

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Jamur

Jamur merupakan tumbuhan berbentuk sel atau benang bercabang, mempunyai dinding dari selulosa atau kitin atau keduanya. Mempunyai protoplasma yang mengandung satu atau lebih inti, tidak mempunyai klorofil dan berkembangbiak secara aseksual, seksual, atau keduanya (Gandahusada, dkk 1998).

Jamur menggunakan enzim untuk mengubah zat organik untuk pertumbuhannya sehingga jamur merupakan saprofit atau parasit. Sistem enzim jamur dapat mengubah selulosa, karbohidrat dan zat organik lain yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang, serangga dan lain-lain yang mati menjadi zat anorganik yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan (Gandahusada, dkk 1998).

a. Morfologi jamur

Jamur mencakup dua jenis yaitu khamir dan kapang. Khamir yaitu sel-sel yang berbentuk bulat, lonjong atau memanjang yang berkembangbiak dengan membentuk tunas dan membentuk koloni yang basah dan berlendir. Sedangkan kapang terdiri dari sel-sel memanjang dan bercabang yang disebut hifa. Hifa tersebut dapat bersekat sehingga terbagi menjadi banyak sel atau tidak bersekat dan disebut hifa senositik. Anyaman dari hifa, baik yang multiseluler atau senositik disebut miselium. Kapang membentuk koloni yang menyerupai kapas atau padat. Khamir yang membentuk tunas yang memanjang dan bertunas lagi pada ujungnya secara terus menerus, sehingga terbentuk hifa dengan penyempitan pada sekat-sekat dan disebut hifa semu. Anyaman hifa semu disebut miselium semu. Hifa dapat bersifat sebagai: a) hifa vegetatif, yaitu berfungsi sebagai mengambil makanan untuk pertumbuhan, b) hifa reproduktif, yaitu yang membentuk spora, c)

bersifat sebagai hifa udara, yaitu yang berfungsi mengambil oksigen. Hifa dapat berwarna atau tidak berwarna dan jernih (Gandahusada, dkk, 1998).

b. Reproduksi jamur

Jamur makroskopis dapat berkembang biak secara kawin (seksual) dan secara tidak kawin (aseksual). Reproduksi seksual dicirikan oleh adanya peleburan dua inti dengan urutan terjadinya plasmogami, kariogami, dan meiosis. Plasmogami merupakan peleburan protoplasma antara dua sel yang serasi. Selanjutnya inti dari kedua sel akan mengalami kariogami. Kariogami merupakan peleburan antara kedua inti sel yang akan menghasilkan inti diploid ($2n$). Pada proses meiosis, inti yang telah melebur menjadi inti diploid dan mengalami pembelahan dan intinya yang diploid tereduksi menjadi haploid (n) (Gunawan A.W, 2001).

Reproduksi aseksual jamur makroskopis lebih sering terjadi karena dapat terjadi berulang-ulang dalam satu musim. Reproduksi aseksual jamur dengan cara fragmentasi dan spora. Fragmentasi adalah pembentukan individu baru dari tiap fragmen atau bagian dari bentuk somatik jamur. Dengan fragmentasi setiap potong hifa jamur dapat tumbuh jika dibiakkan pada media yang tepat. Adapun reproduksi aseksual yang melibatkan spora hanya terjadi di alam pada jamur Basidiomycetes. Oleh karena itu, reproduksi aseksual yang dimanfaatkan dalam pembudidayaan jamur adalah fragmentasi miselia (Achmad, dkk., 2011).

c. Faktor pertumbuhan jamur

Pada umumnya pertumbuhan fungi dipengaruhi oleh faktor substrat, kelembaban, suhu, kebutuhan oksigen dan derajat keasaman substrat (pH), dan Kebutuhan Makanan (Nutrisi).

1) Substrat

Merupakan sumber nutrisi utama bagi fungi. Nutrien baru dapat dimanfaatkan sesudah fungi mengekskresi enzim-enzim ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat

tersebut menjadi senyawa yang lebih sederhana. Misalnya, apabila substratnya nasi maka fungi tersebut mampu mengekskresikan enzim α -amilase untuk mengubah amilum menjadi glukosa. Fungi yang tidak dapat menghasilkan enzim sesuai komposisi substrat dengan sendirinya tidak dapat memanfaatkan nutrient-nutrient dalam substrat tersebut (Gandjar, 2006: 44).

2) Kelembapan

Faktor ini sangat penting untuk pertumbuhan fungi seperti *Rhizopus* yang memerlukan lingkungan dengan kelembaban 90%, sedangkan untuk *Aspergillus*, *Penicillium* dan lainnya yaitu 80% fungi yang tergolong xerofilik atau tahan hidup pada kelembaban 70% misalnya *aspergillus glaucus*, *Tamari* dan *Aspergillus flavus* dengan mengetahui sifat fungi ini. Penyimpanan bahan pangan dan materi lainnya dapat dicegah kerusakannya (Gandjar, 2006: 44)

3) Suhu

Kebanyakan jamur termasuk dalam kelompok mesofilik, yaitu dapat tumbuh pada suhu normal. Suhu optimum untuk kebanyakan jamur sekitar 25° - 30°C, namun beberapa tumbuh baik pada suhu 35° - 37°C atau lebih, misalnya pada spesies *Aspergillus*. Sejumlah jamur termasuk dalam psikotrofik, yaitu yang dapat tumbuh baik pada suhu dingin, dan beberapa masih dapat tumbuh pada suhu di bawah pembekuan (-5° s/d 10°C) hanya beberapa yang mampu tumbuh pada suhu tinggi (Hidayat, 2006: 22).

4) Kebutuhan Oksigen dan Derajat Keasaman (pH)

Jamur benang biasanya bersifat aerob, yang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya, kebanyakan jamur dapat tumbuh pada interval pH yang luas (pH 2,0-8,5) walaupun umumnya jamur lebih suka pada kondisi asam (Hidayat, 2006: 22).

5) Kebutuhan Makanan (Nutrisi)

Jamur pada umumnya mampu menggunakan bermacam-macam makanan, dari yang sederhana sampai yang kompleks. Kebanyakan jamur

memiliki bermacam-macam enzim hidrofilik, yaitu amilase, pektinase, proteinase, dan lipase (Hidayat, 2006: 22).

2. *Aspergillus sp*

Kingdom : Fungi
Divisi : Amastigomycota
Kelas : Deutromycetes
Ordo : Moniliales
Famili : Moniliaceae
Genus : *Aspergillus*
Spesies : *Aspergillus sp* (Syafurisal 2014).

Aspergillus sp dari genus *Aspergillus* terdapat diseluruh alam dan hampir dapat tumbuh pada semua substrat. Jamur ini akan tumbuh pada buah busuk, sayuran, biji-bijian, roti, dan bahan pangan lainnya. Pertumbuhannya akan terlambat bila bahan dalam keadaan kering. Beberapa spesies termasuk jamur patogen. Penyakit yang disebabkan oleh *Aspergillus* disebut Aspergilosis. Sebagaimana banyak ditemukan pada bahan pangan (Makfoeld, 1993).

Aspergillus akan terlihat dengan warna hijau, kuning, oranye, hitam atau coklat. Secara keseluruhan merupakan warna dari konidianya. Namun perlu diketahui, warna tersebut sangat peka terhadap unsur kimia di luarnya. *Aspergillus* dicirikan hifa bersekat dengan inti yang banyak sehingga termasuk kelas ascomycetes tetapi kebanyakan spesies *Aspergillus* belum ditemukan askus dan tubuh buahnya yang jelas, sehingga sering dimasukkan dalam kelas Deuromycetes. Ciri khasnya ialah terbentuk konidia sedangkan pembedanya adalah warna (Makfoeld, 1993).

Aspergillus sp secara mikroskopis memiliki ciri-ciri hifa bersekat dan bercabang, di bagian ujung hifa terutama pada bagian yang tegak membesar merupakan konidiofornya. Konidiofora pada bagian ujungnya membulat menjadi fesikel. Pada fesikel terdapat batang pendek yang disebut *sterigma*. *Sterigmata* atau *filadia* biasanya berwarna atau tidak

berwarna. Pada sterigmata tumbuh konidia yang membentuk rantai yang berwarna hijau, coklat atau hitam (Jawetz, dkk 2007).

a. *Aspergillus flavus*

Klasifikasi *Aspergillus flavus*

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Kelas : Eurotiomycetes

Ordo : Eurotiales

Familia : Trichomaceae

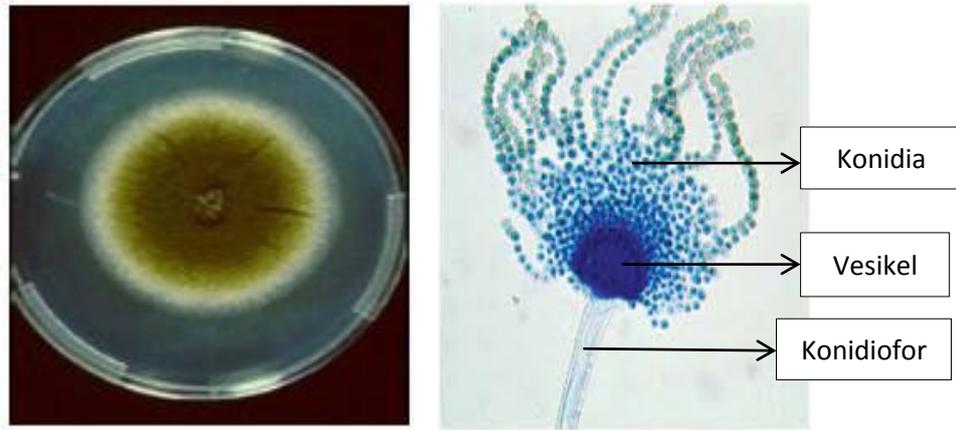
Genus : *Aspergillus*

Spesies : *Aspergillus flavus* (Misnadiarly dan Husjain, 2014)

Aspergillus flavus, yaitu suatu kapang yang umumnya mengkontaminasi berbagai jenis bahan makanan yang mengalami penyimpanan akibat adanya pertumbuhan kapang tersebut dihasilkan metabolik toksik (mikotoksin), yaitu senyawa yang bersifat racun yang dikenal sebagai aflatoksin. Aflatoksin mempunyai daya racun yang sangat tinggi. Aflatoksin dapat dihasilkan di dalam banyak jenis substrat, antara lain : beras, jagung, gandum, serta biji-bijian lainnya terutama kacang-kacangan yang tersimpan dalam kondisi kurang memenuhi syarat (Syarief, 2003: 59)

Aspergillus flavus secara makroskopis koloni berwarna hijau kekuningan dan pada bagian bawahnya berwarna kekuningan sampai coklat. Sedangkan secara mikroskopis konidiofor tampak jelas, tidak berpigmen dan kasar (Hayani, 2017).

Jamur *Aspergillus flavus* ditandai dengan konidiofor tidak berwarna dan kasar. Bagian atas agak bulat sampai kolumnar. Vesikel agak bulat sampai bentuk batang pada kepala yang kecil, sedangkan pada kepala yang besar berbentuk globosa. Konidia kasar dengan bermacam-macam warna (Makfoeld, 1993).



Sumber : Payon, 2019

Gambar 2.1 Jamur *Aspergillus flavus* makroskopis dan mikroskopis.

b. *Aspergillus niger*

Klasifikasi *Aspergillus niger*

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Kelas : Eurotiomycetes

Ordo : Eurotiales

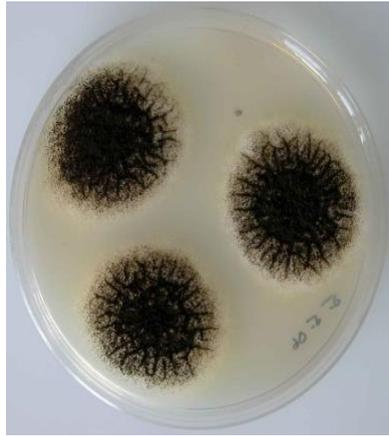
Famili : Trichomaceae

Genus : *Aspergillus*

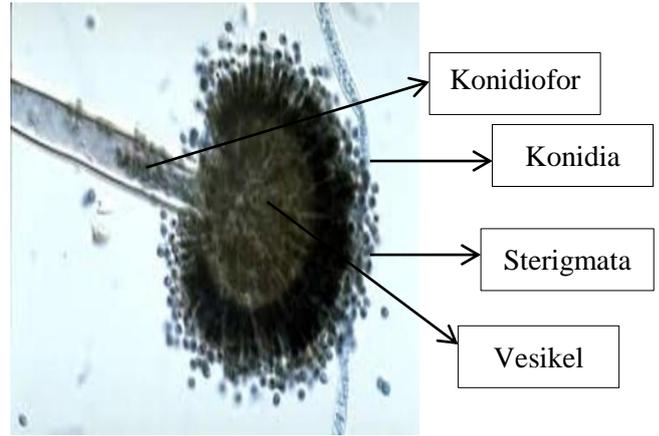
Spesies : *Aspergillus niger* (Soesanto 2013).

Morfologi *Aspergillus niger* memiliki ciri konida berwarna hitam, hitam kecoklatan, atau hitam violet. Bagian atas membesar dan membentuk globosa. Konidiofor halus, tak berwarna atau agak coklat-kuning. Vesikel berbentuk globosa dengan bagian atas membesar, bagian ujung seperti batang kecil. Konidia kasar, menunjukkan lembaran atau pita berwarna hitam coklat (Makfoeld,1993).

Makroskopis jamur *Aspergillus niger* ditandai dengan koloni jamur berwarna hitam dan berwarna putih pada pinggirnya (Hikmah, 2018).



Sumber : Hidayatullah, 2018



Sumber : Hikmah, 2018

Gambar 2.2 Jamur *Aspergillus niger* makroskopis dan mikroskopis.

c. *Aspergillus fumigatus*

Klasifikasi *Aspergillus fumigatus*

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Kelas : Euromycetes

Ordo : Eurotiales

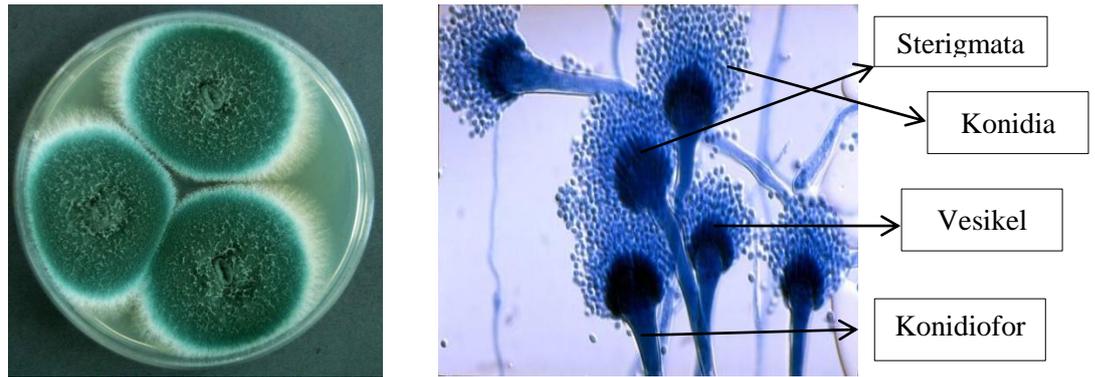
Famili : Trichomaceae

Genus : *Aspergillus*

Spesies : *Aspergillus fumigatus* (Soesanto, 2013)

Morfologi jamur *Aspergillus fumigatus* memiliki konidia atas bentuk kolunar (manjang) dan konidia nya berbentuk bulat, berwarna hijau sampai hijau kotor. Vesikel berbentuk piala. Konidiofor berdinding halus, umumnya berwarna hijau (Makfoeld, 1993).

Makroskopis jamur *Aspergillus fumigatus* ditandai dengan kolonijamur berwarna abu-abu kehijauan. Teksturnya seperti benang wol atau kapas dan granular (Hikmah, 2018).



Sumber : Sumber : Hikmah, 2018

Gambar 2.3 Jamur *Aspergillus fumigatus* makroskopis dan mikroskopis.

3. Mikotoksin

Mikotoksin diartikan sebagai senyawa organik beracun yang berasal dari sumber hayati berupa hasil metabolisme sekunder dari kapang. Pengaruh mikotoksin pada manusia dan binatang berbeda-beda beberapa diantaranya dapat menyebabkan kanker, sedangkan jenis lain dapat bersifat teratogenik karena menyebabkan kelainan pada fetus janin (Syarief, dkk 2003).

Mikotoksin merupakan senyawa organik bersifat racun yang berasal dari metabolit sekunder yang dihasilkan jamur. Dapat menimbulkan penyakit yang disebabkan oleh jamur dapat dibedakan atas infeksi (mikosis) dan alergi (mikotoksikosis). Gangguan kesehatan oleh mikotoksin diketahui bersifat tidak menular. Salah satu terjadinya mikotoksikosis karena mengkonsumsi makanan yang telah dicemari atau sudah terkontaminasi oleh jamur (Syarief, dkk, 2003) .

4. Aflatoksin

Aflatoksin senyawa metabolit yang bersifat hepatotoksik maupun karsinogenik dan terdapat pada jagung, barley, tepung biji kapas, kacang, tepung kacang, beras, kedelai, gandum, dan biji sorgum (Makfoeld, 1993).

Aflatoksin suatu golongan senyawa yang dapat menyebabkan toksikogenik (keracunan), mutagenik (mutasi), teratogenik (penghambat pertumbuhan janin), dan karsinogenik (kanker pada jaringan) (Makfoeld, 1993). Dibandingkan dengan bahan kimia lainnya

yang dapat menimbulkan kanker hati, maka aflatoksin merupakan bahan atau senyawa yang paling berbahaya. Karsinoma hati akibat aflatoksin tidak diikuti oleh sirosis hati, sedangkan karsinoma hati akibat bahan kimia selalu berhubungan dengan sirosis hati (Syarieff dkk, 2003).

5. Pengertian roti tawar

a. Roti tawar

Roti tawar merupakan makanan yang berbentuk spong berbahan dasar tepung terigu, yang memiliki tekstur seperti kapas, ringan dan rasanya tawar dengan sebagian besar volumenya tersusun dari gelembung- gelembung gas akibat adanya karbondioksida yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh *yeast*. Roti tawar mempunyai rasa yang gurih agak asin, dan mempunyai bentuk khas. Pada umumnya roti tawar dibedakan menjadi dua yaitu roti warna putih (*whitebread*) dan roti tawar gandum (*wholewheabread*)(Koswara,2009).

Roti adalah makanan yang dibuat dari tepung terigu yang diragikan dengan ragi roti kemudian dibentuk dan dipanggang. Komposisi pembuatan roti tawar yaitu tepung terigu, gula, susu, atau susu bubuk, lemak dan bahan- bahan penyedap lainnya (SNI, 1995).



Sumber : <https://wiratech.co.id/resep-roti-tawar-setup/>

Gambar 2.4 Roti tawar

b. Komposisi pembuatan roti tawar

Pada umumnya dalam pembuatan roti tawar, bahan utama yang digunakan adalah tepung terigu dengan kandungan protein yang tinggi. Ada beberapa bahan tambahanyangdiperlukan.

- 1) Tepung terigu merupakan bahan utama pembuatan roti, pada umumnya tepung yang digunakan mengandung protein tinggi

- (gluten tinggi) untuk memberikan tekstur yang halus
- 2) Air sebagai bahan untuk melarutkan berbagai bahan, seperti melarutkan protein pada terigu untuk membentuk gluten.
 - 3) Mentega berpengaruh pada tekstur dan mencegah gelembung CO₂ terlepas dari adonan.
 - 4) Yeast bahan untuk memperoleh CO₂ dengan mereaksikan pati dan gula. CO₂ yang diperoleh membuat adonan mengembang.
 - 5) Gula merupakan sumber makanan untuk pertumbuhan yeast. Selain itu juga sebagai penghasil warna cokelat pada permukaan roti
 - 6) Garam menambah aroma dan memperkuat campuran lemak dan gula. Selain itu juga berfungsi mengontrol pertumbuhan yeast (Koswara, 2009).

c. Syarat mutu roti

2.1 Tabel SNI roti tawar 2009 syarat mutu untuk roti yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia tahun 2009

No	Produk Bakeri	Jenis Cemar Mikroba	Batas Maksimum
1.	Roti dan produk bakeri tawar dan premiks (termasuk tepung panir)	ALP (30°C, 72 jam)	1 x 10 ⁴ koloni/g
		APM <i>Eschericia coli</i>	10/g
		<i>Salmonella sp</i>	1 x 10 ² koloni/g
		<i>Bacillus cereus</i>	1 x 10 ⁴ koloni/g
		Kapang dan khamir	1 x 10 ⁴ koloni/g
2.	Produk bakeri istimewa (manis, asin, gurih)	ALT (30°C, 72 jam)	1 x 10 ⁴ koloni/g
		APM Koliform	20/g
		APM <i>Escheresia coli</i>	<3/g
		<i>Salmonella sp</i>	Negatif/25 g
		<i>Staphylococcus aureus</i>	1 x 10 ² koloni/g
		<i>Bacillus cereus</i>	1 x 10 ² koloni/g
		Kapang dan khamir	2 x 10 ² koloni/g

Sumber: SNI 2009.

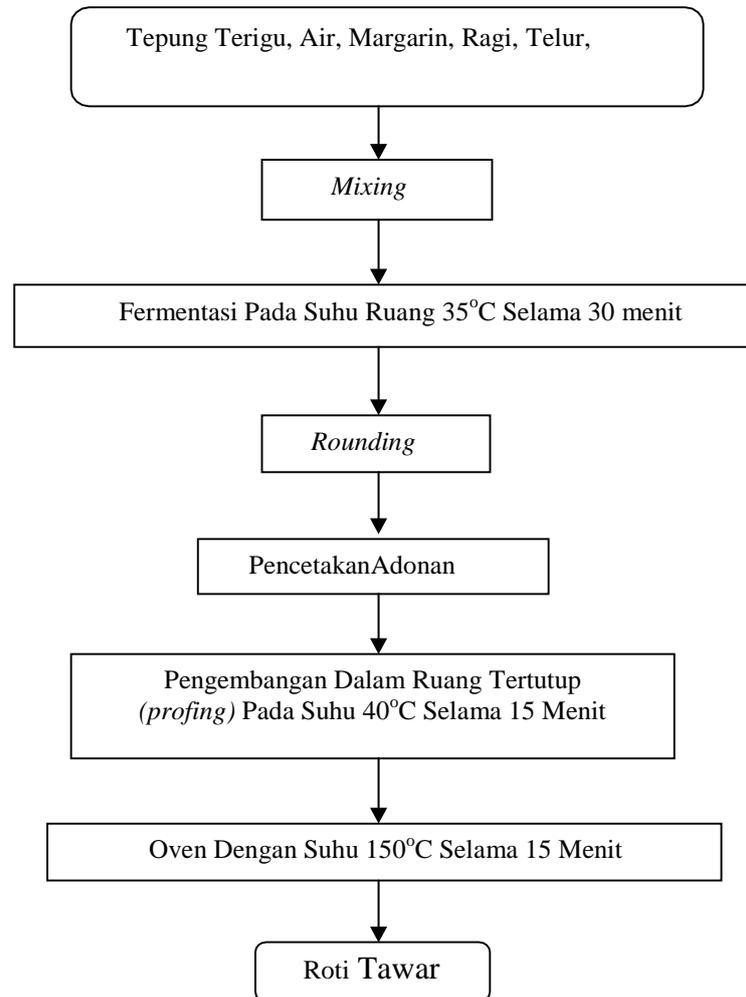
Menurut Standar Nasional Indonesia, kualitas mutu eksternal roti tawar adalah mempunyai bau dan rasa dengan nilai normal, tidak tengik. Normal dalam hal ini yaitu aroma yang dikeluarkan khas roti serta tidak tengik karena adanya aktifitas mikrobia pada produk. Pada kriteria warna memiliki nilai normal, artinya warna yang dihasilkan pada produk roti tawar yang standar adalah

cokelat kekuningan, tidak terlalu cokelat atau terlalu pucat. Roti yang berkualitas memiliki karakteristik uji roti secara internal tertentu, diantaranya memiliki volumes eragam, warna kerak cokelat kekuningan, warna remah bagian dalam terang, beraroma khas roti rawar dan berasa gurih, berpori seragam dan halus, lembut dan elastis.

Ketengikan disebabkan oleh otooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Otooksidasi dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang mempercepat reaksi seperti cahaya, panas, peroksida lemak, logam berat dan logam porifin. Kemudian radikal ini dengan O₂ membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek ini adalah asam-asam lemak, aldehida-aldehida dan keton yang bersifat volatil dan menimbulkan bau tengik (Winarno, 2002)

Selama penyimpanan terjadi penurunan mutu roti tawar dilihat dari rasa yang awal sangat enak khas roti tawar semakin lama berubah menjadi sangat tidak enak dan muncul rasa tambahan. Perubahan yang sering terjadi pada roti tawar yaitu tubuh kapang pada permukaan produk dan timbulnya aroma yang tidak sedap diikuti dengan berubahnya cita rasa (Herawati, 2008).

d. Tahapan proses pembuatan roti tawar



Sumber : Sudarno, 2015

Gambar 2.4 Diagram alir pembuatan roti tawar (Sudarno, 2015)

6. Penyebab kerusakan roti tawar

Penyimpanan makanan merupakan akhir dari proses produksi, setelah roti matang lalu didinginkan beberapa jam. Roti termasuk makanan yang mudah busuk dengan masa simpan 5-7 hari. Pembusukan roti disebabkan oleh rusaknya protein dan pati, secara langsung pembusukan roti disebabkan oleh mikroorganisme pembusuk (Mudjajanto dan Indrianty 2009:19). Pada saat penyimpanan, roti akan mengalami beberapa kerusakan jika disimpan terlalu lama dan tidak disimpan ditempat yang tepat. Kerusakan roti meliputi kerusakan fisik roti misalnya mengerasnya tekstur, tumbuhnya kapang, dan ketengikan (US Wheat Association, 1981).

B. Kerangka Konsep