakuan Penambahan Kulit Apel

Penambahan Kulit Apel (%)	Total Asam (%)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Peningkatan	
2,5	0,12	0,35	0,22 a	0,06
5	0,18	0,48	0,30 b	
7,5	0,29	0,64	0,46 c	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat diketahui peningkatan total asam tertinggi terdapat pada penambahan kulit apel 7,5%. Hal ini diduga karena kulit apel yang di tambahkan mengandung senyawa fitokimia yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba dalam kultur kombucha untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa fitokimia yang terkandung didalam kulit apel seperti katekin, floridzin, floretin glikosida, prosianidin, asam kafeat, asam klorogenat dan kuersetin glikosida (Mullen, 2007). Selain itu kandungan gula pada kulit apel juga dapat dimanfaatkan oleh bakteri dan khamir untuk menghasilkan glukosa dan fruktosa. Glukosa yang dihasilkan selanjutnya akan diubah menjadi asam-asam organik. Asam organik yang dihasil selama proses fermentasi seperti asam asetat, asam glukonat, asam glukoronat (Jayabalan *et al.*, 2007). Selain itu menurut Naland (2004), asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi kombucha meliputi asam laktat, asam malat, asam oksalat, asam nukleat, asam folat dan asam *hyaluronic*. Semakin lama proses fermentasi, maka asam-asam organik yang terbentuk akan semakin banyak sehingga akan menyebabkan hasil fermentasi menjadi semakin asam (Jasman and Widiyanto, 2012). Menurut Malbasa *et al.*, (2008), semakin lama proses fermentasi kombucha maka akan terjadi peningkatan nilai total asam, peningkatan ini terjadi sebagai hasil dari proses metabolisme mikroorganisme dalam menghasilkan asam-asam organik seperti asam asetat dan asam glukonat.

Tabel 4.4 Rerata Peningkatan Nilai Total Asam dengan Perlakuan Penambahan Gula

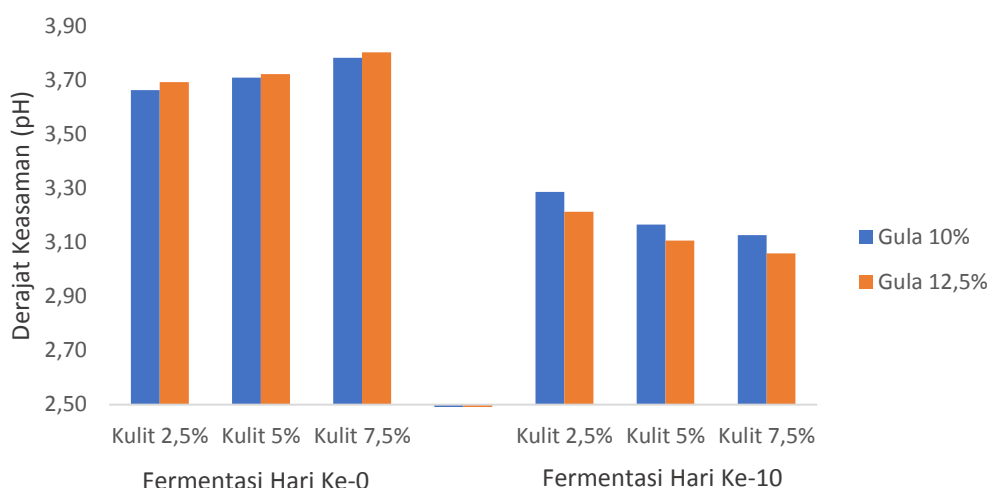
Penambahan Gula (%)	Total Asam (%)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Peningkatan	
10	0,16	0,45	0,30 a	0,049
12,5	0,17	0,53	0,36 b	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.4** dapat diketahui peningkatan total asam tertinggi terdapat pada penambahan gula sebesar 12,5%. Hal ini diduga karena adanya penambahan gula yang tinggi dijadikan sebagai sumber nutrisi oleh mikroba seperti bakteri dan khamir untuk menghasilkan energi dan asam-asam organik selama fermentasi. Asam-asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi seperti asam asetat, asam glukonat dan asam glukoronat akan menyebabkan peningkatan nilai total asam produk (Watawana, 2016). Selama proses fermentasi, gula akan dihidrolisis oleh khamir menjadi glukosa dan fruktosa dimana glukosa selanjutnya akan terurai menjadi etanol oleh khamir. Etanol yang terbentuk selanjutnya akan dioksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi asetaldehid kemudian menjadi asam asetat (Cvetkovic *et al.*, 2007). Selain asam asetat dan asam glukonat, selama proses fermentasi kombucha juga dihasilkan asam-asam organik yang lainnya seperti asam laktat, asam malat, asam glukoronat, asam oksalat dan asam malat (Goh *et al.*, 2012).

4.2.3 Analisa Derajat Keasaman (pH)

Analisa derajat keasaman (pH) dilakukan untuk mengetahui nilai pH pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata pH pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 3,66 sampai 3,86 dan rerata pH pada hari ke-10 berkisar antara 3,06 sampai 3,46. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai pH dapat dilihat pada **Gambar 4.3**



Gambar 4.3 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap pH Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.3** menunjukkan adanya penurunan nilai pH selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai pH cenderung semakin menurun selama proses fermentasi. Penurunan tertinggi terjadi pada kombucha dengan penambahan kulit apel sebesar 7,5% dan penambahan gula sebesar 12,5%. Penurunan pH terendah terdapat pada produk kombucha dengan penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 10%.

Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan kulit apel dan gula memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan nilai pH kombucha kulit apel, tetapi tidak terjadi interaksi antar perlakuan penambahan kulit apel dan gula. Rerata nilai pH pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Rerata Penurunan pH dengan Perlakuan Penambahan Kulit Apel

Penambahan Kulit Apel (%)	pH			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Penurunan	
2,5	3,68	3,25	0,43 a	1,52
5	3,72	3,14	0,58 a	
7,5	3,79	3,09	0,70 b	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.5** dapat diketahui penurunan pH tertinggi terdapat pada penambahan kulit apel 7,5%. Penurunan nilai pH diduga karena adanya proses metabolisme gula yang terkandung dalam kulit apel oleh bakteri dan khamir. Selain itu, penurunan pH juga diduga karena adanya pemanfaatan senyawa fitokimia pada kulit apel yang dimanfaatkan oleh mikroba dalam kultur kombucha sehingga akan menyebabkan peningkatan jumlah asam-asam organik yang dihasilkan. Senyawa fitokimia yang terkandung didalam kulit apel seperti katekin, floridzin, floretin glikosida, prosianidin, asam kafeat, asam klorogenat dan kuersetin glikosida (Mullen, 2007). Hal ini sesuai dengan Junior *et al.* (2009), yang menyatakan semakin lama proses fermentasi maka asam-asam organik yang dihasilkan akan semakin meningkat sehingga akan menyebabkan terjadinya penurunan nilai pH pada kombucha. Asam-asam organik yang dihasilkan akan terdisosiasi untuk melepaskan proton bebas (H^+), dimana semakin banyak asam-asam organik yang dihasilkan akan menyebabkan tingginya ion (H^+) dalam larutan sehingga dapat menurunkan pH kombucha (Naidu, 2000).

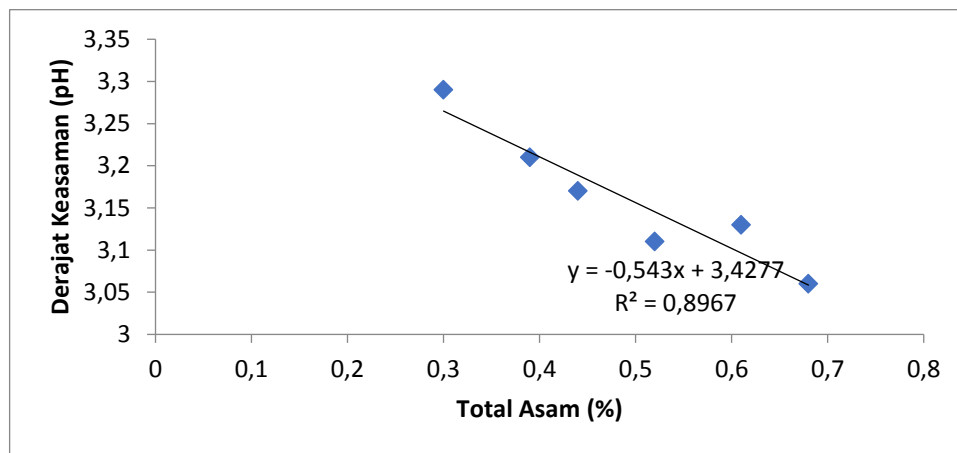
Tabel 4.6 Rerata Penurunan pH dengan Perlakuan Penambahan Gula

Penambahan Gula (%)	pH		Penurunan	BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10		
10	3,72	3,19	0,53 a	1,24
12,5	3,74	3,13	0,61 b	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.6** dapat diketahui bahwa penurunan pH tertinggi terjadi pada kombucha dengan penambahan gula 12,5%. Hal ini diduga karena adanya penambahan gula yang tinggi dijadikan sebagai sumber nutrisi oleh mikroba seperti bakteri dan khamir untuk menghasilkan energi dan asam-asam organik. Penurunan nilai pH dapat terjadi karena adanya akumulasi total asam yang terbentuk selama proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan Junior *et al.*, (2009), yang menyatakan bahwa meningkatnya nilai total asam dalam suatu bahan maka nilai pH akan semakin menurun. Selama proses fermentasi berlangsung, asam-asam organik yang terbentuk akan terakumulasi dan melepaskan proton bebas sehingga terjadi penurunan nilai pH pada kombucha (Goh *et al.*, 2012).

Penurunan pH pada produk kombucha disertai juga dengan peningkatan total asam yang dihasilkan. Hasil analisis kedua parameter tersebut saling dihubungkan sehingga didapatkan model hubungan persamaan. Korelasi antara pH dan total asam kombucha kulit apel dapat dilihat pada **Gambar 4.4**

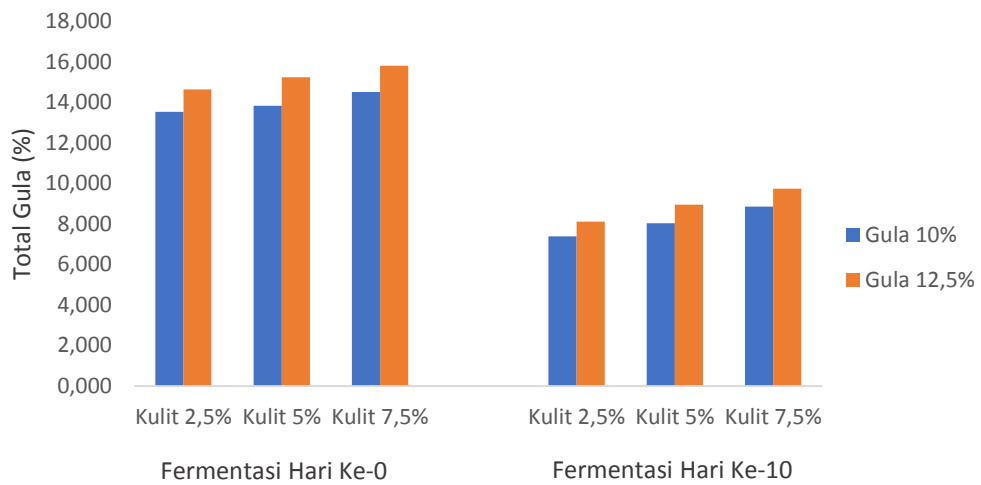


Gambar 4.4 Grafik Korelasi antara Penurunan pH dan Peningkatan Total Asam Kombucha Kulit Apel

Pada **Gambar 4.4** menunjukkan adanya korelasi negatif antara penurunan pH dan peningkatan total asam dengan persamaan $y = -0,543x + 3,4277$ dan memiliki nilai determinasi sebesar $R = 0,8967$. Nilai total asam diperoleh dari akumulasi asam-asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi kombucha kulit apel, sedangkan nilai pH diperoleh dari jumlah atom H^+ bebas yang terdapat pada produk kombucha. Hal ini sesuai dengan Goh *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa selama proses fermentasi berlangsung, asam-asam organik yang terbentuk akan terakumulasi dan melepaskan proton bebas sehingga terjadi penurunan nilai pH pada kombucha.

4.2.4 Total Gula

Analisa total gula dilakukan untuk mengetahui nilai total gula pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata total gula pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 14,18% sampai 15,82% dan rerata total gula pada hari ke-10 berkisar antara 7,39% sampai 11,21%. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai total dapat dilihat pada **Gambar 4.5**



Gambar 4.5 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Total Gula Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.5** menunjukkan adanya penurunan nilai total gula selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel, total gula yang dihasilkan juga akan mengalami penurunan. Semakin tinggi konsentrasi gula yang diberikan, akan meningkatkan total gula kombucha kulit apel. Total gula paling rendah terdapat pada penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 10%.

Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan konsentrasi gula memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan nilai total gula kombucha kulit apel. Sedangkan perlakuan penambahan kulit apel tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan total gula dan tidak terjadi interaksi antar kedua perlakuan. Rerata nilai total gula pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Rerata Penurunan Total Gula dengan Perlakuan Penambahan Gula

Penambahan Gula (%)	Total Gula (%)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Penurunan	
10	13,97	8,10	5,87 a	6,41
12,5	15,25	8,94	6,30 b	

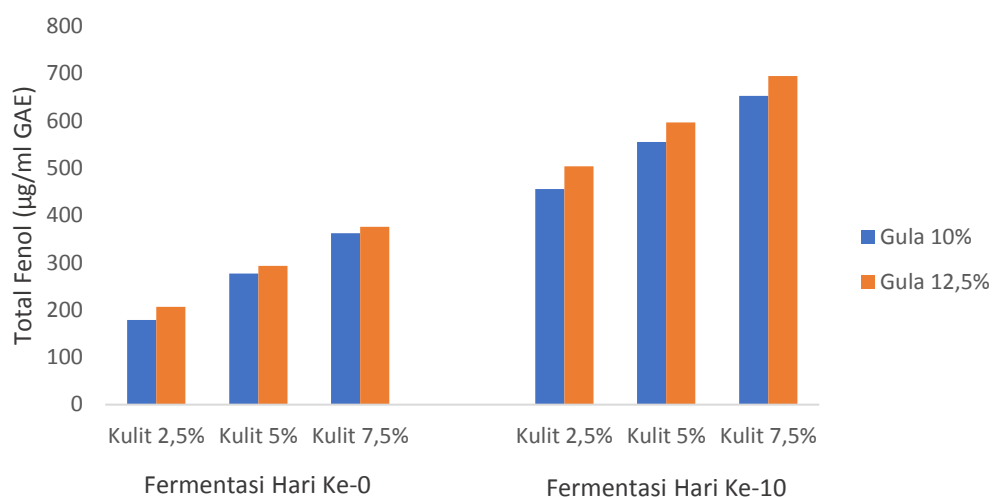
*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.7** dapat diketahui bahwa penurunan total gula terbesar terjadi pada penambahan gula sebesar 12,5%. Hal ini diduga karena gula dimanfaatkan oleh bakteri dan khamir dalam kultur kombucha sebagai sumber energi selama proses fermentasi sehingga terjadi penurunan nilai total gula. Semakin tinggi penambahan konsentrasi gula maka semakin banyak pula gula yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri dan khamir. Berkurangnya jumlah gula dalam medium selama fermentasi dapat menjadi salah satu indikator adanya aktivitas mikroorganisme didalamnya. Ketika jumlah gula dalam medium semakin sedikit maka dapat dikatakan mikroba tersebut tumbuh secara optimal (Hartanto, 2000).

Kandungan gula yang terdapat didalam kombucha akan dimanfaatkan oleh khamir menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa yang terbentuk selanjutnya akan dimanfaatkan oleh khamir untuk menghasilkan etanol dan karbon dioksida (CO₂), sedangkan fruktosa yang terkandung dalam bahan akan dimanfaatkan oleh bakteri dan khamir dalam jumlah yang rendah dan akan tetap menjadi bagian dari larutan (Greenwalt, 1998 dalam Suhardini, 2016). Hal ini dikarenakan bakteri asam asetat tidak dapat memanfaatkan fruktosa dalam bahan karena bakteri jenis ini kekurangan enzim hidrolase dan kinase. Fruktosa dapat dimanfaatkan oleh khamir dalam jumlah yang rendah selama proses fermentasi dengan cara fosforilasi oleh enzim heksokinase (fruktokinase) menjadi fruktosa-6-fosfat yang kemudian masuk jalur glikolisis (Cvetkovic *et al.*, 2007). Selain itu bakteri *Acetobacter* juga akan mengoksidasi glukosa menjadi asam glukonat terbentuklah selulosa (Aditiwati dan Kusnadi, 2003).

4.2.5 Total Fenol

Analisa total fenol dilakukan untuk mengetahui nilai total fenol pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata total fenol pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 179,16 µg/ml GAE sampai 375,95 µg/ml GAE dan rerata total fenol pada hari ke-10 berkisar antara 455,50 µg/ml GAE sampai 694,93 µg/ml GAE. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai total fenol dapat dilihat pada **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Total Fenol Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.6** menunjukkan adanya peningkatan nilai total fenol selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai total fenol cenderung semakin meningkat. Peningkatan tertinggi terjadi pada kombucha dengan penambahan kulit apel sebesar 7,5% dan penambahan gula sebesar 12,5%. Peningkatan total fenol terendah terdapat pada produk kombucha dengan penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 10%.

Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan kulit apel dan gula memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan nilai total fenol kombucha kulit apel, tetapi tidak terjadi interaksi antar perlakuan penambahan kulit apel dan gula. Rerata nilai total fenol pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Rerata Peningkatan Total Fenol dengan Perlakuan Penambahan Kulit Apel

Penambahan Kulit Apel (%)	Total Fenol (µg/ml GAE)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Peningkatan	
2,5	193,09	479,58	286,49 a	13,89
5	283,43	576,07	292,63 a	
7,5	369,08	673,90	304,82 b	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.8** dapat diketahui bahwa peningkatan total fenol tertinggi terjadi pada penambahan kulit apel sebesar 7,5%. Semakin banyak kulit apel yang ditambahkan kedalam medium, maka total fenol yang dihasilkan juga cenderung mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi, katekin yang terdapat dalam kulit apel terdegradasi sehingga menyebabkan senyawa fenol menjadi meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan *Bhattacharya et al.* (2013), yang menyatakan epigalokatekin (EGC), epikatekin (EC), epikatekin galat (ECG), epigalokatekin galat (EGCG) akan mengalami degradasi selama proses fermentasi berlangsung yang menyebabkan total fenol menjadi meningkat.

Tabel 4.9 Rerata Peningkatan Total Fenol dengan Perlakuan Penambahan Gula

Penambahan Gula (%)	Total Fenol ($\mu\text{g/ml}$ GAE)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Peningkatan	
10	271,73	554,65	282,93 a	11,34
12,5	292,01	598,39	306,37 b	

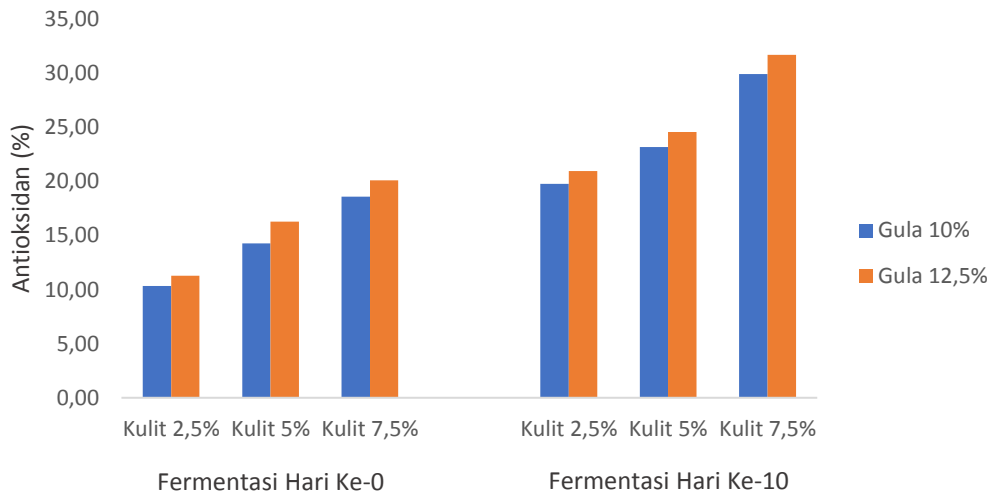
*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.9** dapat diketahui bahwa peningkatan total fenol tertinggi terjadi pada penambahan gula sebesar 12,5%. Hal ini diduga karena gula dimanfaatkan oleh bakteri dan khamir dalam kultur kombucha sebagai sumber energi selama proses fermentasi. Semakin banyak jumlah gula yang terkandung dalam medium maka aktivitas mikroorganisme untuk menghasilkan metabolit berupa asam asetat dan alkohol juga semakin tinggi sehingga menyebabkan meningkatnya komponen fenolik bioaktif (*Mehta et al.*, 2012). Selama proses fermentasi, enzim glikosidase dari khamir yang akan mengaktifkan gugus fenol yang awalnya terikat oleh komponen lain seperti gula dan membentuk ikatan glikosidik yang akan terlepas menjadi bentuk fenol bebas (*Candrawinata et al.*, 2012).

4.2.6 Aktivitas Antioksidan

Analisa aktivitas antioksidan dilakukan untuk mengetahui nilai aktivitas antioksidan pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata aktivitas antioksidan pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 10,34%

sampai 20,11% dan rerata aktivitas antioksidan pada hari ke-10 berkisar antara 19,79% sampai 31,72%. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai aktivitas antioksidan dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



Gambar 4.7 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Aktivitas Antioksidan Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.7** menunjukkan adanya peningkatan nilai aktivitas antioksidan selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai aktivitas antioksidan cenderung semakin meningkat. . Peningkatan aktivitas antioksidan tertinggi terjadi pada kombucha dengan penambahan kulit apel sebesar 7,5% dan penambahan gula sebesar 12,5%. Sedangkan peningkatan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada produk kombucha dengan penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 10%.

Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan kulit apel memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan nilai aktivitas antioksidan kombucha kulit apel. Sedangkan perlakuan penambahan gula tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan aktivitas antioksidan, serta tidak terjadi interaksi antar kedua perlakuan. Rerata nilai aktivitas antioksidan pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Rerata Peningkatan Aktivitas Antioksidan dengan Perlakuan Penambahan Kulit Apel

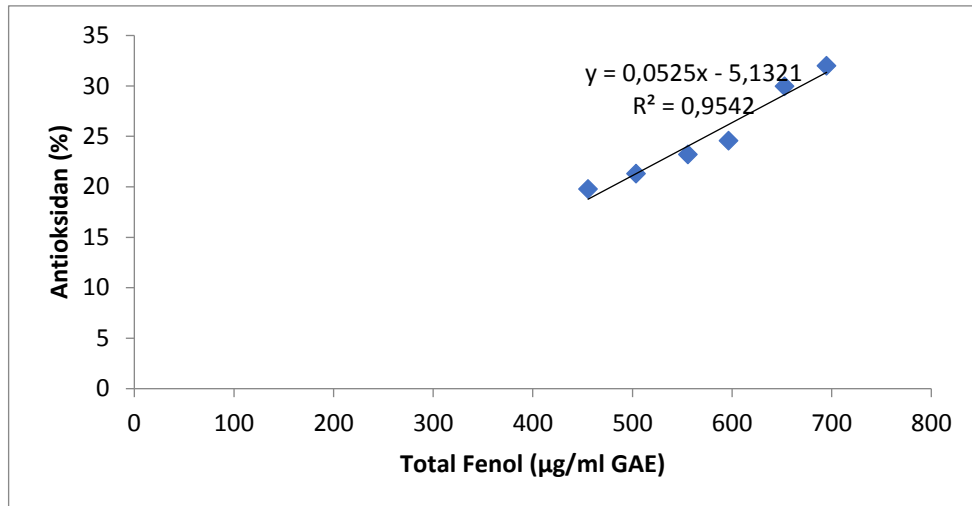
Penambahan Kulit Apel (%)	Aktivitas Antioksidan (%)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Peningkatan	
2,5	10,82	20,54	9,72 b	0,92
5	15,29	23,89	8,59 a	
7,5	19,35	30,96	11,61 c	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.10** dapat diketahui bahwa peningkatan aktivitas antioksidan tertinggi terjadi pada penambahan kulit apel sebesar 7,5%. Peningkatan aktivitas antioksidan selama proses fermentasi diduga karena katekin yang terdapat dalam kulit apel terdegradasi sehingga menyebabkan senyawa fenol menjadi meningkat. Peningkatan total fenol dalam medium inilah menyebabkan aktivitas antioksidan juga mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan senyawa fenol merupakan salah satu antioksidan primer (Goh *et al.*, 2012). Hal ini sesuai dengan Bhanja *et al.*, (2008), yang menyatakan bahwa adanya senyawa fenolik bebas yang dihasilkan selama proses fermentasi akan menyebabkan tingginya kadar fenolik dalam medium yang mengakibatkan peningkatan aktivitas antioksidan.

Aktivitas antioksidan dalam produk kombucha dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenol didalam kulit apel. Kulit apel mengandung senyawa katekin, floridzin, floretin glikosida, prosianidin, asam kafeat, asam klorogenat dan kuersetin glikosida (Mullen, 2007). Senyawa fenol pada kulit apel bertindak sebagai antioksidan dengan memberikan atom H yang dapat menstabilkan radikal bebas dan menghentikan reaksi oksidasi. Senyawa fenol yang merupakan salah satu antioksidan primer akan mendonorkan atom H dari gugus hidroksilnya sehingga dapat menghentikan reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas (Kumalaningsih, 2007).

Peningkatan total fenol pada produk kombucha disertai juga dengan peningkatan aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Hasil analisis kedua parameter tersebut saling dihubungkan sehingga didapatkan model hubungan persamaan. Korelasi antara total fenol dan aktivitas antioksidan kombucha kulit apel dapat dilihat pada **Gambar 4.8**



Gambar 4.8 Grafik Korelasi antara Peningkatan Total Fenol dan Peningkatan Aktivitas Antioksidan Kombucha Kulit Apel

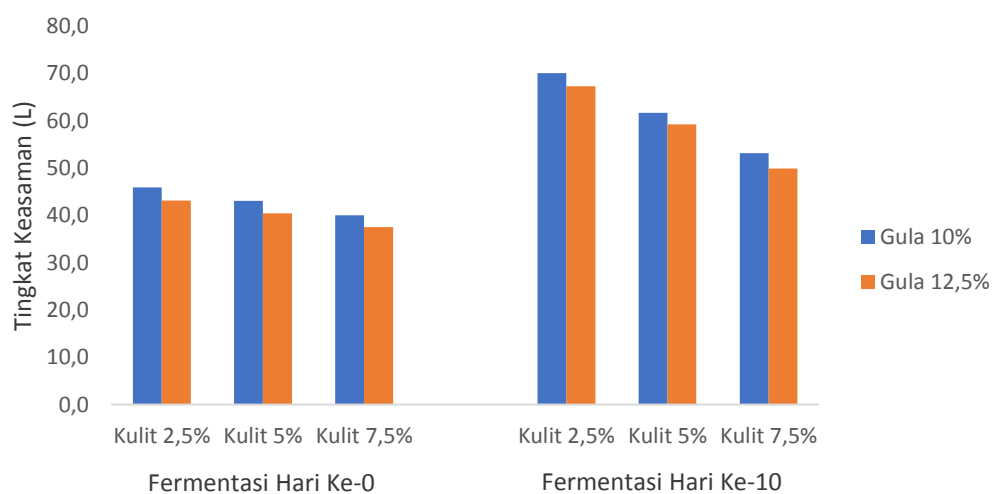
Pada **Gambar 4.8** menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan total fenol dan peningkatan aktivitas antioksidan dengan persamaan $y = 0,0525x - 5,1321$ dan memiliki nilai determinasi sebesar $R = 0,9542$. Terjadinya peningkatan nilai total fenol pada kombucha kulit apel akan menyebabkan meningkatnya aktivitas antioksidan pada produk kombucha. Senyawa fenolik bebas yang dihasilkan selama proses fermentasi akan menyebabkan tingginya kadar fenolik dalam medium yang mengakibatkan peningkatan aktivitas antioksidan (Bhanja *et al.*, 2008). Senyawa fenol yang merupakan antioksidan primer akan memberikan atom H yang dapat menstabilkan radikal bebas dan menghentikan reaksi oksidasi (Kumalaningsih, 2007).

4.2.7 Warna

Warna merupakan salah satu parameter yang digunakan sebagai indikator kesukaan konsumen terhadap suatu produk (Nack dan Shahidi, 2006). Warna dari suatu produk dapat dipengaruhi oleh adanya cahaya yang diserap dan dipantulkan. Pengukuran warna pada kombucha kulit apel menggunakan color reader yang meliputi kecerahan (L^*), kemerahan (a^+) dan kekuningan (b^+)

4.2.7.1 Kecerahan (L*)

Analisa warna kecerahan (L*) dilakukan untuk mengetahui nilai kecerahan (L*) pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata kecerahan (L*) pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 37,5 sampai 45,9 dan rerata kecerahan (L*) pada hari ke-10 berkisar antara 49,9 sampai 70,1. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai kecerahan (L*) dapat dilihat pada **Gambar 4.9**



Gambar 4.9 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Nilai Kecerahan (L*) Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.9** menunjukkan adanya peningkatan nilai kecerahan (L) kombucha kulit apel selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai kecerahan yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan. Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan kulit apel memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan nilai kecerahan kombucha kulit apel. Sedangkan perlakuan penambahan gula tidak memberikan pengaruh yang nyata, serta tidak terjadi interaksi antar kedua perlakuan. Rerata nilai kecerahan pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Rerata Peningkatan Nilai Kecerahan dengan Perlakuan Penambahan Kulit Apel

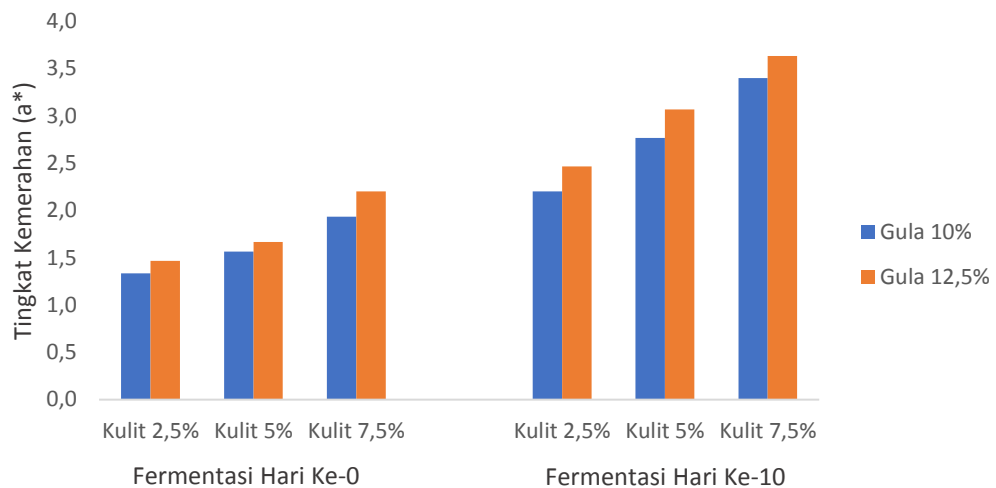
Penambahan Kulit Apel (%)	Nilai Tingkat Kecerahan (L*)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Peningkatan	
2,5	44,55	68,70	24,15 c	1,44
5	41,73	60,30	18,57 b	
7,5	38,75	51,43	12,68 a	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.11** dapat diketahui peningkatan nilai kecerahan (L*) tertinggi terjadi pada penambahan kulit apel sebesar 2,5%. Peningkatan nilai kecerahan pada produk kombucha kulit apel diduga karena pH asam yang dihasilkan selama proses fermentasi yang menyebabkan warna kombucha menjadi semakin terang. Hal ini didukung oleh Chu dan Chen (2006), yang menyatakan bahwa selama proses fermentasi berlangsung, kombucha akan mengalami penurunan intensitas warna sehingga warna akan semakin cerah. Pada kondisi asam atau pH rendah senyawa katekin yang terkandung dalam kombucha akan mengalami kerusakan yang dapat menyebabkan warna kombucha menjadi lebih cerah. Hal ini sesuai dengan Oktaviani *et al.* (2014), yang menyatakan suasana asam akan menyebabkan senyawa katekin yang ada pada kombucha mengalami kerusakan sehingga akan menyebabkan warna kombucha menjadi lebih cerah.

4.2.7.2 Kemerahan (a⁺)

Analisa warna kemerahan (a⁺) dilakukan untuk mengetahui nilai kemerahan (a⁺) pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata kemerahan (a⁺) pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 1,3 sampai 2,2 dan rerata kemerahan (a⁺) pada hari ke-10 berkisar antara 2,2 sampai 3,6. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai kemerahan (a⁺) dapat dilihat pada **Gambar 4.10**



Gambar 4.10 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Nilai Kemerahan (a⁺) Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.10** menunjukkan adanya peningkatan nilai kemerahan (a⁺) kombucha kulit apel selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai kemerahan yang dihasilkan cenderung mengalami peningkatan. Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan kulit apel memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan nilai kemerahan kombucha kulit apel. Sedangkan perlakuan penambahan gula tidak memberikan pengaruh yang nyata, serta tidak terjadi interaksi antar kedua perlakuan. Rerata nilai kemerahan pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12 Rerata Peningkatan Nilai Kemerahan dengan Perlakuan Penambahan Kulit Apel

Penambahan Kulit Apel (%)	Nilai Tingkat Kemerahan (a ⁺)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Peningkatan	
2,5	1,40	2,33	0,93 a	0,38
5	1,62	2,92	1,30 a	
7,5	2,07	3,52	1,45 b	

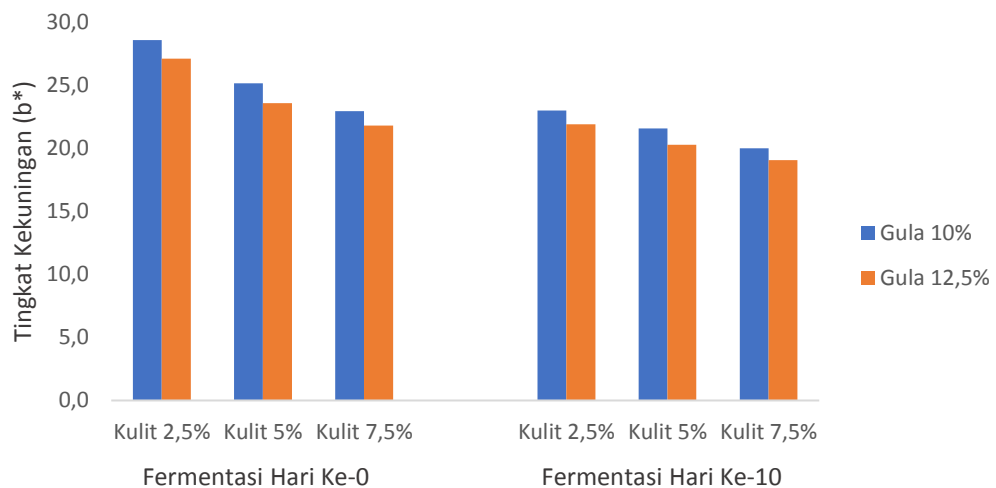
*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

Berdasarkan **Tabel 4.12** dapat diketahui peningkatan nilai kemerahan (a⁺) tertinggi terjadi pada penambahan kulit apel sebesar 7,5%. Hal ini diduga karena adanya pengaruh senyawa fenol yang terkandung didalam produk kombucha.

Menurut (Aprilia, 2014), warna kecoklatan yang dihasilkan selama proses fermentasi termasuk kedalam warna kemerahan, dimana semakin coklat warnanya maka semakin tinggi tingkat kemerahan dari produk kombucha itu sendiri. Meningkatnya warna kemerahan dapat dipengaruhi oleh rusaknya senyawa fenol akibat proses oksidasi menjadi kuinon. Kuinon merupakan salah satu senyawa dari golongan keton yang mampu mempengaruhi perubahan warna. Kuinon dapat menyebabkan warna menjadi coklat atau merah kekuningan, dimana semakin tinggi kadar kuinon maka semakin coklat warna kombucha yang dihasilkan.

4.2.7.3 Kekuningan (b⁺)

Analisa warna kekuningan (b⁺) dilakukan untuk mengetahui nilai kekuningan (b⁺) pada produk kombucha yang difermentasi selama 10 hari. Rerata kekuningan (b⁺) pada produk kombucha hari ke-0 berkisar antara 21,8 sampai 28,6 dan rerata kekuningan (b⁺) pada hari ke-10 berkisar antara 19,1 sampai 23,0. Pengaruh perlakuan penambahan kulit apel dan gula terhadap nilai kekuningan (b⁺) dapat dilihat pada **Gambar 4.11**



Gambar 4.11 Pengaruh Penambahan Kulit Apel dan Gula Terhadap Nilai Kekuningan (b⁺) Kombucha Kulit Apel Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.11** menunjukkan adanya penurunan nilai kekuningan (b⁺) kombucha kulit apel selama proses fermentasi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi kulit apel dan gula, nilai kekuningan yang dihasilkan juga

cenderung mengalami penurunan. Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) dengan uji BNT menunjukkan perlakuan penambahan kulit apel memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan nilai kekuningan kombucha kulit apel. Sedangkan perlakuan penambahan gula tidak memberikan pengaruh yang nyata, serta tidak terjadi interaksi antar kedua perlakuan. Rerata nilai kekuningan pada produk kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.13**.

Tabel 4.13 Rerata Penurunan Nilai Kekuningan dengan Perlakuan Penambahan Kulit Apel

Penambahan Kulit Apel (%)	Nilai Tingkat Kekuningan (b ⁺)			BNT 5%
	Hari Ke-0	Hari Ke-10	Penurunan	
2,5	28,00	22,45	5,55 b	1,01
5	24,35	20,92	3,43 b	
7,5	22,37	19,53	2,83 a	

*Keterangan: Data merupakan rerata dari 3 ulangan

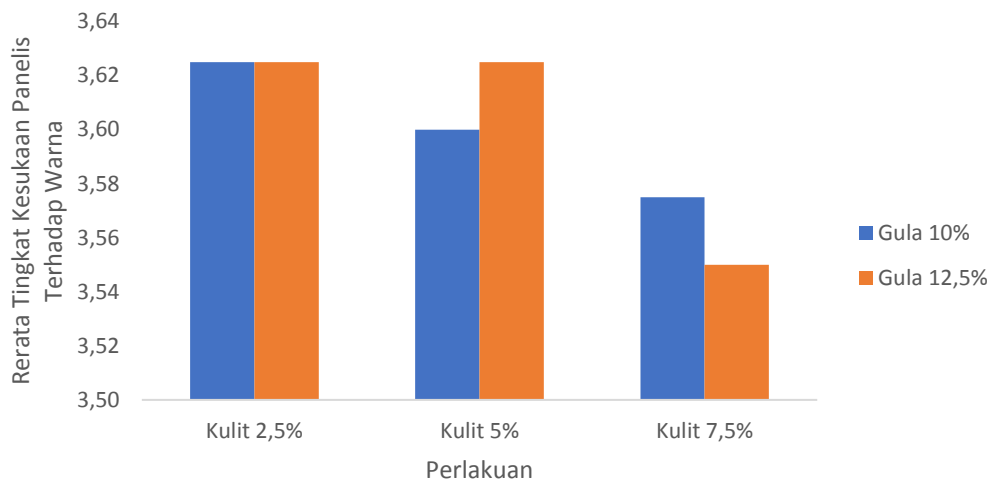
Berdasarkan **Tabel 4.13** dapat diketahui penurunan nilai kekuningan (b⁺) tertinggi terjadi pada penambahan kulit apel sebesar 7,5%. Penurunan warna kekuningan diduga karena adanya kandungan tanin yang menyebabkan terjadinya penurunan tingkat kekuningan pada produk kombucha. Selama proses fermentasi, bakteri dan khamir akan menghasilkan asam-asam organik yang dapat menyebabkan kondisi asam pada kombucha. Kondisi ini akan menyebabkan tanin mengalami degradasi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan nilai kekuningan pada kombucha (Potter dan Hotchkiss, 1995).

4.2.8 Uji Organoleptik

Uji organoleptik kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula menggunakan metode Friedman yang melibatkan 40 panelis tidak terlatih. Selama pengujian, panelis diminta untuk memberikan skor angka kesukaan (uji hedonik) terhadap produk kombucha kulit apel yang berbeda. Tingkat kesukaan terhadap produk meliputi warna, aroma dan rasa kombucha kulit apel dengan berbagai konsentrasi kulit apel dan konsentrasi gula. Tingkat kesukaan atau yang disebut dengan skala hedonik, meliputi sangat suka, suka, agak suka, tidak suka dan sangat tidak suka.

4.2.8.1 Warna

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna kombucha kulit apel dari berbagai konsentrasi penambahan kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi berkisar antara 3,55 (agak suka) hingga 3,63 (agak suka). Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna kombucha kulit apel dapat dilihat pada **Gambar 4.12**



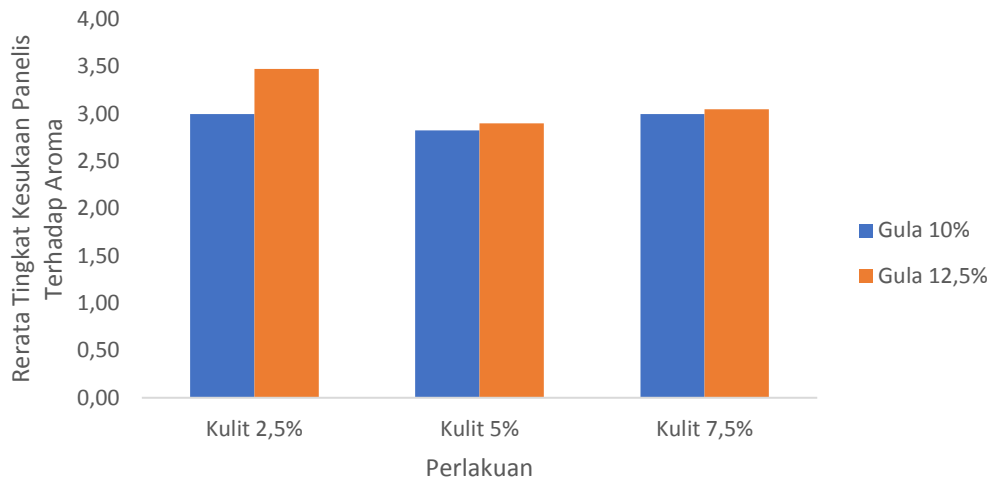
Gambar 4.12 Grafik Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Warna Kombucha Kulit Apel

Pada **Gambar 4.12** menunjukkan bahwa kombucha dengan penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 10% dan 12,5% memiliki nilai tingkat kesukaan panelis terhadap warna yang paling tinggi yaitu 3,63. Sedangkan kombucha dengan penambahan kulit apel 7,5% dan penambahan gula 12,5% memiliki nilai tingkat kesukaan panelis terhadap warna paling rendah yaitu sebesar 3,55. Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode friedman, panelis dan sampel tidak memberikan pengaruh nyata terhadap warna dari produk kombucha kulit apel.

4.2.8.2 Aroma

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma kombucha kulit apel dari berbagai konsentrasi penambahan kulit apel dan konsentrasi gula selama

fermentasi berkisar antara 2,83 (tidak suka) hingga 3,48 (agak suka). Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma kombucha kulit apel dapat dilihat pada **Gambar 4.13**

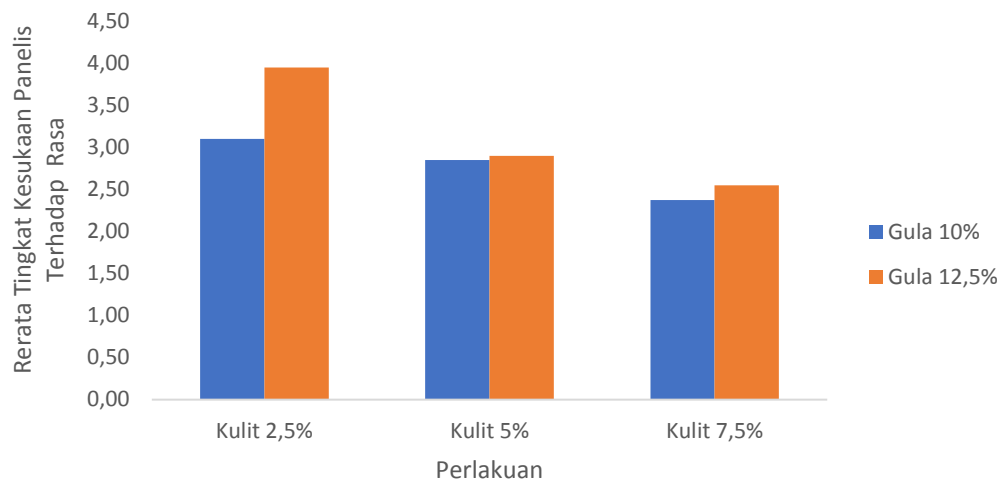


Gambar 4.13 Grafik Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Aroma Kombucha Kulit Apel

Pada **Gambar 4.13** menunjukkan bahwa kombucha dengan penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 12,5% memiliki nilai tingkat kesukaan panelis terhadap aroma yang paling tinggi yaitu 3,48. Sedangkan kombucha dengan penambahan kulit apel 5% dan penambahan gula 10% memiliki nilai tingkat kesukaan panelis terhadap aroma paling rendah yaitu sebesar 2,83. Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode friedman, panelis memberikan pengaruh nyata terhadap aroma dari produk kombucha kulit apel.

4.2.8.3 Rasa

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap rasa kombucha kulit apel dari berbagai konsentrasi penambahan kulit apel dan konsentrasi gula selama fermentasi berkisar antara 2,38 (tidak suka) hingga 3,95 (agak suka). Rerata nilai kesukaan panelis terhadap rasa kombucha kulit apel dapat dilihat pada **Gambar 4.14**



Gambar 4.14 Grafik Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Rasa Kombucha Kulit Apel

Pada **Gambar 4.14** menunjukkan bahwa kombucha dengan penambahan kulit apel 2,5% dan penambahan gula 12,5% memiliki nilai tingkat kesukaan panelis terhadap rasa yang paling tinggi yaitu 3,95. Sedangkan kombucha dengan penambahan kulit apel 7,5% dan penambahan gula 10% memiliki nilai tingkat kesukaan panelis terhadap rasa paling rendah yaitu sebesar 2,38. Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode friedman, panelis dan sampel memberikan pengaruh nyata terhadap rasa dari produk kombucha kulit apel.

4.3 Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik produk kombucha kulit apel dengan menggunakan metode *Multiple Attribute Zeleny*. Pada penelitian ini adapun parameter yang dianalisa meliputi total asam, pH, total mikroba, total gula, total fenol, aktivitas antioksidan, warna dan masing-masing ditentukan nilai idealnya. Nilai ideal yang diharapkan pada parameter total mikroba, total asam, total fenol, aktivitas antioksidan adalah nilai maksimal. Sedangkan nilai ideal yang diharapkan pada parameter total gula dan pH adalah nilai minimal. Berdasarkan perhitungan yang diperoleh, kombucha kulit apel dengan konsentrasi penambahan kulit apel 7,5% dan konsentrasi gula 12,5% merupakan produk kombucha kulit apel dengan perlakuan terbaik. Nilai dari masing-masing parameter kombucha kulit apel dengan perlakuan terbaik disajikan pada **Tabel 4.14**.

Tabel 4.14 Nilai Parameter Kombucha Kulit Apel Perlakuan Terbaik

Parameter	Kombucha Kulit Apel Perlakuan Terbaik (Penambahan Kulit Apel 7,5% dan Gula 12,5%)
Total asam (%)	0,68
pH	3,06
Total mikroba (CFU/ml)	4,26x10 ¹⁰
Total gula (%)	11,21
Total Fenol (µg/ml GAE)	694,93
Aktivitas Antioksidan (%)	31,71
Nilai L*	49,9
Nilai a*	3,6
Nilai b*	19,1
Organoleptik warna	3,55
Organoleptik aroma	3,05
Organoleptik rasa	2,55

Keterangan: Data merupakan rerata 3 kali ulangan.

4.4 Nilai Perlakuan Terbaik Kombucha Kulit Apel dibandingkan dengan Kombucha Kontrol

Perbandingan nilai antara perlakuan terbaik dengan kontrol dianalisa menggunakan uji T dengan taraf 5%. Nilai perlakuan terbaik dengan parameter fisik, kimia, mikrobiologi dan organoleptik kombucha kulit apel dengan kontrol berupa kombucha teh hitam dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15 Nilai Perlakuan Terbaik Kombucha Kulit Apel dibandingkan dengan Kontrol

Parameter	Kombucha Kulit Apel Perlakuan Terbaik (Penambahan Kulit Apel 7,5% dan Gula 12,5%)	Kontrol (Kombucha Teh)	Notasi
Total asam (%)	0,68	0,52	tn
pH	3,06	3,46	*
Total mikroba (CFU/ml)	4,26x10 ¹⁰	1,63x10 ¹⁰	tn
Total gula (%)	11,21	8,60	*
Total Fenol (µg/ml GAE)	694,93	1260,92	tn
Aktivitas Antioksidan (%)	31,71	44,17	tn
Nilai L*	49,9	32,6	*
Nilai a*	3,6	15,0	*
Nilai b*	19,1	12,9	tn
Organoleptik warna	3,55	2,68	*
Organoleptik aroma	3,05	2,95	tn
Organoleptik rasa	2,55	2,15	tn

Keterangan: Data merupakan rerata 3 kali ulangan. (*) menunjukkan antar perlakuan terbaik dan kontrol berbeda secara signifikan. (tn) menunjukkan antar perlakuan terbaik dan kontrol tidak berbeda secara signifikan.

Berdasarkan **Tabel 4.14** parameter pH, total gula, tingkat kecerahan, tingkat kemerahan dan organoleptik warna memiliki nilai $p_{value} < 0,05$ yang menunjukkan bahwa antara perlakuan terbaik dengan kontrol berbeda secara signifikan. Sedangkan parameter total mikroba, total asam, total fenol, aktivitas antioksidan, tingkat kekuningan, organoleptik aroma dan organoleptik rasa memiliki nilai $p_{value} > 0,05$ yang menunjukkan bahwa antara perlakuan terbaik dengan kontrol tidak berbeda secara signifikan. Nilai parameter pH, total fenol, aktivitas antioksidan dan tingkat kemerahan kombucha kulit apel menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kombucha kontrol. Total asam, total mikroba, total gula, tingkat kecerahan, tingkat kekuningan, organoleptik warna, organoleptik aroma dan organoleptik rasa kombucha kulit apel menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombucha kontrol. Secara keseluruhan (organoleptik warna, aroma dan rasa) panelis lebih menyukai produk kombucha dengan berbahan dasar kulit apel.