

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*)

*Moringa oleifera* adalah spesies yang paling umum dibudidayakan dari keluarga *Moringaceae*, yang berasal dari Asia Selatan, di mana ia tumbuh di kaki bukit Himalaya dari timur laut Pakistan hingga Benggala Barat Utara, India (Fahey, 2005). *Moringa oleifera* telah disajikan dan dinaturalisasi di berbagai bagian India, Afghanistan, Pakistan, Bangladesh, Asia Tenggara, Asia Barat, Sri Lanka, Afrika Timur dan Barat, Florida Selatan, semua melalui Hindia Barat dan dari Meksiko ke Peru, Paraguay dan Brasil (Sachan dkk, 2010). Berbagai jenis senyawa, misalnya, flavonoid, asam askorbat, fenolik, dan karotenoid yang ditemukan dalam daun *Moringa* bertindak sebagai sumber antioksidan alami yang baik (Dillard, 2000).

Kandungan nutrisi yang terdapat didalam *Moringa oleifera* adalah :

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi yang terdapat dalam *Moringa oleifera*

Nutrisi	<i>Moringa oleifera</i> per 100gr material	
	Daun Segar	Daun Kering
Kalori (kal)	92	205
Protein (g)	6,8	27,1
Fat (g)	1,7	2,3
karbohidrat (g)	12,5	38,2
Serat (g)	0,9	19,2
Vitamin B1 (mg)	0,06	2,64
Vitamin B2 (mg)	0,05	20,5
Vitamin B3 (mg)	0,8	8,2
Vitamin C (mg)	220	17,3
Vitamin E (mg)	448	10,8
Kalsium (mg)	440	2003
Magnesium (mg)	42	368
Posfor (mg)	70	204
Potasium (mg)	259	1324
Tembaga (mg)	0,07	0,57
Besi Tembaga (mg)	0,85	28,2

(F.G Winarno, 2018)

### 2.1.1 Klasifikasi



Gambar 2.1 Tanaman Daun Kelor

Regnum	: Plantae (Tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledone</i>
Sub kelas	: <i>Dialypetalae</i>
Ordo	: <i>Rhoeadales</i>
Famili	: <i>Moringaceae</i>
Genus	: <i>Moringa</i>
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i>

(Rollof dkk., 2009)

Tanaman kelor memiliki ketinggian 7-11 meter, berbatang berkayu (lignosus), tegak, berwarna putih kotor, kulit tipis, permukaan kasar, arah cabang tegak atau miring, cenderung tumbuh lurus dan memanjang. Daun kelor memiliki ciri berupa: majemuk, bertangkai panjang, tersusun berseling, beranak daun gasal (imparipinnatus), helai daun saat muda berwarna hijau muda. Buah berbentuk

panjang bersegi tiga, panjang 20 - 60 cm; buah muda berwarna hijau - setelah tua menjadi coklat, bentuk biji bulat - berwarna coklat kehitaman, berbuah setelah berumur 12 - 18 bulan. Akar tunggang, berwarna putih, membesar seperti lobak.

Tanaman Kelor adalah sejenis tumbuhan dari suku *Moringaceae*, tanaman dengan nama latin *Moringa Oleifera* ini merupakan tanaman tahunan yang biasa disebut juga sebagai 'Miracel Tree' si pohon ajaib, dikarenakan kandungan gizi dan khasiatnya yang luar biasa, dulu tanaman ini dipercaya untuk pengobatan penyakit atau sesuatu yang berhubungan dengan hal2 mistis, tapi sekarang sudah mulai banyak masyarakat yang mengkonsumsinya dalam kehidupan sehari2 sebagai sayuran atau dijadikan teh, dikarenakan mereka sudah mulai tau betapa banyaknya kandungan gizi didalam daun kelor.

Penelitian terhadap manfaat tanaman mulai dari daun, kulit batang, buah sampai bijinya, sejak awal tahun 1980-an telah dimulai. Ada sebuah laporan hasil penelitian, kajian dan pengembangan terkait dengan pemanfaatan tanaman kelor untuk penghijauan serta penahan penggurunan di Etiopia, Somalia, dan Kenya oleh tim Jerman, di dalam berkala Institute for Scientific Cooperation, Tubingen, 1993. Laporan tersebut dikhususkan terhadap kawasan yang termasuk Etiopia, Somalia, dan Sudan, karena sejak lama sudah menjadi tradisi penduduknya untuk menanam pohon kelor, mengingat pohon tersebut dapat menjadi bagian di dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan sayuran, bahan baku obat-obatan, juga untuk diperdagangkan. Di kawasan Arba Minch dan Konso, pohon kelor justru digunakan sebagai tanaman untuk penahan longsor, konservasi tanah, dan terasering. Sehingga pada musim hujan walau dalam jumlah yang paling minimal, jatuhnya air hujan akan dapat ditahan oleh sistem akar kelor, dan pada musim kemarau "tabungan" air sekitar akar kelor akan menjadi sumber air bagi tanaman lain. Juga karena sistem akar kelor cukup rapat, bencana longsor jarang terjadi.

Tanaman kelor merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang mudah dibiakkan karena tidak memerlukan perawatan yang intensif dan memiliki toleransi kekeringan yang tinggi. Dengan sifat tersebut, tanaman kelor memungkinkan untuk dibudidayakan pada lahan-lahan marginal untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan. Selain itu berbagai bagian tanaman kelor mengandung nutrisi yang baik dan bermanfaat secara luas pada berbagai

bidang seperti: pangan, kesehatan, kecantikan dan lingkungan, sehingga sangat wajar jika mendapat julukan *Tree For Life*. Perubahan pola hidup masyarakat menjadikan tanaman kelor sebagai pangan tradisional cenderung ditinggalkan oleh sebagian masyarakat. Sebab itu, informasi terkait ragam manfaat tanaman kelor perlu disosialisasikan pada masyarakat agar dapat dioptimalkan budidaya dan pemanfaatannya (Krisnadi, 2015).

Daun kelor dapat diolah menjadi teh seduh, teh celup, bubuk daun kelor serbaguna, kapsul, cokelat, keripik, bahkan sabun batangan. Daun kelor juga bisa menjadi masker untuk kecantikan. Daun kelor memiliki berbagai manfaat untuk kulit wajah misalnya mengurangi flek hitam, mencerahkan, mencegah dan mengurangi jerawat, mengurangi minyak, menghaluskan kulit, mengecilkan pori-pori, anti aging hingga mengangkat sel-sel kulit mati.

Meski daun kelor dipercaya dapat mengatasi masalah sembelit, ternyata hal ini dapat menjadi hal yang membahayakan bagi tubuh jika salah menggunakannya. Sebelum mengonsumsi daun kelor, sebaiknya menghindari makanan yang mengandung zat pencemar lainnya seperti papaya, agar-agar, dan lain-lain. Jika mengonsumsi daun kelor secara jangka panjang dan berlebihan, juga dapat mengakibatkan kerusakan hati dan ginjal.

Daun kelor merupakan sumber energi yang memiliki kandungan vitamin dan mineral yang baik untuk tubuh. Jika mengonsumsi daun kelor dengan kadar yang cukup, dapat memenuhi asupan vitamin dan mineral yang dibutuhkan setiap harinya. Selain itu, manfaat lain yang bisa didapatkan dari daun kelor ini dipercaya dapat menurunkan kadar kolesterol yang tinggi. Kandungan B-sitosterol yang ada di daun kelor dapat menurunkan kolesterol jahat yang ada di tubuh.

Budidaya daun kelor di dunia internasional merupakan program yang sedang digalakan. Terdapat beberapa julukan untuk pohon kelor, di antaranya *The Miracle Tree*, *Tree for Life*, dan *Amazing Tree*. Julukan tersebut muncul karena bagian pohon kelor mulai dari daun, buah, bijih, bunga, kulit batang, hingga akar memiliki manfaat yang luar biasa (Simbolan dkk., 2007).

Tanaman ini berasal dari daerah tropis dan subtropis di Asia Selatan. Tanaman ini umum digunakan untuk menjadi pangan dan obat di Indonesia. Biji kelor juga digunakan sebagai penjernih air skala kecil.

### 2.1.2 Manfaat Daun Kelor untuk kesehatan

Daun kelor memiliki banyak manfaat penting bagi kesehatan tubuh, biasanya dimasak sebagai sayur untuk pengobatan. Organisasi kesehatan dunia WHO menganjurkan bagi anak-anak dan bayi dalam masa pertumbuhan untuk mengkonsumsinya, karena manfaat dari kandungan daun kelor yang besar (Sulistiowati, 2020).

Sebagai komponen yang kerap digunakan dalam obat-obatan tradisional, manfaat daun kelor untuk kesehatan ternyata bukan mitos. Beberapa penelitian menyebutkan, daun yang satu ini bisa memberikan berbagai manfaat kesehatan, seperti:

- Memberikan nutrisi untuk tubuh  
Seperti Protein, Vitamin B6, Vitamin C, Zat besi, Riboflavin (vitamin B2), Vitamin A, Magnesium: 8% dari rekomendasi konsumsi harian
- Kaya akan antioksidan  
Antioksidan berfungsi untuk melindungi tubuh dari radikal bebas. Kadar radikal bebas yang terlalu tinggi, dapat meningkatkan risiko terhadap berbagai penyakit seperti diabetes melitus tipe 2, hingga penyakit jantung.
- Membantu menurunkan kadar gula darah
- Membantu meredakan peradangan
- Menurunkan kolesterol
- Melindungi tubuh dari keracunan arsen
- Membantu mengatasi kanker
- Baik untuk daya ingat
- Baik untuk jantung
- Mencegah anemia
- Berpotensi mengatasi infeksi bakteri
- Dipercaya baik untuk wanita menopause
- Baik untuk anak yang malnutrisi

(Sulistiowati, 2020)

Kelor (*Moringa aloifera* Lamk) merupakan jenis tumbuhan perdu yang berkhasiat untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Hepatitis B ialah peradangan pada jaringan hati, penyebabnya bisa karena virus, parasit, racun, maupun obat-

obatan. Salah satu tanda serangan hepatitis ialah warna mata dan kulit penderita tampak kuning (ikterik). Oleh karena itu, hepatitis sering disebut penyakit kuning. Minyak behen, minyak terbang, myrosine diduga dikandung di tumbuhan kelor yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit. Adanya kandungan zat berkhasiat dalam daun kelor sehingga dapat dimanfaatkan sebagai obat herbal untuk pengobatan penyakit Hepatitis B (Sri Wahyuni dkk, 2013).

Karena banyaknya kandungan nutrisi di dalam daun kelor, maka daun kelor pun menjadi salah satu daun yang dapat menjadi sumber nutrisi bagi tubuh. nutrisi ini sangat penting selain untuk menjaga kesehatan tubuh, nutrisi juga sangat penting untuk proses di dalam otak sehingga otak dan tubuh dapat bersinergi dengan baik. Manfaat lain dari daun kelor adalah untuk menyehatkan rambut seperti menguatkan dan melebatkan rambut. Rambut adalah mahkota yang harus senantiasa dijaga kesehatannya apalagi saat ini sangat banyak polusi sehingga membuat rambut menjadi mudah kotor, rontok dan bau. Dengan menggunakan daun kelor, rambut anda akan senantiasa terjaga kesehatan dan juga kekuatannya.

Daun kelor juga dapat digunakan untuk mengatasi batuk, batuk seringkali dianggap sebagai penyakit ringan, namun batuk yang tidak segera diobati dapat menyebabkan batuk berkepanjangan. Tidak hanya dengan meminum obat batuk, mengatasi batuk dapat dilakukan dengan menggunakan daun kelor kering. Menurut dokter sekaligus herbalis di Yogyakarta, dr Sidi Aritjahja, kelor mengandung antioksidan yang sangat tinggi dan sangat bagus untuk penyakit yang berhubungan dengan masalah pencernaan, misalnya luka usus dan luka lambung. “Bagian apa pun yang dipakai aman asal memperhatikan caranya,” ujar alumnus Universitas Gadjah Mada itu. Minumlah rebusan daun kelor selagi air hangat. Sebab, efek antioksidan masih kuat dalam keadaan hangat.

Dalam penelitian tabung reaksi, kombucha membantu mencegah pertumbuhan dan penyebaran sel kanker karena konsentrasi polifenol teh dan antioksidan yang tinggi. Diperkirakan polifenol dapat memblokir mutasi gen dan pertumbuhan sel kanker. Banyak studi yang menyebutkan bahwa peminum teh memiliki kemungkinan lebih kecil terkena kanker.

Makkar dan Becker (1997) melaporkan bahwa daun kelor mengandung 27% protein. Daun kelor sebagai sumber protein memiliki kandungan asam amino

esensial seimbang. Daun kelor juga dapat digunakan sebagai penutup luka dan obat pencahar serta sebagai anti anemia (Oduro dkk, 2008)

### 2.1.3 Antioksidan Daun Kelor

Antioksidan adalah zat yang dapat melawan radikal bebas, molekul reaktif yang dapat merusak sel-sel dalam tubuh. Banyak ilmuwan percaya bahwa antioksidan dari makanan dan minuman lebih baik untuk kesehatan daripada meminum suplemen antioksidan. Salah satunya caranya adalah meminum kombucha berbahan dasar teh hijau.

Daun kelor mengandung berbagai zat kimia yang bermanfaat. Fitokimia dalam kelor adalah tannin, steroid dan triterpenoid, flavonoid, saponin, antarquinon, dan alkaloid, dimana semuanya merupakan antioksidan (Kasolo dkk., 2010). Antioksidan didalam daun kelor mempunyai aktivitas menetralkan radikal bebas sehingga mencegah kerusakan oksidatif pada sebagian besar biomolekul dan menghasilkan proteksi terhadap kerusakan oksidatif secara signifikan (Sreelatha dan Padma, 2009).

Daun kelor mengandung senyawa aktif flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan untuk membantu menetralkan dan menstabilkan radikal bebas sehingga tidak lagi merusak sel-sel dan jaringan sehat.

Kelor (*Moringa oleifera*), terutama daunnya, mengandung antioksidan yang tinggi. Beberapa senyawa bioaktif utama fenoliknya merupakan grup flavonoid seperti kuersetin, kaempferol, dan lain-lain. Kuersetin merupakan antioksidan kuat, dengan kekuatan 4-5 kali lebih tinggi dibandingkan vitamin C dan vitamin E yang dikenal sebagai antioksidan potensial (Kurniasih, 2013).

Menurut hasil penelitian, dalam daun kelor segar memiliki kekuatan antioksidan 7 kali lebih banyak dibandingkan vitamin C (Fuglie, 2001). Salah satu grup flavonoid yang dimiliki kelor yaitu kuersetin, dimana kuersetin memiliki kekuatan antioksidan 4-5 kali lebih tinggi dibandingkan vitamin C dan vitamin E (Kurniasih, 2013).

## 2.2 Teh Kombucha

Teh kombucha mungkin masih terdengar asing di telinga masyarakat Indonesia. Teh kombucha sudah dikonsumsi selama hampir 2000 tahun di

Tiongkok. Teh Kombucha telah diketahui memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, penjualan teh kombucha inipun secara komersial terdapat di Indonesia seperti Bali, Dieng, Jogja. Diluar negeri terdapat penjualan teh kombucha secara komersial seperti di Australia, Jordania, India, Rusia, Jerman, hingga Amerika Serikat (Naland, 2008).

Kombucha sendiri memiliki kandungan vitamin B1, B6, B12, dan vitamin C. Hal ini berarti kombucha dapat mencerahkan kulit wajah, serta mendukung fungsi seluler dan perbaikan kerusakan oksidatif, dan juga membantu menjaga elastisitas kulit hingga proteksi kulit. Kombucha membantu mengecilkan pori-pori kulit, menekan agresi pigmentasi penyebab flek kecokelatan, mengatasi jerawat, antioksidan, mengembalikan kadar elastisitas kulit serta memperlambat proses penuaan pada jaringan kulit.

Teh ini didapat melalui fermentasi teh, ragi, dan gula selama seminggu atau lebih. Selama proses tersebut, zat asam, bakteri, dan alkohol akan terbentuk di dalam minuman kombucha. Inilah yang membuat teh kombucha bercita rasa tajam, asam, serta beraroma mirip cuka (Naland, 2008).

Teh yang dikenal juga dengan sebutan teh jamur ini mengandung vitamin B, sedikit alkohol, antioksidan, natrium, gula, dan probiotik. Oleh karena itu, teh kombucha diyakini memiliki beberapa manfaat untuk kesehatan tubuh. Di balik ketenarannya, minuman kombucha ini juga memiliki beberapa efek samping, seperti sakit kepala dan mual, jika diminum terlalu banyak. Beberapa efek ini diduga karena kandungan alkohol di dalam teh kombucha yang terbentuk dari proses fermentasi alami (Naland, 2008).

Pemanis yang umumnya digunakan dalam proses pembuatan teh kombucha adalah gula pasir namun karena gula pasir kurang baik apabila dikonsumsi secara berlebihan maka pemanis dapat diganti dengan menggunakan pemanis jenis lain misalnya saja gula aren. Pemanis berfungsi sebagai sumber energi bagi bakteri saat proses fermentasi berlangsung. Gula aren sendiri adalah gula yang dibuat dari nira pohon enau (aren), dimasak hingga kental sekali dan dicetak dalam bentuk-bentuk kepingan, bulat, atau silinder pendek. Gula aren mengandung kalori yang cukup tinggi dan efek sampingnya tidak begitu besar pada perubahan gula darah. Kandungan sukrosa pada gula aren yaitu 84,31% (Gardjito, 2013).



Minuman fermentasi yang terbuat dari jamur teh Kombucha ini juga tidak ketinggalan diambil manfaatnya untuk perawatan kulit. Kombucha kaya akan probiotik dan antioksidan yang baik untuk tubuh dan kulit. Sehingga baik untuk diminum rutin. Namun dermatolog Joshua Zeichner, MD menjelaskan manfaat kombucha pada produk skincare tidak sebesar manfaat meminumnya. Ini lantaran produk skincare membutuhkan pengawet agar masa pakainya tahan lama, yang menyebabkan tidak ada bakteri hidup di dalamnya. Jangan buru-buru mengernyitkan dahi, karena produk skincare kombucha kemungkinan mengandung ekstrak bakteri yang baik untuk mengatasi berbagai permasalahan kulit, seperti jerawat, eksim, dan kerutan.

### **2.3 Kombucha**

Kombucha merupakan hasil fermentasi larutan teh manis dengan menggunakan starter mikroba kombucha dan beberapa jenis khamir yang dikenal dengan jamur kombucha (Katz, 1962). Jamur kombucha adalah organisme berbentuk lembaran gelatin berwarna putih sampai kuning dengan ketebalan antara 0,3 – 1,2 cm dan terbungkus selaput liat.



Gambar 2.2 Jamur Kombucha atau SCOBY

Jamur kombucha merupakan membran jaringan jamur yang bersifat gelatinoid dan liat, serta berbentuk piringan datar. Kombucha hidup

dalam larutan nutrisi teh-gula yang tumbuh dengan cara germinasi. Pada mulanya, piringan jamur tumbuh meluas pada permukaan teh lalu menebal. Bila dirawat secara benar, jamur ini akan tumbuh pesat dan sehat, sehingga akan hidup sepanjang umur pemilik serta keturunannya.

Selain dapat di dimanfaatkan untuk pembuatan teh, kombucha juga dapat di dimanfaatkan untuk pembuatan jahe lemon, lemon mint, sereh mint, rosela, rosemary green tea, bahkan jus dan kopi.

Menurut Novar (1996), kandungan nutrisi kombucha (tiap 120 ml) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Kandungan Zat Gizi Pada Kombucha Teh

<b>Zat Gizi</b>	<b>Kandungan</b>
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

### 2.3.1 Manfaat Kombucha Bagi Kesehatan

Sebagai minuman fermentasi, kombucha berkhasiat untuk membantu pencernaan, memberikan bantuan melawan radang sendi, bertindak sebagai pencahar, mencegah infeksi mikroba, memerangi stres dan kanker, memberikan bantuan melawan wasir, memberikan pengaruh positif pada kadar kolesterol, dan memfasilitasi ekskresi toksin serta pembersihan darah (Astuti, dkk, 2004).

Pada tahun 1914 Bacinskaja menyatakan bahwa minuman ini efektif untuk kegiatan perut dan usus, khususnya pada bagian pembuangan. Ia menyarankan orang meminum segelas kecil sebelum makan dan meningkatkan takarannya secara berangsur-angsur untuk mendapatkan khasiat yang nyata dari minuman ini. Selain cairan teh manis ternyata kultur kombucha juga dapat ditumbuhkan dalam cairan kopi manis (Purboini, 2003). Proses yang berlangsung melalui proses fermentasi dan menghasilkan produk berupa *kombucha coffee* (cairan hasil fermentasi) dan *nata de coffee*.

Kombucha juga bisa dijadikan masker, caranya adalah blender jamur kombucha, kemudian jadikan sebagai masker wajah. Tingkat keasaman yang

cukup tinggi dari jamur Kombucha akan membuat jerawat Anda mengering. Selain untuk jerawat, jamur Kombucha ini juga dapat mengencangkan kulit wajah.

Penelitian selanjutnya tentang adanya potensi untuk menjadi minuman yang berkhasiat obat, karena dapat menurunkan kadar gula darah, kolestrol dan asam urat dalam darah tikus putih (*Rattus norvegicus L*) (Astuti, dkk, 2004).

Menurut Crum dan Alex (2016), kombinasi antara bakteri dan khamir ini biasanya disebut dengan SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). SCOBY ini terdiri dari beberapa bakteri dan khamir, antara lain yaitu :

### **1. *Acetobacter***

Ini adalah strain bakteri yang bersifat aerobik yang menghasilkan asam asetat dan asam glukonat. Bakteri *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides* dan *Acetobacter ketogenum* adalah strain yang ditemukan di kombucha. *Acetobacter* adalah sebuah genus bakteri penghasil asam asetat, ditandai dengan kemampuannya mengubah etanol (alkohol) menjadi asam asetat (asam cuka) dengan bantuan udara.

### **2. *Saccharomyces***

Termasuk sejumlah strain yeast yang menghasilkan alkohol, dan jenis yeast yang paling umum ditemukan di kombucha. *Saccharomyces* bisa bersifat aerobik atau anaerobik. Strain yang ditemukan diantaranya yaitu *Saccharomyces ludwigii*, *Saccharomyces apiculatus*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Zygosaccharomyces* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces* bersifat fermentatif yaitu memecah glukosa menjadi karbon dioksida dan alkohol.

### **3. *Brettanomyces***

*Brettanomyces bruxellensis* dan *Brettanomyces intermedius* dapat bersifat aerobik atau anaerobik, ditemukan di kombucha dan termasuk yeast yang menghasilkan alkohol atau asam asetat.

### **4. *Lactobacillus***

Jenis bakteri yang kadang-kadang bersifat aerobik tetapi tidak selalu bersifat aerobik, dan telah ditemukan di kombucha. *Lactobacillus* menghasilkan asam laktat dan lendir.

#### 5. *Pediococcus*

Bakteri ini bersifat anaerob, menghasilkan asam laktat dan lendir.

#### 6. *Gluconacetobacter Kombuchae*

Merupakan strain bakteri bersifat anaerob yang unik untuk kombucha.

Bakteri ini memakan nitrogen yang ditemukan dalam teh, dan menghasilkan asam asetat dan asam glukonat.

#### 7. *Zygosaccharomyces Kombuchaensis*

Merupakan strain yeast yang dapat menghasilkan alkohol dan karbonasi serta berkontribusi terhadap terbentuknya SCOBY.

### 2.4 Fermentasi Kombucha

Menurut Gandjar dan Syamsurizal (2006), ada tiga faktor penting dalam proses fermentasi yaitu :

1. Inokulum, yaitu bahan (padat atau cair) yang mengandung spora atau konidia, atau sel khamir yang sengaja ditambahkan pada substrat.
2. Substrat atau bahan yang akan didegradasi oleh fungi yang ditambahkan.
3. Bioreaktor, yaitu tempat berlangsungnya proses-proses penguraian substrat oleh mikroorganisme.

Menurut Fardiaz (1992) faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri adalah zat makanan, pH, air, oksigen dan senyawa penghambat pertumbuhan. Sedang menurut Buckle (1987) selain zat makanan, suhu, pH dan aktifitas air, pertumbuhan bakteri juga dipengaruhi oleh waktu.

*Acetobacter xylinum* dan *Saccharomyces cerevisiae* mengawali perombakan dengan memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Chen dan Liu, 2000; Loncar *et. al.*, 2006 dalam Kustyawati dan Ramli, 2008). Kemudian, terjadi pemecahan glukosa dan fruktosa menjadi asam-asam organik dan alkohol secara terus-menerus sampai gula yang terdapat pada larutan kombucha habis. Sehingga asam yang dihasilkan akan terus meningkat pada waktu fermentasi yang semakin lama (Aditiwati dan Kusnadi, 2003).

Pada proses fermentasi terjadi pemecahan karbohidrat, asam amino dan lemak dengan bantuan enzim dari mikroba tertentu yang dapat menghasilkan asam organik, karbon dioksida dan zat-zat lainnya. Proses fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat fisika dan kimia bahan pangan yang meliputi kadar

pati, kadar alkohol, total asam dan pH (Winarno, 2002). Fermentasi kombucha yang semakin lama akan menghasilkan asam yang semakin tinggi (Aditiwati dan Kusnadi, 2003).

Fermentasi kombucha sebaiknya dilakukan dalam wadah yang steril yang terbuat dari kaca, karena wadah yang terbuat dari logam dapat bereaksi dengan asam yang terkandung dalam kombucha. Suhu fermentasi kombucha yang ideal adalah antara  $27 \pm 30$  °C. Hal ini disebabkan karena aktivitas pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme pada kombucha tumbuh optimal pada suhu 30°C.

Pada suhu inkubasi 25 °C dibutuhkan energi aktivasi yang lebih tinggi untuk kerja enzim, sehingga aktivitas mikroorganisme dalam membentuk asam asetat akan terhambat. Sedangkan pada suhu inkubasi yang cukup tinggi dapat terjadi inaktivasi enzim, karena diduga sebagian protein-enzim terdenaturasi pada suhu yang tinggi, sehingga akan mengurangi produksi asam asetat oleh mikroorganisme (Aditiwati dan Kusnadi, 2003).

Proses pematangan kombucha terjadi antara 7-10 hari, karena pada saat ini rasa kombucha sudah terasa nikmat. Jika kurang dari 7 hari, kenikmatan kombucha belum terasa dan jika lebih dari 10 hari, kombucha sudah terasa cukup asam. Kombucha merupakan agen penghasil senyawa biokimia karena mikroorganisme yang ada dalam kultur kombucha mengubah kandungan gula didalamnya menjadi berbagai jenis asam dan vitamin yang berkhasiat (Naland, 2004).

Yuliani (2007), dalam penelitiannya menyatakan bahwa pertumbuhan mikroorganisme pada minuman kombucha juga dipengaruhi oleh zat aktif yang sudah ada pada medium. Mikroorganisme kombucha dapat tumbuh dengan optimal pada kadar medium 0,5%. Pada persentase ini, mikroorganisme kombucha dapat melakukan metabolisme dengan baik karena zat aktif yang terkandung didalam medium tidak mempunyai pengaruh antimikroba yang signifikan terhadap pertumbuhan dan metabolisme bakteri kombucha. Sedangkan pada persentase yang lebih tinggi, zat antimikroba yang terdapat pada medium dapat menghambat pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme kombucha.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi adalah:

1. pH medium sekitar 5,5.
2. Suhu fermentasi 23 - 27 °C dengan toleransi dalam kisaran 18 - 35 °C.

3. Ketersediaan udara namun tidak dalam bentuk aerasi aktif.
4. Tidak boleh ada guncangan atau getaran.
5. Tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung.

## **2.5 Antioksidan**

Antioksidan merupakan suatu zat yang mampu menetralkan atau meredakan dampak negatif dari adanya radikal bebas. Radikal bebas sendiri merupakan suatu molekul yang mempunyai kumpulan elektron yang tidak berpasangan pada suatu lingkaran luarnya. Manfaat dari antioksidan untuk menangkal radikal bebas ini yang menjadikan antioksidan sangat banyak diteliti oleh para peneliti. Berbagai hasil penelitian, antioksidan dilaporkan dapat memperlambat proses yang dapat diakibatkan oleh radikal bebas seperti adanya tokoferol, askorbat, flavonoid, dan adanya likopen (Suhardini, 2015).

Terdapat banyak bahan pangan yang dapat dijadikan sumber antioksidan yang alami misalnya yaitu rempah-rempah, teh, coklat, dedaunan, biji-biji sereal, sayuran, sumber bahan pangan yang kaya akan enzim dan protein. Tumbuhan pada umumnya merupakan sumber senyawa antioksidan alami yang berupa senyawa fenolik yang terletak pada hampir seluruh bagian tumbuhan yaitu pada kayu, biji, daun, buah, akar, bunga ataupun serbuk sari (Rohdiana, 2001).

Antioksidan mengandung senyawa fenolik atau polifenolik yang merupakan golongan flavonoid. Senyawa flavonoid sebagai antioksidan pada masa sekarang ini sangat banyak diteliti, karena senyawa flavonoid yang terdapat pada antioksidan memiliki kemampuan untuk merubah atau mereduksi resiko yang dapat ditimbulkan oleh radikal bebas dan juga dapat dimanfaatkan sebagai anti-radikal bebas (Rohdiana, 2001).

## **2.6 Spektrofotometri Ultraviolet-Visibel (UV-Vis)**

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380) dan sinar tampak (380-780) dengan memakai instrumen spektrofotometer (Mulja dan Suharman, 1995:26). Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis

lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif ketimbang kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995: 26).

Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blangko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blangko ataupun pembandingan (Khopkar, 1990: 216).

Komponen – komponen pokok dari spektrofotometer meliputi :

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil, sumber yang biasa digunakan adalah lampu wolfram.
2. Monokromator untuk memperoleh sinar yang monokromatis.
3. Sel absorpsi, pada pengukuran di daerah visibel menggunakan kuvet kaca atau kuvet kaca corex, tetapi untuk pengukuran pada UV menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini.
4. Detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat.  
Peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang (Khopkar, 1990).

Spektrofotometer UV-Vis dapat melakukan penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan pelarut yang dipakai antara lain:

- Pelarut yang dipakai tidak mengandung sistem ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna.
- Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis.
- Kemurniannya harus tinggi atau derajat untuk analisis. (Mulja dan Suharman, 1995: 28).

## **2.7 Metode DPPH**

Metode DPPH merupakan metode yang paling mudah digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan. DPPH atau 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl adalah radikal bebas yang stabil, berwarna ungu, dan menyerap kuat pada panjang

gelombang 517 nm dan memiliki struktur  $C_{18}H_{12}N_5O_6$ . Warna ungu akan memudar menjadi kuning pucat seiring dengan penangkapan atom H oleh DPPH. Metode DPPH banyak digunakan karena prosesnya sederhana, cepat, tepat, dan tidak tergantung pada kepolaran bahan yang akan diuji. Metode DPPH juga sangat sensitif, sehingga tidak memerlukan banyak sampel (Winata, 2011). Prinsip pengukuran aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH yaitu dengan penangkapan atom H dari senyawa antioksidan bahan uji oleh radikal bebas DPPH.

## **2.8 Organoleptik**

Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Penilaian organoleptik teh kombucha dapat dilihat dari warna, aroma, dan rasa (Wagiyono: 2003).

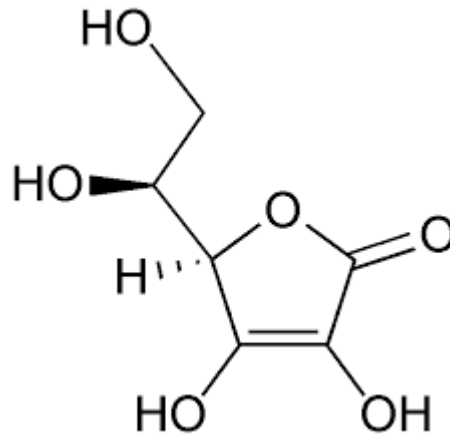
## **2.9 pH**

Kombucha membutuhkan rentang suhu yang optimal untuk berkembang. Pada suhu antara  $23^{\circ}C$  dan  $29^{\circ}C$  adalah kisaran suhu optimal untuk pembuatan kombucha. pH kombucha yang optimal harus berada pada kondisi asam antara 2,5 dan 4,5. pH asam menghindarkan kombucha dari kontaminasi dengan bakteri jahat. pH yang lebih rendah dari 2,5 dan terlalu asam untuk konsumsi manusia sehingga perlu diencerkan sebelum diminum. Sedangkan pH yang lebih tinggi dari 4,5 akan menciptakan lingkungan yang optimal bagi bakteri jahat untuk tumbuh dan mengkontaminasi kombucha. Karena keasaman kombucha, selain bakteri jahat tidak bisa tumbuh dalam kultur kombucha, karena lingkungannya tidak optimal untuk kelangsungan hidup (Afifah, 2010).

## **2.10 Vitamin C**

Vitamin C adalah salah satu jenis vitamin yang larut dalam air dan memiliki peranan penting dalam menangkal berbagai penyakit. Vitamin C juga dikenal dengan nama kimia dari bentuk utamanya yaitu asam askorbat. Rumus kimia asam askorbat adalah  $C_6H_8O_6$ .





Gambar 2.3 Struktur Kimia Vitamin C ( Asam Askorbat)

Pada kebanyakan mamalia, vitamin C dapat dibentuk oleh tubuhnya sendiri akan tetapi tidak pada primata termasuk pada manusia dan sebagian kecil hewan lainnya. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan vitamin C, manusia perlu mengonsumsi makanan, minuman maupun suplemen yang mengandung vitamin C (Pakaya, 2014).

Kebutuhan vitamin C yang dianjurkan adalah sebesar 30-60 mg perhari, sedangkan rata-rata kecukupan vitamin C untuk keluarga adalah sebesar  $(53,7 \pm 2,2)$  mg. sumber vitamin C yang penting didalam makanan terutama berasal dari buah-buahan dan sayur-sayuran ( Putri & Setiawati, 2015). Kebutuhan harian vitamin C biasa dikenal dengan *Recommended dietary allowance* (RDA), dimana kebutuhan vitamin C harian adalah 60 mg atau setara dengan sebuah jeruk. Cadangan sebesar 1500 mg merupakan jumlah maksimum yang dapat dimetabolisir didalam tubuh manusia. Dengan jumlah tersebut *turn over* vitamin C adalah 60 mg/hari. Kebutuhan vitamin C dapat meningkat 300% - 500% pada manusia yang terkena penyakit neoplasma, infeksi, hipertiroid, pasca bedah atau trauma, kehamilan, laktasi dan sebagai antioksidan (Pakaya, 2014).

Penggunaan vitamin C secara berlebihan dapat menyebabkan urtikaria dan eritema multiforme. Menurut Kembuan (2013) vitamin C dengan dosis lebih dari 1 g/hari dapat menyebabkan diare. Hal ini terjadi karena efek iritasi langsung pada mukosa usus yang mengakibatkan peningkatan peristaltik. Dosis besar juga dapat meningkatkan bahaya terbentuknya batu ginjal, karena sebagai vitamin C dimetabolisme dan dieksresikan sebagai oksalat. Penggunaan vitamin C dosis

lama dan besar dapat menyebabkan ketergantungan, sehingga vitamin C dapat menimbulkan *rebound scurvy*. Hal ini dapat dihindari dengan mengurangi penggunaan vitamin C secara bertahap. Vitamin C berperan dalam menjaga kesehatan tubuh dan juga berperan dalam menjaga fungsi kekebalan tubuh.

Vitamin C larut dalam air, sehingga jika dikonsumsi berlebihan tidak membahayakan kesehatan. Pasalnya, kelebihan vitamin ini sebagian besar langsung diekskresi melalui air kemih. Sebagian dari vitamin C dikeluarkan melalui air kemih berupa oksalat. Umumnya orang mengonsumsi vitamin C berlebihan bertujuan untuk mencegah influenza atau kanker. Konsumsi vitamin C yang berlebihan bisa menimbulkan peluang terjadinya batu oksalat di dalam ginjal. Namun, peluang ini sangat kecil. Konsumsi vitamin C sampai dengan 10.000 mg perhari dianggap masih aman. Bahan pangan yang mengandung vitamin C diantaranya adalah buah-buahan, sayuran berdaun hijau, dan tomat.