

3. HASIL PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan perlakuan resep baru (*liquid suga recipe*) dengan menggunakan sirup sukrosa 67%. Untuk resep dasar (*crystal sugar recipe*) bahan yang digunakan adalah gula Kristal. Proses produksi bir Bintang sendiri terdiri atas 3 proses utama yang meliputi pembuatan *wort* (*Brewhouse*), proses fermentasi (*Cellar*), dan proses filtrasi (*filtration*). Pada penelitian ini, digunakan 1 tangki fermentor untuk *liquid sugar recipe* dan 1 tangki fermentor untuk *crystal sugar recipe* sebagai kontrol. Masing-masing tangki fermentor terbuat dari 5 *brew* yang dibuat secara berurutan.

3.1. Proses Pembuatan Wort

Dalam proses pembuatan *wort*, ada beberapa proses yang akan diteliti di antaranya adalah material handling gula, *colour formation*, dan *wort cooling*.

3.1.1. Material handling (pH, Colour, Extract, °Brix)

Pada *material handling* terdapat 2 bahan baku yang diteliti, yaitu *crystal sugar* dan *liquid sugar*. Kedua jenis gula yang berbeda bentuk diteliti apakah ada perbedaan antar parameter bahan baku seperti warna, pH, dan kandungan ekstraknya. Hasil pengamatan *material handling* terhadap 2 jenis gula yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil *material handling* pada *liquid sugar* dan *crystal sugar*

Parameter	Bahan Baku	
	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
<i>pH</i>	5,62±0,22 ^a	6,49±0,19 ^b
<i>Colour</i>	20,5±5,70 ^a	41±7,20 ^b
<i>Extract</i>	98,12±0,94 ^a	65,98±0,98 ^b
<i>°Brix</i>	99,63±0,16 ^a	66,67±1,08 ^b

Keterangan:

- Semua nilai merupakan nilai *mean* ± standar deviasi
- Nilai yang diikuti oleh *superscript* alfabet yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hubungan yang berbeda secara nyata ($P < 0,05$)

Pada Tabel 7, dapat diketahui bahwa hasil analisis pada *material handling* menunjukkan perbedaan pada 2 bahan baku yang berbeda. *Crystal sugar* memiliki kandungan ekstrak yang lebih tinggi dibandingkan dengan *liquid sugar*. Selain itu, *crystal sugar* juga memiliki nilai pH dan warna yang lebih rendah dibandingkan dengan *liquid sugar*.

3.1.2. Colour formation

Parameter pembentukan warna diukur dari saat *wort* masuk ke dalam *wort copper* hingga mencapai proses pendinginan menjadi *cold wort*. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 tahap yang berbeda, yaitu sebelum penambahan gula (*before sugar*), awal proses *boiling*, akhir proses *boiling*, pada waktu *rest* dan setelah *wort* didinginkan dan diaerasi (*cold wort*). Hasil pengukuran pembentukan warna dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisa *colour formation* pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

<i>Color Formation</i>	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
<i>Before Sugar (EBC Units)</i>	24,04±1,29 ^a	19,54±4,33 ^a
<i>Start Boiling (EBC Units)</i>	16,83±0,45 ^a	12,84±0,91 ^b
<i>End Boiling (EBC Units)</i>	17,37±1,02 ^a	13,41±0,83 ^b
<i>Whirlpool Rest (EBC Units)</i>	16,71±0,69 ^a	14,26±1,20 ^b
<i>Cold Wort (EBC Units)</i>	16,46±0,47 ^a	14,26±1,26 ^b

Keterangan:

- Semua nilai merupakan nilai mean ± standar deviasi
- Nilai yang diikuti oleh superscript alphabet yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hubungan yang berbeda secara nyata (P <0,05)

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui tentang nilai warna yang terbentuk pada setiap tahap. *Crystal sugar recipe* memiliki nilai warna yang lebih tinggi dibandingkan *liquid sugar recipe* dikarenakan penambahan *roasted malt* lebih banyak pada *crystal sugar recipe*.

3.1.3. Wort Cooling

Pada proses *wort cooling*, dilakukan analisa pada beberapa parameter untuk memastikan kualitas *wort* yang akan difermentasi menjadi bir. Parameter yang diukur pada tahap ini meliputi OG, volume *wort* yang didapat, *colour*, *Free Amino Nitrogen* (FAN), *bitterness*, AEFA, dan pH. OG menunjukkan konsentrasi substrat pada *wort*. *Colour* melambangkan tingkat warna pada *wort*. FAN melambangkan kandungan asam amino di dalam *wort*. *Bitterness* melambangkan tingkat rasa pahit pada *wort*. AEFA melambangkan *unfermentable sugar* di dalam *wort*. Hasil pengukuran beberapa parameter proses *wort cooling* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengukuran parameter-parameter pada *Cold Wort*

Parameter	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
OG (% wt)	16,46±0,47 ^a	15,54±0,46 ^b
Volume (hl)	206,80±2,77 ^a	209,40±4,09 ^a
<i>Colour</i> (EBC)	16,70±0,47 ^a	14,27±1,26 ^b
pH	5,32±0,05 ^a	5,41±0,41 ^b
FAN	172,60±19,72 ^a	169,40±8,47 ^a
<i>Bitterness</i>	28,9±0,05 ^a	29,88±0,05 ^a
AEFA	2,76±0,12 ^a	2,65±0,06 ^a

Keterangan:

- Semua nilai merupakan nilai *mean* ± standar deviasi
- Nilai yang diikuti oleh superscript alphabet yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hubungan yang berbeda secara nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 9, dapat diketahui bahwa antara *crystal sugar recipe* dan *liquid sugar recipe* terdapat perbedaan yang signifikan pada OG, pH, dan *colour*. *Liquid sugar recipe* memiliki nilai OG yang lebih rendah dikarenakan volume yang dihasilkan *liquid sugar recipe* dibandingkan dengan *crystal sugar recipe*. Sedangkan penggantian jenis gula tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan beberapa parameter seperti volume *wort*, FAN, *bitterness* dan AEFA.

3.2. Proses Fermentasi

Setelah *wort* selesai dibuat, maka *wort* akan dialirkan menuju tangki fermentor untuk difermentasi oleh *yeast*. Data *yeast* yang digunakan untuk proses fermentasi masing-masing resep dapat dilihat pada Tabel 10 dimana beberapa parameter yang diteliti meliputi generasi *yeast* yang digunakan, *fermentation speed*, volume *wort*, *yeast pitching rate*, *dead cell*, dan, *quantity*. *Fermentation speed* untuk setiap resep dihitung dengan rumus yang ada berdasarkan penurunan nilai AE dari awal *top up* hingga hari ke-5 fermentasi.

Tabel 10. *Yeast* yang digunakan untuk fermentasi pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Parameter	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
<i>Yeast Generation</i>	I-4	I-3
<i>Volume Wort</i> (hl)	1.034	1.047
<i>Yeast Pitching Rate</i> (g/hl)	193,4	191
<i>Dead Cell</i> (%)	49	48,8
<i>Quantity</i> (kg)	363	331
<i>Dissolved Oxygen</i> (ppm)	9,48	8,39

Berdasarkan Tabel 10, *yeast* yang digunakan untuk kedua resep berasal dari generasi yang sama yaitu generasi I. Angka 4 dan 3 pada generasi *yeast* menunjukkan usia *yeast*, dimana *yeast* I-3 telah digunakan untuk fermentasi memfermentasi *batch* sebelumnya sebanyak 2 kali., dan *yeast* I-4 sebelumnya telah digunakan untuk memfermentasi *batch* sebelumnya sebanyak 3 kali. *Crystal sugar recipe* memiliki total volume *wort* yang lebih sedikit dibandingkan *liquid sugar recipe*, tetapi memiliki oksigen terlarut dan kuantitas *yeast* yang lebih banyak.

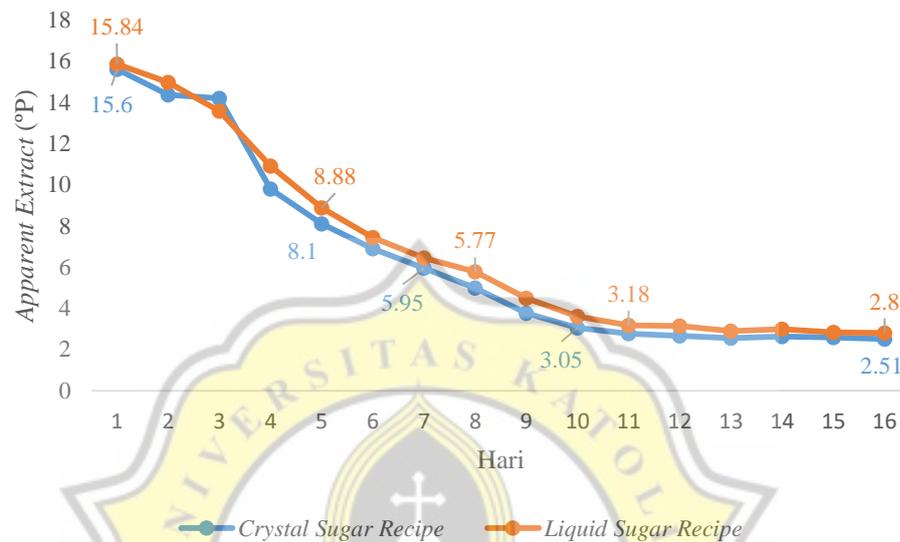
Tabel 11. *Fermentation Speed* pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Resep	<i>Fermentation Speed</i> (°P/hari)
<i>Crystal Sugar Recipe</i>	1,52
<i>Liquid Sugar Recipe</i>	1,48

Keterangan:

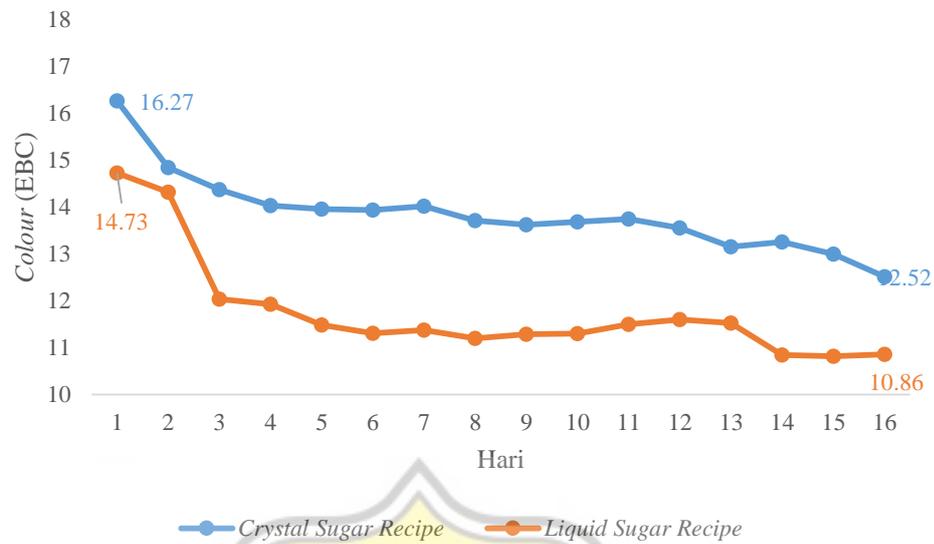
Hasil *fermentation speed* didapat dari perhitungan dengan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya

Berdasarkan Tabel 11, diketahui bahwa *crystal sugar recipe* memiliki *fermentation speed* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *liquid sugar recipe*. *Fermentation speed* dipengaruhi oleh *yeast* yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 10.



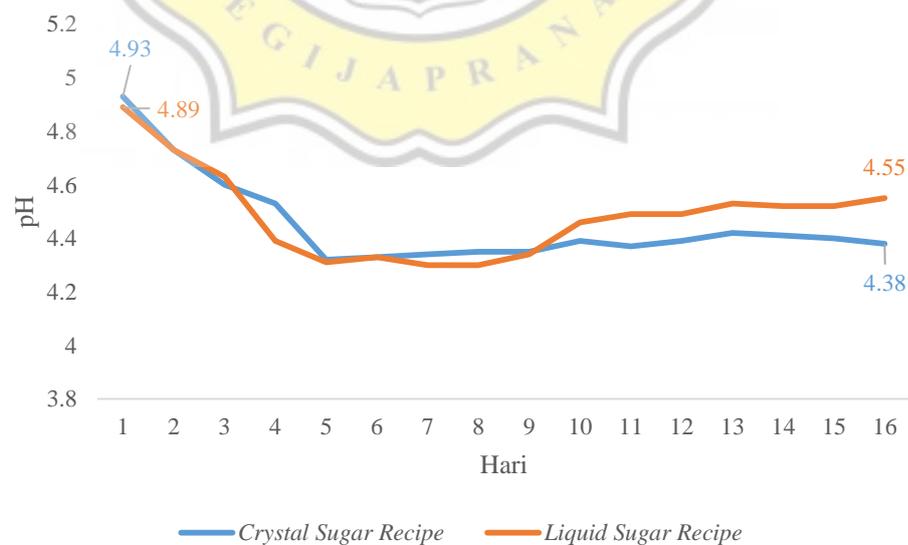
Gambar 5. Perubahan *Apparent Extract* pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Pada Gambar 5, diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi, nilai *Apparent Extract* pada kedua resep semakin menurun. Pada hari ke-16, perlakuan *crystal sugar recipe*, nilai AE mengalami penurunan dari 15,6°P menjadi 2,51°P. Pada *liquid sugar recipe*, pada hari ke-16, nilai AE mengalami penurunan dari 15,84°P menjadi 2,8°P.



Gambar 6. Perubahan *colour* pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Pada Gambar 6, diketahui bahwa seiring bertambahnya waktu, nilai *colour* pada kedua resep semakin memudar. Pada hari ke-16, perlakuan *crystal sugar recipe*, nilai *colour* mengalami penurunan dari 16,27 EBC menjadi 12,52 EBC. Kemudian, pada *liquid sugar recipe*, pada hari ke-16, nilai *colour* mengalami penurunan dari 14,73 EBC menjadi 10,86 EBC.



Gambar 7. Perubahan pH pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa dalam 16 hari terjadi penurunan nilai pH. Pada hari ke-16, pada *crystal sugar recipe*, nilai pH mengalami penurunan dari 4,93 menjadi 4,38. Pada *liquid sugar recipe*, pada hari ke-16, nilai *colour* mengalami penurunan dari 4,89 menjadi 4,55.

Tabel 12. Hasil pengukuran parameter-parameter pada fase *storage* untuk *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Parameter	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
<i>Original Gravity</i> (°P)	16.76	16.23
<i>Apparent Extract</i> (°P)	2,8	2,51
<i>Colour</i> (EBC)	12,52	10.86
<i>Alcohol Content</i> (% (v/v))	7,65	7,5
pH	4,38	4,55

Wort yang telah melewati proses fermentasi dan memasuki fase *storage* disebut sebagai *young beer*. Pada Tabel 12, dapat dilihat kandungan dari *young beer* kedua resep pada fase *storage*. Sebelum difiltrasi, *young beer* dianalisa untuk dilihat apakah telah memenuhi standar yang berlaku. Dapat dilihat bahwa kedua *young beer* memiliki hasil yang serupa. Berdasarkan analisa, didapati bahwa nilai pH dari *liquid sugar recipe* lebih tinggi dibandingkan *crystal sugar recipe*.

3.3. Filtrasi

Young beer yang telah memasuki fase *storage* akan didiamkan selama 3 hari sebelum akhirnya masuk ke dalam proses filtrasi. Parameter-parameter yang diamati meliputi OG, AE, *colour*, pH, dan kadar alkohol. Hasil pengukuran parameter-parameter dalam proses filtrasi dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil pengukuran parameter-parameter pada proses filtrasi untuk *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Parameter	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
<i>Original Gravity</i> (°P)	10.6	10.62
<i>Apparent Extract</i> (°P)	1.67	1.66
<i>Colour</i> (EBC)	7.7	6.4
<i>Alcohol Content</i> (% (v/v))	4.74	4.75
pH	4.57	4.65

Pada Tabel 13, dapat dilihat bahwa hasil proses filtrasi antar kedua resep tidak terlalu berbeda. Nilai *colour* pada *alternate recipe* lebih rendah dibandingkan *current recipe*. Untuk parameter lainnya kedua resep memiliki nilai yang serupa.

3.4. *Finished Product*

Bir yang telah difiltrasi akan disimpan didalam *bright beer tank* (BBT), kemudian akan dikirim ke divisi *packaging* untuk dikemas menjadi *finished product*. Setelah dikemas, *finished product* akan dianalisa lagi sebagai *final check* sebelum dipasarkan untuk menjaga kualitas bir yang beredar di pasaran. Hasil analisa *finished product* meliputi beberapa parameter seperti OG, AE, kadar alkohol, *colour*, pH, *bitterness*, AEFA, *turbidity*, *7 days turbidity*, dan *foam stability* yang dapat dilihat pada Tabel 14. *7 days turbidity* melambangkan umur simpan produk, sedangkan *foam stability* melambangkan stabilitas buih dari bir. Selain itu, dilakukan analisa *off-flavour identification* (OIT) dan *Gas Chromatography* (GC) untuk mengetahui *flavour* dari bir yang dapat dilihat pada Tabel 15 dan 16.

Tabel 14. Hasil pengukuran parameter-parameter pada *Finished Product* untuk *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Parameter	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
OG (°P)	10,54	10,61
<i>Alcohol Content</i> (%v/v)	4,68	4,75
AE (°P)	1,72	1,67
<i>Colour</i> (EBC)	7,8	6,5
pH	4,6	4,52
<i>Turbidity</i> (EBC)	0,38	0,34
<i>Foam Stability</i> (s)	242	238
AEFA (%wt)	1,43	1,37
<i>Turbidity 7 days</i> (EBC)	1,65	1,37
<i>Bitterness</i> (IBU)	15	12,4

Berdasarkan Tabel 14, dapat diketahui tentang hasil *finished product* untuk *crystal sugar recipe* maupun *liquid sugar recipe*. Pada *crystal sugar recipe* beberapa parameter seperti AE, *colour*, *alcohol content*, pH, *turbidity*, *foam stability*, AEFA, *7 days turbidity*, dan *bitterness* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan *liquid sugar recipe*.

Tabel 15. Hasil *Off-flavour Identification Test (OIT)* Pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

Parameter	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
Skor	3,2±0,1	3,2±0,1
<i>Quality</i>	Good	Good
<i>Remarks off flavour</i>	<i>Watery, Hoppy</i>	<i>Hoppy, Grassy, Watery</i>

Keterangan:

- *Range* skor antara 4,3-2,7
- Semua nilai merupakan nilai *mean* ± standar deviasi
- Sumber : *Asia Pacific Brewery Singapore*, 2019

Berdasarkan Tabel 15, dapat diketahui dari hasil analisa uji OIT bahwa antara *crystal sugar recipe* dan *liquid sugar recipe* tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Kemudian, untuk *remarks* yang didapat, pada *crystal sugar recipe* terdapat *off flavour hoppy* dengan tekstur yang *watery* sedangkan pada *liquid sugar recipe* terdapat *off flavour hoppy* dan *grassy* dengan tekstur yang *watery*.

Tabel 16. Hasil *Gas Chromatography* (GC) Pada *Crystal Sugar Recipe* dan *Liquid Sugar Recipe*

<i>Flavour Compound</i> (mg/l)	<i>Crystal Sugar Recipe</i>	<i>Liquid Sugar Recipe</i>
<i>Acetaldehyde</i>	3	3,9
<i>Dimethylsulphide</i>	0,034	0,0315
<i>Ethyl Acetate</i>	13,8	16,1
<i>Iso Amyl Acetate</i>	2,51	2,44
<i>Amyl Alcohol</i>	55,1	48,9
<i>Total Higher Alcohol</i>	75	71,7

Keterangan:

- Sumber: *Asia Pacific Brewery Singapore*, 2019

Berdasarkan Tabel 16, dapat diketahui bahwa dari hasil analisa GC terdapat 6 senyawa utama yang mempengaruhi *flavour* bir. Berdasarkan tabel di atas, *liquid sugar recipe* memiliki kandungan *iso amyl acetate* dan *dimethylsulphide* (DMS) yang lebih rendah dibandingkan dengan *crystal sugar recipe*. Sedangkan senyawa lain lebih banyak dimiliki oleh bir dengan *crystal sugar recipe*.

