

## 4. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan bir dengan empat perlakuan yakni formulasi 100% *malt* : 0% sorgum (F1), 90% *malt* : 10% sorgum (F2), 80% *malt* : 20% sorgum (F3), dan 70% *malt* : 30% sorgum (F4). Fermentasi dilakukan selama 9 hari dengan inokulum *Saccharomyces uvarum*. Analisa yang dilakukan adalah analisa fisik, kimia, mikrobiologi dan sensori.

### 4.1. Analisa Fisik

Pada Analisa fisik dilakukan uji kekeruhan dan warna. Analisa warna menggunakan dua alat berbeda, yaitu kromameter dan *spectrophotometer* (Tabel 3). Pada hasil warna menggunakan alat kromameter terdapat parameter warna L, a\* dan b\*. Nilai L\*, a\* dan b\* tidak ada perbedaan nyata antara keempat sampel. Pada hari ke-9, sampel dibandingkan dengan bir komersial dan setiap sampel tidak berbeda nyata dengan warna pada bir komersial. Hal ini dibuktikan dari nilai *superscript* yang dihasilkan tidak ada yang berbeda dari bir komersial (Tabel 3). Nilai L menunjukkan kecerahan pada produk, nilai a\* menunjukkan kecenderungan warna merah, nilai b\* menunjukkan kecenderungan warna kuning. Pada Gambar 11, warna bir keempat sampel dengan bir komersial terdapat pada suatu area dan tidak ada perbedaan nyata. Hal ini menunjukkan bahwa warna bir pada keempat sampel telah sesuai dengan bir komersial.

Hasil warna (EBC) tertinggi hingga terendah adalah 100% *Malt* : 0% Sorgum (F1), 90% *Malt* : 10% Sorgum (F2), 80% *Malt* : 20% Sorgum (F3), dan 70% *Malt* : 30% Sorgum (F4) yaitu sebesar 14,47; 12,04; 10,37; dan 9,89 (Tabel 3). Pada hasil warna menggunakan *spectrophotometer* ditemukan perbedaan nyata antara sampel dan bir komersial. Namun, nilai EBC pada (F2), 80% *Malt* : 20% Sorgum (F3), dan 70% *Malt* : 30% Sorgum (F4) telah sesuai standar Syarat Mutu Bir Pilsener dengan standar warna 6-12 EBC (Tabel 10). Hal ini berlaku pula pada hasil kekeruhan dimana sampel kekeruhan dari tinggi ke rendah yaitu 100% *Malt* : 0% Sorgum (F1), 90% *Malt* : 10% Sorgum (F2), 80% *Malt* : 20% Sorgum (F3), dan 70% *Malt* : 30% Sorgum (F4) sebesar 1,67; 1,26; 1,17; dan 1,15 (Tabel 5). Semakin tinggi rasio *malt* maka warna pada bir semakin gelap dan keruh. Pada 100% *Malt* : 0% Sorgum (F1) memiliki EBC dan kekeruhan tertinggi, hal ini

dikarenakan konsentrasi *malt* yang paling tinggi tanpa adanya bahan tambahan (*adjunct*) menyebabkan kekeruhan dan membuat bir menjadi *cloudy*. *Barley malt* menghasilkan  $\beta$ -amilase,  $\alpha$ -amilase, dan  $\alpha$ -glucosidase yang merupakan enzim kunci dalam memecah pati *malt*.  $\beta$ -amilase pada *barley malt* adalah 234 IU/mg protein, sedangkan sorgum memiliki  $\beta$ -amilase sebesar 156-158 IU/mg protein.  $\alpha$ -amilase pada *Barley malt* 206 IU/mg protein, sedangkan pada sorgum 142-148 IU/mg protein.  $\alpha$ -glucosidase *barley malt* 1,8 IU, sedangkan pada sorgum 1,6 IU (Taylor *et al.*, 2013). Keberadaan enzim ( $\beta$ -amilase,  $\alpha$ -amilase, dan  $\alpha$ -glucosidase) *barley malt* yang lebih tinggi dari sorgum menyebabkan *haziness* pada bir (Malomo *et al.*, 2011). Jika dibandingkan dengan bir komersial (Tabel 3), warna bir yang dihasilkan adalah 8,2 EBC, sehingga formulasi yang paling mendekati bir komersial adalah sampel 70% *malt* dan 30% sorgum (F4) yaitu dengan nilai  $9,89 \pm 0,01$  EBC. Penggunaan *adjunct* pada bir membuat warna bir semakin terang. Perubahan warna bir yang semakin terang selama fermentasi dihasilkan dari kinerja starter *yeast Saccharomyces uvarum* dalam memecah asam amino dan mereduksi gula menjadi gula sederhana (White, 2010). Sumber lain yang mempengaruhi warna bir adalah pigmen dalam bahan baku bir (sereal atau biji-bijian), baik yang *malted* maupun yang *unmalted*; semakin lama proses pengeringan dan semakin tinggi suhu pengeringan, maka dihasilkan warna biji yang semakin gelap dan menghasilkan produk akhir yang semakin gelap (Agu, 1995).

#### 4.2. Analisa Kimiawi

Proses fermentasi minuman beralkohol seperti bir disebut *brewing*. *Brewing* merupakan proses fermentasi gula yang berasal dari *malt* dengan penambahan cita rasa khas dari hops yang akan menghasilkan bir. Dalam fermentor terjadi dua proses yaitu respirasi aerobik dan anaerobik, *yeast* akan mengubah gula serta  $O_2$  yang terdapat di dalam *wort* menjadi *yeast* baru dimana tahap ini umumnya sering disebut sebagai propagasi atau multiplikasi *yeast* (Kunze, 2014). Derajat plato ( $^{\circ}P$ ) merupakan satuan yang menyatakan presentase ekstrak yang terkandung dalam *wort*. *Wort* merupakan bahan utama dalam proses fermentasi bir. Pada tahap awal proses fermentasi (*cold fermentation*) gula-gula yang dapat difermentasi *yeast* pada *wort* akan digunakan untuk 2 proses respirasi aerobik (menghasilkan  $CO_2$ ) dan anaerobik (alkohol dan  $CO_2$ ). Pada respirasi aerobik, *yeast* akan mengubah gula serta  $O_2$  yang terdapat di dalam *wort* untuk propagansi atau multiplikasi

*yeast*. Sedangkan pada saat respirasi anaerobik, *yeast* akan mengubah gula di dalam *wort* menjadi alkohol dimana proses ini umumnya disebut dengan proses fermentasi (Anonim 2014<sup>b</sup>).

Berdasarkan Tabel 6., dapat dilihat bahwa kandungan gula (°Plato) tertinggi hingga terendah adalah 100% *malt* : 0% sorgum (F1), 90% *malt* : 10% sorgum (F2), 80% *malt* : 20% sorgum (F3), dan 70% *malt* : 30% sorgum (F4) yaitu sebesar 8,29; 7,43; 7,22; dan 7,16. Semakin tinggi *malt* pada suatu sampel, maka semakin tinggi *original gravity* dan *apparent extract* yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan sorgum sebagai bahan tambahan memiliki lebih banyak *fermentable sugar* dibandingkan *malt barley*, sehingga *yeast* dapat melakukan konversi *fermentable sugar* untuk pertumbuhan dan fermentasi yang lebih maksimal pada 70% *malt* : 30% sorgum (F4). *Fermentable sugar* terdiri atas fruktosa, glukosa, sukrosa, maltosa, dan maltotriosa. Kandungan fruktosa yang dimiliki sorgum adalah 3,5%, sedangkan *malt barley* 1,8%. Kandungan glukosa yang dimiliki sorgum adalah 29,9%, sedangkan *malt barley* 11,9% (Dufour & Melotte, 1992). Selain itu, sedikit sekali protein yang larut pada *wort* (5% dari total protein) (Malomo, 2011).

Pada Gambar 12, adanya penurunan kandungan gula atau *apparent extract* pada keempat sampel dikarenakan *fermentable sugar* digunakan *yeast* untuk respirasi aerob dan anaerob. *Apparent Extract* (AE) merupakan sisa ekstrak gula yang masih terdapat dalam bir selama maupun selesai proses fermentasi. Pada awal fermentasi, yaitu hari ke-0 hingga ke-2, terjadi penurunan kandungan gula yang pesat. Hal ini karena pada awal fermentasi *wort* kaya akan oksigen sehingga *yeast* bertumbuh dengan pesat dan melakukan respirasi aerob. Pada akhir fermentasi aerob, *supply* oksigen habis dan terjadi penurunan jumlah *yeast*. *Yeast* semakin hari akan semakin mengalami pengendapan dan melakukan respirasi anaerob, sehingga alkohol meningkat. Pada proses akhir fermentasi, terjadi penurunan jumlah *yeast*. *Yeast* yang telah mengendap mengalami flokulasi. Flokulasi adalah kondisi dimana *yeast* bersatu sehingga diendapkan secara gravitasi. Kecepatan fermentasi sangat ditentukan oleh parameter kontrol yang akan menstimulasi pertumbuhan *yeast* seperti kualitas *wort*, kualitas *yeast*, angka yang tepat pada aerasi, *pitching yeast* dengan jumlah yang tepat, dan temperatur yang sesuai. Kecepatan fermentasi dapat dihitung dengan rumus *fermentation speed*.

Keempat sampel menunjukkan kecepatan fermentasi yang melambat atau di bawah standar bir komersial (Tabel 6). Fermentasi yang lambat disebabkan oleh substrat untuk pertumbuhan dan multiplikasi *yeast* dalam *wort* kurang tercukupi (Anonim, 2014<sup>b</sup>). Fermentasi dapat juga dipengaruhi oleh suhu saat *pitching yeast*. Ketika suhu *pitching* mendekati 28° C maka laju fermentasi akan semakin tinggi. Hal ini telah sesuai dengan perlakuan dalam penelitian ini bahwa *pitching yeast* dilakukan pada suhu 28° C (suhu ruang). Selain suhu pada *pitching*, suhu fermentasi mempengaruhi *fermentation speed*, semakin tinggi suhu mendekati maksimal maka semakin cepat laju fermentasi. Suhu fermentasi yang maksimal bagi *Saccharomyces uvarum* adalah 10°-13° C (Walsh & Martin, 1977). Dalam hal ini, suhu fermentasi yang digunakan ± 22° C pada hari pertama hingga ke-5 fermentasi, dilanjutkan suhu 3° C dalam *chiller* pada hari ke-6 hingga ke-9 untuk memberi kondisi yang sesuai selama fermentasi berlangsung.

Pada Gambar 13, dapat dilihat adanya perubahan pH pada proses fermentasi semua sampel bir rasio *malt* dan sorgum. pH dalam fermentasi keempat sampel mengalami perubahan dalam 9 hari proses fermentasi. Pada awal fermentasi terjadi penurunan pH yang signifikan dikarenakan pada tahap fermentasi aerob, *yeast* bertumbuh dan melakukan multiplikasi dengan cepat. Menurut Jeune *et al.* (2007), *S. uvarum* menghasilkan asam suksinat dan asam asetat dalam pertumbuhannya. Pada fermentasi anaerob terjadi metabolisme nitrogen, dalam hal ini *yeast* membutuhkan senyawa nitrogen yang digunakan untuk membentuk protein selular di mana komponen nitrogen yang umum digunakan *yeast* adalah garam ammonium dan asam amino. *Yeast* tidak dapat menggunakan asam amino secara langsung untuk membentuk protein selular sehingga asam amino akan mengalami metabolisme protein dan menghasilkan produk samping yaitu asam organik. Pembentukan asam organik sebagai produk samping ini mengakibatkan penurunan pH pada *wort* (Kunze, 2004).

Penggunaan ion ammonium, fosfat, potassium dalam bir akan menyebabkan menurunnya pH bir. Pada 100% *Malt* : 0% Sorgum (F1) terjadi kenaikan pH pada hari ke-7 fermentasi. Pada tahap fermentasi sekunder, *yeast* menghasilkan produk samping lebih banyak dibandingkan produk utama. *Yeast* melepaskan asam amino. Hal ini terjadi melalui proses *irreversible* dimana *yeast* terdegradasi oleh enzim di dalam *yeast* yang disebut *autolysis*. *Autolysis* menghasilkan asam amino bersifat basa yang merupakan *argynine* dan *lysin* yang



dapat menyebabkan kenaikan pH (Kunze, 2004). Pada hari ke-7 dan ke-8, pH mulai stabil karena proses fermentasi dan autolysis telah selesai. Keadaan pH semakin rendah akan menghasilkan *fermentation speed* yang tinggi. Dapat dibuktikan dari hasil analisa pH, pada sampel 70% *Malt* : 30% Sorgum (F4) memiliki kecepatan fermentasi tertinggi dibandingkan sampel lainnya sebesar 0,68. Hal ini dikarenakan pada kondisi *wort* yang memiliki pH rendah, *yeast* akan melakukan fermentasi *enzyme* untuk memproduksi glukosa (Kunze, 2004).

Pada hasil analisa kandungan alkohol (Tabel 7), dapat diketahui bahwa setiap perlakuan memiliki kadar etanol yang berbeda. Kadar etanol dan metanol diuji pada hari ke-9 atau hari terakhir fermentasi. Pada hari ke-9 bir telah disaring dan diberi *dosing* CO<sub>2</sub> sehingga sudah menjadi produk akhir yang siap dikonsumsi. Semakin tinggi kandungan *malt*, maka semakin tinggi kadar alkohol yang didapat. Pada rasio bir 100% *Malt* : 0% Sorgum (F1) dan 90% *Malt* : 10% Sorgum (F2) didapatkan kadar alkohol pada akhir fermentasi sebesar 3%. Pada rasio 80% *Malt* : 20% Sorgum (F3) dan 70% *Malt* : 30% Sorgum (F4) didapatkan kadar alkohol masing-masing 2,5% (Tabel 7). *Fermentable sugar* pada *wort* digunakan *yeast* untuk memproduksi etanol (Nasrun *et al.*, 2015). Hasil etanol bir rasio *malt* dan sorgum juga telah sesuai dengan standar SNI 7388:2009 tentang Syarat Mutu Bir (Tabel 11) bahwa kadar etanol dalam bir yang diperbolehkan adalah 0,5-8%. Namun, alkohol yang dihasilkan belum sesuai dengan standar bir komersial (5%). Kadar alkohol yang kurang maksimal dari bir rasio *malt* dan sorgum dikarenakan ekstrak gula pada *wort* kurang tinggi. Pada penelitian ini digunakan perbandingan 1:8 (bahan : air) untuk menghasilkan *wort* dengan *original gravity* 11,5 °Plato, sehingga ekstrak perlu ditambahkan agar menghasilkan *fermentable sugar* yang cukup untuk pertumbuhan *yeast* dan produksi alkohol. Selain itu, aerasi yang kurang terkontrol dapat menyebabkan fermentasi kurang maksimal, dalam hal ini *S.uvarum* membutuhkan oksigen lebih dari 5 ppm oksigen terlarut dalam *wort* untuk melakukan respirasi aerob (Jakobsen & Thorne, 1980).

Penggunaan pH awal optimum pada *wort* untuk produksi etanol adalah 4,0- 6,0. (Nasrun *et al.*, 2015). Produksi etanol dibawah pH 4.0 tidak memungkinkan, dikarenakan pada pH tersebut *yeast* tidak tumbuh, sedangkan pada pH 6,0 adalah pH maksimum untuk pertumbuhan *yeast*. Hal ini sesuai dengan penelitian fermentasi bir rasio *malt* dan sorgum

dimana pH yang digunakan pada awal fermentasi (Tabel 6) dari 100% *Malt* : 0% Sorgum (F1) hingga 70% *Malt* : 30% Sorgum (F4) adalah 5,27; 5,24; 5,26; dan 5,17.

Temperatur merupakan parameter penting dari proses fermentasi. Hal ini telah sesuai dengan penelitian fermentasi bir rasio *malt* dan sorgum bahwa suhu *pitching yeast* awal merupakan suhu ruang 28°C dan dilanjutkan fermentasi pada suhu 21°C pada hari ke-0 hingga hari ke-6 dilanjutkan suhu 3°C dari hari ke-7 hingga ke-9. Puncak produksi alkohol dicapai pada suhu 13°C dan *yeast* pada bir akan tumbuh optimal pada kisaran temperatur 10-13°C (Upperton, 1969). Hal ini menunjukkan bahwa apabila pada suhu yang terlalu rendah (dibawah 10° C), maka proses fermentasi akan berlangsung secara lambat. Sedangkan pada suhu yang terlalu tinggi (diatas 35°C) menyebabkan *Saccharomyces uvarum* tidak melakukan fermentasi dengan optimal. Selain pH dan suhu, pemberian nutrisi juga mempengaruhi tumbuhnya *Saccharomyces uvarum*.

Kadar metanol yang dihasilkan untuk keempat sampel adalah 0%. Hal ini sesuai dengan SNI 7388:2009 tentang Syarat Mutu Bir (Tabel 11) bahwa kadar metanol pada bir harus kurang dari 0,01%. Metanol tidak boleh dikonsumsi manusia karena akan mengakibatkan asidosis metabolik, yaitu gangguan ketika status asam basa bergeser ke sisi asam akibat hilangnya basa atau retesi asam nonkarbonat dalam tubuh. Akibat dari mengonsumsi metanol, tubuh akan merasakan sesak, koma, dan meninggal (Jannah, 2010).

### 4.3. Analisa Mikrobiologi

Pada analisa mikrobiologi dilakukan perhitungan jumlah *yeast* (Lampiran 2) dan *yeast viability* (Tabel 8). Media yang digunakan untuk propagasi *yeast* adalah *wort* yang terbuat dari ekstrak *malt*. Untuk memastikan sintesis *yeast* memadai, komposisi *wort* harus memenuhi persyaratan nutrisi (tanpa gula), yang merupakan protein/senyawa nitrogen dalam bentuk asam amino yang dihasilkan selama proteolisis protein *malt*. Oleh karena itu, gula tidak digunakan dalam pembuatan *wort* sebagai media propagasi untuk menyesuaikan kebutuhan nutrisi *yeast* (Anonim, 2014<sup>b</sup>).

*Pitching yeast* bertujuan untuk mencampurkan *yeast* pada *wort* sebagai *starter* dalam proses fermentasi bir (Upperton, 1969). Berdasarkan Tabel 8., dapat diketahui bahwa *yeast viability* didapat dari *yeast* yang telah dipropagasi ke dalam 1000 ml *wort* dan diinkubasi

selama 24 jam dengan suhu 28 °C. Hal ini telah sesuai dengan suhu pertumbuhan maksimal dari *Saccharomyces uvarum* adalah 27,6-30 °C (Jakobsen & Thorne, 1980).

*Yeast viability* adalah presentase sel *yeast* hidup yang terdapat dalam satu populasi. Selama fase pertumbuhan fermentasi, populasi *yeast* tumbuh sekitar lima kali lipat dari jumlah sel awal pada proses *pitching* (White, 2010). *Yeast* untuk *pitching* harus memenuhi spesifikasi untuk profil atenuasi yaitu memiliki jumlah minimal  $2,2 \times 10^6$ /ml dan *dead cell* kurang dari 5% (Anonim, 2014<sup>b</sup>). Jumlah *yeast* yang diuji menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dalam media *Malt Extract Agar* (MEA) telah sesuai standar, menghasilkan jumlah *yeast*  $3 \times 10^7$  (Lampiran 2). *Yeast viability* yang didapatkan sebesar 93,58%. Standard *yeast viability* menurut Anonim (2014<sup>b</sup>) adalah 95%. Presentase *yeast viability* yang didapatkan pada penelitian dengan standar tidak berbeda secara signifikan, namun hasil dibawah standar dapat dikarenakan oleh kurangnya pengontrolan aerasi pada propagasi *yeast*, sehingga pertumbuhan *yeast* kurang optimal. *S.uvarum* membutuhkan oksigen lebih dari 5 ppm oksigen terlarut dalam *wort* untuk melakukan respirasi aerob (Jakobsen & Thorne, 1980).

#### 4.4. Analisa Sensori

Berdasarkan Tabel 9., dapat diketahui bahwa setiap perlakuan tidak memiliki perbedaan atribut sensori yang nyata. Sensori dilakukan oleh 30 panelis mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata angkatan 2016. Panelis telah terseleksi berdasarkan pemilihan jawaban pada *google form* (Lampiran 6). Atribut warna tertinggi didapatkan pada 100% *Malt* : 0% *Sorgum* (F1). Atribut warna yang disukai panelis kurang sesuai dengan teori yang ada, yaitu konsentrasi *malt* yang paling tinggi tanpa adanya bahan tambahan (*adjunct*) menyebabkan kekeruhan dan membuat bir menjadi *cloudy*. Penggunaan *adjunct* pada bir membuat warna bir semakin terang (Agu, 1995). Atribut aroma tertinggi dicapai pada 80% *Malt* : 20% *Sorgum* (F3). Aldehida yang merupakan produk oksidasi lipid, polifenol, dan tannin adalah kunci senyawa aroma dalam *malt barley*. *Malt barley* mengandung flavonoid *catechin*, serta *procyanidin dimers* dan *trimers*. *Sorgum* juga memiliki senyawa flavonoid, namun hanya sekitar 20% dari kandungan flavonoid yang dimiliki *malt barley*. Atribut rasa tertinggi dicapai pada 90% *Malt* : 10% *Sorgum* (F1). Hal ini dikarenakan *Malt barley* kaya akan flavonoid yang membuat ciri khas rasa bir. Lalu, *sorgum* memiliki ciri khas *flavour* manis (seperti *flavour*

jagung), namun dalam jumlah tinggi akan menghasilkan rasa sepat dan pahit dari tanin, sehingga formulasi 70% *Malt* : 30% Sorgum (F4) menjadi paling tidak disukai panelis dalam semua atribut sensori. Kesukaan panelis terhadap 90% *Malt* : 10% Sorgum juga dapat disebabkan kadar alkohol pada sampel yang lebih tinggi dibandingkan 80% *Malt* : 20% Sorgum dan 70% *Malt* : 30% Sorgum. Hal ini dikarenakan ekstrak/ kandungan gula yang paling banyak terfermentasi didapatkan pada sampel 90% *Malt* : 10% Sorgum (F2). *Fermentable sugar* pada *wort* digunakan *yeast* untuk memproduksi etanol (Nasrun *et al.*, 2015).

Ester adalah komponen *flavour* yang penting sebagai hasil dari reaksi antara alkohol dan ester fatty acyl-coA. Hasil reaksi ini memberi *flavour* dan aroma seperti bunga dan buah terhadap bir. Keberadaan *flavour* seperti bunga dan buah diinginkan pada konsentrasi yang tepat tetapi apabila terjadi kegagalan dalam mengontrol fermentasi dapat menghasilkan kadar bir ester yang tidak dapat diterima. Ester yang penting secara organoleptik antara lain etil asetat, isoamil asetat, isobutil asetat, etil kaproat, dan 2-feniletil asetat. Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi ester adalah suhu fermentasi, metode fermentasi (fermentasi secara *continuous* menghasilkan tingkat ester yang lebih tinggi), laju *pitching* (laju *pitching* yang lebih tinggi menghasilkan kadar etil asetat yang lebih rendah), aerasi pada *wort* (di mana tingkat oksigen yang rendah akan meningkatkan pembentukan ester), dan rasio C: N (Heineken, 2014). Selain itu, aroma dari bir dihasilkan dari bunga hops yang memiliki minyak esensial yakni *monoterpenes* dan *sesquiterpenes* yang memiliki nama myrcene,  $\alpha$ -humulene, dan  $\beta$ -caryophyllene. Tiga senyawa tersebut mewakili hingga 80% senyawa volatil yang terdapat pada hops (Kunze, 2014).

*Aftertaste* yang diterima oleh panelis setelah mencicipi bir adalah rasa pahit. Sampel dengan rasa pahit tertinggi hingga terendah yaitu 100% *Malt* : 0% Sorgum, 90% *Malt* : 10% Sorgum, 80% *Malt* : 20% Sorgum, dan 70% *Malt* : 30% Sorgum dengan jumlah panelis 12, 11, 10, 8. Rasa pahit pada bir berasal dari sorgum dan hops yang ditambahkan pada Bir. Pada Sorgum putih (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) didapatkan kandungan tanin yang rendah, Sorgum putih disebut *food grade* oleh USA karena memiliki *polyphenols* yang rendah (Taylor *et al.*, 2008). *Polyphenol* dapat membuat bir menjadi pahit dan getir (*astringent*), serta membuat kerongkongan menjadi kering. Hops memberikan rasa dan aroma yang khas pada bir untuk menyeimbangkan rasa manis dari ekstrak *malt*. Rasa



khas tersebut dihasilkan dari resin yang merupakan *alpha acid* yang terkandung dalam bunga hops. Resin tersebut akan terisomerisasi selama proses pendidihan/pemasakan. Menurut Anonim (2014<sup>c</sup>) resin akan mudah larut dalam proses pendidihan sehingga rasa pahit pada hops akan menjadi ciri khas pada bir dalam bentuk isomerisasi resin berupa alpha-acid yang lebih stabil dan mampu bertahan hingga proses fermentasi selesai. Selain oleh karena kandungan resin, minyak esensial pada hops berpengaruh pula terhadap rasa bir dan kestabilan bir. Minyak esensial dalam hops merupakan ekstrak yang dihasilkan dari pemanasan hops, sehingga meningkatkan *flavour* hops pada *wort*.

