

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. LATAR BELAKANG

PT Multi Bintang Indonesia adalah salah satu perusahaan besar di Indonesia yang bergerak dalam bidang industri minuman bir dan *soft drink*. Perusahaan yang telah berdiri sejak 1931 ini terkenal lewat produk birnya yang sekarang kita kenal dengan merk “Bintang”. Hingga sekarang, perusahaan ini telah memiliki 2 *brewery* di Indonesia yaitu di Tangerang dan Sampang Agung. Jenis bir yang diproduksi oleh PT Multi Bintang Indonesia Tbk. adalah bir jenis *lager* dengan kadar alkohol  $\pm 4,5\%$ .

Secara umum, dalam pembuatan bir “Bintang” ini diperlukan dua jenis bahan baku yang meliputi bahan utama dan bahan tambahan (*adjuncts*). Bahan baku utama ini terdiri dari air, *malt*, *barley* dan *yeast*. Selain itu, dalam proses produksi bir juga ditambahkan bahan baku tambahan seperti  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ , hops, *black malt* dan gula. Untuk *malt*, ada 2 tipe *malt* yang digunakan yaitu *A-malt* dan *C-malt*. *A-malt* memiliki kandungan ekstrak yang lebih tinggi dan harga yang lebih tinggi daripada *C-malt*. Seiring berjalannya waktu, penggunaan *A-malt* yang banyak akan berdampak pada semakin tingginya biaya produksi. Oleh karena itu, sejalan dengan visi, misi, dan nilai-nilai perusahaan, PT Multi Bintang Indonesia selalu berupaya untuk melakukan inovasi dalam meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dengan harga produksi yang lebih rendah. Salah satu upaya yang dilakukan adalah perubahan komposisi *malt* yang digunakan dengan mensubsitisi sebagian *A-malt* dengan *C-malt*. Berdasarkan dokumen dari PT Multi Bintang Indonesia, kedua jenis *malt* ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik dari kandungan ekstrak gula, protein, dan nilai *diastatic power*. Komposisi *malt* awal yang digunakan dalam pembuatan bir “Bintang” terdiri atas 65% *A-malt* dan 35% *C-malt*. Dalam penelitian, dilakukan percobaan pembuatan bir dengan resep baru yaitu *flexible recipe* dengan perbandingan komposisi *malt* yaitu 55% *A-malt* dan 45% *C-malt*. Kemudian, akan diteliti lebih lanjut mengenai efek yang ditimbulkan akibat adanya perubahan komposisi *malt* dari awal proses pembuatan *wort* hingga menjadi produk bir yang siap dipasarkan.

## 1.2. TINJAUAN PUSTAKA

### 1.2.1. Bir

Menurut IBD (2016), bir adalah minuman beralkohol yang diproduksi dengan fermentasi gula oleh *yeast* serta diberi *flavour* dari ekstrak hops. *Barley* dan *malt* adalah bahan utama yang sangat penting dalam produksi bir karena 2 bahan ini merupakan penyedia sumber gula dalam bentuk pati yang dapat digunakan oleh *yeast* untuk melakukan proses fermentasi. Menurut Briggs *et al.* (2004), terdapat dua tipe bir yang tersebar di seluruh dunia yaitu *lager* dan *ales*. Bir *lager* berwarna kuning terang /keemasan dan difermentasi dengan menggunakan *bottom yeast* pada suhu 10-15 °C. Bir tipe *ales* berwarna kuning gelap dan difermentasi dengan *top yeast* pada suhu 15-20 °C. Bahan-bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan bir terbagi menjadi 2 yaitu bahan utama dan bahan tambahan (*adjuncts*).

#### a Bahan Utama

##### a. 1. Air

Air adalah salah satu bahan baku yang keberadaannya sangat penting. Hal ini karena kualitas air akan berpengaruh terhadap kualitas produk akhir yang dihasilkan. Menurut IBD (2016), ada beberapa standar yang harus dipenuhi khususnya untuk *brewing water*, di antaranya adalah pH berada di antara 6,5 hingga 7,0, kandungan kalsium <100 ppm, magnesium karbonat <250 ppm, natrium klorida <200 ppm, dan besi <1 ppm. Beberapa kandungan mineral yang terkandung dalam *brewing water* dapat mempengaruhi rasa dari bir yang dihasilkan nantinya (Nachel, 2008).

##### a. 2. *Barley*

*Barley* adalah tanaman biji-bijian yang termasuk dalam family *gramineae* dan biasa tumbuh di iklim sejuk. *Barley* sudah menjadi bahan utama dalam produksi bir selama ratusan tahun (IBD, 2016). Menurut Briggs *et al.* (2004), ada 2 varietas *barley* yang sering digunakan dalam produksi bir yaitu 2 rows *barley* dan 6 rows *barley*. Kedua varietas *barley* ini ditanam di musim yang berbeda. 2 rows *barley* ditanam pada musim semi sehingga sering disebut *spring barley*. Sedangkan, 6 rows *barley* ditanam pada musim dingin sehingga sering disebut *winter barley*.

Secara umum, karakteristik dari kedua varietas *barley* ini sedikit berbeda. *Spring barley* akan memproduksi *malt* dengan kandungan karbohidrat dan protein yang lebih tinggi serta warna yang lebih terang dibandingkan dengan *winter barley*. Namun, *spring barley* memiliki nilai DP yang lebih kecil dibandingkan dengan *winter barley* sehingga membutuhkan waktu sakarifikasi yang sedikit lebih lama dibandingkan dengan *winter barley*. Menurut artikel Paul dan Richard, baik *spring barley* maupun *winter barley* sama-sama sering digunakan dalam *brewery* di seluruh dunia. Akan tetapi, secara umum, *brewery* skala besar lebih banyak menggunakan *spring barley* walaupun memiliki nilai DP yang lebih rendah dan harga yang lebih mahal dibandingkan dengan *winter barley*. Hal ini dikarenakan kandungan *fermentable sugar* yang dihasilkan oleh *spring barley* lebih banyak daripada *winter barley*. *Barley* tidak berkontribusi terhadap warna wort yang dihasilkan nantinya (IBD, 2016).

a. 3. *Malt*

Menurut Briggs *et al.* (2004), *malt* adalah *barley* yang telah mengalami proses perkecambahan. Proses perkecambahan dari *barley* menjadi *malt* melewati 3 proses yaitu *steeping*, *germination*, dan *kilning*. Pada proses *steeping*, *barley* direndam dalam air untuk menciptakan kondisi yang cocok untuk proses selanjutnya yaitu germinasi. Pada proses germinasi, hormon giberelin yang terkandung di dalam *barley* akan menstimulasi produksi enzim yang nantinya digunakan untuk memecah protein. Selain itu, dinding *barley* akan terpecah sehingga kandungan pati dalam *barley* akan keluar sehingga dapat dikonversi oleh *yeast* menjadi gula sederhana sebagai substrat untuk proses fermentasi. Proses germinasi ini dapat dikontrol dengan menjaga kadar kelembapan udara, suhu, dan waktu germinasi. Setelah tercapai kondisi *malt* yang diinginkan, dilanjutkan proses *kilning* dimana *barley* yang telah mengalami proses germinasi akan dipanaskan untuk menghentikan proses germinasi dan menurunkan kadar air. Pada proses ini, air akan keluar dari *malt*, proses enzimatik akan berhenti karena enzim lama kelamaan akan terdenaturasi sehingga *malt* akan menjadi lebih stabil dalam penyimpanan. Setelah tercapai kadar kelembapan sekitar 10%, maka suhu *kilning* akan dinaikkan sehingga dapat memberikan warna dan *flavour* pada *malt* (reaksi Maillard) (IBD, 2006). Karena hal ini, maka *malt* yang digunakan dalam

proses pembuatan bir akan berpengaruh pada warna dan *flavour* dari produk akhir. Selain itu, kandungan polipeptida dan polifenol pada *malt* dapat mempengaruhi karakteristik dari *foam* yang terbentuk nantinya (IBD, 2016).

a. 4. *Yeast*

Menurut IBD (2016), *yeast* adalah mikroorganisme sel tunggal yang membantu proses pembuatan bir. *Yeast* dapat bekerja dengan ataupun tanpa oksigen. Ketika ada oksigen, maka *yeast* akan memproduksi sel baru dengan mengubah gula menjadi karbon dioksida dan air (respirasi aerobik). Ketika oksigen tidak ada, maka *yeast* akan melakukan proses fermentasi dengan mengubah gula menjadi alcohol, karbondioksida, dan beberapa senyawa *flavour* yang nantinya akan berkontribusi pada *flavour* bir. Tidak hanya gula saja yang diperlukan oleh *yeast*, namun *yeast* juga membutuhkan berbagai nutrisi lain seperti protein dalam bentuk asam amino, lemak, vitamin, kandungan ion (kalsium dan *zinc*). Jenis *yeast* yang digunakan dalam proses fermentasi bir *lager* adalah *Saccharomyces carlsbergensis* atau *Saccharomyces uvarum*.

b. Bahan Tambahan (*Adjuncts*)

b. 1.  $\text{CaCl}_2$

$\text{CaCl}_2$  adalah salah satu bahan tambahan dalam proses produksi bir. Proses penambahan  $\text{CaCl}_2$  berlangsung di 2 tahapan yaitu pada proses *mashing* dan *boiling*. Menurut IBD (2017), pada saat proses *mashing*, penambahan  $\text{CaCl}_2$  bertujuan untuk menjaga derajat keasaman dalam campuran antara *grist* dan air sehingga reaksi enzimatis/ sakarifikasi dapat berjalan dengan optimal. Kemudian, pada saat sebelum proses *boiling* berlangsung,  $\text{CaCl}_2$  ditambahkan dengan tujuan agar terjadi reaksi antara ion kalsium dan beberapa senyawa seperti fosfat, asam amino, dan polipeptida dimana dari reaksi ini, ion hidrogen akan terlepas dan pH turun.

b. 2. Hops

Menurut IBD (2017), penggunaan hop dalam proses produksi bir sangatlah penting. Penambahan hop ini memiliki beberapa manfaat yaitu memberikan rasa pahit pada bir, memperkuat *flavour* pada bir, menghambat pertumbuhan bakteri, dan dapat menjernihkan wort secara alami.

b. 3. *Dark Malt*

Menurut IBD (2017), *dark malt* adalah *malt* yang telah mengalami proses *kilning* dengan suhu tinggi sekitar 215-225 °C. Hal ini bertujuan untuk memunculkan warna coklat gelap pada *malt* sehingga ketika digunakan dalam proses produksi bir akan memberikan warna akhir pada bir yaitu kuning keemasan.

b. 4. Gula

Gula yang digunakan untuk produksi bir adalah sukrosa. Menurut Nachel (2008), sukrosa mengandung 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa. Penambahan gula bertujuan untuk menambahkan sumber karbon selain dari *barley* dan *malt* sebagai substrat bagi *yeast* untuk melakukan fermentasi.

### 1.2.2. Proses Produksi Bir

Menurut Kunze (2004), dalam proses pembuatan bir pada dasarnya terdiri atas 2 proses utama yaitu

1. Pembuatan *wort*, terdiri atas beberapa proses, yaitu

a. *Malting*

Menurut Izydorczyk *et al.* (2000) dalam Gupta (2010), *barley* secara umum mengandung 65-68% pati, 10-17% protein, 4-9%  $\beta$ -glucan, 2-3% lemak bebas, dan 1,5-2,5% mineral. Pada *barley*, pati tersebut masih terbungkus dalam lapisan endosperm dan terikat dengan matriks protein yang terlindungi oleh dinding sel yang terbuat dari  $\beta$ -glucan. Oleh karena itu, *barley* harus melalui proses *malting* sehingga kandungan pati di dalamnya dapat dicerna oleh enzim amilase yang diproduksi selama proses germinasi *barley*. Menurut Broderick (1977) dalam Gupta (2010), terdapat dua varietas *barley* yang sering digunakan dalam proses *malting* yaitu *2 rows barley* dan *6 rows barley*. Menurut Herb, *et al.* (2017), jenis *barley* yang digunakan dan kondisi pada saat proses *malting* dapat mempengaruhi *flavour* yang ditimbulkan pada bir nantinya. Menurut Ferreira & Guido (2018), penggunaan jenis *barley* yang berbeda ini akan menghasilkan *wort* dengan kandungan asam amino yang berbeda-beda. Perbedaan kandungan asam amino ini dapat mempengaruhi proses metabolisme asam amino oleh *yeast* sehingga dapat mempengaruhi biosintesis *flavour* pada bir.

Menurut IBD (2017), proses *malting* ini terdiri atas tiga tahap yaitu *steeping*, *germination*, dan *kilning*. Pada proses *steeping*, *barley* akan mengalami proses hidrasi dengan direndam dalam air untuk menciptakan kondisi yang cocok untuk proses germinasi. Setelah kandungan air pada *barley* mencapai sekitar 30-33%, maka *barley* siap untuk masuk dalam fase germinasi. Selama proses germinasi berlangsung, ada beberapa enzim yang berperan pada *barley* dan masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda.

- $\beta$ -amylase berperan dalam produksi maltosa
- $\alpha$ -amylase berperan dalam oligosakarida atau limit dekstrin
- limit dextrinase berperan dalam proses hidrolisis pati terutama dalam pemotongan cabang pada amilopektin
- $\alpha$ -glucosidase berperan dalam produksi glukosa.

Keempat enzim ini bekerja bersama-sama untuk memproduksi *wort* yang kaya akan *maltose*, *maltotriosa*, dan glukosa (Evans *et al.*, 2005). Proses *kilning* bertujuan untuk menurunkan kandungan air pada *malt* dari 50% hingga menjadi 3-5% dan menguapkan senyawa DMS. Selama proses *kilning* berlangsung, *malt* akan dipanaskan pada suhu tinggi sehingga terjadi pembentukan pigmen melanoidin dari hasil interaksi antara gula pereduksi dan asam amino dengan suhu tinggi. Pigmen melanoidin memberikan warna gelap pada *malt*. Senyawa DMS merupakan hasil turunan dari senyawa SMM yang muncul ketika proses germinasi berlangsung. Keberadaan senyawa DMS dapat menyebabkan *off flavour* pada bir berupa munculnya bau seperti jagung manis.

#### b. Milling

Menurut Briggs *et al.* (2004), tujuan dari proses *milling* adalah untuk menghancurkan dinding sel dari *barley* dan *malt* sehingga kandungan pati yang terkandung di dalamnya dapat diakses oleh enzim pada saat proses *mashing* dan sakarifikasi. Menurut IBD (2017), proses *milling* sangat *critical* karena *grist* yang dihasilkan dari proses *milling* dapat menjadi penentu jumlah ekstrak yang dapat dihasilkan melalui proses *mashing* nantinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan *sieving analysis* yang berguna untuk mengetahui proses *milling* berlangsung dengan baik atau belum. Proses *milling* ini berkaitan erat dengan kondisi *grist* yang dihasilkan. Jika *grist* yang dihasilkan terlalu kasar, maka kandungan patinya masih tertutup di dalam dan

akibatnya enzim tidak dapat mendegradasi pati tersebut. Namun, jika *grist* yang dihasilkan terlalu halus, maka proses separasi *wort* akan menjadi lama karena pori-pori dari *mash filter* akan tersumbat oleh *grist*. Menurut Kunze (2004), standar fraksi dari *grist* yang sesuai untuk mesin *hammer mill* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar fraksi *grist* untuk proses *milling* dengan *hammer mill*

<b>Grist Fraction</b>	<b>Presentase (%)</b>	<b>Mesh Size (mm)</b>
<i>Husk</i>	1,0	$\geq 1,250$
<i>Coarse Grist</i>	3,6	1,250 - 1,000
<i>Fine Grist I</i>	20,9	1,000 - 0,560
<i>Fine Grist II</i>	39,1	0,560 - 0,250
<i>Flour</i>	30,8	0,250 - 0,150
<i>Bottom</i>	4,6	$\leq 0,150$

Sumber : *Technology Brewing and Malting*, 2004

Berdasarkan IBD (2017), semakin tinggi tingkatan fraksi yang diperoleh, maka partikel *grist* yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini akan berdampak terhadap meningkatnya efektivitas pada proses *mashing* karena semakin kecil partikel yang dihasilkan maka luas permukaan partikel akan semakin lebar dan kontak dengan enzim akan semakin sering terjadi sehingga ekstrak yang diperoleh akan semakin meningkat.

### c. *Mashing*

Pada awal proses *mashing*, *grist* akan dicampur dengan air dan membentuk campuran yang kemudian dinamakan *mash*. Menurut Kunze (2004), proses *mashing* sangat *critical* karena didalamnya terjadi reaksi enzimatik untuk mengkonversi kandungan pati dari *barley* dan *malt* menjadi ekstrak gula-gula sederhana yang menentukan jumlah ekstrak yang bisa diperoleh atau produksi senyawa *high molecular weight protein* untuk memberikan *body* dan *foam stability* pada bir. Jumlah ekstrak yang dapat dihasilkan melalui proses *mashing* ini juga tergantung dari komposisi *barley* dan *malt* yang digunakan. Beberapa parameter penting dalam proses ini adalah pH dan *diastatic power* (DP). Menurut Heineken (2018), standar pH pada saat proses *mashing in* adalah  $5,5 \pm 1$ . Menurut Evans *et al.* (2005), pengukuran reaksi enzimatik biasa digambarkan sebagai *diastatic power* (DP) dimana semakin tinggi nilai DP, maka kemampuan

enzim untuk mencerna pati menjadi semakin tinggi sehingga ekstrak yang terkandung dalam wort semakin banyak. Selama proses ini, *mash* akan secara kontinyu diaduk dengan agitator yang bertujuan untuk mendistribusikan enzim dan substrat agar merata. Menurut Robinson (2015), enzim merupakan biokatalisator yang baik dan dapat mempercepat laju reaksi pada substrat yang sesuai. Kinerja enzim terbatas pada suhu dan pH tertentu sehingga diperlukan pemanasan hingga suhu tertentu guna mengoptimalkan kerja-kerja enzim spesifik sehingga proses dapat berjalan dengan optimal. Untuk membantu proses sakarifikasi, maka perlu ditambahkan enzim filtrase BR-X dan  $\text{CaCl}_2$ . Enzim filtrase BR-X ini merupakan gabungan antara *endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase* and *endo 1,4- $\beta$ -xylanase* yang berguna untuk mendegradasi  $\beta$ -*glucan* dan *arabinoxylan* yang memproteksi dinding sel *barley*.

#### d. Wort Separation

Menurut IBD (2016), tujuan proses separasi *wort* adalah untuk memisahkan *wort* dari partikel-partikel yang tidak diinginkan dalam *wort* seperti *husks* dari *malt* sehingga didapatkan *wort* yang jernih. Menurut Kunze (2004), proses separasi *wort* berlangsung dengan menggunakan mesin *mash filter*. Menurut IBD (2017), prinsip kerja *mash filter* menggunakan hukum Darcy dan rumusnya adalah sebagai berikut.

$$Q = \frac{kA(h_1-h_2)}{\mu L}$$

Keterangan:

Q = total *liquid* per satuan waktu

A = area filtrasi

L = ketinggian *filter bed*

K = permeabilitas dari *filter bed*

$h_1-h_2$  = perbedaan tekanan

$\mu$  = viskositas *wort*

Menurut Kunze (2004), proses separasi *wort* dengan *mash filter* dimulai dari *filling*, *filtration*, *first compression*, *sparging*, *final compression*, dan *spent grain discharge*. Pada tahap *filling*, *wort* akan dialirkan menuju *filter plate* untuk selanjutnya masuk dalam tahap *filtration*. Pada tahap *filtration*, proses filtrasi akan berjalan secara alami karena *wort* yang dialirkan akan saling memberikan tekanan. Dari proses filtrasi ini, diperoleh ekstrak yang jernih (*main wort*) dan ampas (*spent grain*). *Spent grain* akan langsung dialirkan menuju *spent grain hopper* untuk ditampung. Kemudian, *wort* akan



disaring lagi dengan proses kompresi dan selanjutnya akan dibilas dengan air *sparging*. Proses ini akan dilakukan dua kali sebelum *spent grain* akan dibuang menuju *spent grain hopper*.

e. *Wort Boiling*

Menurut IBD (2016), ada beberapa tujuan dari proses *boiling*, diantaranya:

- Sterilisasi *wort*
- Stabilisasi *wort*
- Menguapkan senyawa-senyawa penyebab *off flavour* pada bir
- Melarutkan *bittering resin* dari ekstrak hop
- Untuk mendenaturasi dan mengkoagulasi protein yang terkandung dalam *malt*
- Untuk mendapatkan warna dan senyawa *flavour* yang sesuai dengan karakteristik bir yang diinginkan
- Meningkatkan konsentrasi *wort*

f. *Wort Clarification*

*Wort* hasil dari proses *boiling* masih berwarna keruh dan terdapat partikel-partikel yang melayang-layang yang biasa disebut *trub*. Menurut Briggs *et al.* (2004), warna keruh pada *hot wort* berasal dari protein yang terdenaturasi dan terkoagulasi sebagai akibat dari interaksi antara protein dan polifenol yang terjadi selama proses *boiling*. Menurut IBD (2017), tujuan dari proses *wort clarification* adalah untuk menjernihkan *wort* dan memisahkan *wort* dari *trub* itu karena *trub* dapat mempengaruhi kualitas dari *wort* tersebut. *Trub* yang diperoleh diperkirakan masih mengandung beberapa ekstrak sehingga untuk meminimalkan resiko adanya *extract losses*, maka *trub* akan ditampung dalam *trub tank* untuk diproses ulang di *mash filter*. Selama proses penjernihan *wort*, ditambahkan  $ZnSO_4$  sebagai sumber nutrisi mineral bagi pertumbuhan *yeast* pada proses fermentasi nantinya.

g. *Wort Cooling dan Aeration.*

Setelah *wort* dijernihkan di *whirlpool*, *wort* yang masih dalam keadaan panas ( $95^{\circ}C$ ) ini harus didinginkan karena suhu optimal yang diperlukan *yeast* untuk fermentasi adalah antara  $12-16^{\circ}C$ . Di awal masa pertumbuhannya, *yeast* sebagai organisme

anaerob fakultatif membutuhkan oksigen yang cukup untuk memproduksi asam lemak tidak jenuh dan *sterols* ketika memperbanyak diri (*budding*). Jika kandungan *dissolve oxygen* (DO) dalam wort kurang, maka *yeast* tidak dapat melakukan perbanyakan diri dengan optimal sehingga proses fermentasi tidak berlangsung dengan optimal. Proses pendinginan *wort* ini adalah proses terakhir dalam pembuatan *wort* sehingga seluruh parameter harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Jika tidak sesuai standar, maka proses fermentasi dapat terganggu (IBD, 2017). Beberapa standar dari parameter-parameter untuk *cold wort* menurut Multi Bintang Indonesia (2019) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Parameter untuk *Proses Wort Cooling*

Parameter	Standar	
	Normal	Batas Kristis
OG (°P)	16,20-16,80	14,00-18,00
pH	5,10-5,30	5,00-5,40
AEFA (°P)	1,90-3,00	1,70-3,20
FAN (ppm)	180-220	150-250
<i>Colour</i> (EBC)	15,50-17,50	15,00-18,00
<i>Brewhouse yield</i> (%)	95,00-102,00	92,00-105,00

Sumber: Dokumen Multi Bintang Indonesia (2019)

## 2. Fermentasi *wort*

Menurut IBD (2016), proses fermentasi adalah proses perombakan gula-gula sederhana menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub> oleh *yeast*. Reaksi yang terjadi pada *wort* sebagai berikut.



Proses fermentasi dimulai ketika *yeast* di *pitching* ke dalam *wort*. Proses fermentasi akan terus berlangsung hingga semua gula sederhana sudah dikonversi menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub>. Selama proses fermentasi berlangsung, terdapat beberapa produk samping yang dihasilkan dapat mempengaruhi *flavour* pada bir, seperti ester, *higher alcohol*, *diacetyl*, dan senyawa sulfur. Menurut Briggs *et al.* (2004), selama proses fermentasi berlangsung, ada beberapa hal yang terjadi seperti penurunan *Apparent Extract* (AE), penurunan pH, kenaikan kadar alkohol. AE menunjukkan kadar gula yang tersedia untuk difermentasi oleh *yeast*. Penurunan pH ini disebabkan oleh pembentukan asam karbonat selama proses fermentasi dan hasil sekresi oleh *yeast* berupa asam-asam organik seperti asam piruvat,

asam asetat, asam format, asam suksinat, asam butirat, dan lain-lain. Salah satu parameter yang diperhatikan dalam proses fermentasi adalah *fermentation speed*. Parameter ini menunjukkan seberapa cepat proses fermentasi berlangsung berdasarkan penurunan nilai AE dari hari pertama hingga hari kelima. Menurut Heineken (2018), batas aman untuk *fermentation speed* adalah  $1,58-2,03 \pm 0,05^{\circ}\text{P}/\text{hari}$ . Berikut adalah rumus perhitungan *fermentation speed*

$$\text{Fermentation Speed} = (\text{OG cold wort} - \text{AE on 5 days}) \times 0,2$$

Menurut IBD (2016), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan proses fermentasi di antaranya *yeast* yang digunakan, *yeast pitching rate*, kadar *dissolved oxygen*, dan suhu fermentasi.

Menurut Kunze (2004), salah satu prinsip fermentasi yang digunakan dalam pembuatan bir *lager* adalah “*cold fermentation warm maturation without pressure*”. Selama proses fermentasi, terutama pada saat *cold fermentation* akan dihasilkan banyak senyawa *by products*. Beberapa *by products* dapat menjadi penyebab *off flavour* pada bir seperti *diacetyl*, senyawa sulfur, ester, dan *higher alcohol*. Salah satu kelebihan dari prinsip fermentasi adalah *by products* yang sudah dihasilkan selama proses fermentasi dapat dengan mudah dihilangkan selama proses *warm maturation*. Umumnya, proses fermentasi dari awal hingga akhir memerlukan waktu sekitar 20 hari.

Berikut adalah tahap-tahap dalam proses fermentasi:

- a. Pada awal fermentasi, terjadi fase *cold fermentation* dimana suhu fermentasi antara  $10,5-10,6^{\circ}\text{C}$ . Selama proses ini berlangsung, nilai AE akan menurun seiring dengan proses konversi gula-gula sederhana menjadi alkohol dan  $\text{CO}_2$  oleh *yeast*.
- b. Setelah nilai AE mencapai  $5,9^{\circ}\text{P}$ , maka sistem pendingin di tangki fermentor akan dimatikan untuk masuk ke dalam fase *pre warm maturation* atau biasa disebut fase *Wait For RUH*.
- c. Setelah suhu dalam tangki fermentor mencapai  $13,5^{\circ}\text{C}$  dan nilai AE menurun hingga mencapai  $3,3^{\circ}\text{P}$ , maka proses fermentasi akan memasuki fase *warm maturation* atau biasa disebut fase RUH. Fase ini akan berlangsung selama 30-38 jam tergantung dari generasi *yeast* yang digunakan. Semakin tinggi generasi *yeast* yang digunakan, maka waktu yang diperlukan untuk fase RUH akan semakin lama.

Fase *warm maturation* bertujuan untuk menghilangkan/menurunkan kandungan senyawa-senyawa *flavour* yang tidak diinginkan oleh *yeast* seperti *diacetyl*. Senyawa ini berasal dari prekursor *diacetyl* ( $\alpha$ -acetolactate) yang terbentuk dari *by product* biosintesis asam amino selama proses *cold fermentation*.

- d. Setelah fase *warm maturation* selesai, maka proses fermentasi selanjutnya adalah fase pendinginan atau *deep cooling*. Selama proses pendinginan, maka suhu tangki fermentor akan diturunkan dari 13,5°C sampai menjadi 1°C.

### 3. Proses Filtrasi

Menurut IBD (2017), *wort* yang telah selesai difermentasi atau biasa disebut dengan “*green beer*” akan ditampung dalam *unfiltered buffer tank*. Selanjutnya bir tersebut akan disaring dengan bantuan *kieselguhr* dan *polyvinylpolypyrrolidone* (PVPP) untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang ada dalam bir seperti *yeast*. Lalu, bir akan masuk ke dalam *carbonizer* dimana bir akan diencerkan dengan menambahkan *deaerated water* untuk mendapatkan kadar alkohol yang telah ditentukan yaitu 4,4-4,8% dan ditambahkan CO<sub>2</sub>. Akhirnya, bir yang telah selesai difiltrasi akan ditampung di dalam *bright beer tank*. Dalam proses filtrasi, suhu dan tekanan harus diperhatikan sehingga kelarutan gas dalam air dapat optimal. Beberapa standar parameter yang perlu diperhatikan setelah proses filtrasi menurut Multi Bintang Indonesia (2019) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Parameter dalam Proses Filtrasi

Parameter	Standar	
	Batas Normal	Batas Kritis
OG (°P)	10,30-10,70	6,00-15,00
pH	4,25-4,65	3,00-6,00
Kadar Alkohol (% v/v)	4,40-4,80	3,00-6,00
AE (°P)	1,30-2,00	0,60-2,20
Colour (EBC)	7,00-9,00	6,00-10,00

Sumber: Dokumen Multi Bintang Indonesia, 2019

Bir yang ditampung dalam *bright beer tank* kemudian akan masuk ke dalam proses *packaging*. Ada 3 jenis kemasan yang digunakan di PT Multi Bintang Indonesia, yaitu botol kecil (*pint*), botol besar (*bremer*), dan *barrel*. Beberapa standar parameter dalam *finished product* menurut Multi Bintang Indonesia (2019) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar Parameter dalam *Finished Product*

Parameter	Standar	
	Batas Normal	Batas Kritis
OG (°P)	10,30-10,70	10,00-10,90
pH	4,25-4,65	4,00-5,00
Kadar Alkohol (% v/v)	4,40-4,80	4,00-5,10
AE (°P)	1,30-2,00	0,50-2,30
AEFA (% wt)	1,30-1,70	1,10-2,10
<i>Colour</i> (EBC)	7,00-9,00	5,00-12,00
<i>Foam stability</i> (s)	230-350	210-400
<i>7 days turbidity</i>	0-2,50	3,50
FAN (ppm)	50-75	100
VDK (mg/L)	0-0,05	0,07
SO <sub>2</sub> (mg/L)	0-8,00	10,00

Sumber : Dokumen Multi Bintang Indonesia, 2019

### 1.3. TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan resep baru dengan komposisi malt yang baru (35% *A malt* dan 65% *C malt*) terhadap hasil empat proses produksi bir (pembuatan *wort*, fermentasi, filtrasi, dan *finished product*).
2. Untuk mengetahui hasil sensori pada bir yang dihasilkan.