

**PENGARUH KONSENTRASI GULA TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA  
DAN MIKROBIOLOGI KOMBUCHA DARI DUA VARIETAS TOMAT  
(*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**SOFIANA RAHMAWATI NUR INDAH SARI**

**155100101111059**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2019**

**PENGARUH KONSENTRASI GULA TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA  
DAN MIKROBIOLOGI KOMBUCHA DARI DUA VARIETAS TOMAT  
(*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**SOFIANA RAHMAWATI NUR INDAH SARI**

**155100101111059**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknologi Pertanian



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2019**





**LEMBAR PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi** : Pengaruh Konsentrasi Gula terhadap Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Kombucha dari Dua Varietas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

**Nama Mahasiswa** : Sofiana Rahmawati Nur Indah Sari

**NIM** : 155100101111059

**Jurusan** : Teknologi Hasil Pertanian

**Fakultas** : Teknologi Pertanian

**Dosen Pembimbing**

**Prof. Dr. Ir. Elok Zubaidah, M.P**

**NIP 195908211993032001**

**Tanggal Persetujuan :**



**“Kegagalan Untuk Mencapai Kesuksesan Itu Selalu Ada,  
Namun Yang terpenting Itu Seberapa Tahan Kita Untuk  
Menghadapinya Agar Kesuksesan Datang Kepada Kita”**



**Alhamdulillah Terima Kasih ALLAH SWT, Penulis Dapat  
Menyelesaikan Skripsi Ini Dengan Lancar Di Waktu Yang  
Tepat...**

**Sebuah Karya Kecil Ini Ku Persembahkan Untuk Kedua  
Orangtua Dan Keluarga Tercinta...**



**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Sofiana Rahmawati Nur Indah Sari

NIM : 155100101111059

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi Gula terhadap Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Kombucha dari Dua Varietas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Menyatakan bahwa,

Skripsi dengan judul di atas merupakan karya asli penulis dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang,  
Pembuat Pernyataan,

Sofiana Rahmawati. N. I. S.

NIM 155100101111059

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Klaten, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 19 Agustus 1997 dari seorang ayah yang bernama Muqorobin dan seorang ibu yang bernama Nur Latifah. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dengan kakak perempuan bernama Nur Laili Kusuma Sari, S. Sos. dan kakak laki-laki bernama Muhammad Wildan Arif Syarifuddin, S.T.

Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat sekolah dasar di SD Negeri 01 Ceper pada tahun 2009, pendidikan tingkat sekolah menengah pertama di SMP Al Islam 1 Surakarta pada tahun 2012 dan pendidikan tingkat sekolah menengah atas di SMA Al Islam 1 Surakarta pada 2015. Pada tahun 2019 penulis berhasil menyelesaikan pendidikan di Universitas Brawijaya Malang di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Tekonologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian.

Penulis terlibat aktif dalam kepanitiaan diantaranya, Staf Konsumsi Himglogista Anniversary dan Sekretaris Umum II Orientasi Pengenalan Jurusan dan Himpunan (OPJH) Teknologi Hasil pertanian 2016. Penulis juga pernah terlibat sebagai asisten praktikum mikrobiologi pangan.



Sofiana Rahmawati Nur Indah Sari. 155100101111059. Pengaruh Konsentrasi Gula terhadap Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Kombucha dari Dua Varietas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). SKRIPSI. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP.

### RINGKASAN

Kombucha merupakan produk minuman fermentasi yang terbuat dari larutan teh dan gula dengan penambahan starter kombucha yang disebut dengan SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). Selama proses fermentasi stater menghasilkan berbagai zat gizi yang menjadikan kombucha memiliki manfaat kesehatan untuk tubuh. Tomat merupakan bahan pangan yang memiliki berbagai kandungan gizi tinggi, seperti vitamin A, C, B1, B2, B3, mineral dan senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan pada proses fermentasi kombucha. Guna meningkatkan nilai gizi dari tomat perlu dilakukan diversifikasi produk, salah satunya menjadi produk fermentasi kombucha. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik kimia dan mikrobiologi kombucha dari dua varietas tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

Metode Penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan 2 faktor. Faktor 1 varietas tomat yaitu tomat sayur dan tomat cherry. Sedangkan untuk faktor 2 konsentrasi gula yaitu 5%, 10% dan 15%. Data yang diperoleh dianalisa secara statistika menggunakan analisa keragaman ANOVA dengan selang kepercayaan 95%. Apabila hasil menunjukkan berbeda nyata maka dilakukan uji BNT 5%, sedangkan apabila terdapat interaksi kedua perlakuan, maka diuji lanjut menggunakan DMRT 5%. Pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode Zeleny.

Perlakuan terbaik kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 10% memiliki karakteristik kimia dan mikrobiologi sebagai berikut: total mikroba sebesar  $2,51 \times 10^{10}$  CFU/ml, total asam sebesar 3,9%, pH sebesar 2,9, total gula sebesar 2,76%, dan total fenol sebesar 294,86  $\mu\text{g}$  GAE/ml.

**Kata Kunci : Tomat, Kombucha, Konsentrasi Gula**



Sofiana Rahmawati Nur Indah Sari. 155100101111059. The Effect of Sugar Concentration on The Chemical and Microbiological Characteristic of Kombucha from Two Tomato Varieties (*Lycopersicum esculentum* Mill.). SKRIPSI. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP.

### SUMMARY

Kombucha is a fermented beverage product made from a tea and sugar solution with the addition of a kombucha starter called SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). During the fermentation process, the stater produces various nutrients that make kombucha have health benefits for the body. Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) is a food that has various nutritional content like vitamins A, C, B1, B2, B3, minerals and bioactive compound which can be process for kombucha. To increase the nutritional value of tomatoes it was necessary to diversify the product, for example was processed into kombucha fermentation product. The purpose of this study was to determined the effect of sugar concentration on the chemical and microbiological characteristics of kombucha from two tomato varieties.

The research method used in this study was the Factorial Random Group Design method (RAKF) with 2 factors. The first factor was tomato varieties, which were vegetable tomatoes and cherry tomatoes. Whereas the second factor was sugar concentration of 5%, 10%, and 15%. The data obtained were analyzed statistically using ANOVA with a confidence interval of 95%. If the results showed significantly different then the LSD test, whereas if there were interactions between the two treatments, then it was tested 5% DMRT. The selection of the best treatment was by Zeleny method.

The best treatment of tomato kombucha was vegetables tomatoes with 10% sugar, this product had characteristics as follows: a microbial total of  $2.51 \times 10^{10}$  CFU/ml, total acid of 3.9%, pH of 2.9, total sugar of 2.76 %, and total phenol of 294.86  $\mu\text{g}$  GAE/ml

**Key Words : Tomato, Kombucha, Concentration of Sugar**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Gula terhadap Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi pada Kombucha dari Beberapa Varietas Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)”. Atas terselesainya proposal ini, Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan segenap keluarga yang telah memberikan dukungan moril maupun materil.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi dan doa atas terselesainya Proposal Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP. Selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya Malang
4. Ibu Citra selaku pembimbing dan pengawas di Laboratorim Mikrobiologi Pangan
5. Salsa dan Moza selaku teman-teman seperjuangan Tugas Akhir Kombucha yang senantiasa membantu, menemani dan memberikan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini
6. Teman-teman dari grup Bismillah Sukses, Bismillah Wisuda Bareng dan Kost Griya Artha yang senantiasa membantu, menemani dan memberikan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini
7. Semua teman-teman THP 15 khususnya yang telah memberikan bantuan, dukungan dan saran selama penyelesaian Proposal Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Proposal ini masih terdapat banyak kekurangan maupun kesalahan yang perlu dibenahi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun guna penyusunan laporan yang lebih baik dan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Maret 2019

Penulis





**DAFTAR ISI**

**HALAMAN JUDUL** ..... i

**LEMBAR PERSETUJUAN** ..... ii

**LEMBAR PENGESAHAN** ..... iii

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI** ..... v

**RIWAYAT HIDUP** ..... vi

**RINGKASAN** ..... vii

**SUMMARY** ..... viii

**KATA PENGANTAR** ..... ix

**DAFTAR ISI** ..... x

**DAFTAR TABEL** ..... xii

**DAFTAR GAMBAR** ..... xiii

**DAFTAR LAMPIRAN** ..... xiv

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

    1.1 Latar Belakang ..... 1

    1.1 Rumusan Masalah ..... 2

    1.2 Tujuan Penelitian ..... 2

    1.3 Manfaat Penelitian ..... 2

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 4

    2.1 Tomat ..... 4

    2.2 Teh ..... 8

    2.3 Gula ..... 10

    2.4 Kombucha ..... 11

    2.5 Fenol ..... 18

    2.6 Karotenoid ..... 20

**BAB III METODE PENELITIAN** ..... 23

    3.1 Tempat dan Waktu ..... 23

    3.2 Alat dan Bahan ..... 23

    3.3 Metode Penelitian ..... 23

    3.4 Tahapan Penelitian ..... 24

    3.5 Pengamatan dan Analisa ..... 25

    3.6 Diagram Alir Penelitian ..... 26

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** ..... 29

    4.1 Karakteristik Bahan Baku ..... 29

    4.2 Hasil Analisa Karakteristik Kombucha Tomat Ceri dan Sayur ..... 30

    4.3 Perlakuan Terbaik ..... 44

    4.4 Perbandingan Kombucha Tomat dengan Kombucha Teh ..... 44

<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>58</b>





DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kandungan Zat Gizi pada Tomat Ceri .....	6
<b>Tabel 2.2</b> Kandungan Zat Gizi Tomat Sayur .....	8
<b>Tabel 2.3</b> Kandungan Komponen Bioaktif Teh Putih, Hijau, Oolong, dan Hitam .....	10
<b>Tabel 2.4</b> Mikroorganisme yang Perperan dalam Fermentasi Kombucha .....	14
<b>Tabel 2.5</b> Kandungan Zat Gizi pada Kombucha (tiap 120 ml) .....	17
<b>Tabel 2.6</b> Kandungan Asam Organik pada Kombucha dan Manfaatnya .....	18
<b>Tabel 3.1</b> Kombinasi Perlakuan 2 Faktor .....	24
<b>Tabel 4.1</b> Kandungan Tomat Ceri dan Tomat Sayur .....	29
<b>Tabel 4.2</b> Rerata Total Mikroba Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Proses Fermentasi .....	31
<b>Tabel 4.3</b> Rerata Total Asam Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Varietas Tomat .....	35
<b>Tabel 4.4</b> Rerata Total Asam Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Konsentrasi Gula .....	36
<b>Tabel 4.5</b> Rerata pH Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Varietas Tomat .....	38
<b>Tabel 4.6</b> Rerata pH Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Konsentrasi Gula .....	39
<b>Tabel 4.7</b> Rerata Total Fenol Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Varietas Tomat dan Konsentrasi Gula .....	41
<b>Tabel 4.8</b> Rerata Total Gula Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Konsentrasi Gula .....	43
<b>Tabel 4.9</b> Karakteristik Kombucha Tomat Perlakuan Terbaik .....	44
<b>Tabel 4.10</b> Perbandingan Karakteristik Kombucha Tomat Sayur Perlakuan Terbaik dan Kombucha Teh .....	45



DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Tomat Ceri.....	6
<b>Gambar 2.2</b> Tomat Sayur.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Daun Teh.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Kombucha.....	13
<b>Gambar 2.5</b> Reaksi Hidrolisis Sukrosa.....	14
<b>Gambar 2.6</b> <i>Pathway</i> Fermentasi Alkohol.....	15
<b>Gambar 2.7</b> <i>Pathway</i> Fermentasi Asam Asetat.....	16
<b>Gambar 2.8</b> Struktur Kimia Fenol.....	18
<b>Gambar 2.9</b> Struktur Kimia Flavonoid.....	19
<b>Gambar 2.10</b> Struktur Kimia Asam Klorogenat.....	20
<b>Gambar 2.11</b> Struktur Kimia Pembentuk Asam Klorogenat.....	20
<b>Gambar 2.12</b> Struktur Likopen.....	21
<b>Gambar 2.13</b> Struktur $\beta$ -karoten.....	22
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Pembuatan Sari Tomat.....	26
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Pembuatan Kombucha Tomat.....	27
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Pembuatan Kombucha Teh.....	28
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Perubahan total mikroba pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama proses fermentasi.....	30
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Perubahan Nilai Total Asam Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi.....	34
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Perubahan Nilai pH Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi.....	37
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Perubahan Nilai Total Fenol Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi.....	40
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Perubahan Nilai Total Gula Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi.....	42





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa ..... 58  
Lampiran 2. Analisa Data dan Analisa Sidik ragam ..... 64  
Lampiran 3. Perlakuan Terbaik ..... 80  
Lampiran 4. Uji *T* Test ..... 84  
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian ..... 87



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan semakin meningkatnya penyakit degeneratif, masyarakat Indonesia kini mulai sadar akan pentingnya kesehatan. Menurut survei yang dilakukan oleh Nielsen's New Global Health an Ingredient-Sentiment Survey tahun 2016 bahwa 80% responden mulai merubah pola makanan. Perubahan pola makan masyarakat dibuktikan dengan pembelian produk makanan dan minuman sehat yang terus mengalami peningkatan. Makanan dan minuman yang menyehatkan bagi tubuh salah satunya produk fermentasi. Salah satu produk fermentasi yang belum banyak dikomersialkan di Indonesia yaitu Kombucha.

Kombucha merupakan produk minuman fermentasi yang terbuat dari larutan teh dan gula dengan penambahan starter kombucha yang disebut dengan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) (Primiani, 2018). Waktu fermentasi kombucha ini berkisar antara 8-12 hari (Wistiana dan Zubaidah, 2015). Selama proses fermentasi, bakteri dan khamir yang berperan didalamnya menghasilkan kandungan gizi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh sehingga menjadikan kombucha memiliki manfaat kesehatan diantaranya sebagai antibakteri, antioksidan, antibiotik, melancarkan pencernaan, serta meningkatkan ketahanan tubuh (Suhardini, 2016). Saat ini mulai banyak penelitian kombucha yang diolah dari bahan lain seperti buah-buahan.

Menurut Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa produksi tomat di Indonesia pada tahun 2018 terjadi peningkatan dari tahun 2017 menjadi sebesar 976.790 ton. Selama ini tomat hanya dimanfaatkan dalam bentuk segar yaitu sebagai bahan tambahan dalam masakan dan sebagai pencuci mulut. Berbagai varietas tomat diantaranya Tomat ceri (*Lycopersicum var. cerasiforme*) dan Tomat sayur (*Lycopersicum esculentum Mill, var. commune Bailey*). Kandungan gizi yang terkandung pada tomat relatif tinggi yaitu protein, karbohidrat, serat, likopen, vitamin, dan mineral (fosfor, kalium, kalsium dan magnesium) (Costa, 2018).

Selain itu, tomat mengandung sumber antioksidan yang sangat baik seperti polifenol dan karoten, yang mampu mencegah kanker, penyakit kardivaskular dan peredaran darah yang disebabkan oleh stress oksidatif (Gong, 2006; Kalogeropoulos, 2012). Tomat juga mengandung kadar air yang tinggi sehingga mudah mengalami kerusakan (*perishable*) (Varanita, 2016). Guna



memperpanjang umur simpan pada produk tomat serta meningkatkan nilai fungsional perlu dilakukan diversifikasi produk, salah satunya menjadi produk fermentasi kombucha.

Pada proses fermentasi kombucha dipengaruhi beberapa faktor salah satunya yaitu penambahan gula (Falahuddin, 2017). Penambahan gula berfungsi memberikan cita rasa, sebagai sumber karbon bagi mikroba, serta menciptakan kondisi medium fermentasi yang sesuai bagi pertumbuhan kultur agar diperoleh hasil fermentasi yang optimal (Frank, 1995). Berdasarkan penelitian Rahmawati (2016) dan Yuanita (2017) menyatakan bahwa perbedaan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata terhadap total asam, pH, total mikroba, total fenol dan total gula.

Dalam penelitian ini digunakan dua varietas tomat yaitu Tomat ceri (*Lycopersicum var. cerasiforme*) dan Tomat sayur (*Lycopersicum esculentum Mill, var. commune Bailey*) dengan berbagai konsentrasi gula yang difermentasi selama 8 hari selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik kimia dan mikrobiologinya. Hasil uji tersebut kemudian dibandingkan dengan kontrol yang berupa kombucha teh.

### 1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik kimia dan mikrobiologi kombucha dari dua varietas tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*)?

### 1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik kimia dan mikrobiologi kombucha dari dua varietas tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*)

### 1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik kimia dan mikrobiologi pada kombucha dari beberapa varietas tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*) selama proses fermentasi dan menghasilkan sebuah pangan fungsional yang dapat

meningkatkan kesehatan masyarakat serta menambah variasi kombucha selain kombucha teh.





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) adalah salah satu komoditas hortikultura yang sangat dikenal masyarakat serta memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Tanaman tomat berasal dari Amerika Selatan bagian barat daerah Ekuador, Peru dan Chili, serta juga banyak ditemukan di sepanjang pantai barat Amerika Selatan, pegunungan Andes dan Kepulauan Galapagos (Kimura, 2008). Tanaman tomat tergolong dalam tanaman semusim yang berumur 3-4 bulan serta dapat ditanam di dataran tinggi ( $\geq 700$  m dpl), dataran sedang (200-699 m dpl) dan dataran rendah ( $\leq 199$  m dpl) (Purwati dan Khairunnisa, 2007; Surtinah, 2007). Tomat berdasarkan bentuk buahnya dibedakan menjadi lima jenis yaitu tomat sayur (*L. commune*), tomat ceri (*L. esculentum* var. *Cerasiforme*), tomat ael atau pir (*L. pyriforme*), tomat gondol (*L. validum*) dan tomat kentang (*L. grandfolium*) (Musaddad, 2003; Wiryanta, 2008). Tanaman tomat dapat tumbuh di seluruh daerah yang ada di Indonesia yang dibuktikan dengan data Badan Pusat Statistik (2018), produksi tomat di Indonesia dari tahun 2017 mencapai 962.845 ton/tahun. Sedangkan produksi tomat tahun 2016 mencapai 883.242 ton/tahun. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa adanya peningkatan produksi tomat di Indonesia. Adapun Klasifikasi buah tomat sebagai berikut (Wiryanta, 2008):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotylodeneae
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Lycopersicum</i>
Spesies	: <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.
	Sinonim <i>Solanum lycopersicum</i> L

Tomat memiliki kandungan gizi berupa protein, lemak, karbohidrat, serat, vitamin A, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, mineral (kalsium, fosfor, besi dan magnesium) yang baik bagi kesehatan tubuh (USDA, 2018). Vitamin yang terkandung pada buah tomat dapat membantu mencegah dan mengobati berbagai macam penyakit antara lain xerophthalmia pada mata akibat kekurangan vitamin A, sariawan, beri-beri, radang

saraf, lemah otot, dan radang lidah akibat kekurangan vitamin B. Kandungan mineral pada tomat bermanfaat untuk pembentukan tulang dan gigi, menurunkan gejala tekanan darah tinggi, serta pembentukan sel darah atau hemoglobin (Cahyono, 2008). Serat yang terkandung pada tomat bermanfaat untuk memperlancar proses pencernaan makanan dalam perut, memudahkan buang kotoran. Warna merah pada buah tomat menunjukkan adanya kandungan lycopene yang sangat baik untuk mencegah dan mengobati penyakit kanker paru-paru, kanker prostat, kanker lambung, kanker payudara, kanker rahim, tumor pankreas, tumor usus besar dan tumor tenggorokan. Buah tomat juga mampu mengobati dan mencegah penyakit antara lain, pembentukan batu empedu pada saluran kencing, sakit liver, encok, tuberkulose, asma, sakit jantung, wasir atau haemorrhoid serta radang usus buntu. Tomat juga mengandung asam organik seperti asam sitrat, asam malat, asam asetat yang bermanfaat dalam sekresi lambung, bertindak sebagai pembersih darah dan sebagai antiseptik (Rukmana, 1994 ; Wiryanta, 2008)

### 2.1.1 Tomat Ceri

Tomat ceri (*Lycopersicum var. cerasiforme*) merupakan salah satu varietas buah tomat yang memiliki ukuran buah yang lebih kecil dibandingkan buah tomat lainnya dengan diameter 1,5-3,5 cm dan memiliki bobot sekitar 25-30 gram (Razzak, 2013). Tomat ceri memiliki bentuk sedikit lonjong, berukuran kecil dan rasa daging yang manis dan memiliki kulit tipis. Tomat ini berwarna hijau pucat ketika masih muda dan berwarna orange kemerahan setelah matang (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2017). Biji tomat ceri umumnya berukuran kecil, berbentuk pipih, berbulu dan berwarna putih kekuningan serta diselubungi daging buah. Tomat ceri dapat tumbuh optimal pada suhu 24-30°C dengan kelembaban 80% dan berada pada ketinggian 1200 mdpl (Wiryanta, 2008). Klasifikasi tanaman tomat ceri sebagai berikut (Nahampun, 2018):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotylodenae
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solanaceae
Genus	: Lycopersicum



Spesies : *Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme*



**Gambar 2.1** Tomat Ceri (sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2017)

Tomat ceri biasanya digunakan sebagai bahan tambahan pada salad dan sup, makanan pencuci mulut serta bahan pembuatan saos. Tomat ceri memiliki kandungan gizi yang relatif tinggi yaitu protein, karbohidrat, serat, likopen, vitamin A, vitamin B, vitamin E, asam folat, fruktosa, dan mineral (fosfor, kalium, kalsium dan magnesium) dibandingkan dengan tomat sayur (Costa, 2018). Tomat ceri juga mengandung sumber antioksidan yang sangat baik seperti polifenol dan karoten, yang mampu mencegah kanker, penyakit kardivaskular dan peredaran darah yang disebabkan oleh stress oksidatif (Gong, 2006; Kalogeropoulos, 2012). Kandungan gizi pada tomat ceri (Per 149 gram berat bahan) dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Kandungan Zat Gizi pada Tomat Ceri

Zat gizi	Kandungan
Energi (kcal)	27
Protein (g)	1.31
Lemak (g)	0.30
Karbohidrat (g)	5.80
Serat (g)	1.8
Gula (g)	3.92
Vitamin A (IU)	1241
Vitamin C (mg)	20,4
Vitamin B1 (mg)	0.055
Vitamin B2 (mg)	0.028
Vitamin B3 (mg)	0.885
Kalsium (mg)	15
Fosfor (mg)	36
Besi (mg)	0.40
Magnesium (mg)	16
Air (g)	140.83

Sumber : United States Department of Agriculture (2018)



### 2.1.2 Tomat Sayur

Tomat sayur (*Lycopersicon esculentum* Mill, var. *commune* Bailey) merupakan varietas tomat yang berdiameter 3-10 cm dengan berat per buah 40-80 gram, memiliki buah berwarna hijau dan berbulu ketika masih muda dan berwarna merah kekuningan serta kulit buah mengkilap setelah buah masak (Iman, 2015). Buah tomat memiliki bentuk yang bervariasi yaitu bulat lonjong, bulat halus dan bulat beralur. Bagian dalam buah memiliki ruangan yang penuh dengan biji yang berbentuk pipih, berbulu, berwarna putih kekuningan yang saling melekat dan diselimuti daging buah (Sosiawati, 2012). Tomat sayur dapat tumbuh optimum pada tempat yang dingin, cuaca kering dan dataran tinggi (1000-1250 mdpl) dengan suhu 20-28°C (Syakur, 2012). Klasifikasi tanaman tomat ceri sebagai berikut (Nahampun, 2018):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotylodeneae
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solanaceae
Genus	: Lycopersicum
Spesies	: <i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>commune</i>



**Gambar 2.2** Tomat Sayur (sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2017)

Tomat bercita rasa manis sedikit masam yang memberikan kesegaran pada tubuh apabila mengkonsumsinya sehingga banyak digemari oleh masyarakat (Tim



Bina Karya Tani, 2009). Tomat sayur dikonsumsi dalam bentuk segar, bahan pembuatan jus, saos dan juga dapat digunakan sebagai penambah cita rasa pada masakan dan minuman (Cahyono, 2008). Tomat sayur memiliki kandungan vitamin A, vitamin C, likopen, kalium, karoten yang tinggi (Kailaku dkk, 2016).

Kandungan gizi pada tomat sayur (Per 100 gram berat bahan) dapat dilihat pada

**Tabel 2.2.**

**Tabel 2.2 Kandungan Zat Gizi Tomat Sayur**

Zat gizi	Kandungan
Energi (kcal)	18
Protein (g)	0.88
Lemak (g)	0.20
Karbohidrat (g)	3.89
Serat (g)	1.2
Gula (g)	2.63
Vitamin A (IU)	833
Vitamin C (mg)	13.7
Vitamin B1 (mg)	0.037
Vitamin B2 (mg)	0.019
Vitamin B3 (mg)	0.594
Kalsium (mg)	10
Fosfor (mg)	24
Besi (mg)	0.27
Magnesium (mg)	11
Air (g)	94.52

Sumber : United States Department of Agriculture (2018)

## 2.2 Teh

Teh merupakan tanaman yang memiliki nama latin *Camellia sinensis* berasal dari Asia Tenggara. Tahun 2737 SM, teh sudah mulai dikenal di negara Cina yang telah dimanfaatkan sebagai komponen ramuan obat. Tanaman teh pertama kali masuk Indonesia pada tahun 1684, berupa biji teh yang dibawa oleh orang Jerman bernama Andreas Cleyer dari Jepang dan hanya ditanam sebagai tanaman hias.

Setelah mengalami berbagai percobaan penanaman teh dalam skala besar, akhirnya tahun 1828 seorang ahli teh bernama Jacobus Isidorus Loudewijk Levian Jacobson mulai mendirikan perkebunan teh komersial di Jawa (Somantri, 2014).

Adapun klasifikasi tanaman teh sebagai berikut (Congruist, 1981):

- Kingdom : Plantae
- Divisio : Spermatophyta
- Sub Divisio : Angiospermae
- Class : Dicotyledone
- Ordo : Guttiferales



Familia : Theaceae  
Genus : *Camellia*  
Species : *Camellia sinensis*



**Gambar 2.3** Daun Teh  
(sumber: Soraya, 2007)

Tanaman teh memiliki daun berwarna hijau (*evergreen shrub*) yang dapat tumbuh dengan tinggi 6-9 m. Umumnya tanaman teh dapat tumbuh optimal pada daerah yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi yaitu 2000 mm – 2500 mm dan merata sepanjang tahun dengan suhu cuaca yang cukup sejuk berkisar 13°C – 25°C. Batang tanaman teh berdiri tegak, berkayu, bercabang-cabang, ujung ruting dan daun muda berbulu halus (Kusuma, 2008).

Berdasarkan proses pengolahannya, teh dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis antara lain teh putih, teh hijau, teh oolong dan teh hitam. Teh putih merupakan teh dengan proses pengolahan paling sederhana yaitu pelayuan dan pengeringan. Teh hijau merupakan teh yang dibuat dengan cara menginaktivasi enzim oksidase/fenolase yang terdapat dalam pucuk daun teh segar melalui proses pemanasan atau penguapan menggunakan uap panas sehingga oksidasi enzimatik terhadap katekin yang terkandung dalam teh dapat dicegah. Teh oolong merupakan teh yang proses pembuatannya melalui tahapan pemanasan dengan segera setelah proses *rolling*/penggulungan daun yang bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi. Sedangkan teh hitam merupakan teh yang dihasilkan dengan memanfaatkan terjadinya oksidasi enzimatik terhadap



kandungan katekin teh (Hartoyo, 2003). Adapun kandungan komponen bioaktif pada berbagai jenis teh yaitu :

**Tabel 2.3** Kandungan Komponen Bioaktif Teh Putih, Hijau, Oolong, dan Hitam

Komponen (% b/b)	Teh Putih	Teh Hijau	Teh Oolong	Teh Hitam
Total polifenol	21,54	19,18	17,6	16,5
Total katekin	13,22	12,95	10,3	4,2
Kafein	4,85	3,4	3,7	3,5
Asam galat	nd*	0,09	Nd	0,26
Theaflavin	nd	nd	Nd	0,94

(Sumber: Hilal dan Engelhardt, 2007 dalam Rohdiana, 2015)

\*nd: Tidak terdeteksi

### 2.3. Gula

Gula atau sering disebut dengan sukrosa merupakan senyawa organik yang termasuk dalam golongan karbohidrat. Rumus molekul sukrosa yaitu  $C_{22}H_{22}O_{11}$ .

Sukrosa termasuk dalam disakarida yang terdiri dari komponen D-glukosa dan D-fruktosa. Gula memiliki warna putih jernih, kristal berbentuk prisma monoklin, berat molekul 342 g/mol dan titik leleh 160°C (Umam, 2018). Gula ini golongan karbohidrat sederhana karena dapat terlarut dalam air dan dapat langsung diserap oleh tubuh untuk diubah menjadi sebuah energi (Pratiwi, 2018). Menurut Darwin (2013) secara umum gula dibagi menjadi dua antara lain :

#### 1. Monosakarida

Kata mono sesuai dengan namanya berarti satu, jenis gula yang terbentuk dari satu molekul gula. Yang termasuk dalam golongan monosakarida antara lain glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

#### 2. Disakarida

Jenis gula ini terbentuk dari dua molekul glukosa. Yang termasuk dalam golongan disakarida antara lain sukrosa (gabungan antara glukosa dan fruktosa), laktosa (gabungan antara glukosa dan galaktosa) dan maltosa (gabungan dari dua glukosa).

Gula memegang peran paling penting dalam kehidupan manusia, salah satunya yaitu termasuk dalam salah satu pemanis yang dikonsumsi oleh masyarakat dalam makanan atau minuman. Penambahan gula pada makanan atau minuman berfungsi sebagai pemanis, namun dapat pula digunakan sebagai *stabilizer* dan pengawet (Novayanti, 2017). Gula merupakan karbohidrat sederhana yang umumnya terbuat dari tebu, namun adapula gula yang terbuat





selainnya yaitu air bunga kelapa, aren, palem, kelapa atau lontar (Beasulani, 2017). Gula yang paling banyak diperdagangkan yaitu dalam bentuk kristal sukrosa padat (Siregar, 2012).

Penambahan gula pada pembuatan kombucha berfungsi sebagai sumber karbon dan sumber energi. Karbon merupakan komponen penyusun sel mikroba yang paling besar dibandingkan dengan komponen lain sehingga mikroba membutuhkan karbon. Energi dibutuhkan mikroba untuk mempertahankan sel, pertumbuhan, dan perkembangan biakan (Ardheniati, 2008). Gula yang ditambahkan pada media kombucha akan dipecah oleh khamir menjadi alkohol dan dioksidasi oleh *Acetobacter xylinum* menjadi asam asetat dan asam organik lainnya sehingga dihasilkan pula selulosa (Nur dkk, 2018).

## 2.4 Kombucha

### 2.4.1 Sejarah Kombucha

Kombucha merupakan minuman teh fermentasi yang dikonsumsi sekitar 3000 tahun lalu yang berasal dari negara Cina. Penduduk Cina mulai terbiasa mengonsumsi kombucha untuk menjaga kesehatan tubuh sejak tahun 221 SM. Nama kombucha berasal dari dua kata yaitu “*kombu*” dan “*cha*”. Arti kata “*Kombu*” merupakan nama seorang tabib berasal dari Korea yang hidup pada abad ke-5 Masehi, sedangkan kata “*cha*” diambil dari bahasa Cina yang berarti teh. Sekitar tahun 414 SM, seorang kaisar Jepang bernama Inkyo menderita penyakit pencernaan kronis yang disebabkan sembelit berkepanjangan. Kemudian tabib yang berasal dari negeri Korea tersebut memberikan saran kepada Sang Kaisar untuk mengonsumsi ramuan teh yang difermentasi hasil racikannya. Setelah mengonsumsi racikan tersebut, Sang Kaisar bisa disembuhkan. Akibat jasanya, Sang Kaisar memberikan nama ramuan tersebut dengan sebutan “Kombucha” yang memiliki arti teh ramuan dari seorang tabib yang bernama kombu (Naland, 2008).

Teh kombucha di negeri tirai bambu dikenal sebagai jamur teh Manchuria (*manchurian tea mushroom*). Nama *manchurian tea mushroom* diberikan oleh Dinasti Manchuria merupakan dinasti yang pernah berkuasa di daratan Cina (Naland, 2008). Selain nama tersebut, kombucha memiliki nama lain antara lain *lembuya orientalis*, *champagne of life*, *champignon de longuevie*, *combucha*, *fungojapan kombucha*, *fungus japonicus*, *gelum oral-Rd*, *kombucha mushroom*, *indo-japanese tea fungus*, *miracle fungus*, *pinchia fermentans*, *Mo-Gu*, *olinka*, *teak*



wass, tea fungus, volga spring, wolga jellyfish, marine olga, wolga qualle (Frank, 1995).

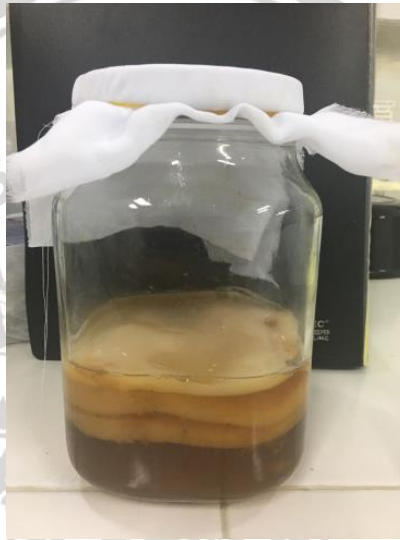
Beberapa daerah di Indonesia menyebut jamur penghasil teh dengan sebutan jamur dipo yang memiliki arti jamur benteng. Namun, lebih banyak masyarakat yang mengenal dengan nama teh kombu. Sejak tahun 1930-an, Teh kombucha mulai dimanfaatkan sebagai minuman kesehatan di Indonesia. Kombucha memiliki beberapa manfaat sehingga banyak orang menyebutnya dengan minuman *tea of immortality* yang berarti teh rahasia panjang umur (Naland, 2008).

#### 2.4.2 Pengertian Kombucha

Kombucha merupakan produk minuman fermentasi yang proses pembuatannya melibatkan bakteri dan khamir (Chakravorty, *et al*, 2016). Kombucha umumnya terbuat dari larutan teh dan gula dengan penambahan starter kombucha (Nur, 2018). Menurut Villarreal-Soto, *et al* (2018) starter kombucha sering disebut dengan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) yang di dalam terdiri dari bakteri dan khamir seperti *Acetobacter xylinum*, *Komagataeibacter*, *Gluconobacter*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulasporea delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*. Proses pembuatan kombucha, teh difermentasi selama 7-12 hari pada suhu ruang dengan kondisi aerob (Chakravorty, *et al*, 2016). Menurut Wistiana dan Zubaidah (2015) proses fermentasi kombucha pada suhu yang lebih tinggi berlangsung lebih cepat umumnya berkisar 4-6 hari sedangkan, untuk suhu yang lebih rendah proses fermentasi berlangsung lebih lama.

Selama proses fermentasi, starter kombucha mengubah glukosa menjadi beberapa asam organik, vitamin dan alkohol (Kurniawan, 2017). Asam Organik yang terkandung antara lain asam asetat, asam glukonat, asam glukoronat, asam sitrat, asam malat, asam tartarat, asam oksalat, asam suksinat, asam malon, asam piruvat dan asam usnic (Leal, *et al*, 2018). Kombucha juga mengandung vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, senyawa antibiotik, fenol dan mineral (Jayabalan, 2014). Banyaknya zat gizi yang terkandung menjadikan kombucha sebagai salah satu minuman fungsional.

Produk akhir kombucha memiliki pH berkisar antara 2,5-3,6 (Amarasinghe *et al.*, 2018). Penurunan pH tersebut disebabkan oleh bakteri dan yeast yang mengubah sukrosa menjadi asam organik (Marwati, 2013). Kombucha juga mengandung alkohol berkisar antara 0,5-1% (Kumar and Joshi, 2016). Alkohol ini memberikan efek karbonasi yang memberikan rasa segar. Berdasarkan kesepakatan fatwa LP-POM MUI Alkohol yang terkandung dalam kombucha tidak melebihi batasan yaitu <1%, sehingga memenuhi persyaratan sebagai minuman hasil fermentasi dan digolongkan dalam kategori halal (Herwin, 2013).



**Gambar 2.4** Kombucha  
(sumber: Dokumentasi Pribadi)

### 2.4.3 Proses Fermentasi Kombucha

Proses fermentasi kombucha terjadi akibat penambahan starter kombucha yang sering disebut dengan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*).

Starter yang ditambahkan menyebabkan terjadinya perubahan fisik, kimia dan mikrobiologi pada bahan pangan yang digunakan. SCOBY terdiri dari campuran bakteri dan yeast yang berperan selama proses fermentasi. Mikroorganisme yang terdapat pada SCOBY yang berperan dalam proses fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.



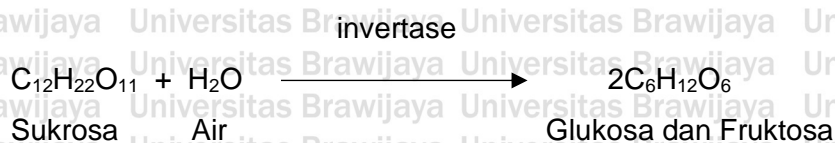
**Tabel 2.4** Mikroorganisme yang Perperan dalam Fermentasi Kombucha

Mikroorganisme	Spesies	Peran dalam fermentasi
<i>Acetobacter</i>	<i>Acetobacter xylinum</i>	Memproduksi asam asetat dari etanol dan asam glukonat dari glukosa, membentuk jamur SCOBY (nata/selulose)
	<i>Acetobacter xylinoides</i>	
	<i>Acetobacter ketogenum</i>	
<i>Saccharomyces</i>	<i>Saccharomyces ludwigii</i>	Memproduksi alkohol selama proses fermentasi
	<i>Saccharomyces apiculatus</i>	
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
	<i>Saccharomyces pombe</i>	
<i>Zygosaccharomyces</i>	<i>Zygosaccharomyces kombuchae</i>	Memproduksi alkohol dan pemberi karbonasi pada kombucha
	<i>Brettanomyces</i>	Memproduksi etanolalkohol atau asam asetat
<i>Gluconobacter</i>	<i>Gluconobacter oxydans</i>	Memproduksi asam asetat dan asam glukonat, memproduksi jamur SCOBY

(Sumber: Jayalaban, 2014; Greenwalt, 2000)

Pada proses fermentasi mikroorganisme akan menghasilkan senyawa yang bermanfaat yaitu dengan memperkaya variasi makanan atau minuman dengan mengubah aroma, rasa dan tekstur, memperkaya nutrisi dengan menambahkan sejumlah protein, asam amino dan vitamin. Adapun faktor yang mempengaruhi proses fermentasi kombucha yaitu jumlah teh, jumlah gula dan jumlah starter yang ditambahkan pada medium fermentasi sertalama waktu fermentasi. Proses fermentasi ini dapat mengakibatkan perubahan fisik dan kimia meliputi kadar alkohol, pH, kadar antioksidan (Falahuddin, 2017). Setelah ditambahkan starter, medium kombucha telah memulai proses fermentasi.

Fermentasi kombucha terjadi dua proses yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Proses fermentasi diawali dengan pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa oleh aktivitas khamir dengan bantuan enzim invertase (Villarreal-soto, 2018). Berikut reaksi hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa :



**Gambar 2.5** Reaksi Hidrolisis Sukrosa

(sumber: Indria dkk, 2018)

Kemudian proses fermentasi alkohol dimulai oleh khamir dengan mendegradasi heksosa (glukosa, fruktosa) menjadi asam piruvat melalui proses glikolisis. Asam piruvat dikarboksilasi menjadi asetaldehid dan menghasilkan CO<sub>2</sub> oleh enzim piruvat dekarboksilase. Kemudian asetaldehid diubah menjadi etanol dengan menggunakan enzim alkohol dehidrogenase (Wulandari, 2018). Berikut *pathway* fermentasi alkohol:



**Gambar 2.6** *Pathway* Fermentasi Alkohol  
(sumber: Mehta *et al.*, 2012)

Alkohol yang diperoleh, kemudian akan dilakukan fermentasi asam asetat. Alkohol akan diubah menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat dalam kondisi aerob. Etanol diubah menjadi asetaldehid dengan menggunakan enzim alkohol dehidrogenase. Kemudian enzim aldehyd dehidrogenase mengoksidasi asetaldehid menjadi asetil-koenzim A (CoA). Asetil-CoA diubah menjadi asetil-fosfat dengan menggunakan enzim fosfotransasetilase. Selanjutnya asetil-fosfat diubah menjadi asam asetat oleh enzim asetat kinase melalui proses defosforilasi. Bakteri juga melakukan aktivitas lain dengan membentuk asam glukonat dari oksidasi glukosa (Mehta *et al.*, 2012).





**Gambar 2.7** Pathway Fermentasi Asam Asetat

(sumber: Mehta *et al.*, 2012)

Selanjutnya, glukosa dikonversi menjadi asam glukonat oleh bakteri asam asetat melalui jalur pentosa fosfat. Sebagian besar fruktosa yang dihasilkan dimetabolisme menjadi asam asetat dan sebagian kecil asam glukonat. Fruktosa yang tersisa dalam media fermentasi akan diubah menjadi lebih sederhana oleh mikroorganisme sehingga dapat digunakan sebagai substrat fermentasi. Starter kombucha juga akan menghasilkan asam-asam organik dalam waktu yang bersamaan (Frank, 1995). *Acetobacter xylinum* akan mensintesis glukosa menjadi polisakarida atau selulosa berupa serat-serat putih yang terbentuk secara bertahap dari lapisan tipis pada awal fermentasi dan sering disebut dengan pelikel nata yang mengapung dipermukaan medium. Apabila nutrisi dalam medium habis dikonsumsi, maka starter akan berhenti untuk tumbuh namun tidak mati dan akan kembali aktif jika mendapat nutrisi kembali (Aditiwati dan Kusnadi, 2003).

#### 2.4.4 Kandungan Zat Gizi dan Manfaat Kombucha

Selama proses fermentasi bahan pangan mengalami perubahan sifat kimia sehingga menyebabkan perubahan kandungan gizi didalamnya. Minuman kombucha mengandung enzim, vitamin B(B<sub>1</sub>,B<sub>2</sub>,B<sub>6</sub>,B<sub>12</sub>), vitamin C, gula (sukrosa,glukosa,fruktosa), asam organik (seperti asam asetat, asam sitrat, asam malat, asam tartarat, asam malonat, asam oksalat, asam piruvat, asam suksinat, asam glukonat, dan asam glukonat), etanol, karbon dioksida, senyawa polifenol, mineral (Mg, Fe, Ni, Cu, Zn, Co, Cr, Cd), bakteri asam asetat dan asam laktat serta produk metabolisme bakteri lainnya. Kandungan kimia tersebut bergantung pada

mikroorganisme pada starter kombucha yang digunakan pada proses fermentasi, konsentrasi sukrosa, waktu serta waktu dan suhu fermentasi (Jayabalan, 2014).

Adapun kandungan gizi pada kombucha sebagai berikut :

**Tabel 2.5** Kandungan Zat Gizi pada Kombucha (tiap 120 ml)

Zat Gizi	Kandungan
Kalori	40 kal
Total lemak	0 g
Sodium	0 g
Total karbohidrat	8 g
Gula	8 g
Protein	0 g
Vitamin C	0,1152 mg
Asam folat	0,6420 mg
Riboflavin	1,1594 mg

Sumber : Novar (1996)

Kandungan gizi kombucha yang tinggi menjadikannya sebagai minuman dengan banyak manfaat apabila dikonsumsi. Vitamin B1 (Tiamin) bermanfaat dalam membantu proses metabolisme karbohidrat dalam pembentukan energi, meningkatkan kesehatan sistem saraf, kulit, hati, mata dan mulut. Vitamin B2 (Riboflavin) berfungsi meningkatkan kekebalan tubuh secara alami, mengatur aktivitas tiroid membantu pembentukan sel darah merah. Kandungan Vitamin B3 (Niasin dan Niacinamide) mampu menjaga kesehatan saluran pencernaan, mencegah penebalan plak dinding arteri, anti-ansietas, anti-inflamasi dan mencegah Alzheimer. Vitamin B6 (Piridoksin) berfungsi membangun sistem kekebalan tubuh, mencegah penyakit arthritis, menurunkan tekanan darah dan kolesterol. Vitamin B12 (Sianokobalamin) mampu membantu mengatur sistem saraf, mencegah penyusutan otak, mengurangi terjadinya depresi, mencegah penumpukan kolesterol jahat (LDL), menjaga kesehatan jantung. Vitamin C mampu meningkatkan daya tahan tubuh, memperbaiki sel tubuh dan jaringan kulit yang rusak akibat radikal bebas, membantu produksi kolagen (Childs and Jessica, 2013). Selain mengandung vitamin, kombucha juga mengandung asam-asam organik yang bermanfaat bagi tubuh dapat dilihat pada **Tabel 2.6**.



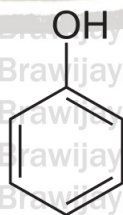
**Tabel 2.6** Kandungan Asam Organik pada Kombucha dan Manfaatnya

Zat gizi	Manfaat bagi kesehatan
Asam Asetat	Menurunkan kolesterol, mengontrol gula darah dan sebagai detoxifikasi
Asam Sitrat	Antioksidan yang kuat, menjaga kesehatan ginjal, sebagai alkalizing
Asam Folat	Membantu penyembuhan luka, memproduksi sel darah
Asam Oksalat	Pengawet alami
Asam Malat	Detoksifikasi tubuh
Asam Oktanoat	Menurunkan tekanan darah tinggi, senyawa antimikroba, menjaga kolesterol dalam tubuh
Asam Butirat	Menjaga kesehatan sel-sel usus, mencegah peradangan sel-sel usus besar, agen penghambat karsinogenesis kolon
Asam Glukoronat	Meningkatkan sistem pertahanan tubuh, sebagai anti kanker, mengikat racun dan logam berat

Sumber: Childs and Jessica (2013)

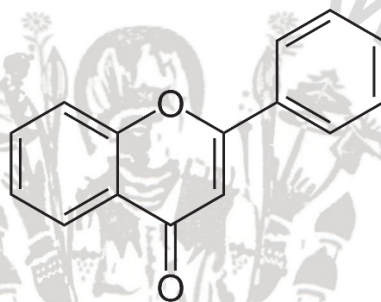
## 2.5 Fenol

Senyawa fenol atau polifenol merupakan zat yang memiliki cincin aromatik berupa benzene dengan satu atau lebih gugus hidroksil dan termasuk dalam golongan senyawa bioaktif (Abbas, 2016). Senyawa fenolik ini dapat ditemukan tanaman buah-buahan, sayur-sayuran maupun rempah. Senyawa fenolik sebagian besar bersifat larut dalam air. Secara alami, senyawa fenolik berikatan dengan gula dalam bentuk glikosida dan ditemukan di vakuola tanaman. Senyawa ini juga bermanfaat di bidang kesehatan yaitu antioksidan, antikanker, antimikroba (Magdalena, 2016). Senyawa fenol sederhana sering memiliki gugus alkohol, aldehid dan asam karboksilat, diantaranya eugenol (fenilpropan fenol), vanillin (aldehid fenol) dan berbagai asam fenolat seperti asam salisilat, asam ferulat dan asam kafeat (Ciptaningsih, 2012).



**Gambar 2.8** Struktur Kimia Fenol  
(sumber: Achmadi dan Safitri, 2001)

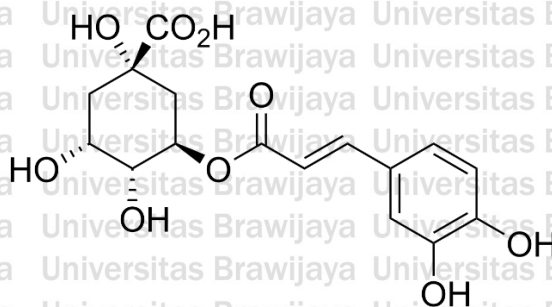
Tomat merupakan salah satu buah yang mengandung senyawa polifenol berupa flavonoid. Flavonoid merupakan salah satu golongan senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan dalam jaringan tanaman. Flavonoid memiliki struktur C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>. Struktur flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid kedalam sub-sub kelompoknya (Redha, 2010). Sebagian besar flavonoid merupakan senyawa yang berwarna kuning yang tersebar pada warna bunga dan buah-buahan (Sarker, 2007). Senyawa flavonoid bermanfaat dalam makanan karena berupa senyawa fenolik yang bersifat antioksidan kuat sehingga dapat bermanfaat untuk mengobati penyakit-penyakit seperti, kanker dan penyakit jantung (Heinrich, 2010).



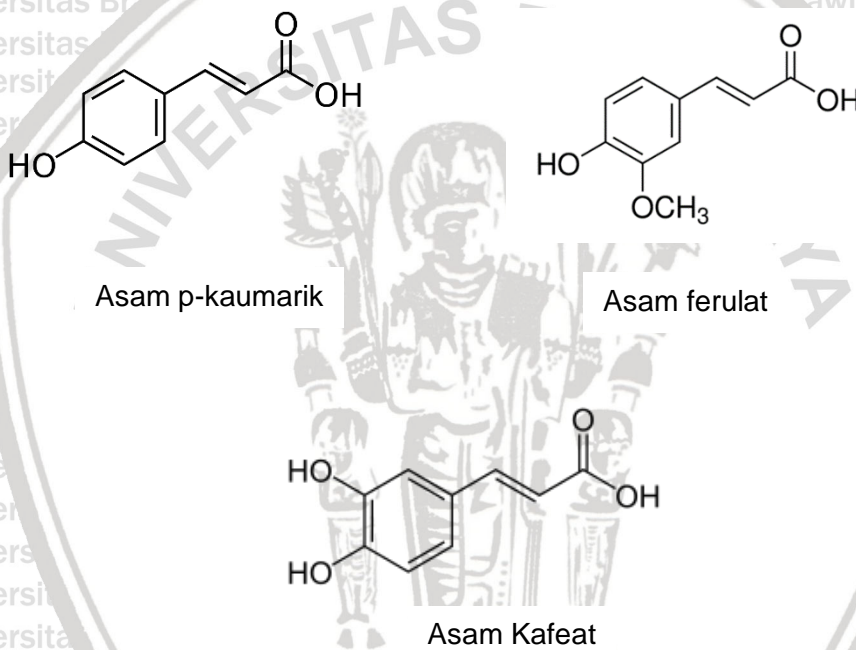
**Gambar 2.9** Struktur Kimia Flavonoid  
(sumber: Silalahi, 2006)

Senyawa fenol lain yang terdapat dalam tomat yaitu asam hidroksi sinamat seperti asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan asam p-kaumarik (Sánchez-Rodríguez *et al*, 2012). Asam klorogenat merupakan golongan dari ester yang terbentuk gabungan dari asam kuintat dan beberapa asam trans-sinamat, yang umumnya asam caffeic, asam p-kaumarik dan asam ferulat. Asam klorogenat memiliki sifat yang larut dalam air (Farhaty dan Muchtaridi, 2016). Asam klorogenat ini senyawa fenolik yang penting secara biologis pada banyak spesies tanaman (Gil and Wianowska, 2017). Manfaat asam klorogenat bagi tubuh apabila dikonsumsi yaitu dapat mengurangi resiko penyakit kardivaskular, diabetes, Alzheimer, bersifat anti bakteri dan anti inflamasi (Farah *et al.*, 2008).





**Gambar 2.10** Struktur Kimia Asam Klorogenat  
(sumber: Farhaty dan Muchtaridi, 2016)



**Gambar 2.11** Struktur Kimia Pembentuk Asam Klorogenat  
(sumber: Farhaty dan Muchtaridi, 2016)

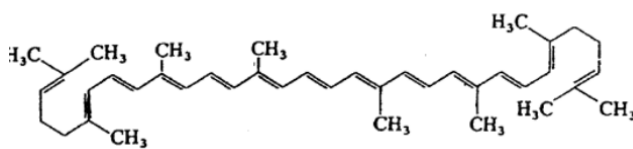
## 2.6. Karotenoid

Karotenoid merupakan pigmen alami yang berwarna kuning, oranye dan merah yang terdapat pada tumbuhan, ganggang, jamur (Vinolina, 2009).

Karotenoid termasuk dalam golongan tetraterpenoid yaitu senyawa rantai panjang berjumlah 40 atom karbon, dibentuk dari empat unit terpena dengan masing-masing terdiri dari 10 atom karbon. Secara structural, karotenoid berbentuk rantai

hidrokarbon poliena yang terkadang pada bagian ujungnya terdapat gugus cicin dan memiliki atom oksigen (Sa'adillah, 2015). Karotenoid memiliki sifat lipofilik atau tidak larut dalam air, mudah diisomerisasi dan dioksidasi, menyerap cahaya, meredamkan oksigen, memblokir radikal bebas dan dapat berikatan dengan permukaan hidrofobik (Vinolina, 2009). Senyawa karotenoid dibagi menjadi 3 golongan antara lain, (1) karoten merupakan karotenoid hidrokarbon seperti likopen dan  $\beta$ -karoten, (2) xantofil adalah derivat dari karoten yang mengandung oksigen, (3) asam karotenoid merupakan derivat karoten yang mengandung gugus karboksilat (Novita dkk, 2015). Secara umum, karotenoid berfungsi sebagai antioksidan yang dapat melindungi tubuh dari radikal bebas, dapat diaplikasikan menjadi produk nutrasetikal dan memiliki potensi aktivitas antikanker (Maleta, ddk).

Buah tomat mengandung pigmen karotenoid terutama likopen dan  $\beta$ -karoten, yang merupakan komponen utama penentu warna pada buah tomat yang sudah masak (Zebua dkk, 2019). Likopen adalah pigmen karotenoid yang disintesis oleh tanaman dan mikroorganisme yang memberikan warna merah kekuningan pada buah dan sayuran. Likopen memiliki rumus molekul  $C_{40}H_{56}$  dengan berat molekul 536,85 dan merupakan hidrokarbon polien dengan rantai asiklik terbeuka tidak jenuh yang memiliki 13 ikatan rangkap, 11 diantaranya mempunyai ikatan terkonjugasi yang tersusun linier dan tidak memiliki aktivitas provitamin A (Desmiaty dkk, 2008). Kandungan likopen tertinggi pada tomat terdapat pada kulit buah sebesar 280-540 mg/100g lebih banyak lima kali lipat dibandingkan daging buahnya (Nurainy, 2018). Likopen berfungsi untuk menurunkan tekanan darah, mengurangi stress oksidatif, menurunkan kolesterol, menghambat proliferasi sel dan mampu meningkatkan apoptosis pada sel kanker (Maleta dkk, 2018).

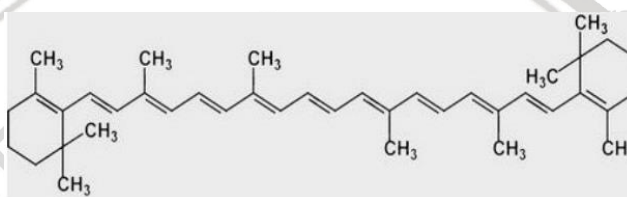


**Gambar 2.12** Struktur Likopen

(sumber: Desmiaty dkk, 2008)



$\beta$ -karoten merupakan salah satu dari 600 komponen karotenoid yang banyak ditemukan di tanaman.  $\beta$ -karoten juga merupakan karotenoid dengan aktivitas vitamin A yang paling tinggi.  $\beta$ -karoten memiliki 2 struktur cincin yang sama pada kedua sisi rantai karbon alifatiknya berupa cincin  $\beta$  ionon, karena memiliki provitamin A yang maksimal (Kurniasih, 2010).  $\beta$ -karoten sangat tidak stabil dalam udara karena mudah teroksidasi dan juga tidak stabil terhadap cahaya dan panas karena dapat mengalami isomerisasi menjadi bentuk cis  $\beta$ -karoten yang lebih tidak stabil (Hapsari, 2016).  $\beta$ -karoten memiliki fungsi sebagai antioksidan, menurunkan keanikan gula darah, mengurangi stress oksidatif, menghambat proliferasi sel, menurunkan resiko kanker (Maleta dkk, 2018).



**Gambar 2.13** Struktur  $\beta$ -karoten  
(sumber: Octaviani dkk, 2014)



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Laboratorium Biokimia dan Analisa Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai bulan Januari 2019 hingga Mei 2019.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan kombucha antara lain, timbangan digital, gelas takar plastik, *blender*, saringan plastik, kain saring, *thermometer*, panci *stainless*, sendok, gelas ukur 100ml, toples kaca, karet gelang, sarung tangan dan kain penutup.

Alat yang digunakan untuk analisa antara lain, *Laminar Air Flow* (LAF) Laboratorium Mikrobiologi Pangan, autoklaf (GEA/LS-100L), kompor listrik (Maspion 5-300), vortex (LW Scientific, Inc), *Colony counter* (WTW BZG 30), spektrofotometer (SHIMADZU), kuvet, lemari asam, inkubator, mikropipet 1000  $\mu$ l (Gilson), buret dan statif.

#### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan kombucha antara lain, Tomat Plum dari Pasar Blimbing, Kota Malang, Tomat Cherry dari Lai-Lai, Kota Malang, daun teh merk bandulan, gula merk Gulaku, air merk Aqua, starter kombucha yang diperoleh dari INDOKOMBUCHA Bandung,

Bahan yang digunakan untuk analisa antara lain, kapas, *aluminium foil*, plastik *polyethylenen* (PE), aquades, alkohol 70%, pepton, media *Plate Count Agar* (PCA), larutan NaOH 0,1 N, indikator PP, reagen Folin Ciocalteu, serbuk Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), Buffer pH 4, Buffer pH 7, glukosa anhidrat, serbuk Anthrone,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

### 3.3 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan yaitu metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang disusun dengan 2 faktor yaitu varietas tomat dan konsentrasi



gula. Faktor varietas tomat terdiri dari 2 variasi yaitu tomat sayur dan tomat cherry. Sedangkan untuk faktor konsentrasi gula yang ditambahkan ada 3 variasi yaitu 5%, 10% dan 15%. Sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan diperoleh 18 satuan percobaan.

**Faktor I : Varietas tomat**

- T1 : Tomat sayur (*Lycopersicum var. commune Bailey*)
- T2 : Tomat Ceri (*Lycopersicum var. cerasiforme*)

**Faktor II : Konsentrasi gula**

- G1 : Konsentrasi gula 5% (b/v)
- G2 : Konsentrasi gula 10% (b/v)
- G3 : Konsentrasi gula 15% (b/v)

**Tabel 3.1** Kombinasi Perlakuan 2 Faktor

Perlakuan	G1	G2	G3
T1	T1G1	T1G2	T1G3
T2	T2G1	T2G2	T2G3

Dari kedua faktor tersebut diperoleh 6 kombinasi perlakuan sebagai berikut :

- T1G1** : Tomat sayur (*Lycopersicum var. commune Bailey*), konsentrasi gula 5% (b/v)
- T1G2** : Tomat sayur (*Lycopersicum var. commune Bailey*), konsentrasi gula 10% (b/v)
- T1G3** : Tomat sayur (*Lycopersicum var. commune Bailey*), konsentrasi gula 15% (b/v)
- T2G1** : tomat ceri (*Lycopersicum var. cerasiforme*), konsentrasi gula 5% (b/v)
- T2G2** : tomat ceri (*Lycopersicum var. cerasiforme*), konsentrasi gula 10% (b/v)
- T2G3** : tomat ceri (*Lycopersicum var. cerasiforme*), konsentrasi gula 15% (b/v)

**3.4 Tahapan Penelitian**

Metode pembuatan sari tomat sebelum dilakukan pembuatan kombucha yaitu dengan cara menghancurkan menggunakan *blender* dengan proporsi bahan : air = 1:2

a. Tahapan pembuatan sari tomat (Modifikasi Winarto, 2004):

- 1) Kedua varietas tomat dicuci dengan air bersih



- 2) Tomat ditimbang masing-masing sebanyak 150 gram
- 3) Tomat dipotong-potong untuk mempermudah proses penghancuran
- 4) Tomat dihancurkan dengan blender dengan proporsi : air adalah 1:2
- 5) Kemudian tomat yang telah dihancurkan disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan sari tomat dari ampasnya
- 6) Sari tomat didapatkan

b. Tahapan pembuatan kombucha dari sari tomat (Modifikasi Naland, 2004):

- 1) Sari tomat yang telah didapatkan dipasteurisasi dengan suhu 85°C selama 12 menit
- 2) Sari tomat ditambahkan gula 5%, 10%, 15% (b/v) dan diaduk selama 2 menit
- 3) Sari tomat didinginkan hingga suhu  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Pendinginan bertujuan untuk memberikan kondisi yang sesuai bagi starter kombucha agar dapat tumbuh dan melakukan fermentasi.
- 4) Sari tomat dimasukkan kedalam toples kaca dan ditambahkan starter kombucha 10% (v/v) pada sari tomat yang telah dingin
- 5) Toples kaca yang berisi sari tomat dan starter ditutup dengan kain saring dan diikat dengan karet untuk mencegah terjadinya kotoran, debu dan partikel yang tidak diinginkan masuk
- 6) Toples kaca ditempatkan pada suhu ruang dan selama 8 hari. Selama proses fermentasi toples kaca tidak dipindahkan dan digoyang
- 7) Kombucha tomat diambil sampel untuk digunakan analisa pada hari ke-0 dan hari ke-8

### 3.5 Pengamatan dan Analisa

#### 3.5.1 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada kombucha tomat meliputi analisa :

1. Analisa total mikroba (TPC) (Fardiaz, 1987)
2. Analisa total fenol (George *et al.*, 2005)
3. Analisa total gula (Apriyanto, 1989)
4. Analisa total asam ( Modifikasi Apriyanto, 1989)
5. Analisa pH (AOAC, 1995)

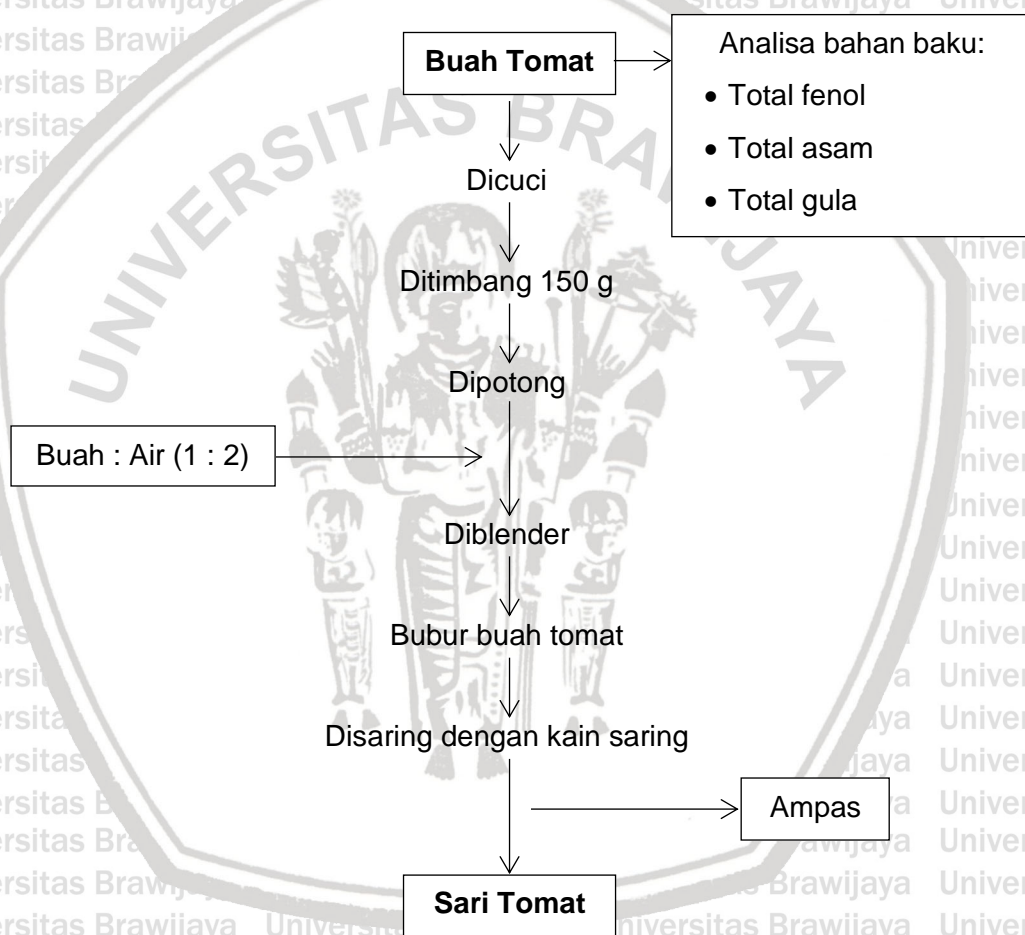


### 3.5.2 Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisa secara statistika menggunakan analisa keragaman ANOVA (*Analysis of Variance*) metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Kecil) dan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan selang kepercayaan 5%.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

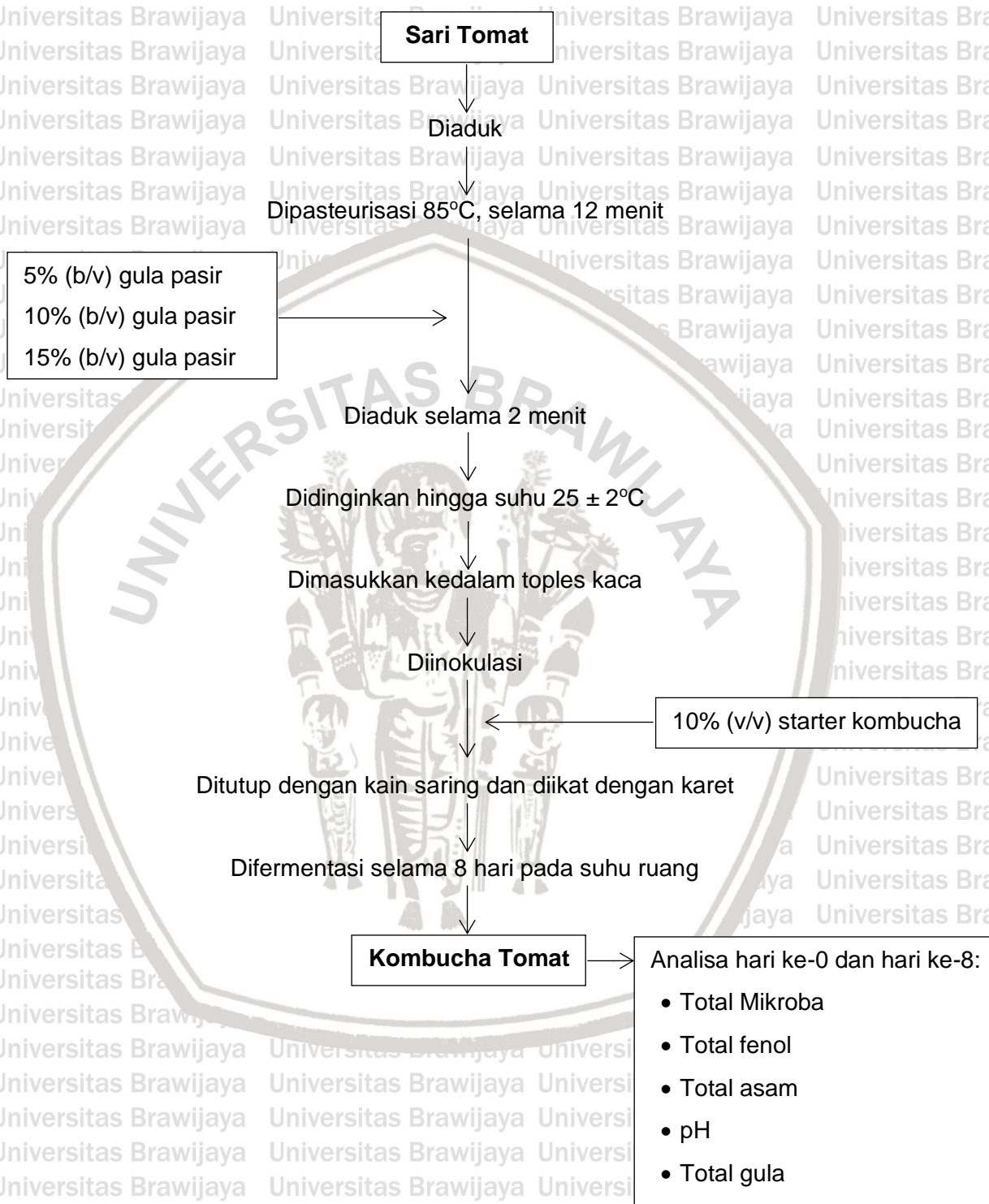
#### 3.6.1 Pembuatan Sari Buah Tomat



**Gambar 3.1** Diagram Alir Pembuatan Sari Tomat

(Modifikasi Winarto, 2004)

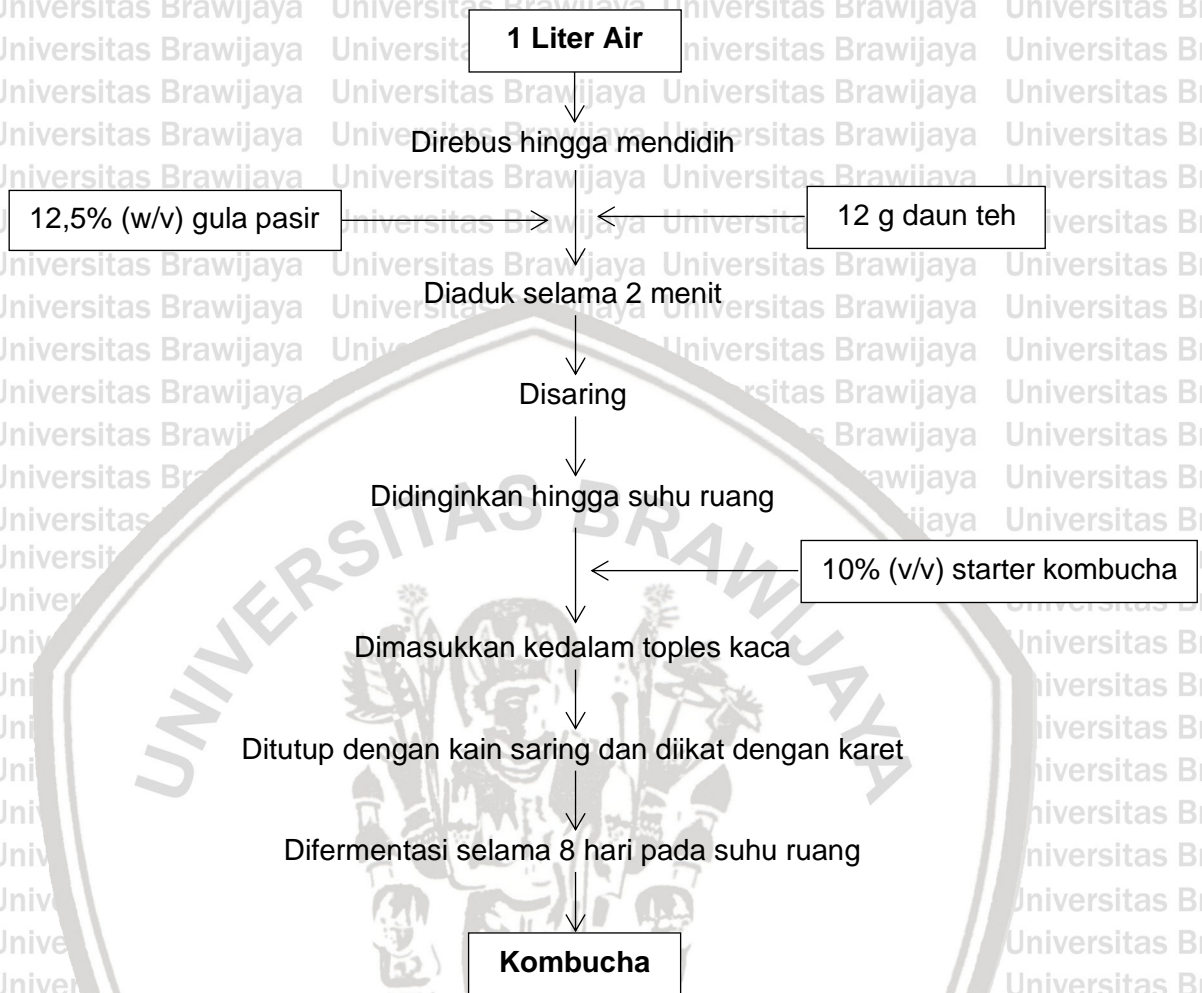
### 3.6.2 Pembuatan Kombucha Tomat



Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Kombucha Tomat  
(Modifikasi Naland, 2004)



### 3.6.3 Pembuatan Kombucha Teh



**Gambar 3.3** Diagram Alir Pembuatan Kombucha Teh  
(Modifikasi Naland, 2004)



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada pembuatan kombucha yaitu tomat ceri yang didapat dari Swalayan Lai-Lai, Kota Malang dan tomat sayur yang didapat dari Pasar Blimbing, Kota Malang. Setiap varietas tomat memiliki kandungan kimia yang berbeda-beda. Perbedaan kandungan tersebut dapat mempengaruhi karakteristik kombucha yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa bahan baku pada penelitian ini. Analisa bahan baku meliputi total asam, total fenol dan total gula. Hasil analisa kandungan kimia tomat ceri dibandingkan tomat sayur dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Kandungan Tomat Ceri dan Tomat Sayur

Kandungan	Tomat Ceri	Tomat Sayur
Total Asam (%)	0,058	0,061
Total Gula (%)	3,18	3,84
Total Fenol ( $\mu\text{g GAE/ml}$ )	321,1	292,2

Berdasarkan **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa total asam tomat ceri lebih rendah dibandingkan dengan tomat sayur, dimana masing-masing total asam tomat ceri dan tomat sayur adalah 0,058% dan 0,061%. Asam organik yang dominan terkandung dalam tomat antara lain asam sitrat, asam malat dan asam tartarat (Xie *et al.*, 2008). Asam-asam lain yang telah terdeteksi pada tomat yaitu asam asetat, asam format, trans-akonitat, asam fumarat, asam galakturonat dan  $\alpha$ -okso (Salunkhe *et al.*, 1998).

Pada tomat sayur kandungan total gula lebih tinggi dibandingkan dengan tomat ceri, dimana masing-masing total gula tomat ceri dan tomat sayur adalah 3,18% dan 3,84%. Tomat mengandung berbagai komponen salah satunya gula. Jenis gula yang terkandung pada tomat umumnya dalam bentuk glukosa dan fruktosa. Gula ini memberikan rasa manis pada tomat (Majidi *et al.*, 2011).

Hasil analisa menunjukkan bahwa total fenol tomat ceri lebih tinggi dibandingkan total fenol tomat sayur. Total fenol pada tomat ceri sebesar 321,1  $\mu\text{g GAE/ml}$ , sedangkan pada tomat sayur sebesar 292,2  $\mu\text{g GAE/ml}$ . Menurut Preedy and Watson (2008), senyawa fenol yang terkandung dalam tomat yaitu Flavonoid berupa kuersetin, naringenin, dan kaempferol. Tomat juga mengandung senyawa



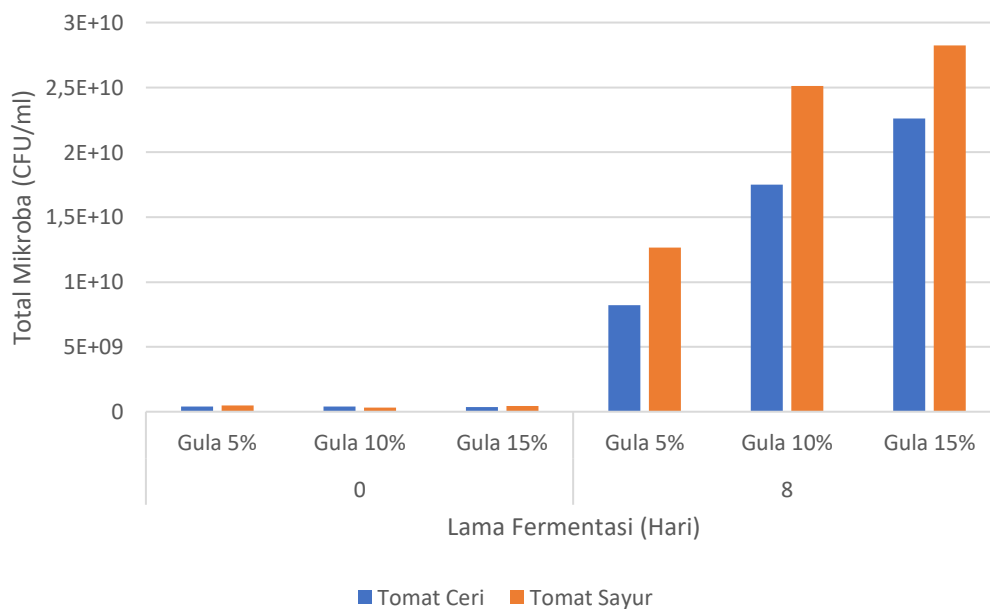
fenol lainnya yaitu asam hidroksi sinamat seperti asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan asam p-kaumarik (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2012).

Faktor yang mempengaruhi kandungan gizi pada setiap buah antara lain perbedaan varietas, tingkat kematangan waktu panen, cara pemanenan, kondisi penyimpanan, kondisi selama pemeraman, keadaan iklim tempat tumbuh dan pemeliharaan tanaman (Rahayu dan Putik, 2012).

## 4.2 Hasil Analisa Karakteristik Kombucha Tomat Ceri dan Sayur

### 4.2.1 Total Mikroba

Pengamatan total mikroba dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-8. Rerata total mikroba dari kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi selama fermentasi berkisar antara  $3,33 \times 10^8$  CFU/ml hingga  $4,63 \times 10^8$  CFU/ml pada hari ke-0, sedangkan pada hari ke-8 berkisar antara  $8,19 \times 10^9$  CFU/ml hingga  $2,83 \times 10^{10}$  CFU/ml. Perubahan total mikroba pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama proses fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1** Grafik Perubahan total mikroba pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama proses fermentasi

**Gambar 4.1** menunjukkan bahwa selama fermentasi, terjadi peningkatan total mikroba pada kombucha tomat ceri maupun tomat sayur. Kombucha tomat

ceri dan tomat sayur juga mengalami peningkatan total mikroba seiring dengan meningkatnya konsentrasi gula. Total mikroba terendah di hari ke-8 terjadi pada kombucha tomat ceri dengan konsentrasi gula sebesar 5%, sedangkan total mikroba tertinggi di hari ke-8 terjadi pada kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 15%. Rerata total mikroba kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama proses fermentasi.

**Tabel 4.2** Rerata Total Mikroba Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Proses Fermentasi

Varietas Tomat	Konsentrasi gula (%)	Total Mikroba (CFU/ml)		
		Hari ke-0	Hari ke-8	Peningkatan
Tomat Ceri	5	$3,86 \times 10^8$	$8,20 \times 10^9$	$7,81 \times 10^9$
	10	$4,10 \times 10^8$	$1,74 \times 10^{10}$	$1,71 \times 10^{10}$
	15	$3,50 \times 10^8$	$2,26 \times 10^{10}$	$2,23 \times 10^{10}$
Tomat sayur	5	$4,63 \times 10^8$	$1,27 \times 10^{10}$	$1,22 \times 10^{10}$
	10	$3,33 \times 10^8$	$2,51 \times 10^{10}$	$2,48 \times 10^{10}$
	15	$4,47 \times 10^8$	$2,83 \times 10^{10}$	$2,78 \times 10^{10}$

Keterangan : 1) Setiap data hasil analisis adalah rerata 3 ulangan ± standar deviasi

**Tabel 4.2** menunjukkan bahwa selama fermentasi total mikroba berupa bakteri dan khamir pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur mengalami peningkatan. Peningkatan total mikroba diduga karena kandungan gula yang terdapat dalam medium dimanfaatkan oleh kultur kombucha berupa khamir dan bakteri sebagai sumber nutrisi yang akan menghasilkan asam-asam organik dan energi. Mikroba yang teridentifikasi dalam kultur kombucha yaitu bakteri asam asetat berupa *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter peroxydans*, *Gluconobacter oxydans*, *Gluconobacter europaeus* dan khamir berupa *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyce ludwigii*, *Saccharomyce pombe*, *Brettanomyce lambicus*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulopsis* spp (Sinir *et al.*, 2019). Menurut Zubaidah *et al.* (2018) menyatakan bahwa selama proses fermentasi, khamir menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa akan dimetabolisme oleh khamir menjadi etanol dan CO<sub>2</sub>. Etanol kemudian dioksidasi menjadi asetaldehid oleh *Acetobacter* sp. yang kemudian diubah menjadi asam asetat. Selain asam asetat yang dihasilkan, *Acetobacter* sp. juga mengkonversi glukosa menjadi asam glukonat melalui jalur pentosa fosfat. Fruktosa hasil hidrolisis khamir, sebagian besar dimetabolisme menjadi asam asetat dan sebagian kecil asam glukonat. Selama proses fermentasi akan dihasilkan energi yang dimanfaatkan untuk mensintesis komponen sel baru,





sehingga terjadi peningkatan mikroba. Menurut Hyang (2017), gula (sukrosa) yang ditambahkan pada kombucha dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber nutrisi untuk proses metabolisme dan pertumbuhan. Jenis gula yang ditambahkan pada proses pembuatan kombucha umumnya dalam bentuk gula pasir (sukrosa).

Komponen lain seperti karbohidrat dan protein yang terkandung dalam tomat juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan mikroba (Anisah dan Rahayu, 2015).

Pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur terjadi peningkatan total mikroba pada hari ke-8. Peningkatan total mikroba pada kombucha tomat sayur lebih tinggi dibandingkan pada kombucha tomat ceri. Hal ini diduga karena komponen yang terkandung dalam tomat sayur digunakan kultur kombucha sebagai sumber nutrisi dan energi. Selama proses fermentasi kultur kombucha memerlukan gula yang digunakan sebagai sumber karbon. Kandungan gula yang terdapat pada tomat sayur lebih tinggi dibandingkan dengan tomat ceri dapat dilihat pada **Tabel 4.1**. Kandungan karbohidrat yang terdapat pada tomat sayur sekitar 3,89%, sedangkan kandungan protein sebesar 0,88% (USDA, 2018). Kandungan vitamin pada tomat sayur lebih tinggi dari tomat ceri yaitu vitamin A sebesar 833 IU, vitamin C sebesar 13,7 mg, vitamin B1 sebesar 0,037 mg, vitamin B2 sebesar 0,019 mg (USDA, 2018). Selain karbohidrat, protein dan vitamin, kandungan mineral pada tomat sayur juga lebih tinggi yaitu besi sebesar 0,27 mg dan Magnesium sebesar 11 mg (USDA, 2018). Menurut Wardani dan Agustini (2017), protein berfungsi sebagai sumber nitrogen, mineral dan beberapa vitamin berfungsi sebagai kofaktor maupun gugus prostetik yang dapat mendukung proses metabolisme untuk pertumbuhan, lemak sebagai sumber energi dan penyusun membran sel serta karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi dan karbon.

Faktor lain yang mempengaruhi perbedaan peningkatan total mikroba pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur yaitu kandungan fenol. Total fenol tomat ceri dan tomat sayur dapat dilihat pada **Tabel 4.1** bahwa kandungan senyawa fenol pada tomat ceri lebih tinggi dibandingkan dengan tomat sayur, hal tersebut dapat mempengaruhi peningkatan total mikroba. Menurut Purba, dkk (2018), senyawa fenol pada bahan memiliki sifat antimikroba. Semakin tinggi senyawa fenol pada bahan dapat memungkinkan memiliki aktivitas antimikroba menjadi semakin tinggi.

Kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% terjadi peningkatan total mikroba pada hari ke-8 proses fermentasi. Peningkatan mikroba tertinggi terjadi pada kombucha tomat sayur dengan

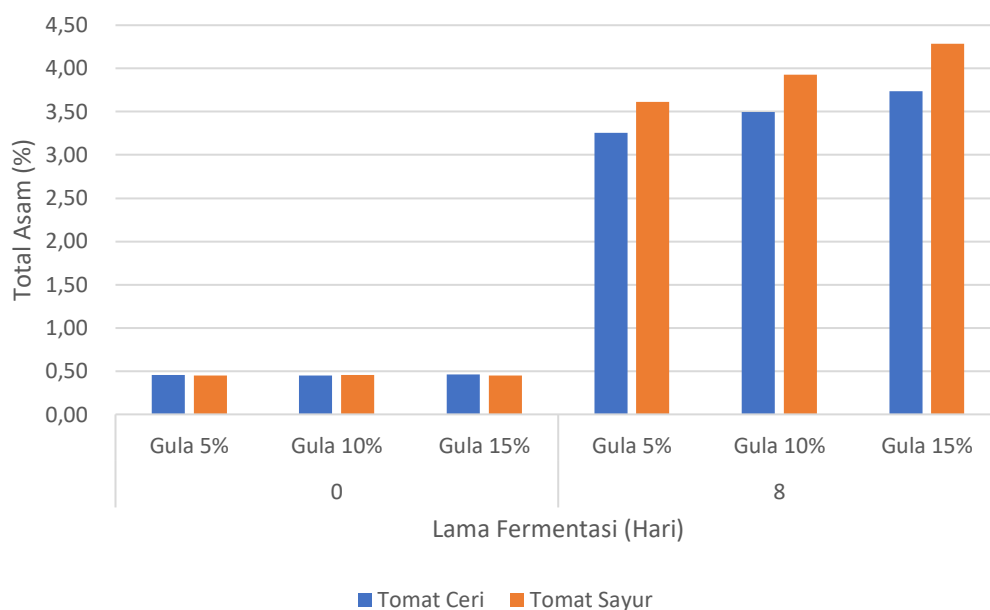


konsentrasi gula 15%, diduga karena pada konsentrasi tersebut dapat memenuhi kebutuhan bakteri dan khamir selama proses fermentasi. Bakteri dan khamir memanfaatkan nutrisi yang terdapat pada substrat sari tomat dan gula untuk proses pertumbuhan dan metabolismenya. Hal tersebut sesuai dengan (Junior *et al.*, 2009) yang menyatakan bahwa khamir yang terdapat pada SCOBY kombucha menghidrolisis sukrosa pada kombucha menjadi glukosa dan fruktosa serta menghasilkan etanol dan CO<sub>2</sub>, yang akan dioksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi asetaldehid. Kemudian bakteri asam asetat memanfaatkan glukosa untuk menghasilkan asam glukonat, sedangkan etanol dimanfaatkan untuk menghasilkan asam asetat. Selain menghasilkan asam-asam organik, selama fermentasi juga menghasilkan energi yang dimanfaatkan mikroba untuk berkembang biak dan pertumbuhan sel, sehingga total mikroba dalam kombucha mengalami peningkatan. Hasil analisa menunjukkan semakin tinggi konsentrasi gula yang ditambahkan pada medium fermentasi, maka semakin banyak total mikroba yang dihasilkan. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Maryana (2014) bahwa semakin tinggi peningkatan jumlah mikroba, maka semakin banyak sukrosa yang digunakan untuk metabolisme sel.

#### 4.2.2 Total Asam

Pada penelitian ini, analisa total asam dilakukan sebelum dan sesudah fermentasi yaitu pada hari ke-0 dan hari ke-8. Rerata total asam kombucha tomat ceri dan tomat sayur pada hari ke-0 didapatkan hasil berkisar antara 0,45% hingga 0,46%. Sedangkan pada hari ke-8, total asam berkisar antara 3,25% hingga 4,29%. Perubahan nilai total asam kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.





**Gambar 4.2** Grafik Perubahan Nilai Total Asam Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.2** menunjukkan bahwa selama fermentasi, terjadi peningkatan total asam pada kombucha tomat ceri maupun tomat sayur. Kombucha tomat ceri dan tomat sayur juga mengalami peningkatan total asam seiring dengan meningkatnya konsentrasi gula. Pada hari ke-8 total asam tertinggi terdapat pada kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 15%, sedangkan total asam terendah terdapat pada kombucha tomat ceri dengan konsentrasi gula 5%. Secara keseluruhan kombucha tomat sayur lebih tinggi dibandingkan kombucha tomat ceri. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan varietas tomat dan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ), sedangkan interaksi antar perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan total asam kombucha tomat ceri dan tomat sayur selama fermentasi. Rerata peningkatan total asam kombucha tomat ceri dan tomat sayur akibat varietas tomat dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

**Tabel 4.3** Rerata Total Asam Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Varietas Tomat

Varietas Tomat	Total Asam (%)			BNT 5%
	Hari ke-0	Hari ke-8	Peningkatan	
Ceri	0,45 ± 0,005	3,49 ± 0,24	3,04 ± 0,24 (b)	0,29
Sayur	0,45 ± 0,003	3,94 ± 0,34	3,49 ± 0,34 (a)	

Keterangan : 1) Setiap data hasil analisis adalah rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka rerata yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.3** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kombucha tomat ceri dan tomat sayur secara keseluruhan pada hari ke-8. Hal tersebut diduga karena proses fermentasi, dimana bakteri dan khamir pada kultur kombucha menghasilkan asam-asam organik. Menurut Dutta and Paul (2019), selama fermentasi sukrosa dalam kombucha dihidrolisis oleh khamir menggunakan enzim invertase menjadi glukosa dan fruktosa serta menghasilkan etanol. Kemudian bakteri asam asetat memanfaatkan glukosa dan etanol untuk menghasilkan asam glukonat, asam asetat dan asam-asam organik lainnya sehingga konsentrasi asam menjadi meningkat. Asam organik yang terkandung dalam kombucha antara lain asam glukonat, asam glukoronat, asam laktat, asam malat, asam sitrat, asam tartarat, asam folat, asam malonat, asam oksalat, asam suksinat, asam piruvat dan asam asetat (Neffe-Skocińska *et al.*, 2017; Hrnjez *et al.*, 2014).

Peningkatan kombucha tomat sayur lebih tinggi dibandingkan peningkatan total asam kombucha tomat ceri. Hal ini diduga karena jumlah mikroba pada kombucha tomat sayur lebih tinggi sehingga dapat dimungkinkan jumlah asam-asam organik yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan kombucha tomat ceri. Kandungan gula pada tomat sayur juga lebih tinggi dibandingkan dengan tomat ceri dapat dilihat pada **Tabel 4.1**, sehingga jumlah mikroba yang dihasilkan lebih tinggi yang dapat menghasilkan asam-asam organik lebih tinggi pula. Hal ini didukung pernyataan Malbasa *et al.* (2008) menyatakan bahwa semakin tinggi asam organik yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula nilai total asam karena semakin lama waktu yang digunakan selama proses fermentasi, maka semakin banyak asam asetat yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter* sebagai hasil metabolismenya. Asam organik yang dominan terkandung dalam tomat antara lain asam sitrat, asam malat dan asam tartarat (Xie *et al.*, 2008). Asam-asam lain yang telah terdeteksi pada tomat yaitu asam asetat, asam format, trans-akonitat, asam



fumarat, asam galakturonat dan  $\alpha$ -okso (Salunkhe *et al.*, 1998). Rerata total asam kombucha tomat ceri dan tomat sayur akibat perbedaan konsentrasi gula dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

**Tabel 4.4** Rerata Total Asam Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Konsentrasi Gula

Konsentrasi Gula (%)	Total Asam (%)			BNT 5%
	Hari ke-0	Hari ke-8	Peningkatan	
5	0,45 ± 0,0003	3,43 ± 0,25	2,98 ± 0,26 (c)	0,29
10	0,45 ± 0,0039	3,71 ± 0,31	3,26 ± 0,30(b)	
15	0,46 ± 0,0057	4,01 ± 0,39	3,55 ± 0,39 (a)	

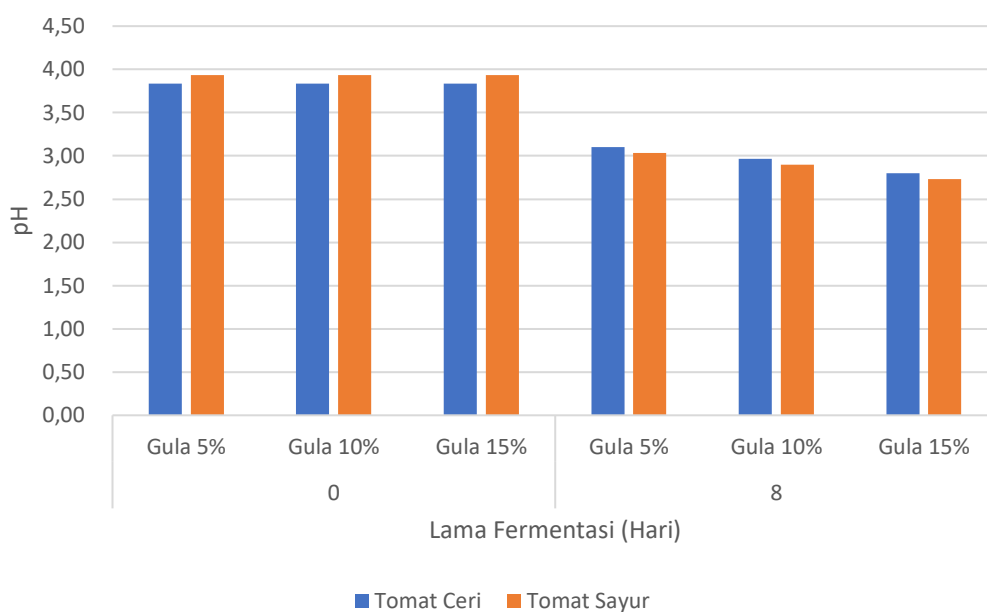
Keterangan : 1) Setiap data hasil analisis adalah rerata 3 ulangan ± standar deviasi  
 2) Angka rerata yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.4** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan asam secara menyeluruh pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan konsentrasi gula 5%, 10% dan 15%. Peningkatan total asam paling tinggi terdapat pada konsentrasi gula 15%. Hal ini diduga karena konsentrasi gula tersebut digunakan oleh kultur kombucha sebagai sumber nutrisi selama proses fermentasi yang menghasilkan berbagai asam-asam organik sebagai produk akhir fermentasi. Pada konsentrasi gula 15% dapat diketahui pada **Tabel 4.2** memiliki jumlah mikroba yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang lainnya sehingga aktivitas bakteri dan khamir mengubah glukosa menjadi asam-asam organik lebih tinggi. Menurut (Busairi, 2008), selama proses fermentasi, produksi asam-asam organik yang dipengaruhi oleh kemampuan mikroba dalam memfermentasi karbohidrat dan pertumbuhan mikroba. Kemampuan bakteri dan khamir pada saat memproduksi asam-asam organik juga dipengaruhi jumlah substrat yang terkandung dalam media fermentasi (Nguyen *et al.*, 2015).

### 4.2.3 pH

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata pH dari kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula pada hari ke-0 didapatkan hasil berkisar antara 3,83 hingga 3,93. Sedangkan pada hari ke-8, pH berkisar antara 2,73 hingga 3,10. Perubahan nilai pH kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.





**Gambar 4.3** Grafik Perubahan Nilai pH Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.3** menunjukkan bahwa selama fermentasi, terjadi penurunan pH pada kombucha tomat ceri maupun tomat sayur. Kombucha tomat ceri dan tomat sayur juga mengalami penurunan pH seiring dengan meningkatnya konsentrasi gula. Pada hari ke-8 pH terendah terdapat pada kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 15%, sedangkan pH tertinggi terdapat pada kombucha tomat ceri dengan konsentrasi gula 5%. Secara keseluruhan pH kombucha tomat sayur lebih rendah dibandingkan kombucha tomat ceri. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan varietas tomat dan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ), sedangkan interaksi antar perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan total asam kombucha tomat ceri dan tomat sayur selama fermentasi. Rerata penurunan pH kombucha tomat ceri dan tomat sayur akibat varietas tomat dapat dilihat pada

**Tabel 4.5.**



**Tabel 4.5** Rerata pH Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Varietas Tomat

Varietas Tomat	Ph			BNT 5%
	Hari ke-0	Hari ke-8	Penurunan	
Ceri	3,83 ± 0,00	3,00 ± 0,17	0,83 ± 0,17 (b)	0,17
Sayur	3,93 ± 0,00	2,89 ± 0,15	1,04 ± 0,15 (a)	

Keterangan : 1) Setiap data hasil analisis adalah rerata 3 ulangan ± standar deviasi  
 2) Angka rerata yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.5** menunjukkan bahwa terjadi penurunan pH kombucha tomat ceri dan tomat sayur secara keseluruhan pada hari ke-8. Penurunan pH ini diduga karena adanya proses fermentasi dimana kultur kombucha membentuk asam-asam organik. Produksi asam tersebut dapat mengakibatkan penurunan pH dalam kombucha. Pernyataan tersebut didukung oleh Goh *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa glukosa dikonversi menjadi asam glukonat dan asam-asam organik lainnya oleh bakteri asam asetat sehingga terjadi penurunan pH. Penurunan pH terjadi akibat produksi asam-asam organik selama proses fermentasi sehingga menyebabkan pelepasan ion H<sup>+</sup> (Ayuratri dan Kusnadi, 2017).

Penurunan pH tertinggi terjadi pada kombucha tomat sayur. Hal tersebut diduga karena jumlah mikroba pada kombucha tomat sayur lebih tinggi sehingga dapat dimungkinkan jumlah asam-asam organik yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan kombucha tomat ceri. Proses fermentasi kombucha menghasilkan metabolit utama berupa asam laktat, asam asetat dan asam glukonat (Kallel *et al.*, 2012). Selain jumlah mikroba yang menghasilkan asam-asam organik selama fermentasi, kandungan asam yang terdapat pada buah tomat juga dapat mempengaruhi penurunan pH kombucha dari tomat sehingga kadungan asam organik pada bahan baku dan kombucha dapat terakumulasi. Rerata total asam kombucha tomat ceri dan tomat sayur akibat perbedaan konsentrasi gula dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.



**Tabel 4.6** Rerata pH Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Konsentrasi Gula

Konsentrasi Gula (%)	pH			BNT 5%
	Hari ke-0	Hari ke-8	Penurunan	
5	3,88 ± 0,07	3,07 ± 0,09	0,78 ± 0,16 (c)	0,17
10	3,88 ± 0,07	2,93 ± 0,07	0,93 ± 0,14 (b)	
15	3,88 ± 0,07	2,77 ± 0,07	1,10 ± 0,14 (a)	

Keterangan : 1) Setiap data hasil analisis adalah rerata 3 ulangan ± standar deviasi

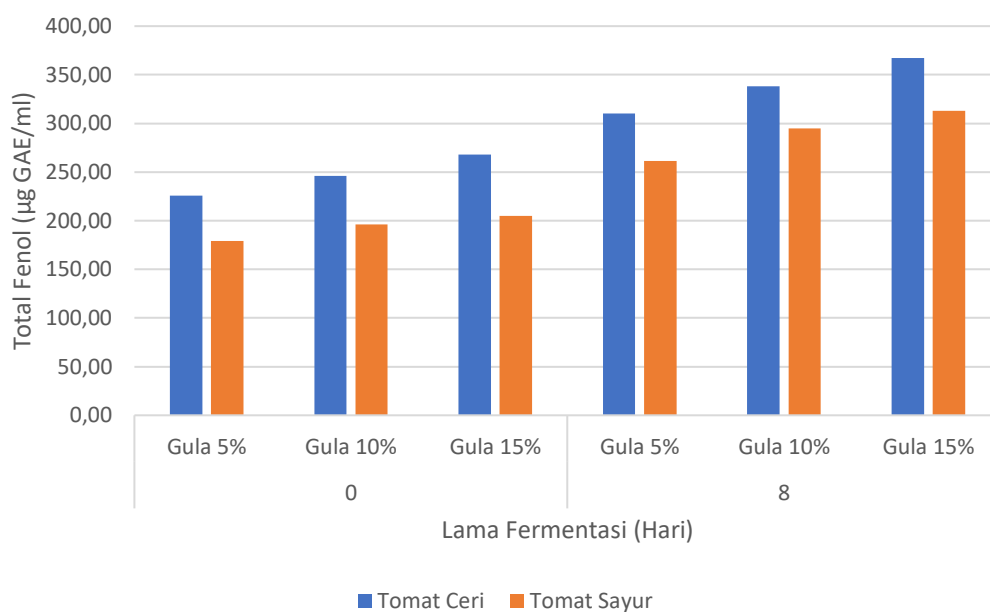
2) Angka rerata yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.6** menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai pH secara menyeluruh pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15%. Penurunan nilai pH tertinggi pada kombucha tomat terdapat pada konsentrasi 15%. Hal ini diduga karena pemanfaatan gula yang digunakan oleh bakteri dan khamir yang terdapat dalam kombucha sebagai sumber nutrisi selama proses fermentasi yang menghasilkan berbagai asam-asam organik. Asam-asam organik yang dihasilkan selama fermentasi menyebabkan penurunan pH, dimana semakin tinggi peningkatan total asam pada kombucha, maka nilai pH semakin menurun (Hassmy dkk, 2017). Menurut Jannah *et al.*, (2014) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula yang dapat dimetabolisir maka semakin tinggi asam-asam organik yang dihasilkan sehingga nilai pH juga akan semakin rendah.

#### 4.2.4 Total Fenol

Rerata total fenol dari kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula pada hari ke-0 didapatkan hasil berkisar antara 178,93 µg GAE/ml hingga 267,76 µg GAE/ml. Sedangkan pada hari ke-8, total fenol berkisar antara 261,34 µg GAE/ml hingga 367,26 µg GAE/ml. Perubahan nilai total fenol kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.





**Gambar 4.4** Grafik Perubahan Nilai Total Fenol Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.4** menunjukkan bahwa selama fermentasi, terjadi peningkatan total fenol pada kombucha tomat ceri maupun tomat sayur. Kombucha tomat ceri dan tomat sayur juga mengalami peningkatan total fenol seiring dengan meningkatnya konsentrasi gula. Pada hari ke-8 total fenol tertinggi terdapat pada kombucha tomat ceri dengan konsentrasi gula 15%, sedangkan total fenol terendah terdapat pada kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 5%. Secara keseluruhan total fenol kombucha tomat ceri lebih tinggi dibandingkan kombucha tomat sayur. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan varietas tomat dan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ), sedangkan interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan total fenol kombucha tomat ceri dan tomat sayur selama fermentasi. Rerata total fenol kombucha tomat ceri dan tomat sayur akibat varietas tomat dan konsentrasi gula dapat dilihat pada **Tabel 4.7**

**Tabel 4.7** Rerata Total Fenol Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Varietas Tomat dan Konsentrasi Gula

Varietas Tomat	Konsentrasi Gula (%)	Rerata Total Fenol ( $\mu\text{g GAE/ml}$ )			DMRT 5%
		Hari ke-0	Hari ke-8	Peningkatan	
Tomat Ceri	5	225,68 $\pm$ 1,69	310,29 $\pm$ 3,89	84,61 $\pm$ 3,48 <sup>a</sup>	5,2571
	10	245,93 $\pm$ 6,66	338,08 $\pm$ 8,16	92,15 $\pm$ 2,64 <sup>b</sup>	5,4940
	15	267,76 $\pm$ 8,74	367,26 $\pm$ 6,40	99,51 $\pm$ 3,38 <sup>c</sup>	5,6325
Tomat Sayur	5	178,93 $\pm$ 6,61	261,34 $\pm$ 6,26	82,41 $\pm$ 1,22 <sup>a</sup>	5,7226
	10	196,46 $\pm$ 2,55	294,86 $\pm$ 3,69	98,41 $\pm$ 3,73 <sup>c</sup>	5,7810
	15	205,06 $\pm$ 7,00	312,70 $\pm$ 5,54	107,63 $\pm$ 3,20 <sup>d</sup>	

Keterangan : 1) Setiap data hasil analisis adalah rerata 3 ulangan  $\pm$  standar deviasi

2) Angka rerata yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.7** menunjukkan bahwa rerata total fenol pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula. Peningkatan total fenol kombucha tomat ceri dan tomat sayur diduga karena adanya perubahan senyawa fenol kompleks menjadi senyawa fenol yang lebih sederhana akibat aktivitas mikroorganisme yang bermetabolisme selama proses fermentasi melalui reaksi enzimatis. Pernyataan ini didukung oleh Bhattacharya (2013) yang menyatakan bahwa selama proses fermentasi berlangsung khamir dan bakteri asam asetat pada SCOBY akan mendegradasi kompleks polifenol menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat meningkatkan kadar total fenol pada kombucha. Metabolisme mikroorganisme mampu meningkatkan senyawa fenol akibat adanya proses biotransformasi yang memanfaatkan enzim suatu sel (Nurdin dkk, 2015). Senyawa fenol dalam bentuk glikosida dihidrolisis dengan enzim  $\beta$ -glukosidase bersama enzim esterase untuk membebaskan senyawa aglikon fenolik dari glikon (gula) (Kurniati dkk, 2017).

Menurut Martins *et al.* (2011) menyebutkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan enzim  $\beta$ -glukosidase yang mampu memecahkan ikatan glikosida sehingga senyawa fenol dapat dibebaskan pada medium fermentasi. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Saez *et al.* (2010) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mampu mensintesis senyawa fenol bebas yaitu 4-etilfenol dan 4-etylguaiacol yang berasal dari asam hidroksinamat dan asam firulat.

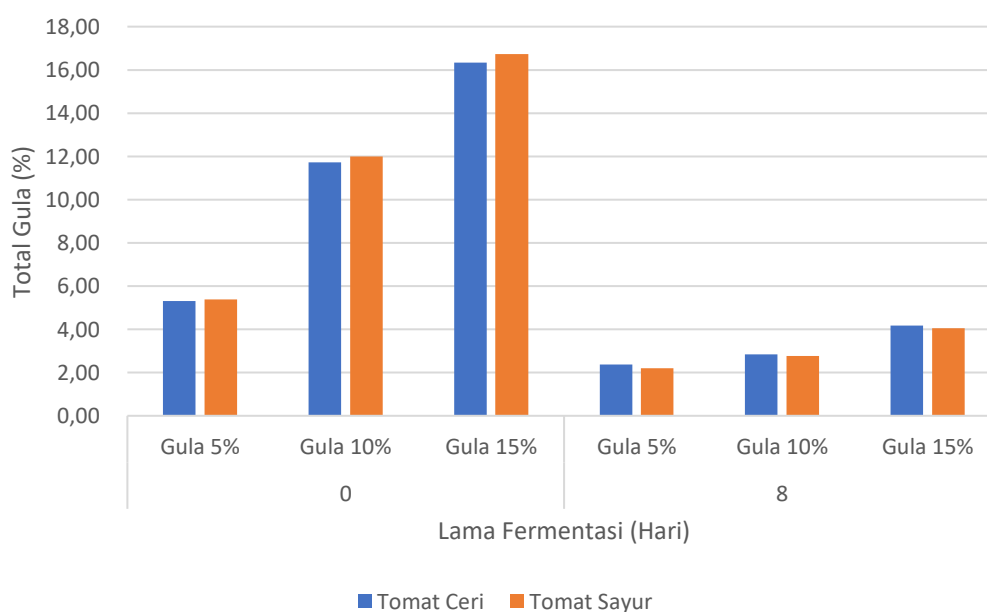
Hal ini dikarenakan *saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan enzim sinamat dekarboksilase dan vinilfenol reduktase. Enzim sinamat dekarboksilase akan mengkatalis proses dekarboksilasi asam sinamat dan enzim vinilfenol reduktase akan mengkatalis reduksi 4-vinil fenol dan 4-vinilguaiacol yang



dihasilkan menjadi 4-etilfenol dan 4-ethylguaiacol. Asam sinamat adalah senyawa fenol yang memiliki peran sebagai antioksidan alami tumbuhan, sedangkan asam ferulat merupakan turunan golongan hidrosinamat yang bersifat antioksidan (Nurdin dkk, 2015).

#### 4.2.5 Total Gula

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata total gula dari kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula pada hari ke-0 didapatkan hasil berkisar antara 5,31% hingga 16,72% Sedangkan pada hari ke-8, pH berkisar antara 2,36% hingga 4,17%. Perubahan nilai total gula kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan berbagai konsentrasi gula selama fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



**Gambar 4.5** Grafik Perubahan Nilai Total Gula Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur dengan Berbagai Konsentrasi Gula Selama Fermentasi

Berdasarkan **Gambar 4.5** menunjukkan bahwa selama fermentasi, terjadi penurunan total gula pada kombucha tomat ceri maupun tomat sayur. Pada hari ke-8 total gula terendah terdapat pada kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 5%, sedangkan total gula tertinggi terdapat pada kombucha tomat ceri dengan konsentrasi gula 15%. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan varietas tomat tidak memberikan pengaruh nyata dan konsentrasi gula

memberikan pengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ), sedangkan interaksi antar perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan total gula kombucha tomat ceri dan tomat sayur selama fermentasi. Rerata peningkatan total gula kombucha tomat ceri dan tomat sayur akibat varietas tomat dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

**Tabel 4.8** Rerata Total Gula Kombucha Tomat Ceri dan Tomat Sayur Akibat Perbedaan Konsentrasi Gula

Konsentrasi Gula (%)	Total Gula (%)			BNT 5%
	Hari ke-0	Hari ke-8	Penurunan	
5	5,35 ± 0,06	2,28 ± 0,11	3,07 ± 0,17 (c)	0,66
10	11,86 ± 0,18	2,80 ± 0,06	9,05 ± 0,24 (b)	
15	16,53 ± 0,27	4,11 ± 0,08	12,42 ± 0,35 (a)	

Keterangan : 1) Setiap data hasil analisis adalah rerata 3 ulangan ± standar deviasi

2) Angka rerata yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabel 4.8** menunjukkan bahwa terjadi penurunan total gula secara keseluruhan pada kombucha tomat ceri dan tomat sayur dengan konsentrasi gula 5%, 10% dan 15%. Penurunan tertinggi total gula terdapat pada konsentrasi gula 15%. Hal ini diduga karena gula yang ditambahkan pada substrat sari tomat ceri dan tomat sayur dimanfaatkan bakteri dan khamir untuk melakukan metabolisme sehingga terjadi penurunan total gula. Hal tersebut didukung dengan jumlah total mikroba pada kombucha tomat dengan konsentrasi 15% memiliki peningkatan lebih tinggi yaitu pada tomat sayur sebesar  $2,78 \times 10^{10}$  CFU/ml dan tomat ceri sebesar  $2,23 \times 10^{10}$  CFU/ml. Menurut Simanjuntak dan Siahaan (2011) menyatakan bahwa, kandungan gula yang terdapat pada kombucha akan dihidrolisis oleh khamir menggunakan enzim invertase menjadi glukosa dan fruktosa. Kemudian glukosa akan dihidrolisis kembali oleh khamir menjadi alkohol dan  $\text{CO}_2$ . *Acetobacter* akan mengoksidasi etanol menjadi asetaldehid, lalu menjadi asam asetat. *Acetobacter* juga membentuk asam glukonat yang berasal dari glukosa melalui jalur pentosa fosfat, sedangkan fruktosa sebagian besar akan diubah menjadi asam asetat dan sebagian kecil akan diubah menjadi asam glukonat. Fruktosa yang tersisa dalam media fermentasi akan diubah menjadi lebih sederhana dan digunakan sebagai substrat oleh mikroorganisme. Proses fermentasi menyebabkan penurunan total gula pada kombucha akibat aktivitas mikroba dalam merombak gula menjadi asam-asam organik dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan sel. Pemanfaatan glukosa dipengaruhi oleh pertumbuhan mikroba. Semakin tinggi kandungan gula pada kombucha, maka semakin banyak



gula yang digunakan khamir dan bakteri untuk pertumbuhan dan metabolisme. Pernyataan tersebut didukung oleh Fauzi dan Hidayati (2016) bahwa penurunan total gula dalam disebabkan adanya aktivitas mikroba. Selama fermentasi berlangsung hidrolisis gula dilakukan secara terus menerus hingga gula yang terdapat pada kombucha menjadi asam-asam organik yang dibutuhkan oleh tubuh (Nur dkk, 2018). Faktor varietas tomat tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap total gula. Hal ini diduga karena kandungan gula pada bahan baku antara tomat ceri dan tomat sayur tidak memiliki perbedaan yang signifikan dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

#### 4.3 Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik kombucha tomat ceri dan tomat sayur dianalisa menggunakan metode *Multiple Atribut Zeleny*. Parameter yang dianalisa meliputi total mikroba, total asam, ph, total gula dan total fenol. Nilai ideal yang diharapkan pada parameter total mikroba, total asam, dan total fenol adalah nilai maksimal. Nilai ideal yang diharapkan untuk parameter total gula dan pH adalah nilai minimal. Berdasarkan perhitungan, kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 10% merupakan kombucha dengan varietas tomat dan konsentrasi gula perlakuan terbaik (**Lampiran 3**). Nilai masing-masing parameter kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 10% dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

**Tabel 4.9** Karakteristik Kombucha Tomat Perlakuan Terbaik

Paremeter	Kombucha Tomat
Total mikroba (CFU/ml)	2,51 x 10 <sup>10</sup>
Total asam (%)	3,9
pH	2,9
Total gula (%)	2,76
Total Fenol (µg GAE/ml)	294,86

#### 4.4 Perbandingan Kombucha Tomat dengan Kombucha Teh

Kombucha teh digunakan sebagai kontrol dari kombucha tomat. Perlakuan terbaik terdapat pada kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 10%. Hasil perbandingan karakteristik kombucha teh dan kombucha tomat sayur berdasarkan uji T (*T test*) dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

**Tabel 4.10** Perbandingan Karakteristik Kombucha Tomat Sayur Perlakuan Terbaik dan Kombucha Teh

Paremeter	Kombucha Tomat	Kombucha Teh	P value
Total mikroba (CFU/ml)	$2,51 \times 10^{10} \pm 5,2 \times 10^9$	$7,32 \times 10^9 \pm 5,83 \times 10^9$	*
Total asam (%)	$3,9 \pm 0,185$	$1,67 \pm 0,0608$	*
pH	$2,9 \pm 0,100$	$2,5 \pm 0,569$	**
Total gula (%)	$2,76 \pm 0,215$	$2,41 \pm 1,18$	**
Total Fenol ( $\mu\text{g GAE/ml}$ )	$294,86 \pm 3,69$	$459,73 \pm 5,07$	*

Keterangan : (\*) = p value <0,05  
 (\*\*) = p value >0,05

**Tabel 4.10** menunjukkan karakteristik kombucha tomat sayur perlakuan terbaik dan kombucha teh (kontrol) bahwa total mikroba, total asam dan total fenol kombucha tomat dan kombucha teh memiliki perbedaan signifikan (p value <0,05), sedangkan nilai pH dan total gula kombucha tomat dan kombucha teh tidak memiliki perbedaan signifikan (p value <0,05).

Perbedaan nilai pH, total asam, total mikroba, total gula dan total fenol karena pada tomat mengandung berbagai zat gizi berupa protein, lemak, karbohidrat, serat, vitamin A, C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, mineral (kalsium, fosfor, besi dan magnesium) (USDA, 2018). Selain zat gizi tersebut tomat juga mengandung senyawa fenol seperti flavonoid, asam hidroksi sinamat seperti asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan asam p-kaumarik (Sánchez-Rodríguez *et al*, 2012). Bakteri dan khamir memanfaatkan nutrisi yang terdapat pada tomat untuk proses pertumbuhan dan metabolismenya. Selama proses fermentasi, bakteri dan khamir menghasilkan asam-asam organik yang dapat meningkatkan total asam yang terkandung. Peningkatan total asam juga berpengaruh dalam penurunan pH yang menyebabkan pelepasan ion H<sup>+</sup> (Ayuratri dan Kusnadi, 2017). Penurunan total gula disebabkan adanya aktivitas mikroba. Selama fermentasi berlangsung hidrolisis gula dilakukan secara terus menerus hingga gula yang terdapat pada kombucha menjadi asam-asam organik (Fauzi dan Hidayati, 2016). Total fenol pada kombucha tomat juga mengalami peningkatan akibat adanya aktivitas bakteri dan khamir yang akan mendegradasi kompleks polifenol menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat meningkatkan kadar total fenol pada kombucha (Bhattacharya, 2013). Metabolisme mikroorganisme mampu meningkatkan senyawa fenol akibat adanya proses biotransformasi yang memanfaatkan enzim suatu sel (Nurdin dkk, 2015).





## BAB V KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan varietas tomat dan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) dan interaksi antar perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter total asam dan pH. Perlakuan varietas tomat dan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) dan interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan total fenol. Perlakuan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap total gula kombucha tomat ceri dan tomat sayur selama fermentasi.
2. Perlakuan terbaik kombucha tomat sayur dengan konsentrasi gula 10% memiliki karakteristik kimia dan mikrobiologi sebagai berikut: total mikroba sebesar  $2,51 \times 10^{10}$  CFU/ml, total asam sebesar 3,9%, pH sebesar 2,9, total gula sebesar 2,76%, dan total fenol sebesar 294,86  $\mu\text{g}$  GAE/ml.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi karakteristik fisik, senyawa flavonoid, antioksidan dan alkohol yang dihasilkan oleh kombucha tomat ceri dan tomat sayur selama proses fermentasi baik secara kuantitatif maupun kualitatif serta dilakukan pengujian antibakteri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Munawar, Farhan Saeed, Faqir Muhammad Anjum, Muhammad Afzaal, Tabussam Tufail, Muhammad Shakeel Bashir, Adnan Ishtiaq, Shahzad Hussain and Hafiz Ansar Rasul Suleria. 2016. **Natural polyphenols: An overview**. International Journal of Food Properties, 20(8), 1689–1699
- Achmadi, Suminar Setiati, dan Safitri, Amalia. 2001. **Prinsip-Prinsip Kimia Modern/ED.4/JL.2**. Jakarta: Erlangga
- Adiwati, Pingkan dan Kushadi. 2003. **Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang Berperan dalam Fermentasi “Tea-Cider**. Proc. ITB Sains&Tek. Vol. 35A(2)
- Amarasinghe, Hashani., Weerakkody, Nimsha S., and Waisundara, Viduranga Y. 2018. **Evaluation of Physicochemical Properties and Antioxidants Activities of Kombucha “Tea Fungus” During Extended Periods of Fermentation**. Food Science & Nutrition Vol.6(3): 659-665
- Anisah dan Rahayu, Triastuti. 2015. **Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda**. Naskah Publikasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- AOAC. 1995. **Official Methods of Analisis Chemist**. Vol. 1A. AOAC Inc, Washington
- Apriyanto, A. 1989. Analisa Pangan. Bogor: IPB Press
- Ardheniati. 2008. **Kinetika Fermentasi pada Teh Kombucha dengan Variasi Jenis Teh Berdasarkan Pengolahannya**. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Ayuratri, Mega Kristanti dan Kusnadi, Joni. 2017. **Aktivitas Antibakteri Kombucha Jahe (*Zingiber officinale*) (Kajian Varietas Jahe dan Konsentrasi Madu)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 5(3): 95-107
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2017. **Jenis-jenis Tomat**. <http://kaltim.litbang.pertanian.go.id> (16 Maret 2019)
- Badan Pusat Statistik. 2018. **Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2017**. <http://.bps.go.id.html> (16 Maret 2019)
- Beasulani, Sri. 2017. **Pembuatan Gula Semut dari Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dalam Tangki Berpengaduk**. Skripsi. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya



Bhattacharya, S., Gachhui, R. dan P.C. Sil. 2013. **Effect of Kombucha, A Fermented Black Tea In Attenuating Oxidative Stress Mediated Tissue Damage In Alloxan Induced Diabetic Rats.** Food dan Chemical Toxicology Journal Vol 60: 328 – 340

Busairi, Abdullah Mochamad. 2008. **Conversion of Pineapple Juice Waste Into Lactic Acid in Batch and Fed-Batch Fermentation Systems.** Reaktor Vol. 12(2):98-101

Cahyono, Bambang. 2008. **Tomat Usaha Tani dan Penanganan Pasca Panen.** Yogyakarta: Kanisius

Chakravorty, Somnath., Semantee Bhattacharya, Antonis Chatzinotas, Writachit Chakraborty, Debanjana Bhattacharya, Ratan Gachhui. 2016. **Kombucha Tea Fermentation: Microbial and Biochemical Dynamics.** International Journal of Food Microbiology, 220, 63-72

Ciptaningsih, Erna. 2012. **Uji Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Fitokimia pada Kopi Luwak Arabika dan Pengaruhnya terhadap Tekanan Darah Tikus Normal dan Tikus Hipertensi.** Tesis. Depok: Universitas Indonesia

Costa, Edilson, Flávio Ferreira da Silva Binotti, Eliana Duarte Cardoso, David Barbosa Lima Júnior, Tiago Zoz and Alan Mario Zuffo. 2018. **Cherry Tomato Production On Different Organic Substrates Under Protected Environment Conditions.** Australian Journal of Crop Science Vol. 12(01): 87-92

Cronquist, A. 1981. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants.** New York: Columbia University Press

Darwin, Philips. 2013. **Menikmati Gula Tanpa Rasa Takut.** Perpustakaan Nasional: Sinar Ilmu

Desmiaty, Yesi., Alatas, Fikri., Sugianti, Iis. 2008. **Pembuatan Crude Likopen dari Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*) dan Penentuan Daya Antioksidannya.** KONGRES ILMIAH XVI IKATAN SARJANA FARMASI INDONESIA Yogyakarta

Dutta, H. dan Paul, S. K. 2019. **Kombucha Drink: Production, Quality and Safety Aspects.** Production and Management of Beverages, 259-288

Eric and Childs, Jessica. 2013. **Kombucha: The Amazing Probiotic Tea That Cleanses, Heals, Energizes and Detoxifies.** New York: Penguin Group



Falahuddin, Irham, Ike Apriani, Nurfadilah. 2017. **Pengaruh proses fermentasi kombucha daun sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Kadar Vitamin C.** Jurnal Biota Vol. 3 No. 2: 90

Falahuddin, Irham, Ike Apriani, Nurfadilah. 2017. **Pengaruh proses fermentasi kombucha daun sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Kadar Vitamin C.** Jurnal Biota Vol. 3 No. 2: 90

Farah, Adriana., Monteiro, Mariana., Donangelo, Carmen M., Lafay, Sophie. 2008. **Chlorogenic Acids From Green Coffee Extract are Highly Bioavailable in Humans.** The Journal of Nutrition Vol. 138(12)

Fardiaz, S. 1987. **Fisiologi Fermentasi.** Bogor: Pusat Antar Universitas IPB

Farhaty, Naeli dan Muchtaridi. 2016. **Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat pada Biji Kopi : Review.** Farmaka Suplemen Vol. 14(1)

Fauzi, Muhammad dan Hidayati, Nur Wahyu. 2016. **Perubahan Karakteristik Kimia Kopi Luwak Robusta *In Vitro* dengan Variasi Lama Fermentasi dan Dosis Ragi.** Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2016

Frank, W. Gunther. 1995. **Kombucha-Healthy Beverage and Natural Ramedy from tge Far East.** Coloumbia: Holland Company

George, C., Brat, P., Alter, P., and Amiot, M. J. 2005. **Rapid Determination of Plyphenol and Vitamin C in Plant Derived Product.** Journal of Agriculture, Food and Chemistry Vol. 53: 1370-1373

Gil, Marta and Wianowska, Dorota. 2017. **Cholorgenic Acids-Their Properties, Occurrence and Analysis.** ANNALES Vol.72(1)

Goh, W. N., Rosma, A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim, A. A., and Rajeev Baht. 2012. **Fermentation of Black Tea Broth (Kombucha): I. Effects of Sucrose Concetration and Fermentation Time on The Yield of Microbial Cellulose.** International Food Research Journal 19(1): 109-117

Gong Y, Sohn H, Xue L, Firestone GL, Bjeldanes LF. 2006. **3,3'-Diindolylmethane is a novel mitochondrial H(+)-ATP synthase inhibitor that can induce p21(Cip1/Waf1) expression by induction of oxidative stress in human breast cancer cells.** Cancer Res. 66(9):4880-4887

Greenwalt. C. G., Steinkraus. K. H., Ledford. R. A. 2000. **Kombucha, The Fermented Tea: Mikrobiologi, Composition and Claimed Health Effects.** Journal of Food Protection Vol 63(7): 976-981



Hapsari, Dimar Fitria. 2010. **Kadar Beta Karoten dan Daya Terima Pasta Tomat dengan Penambahan Tepung Maizena**. Publikasi Ilmiah. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta

Hartoyo, Arif. 2003. **Teh dan Khasiatnya bagi Kesehatan**. Yogyakarta: Kanisius

Hassmy, Nursyah Putri., Abidjulu, Jemmy dan Yudistira, Adithya. 2017. **Analisis Aktivitas Antioksidan pada Teh Hijau Kombucha Berdasarkan Waktu Fermentasi yang Optimal**. Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT Vol. 6(4)

Heinrich, M., Barnes, J., Gibbons, S., Williamson, E.M. 2010. **Farmakognosi dan Fitoterapi**. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC

Herwin, Rachmat Kosman, Fitriani. 2013. **Analisis Kadar Alkohol Produk Kombucha Daun Permot (*Passiflora foetida* L.) Asal Makassar Sulawesi Selatan Secara Kromatografi Gas**. Jurnal As-Syifaa Vol. 5 No. 2

Hrnjez, D., Vaštag, Ž., Milanović, S., Vukić, V., Iličić, M., Popović, L., & Kanurić, K. 2014. **The biological activity of fermented dairy products obtained by kombucha and conventional starter cultures during storage**. Journal of Functional Foods, 10, 336–345

Hyang, Pascalis C. 2017. **Aktivitas Antibakteri Kombucha Salak Suwaru (*Salacca zalacca*) Kajian Penambahan Konsentrasi gula dan Kultur**. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya

Iman, Nur. 2015. **Pengaruh Dosis Pupuk Kompos Isi Rumen Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*)**. Skripsi. Aceh: Universitas Teuku Umar

Indriani, Dwi Okta., Syamsudin, Luqvia Noer Islami., Sriherfyna, Feronika Heppy., Wardani, Agustin Krisna. 2015. **Invertase dari *Aspergillus niger* dengan Metode Solid State Fermentation dan Aplikasi di Industri: Kajian Pustaka**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 3 No 4

Jackson, H., Braun, C. L. & Ernest, H. 2008. **The chemistry of novel xanthophyll carotenoids**. J. Am Cardiol, 101, 50-57

Jannah, A. M., Legowo, A. M., Pramono, Y. B., Al-Baarri, A. M., Abduh, S. B. M. 2014. **Total Mikroba Asam Laktat, Ph, Keasaman, Citarasa dan Kesukaan Yogurt Drink dengan Penambahan Ekstrak Buah Belimbing**. Jurnal Aplikasi Pangan Vol. 3(2): 7-11

Jayalaban, Rasu., Malbasa, Radomir V., Loncar, Eva S., Vitas, Jasmina S., Sathishkumar, Muthuswamy. 2014. **A Review on Kombucha Tea: Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity,**



**and Tea Fungus.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety Vol. 13(4)

Junior, R. J. S., Batista, R. A., Rodrigues, S. A., Filho, L. X., Lima, A. S. 2009.

**Antimicrobial Activity of Broth Fermented with Kombucha Colonies.**

Journal of Microbial & Biochemical Technology Vol. 1(1): 072-078

Kailaku, S. I., Dewandari, K. T., dan Sunarmani. 2016. **Potensi Likopen dalam**

**Tomat untuk Kesehatan.** Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Kalleal, L., Desseaux, V., Hamdi, M., Stocker, P., and Ahdanouz, E. H. 2012.

**Insights Into The Fermentation Biochemistry of Kombucha Teas and**

**Potential Impacts of Kombucha Drinking on Starch Digestion.** Food

Research International 49: 226-232

Kalogeropoulos N, Chiou A, Pyriochou V, Peristeraki A, Karathanos VT. 2012.

**Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts.** LWT – Food Sci Technol. 49(2):213–216

Kapp, Julie M and Sumner, Walton. 2019. **Kombucha: A Systematic Review of**

**The Empirical Evidence of Human Health Benefit.** Annals of Epidemiology volume 30: 66-70

Kimura, S and Sinha, N. 2008. **Tomato (*Solanum lycopersicum*): A Model Fruit-**

**Bearing Crop.** Cold Spring Harbor Protocols Vol. 3 Issue 11

Kumar, Vikas and V.K. Joshi. 2016. **Kombucha: Technology, Microbiology,**

**Production, Composition and Therapeutic Value.** International Journal of Food and Fermentation Technology Vol. 6(1): 13-24

Kurniasih, Dewi. 2010. **Kajian Kandungan Senyawa Karotenoid, Antosianin**

**dan Asam Askorbat pada Sayuran *Indigenous* Jawa Barat.** Skripsi.

Bogor: Institut Pertanian Bogor

Kurniati, Yeni., Budijanto, Slamet., Nuraida, Lilis., Dewi, Fitriya Nur Annisa. 2017.

**Peningkatan Senyawa Fenolik Bekatul dengan SSF (*Solid State Fermentation*) sebagai Pencegah Kanker.** Iptek Tanaman Pangan Vol. 12(2)

Kurniawan, M. Bobby, Sentosa Ginting, Mimi Nurminah. 2017. **Pengaruh**

**Penambahan Gula dan Starter terhadap Karakteristik Minuman Teh**

**Kombucha Daun Gambir (*Uncaria gambir Roxb*).** Jurnal Rekayasa

Pangan dan Pert., Vol.5 No. 2



Kusuma, Wahyu. 2008. **Analisis Pucuk Tanaman Teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) di Perkebunan Rumpun Sari Kemuning, PT Sumber Abadi Tirtasentosa, Karanganyar, Jawa Tengah**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Leal, Jessica Martínez, Lucía Valenzuela Suárez, Rasu Jayabalan, Josefina Huerta Oros and Anayansi Escalante-Aburto. 2018. **A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites**. Journal Of Food Vol. 16, No. 1, 390–399

Magdalena, Debby Eunike. 2016. **Isolasi Senyawa Flavonoida dari Daun Tumbuhan Senduduk Merah (*Melastoma sanguineum* Sims)**. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara

Majidi, H., Minaei, S., Almasi, M., Mostofi, Y. 2011. **Total Soluble Solids, Titratable Acidity and Ripening Index of Tomato In Various Storage Conditions**. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 1723-1726

Malbasa, R., Loncar, E., and M. Djuric. 2008. **Comparison of the Products of Kombucha Fermentation on Sucrose and Milasses**. Journal Food Chemistry. Vol. 106, p. 1039- 1045

Maleta, Hana Susanti., Indrawati, Renny., Limantara, Leenawaty., Brotosudarmo, Tatas Hardo Panintingjati. 2018. **Ragam Metode Ekstraksi Karotenoid dari Sumber Tumbuhan dalam Dekade Terakhir (Telaah Literatur)**. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 13(1)

Martins, S.S., I. Musatto, G. Martinez-Avila, J. Montanez-Saenz, C.N. Aguilar, and J.A. Teixeira. 2011. **Bioactive Phenolic Compounds: Production and Extraction by Solid-State Fermentation**. Review. Biotechnol. Adv. Vol 29:365-373

Marwati, Hudaida Syahrumsyah, Ratri Handria. 2013. **Pengaruh Konsentrasi Gula dan Starter terhadap Mutu Teh Kombucha**. Jurnal Teknologi Pertanian 8(2):49-53

Maryana, Dwi. 2014. **Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap Jumlah Bakteri dan Keasaman Whey Fermentasi dengan Menggunakan Kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus***. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya

Mehta. N. M., Bechard. L. J., Cahill. N., Wang. M., Day. A., Duggan. C. P., Heyland. D. K. 2012. **Nutritional Practices and Their Relationship to**

**Clinical Outcomes In Critically Ill Children--An International Multicenter Cohort Study.** Critical Care Medicine Vol 40(7)

Mordente, A.L.V.A.R.O., Guantario, B., Meucci, E., Silvestrini, A., Lombardi, E., E Martorana, G., Giardina, B. & Bohm, V. 2011. **Lycopene and cardiovascular diseases: an update.** Current medicinal chemistry, 18(8), 1146-1163

Musaddad, D dan Hartuti, N. 2003. **Produk Olahan Tomat, seri agribisnis.** Jakarta: Penebar Swadaya

Nahampun, Velly Dontor. 2018. **Pengaruh Pelapisan Benih dengan Polyethylene Glycol dan Lama Penyimpanan Terhadap Viabilitas Benih Tomat Ceri (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*).** Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro

Nainggolan, Jusman. 2009. **Kajian Pertumbuhan Bakteri *Acetobacter* sp. dalam Kombucha-Rosela Merah (*Hibiscus sabdariffa*) pada Kadar Gula dan Lama Fermentasi yang Berbeda.** Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara

Naland, Henry. 2008. **Kombucha Teh dengan Seribu Khasiat.** Jakarta: PT Agromedya Pustaka

Neffe-Skocińska, K., Sionek, B., Ścibisz, I., & Kołożyn-Krajewska, D. 2017. **Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties.** CyTA - Journal of Food, 15(4), 601–607

Nguyen, N. K., Dong, N. T. N., Nguyen, H. T., and Le, P. H. 2015. **Lactic acid bacteria: promising supplements for enhancing the biological activities of kombucha.** SpringerPlus, 4(1)

Novar, J. M. 1996. **Lab Test a Kombucha Tea.** <http://Kombuchapower.com>. Diakses tanggal 24 Januari 2019

Novayanti, Siti Rohmah. 2017. **Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gula terhadap Sifat Organoleptik pada Manisan Kolang Kaling.** Skripsi. Lampung: Universitas Lampung

Novita Melly., Satriana dan Hasmarita, Etria. 2015. **Kandungan Likopen dan Karotenoid Buah Tomat (*Lycopersicum pyriforme*) pada Berbagai Tingkat Kematangan: Pengaruh Pelapisan dengan Kitosan dan Penyimpanan.** Jurnal Teknolodi dan Industri Pertanian Indonesia Vol.7(1)



Nur, Yulia M., Indrayati, Sri., Periadnadi dan Nurmiati. 2018. **Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Ekstrak Tanaman Beralkaloid terhadap Produk Teh Kombucha.** Jurnal Biologu Universitas Andalas Vol. 6(1):55-62

Nur, Yulia M., Sri Indrayati, Periadnadi dan Nurmiati. 2018. **Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Ekstrak Tanaman Beralkaloid terhadap Produk Teh Kombucha.** Jurnal Biologi Universitas Andalas Vol. 6 No. 1

Nurainy, Fibra. 2018. **Pengetahuan Bahan Nabati I: Sayur-Sayuran, Buah-Buahan, Kacang-Kacangan, Sereal dan Umbi-Umbian.** Lampung: Universitas Lampung

Nurdin, S. U., Nurdjanah, S., Astuti, S., Sukohar, A., Kustyswati, M. E. 2015. **Manfaat Herbal Indonesia.** Yogyakarta: Plantaxia

Octaviani, Tri., Guntarti, Any., Susanti, Hari. 2014. **Penetapan Kadar  $\beta$ -karoten pada Beberapa Jenis Cabe (Genus *Capsicum*) dengan Metode Spektrofotometri Tampak.** Pharmacia Vol. 4(2)

Pan, M. H., Lai, C. S., Tsai, M. L., Wu, J. C. & Ho, C.T. 2012. **Molecular mechanisms for anti-aging by natural dietary compounds.** Molecular nutrition & food research, 56(1), 88-115

Pratiwi, Yenni Surya Aji. 2018. **Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Tepung Growol terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Tingkat Kesukaan Pie Coklat.** Skripsi. Yogyakarta: Universitas Mercu Buana

Preedy, V. R and Watson, R. R. 2008. **Tomato and Tomato Products: Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties.** Science Publishers. New Hampshire

Primiani, C. N., Pujiati, Mahda Mumtahanah and Waskito Ardhi. 2018. **Kombucha Fermentation Test Used for Vorious Type of Herbal Teas.** Journal of Physics: Conference Series, 1025, 012073

Purba, Y. P., Ramadhian, M. R., Sutyarso, Warganegara, E. 2018. **Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Tomat (*Solanum lycopersicum*) terhadap Pertumbuhan *Salmonella typhi*.** Medical Journal of Lampung University Vol. 7(2)

Purwati, E dan Khairunisa. 2007. **Budidaya Tomat Dataran Rendah.** Jakarta: Penebar Swadaya

Rahayu, Enni Suwarsi dan Putik Pribadi. 2012. **kadar Vitamin dan Mineral dalam Buah Segar dan Manisan Basah Karika Dieng (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch)**. Biosaintifika Vol. 4(2)

Rahmawati, Yanu. 2016. **Karakteristik Fisik, Kimia dan Mikrobiologis Kombucha dari Kulit Apel (Kajian: Penambahan Gula dan Lama Fermentasi)**. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya

Razzak, Hesham Abdel., Abdullah Ibrahim, Mahmoud Wahb-Allah and Abdullah Alsadon. 2013. **Response of Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) to Pruning Systems and Irrigation Rate under Greenhouse Conditions**. Asian Journal of Crop Science 5(3): 275-285, 2013

Redha, Abdi. 2010. Flavonoid: **Struktur, Sifat Antioksidan dan Perannya dalam Sistem Biologis**. Jurnal Belian Vol. 9(2): 196-202

Rohdiana, Dadan. 2015. **Teh: Proses, Karakteristik & Komponen Fungsionalnya**. Foodreview Indonesia Vol. 10(8): 34-37

Rukmana, Rahmat. 1994. **Tomat dan Cherry**. Yogyakarta: Kanisius

Sa'adillah, Muhammad Akmal Hidayat. 2015. **Hubungan Konsumsi Karotenoid Terhadap Pembentukan Katarak**. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Sáez, J. S., Lopes, C. A., Kirs, V. C., Sangorrin, M. P. 2010. **Enhanced volatile phenols in wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and spoiled with *Pichia guilliermondii* and *Dekkera bruxellensis***. Lett Appl Microbiol 51:170–176

Salunkhe K. D., and Kadam S. S. 1998. **Handbook of Vegetable Science and Technology : Production, Composition, Storage, and Processing Food Science and Technology**. New York: Marcel Deker

Sánchez-Rodríguez, E., Ruiz, J. M., Ferreres, F., & Moreno, D. A. 2012. **Phenolic profiles of cherry tomatoes as influenced by hydric stress and rootstock technique**. Food Chemistry, 134(2), 775–782

Sarker, S et al 2006. **Natural Product Isolation. Second Edition**. New Jersey: Humana Press Inc

Seifter, E., Rettura, G. & Levenson, S. M. 2012. **Carotenoids and cell-mediated immune responses**. Quality of Foods and Beverages: Recent Developments in Chemistry and Technology, 4, 335-347

Silalahi, Jansen. 2006. **Makanan Fungsional**. Kanisius. Yogyakarta



Simanjuntak, Rosnawyta dan Siahaan Natalina. 2011. **Pengaruh Konsentrasi Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Teh Kombucha**. Jurnal Ilmiah Pendidikan Tinggi, Vol.4(2)

Sinir, G. O., Tamer, C. E. and Suna, S. 2019. **Kombucha Tea: A Promising Fermented Functional Beverage**. Fermented Beverages, 401-432

Siregar, Marlisa Syarief. 2012. **Pengaruh Jenis Gula terhadap Hasil Produk pada Teh Botol Sosro**. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara

Somantri, Ratna. 2014. **The Story in A Cup of Tea**. Jakarta: TransMedia Pustaka

Soraya, Noni. 2007. **Sehat Cantik Berkat Teh Hijau**. Jakarta: Penebar Plus

Sosiawati, Fadhlina. 2012. **Pengaruh Takaran Bahan Organik dan Pupuk NPK (16:16:16) pada Pertmbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*)**. Skripsi. Lampung: Universitas Lampung

Suhardini, Prasis Nursyam dan Elok Zubaidah. 2016. **Studi Aktivitas Antioksidan Kombucha dari Berbagai Jenis Daun Selama Fermentasi**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 4 No. 1 p. 221-229

Surtinah. 2007. **Kajian Tentang Hubungan Pertumbuhan Vegetatif dengan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum, Mill.*)**. Jurnal Ilmiah Pertanian Vol. 4 No. 1 Universitas Lancang Kuning

Syakur, A. 2012. **Pendekatan Satuan Panas (*heat unit*) untuk Penentuan Fase Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Tomat di Dalam Rumah Tanaman (*Greenhouse*)**. Jurnal Agroland. 19(2): 96-101

Tim Bina Karya Tani. 2009. **Pedoman Bertanam Tomat**. Bandung: CV. Yrama Media

Umam, Khairul. 2018. **Kualitas Fisik dan Kimia Gula Siwalan Produksi Rumahan di Desa Grujugan Kec Gapura Kab Semene (Dikembangkan Sebagai Sumber Belajar Biologi dalam Bentuk Leaflet)**. Skripsi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang

USDA. 2018. **Basic Report 11529, Tomatoes, Red, Ripe, Raw, Year Round Average**. <https://ndb.nal.usda.gov> (17 Maret 2019)

Varanita, Zelzha Arinnesia., Tamrin, Agus Haryanto. 2016. **Pengaruh Getaran Terhadap Kerusakan Mekanis Tomat (*Lycopersium esculentum Mill.*)**. Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 5, No. 2:117-124

Villarreal-Soto, Silvia Alejandra, Sandra Beaufort, Jalloul Bouajila , Jean-Pierre Souchard, and Patricia Taillandier. 2018. **Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review**. Journal of Food Science Vol. 83, No. 3

Vinolina, Noverita S. 2009. **Biosintesis Senyawa Karotenoid**. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian Vol. 7(3)

Wardani, Rozamela Yulia dan Agustini, Rudiana. 2017. **Pengaruh Konsentrasi Yeast Hydrolysate Enzimatic (YHE) sebagai Suplemen Media Kultur untuk Pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus***. UNESA Journal of Chemistry, Vol. 6(1)

Winarto, W.P. dan Tim Lentera. 2004. **Memfaatkan Tanaman Sayur untuk Mengatasi Aneka Penyakit**. Jakarta: AgroMedia Pustaka

Wiryanta, Bernardinus T. Wahyu. 2008. **Bertanam Tomat**. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka

Wistiana, Duwi dan Zubaidah, Elok. 2015. **Karakteristik Kimiawi dan Mikrobiologis Kombucha dari Berbagai Daun Tinggi Fenol Selama Fermentasi**. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol 3 No 4 p 1446-1457

Wulandari, Astiti. 2018. **Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Kombucha Teh Hijau Daun Jati (*Tectona grandis*) terhadap Kadar Tanin Total dan Total Asam Tertitiasi**. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma

Xie, L., Ying, Y., Lin, H., Zhou, Y., & Niu, X. (2008). **Nondestructive determination of soluble solids content and pH in tomato juice using NIR transmittance spectroscopy**. Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety, 2(2), 111–115

Yuanita, Lavenia. 2017. **Pengujian Antioksidan pada Kombucha Salak (*Salacca zalacca*) dari Desa Suwaru dengan Variasi Penambahan Gula dan Kultur**. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya

Zebua, Mercy Julinda., Suharsi, Tatiek Kartika., Syukur, Muhamad. 2019. **Studi Karakter Fisik dan Fisiologi Buah dan Benih Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Tora IPB**. Bul. Agrohorti 7(1)

Zubaidah, E., Yurista, S., Rahmadani, N. R. 2018. **Characteristic of Physical, Chemical and Microbiological Kombucha from Various Varieties of Apples**. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 131



## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Prosedur Analisa****1. Analisa Total Mikroba (TPC) (Fardiaz, 1987)**

- a) Sampel diambil 1 ml, dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml larutan pepton steril (pengenceran  $10^{-1}$ )
- b) Diambil 1 ml larutan dari pengenceran  $10^{-1}$ , dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml larutan pepton steril (pengenceran  $10^{-2}$ ), begitu seterusnya hingga pengenceran  $10^{-9}$
- c) Diambil 1 ml dari masing-masing pengenceran  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ , dan  $10^{-9}$
- d) Dituang dalam cawan petri steril, lalu dituang media PCA sampai dasar cawan tertutup media
- e) Setelah media memadat, diinkubasi selama 48 jam dengan suhu  $37^{\circ}\text{C}$
- f) Catat pertumbuhan koloni pada setiap cawan yang mengandung koloni
- g) Hitung angka TPC dalam 1 ml dengan mengalikan jumlah koloni rata-rata dengan faktor pengenceran yang digunakan dengan satuan CFU/ml atau koloni per ml

Untuk melaporkan hasil analisis mikrobiologi dengan hitungan cawan digunakan sebagai standar yang disebut *Standar Plate Count*, yaitu:

- Cawan yang dipilih dan dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30-300
- Beberapa koloni yang bergabung menjadi satu merupakan kumpulan koloni yang besar, dimana jumlah koloninya dihitung sebagai satu koloni
- Satu deretan rantai terlihat sebagai satu garis tebal dihitung sebagai satu koloni

Faktor Pengencer (FP) = P awal x P selanjutnya x jumlah koloni yang tumbuh

Jumlah koloni per ml = Jumlah koloni x  $\frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$

**2. Analisa Total Fenol (George et al., 2005)****Penentuan Kurva Standar Asam Galat**

- a) 1 gram asam galat dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml

- b) Dibuat larutan dengan konsentrasi 0; 1; 2; 2,5; 5; 10 ppm asam galat menggunakan aquades 10 ml
- c) Diambil setiap 0,5 ml larutan sampel dan dimasukkan tabung reaksi berisi 2,5 ml reagen Follin-Ciocalteu (diencerkan 1:10)
- d) Divortex dan didiamkan selama 5 menit
- e) Ditambahkan 4 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7.5% (w/v) (7,5 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam 100 ml aquades)
- f) Divortex dan didiamkan selama 30 menit di ruang gelap
- g) Dilakukan pembacaan absobansi pada panjang gelombang 765 nm dan dicatat hasilnya

#### **Persiapan Sampel**

- a) 1 ml sampel dimasukkan kedalam labu ukur 10 ml, ditambahkan aquades hingga tanda batas, lalu dhomogenkan
- b) Diambil 0,5 ml sampel yang sudah dilarutkan dan selanjutnya digunakan uji penentuan total fenol

#### **Penentuan Total Gula**

- a) Diambil 0,5 ml larutan sampel dan dimasukkan kedalam tabung reaksi berisi 2,5 ml reagen Follin-Ciocalteu (diencerkan 1:10)
- b) Divortex dan didiamkan selama 5 menit
- c) Ditambahkan 4 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7.5% (w/v) (7,5 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam 100 ml aquades)
- d) Divortex dan didiamkan selama 30 menit di ruang gelap
- e) Dilakukan pembacaan absobansi pada panjang gelombang 765 nm an dicatat hasilnya
- f) Dikalibrasi dengan kurva standar asam galat untuk didapatkan total fenol dalam  $\mu\text{g GAE/ml}$

$$\text{Total fenol} = X * \text{FP}$$

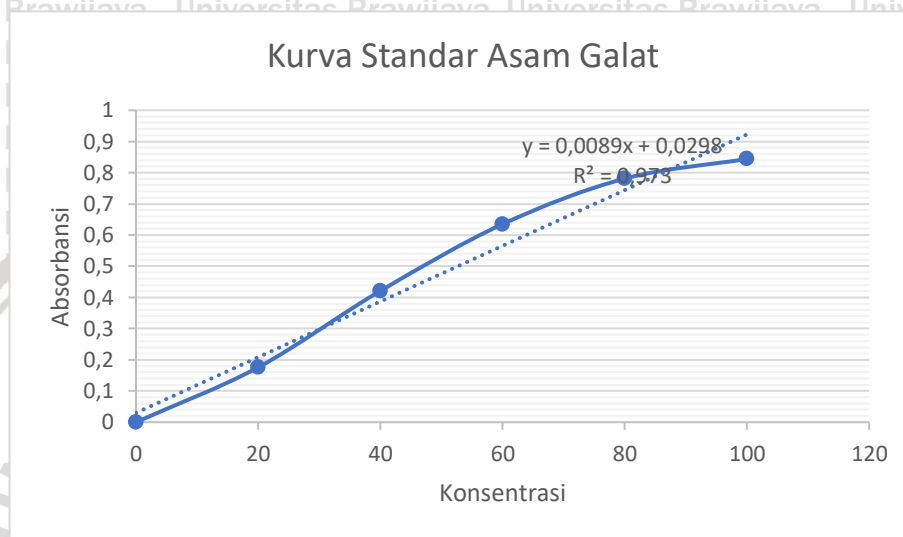
Keterangan:

X = nilai dari persamaan standar asam galat

FP = Faktor pengeceran



Konsentrasi	Absorbansi
0	0
20	0,176
40	0,421
60	0,635
80	0,781
100	0,844



### 3. Analisa Total Gula (Apriyanto, 1989)

#### Penentuan Kurva Standar

- 10 mg glukosa anhidrat dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml
- Larutan dibuat dengan konsentrasi 2,4,6,8,10 mg per ml
- Setiap 1 ml larutan diambil dan dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 5 ml anthrone (0,05 gram dalam 50 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat) dibuat hanya pada waktu hari akan digunakan, tidak stabil dan haya tahan 1 hari
- Sampel ditutup dengan plastik dihomogenkan dan dipanaskan 100°C selama 12 menit
- Semua tabung yang berisi sampel diambil dan segera didinginkan bersama-sama degan beaker glass yang berisi air dingin hingga suhu tabung reaksi mencapai 25°C
- Sampel didinginkan dengan cepat menggunakan air mengalir
- Sampel dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 630 nm dan dicatat hasil



**Persiapan Sampel**

- a) 5 ml sampel dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml
- b) Aquades ditambahkan sampel tanda batas, lalu dihomogenkan
- c) Hasil pengenceran dituangkan ke Erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan CaCO<sub>3</sub> diaduk dan ditutup alumunium foil
- d) Sampel dipanaskan pada suhu 100°C Selama 30 menit dan didinginkan
- e) Disaring dengan keras saring
- f) 1 ml filtrate diambil dan dimasukkan kedalam labu ukur (diencerkan sesuai pembacaan)

**Penentuan Total Gula**

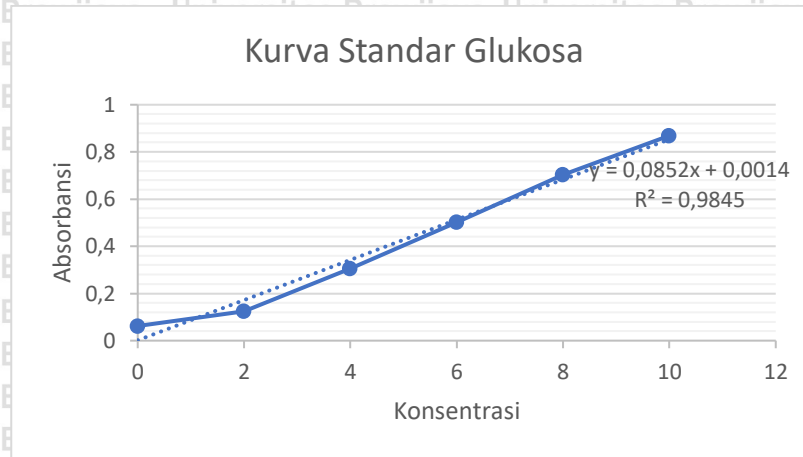
- a) Setiap 1 ml larutan diambil dan dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 5 ml anthrone (0,05 gram dalam 50 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat)
- b) Tabung reaksi ditutup dengan alumunium foil dihomogenkan dan dipanaskan 100°C selama 12 menit
- c) Didinginkan dengan air mengalir
- d) Sampel dipindahkan kedalam kuvet dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 630 nm dan dicatat hasil serta dihitung

$$\text{Total gula} = \frac{\text{Hasil Pembacaan} \times \text{Pengenceran}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Konsentrasi	Absorbansi
0	0,062
2	0,125
4	0,305
6	0,501
8	0,703
10	0,869







#### 4. Analisa Total Asam ( Modifikasi Apriyanto *et al*, 1989)

- 1 ml sampel dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml
- Ditambahkan aquades hingga tanda batas,lalu disaring menggunakan kertas saring
- Ditambahkan 2 tetes indikator PP
- Dititrasi meggunakan larutan NaOH 0,1 N hingga berwarna merah jambu

Perhitungan :

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times P \times \text{BM}}{\text{Berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan :

- V = Volume NaOH 0,1 N
- N = Normalitas NaOH 0,1 N
- P = Faktor Pengencer
- BM = Berat Molekul

Standarisasi Larutan NaOH 0,1 N

- Ditimbang 0,1 gram asam oksalat dengan BM =126
- Dimasukkan kedalam labu ukur 25 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas
- Ditambahkan 2 tetes indikator PP
- Dititrasi dengan larutan NaOH sampai terbentuk warna merah jambu
- Diulangi sebanyak 3 kali ulangan

Perhitungan :

$$N \text{ NaOH} = \frac{\text{gram asam oksalat} \times 2}{0,126 \times \text{ml NaOH}}$$



**5. Analisa pH (AOAC, 1995)**

- a) pH meter dinyalakan
- b) Elektroda dimasukkan kedalam buffer pH 7, ditunggu hingga stabil
- c) Elektroda dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan dengan tissue
- d) Selanjutnya elektroda dimasukkan kedalam buffer pH 4, ditunggu hingga stabil
- e) Elektroda dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan dengan tissue
- f) Elektroda dimasukkan kedalam sampel dan dibiarkan tercelup hingga stabil
- g) Tulis hasil pH sampel yang terbaca pada pH meter





**Lampiran 2. Analisa Data dan Analisa Sidik ragam**

**1. Total Mikroba (CFU/ml)**

Hari ke-0

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	290000000	370000000	430000000	1090000000	363333333	70237691,69
TC 5%	220000000	430000000	510000000	1160000000	386666667	149777612,9
TC 10%	280000000	410000000	540000000	1230000000	410000000	130000000
TC 15%	210000000	390000000	450000000	1050000000	350000000	124899960
TS 5%	330000000	490000000	570000000	1390000000	463333333	122202018,5
TS 10%	230000000	350000000	420000000	1000000000	333333333	96090235,37
TS 15%	310000000	440000000	590000000	1340000000	446666667	140118997

Hari ke-8

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	1270000000	1290000000	780000000	2197000000	7323333333	5829634065
TC 5%	1680000000	2170000000	1210000000	2459000000	8196666667	11696590671
TC 10%	2130000000	2850000000	2670000000	5247000000	17490000000	13329827456
TC 15%	2510000000	2920000000	1350000000	6780000000	22600000000	8143095235
TS 5%	1020000000	2240000000	1460000000	3802000000	12673333333	10819433134
TS 10%	2530000000	3020000000	1980000000	7530000000	25100000000	5202883816
TS 15%	2970000000	3375000000	2130000000	8475000000	28250000000	6350393689

Peningkatan

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rerata Peningkatan	STDEV
	I	II	III			
TEH	980000000	1253000000	737000000	2088000000	696000000	5785905288
TC 5%	1460000000	2127000000	700000000	2343000000	781000000	11662894152
TC 10%	2102000000	2809000000	213000000	5124000000	1708000000	13420994747
TC 15%	2489000000	2881000000	1305000000	6675000000	2225000000	8204974101
TS 5%	690000000	2191000000	1403000000	3663000000	1221000000	10726434636
TS 10%	2507000000	2985000000	1938000000	7430000000	2476666667	5241586910
TS 15%	2939000000	3331000000	2071000000	8341000000	2780333333	6448110834



2. Total Asam (%)

Hari ke-0

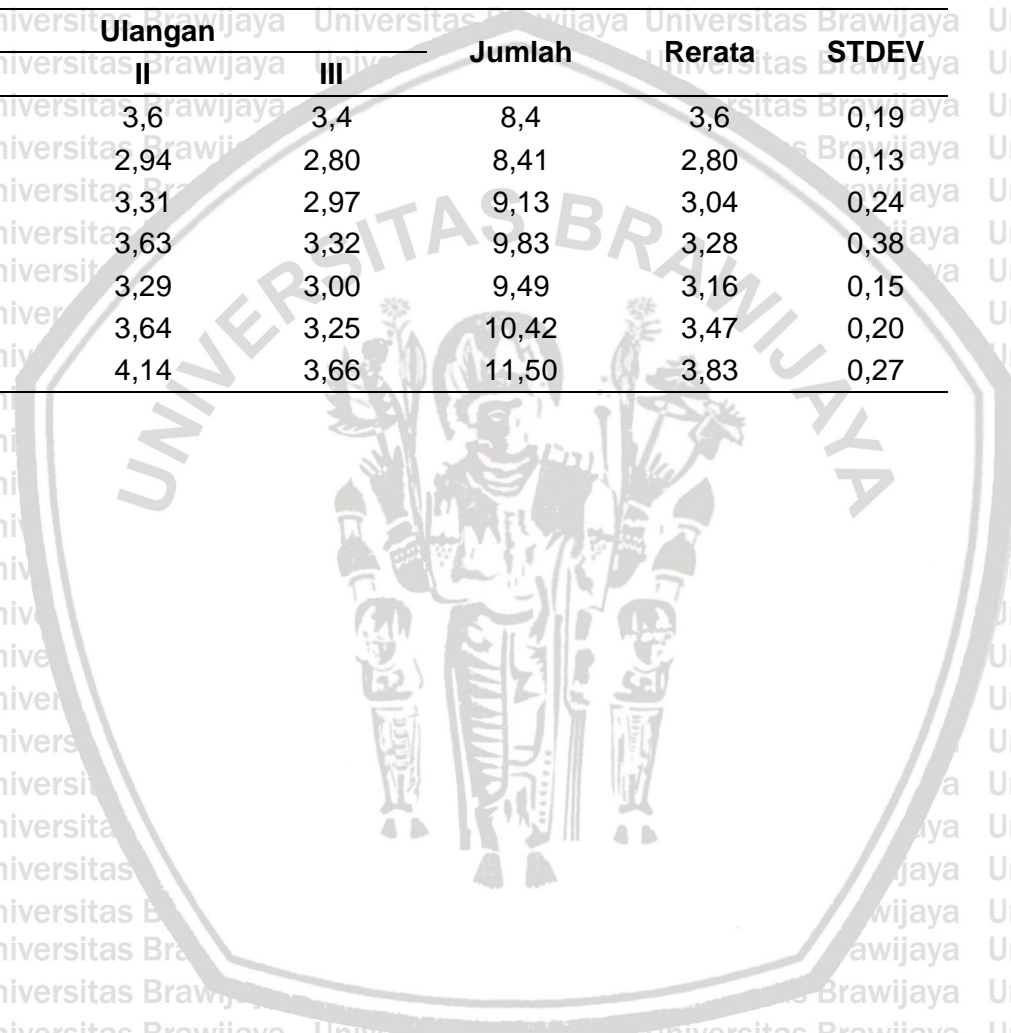
Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	0,37	0,33	0,45	1,15	0,38	0,06
T1G1	0,42	0,48	0,46	1,36	0,45	0,03
T1G2	0,41	0,47	0,48	1,36	0,45	0,04
T1G3	0,41	0,48	0,49	1,38	0,46	0,05
T2G1	0,41	0,46	0,49	1,35	0,45	0,04
T2G2	0,41	0,47	0,49	1,37	0,46	0,04
T2G3	0,41	0,46	0,49	1,36	0,45	0,04

Hari ke-8

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	1,74	1,63	1,64	5,01	1,67	0,06
T1G1	3,09	3,42	3,25	9,76	3,25	0,16
T1G2	3,25	3,78	3,45	10,48	3,49	0,27
T1G3	3,29	4,11	3,82	11,21	3,74	0,42
T2G1	3,61	3,74	3,48	10,84	3,61	0,13
T2G2	3,94	4,11	3,74	11,79	3,93	0,18
T2G3	4,11	4,60	4,15	12,86	4,29	0,27

Peningkatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	3,8	3,6	3,4	8,4	3,6	0,19
T1G1	2,67	2,94	2,80	8,41	2,80	0,13
T1G2	2,85	3,31	2,97	9,13	3,04	0,24
T1G3	2,88	3,63	3,32	9,83	3,28	0,38
T2G1	3,20	3,29	3,00	9,49	3,16	0,15
T2G2	3,54	3,64	3,25	10,42	3,47	0,20
T2G3	3,70	4,14	3,66	11,50	3,83	0,27





Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varietas Tomat	1	0,91197	0,91197	37,00	0,000
Konsentrasi Gula Ulangan	2	0,98804	0,49402	20,04	0,000
	2	0,44919	0,22460	9,11	0,006
Varietas Tomat*Konsentrasi Gula	2	0,02906	0,01453	0,59	0,573
Error	10	0,24651	0,02465		
Total	17	2,62477			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
0,157005	90,61%	84,03%	69,57%

UJI LANJUT BNT 5%

BNT T

T tabel	Akar 2ktg/rk	BNT 5%	Rerata	Penjumlahan	Pengurangan Rerata
2,228	0,128193	0,286	3,04	3,33	
			3,49	3,78	0,45

BNT G

T tabel	Akar 2ktg/rk	BNT 5%	Rerata	Penjumlahan	Pengurangan Rerata
2,228	0,128193	0,286	2,98	3,27	
			3,26	3,54	0,28
			3,55	3,84	0,57

TABEL 2 ARAH

Perlakuan	T1	T2	Jumlah	Jumlah Kuadrat	Rata-rata	STDEV
G1	2,80	3,16	5,96	35,54	2,98	0,26
G2	3,04	3,47	6,52	42,46	3,26	0,30
G3	3,28	3,83	7,11	50,54	3,55	0,39
Jumlah	9,12	10,47	19,59	128,54		
Jumlah Kuadrat	83,14	109,60	192,74			
Rata-rata	3,04	3,49				
STDEV	0,24	0,34				



**NOTASI**

**Fisher Pairwise Comparisons: Response = Total Asam, Term = Varietas Tomat**

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Varietas	N	Mean	Grouping
T2	9	3,48960	A
T1	9	3,03942	B

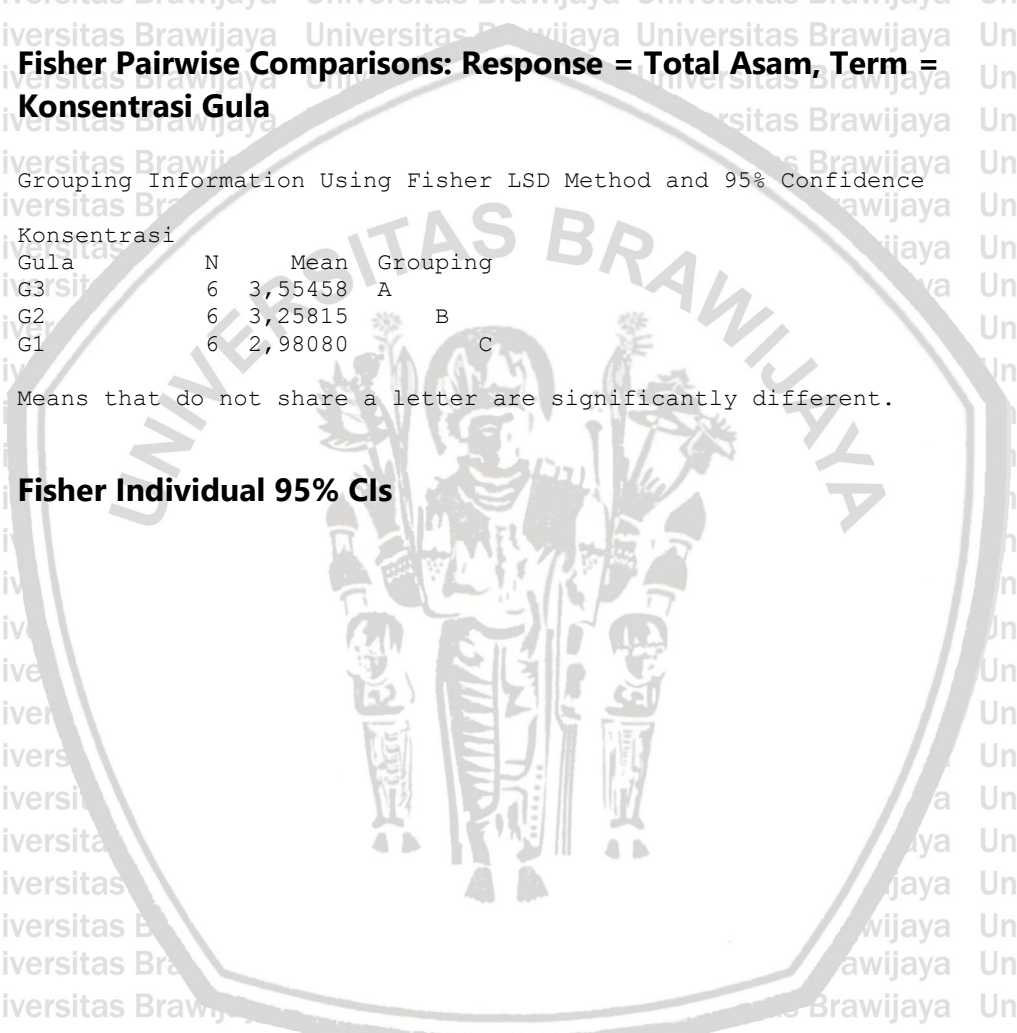
**Fisher Pairwise Comparisons: Response = Total Asam, Term = Konsentrasi Gula**

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Konsentrasi Gula	N	Mean	Grouping
G3	6	3,55458	A
G2	6	3,25815	B
G1	6	2,98080	C

Means that do not share a letter are significantly different.

**Fisher Individual 95% CIs**





3. pH

Hari ke-0

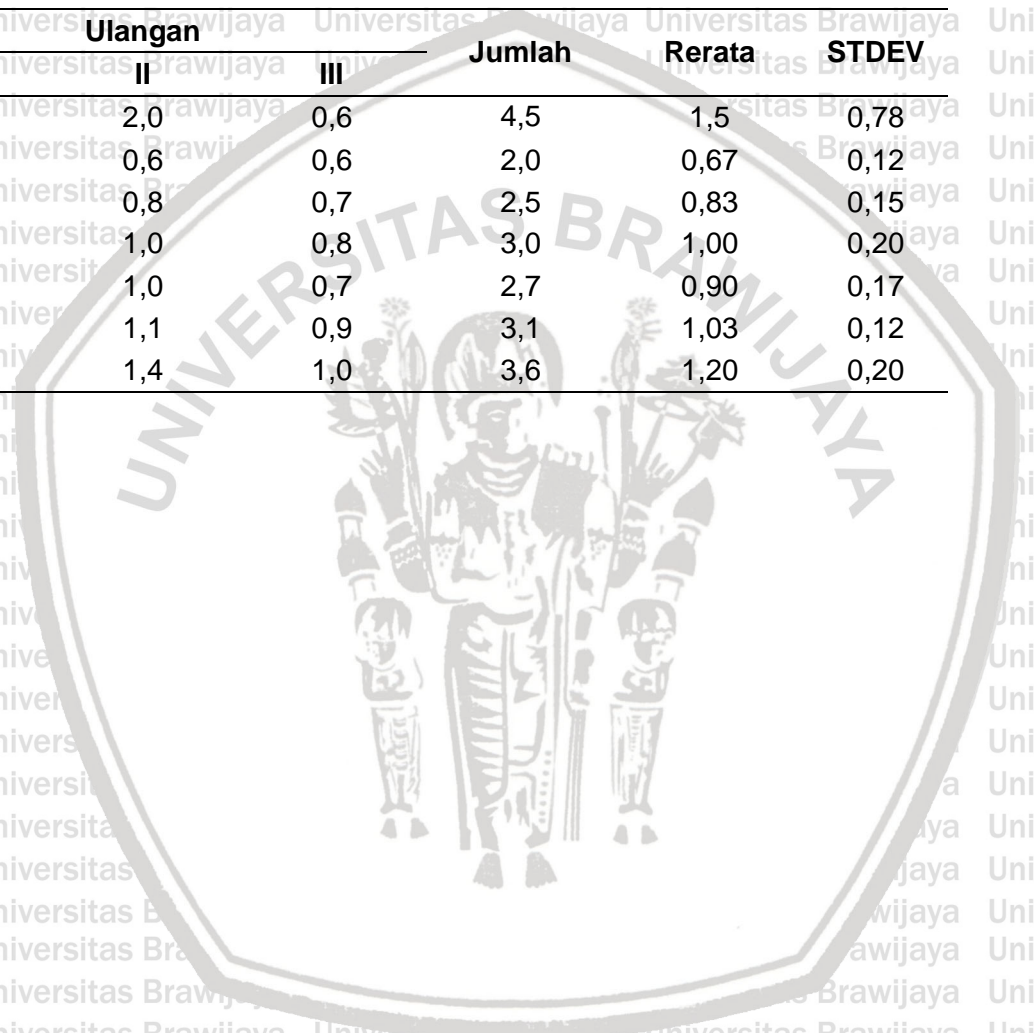
Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	4,2	4	3,7	11,9	3,97	0,25
T1G1	3,8	3,8	3,9	11,5	3,83	0,06
T1G2	3,8	3,8	3,9	11,5	3,83	0,06
T1G3	3,9	3,8	3,8	11,5	3,83	0,06
T2G1	3,9	4,0	3,9	11,8	3,93	0,06
T2G2	3,9	4,0	3,9	11,8	3,93	0,06
T2G3	3,9	4,0	3,9	11,8	3,93	0,06

Hari ke-8

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	2,3	2	3,1	7,4	2,47	0,57
T1G1	3,0	3,2	3,3	9,5	3,17	0,15
T1G2	2,8	3,0	3,2	9,0	3,00	0,20
T1G3	2,7	2,8	3,0	8,5	2,83	0,15
T2G1	2,9	3,0	3,2	9,1	3,03	0,15
T2G2	2,8	2,9	3,0	8,7	2,90	0,10
T2G3	2,7	2,6	2,9	8,2	2,73	0,15

Penurunan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	1,9	2,0	0,6	4,5	1,5	0,78
T1G1	0,8	0,6	0,6	2,0	0,67	0,12
T1G2	1,0	0,8	0,7	2,5	0,83	0,15
T1G3	1,2	1,0	0,8	3,0	1,00	0,20
T2G1	1,0	1,0	0,7	2,7	0,90	0,17
T2G2	1,1	1,1	0,9	3,1	1,03	0,12
T2G3	1,2	1,4	1,0	3,6	1,20	0,20





Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varietas Tomat	1	0,200556	0,200556	22,56	0,001
Konsentrasi Gula Ulangan	2	0,301111	0,150556	16,94	0,001
	2	0,231111	0,115556	13,00	0,002
Varietas Tomat*Konsentrasi Gula	2	0,001111	0,000556	0,06	0,940
Error	10	0,088889	0,008889		
Total	17	0,822778			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
0,0942809	89,20%	81,63%	65,00%

UJI LANJUT BNT 5%

BNT T

T tabel	Akar 2ktg/rk	BNT 5%	Rerata	Penjumlahan	Pengurangan Rerata
2,228	0,076981	0,172	0,83	1,00	
			1,04	1,22	0,21

BNT G

T tabel	Akar 2ktg/rk	BNT 5%	Rerata	Penjumlahan	Pengurangan Rerata
2,228	0,076981	0,172	0,78	0,95	
			0,93	1,10	0,15
			1,10	1,27	0,32

TABEL 2 ARAH

Perlakuan	T1	T2	Jumlah	Jumlah Kuadrat	Rata-rata	STDEV
G1	0,67	0,90	1,57	2,45	0,78	0,16
G2	0,83	1,03	1,87	3,48	0,93	0,14
G3	1,00	1,20	2,20	4,84	1,10	0,14
Jumlah	2,50	3,13	5,63	10,78		
Jumlah Kuadrat	6,25	9,82	16,07			
Rata-rata	0,83	1,04				
STDEV	0,17	0,15				



**NOTASI**

**Fisher Pairwise Comparisons: Response = pH, Term = Varietas Tomat**

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Varietas Tomat	N	Mean	Grouping
T2	9	1,04444	A
T1	9	0,83333	B

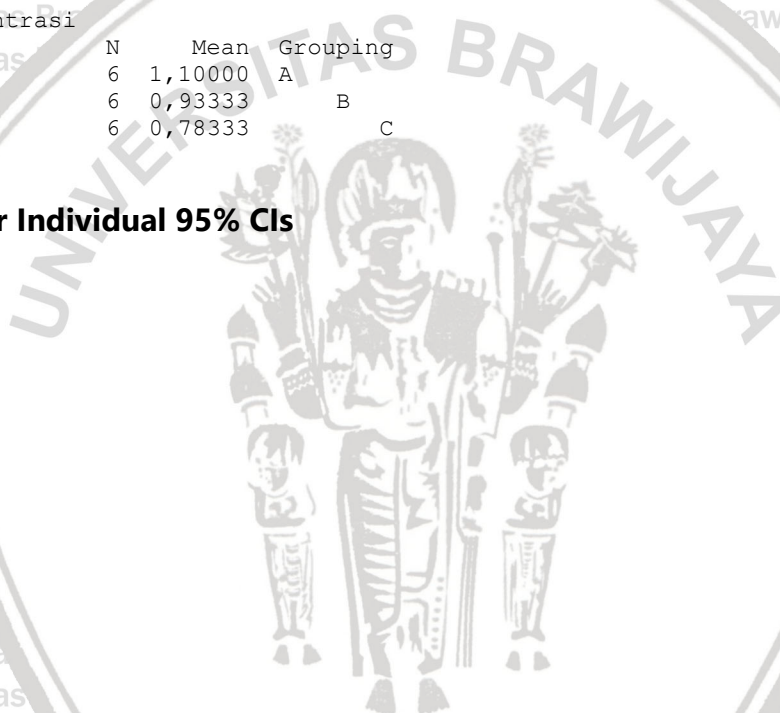
**Fisher Pairwise Comparisons: Response = pH, Term = Konsentrasi**

**Gula**

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Konsentrasi Gula	N	Mean	Grouping
G3	6	1,10000	A
G2	6	0,93333	B
G1	6	0,78333	C

**Fisher Individual 95% CIs**





4. Total Fenol ( $\mu\text{g GAE/ml}$ )

Hari ke-0

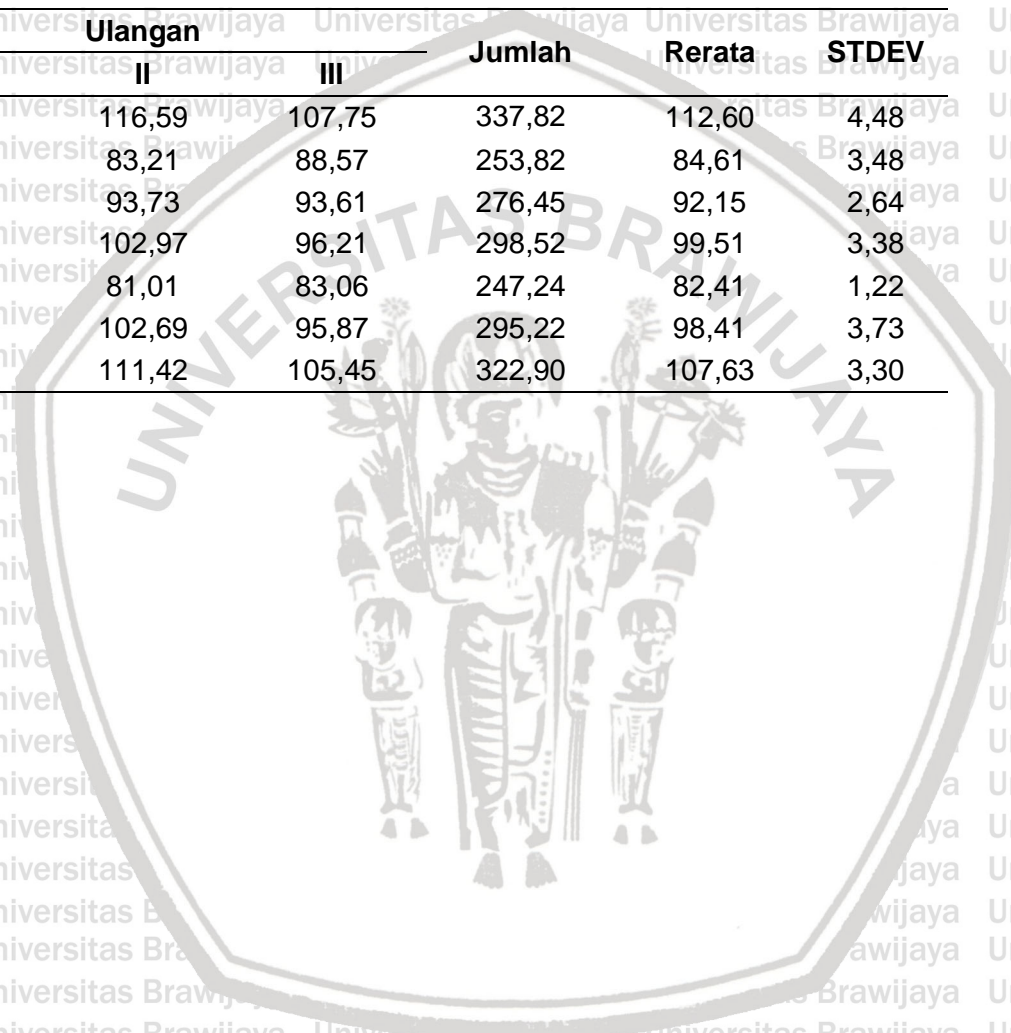
Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	368,21	355,20	367,10	1090,51	389,57	7,21
T1G1	227,17	223,84	226,04	677,05	225,68	1,69
T1G2	242,74	253,58	241,46	737,78	245,93	6,66
T1G3	261,96	263,49	277,81	803,27	267,76	8,74
T2G1	183,34	182,11	171,33	536,78	178,93	6,61
T2G2	194,37	195,71	199,29	589,37	196,46	2,55
T2G3	201,53	200,54	213,12	615,19	205,06	7,00

Hari ke-8

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	481,69	471,78	474,85	1428,32	476,10	5,07
T1G1	227,17	223,84	226,04	677,05	225,68	1,69
T1G2	242,74	253,58	241,46	737,78	245,93	6,66
T1G3	261,96	263,49	277,81	803,27	267,76	8,74
T2G1	183,34	182,11	171,33	536,78	178,93	6,61
T2G2	194,37	195,71	199,29	589,37	196,46	2,55
T2G3	201,53	200,54	213,12	615,19	205,06	7,00

Peningkatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	113,48	116,59	107,75	337,82	112,60	4,48
T1G1	82,05	83,21	88,57	253,82	84,61	3,48
T1G2	89,10	93,73	93,61	276,45	92,15	2,64
T1G3	99,33	102,97	96,21	298,52	99,51	3,38
T2G1	83,17	81,01	83,06	247,24	82,41	1,22
T2G2	96,66	102,69	95,87	295,22	98,41	3,73
T2G3	106,03	111,42	105,45	322,90	107,63	3,30





Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varietas Tomat	1	74,34	74,343	8,90	0,014
Konsentrasi Gula Ulangan	2	1219,12	609,559	72,99	0,000
	2	30,03	15,016	1,80	0,215
Varietas Tomat*Konsentrasi Gula	2	90,68	45,339	5,43	0,025
Error	10	83,51	8,351		
Total	17	1497,68			

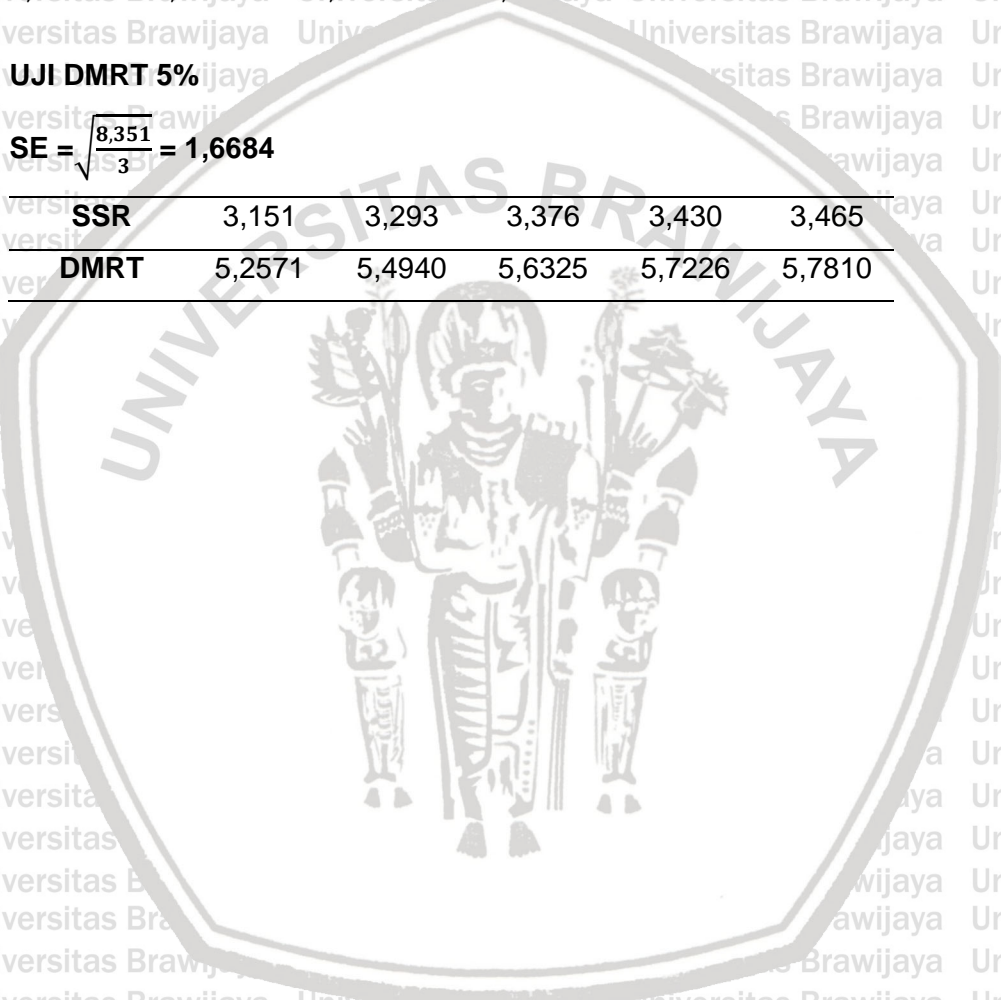
Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2,88986	94,42%	90,52%	81,93%

UJI DMRT 5%

$$SE = \sqrt{\frac{8,351}{3}} = 1,6684$$

	3,151	3,293	3,376	3,430	3,465
<b>SSR</b>					
<b>DMRT</b>	5,2571	5,4940	5,6325	5,7226	5,7810



5. Total Gula (%)

Hari ke-0

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	13,57	13,13	13,41	40,11	13,37	0,22
T1G1	5,175	5,478	5,28	15,933	5,31	0,15
T1G2	11,654	11,829	11,71	35,193	11,73	0,09
T1G3	16,029	16,320	16,67	49,019	16,34	0,32
T2G1	5,266	5,535	5,38	16,181	5,39	0,14
T2G2	11,993	11,964	11,99	35,947	11,98	0,02
T2G3	16,430	16,895	16,84	50,165	16,72	0,25

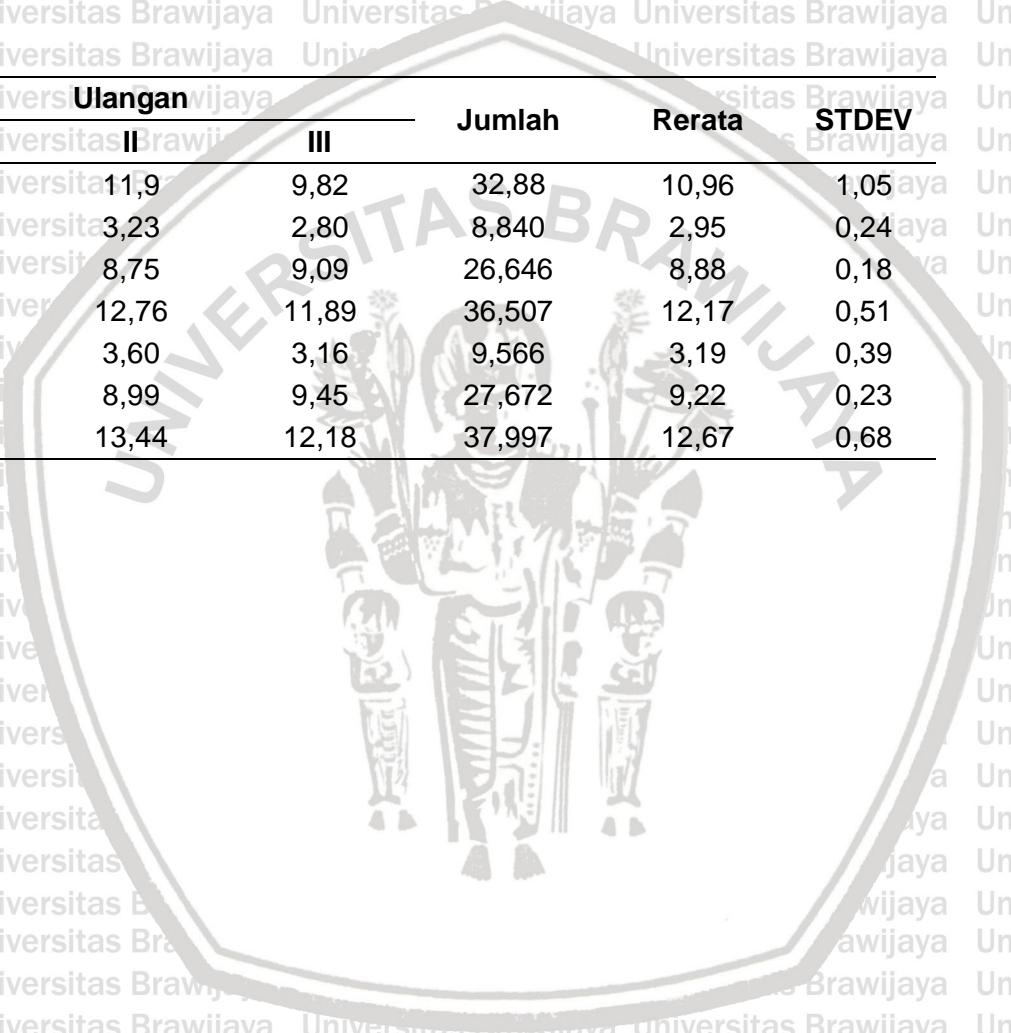
Hari ke-8

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	2,41	1,23	3,59	7,23	2,41	1,18
T1G1	2,36	2,25	2,48	7,093	2,36	0,12
T1G2	2,85	3,08	2,62	8,547	2,85	0,23
T1G3	4,17	3,56	4,78	12,512	4,17	0,61
T2G1	2,46	1,94	2,22	6,615	2,21	0,26
T2G2	2,77	2,97	2,54	8,275	2,76	0,22
T2G3	4,06	3,45	4,66	12,168	4,06	0,61



Peningkatan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
TEH	11,16	11,9	9,82	32,88	10,96	1,05
T1G1	2,81	3,23	2,80	8,840	2,95	0,24
T1G2	8,81	8,75	9,09	26,646	8,88	0,18
T1G3	11,86	12,76	11,89	36,507	12,17	0,51
T2G1	2,81	3,60	3,16	9,566	3,19	0,39
T2G2	9,23	8,99	9,45	27,672	9,22	0,23
T2G3	12,37	13,44	12,18	37,997	12,67	0,68



Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Varietas Tomat	1	0,602	0,602	4,54	0,059
Konsentrasi Gula Ulangan	2	269,208	134,604	1014,16	0,000
	2	0,749	0,375	2,82	0,107
Varietas Tomat*Konsentrasi Gula	2	0,049	0,024	0,18	0,835
Error	10	1,327	0,133		
Total	17	271,935			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,364313	99,51%	99,17%	98,42%

**UJI LANJUT BNT 5%  
BNT G**

T tabel	Akar 2ktg/rk	BNT 5%	Rerata	Penjumlahan	Pengurangan Rerata
2,228	0,389871774	0,869	3,13	4,00	
			9,55	10,42	6,42
			12,90	13,77	9,77

**TABEL 2 ARAH**

Perlakuan	T1	T2	Jumlah	Jumlah Kuadrat	Rata-rata	STDEV
<b>G1</b>	2,95	3,19	6,14	37,64	3,07	0,17
<b>G2</b>	8,88	9,22	18,11	327,83	9,05	0,24
<b>G3</b>	12,17	12,67	24,83	616,77	12,42	0,35
<b>Jumlah</b>	24,00	25,08	49,08	982,24		
<b>Jumlah Kuadrat</b>	575,89	628,94	1204,83			
<b>Rata-rata</b>	8,00	8,36				
<b>STDEV</b>	4,67	4,80				

**NOTASI**

**Fisher Pairwise Comparisons: Response = Total Gula, Term = Konsentrasi Gula**

Grouping Information Using Fisher LSD Method and 95% Confidence

Konsentrasi Gula	N	Mean	Grouping
G3	6	12,4174	A
G2	6	9,0614	B
G1	6	3,0677	C

Means that do not share a letter are significantly different.

**Fisher Individual 95% CIs**





**Lampiran 3. Perlakuan Terbaik**

Nilai Perlakuan	pH	Total Asam	Total Fenol	Total Gula	Total Mikroba
TEH	2,5	1,67	459,73	2,41	7323333333
T1G1	3,2	3,3	310,29	2,36	8196666667
T1G2	3,0	3,5	338,08	2,85	17490000000
T1G3	2,8	3,7	367,26	4,17	22600000000
T2G1	3,0	3,6	261,34	2,21	12673333333
T2G2	2,9	3,9	294,86	2,76	25100000000
T2G3	2,7	4,3	312,70	4,06	28250000000

Jumlah Parameter	Lamda	Lamda^2
5	0,2	0,04

**DK**

Nilai Perlakuan	pH	Total Asam	Total Fenol	Total Gula	Total Mikroba
TEH	0,99	0,39	1,00	1,00	0,26
T1G1	1,27	0,76	0,67	0,98	0,29
T1G2	1,20	0,81	0,74	1,18	0,62
T1G3	1,13	0,87	0,80	1,73	0,80
T2G1	1,21	0,84	0,57	0,91	0,45
T2G2	1,16	0,91	0,64	1,14	0,89
T2G3	1,09	1,00	0,68	1,68	1,00

1-DK

Nilai Perlakuan	pH	Total Asam	Total Fenol	Total Gula	Total Mikroba
TEH	0,01	0,61	0,00	0,00	0,74
T1G1	-0,27	0,24	0,33	0,02	0,71
T1G2	-0,20	0,19	0,26	-0,18	0,38
T1G3	-0,13	0,13	0,20	-0,73	0,20
T2G1	-0,21	0,16	0,43	0,09	0,55
T2G2	-0,16	0,09	0,36	-0,14	0,11
T2G3	-0,09	0,00	0,32	-0,68	0,00

(1-DK)^2

Nilai Perlakuan	pH	Total Asam	Total Fenol	Total Gula	Total Mikroba
TEH	0,00	0,37	0,00	0,00	0,55
T1G1	0,07	0,06	0,11	0,00	0,50
T1G2	0,04	0,04	0,07	0,03	0,15
T1G3	0,02	0,02	0,04	0,53	0,04
T2G1	0,05	0,03	0,19	0,01	0,30
T2G2	0,03	0,01	0,13	0,02	0,01
T2G3	0,01	0,00	0,10	0,47	0,00



DK\*λ

Nilai Perlakuan	pH	Total Asam	Total Fenol	Total Gula	Total Mikroba	Jumlah
TEH	0,20	0,08	0,20	0,20	0,05	0,73
T1G1	0,25	0,15	0,13	0,20	0,06	0,79
T1G2	0,24	0,16	0,15	0,24	0,12	0,91
T1G3	0,23	0,17	0,16	0,35	0,16	1,07
T2G1	0,24	0,17	0,11	0,18	0,09	0,80
T2G2	0,23	0,18	0,13	0,23	0,18	0,95
T2G3	0,22	0,20	0,14	0,34	0,20	1,09

λ<sup>2</sup>(1-DK)<sup>2</sup>

Nilai Perlakuan	pH	Total Asam	Total Fenol	Total Gula	Total Mikroba	Jumlah
TEH	5,76E-06	1,50E-02	0,000000	0,0000	0,0219	0,0369
T1G1	0,003	0,002	0,004227	0,0000	0,0202	0,030
T1G2	0,002	0,001	0,002801	0,0013	0,0058	0,013
T1G3	0,001	0,001	0,001618	0,0213	0,0016	0,026
T2G1	0,002	0,001	0,007449	0,0003	0,0122	0,023
T2G2	0,001	0,000	0,005144	0,0008	0,0005	0,008
T2G3	0,000	0,000	0,004091	0,0187	0,0000	0,023

λ(1-DK)

Nilai Perlakuan	pH	Total Asam	Total Fenol	Total Gula	Total Mikroba	Jumlah
TEH	0,0024	0,1223	0,0000	0,0000	0,1482	0,2729
T1G1	-0,0533	0,0487	0,0650	0,0038	0,1420	0,2061
T1G2	-0,0400	0,0375	0,0529	-0,0364	0,0762	0,0901
T1G3	-0,0267	0,0262	0,0402	-0,1461	0,0400	-0,0663
T2G1	-0,0427	0,0319	0,0863	0,0170	0,1103	0,2029
T2G2	-0,0320	0,0172	0,0717	-0,0289	0,0223	0,0503
T2G3	-0,0187	0,0007	0,0640	-0,1366	0,0000	-0,0906

Hasil Perlakuan Terbaik

Nilai Perlakuan	L1	L2	L maks	Hasil	Rank
TEH	0,27	0,0369	0,148	0,4580	5
T1G1	0,21	0,0296	0,142	0,3777	4
T1G2	0,09	0,0129	0,076	0,1793	2
T1G3	-0,07	0,0260	0,040	-0,0002	
T2G1	0,20	0,0227	0,110	0,3359	3
T2G2	0,05	0,0078	0,072	0,1298	1
T2G3	-0,09	0,0231	0,064	-0,0035	



Lampiran 4. Uji T Test

1. Total Mikroba

**Two-Sample T-Test and CI: Kontrol; Kombucha Tomat**

Two-sample T for Kontrol vs Kombucha Tomat

	N	Mean	StDev	SE Mean
Kontrol	3	7323333333	5829634065	3365740797
Kombucha Tomat	3	2510000000	5202883816	3003886372

Difference =  $\mu$  (Kontrol) -  $\mu$  (Kombucha Tomat)  
 Estimate for difference: -1777666667  
 95% CI for difference: (-32133536777; -3419796556)  
 T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -3,94 P-Value = 0,029 DF = 3

2. Total Asam

**Two-Sample T-Test and CI: Kontrol; Kombucha Tomat**

Two-sample T for Kontrol vs Kombucha Tomat

	N	Mean	StDev	SE Mean
Kontrol	3	1,6700	0,0608	0,035
Kombucha Tomat	3	3,930	0,185	0,11

Difference =  $\mu$  (Kontrol) -  $\mu$  (Kombucha Tomat)  
 Estimate for difference: -2,260  
 95% CI for difference: (-2,744; -1,776)  
 T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -20,08 P-Value = 0,002 DF = 2

3. pH

**Two-Sample T-Test and CI: Kontrol; Kombucha Tomat**

Two-sample T for Kontrol vs Kombucha Tomat

	N	Mean	StDev	SE Mean
Kontrol	3	2,467	0,569	0,33
Kombucha Tomat	3	2,900	0,100	0,058

Difference =  $\mu$  (Kontrol) -  $\mu$  (Kombucha Tomat)

Estimate for difference: -0,433

95% CI for difference: (-1,868; 1,001)

T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -1,30 P-Value = 0,323 DF = 2

4. Total Fenol

**Two-Sample T-Test and CI: Kontrol; Kombucha Tomat**

Two-sample T for Kontrol vs Kombucha Tomat

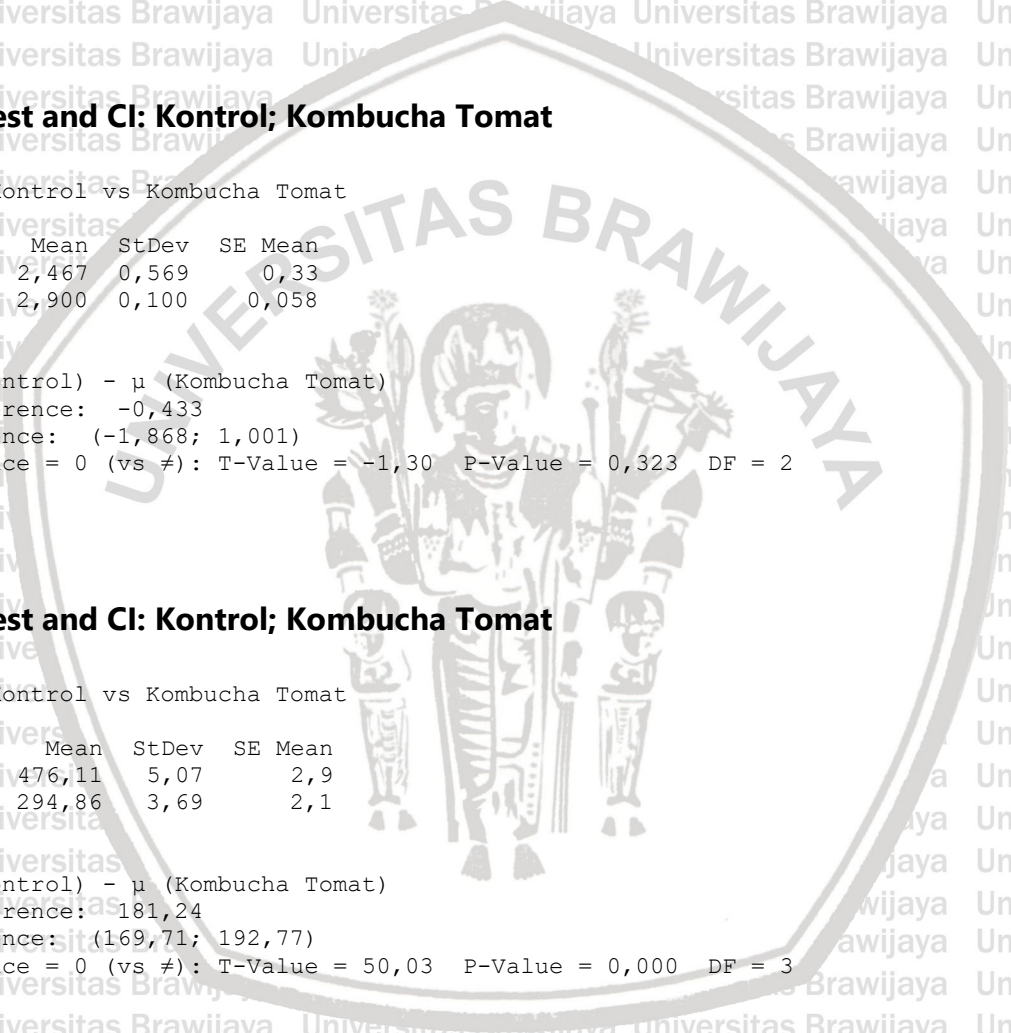
	N	Mean	StDev	SE Mean
Kontrol	3	476,11	5,07	2,9
Kombucha Tomat	3	294,86	3,69	2,1

Difference =  $\mu$  (Kontrol) -  $\mu$  (Kombucha Tomat)

Estimate for difference: 181,24

95% CI for difference: (169,71; 192,77)

T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = 50,03 P-Value = 0,000 DF = 3





5. Total Gula

**Two-Sample T-Test and CI: Kontrol; Kombucha Tomat**

Two-sample T for Kontrol vs Kombucha Tomat

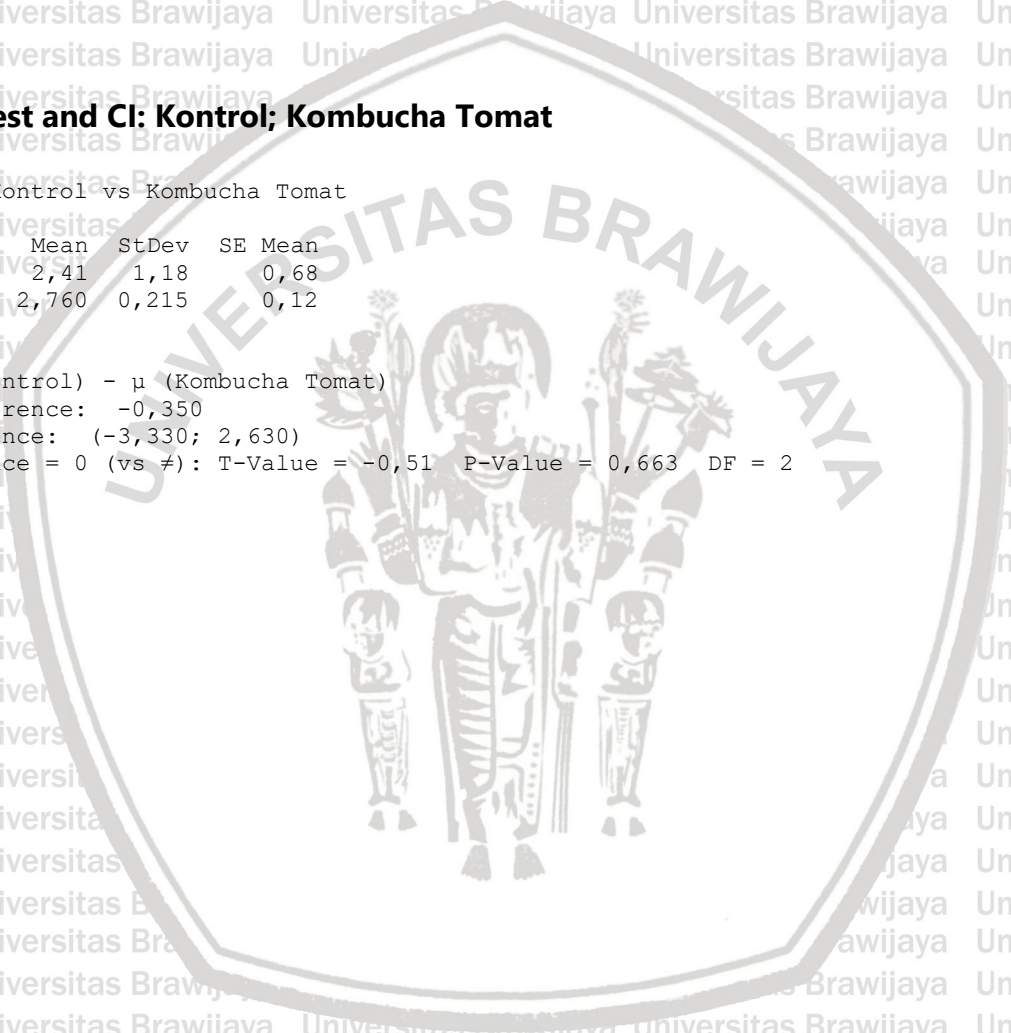
	N	Mean	StDev	SE Mean
Kontrol	3	2,41	1,18	0,68
Kombucha Tomat	3	2,760	0,215	0,12

Difference =  $\mu$  (Kontrol) -  $\mu$  (Kombucha Tomat)

Estimate for difference: -0,350

95% CI for difference: (-3,330; 2,630)

T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -0,51 P-Value = 0,663 DF = 2



Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian

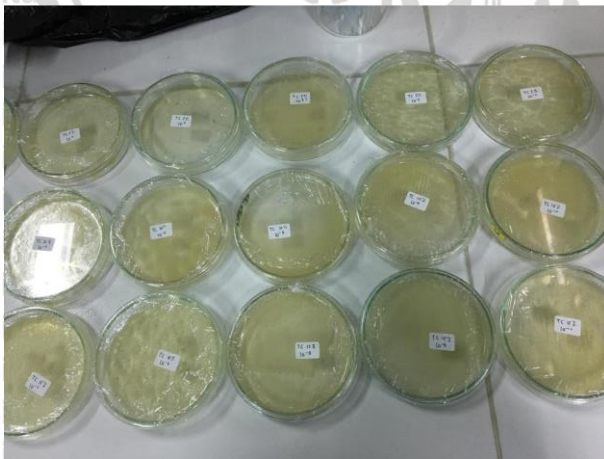
1. Kombucha Teh



2. Kombucha Tomat

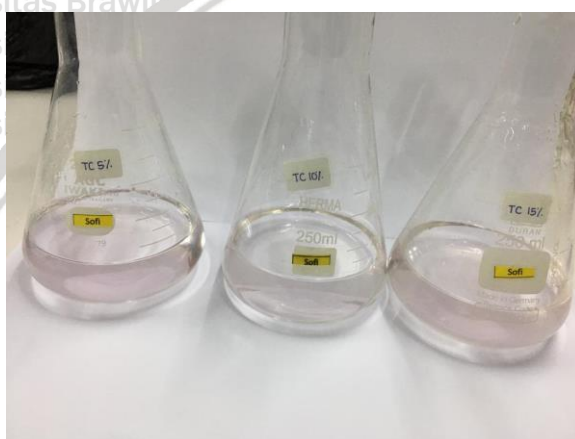


3. Uji Total Mikroba





#### 4. Uji Total Asam



AWIJAYA

