

4. PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Substitusi *Liquid Sugar* Sebagai Pengganti Gula Pasir Terhadap Produksi Wort

Pada awal perkembangannya, bir merupakan hasil fermentasi dari air, sereal dan *hops* (Kunze, 2004). Seiring dengan berjalannya waktu, komposisi bir juga berubah agar menghasilkan kualitas yang lebih baik. Selain menggunakan bahan baku utama (air, *malt*, *barley*, dan *yeast*), sekarang dalam proses pembuatan bir menggunakan bahan baku tambahan (*adjuncts*) seperti gula, kalsium klorida, *roasted malt*, dan *hops* (IBD, 2016).

Gula merupakan bahan tambahan dalam proses pembuatan bir, yang tidak hanya berperan sebagai substrat selama proses fermentasi, tetapi juga sebagai pemberi rasa dan aroma manis di dalam produk yang dihasilkan. Sukrosa merupakan salah satu jenis gula yang paling sering digunakan dalam proses pembuatan bir dikarenakan solubilitas yang tinggi serta *unfermentable sugar* yang sedikit (<5%) (Briggs *et al.*, 2004). Sukrosa merupakan disakarida yang terdiri atas glukosa dan fruktosa yang ditambahkan pada proses *boiling* di *wort copper* (IBD, 2016). Jika sukrosa dipanaskan dalam waktu yang relatif lama dengan suhu tinggi atau adanya penambahan asam, sukrosa akan terinversi menjadi gula *invert* (monosakarida) sehingga fermentabilitasnya meningkat (Kunze, 2004).

Pada penelitian ini, jenis gula yang digunakan adalah sukrosa dengan bentuk padat (*crystal sugar*) dan bentuk cair (*liquid sugar*) dengan total padatan 67%. Untuk mengetahui kualitas dari gula yang digunakan, kedua jenis gula diukur kandungan ekstrak, pH dan warnanya. Pada Tabel 7, dapat diketahui bahwa *liquid sugar* memiliki nilai pH yang lebih tinggi dengan warna yang lebih gelap, tetapi memiliki ekstrak yang lebih rendah.

Seperti yang terlihat pada bagian materi dan metode, warna *liquid sugar* lebih gelap, maka penggunaan *roasted malt* dikurangi agar tidak menghasilkan bir dengan warna yang terlalu gelap. Selain perubahan terhadap jumlah *roasted malt* yang ditambahkan, tidak terdapat perubahan lain baik proses ataupun komposisi resep. Perbedaan pH, kandungan ekstrak dan warna akan mempengaruhi parameter pada *cold wort* hingga produk akhir.

Selama proses pembuatan *wort* berlangsung, proses pembentukan warna (*colour formation*) juga diamati untuk mengetahui perubahan jenis gula terhadap pembentukan warna pada bir. Menurut IBD (2017), warna merupakan salah satu parameter yang paling penting dalam proses pembuatan dan penggolongan bir yang dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan dan proses pembuatannya. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 8, kedua jenis gula memiliki pola pembentukan warna yang serupa, dengan warna yang lebih gelap diawal dan akan memudar setelah menjadi *cold wort*. Dapat diketahui dari Tabel 8 bahwa jenis gula yang digunakan mempengaruhi proses pembentukan warna serta warna gula yang dihasilkan. Selain itu, warna *cold wort* yang dihasilkan oleh *liquid sugar recipe* lebih terang juga dipengaruhi jumlah *roasted malt* yang dikurangi. Menurut Bamforth (2008), *roasted malt* memiliki warna yang sangat pekat (1000-1550 EBC Units). Apabila dibandingkan dengan warna dari *liquid sugar*, warna *roasted malt* lebih mempengaruhi proses pembentukan warna pada *wort*.

Perubahan jenis gula memberikan perbedaan nyata terhadap nilai OG, *colour* dan pH pada *cold wort* (Tabel 9). Sedangkan penggantian jenis gula tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada parameter lain seperti volume, FAN, *bitterness*, dan AEFA. Berdasarkan Tabel 9, terlihat bahwa nilai OG dan *colour* dari *liquid sugar recipe* lebih rendah dibandingkan *crystal sugar recipe*. Nilai OG yang lebih rendah disebabkan karena ekstrak yang lebih rendah (Tabel 7) dan rasio penggunaan *liquid sugar* yang lebih sedikit (0,91 bagian), sehingga total ekstrak pada *liquid sugar recipe* lebih rendah. Nilai parameter *Apparent Extract After Attenuation* (AEFA) dari kedua perlakuan telah sesuai dengan standar yang berlaku diperusahaan. Nilai

AEFA akan mempengaruhi *mouthfeel* yang dihasilkan oleh bir. Semakin rendah nilai AEFA, maka *mouthfeel* bir akan semakin *watery* (IBD, 2017). Untuk *liquid sugar recipe*, meskipun dalam beberapa parameter memasuki batas kritis, tetapi masih dapat diterima, karena setelah fermentasi produk akan difiltrasi dan didilusi dengan air terdeaerasi agar mencapai standar mutu yang diharapkan.

4.2. Pengaruh Substitusi *Liquid Sugar* Sebagai Pengganti Gula Pasir Terhadap Proses Fermentasi

Proses fermentasi adalah proses konversi gula-gula sederhana menjadi alkohol, CO₂, dan senyawa aromatik dengan bantuan *yeast* (IBD, 2016). Selain konversi gula sederhana, selama proses fermentasi juga terjadi konversi protein dan lemak sehingga menghasilkan produk samping berupa senyawa aromatik yang dapat mempengaruhi *flavour* pada bir seperti ester, etil asetat, iso amil asetat, *higher alcohol*, *diacetyl*, dan senyawa sulfur. Pembentukan berbagai senyawa aromatik bergantung kepada metabolisme *yeast* yang dipengaruhi oleh beberapa faktor (pH *wort*, ketersediaan substrat, *strain yeast*, suhu dan prinsip fermentasi) (IBD, 2016).

Selama proses fermentasi berlangsung, ada beberapa hal yang terjadi seperti penurunan *Apparent Extract* (AE), penurunan derajat keasaman (pH), perubahan warna bir, serta meningkatnya jumlah produk samping yang dihasilkan, terutama alkohol (Kunze, 2004). Pada Gambar 2, dapat dilihat nilai AE yang menurun tajam selama proses fermentasi berlangsung. Hal ini disebabkan karena selama proses fermentasi, *yeast* mengkonversi kandungan gula pada *wort* menjadi produk samping seperti alkohol, karbondioksida dan senyawa lainnya sehingga nilai ekstrak yang terukur menurun (IBD, 2016).

Fermentation speed merupakan laju konversi gula sederhana menjadi produk samping oleh *yeast* yang diamati dengan melihat penurunan AE pada 5 hari pertama setelah *pitching*. Pada Tabel 11, dapat dilihat bahwa *fermentation speed* dari *liquid sugar recipe* lebih lambat dibandingkan *crystal sugar recipe*. Tetapi berdasarkan

standar yang berlaku di PT MBI SA, *fermentation speed* kedua resep berada di bawah standar ($1,55 \pm 0,03$). *Fermentation speed* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti generasi, jumlah *yeast* yang digunakan, laju penambahan *yeast*, dan ketersediaan oksigen pada *wort* yang dapat dilihat pada Tabel 10. Pada Tabel 10, dapat dilihat bahwa kedua resep menggunakan *yeast* dengan generasi yang sama (generasi I). Dapat dilihat juga bahwa meskipun *liquid sugar recipe* memiliki volume *wort* yang lebih tinggi, tetapi kuantitas *yeast* yang *dipitching*, *yeast pitching rate* dan ketersediaan oksigen pada *wort* (*dissolved oxygen*) lebih rendah. Menurut IBD (2017), semakin banyak *dissolved oxygen* pada *wort*, *yeast* yang digunakan dan semakin cepat *yeast pitching* ratenya, maka *fermentation speed* akan semakin tinggi. Hal inilah yang menyebabkan *fermentation speed* dari *crystal sugar recipe* lebih tinggi dibandingkan dengan *liquid sugar recipe*. Walaupun *fermentation speed* dari *crystal sugar recipe* lebih tinggi dibandingkan dengan *liquid sugar recipe*, tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan. Berdasarkan IBD (2017), lambatnya proses fermentasi tidak mempengaruhi produk samping yang dihasilkan, dan permasalahan ini dapat diatasi dengan memperpanjang waktu fermentasi hingga mencapai parameter yang diinginkan.

Diskolorasi atau memudarnya warna bir pada Gambar 3 terjadi karena penurunan pH, mengendapnya partikel protein, terserapnya senyawa yang berwarna pekat oleh *yeast*, dan proses pemisahan *yeast* dari bir (*harvest* dan *purging*) (Kunze, 2004). Di awal proses fermentasi, *crystal sugar recipe* memiliki nilai *color* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *liquid sugar recipe*, dan diakhir proses fermentasi nilai *colour* yang diperoleh *crystal sugar recipe* tetap lebih tinggi dibandingkan *liquid sugar recipe*. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan warna selama proses fermentasi pada kedua resep sebanding dan tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Penurunan pH yang terjadi pada Gambar 4 disebabkan karena terbentuknya asam organik selama proses fermentasi seperti asam butirat, asam asetat, asam piruvat, dan asam organik lainnya (Briggs *et al.*, 2004). Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa pH dari *liquid sugar recipe* lebih tinggi dibandingkan *crystal sugar recipe*.

Berdasarkan IBD (2016), nilai pH yang lebih tinggi dapat disebabkan karena proses fermentasi yang berjalan lebih lambat, terutama pada tahap *cool fermentation*.

4.3. Pengaruh Substitusi *Liquid Sugar* Sebagai Pengganti Gula Pasir Terhadap Proses Filtrasi dan Produk Akhir (*Finished Product*)

Proses filtrasi merupakan proses pemisahan partikel-partikel pengotor, *yeast* dan mikroorganisme, serta senyawa tanin untuk menghasilkan bir yang stabil serta menghindari terbentuknya kabut (*haze*) setelah bir dikemas (IBD, 2016). Selain itu, selama proses filtrasi berlangsung juga dilakukan proses dilusi dengan *deaerated water* dan injeksi CO₂ untuk mendapatkan kadar alkohol dan *aftertaste* yang diinginkan (Kunze, 2004). Hasil analisa yang diperoleh dari proses filtrasi memenuhi batas normal yang berlaku di perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa proses filtrasi telah berjalan secara optimal (Multi Bintang Indonesia, 2019).

Hasil analisa *finished product* dapat dilihat pada Tabel 14. Diketahui bahwa *liquid sugar recipe* memiliki nilai OG dan *alcohol content* yang lebih tinggi dibandingkan *crystal sugar recipe*. Menurut Kucharczyk & Tuszyński (2015), nilai OG yang berbanding lurus dengan *alcohol content* yang dimiliki bir, dimana semakin tinggi nilai OG maka jumlah substrat yang dapat difermentasi akan semakin banyak sehingga kandungan alkohol yang dihasilkan juga semakin tinggi. Pada parameter AEFA dan AE, nilai yang dimiliki oleh *liquid sugar recipe* lebih rendah dibandingkan *crystal sugar recipe*. Hal ini menandakan bahwa *liquid sugar recipe* memiliki kandungan *unfermentable sugar* (*maltotriose, dextrose*) yang lebih sedikit. Berdasarkan IBD (2017), nilai *unfermentable sugar* (AE dan AEFA) akan menentukan tekstur *body* dari bir, dimana semakin sedikit *unfermentable sugar* pada bir akan menghasilkan *mouthfeel* yang semakin *watery*.

Selain analisa berdasarkan parameter mutu, juga dilakukan analisa sensori untuk membandingkan kedua resep yang digunakan. Analisa sensori yang digunakan adalah *Off flavour Identification Test* (OIT). Menurut Heineken (2019), OIT adalah suatu

uji yang digunakan untuk mendeteksi senyawa *flavour* yang tidak diinginkan pada bir. Pada Tabel 15, dapat diketahui bahwa kualitas sensori yang diperoleh dari kedua bir adalah *Good*. Hal ini berarti bahwa bir dapat diterima dengan baik oleh para panelis. Tetapi ada beberapa *off-flavour* yang terdeteksi yaitu *hoppy*, *watery*, dan *grassy* pada kedua bir. Menurut Briggs *et al.* (2004), *off-flavour hoppy* tidak berkaitan dengan senyawa *bitterness* (α -*iso-acid*) melainkan dipengaruhi oleh terlambatnya penambahan *hops* atau dikarenakan tekstur bir yang tipis (*watery*). Sedangkan *off-flavour grassy* dapat disebabkan karena adanya senyawa *acetaldehyde* dan *hops*, yang dapat terdeteksi karena tekstur bir yang *watery*. Seperti yang telah dijelaskan di atas, tekstur bir yang *watery* disebabkan karena rendahnya kandungan *unfermentable sugar* pada bir (IBD, 2017).

Untuk mengetahui lebih dalam tentang *flavour* di dalam bir, dilakukan analisa *Gas Chromatography* (GC) untuk mengetahui konsentrasi beberapa senyawa *flavour* di dalam bir. Berdasarkan IBD (2017), senyawa *acetaldehyde* pada kedua resep tidak melewati nilai ambang batas yang berlaku, tetapi dikarenakan bir dari *liquid sugar recipe* memiliki tekstur yang *watery* dengan AE dan AEFA yang lebih rendah serta *acetaldehyde* yang lebih tinggi, hal ini dapat mempengaruhi timbulnya *off flavour grassy* pada bir. Sedangkan senyawa lain seperti *iso amyl acetate* dan DMS yang melewati nilai ambang batas yang berlaku tidak terdeteksi di dalam bir. Hal ini dapat disebabkan karena *off flavour* lain menutupi kedua *flavour* ini sehingga tidak terdeteksi.