

# PENGARUH VARIASI MASSA RAGI *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP DENSITAS DAN RENDEMEN BIOETANOL ALANG-ALANG (*Imperata Cylindrica*)

Dyah Ayu Widyastuti<sup>1)</sup>, Ipah Budi Minarti<sup>2)\*</sup>, Nurushhofaniyatil Ula<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang, Jl. Dr. Cipto – Lontar No. 1 Semarang, Jawa Tengah. Email: [dyah.ayu@upgris.ac.id](mailto:dyah.ayu@upgris.ac.id)

<sup>2)\*</sup>Fakultas FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang, Jl. Dr. Cipto – Lontar No. 1 Semarang, Jawa Tengah. Email: [ipeh\\_mi2n@yahoo.co.id](mailto:ipeh_mi2n@yahoo.co.id) (corresponding author)

<sup>3)</sup>Fakultas FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang, Jl. Dr. Cipto – Lontar No. 1 Semarang, Jawa Tengah.

## Abstrak

Ketersediaan energi fosil dalam penggunaan bahan bakar semakin menipis dan tingkat residu yang dihasilkan semakin meningkat, sehingga diperlukan sumber energi alternatif untuk menunjang kebutuhan energi salah satunya bioetanol. Alang-alang (*Imperata cylindrica*) memiliki kandungan selulosa sebanyak 40,22% dapat digunakan sebagai bahan dasar bioetanol dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae* pengubah glukosa menjadi etanol. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis karakteristik bioetanol berdasarkan densitas dan persen rendemen bioetanol dengan variasi massa ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* dan waktu fermentasi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Jumlah takaran larutan untuk setiap perlakuan adalah 100 ml. Nilai densitas tertinggi pada perlakuan 4 massa ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* 15 gram dengan lama fermentasi 6 hari sebesar 0,9041 g/ml, nilai densitas terendah pada perlakuan 1 massa ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* 10 gram dan lama fermentasi 3 hari sebesar 0,9340 g/ml. Persen rendemen tertinggi diperoleh dari perlakuan 4 massa ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* 15 gram dan lama fermentasi 6 hari sebanyak 23,11% dan persen rendemen terendah pada perlakuan 1 dengan massa ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* 10 gram dan lama fermentasi 3 hari sebesar 17,90%. Hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh variasi konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi terhadap nilai densitas dan persen rendemen.

**Kata kunci:** Alang-alang (*Imperata cylindrica*), Bioetanol, Densitas, Rendemen, *Saccharomyces cerevisiae*.

## Abstract

The availability of fossil energy in the use of fuel is running low and the level of residue produced is increasing, so alternative energy sources are needed to support energy needs, one of which is bioethanol. Bladygrass (*Imperata cylindrica*) has a cellulose content of 40.22% which can be used as a base for bioethanol with the help of *Saccharomyces cerevisiae* to convert glucose into ethanol. The purpose of this study was to analyze the characteristics of bioethanol based on the density and percent yield of bioethanol with mass variations of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* and fermentation time. This study used a completely randomized design (CRD), with 4 treatments and 3 replications. The total dose of solution for each treatment is 100 ml. The highest density value and percentage yield in treatment of 4 masses of bread yeast *Saccharomyces cerevisiae* 15 grams with 6 days of fermentation was 0.9041 g/ml and 23.11%, the lowest density and percentage yield was in treatment 1 mass of 10 grams and 3 days of fermentation was 0.9340 g/ml and 17.90%. The results showed there was an effect of variations in concentration of *Saccharomyces cerevisiae* and the length of fermentation on the density and percent yield.

**Keywords:** Bladygrass (*Imperata cylindrica*), Bioethanol, Density, Yield, *Saccharomyces cerevisiae*.

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi utamanya bahan bakar fosil akan menyisakan residu yang memberikan dampak pada pencemaran lingkungan dan peningkatan suhu bumi (Badan Pusat Statistik, 2016). Menurut Sudyani *et al.*, (2019) Sistem penyediaan energi nasional yang masih berorientasi pada penggunaan energi fosil, menyumbang emisi gas rumah kaca (CO<sub>2</sub>) sebesar 76% yang terdiri dari proses industri 65% dan kehutanan beserta penggunaan lahan lainnya 11%, sedangkan

pemanfaatan energi nonfosil/Energi Baru Terbarukan (EBT) masih sangat rendah. Upaya mengurangi emisi karbondioksida penyebab gas rumah kaca dapat dilakukan dengan menciptakan alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan, salah satunya adalah pembuatan bioetanol. Indonesia sebagai negara yang memiliki sumber daya alam nabati yang kaya memiliki peluang besar menjadi negara produsen bioetanol sebagai bahan alternatif yang menjanjikan di masa depan (Arlianti, 2018). Pemerintah juga memperkuat pengembangan bioetanol ini dengan Peraturan Presi-

den Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM (Bahan Bakar Minyak) (Warsa *et al.*, 2013). Bio-etanol diproduksi dari biomassa yang mengandung gula, pati dan selulosa (Arlianti, 2018).

Selain menggunakan limbah pertanian, bioetanol juga dapat memanfaatkan bahan alam berupa tanaman yang tumbuh melimpah, salah satu contohnya adalah alang-alang (*Imperata cylindrica*). Alang-alang (*Imperata cylindrica*) termasuk jenis gulma yang memiliki dampak negatif bagi tanaman lain, karena alang-alang (*Imperata cylindrica*) memiliki kemampuan bersaing yang kuat sehingga sering menimbulkan kerugian seperti, menghambat pertumbuhan dan menunda masa produksi tanaman tahunan, menyaingi tanaman pokok dalam pemanfaatan unsur hara dan air (Agustina, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Sutiya *et al.*, (2012), menyebutkan bahwa alang-alang (*Imperata cylindrica*) dapat dijadikan sebagai bahan bioetanol karena memiliki kandungan hemiselulosa, lignin, selulosa yang menjadi bahan utama untuk dikonversi menjadi gula dengan bantuan mikroorganismenya.



Gambar 1. Alang-alang (*Imperata cylindrica*)

Tabel 1. Kandungan kimia alang-alang (*Imperata cylindrica*)

| Kandungan kimia alang-alang ( <i>Imperata cylindrica</i> ) | Presentase (%) |
|--|----------------|
| Kadar air  | 93,76          |
| Ekstraktif   | 8,09           |
| Lignin   | 31,29          |
| Holoselulosa   | 59,62          |
| Alfa selulosa  | 40,22          |
| Pentosan/Hemiselulosa                                      | 18,40          |

(Sutiya *et al.*, 2012)

Mikroorganismenya yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol salah satunya *Saccharomyces cerevisiae*. Kinerja *Saccharomyces cerevisiae* dalam bioetanol mempengaruhi hasil konversi gula yang dihasilkan sebagai produk utama dari proses fermentasi. Selain mikroorganismenya, lama fermentasi juga dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganismenya yang bekerja dalam proses bioetanol, seperti penelitian yang dilakukan oleh Agustina (2015) menyebutkan bahwa

alang-alang (*Imperata cylindrica*) efektif untuk digunakan sebagai kompor bioetanol dengan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Faturrohman, (2015) pemberian ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi dapat mempengaruhi produksi bioetanol yang dihasilkan dengan bahan dasar alang-alang (*Imperata cylindrica*).

## 2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 3 kali ulangan dimana perlakuan variasi berupa variasi massa ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* dan lama fermentasi, perlakuan hasil berupa densitas dan rendemen. Data yang diperoleh diuji menggunakan program SPSS *statistic* 23.0, kemudian dianalisis menggunakan *One Way Anova*.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi peralatan *pretreatment* berupa gunting, dan mesin penggiling, peralatan hidrolisis serta peralatan destilasi untuk memurnikan hasil fermentasi. Bahan utama yang digunakan yaitu Alang-alang (*Imperata cylindrica*) yang diambil di daerah Banjir Kanal Barat, Semarang. Ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* fermipan, NaOH, HCl, Akuades.

### 2.2 Pretreatment

#### a. Fisik

Alang-alang (*Imperata cylindrica*) diambil bagian batang dan daunnya, kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel, setelah itu alang-alang di jemur dibawah sinar matahari secara langsung selama 12 jam.

#### b. Mekanik

Alang-alang yang sudah kering, kemudian dipotong-potong menjadi kecil berukuran  $\pm 2$  cm, yang kemudian digiling menggunakan mesin penggiling untuk mengubah bentuk alang-alang menjadi serbuk.

#### c. Kimia

Hasil *pretreatment* mekanik selanjutnya dicampur NaOH dengan konsentrasi 2% yang bertujuan untuk membuka ikatan lignin yang berikatan dengan selulosa alang-alang.

### 2.3 Hidrolisis

Proses hidrolisis dilakukan dengan menggunakan bahan alang-alang dari hasil *pretreatment* sebanyak 150 gram serbuk alang-alang ditambahkan dengan 1.500 ml HCl 2% kemudian diaduk hingga homogen. Selanjutnya larutan dihidrolisis selama 2,5 jam.

### 2.3 Fermentasi

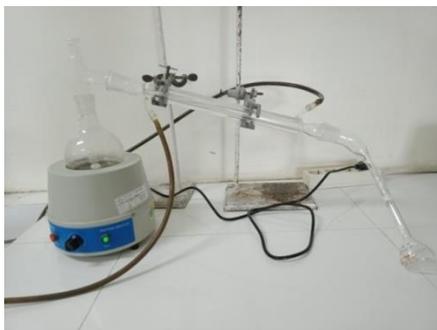
Fermentasi dilakukan dengan menggunakan hasil proses hidrolisis (hidrolisat) alang-alang (*Imperata cylindrica*) sebanyak 100 ml kemudian dimasukkan pada wadah fermentasi dan diatur pH nya menjadi 5

dengan menambahkan NaOH. Setelah itu ditambahkan massa ragi roti sesuai dengan rancangan percobaan.

1. Perlakuan 1 : 100 ml hidrolisat + 10 gram massa ragi roti (waktu fermentasi 3 hari)
2. Perlakuan 2 : 100 ml hidrolisat + 10 gram massa ragi roti (waktu fermentasi 6 hari)
3. Perlakuan 3 : 100 ml hidrolisat + 15 gram massa ragi roti (waktu fermentasi 3 hari)
4. Perlakuan 4: 100 ml hidrolisat + 15 gram massa ragi roti (waktu fermentasi 6 hari).
5. Wadah fermentasi ditutup menggunakan penutup yang dilapisi alumunium foil dan ditambah karet untuk menghalangi udara masuk, kemudian botol dilabeli sesuai dengan rancangan percobaan.

#### 2.4 Destilasi

Prosedur destilasi sebagai berikut : memasang peralatan destilasi yang terdiri *heating mantle*, labu destilasi 500 ml, kondesor, selang, keran, pipa alonga dan erlenmeyer 50 ml. Hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu destilasi berukuran 500 ml, kemudian mulai menyalakan *heating mantle* dengan pengaturan kontrol regulator energi pada setengah tekanan, destilasi dilakukan selama 2 jam pada setiap sampel dengan perlakuan yang sama. Hasil destilasi kemudian diukur densitasnya menggunakan piknometer dan neraca analitik.



Gambar 2. Alat Destilasi



Gambar 3. Pengaturan Suhu

#### 2.5 Pengukuran Densitas

Melakukan pengukuran piknometer kosong pada neraca analitik, kemudian dicatat hasilnya. Hasil destilasi di masukkan ke dalam piknometer volume 10 ml dengan bantuan corong, dipastikan tidak ada gelembung pada piknometer sebelum ditutup. Tahap selanjutnya piknometer dan sampel hasil destilasi di timbang menggunakan neraca analitik dan di lakukan pengulangan untuk sampel lainnya.

Pengukuran densitas menggunakan alat piknometer dengan rumus :

$$\rho = \frac{m}{V_p} \text{ (g/ml)}$$

Keterangan :

$Q$  = massa jenis

$m$  = massa (piknometer + sampel) – massa piknometer kosong

$V_p$  = Volume piknometer (10 ml).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini mikroorganisme yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* termasuk mikroba eukariotik bersel tunggal dengan ukuran 5-20 mikron. *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengkonversi gula menjadi etanol karena menghasilkan enzim zimase dan invertase. Enzim invertase dapat memecah sukrosa ataupun polisakarida (pati) untuk diubah menjadi monosakarida (glukosa). Sedangkan enzim zimase selanjutnya mengubah monosakarida menjadi etanol dengan proses fermentasi. Bersifat fakultatif anaerob dan aerob untuk memperoleh energi dari pemecahan glukosa (Agustina, 2015).

#### 3.1 Pengukuran Densitas Bioetanol

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai karakteristik bioetanol alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan variasi massa ragi dan lama fermentasi, maka diperoleh hasil pengukuran dalam satuan g/ml pada tabel berikut:

Tabel 2. Pengaruh Variasi Massa Ragi Roti *Saccharomyces cerevisiae* dan Lama Fermentasi Terhadap Densitas Bioetanol

| Perlakuan | Ulangan |        |        | Densitas (g/ml)     |
|-----------|---------|--------|--------|---------------------|
|           | U1      | U2     | U3     |                     |
| P1        | 0.9339  | 0.9338 | 0.9344 | 0.9340 <sup>a</sup> |
| P2        | 0.9019  | 0.9221 | 0.9220 | 0.9153 <sup>b</sup> |
| P3        | 0.9195  | 0.8995 | 0.8993 | 0.9061 <sup>b</sup> |
| P4        | 0.8985  | 0.9168 | 0.8970 | 0.9041 <sup>b</sup> |

Keterangan : Angka yang diikuti notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

Pengukuran densitas diperoleh dari hasil destilasi, berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa pengukuran

densitas yang paling besar nilainya pada perlakuan P1 yaitu penambahan massa ragi 10 gram dengan lama fermentasi 3 hari sebesar 0,9340 gram/ml, sedangkan yang paling kecil terjadi pada perlakuan P4 dengan massa ragi 15 gram dan lama fermentasi 6 hari sebesar 0,9041 gram/ml. Pengukuran nilai densitas didasarkan pada konversi Nilai densitas absolut adalah 0,789 g/ml, sehingga urutan nilai densitas yang mengandung etanol tertinggi adalah P4;P3;P2 dan yang mengandung etanol paling rendah pada perlakuan P3.

### 3.2 Pengukuran Rendemen Bioetanol

Pengukuran rendemen bioetanol dari perlakuan penambahan massa ragi dan lama fermentasi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Variasi Massa Ragi Roti *Saccharomyces cerevisiae* dan Lama Fermentasi Terhadap Persen Rendemen Bioetanol

| Perlakuan | Ulangan |       |       | Persen rendemen (%) |
|-----------|---------|-------|-------|---------------------|
|           | U1      | U2    | U3    |                     |
| P1        | 17,81   | 18,60 | 17,28 | 17,90 <sup>a</sup>  |
| P2        | 18,42   | 18,82 | 16,67 | 17,97 <sup>a</sup>  |
| P3        | 20,29   | 19,72 | 17,11 | 19,04 <sup>a</sup>  |
| P4        | 24,32   | 22,78 | 22,22 | 23,11 <sup>b</sup>  |

Keterangan : Angka yang diikuti notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

Persen rendemen dihitung dari persentase volume destilasi terhadap volume setelah fermentasi bioetanol alang-alang (*Imperata cylindrica*), nilai persen rendemen paling besar ditunjukkan dari persentase angka terbesar yang menunjukkan semakin besar nilai rendemen maka semakin besar kandungan etanolnya. Dapat dilihat bahwa nilai persen rendemen alang-alang (*Imperata cylindrica*) bioetanol tertinggi pada perlakuan P4 sebesar 23,11%, sedangkan nilai persen rendemen bioetanol alang-alang (*Imperata cylindrica*) paling rendah pada perlakuan P2 sebesar 17,90%.

### 3.3 Karakteristik Densitas Bioetanol Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan variasi massa ragi dan lama fermentasi

Hasil penelitian pembuatan bioetanol berbahan dasar alang-alang (*Imperata cylindrica*) menunjukkan bahwa variasi massa ragi roti dan lama fermentasi mempengaruhi densitas bioetanol yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan lama fermentasi memiliki pengaruh terhadap densitas alkohol yang diuji di mana pengaruh tersebut berupa suatu penurunan dalam nilai densitas seiring bertambahnya waktu, bahwa semakin lama fermentasi aktivitas mikroorganisme mengalami pertumbuhan dengan berkembang biak semakin banyak, sehingga dengan semakin meningkatnya jumlah mikroba maka semakin banyak pula karbohidrat yang terurai menjadi alkohol. Meningkatnya jumlah alkohol ini maka berat atau densitas da-

ripada campuran alkohol-air akan semakin rendah. Semakin tinggi persentase ragi maka semakin rendah nilai densitas. Hal ini karena ragi *Saccharomyces cerevisiae* merubah glukosa menjadi etanol, di mana jika ragi yang diberikan banyak maka etanol yang dihasilkan juga akan semakin banyak dan begitu juga sebaliknya, sehingga densitasnya akan semakin rendah.

Pada perlakuan P1 di mana pemberian ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* 10 gram dengan waktu fermentasi selama 3 hari sebesar 0,9340 g/ml memiliki nilai densitas paling rendah, karena jika dikonversikan dengan kadar etanol akan kandungannya lebih sedikit dibanding perlakuan lainnya. Berdasarkan uji DMRT (*Duncan's multiple range test*) menunjukkan bahwa nilai densitas dengan perlakuan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* hanya perlakuan P1 yang berbeda nyata, sedangkan perlakuan P2, P3 dan P4 tidak berbeda nyata.

Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai densitas bioetanol yang dihasilkan di mana pemberian ragi 10 gram menghasilkan nilai densitas rendah dibandingkan pemberian ragi 15 gram. Hal tersebut dapat terjadi karena banyaknya jumlah mikroba dapat mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan jika ditinjau dari nilai densitasnya. Begitu juga pada lama fermentasi, waktu 6 hari fermentasi cenderung memiliki nilai densitas lebih tinggi dibandingkan waktu 3 hari. Adanya perbedaan nilai densitas dipengaruhi dari kinerja *Saccharomyces cerevisiae* yang mampu memproduksi lebih banyak etanol beriringan dengan bertambahnya waktu fermentasi.

Sejalan dengan penelitian Nasrun *et al.*,(2017) yang menyebutkan bahwa semakin banyak jumlah ragi yang diberikan dan semakin lama waktu fermentasi maka densitas bioetanol yang diperoleh juga semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa jumlah ragi dan waktu fermentasi pada saat fermentasi sangat berpengaruh terhadap densitas bioetanol yang dihasilkan di mana pada kondisi ini bakteri lebih aktif bekerja untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol.

Dari hasil dapat dilihat bahwa densitas bioetanol diperoleh rata-rata 0,9148 gr/ml dimana densitas tersebut melebihi dari densitas bioetanol *absolut* yaitu sebesar 0,789 gr/ml. Hal ini menunjukkan bahwa etanol yang dihasilkan masih belum murni karena bercampur dengan air. Destilasi yang dilakukan hanya destilasi sederhana bukan destilasi azeotrop serta kurang telitinya dalam menjaga kestabilan temperatur destilasi sehingga uap yang keluar bukan hanya bioetanol melainkan bercampur dengan air.

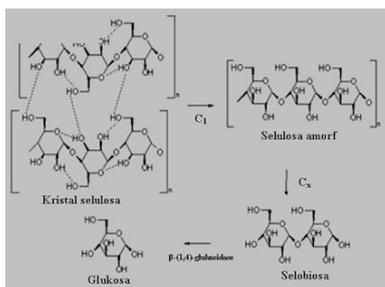
Pada produksi bioetanol berbahan selulosa memiliki prosedur pembuatan yang lebih kompleks dibandingkan bahan gula maupun pati, di mana sebelum proses fermentasi perlu dilakukan proses *pretreatment* atau proses penyiapan bahan.



Gambar 4. Hasil *Pretreatment* Kimia (Delignifikasi) Alang-alang (*Imperata cylindrica*)

Hal tersebut dikarenakan kandungan selulosa yang berikatan dengan hemiselulosa dan dilindungi oleh lignin yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Selulosa bersifat kristalinitas, tidak mudah larut sehingga sulit untuk terdegradasi secara kimia maupun mekanis. Selulosa yang berasosiasi dengan lignin disebut lignoselulosa. Pembuatan lignoselulosa menjadi etanol melalui 4 tahap yaitu *pretreatment*, hidrolisa, fermentasi dan destilasi (Agustina, 2015).

Komponen lignoselulosa pada sel tanaman akan berpengaruh terhadap proses hidrolisis pada pembuatan bioetanol. Pemecahan lignoselulosa yang kurang sempurna dapat menghambat proses setelah hidrolisis yaitu fermentasi. Umumnya, hidrolisis selulosa menggunakan larutan asam seperti  $H_2SO_4$  atau  $HCl$ . Pada penelitian ini proses hidrolisis selulosa menggunakan larutan  $HCl$  dengan konsentrasi 2%. Penggunaan  $HCl$  konsentrasi 2% dalam penelitian (Herdini *et al.*, 2020) menunjukkan kadar etanol yang tinggi dan cukup optimum untuk menghidrolisis bahan selulosa, hal tersebut yang menjadi dasar sebagai variabel kontrol pada penelitian ini.

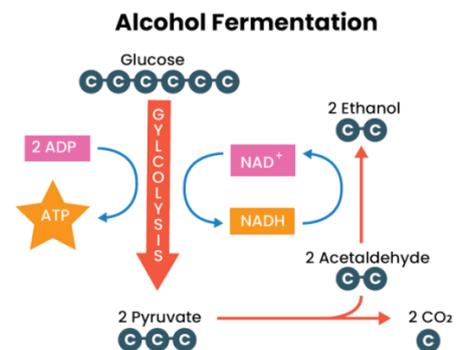


Gambar 5. Hidrolisis selulosa (Febrina, 2020)

Selain pemecahan lignoselulosa pada tahap hidrolisis, fermentasi juga dapat memberi pengaruh pada hasil pembuatan bioetanol. Dalam tahap fermentasi, faktor yang mempengaruhi konversi gula menjadi etanol di antaranya suhu fermentasi, pH, mikroorganisme dan lama fermentasi. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan sebagai variabel kontrol sebesar  $25^{\circ}C$  di mana akan mempengaruhi kinerja dari mikroorganisme pengonversi glukosa menjadi etanol. Suhu yang digunakan pada tahap fermentasi bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja mikroorganisme yang dapat bekerja hingga suhu maksimal  $35-47^{\circ}C$  (Hanum *et al.*, 2013). pH atau tingkat keasaman laru-

tan juga menjadi variabel kontrol dalam penelitian ini. Larutan asam sebagai pelarut yang digunakan adalah  $HCl$  dengan penambahan  $NaOH$  dikontrol pH nya menjadi 5. Keadaan larutan hasil hidrolisis yang digunakan pada tahap fermentasi diatur menjadi 5 bertujuan agar mikroorganisme dapat berkembang dengan baik. Selain suhu dan tingkat keasaman, fermentasi dapat dipengaruhi oleh mikroorganisme yang bekerja mengkonversi glukosa dan waktu fermentasi.

Pada penelitian ini mikroorganisme yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* termasuk mikroba eukariotik bersel tunggal dengan ukuran 5-20 mikron. *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengkonversi gula menjadi etanol karena menghasilkan enzim zimase dan invertase. Enzim invertase dapat memecah sukrosa ataupun polisakarida (pati) untuk diubah menjadi monosakarida (glukosa). Sedangkan enzim zimase selanjutnya mengubah monosakarida menjadi etanol dengan proses fermentasi. Bersifat fakultatif anaerob dan aerob untuk memperoleh energi dari pemecahan glukosa (Agustina, 2015)



Gambar 6. Fermentasi Alkohol (Nasrun *et al.*, 2017)

*Saccharomyces cerevisiae* ditemukan komersial dalam bentuk ragi. Ragi roti fermipan dipilih sebagai bahan fermentasi karena kandungan bahan campurannya lebih sedikit daripada ragi tape. Waktu fermentasi berkorelasi dengan perkembangbiakan *Saccharomyces cerevisiae*. Toleransi kinerja *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan etanol berkisar antara 3-7 hari, selebihnya tingkat kinerjanya akan menurun atau dapat mengeluarkan senyawa lain berupa ester yang mempengaruhi kualitas etanol yang dihasilkan.

### 3.4 Karakteristik Persen Rendemen Bioetanol Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan Variasi Massa ragi dan lama fermentasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan rendemen volume bioetanol yang paling tinggi diperoleh pada jumlah ragi 15 gram dengan waktu fermentasi 6 hari sebesar 23,11 %, untuk jumlah ragi 10 gram dengan waktu fermentasi 3 hari diperoleh volume rendemen bioetanol paling rendah sebesar 17,9 %. Berdasarkan uji DMRT (*Duncan's multiple range test*) menunjukkan bahwa nilai densitas

dengan perlakuan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* hanya perlakuan P4 yang berbeda nyata, sedangkan perlakuan P1, P2 dan P3 tidak berbeda nyata.

Pada penelitian ini menunjukkan pengaruh jumlah ragi yang optimal yaitu pada jumlah ragi 15 gram di mana semakin besar jumlah ragi yang diberikan dan semakin lama waktu fermentasi maka rendemen bioetanol yang diperoleh juga semakin besar, hal ini dikarenakan jumlah ragi dan waktu fermentasi pada saat fermentasi berpengaruh terhadap jumlah rendemen bioetanol yang didapat.

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Nasrun *et al.*, (2017). Rendemen bioetanol paling tinggi didapat menggunakan ragi yang ditingkatkan, maka rendemen bioetanol yang diperoleh juga lebih besar. Tetapi rendemen akan berkurang jika jumlah raginya ditingkatkan terus. Hal ini disebabkan karena jumlah ragi tidak sebanding dengan jumlah nutrisi yang tersedia. Penggunaan ragi dengan konsentrasi 10 gram dan 15 gram dalam penelitian ini belum menunjukkan pengurangan rendemen bioetanol yang dihasilkan, berarti jumlah nutrisi yang tersedia masih mencukupi.

Menurut Febrina *et al.*, (2020) rendemen bioetanol dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu. Jika suhu fermentasi maupun destilasi berubah maka pertumbuhan dan kinerja dari ragi juga akan berubah sehingga proses fermentasi akan terganggu dan menghasilkan destilat dengan jumlah yang berbeda pula. Rendemen juga ditentukan oleh sistem pemanasan yang dilakukan pada tahap destilasi serta lama proses destilasi yang dilakukan. Semakin lama proses destilasi dilakukan maka volume bioetanol akan semakin banyak sehingga menyebabkan nilai volume rendemen bioetanol menjadi semakin tinggi dan sebaliknya.

#### 4. SIMPULAN

Penambahan massa ragi roti dan lama fermentasi berpengaruh terhadap densitas dan persen rendemen bioetanol. Bahwa semakin rendah nilai densitas bioetanol maka semakin tinggi kadar etanolnya begitu juga sebaliknya. Semakin rendah nilai persen rendemen bioetanol maka semakin tinggi kualitas etanol yang didapat, begitu juga sebaliknya.

#### 5. REKOMENDASI

Saran untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengoptimalan proses *pretreatment* dan hidrolisis dengan menggunakan bahan dasar lainnya yang mengandung selulosa tinggi, serta penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik bioetanol dengan parameter uji yang berbeda.

#### 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ibu Dyah Ayu Widyastuti, S.Si., M.Biotech dan Ibu Ipah Budi Minarti, M.Pd selaku pembimbing. Laboratorium Kimia Analisis Universitas Muhammadiyah Semarang, dan Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas PGRI Semarang.

#### 7. DAFTAR PUSTAKA

- Arlianti, L. 2018. "Bioetanol sebagai sumber green energy alternatif yang potensial di Indonesia". *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik UNISTEK*, 5(1), 16–22.
- Agustina, D. 2015. *Efektifitas Penggunaan Bioetanol dari Limbah Padat Alang-alang (Imperata cylindrica) terhadap Lama Pembakaran Kompor Bioetanol*. Laporan Penelitian. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Sumber Energi Bahan Bakar. <http://www.bps.go.id>. diakses tanggal 15 Agustus 2021.
- Farida Hanum, Nurhasmawaty Pohan, Mulia Rambe, Ratih Primadony, & Mei Ulyana. 2013. "Pengaruh Massa Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Bioetanol dari Biji Durian". *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(4), 49–54.
- Fathurrahman. 2015. *Produksi Bioetanol dari Jerami Alang-Alang (Imperata cylindrica)*. Laporan Penelitian. Universitas Sebelas Maret.
- Febrina, R. V., Nasution, R. S., & Arfi, F. 2020. *Variasi Saccharomyces cerevisiae Terhadap Kadar Bioetanol Berbahan Dasar Limbah Kulit Kopi Arabika (Coffea Arabica L.)*. 2(1), 19–25.
- Herdini, Gobby Rohpanae, & Veriah Hadi. 2020. "Pembuatan Bioetanol dari Kulit Petai (Parkia Speciosa Hassk) menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*". *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 7(2), 119–128.
- Nasrun, N., Jalaluddin, J., & Mahfuddhah, M. 2017. "Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya". *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 1.
- Sutiya, B., Istikowati, W. T., & Rahmadi, A. 2012. "Kandungan Kimia dan Sifat Serat Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) sebagai Gambaran". *Bioscientiae*, 9(May 2014), 8–19.
- Warsa, I. W., Septiyani, F., & Lisna, C. 2013. "Bioetanol Dari Bonggol Pohon Pisang". *Jurnal Teknik Kimia, Vol.8, No.(2)*, 37–40.