

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Sukun

Tanaman sukun (*bread fruit*) memiliki nama ilmiah *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg yang bersinonim dengan *Artocarpus communis* Forst dan *Artocarpus incisa* Linn yang termasuk keluarga *Moraceae* dan kelas *Dicotyledonae* (Rukmana, 2014).

Kedudukan tanaman sukun (*Artocarpus communis*) mempunyai sistematika sebagai berikut (Rukmana, 2014):

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
Ordo : Urticales
Familia : Moraceae
Genus : *Artocarpus*
Spesies : *Artocarpus communis*

Kerabat dekat tanaman sukun di antaranya Mentawa, Kluwih, Pintau, Cempedak, Selangking, Benda, Nangka, Monkey Jack, Klempatak, Tampang, dan Betoh. Tanaman sukun memiliki pohon yang tingginya dapat mencapai 30 meter, namun pada umumnya memiliki ketinggian antara 12-15 m, dan sebagian tanaman bergetah encer. Morfologi tanaman sukun secara terinci adalah sebagai berikut (Rukmana, 2014):

1. Daun (*Folium*)

Pada dasarnya daun tumbuh tunggal, berseling, bentuknya lonjong atau oval panjang dengan belahan daun simetris dan tulang daun menyirip simetris pula. Ujung meruncing dengan tepi daun bercabang. Panjang daun antara 50-70 cm dan lebar 25-50 cm, tebal, permukaan daun bagian atas halus, berwarna hijau mengkilap, sedangkan bagian bawah kasar, berbulu dan berwarna kusam (Rukmana, 2014).

2. Batang (*Caulis*)

Batang sukun berkayu agak lunak, ukurannya besar, tumbuh tegak, dan bentuknya bulat. Kulit batang kasar, berwarna coklat, dan bergetah. Percabangan pohon sukun banyak dengan pertumbuhan melebar ke samping membentuk tajuk sekitar 5 cm. percabangan ini tumbuh mulai pada ketinggian 1,5 meter dari tanah (Rukmana, 2014).

3. Akar (*Radix*)

Tanaman sukun mempunyai akar tunggang yang dalam dan akar samping yang tumbuh dangkal. Dari akar samping dapat tumbuh tunas yang sering digunakan untuk bibit. Apabila akar tersebut terluka atau terpotong maka akan memacu tumbuhnya tunas alami (Rukmana, 2014).

4. Bunga (*Flos*)

Bunga sukun tumbuh di ketiak daun pada ujung cabang dan ranting. Bunga jantan silindris, panjang antara 10-20 cm, berwarna kuning. Bunga betina berbentuk bulat dengan garis tengah 2-5 cm, berwarna jingga. Bunga jantan terpisah tetapi berumah satu. Bunga jantan berbentuk tongkat panjang yang disebut *ontel*. Bunga betina berbentuk bulat bertangkai

pendek, merupakan bunga majemuk sinkarpik seperti pada nangka (Rukmana, 2014).

5. Buah Sukun

Tanaman sukun berasal dari New Guinea, Pasifik, yang kemudian berkembang ke Malaysia hingga Indonesia. seperti pada Gambar 1. Buah sukun berbentuk bulat seperti melon. Daging buah berwarna putih, putih kekuningan, dan kuning, tergantung jenisnya. Buah sukun dimanfaatkan sebagai makanan tradisional dan makanan ringan. Buah dikonsumsi setelah direbus, digoreng atau dibakar. Buah sukun berbentuk bulat sampai lonjong dengan ukuran panjang bisa lebih dari 30 cm, lebar 9-20 cm. Berat buah sukun dapat mencapai 4 kg dengan daging buah berwarna putih, putih-kekuningan atau kuning serta memiliki tangkai buah yang panjangnya berkisar 2,5-12,5 cm tergantung varietasnya (Widowati, 2003 “dalam” Hamdan, *dkk.*, 2014).



Gambar 1. Buah Sukun (*Artocarpus communis*)
(Sumber foto:Hamdan, *dkk.*, 2014)

Kandungan karbohidrat sukun yang cukup tinggi (28,2%), berpeluang untuk diolah menjadi tepung. Setiap 100 gram buah sukun mengandung karbohidrat 27,12 g, kalsium 17 mg, vitamin C 29 mg, kalium 490 mg, dan

nilai energi 103 kalori. Dibandingkan dengan beras, buah sukun mengandung mineral dan vitamin lebih lengkap. Adapun komposisi zat gizi sukun dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Sukun per 100 g Bahan

Bahan Zat Gizi	Sukun Muda	Sukun Tua	Tepung Sukun
Karbohidrat (g)	9,2	28,2	78,9
Lemak (g)	0,7	0,3	0,8
Protein (g)	2,0	1,3	3,6
Vitamin B1 (mg)	0,12	0,12	0,34
Vitamin B2 (mg)	0,06	0,05	0,17
Vitamin C (mg)	21,00	17	47,6
Kalsium (mg)	59	21	58,8
Fosfor (mg)	46	59	165,2
Zat besi (mg)	-	0,4	1,1

(Sumber: Rukmana, 2014)

6. Manfaat Buah Sukun

Tanaman sukun menghasilkan buah yang memiliki kandungan gizi tinggi, dan potensial dijadikan sebagai bahan makanan pokok alternatif pengganti beras. Buah sukun umumnya dijadikan makanan ringan/tambahan dengan cara dibakar, direbus, digoreng dan dibuat keripik. Namun dapat pula diolah menjadi tepung sukun dan pati sukun yang selanjutnya dapat diolah menjadi beraneka ragam masakan (Widowati, 2003; Departemen Pertanian, 2003).

Manfaat lainnya adalah tajuknya yang rindang dan perakaran yang dalam dan menyebar luas, menjadikan tanaman sukun sebagai tanaman yang cocok untuk kegiatan penghijauan dan konservasi lahan. Kayunya yang sudah tua, dapat digunakan untuk bahan bangunan (konstruksi ringan), papan yang dikilapkan, bahan pembuatan kotak/peti, mainan dan bahan baku pulp (Feriyanto, 2006 “dalam”

Hamdan, *dkk.*, 2014). Daunnya dapat untuk pakan ternak, juga berguna sebagai obat herbal tradisional untuk mengatasi gangguan jantung dan ginjal. Dilaporkan di Trinidad dan Bahama, daun sukun dipercaya dapat menurunkan tekanan darah, mengatasi penyakit asma, infeksi kulit, sakit gigi dan diare (Anonim, 2008 “dalam” Hamdan, *dkk.*, 2014).

B. Ragi

Pemilihan ragi didasarkan pada karbohidrat yang digunakan sebagai medium untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Pemilihan tersebut bertujuan agar didapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi, mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah yang banyak dan tahan terhadap alkohol (Riswan, 2009 “dalam” Ulandari, 2015). Mikroorganisme ini menghasilkan enzim *zimase* dan *invertase*. Enzim *zimase* berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi *monosakarida* (*glukosa* dan *fruktosa*). Enzim *invertase* selanjutnya mengubah *glukosa* menjadi etanol (Judoamidjojo, *dkk.*, 1992 “dalam” Simbolon, 2008).

Mikroorganisme yang umumnya digunakan dalam proses produksi bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan mikroorganisme lain yang dapat memproduksi bioetanol. Kelebihan tersebut antara lain lebih mudah beradaptasi dengan lingkungan, lebih tahan terhadap kadar alkohol tinggi, dan lebih mudah didapat (Azizah *dkk.*, 2012 “dalam” Ulandari, 2015).

Stater yang digunakan untuk produksi tapai disebut ragi, yang umumnya berbentuk pipih dengan diameter 4-6 cm dan ketebalan 0,5 cm. tidak

diperlukan peralatan khusus untuk produksi ragi, tetapi formula bahan yang digunakan pada umumnya tetap menjadi rahasia setiap pengusaha ragi (Hidayat *dkk.*, 2006 ”dalam” Ulandari, 2015).

Ragi adalah suatu inokulum atau *starter* untuk melakukan fermentasi dalam pembuatan produk tertentu. Ragi ini dibuat dari tepung beras, yang dijadikan adonan ditambah ramuan-ramuan tertentu dan dicetak menyerupai kue-kue kecil dengan diameter \pm 2-3 cm, digunakan untuk membuat arak, tapai ketan, tapai ketela (*peuyeum*), dan brem di Indonesia. Secara tradisional bahan-bahan seperti laos, bawang putih, tebu kuning atau gula pasir, ubi kayu, jeruk nipis dicampur dengan tepung beras, lalu ditambah sedikit air sampai terbentuk adonan. Adonan ini kemudian didiamkan dalam suhu kamar selama 3 hari dalam keadaan terbuka, sehingga ditumbuhi khamir dan kapang secara alami. Setelah itu adonan yang telah ditumbuhi mikroba diperas untuk mengurangi airnya, dan dibuat bulatan-bulatan lalu dikeringkan. (Astawan, *dkk.*, 1991).

Ragi dipanen setelah 2-5 hari, tergantung dari suhu dan kelembaban. Produksi akhir akan berbentuk pipih kering dan dapat disimpan dalam waktu lama. Tidak ada faktor lingkungan yang dikendalikan. Mikroorganisme yang diharapkan maupun kontaminan dapat tumbuh bersama-sama. Pada lingkungan pabrik ragi, *mikroflora* yang ada telah didominasi mikrobia ragi. Namun demikian pada ragi yang dibuat pada musim hujan akan dapat dijumpai *Mucor* sp. dan *Rhizopus* sp. dalam jumlah yang lebih banyak dan membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama (Hidayat, *dkk.*, 2006).

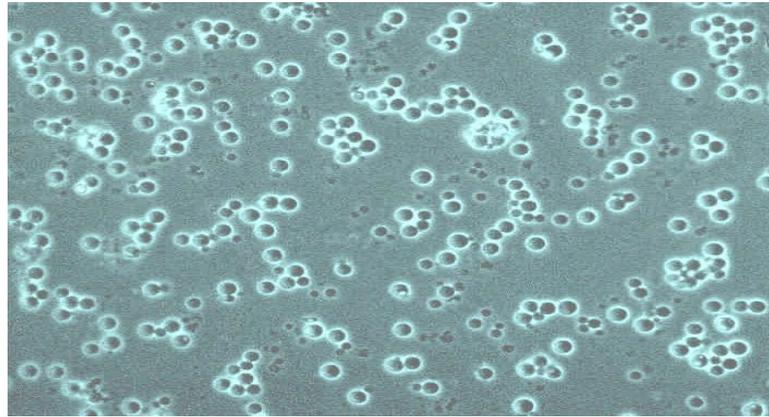
Ragi adalah bibit khamir yang digunakan untuk membuat tapai. Agar pembuatan tapai berhasil dengan baik alat-alat dan bahan-bahan harus bersih, terutama dari lemak dan minyak. Alat-alat yang berminyak jika digunakan untuk mengolah pembuatan tapai bisa menyebabkan kegagalan fermentasi. Air juga harus bersih. Menggunakan air hujan juga bisa menyebabkan gagal fermentasi (Prakosa dan Santosa, 2010).

Menurut Yarow (1984) “dalam” Irawan (2012), menyatakan bahwa taksonomi *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <u>Fungi</u>
Subkingdom	: <u>Dikarya</u>
Filum	: <u>Ascomycota</u>
Sub Filum	: <u>Saccharomycotina</u>
Kelas	: <u>Saccharomycetes</u>
Order	: <u>Saccharomycetales</u>
Famili	: <u>Saccharomycetaceae</u>
Genus	: <u>Saccharomyces</u>
Spesies	: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>

Saccharomyces cerevisiae merupakan mikrobia fakultatif aerob yang dapat menggunakan baik sistem aerob maupun anaerob untuk memperoleh energi dari proses pemecahan glukosa, tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan aktifitasnya pada suhu 28-32°C (Kartika *dkk.*, 1992 “dalam” Ulandari, 2016). Sel berbentuk silindris, dengan ukuran sel 5-20 mikron, dan biasanya 5-10 kali lebih besar dari ukuran bakteri dapat dilihat pada gambar 2. Khamir ini bersifat non-patogenik dan non-toksik sehingga

banyak digunakan dalam berbagai proses fermentasi seperti pembuatan roti dan alkohol (Buckle *dkk.*, 2007).



**Gambar 2. Morfologi Sel *Saccharomyces cerevisiae* perbesaran 100x pada mikroskop cahaya(X) (Sumber gambar:Anonim, 2011”dalam” Irawan, 2012).
Keterangan : Sel *S.cerevisiae* (X) berbentuk bulat dan berwarna Bening**

C. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin *ferfere* yang artinya mendidihkan. Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik. Fermentasi aerobik adalah fermentasi yang memerlukan oksigen, sedangkan fermentasi anaerobik tidak memerlukan oksigen (Fardiaz, 1992). Fermentasi merupakan pengolahan substrat menggunakan peranan mikroba (jasad renik) sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki (Muhidin, *dkk.*,2001). Ahli biokimia mengartikan fermentasi sebagai suatu proses pembentukan energi melalui katabolisme senyawa organik. Sedangkan kalangan mikrobiologi industri mengartikan fermentasi sebagai proses pemanfaatan mikroba untuk menghasilkan produk (Rustriningsih, 2007).

Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang pada hakekatnya telah lama dilakukan oleh nenek moyang kita secara tradisional dengan produk-produknya yang sudah bisa dimakan orang sampai sekarang, seperti tempe, oncom, tapai, dan lain-lainnya (Muhidin *dkk*, 2001).

Teknologi fermentasi untuk pengawetan lebih mengutamakan penilaian daya simpan dan pemeliharaan daya guna bahan, sedangkan teknologi fermentasi produksi lebih mengutamakan efisiensi konversi substrat dengan produk yang diharapkan. Senyawa pengawet hasil fermentasi pada dasarnya ada tiga, yaitu alkohol, asam organik, dan gas/senyawa menguap. Ketiga senyawa tersebut terutama adalah hasil fermentasi dengan substrat karbohidrat (grup gula) dan alkohol sebagai ciri utamanya. Oleh karena itu fermentasi karbohidrat sering juga disebut sebagai fermentasi alkohol atau fermentasi saja (Priyanto, 1988 “*dalam*” Widiyaningrum, 2009).

Penerapan metode fermentasi yang banyak digunakan diantaranya adalah fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat. Fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat memiliki perbedaan dalam produk akhir yang dihasilkan. Produk akhir fermentasi alkohol berupa etanol dan CO₂, sedangkan produk akhir fermentasi asam laktat berupa asam laktat (Lehninger, 1994).

Menurut Buckle *dkk.* (1985) “*dalam*” Prakosa dan Santosa (2010), persiapan atau pengawetan bahan pangan dengan proses fermentasi tergantung pada produk oleh mikroorganisme tertentu, perubahan-perubahan kimia dan fisik yang mengubah rupa, bentuk (*body*) dan aroma dari pangan aslinya. Perubahan-perubahan ini dapat memperbaiki gizi dari produk dan umumnya menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Fermentasi

pangan berpati adalah degradasi komponen pati menjadi dekstrin dan gula, selanjutnya diubah menjadi alkohol atau asam sehingga menghasilkan makanan fermentasi berasa manis, alkoholik dan sedikit asam atau manis sedikit asam.

1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

Keberhasilan fermentasi ditentukan oleh beberapa faktor yaitu jenis bahan (substrat), suhu, udara (oksigen), kelembaban, garam dan asam (Amien, 2006 “*dalam*” Nurulfahmi, 2010).

a. Lama Fermentasi (waktu)

Lama fermentasi yang dibutuhkan dalam proses fermentasi adalah 2-3 hari (Astawan, *dkk*, 1991 “*dalam*” Nurulfahmi, 2010), waktu yang sesuai akan menghasilkan tapai yang rasanya khas, rasa manis dengan sedikit asam serta adanya aroma alkohol. Rasa manis karena perubahan karbohidrat menjadi glukosa sebagai karbohidrat yang lebih sederhana, sedangkan rasa asam karena dalam proses fermentasi terbentuk asam (Suliantri dan Winiarti, 1991 “*dalam*” Nurulfahmi, 2010).

b. Jumlah starter (ragi)

Jumlah ragi atau *starter* yang digunakan, jika jumlah ragi yang digunakan terlalu sedikit maka proses menjadi tape akan berjalan lama, akan tetapi jika jumlah ragi yang digunakan terlalu banyak justru menghambat mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi dan mikroorganisme pembusuk akan tumbuh, dan tape menjadi busuk (Astawan, *dkk*, 1991 “*dalam*” Nurulfahmi, 2010).

c. Jenis bahan (substrat)

Substrat sebagai sumber energi yang diperlukan oleh mikroba pemulai fermentasi (*starter*) untuk mengawali kelangsungan fermentasi. Energi yang dibutuhkan berasal dari karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat gizi lainnya yang terdapat dalam substrat. Bahan energi yang banyak digunakan oleh mikroorganisme adalah glukosa. Mikroba dalam fermentasi harus mampu tumbuh pada substrat dan mudah beradaptasi dengan lingkungannya. (Astawan, *dkk*, 1991 “*dalam*” Nurulfahmi, 2010)

d. Suhu

Suhu selama proses fermentasi sangat menentukan jenis mikroorganisme dominan yang akan tumbuh (Ryandini, *et al*, 2005 “*dalam*” Nurulfahmi, 2010). Umumnya diperlukan suhu 28-30°C untuk pertumbuhan mikroorganisme. Bila suhu kurang dari 28-30°C maka akan terjadi pertumbuhan mikroorganisme penghasil asam.

e. Oksigen

Menurut Fardiaz (1992) “*dalam*” Nurulfahmi (2010), Ketersediaan oksigen harus diatur selama proses fermentasi. Hal ini berhubungan dengan sifat mikroorganisme yang digunakan. Contoh khamir dalam pembuatan anggur dan roti biasanya membutuhkan oksigen selama proses fermentasi berlangsung, sedangkan untuk bakteri-bakteri penghasil asam tidak membutuhkan oksigen selama proses fermentasi berlangsung.

f. pH

Khamir *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh optimum pada kondisi lingkungan dengan pH 4-5 (Hidayat *dkk*, 200). Menurut Setyohadi (2006) “dalam” Simbolon (2008), faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba pada bahan pangan dapat bersifat fisis, kimia dan biologi. Faktor-faktor tersebut antara lain:

- a. Faktor Intrinsik, merupakan sifat fisis, kimia dan struktur yang dimiliki oleh bahan pangan itu sendiri.
- b. Faktor Ekstrinsik, yaitu kondisi lingkungan pada penanganan dan penyimpanan bahan pangan, seperti suhu, kelembaban dan susunan gas di atmosfer.
- c. Faktor Implisit, yaitu sifat-sifat yang dimiliki mikroba itu sendiri yang sangat dipengaruhi oleh susunan biotik mikroba dalam bahan pangan.
- d. Faktor Pengolahan, adanya perubahan mikroba awal sebagai akibat pengolahan bahan pangan, misalnya pemanasan, pendinginan, iradiasi, pengalengan, fermentasi, penambahan pengawet, pembekuan dan pengolahan lainnya.

2. Reaksi Fermentasi

Reaksi dalam fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Secara singkat, glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang merupakan gula paling sederhana, melalui fermentasi akan menghasilkan etanol ($2C_2H_5OH$). Reaksi fermentasi dilakukan oleh ragi, dan digunakan pada produksi makanan. Adapun reaksi yang terjadi pada

Alkohol (khususnya etanol) dapat dibuat dari berbagai bahan hasil pertanian. Secara umum bahan-bahan tersebut dapat dibagi dalam tiga golongan yaitu (Hanum *dkk*, 2013):

1. Bahan yang mengandung turunan gula (molasses, gula tebu, gula bit, dan sari buah anggur, dan sari buah lainnya).
2. Bahan-bahan yang mengandung pati biji-bijian, kentang dan tapioka.
3. Bahan yang mengandung selulosa (kayu, dan beberapa limbah pertanian lainnya)

Selain dari ketiga jenis bahan tersebut di atas etanol juga dapat dibuat dari bahan bukan hasil pertanian tetapi dari bahan yang merupakan hasil proses lain. Sebagai contohnya etilen. Bahan-bahan yang mengandung monosakarida langsung dapat difermentasi, akan tetapi disakarida, pati maupun karbohidrat kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang sederhana yaitu monosakarida (Budiyanto, 2002 “*dalam*” Hanum *dkk*, 2013).

Sifat fisik dan kimia etanol bergantung pada gugus hidroksil. Reaksi yang dapat terjadi pada etanol antara lain dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, dan esterifikasi (Rizani, 2000 “*dalam*” Hanum *dkk*, 2013). Sifat fisik etanol dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Sifat fisik alkohol

Sifat	Jumlah
Massa molekul relatif g/mol	46,07
Titik beku °C	-114,1
Titik didih normal °C	78,32
Dentitas pada 20°C g/ml	0,7893
Kelarutan dalam air 20°C	sangat larut
Viskositas pada 20°C Cp	1,17
Kalor spesifik, 20°C kal/g°C	0,579
Kalor pembakaran, 25°C kal/g	092,1
Kalor penguapan 78,32°C kal/g	200,6

Sumber : (Rizani, 2000 “dalam” Hanum dkk, 2013)

Etanol atau alkohol dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain:

1. Pelarut dalam industri, contoh industri farmasi, kosmetika dan plastik
2. Bahan baku industri atau senyawa kimia, contoh industri minuman beralkohol, industri asam asetat dan asetaldehid.
3. Bahan desinfektan, contoh peralatan kedokteran, rumah tangga dan peralatan di rumah sakit.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, adanya komponen media yang dapat menghambat pertumbuhan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi (Astuty, 1991 “dalam” Ulandari, 2016). Faktor lain adalah pemilihan khamir, konsentrasi gula, keasaman, ada tidaknya oksigen dan suhu.

Pemilihan sel khamir didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Suhu yang baik untuk proses fermentasi berkisar antara 25-30°C. Derajat keasaman (pH) optimum untuk proses fermentasi sama dengan pH optimum untuk proses pertumbuhan khamir yaitu pH 4,0-4,5.

Etanol dihasilkan dari gula yang merupakan hasil aktivitas fermentasi sel khamir. Khamir yang digunakan untuk menghasilkan etanol adalah dari genus *Saccharomyces*. Agar dapat menghasilkan jumlah etanol yang banyak diperlukan suatu khamir yang mempunyai laju fermentasi dan laju pertumbuhan cepat, tahan terhadap konsentrasi etanol dan glukosa tinggi, tahan terhadap konsentrasi garam tinggi, pH optimum fermentasi rendah, temperatur optimum fermentasi sekitar 25-30°C. Menurut Fardiaz (1992), fermentasi etanol meliputi dua tahap yaitu:

1. Pemecahan rantai karbon dari glukosa dan pelepasan paling sedikit dua pasang atom hidrogen melalui jalur EMP (Embden-Meyerhoff-Parnas), menghasilkan senyawa karbon lainnya yang lebih teroksidasi dari pada glukosa.
2. Senyawa yang teroksidasi tersebut direduksi kembali oleh atom hidrogen yang dilepaskan dalam tahap pertama, membentuk senyawa-senyawa hasil fermentasi yaitu etanol.

B. Tapai

Tapai adalah jenis makanan rakyat yang terbuat dari bahan-bahan yang mengandung banyak karbohidrat misalnya ketela pohon, sukun, beras (beras putih dan beras hitam) dan sorgum atau cantel. Tapai mengandung alkohol (etanol) sekitar 3-5 persen, pH sekitar 4 dan rasa yang bervariasi antara manis, dan agak manis (Rukmana, 2002). Rasa manis dalam tapai dipengaruhi oleh kadar gula yang terkandung dalam tapai tersebut dan rasa asam disebabkan

oleh beberapa jenis bakteri dan proses yang kurang teliti misalnya penambahan ragi yang berlebihan dan fermentasi yang lama.

Menurut Winarno (1984) “dalam” Haryadi (2013), mengungkapkan suatu bahan disebut tapai apabila bahan yang telah diragikan berubah menjadi lebih lunak, rasa manis keasam-asaman dan berbau alkohol. Hal ini disebabkan oleh kegiatan mikroba-mikroba tertentu yang dapat menghasilkan enzim yang mampu membentuk substrat menjadi gula dan alkohol.

Menurut Ganjar (2003) “dalam” Santosa dan Prakosa (2010), dalam proses fermentasi tapai, digunakan beberapa jenis mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oryzae*, *Endomycopsis burtonii*, *Mucor* sp., *Condida utilis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Pediococcus*. Tapai hasil fermentasi *S. cerevisiae* umumnya berbentuk semi-cair, berasa manis keasaman, mengandung alkohol, dan memiliki tekstur lengket. Umumnya, tapai diproduksi oleh industri kecil dan menengah sebagai makanan penutup.

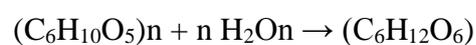
1. Proses Pembuatan Tapai

Proses pembuatan tapai dari tinjauan teknik kimia merupakan proses konversi karbohidrat (pati) yang terkandung dalam sukun menjadi gula kemudian berlanjut menjadi alkohol melalui proses biologi dan kimia (biokimia) seagai berikut (Haryadi, 2013 “dalam” Ulandari, 2016):

Hidrolisis Fermentasi

Pati → Glukosa → Alkohol

Proses hidrolisis melalui reaksi sebagai berikut:



Fermentasi oleh ragi, misalnya *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut (Haryadi, 2013 “dalam” Ulandari, 2016):



a. Hidrolisis

Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti *dekstrin*, *isomaltosa*, *maltose* dan *glukosa* (Purba, 2009 “dalam” Haryadi, 2013). Reaksi hidrolisis dapat terjadi pada semua ikatan yang menghubungkan monomer yang satu dengan yang lainnya sehingga diperoleh produk berupa *glukosa* (Purba, 2009 “dalam” Haryadi, 2013).

b. Fermentasi Gula Menjadi Alkohol

Enzim yang mampu memecah *glukosa* menjadi alkohol dan CO₂ enzim kompleks disebut *zimase* yang dihasilkan oleh genus *Saccharomyces*. Proses ini terus berlangsung dan akan terhenti jika kadar etanol sudah meningkat sampai tidak dapat diterima lagi oleh sel-sel khamir. Tingginya kandungan alkohol akan menghambat pertumbuhan khamir dan hanya mikroba yang toleran terhadap alkohol yang dapat tumbuh (Haryadi, 2013 “dalam” Ulandari, 2016).

c. Pembentukan Asam

Apabila proses fermentasi tapai terus berlanjut maka terbentuk asam asetat karena adanya bakteri *Acetobacter* yang sering terdapat pada ragi yang bersifat *oksidatif*. *Methanol* yang dihasilkan dari penguraian *glukosa* akan dipecah oleh *Acetobacter* menjadi asam asetat, asam *piruvat*, dan asam *laktat*. Asam *piruvat* adalah produk antara yang terbentuk pada hidrolisis gula menjadi etanol dan asam laktat (Haryadi, 2013 “dalam” Ulandari, 2016).

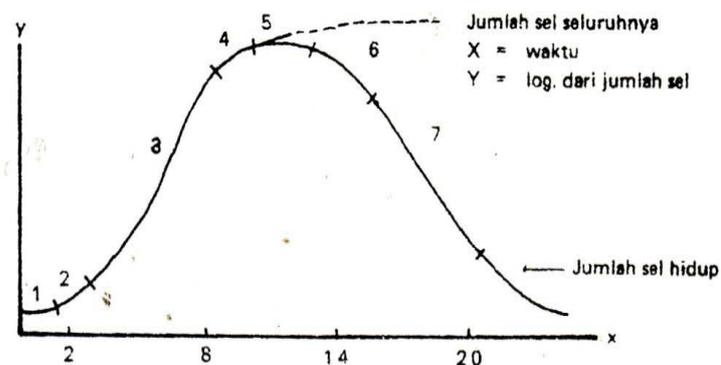
d. Pembentukan Ester

Alkohol yang dihasilkan dari penguraian *glukosa* oleh khamir akan dipecah menjadi asam *asetat* pada kondisi *aerobik*. Pada proses fermentasi lanjut, asam-asam organik yang terbentuk seperti asam *asetat* akan bereaksi dengan etanol membentuk suatu *ester aromatic* sehingga tapai memiliki rasa yang khas (Haryadi, 2013 “dalam” Ulandari, 2016).

C. Grafik Pertumbuhan Mikroba

Pada fase pertama, yaitu 1 sampai 2 jam setelah pemindahan, bakteri belum mengadakan pembiakan, fase ini disebut fase adaptasi. Kemudian fase kedua dimana jumlah bakteri mulai bertambah sedikit demi sedikit. Selanjutnya fase pembiakan cepat (fase logaritma), dimana pembiakan bakteri paling cepat. Jika ingin mengadakan pemeliharaan yang cepat tumbuh, maka bakteri di dalam fase ini baik sekali untuk dijadikan inokulum. Kemudian fase pembiakan diperlambat, ini disebabkan oleh keadaan medium memburuk,

perubahan pH, bertimbun-timbunnya zat kotor, kecepatan berbiak menjadi berkurang sekali. Kemudian fase dimana jumlah bakteri yang berbiak sama dengan jumlah bakteri yang mati, sehingga kurva menunjukkan garis yang hampir horizontal, disebut fase konstan. Fase terakhir yaitu fase dimana jumlah bakteri yang makin banyak, dan makin melebihi jumlah bakteri yang membelah diri, grafiknya mulai menurun, fase ini disebut fase kematian. Keadaan ini dapat berlangsung beberapa minggu, hal ini bergantung pada spesies dan keadaan medium. Pertumbuhan mikroba dapat dilihat pada Grafik 3 (Dwidjoseputro, 1987 “dalam” Arifin, 2011).



Grafik 1. grafik yang menunjukkan fase-fase pembiakan bakteri
Keterangan: 1. Fase adaptasi 2. Fase permulaan pembiakan 3. Fase pembiakan cepat 4. Fase pembiakan diperlambat 5. Fase konstan 6. Fase kematian 7. Fase kematian dipercepat (Sumber: Dwidjoseputro, 1987 “dalam” Arifin, 2011).

D. Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai pendukung dalam penelitian ini, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Prakosa dan Santosa (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “Karakteristik Tapai Buah Sukun Hasil Fermentasi Penggunaan Konsentrasi Ragi yang Berbeda” menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi, dihasilkan tapai dengan karakteristik kadar air dan kadar asam tapai meningkat (pH lebih rendah) tekstur sangat lunak, rasanya menjadi asam dengan aroma yang sangat tajam dan alkoholik.
2. Simbolon (2008) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Persentase Ragi Tapai dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tapai Ubi Jalar” menyatakan bahwa persentase ragi tapai memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap alkohol, kadar gula, pH, organoleptik (rasa, aroma dan tekstur) dan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap total padatan terlarut total asam dan organoleptik warna.
3. Ulandari (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Uji Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih dan Singkong Melalui Fermentasi Dengan Dosis Ragi yang Berbeda” menyatakan bahwa semakin tinggi dosis ragi yang diberikan maka semakin tinggi kadar alkohol yang dihasilkan.

Dilihat dari beberapa penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa persentase ragi dan lama waktu fermentasi pada tapai dapat mempengaruhi tapai yang dihasilkan karena semakin banyak ragi dan lama waktu fermentasi maka semakin meningkat kadar air dan kadar asam, rasa tapai menjadi asam dengan aroma yang sangat tajam dan alkoholik.

Table 3. Persamaan dan perbedaan terdahulu dengan penelitian sendiri

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Keterangan
Simbolon (2008)	Pengaruh Persentase Ragi Tapi dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tapi Ubi Jalar	Persamaan yang diamati dengan Simbolon yaitu parameter yang diamati meliputi uji Organoleptik (rasa, aroma, warna dan tekstur), pengukuran pH sedangkan perbedaannya adalah Simbolon menggunakan persentasi ragi 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1% sedangkan penelitian saya menggunakan persentasi Santosa dan Prakosa (2010) yaitu 0,5%, 1%, 1,5%
Prakosa dan Santosa (2010)	Karakteristik Tapi Buah Sukun Hasil Fermentasi Penggunaan Konsentrasi Ragi yang Berbeda	Persamaan yang diamati dengan Prakosa dan Santosa (2010) yaitu dosis ragi 0,5%, 1%, 1,5% sedangkan perbedaannya yaitu Prakosa dan Santosa (2010) waktu fermentasi menggunakan waktu 24 jam saja sedangkan saya menggunakan waktu fermentasi 20 jam, 40 jam dan 60 jam

Ulandari (2015) Uji Kadar Alkohol Pada Persamaan yang diamati Tapai Ketan Putih dan dengan Ulandari (2015) Singkong Melalui yaitu cara kerja Fermentasi Dengan Dosis pembuatan tapai dan uji Ragi yang Berbeda kadar alkohol sedangkan perbedaannya adalah penggunaan bahan dasar pembuatan tapai, Ulandari (2015) menggunakan ketan putih dan singkong sedangkan saya menggunakan buah sukun.
