

---

**PRODUKSI BIOETANOL DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN  
METODE HIDROLISIS DAN FERMENTASI**

***BIOETHANOL PRODUCTION FROM EMPTY OIL PALM BUNCH WASTE BY HYDROLYSIS  
AND FERMENTATION METHODS***

Lilik Chandra wijaya <sup>1</sup>, Ir. Gani Supriyanto, M.P., IPM <sup>2</sup>, Herawati Oktaviany, ST, MT <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Feknologi Pertnian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

Email : <sup>1</sup>[lilikchandra72@gmail.com](mailto:lilikchandra72@gmail.com).

---

**Abstrak**

Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit hanya sebagai bahan bakar boiler, kompos dan juga sebagai pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh variasi penambahan ragi dan variasi waktu fermentasi terhadap sifat fisik dan kimia bioetanol yang dihasilkan dan mengetahui kadar bioetanol tertinggi dari semua kombinasi perlakuan. Produksi bioetanol tandan kosong kelapa sawit ini menggunakan metode fermentasi selama 4,6,8, dan 10 hari dengan penambahan ragi roti sebanyak 4,6,8, dan 10 % dari berat awal sampel. Pada analisa kadar air menunjukkan bahwa kadar air tertinggi yang terdapat pada proses pengolahan bioetanol terdapat pada lama fermentasi selama 6 hari dengan kadar air sebesar 31,57%. Kemudian pada analisa keasaman (pH) menunjukkan pada setiap fermentasi dengan hasil pH 6 - 8,5. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan perlakuan fermentasi dan penambahan ragi roti tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioethanol. Perlakuan penambahan variasi ragi roti sangat berpengaruh nyata terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan pada range 1% - 10% perlakuan dengan berat awal tandan kosong kelapa sawit setelah hidrolisis menghasilkan Semakin banyak ragi kadar bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi dan semakin lama fermentasi bau yang dihasilkan semakin menyengat. Hasil kadar bioetanol tertinggi berada pada lama fermentasi 6 hari dengan jumlah ragi yang diberikan sebanyak 10% sebesar 78,10% yang memiliki kadar sebesar 5,16%.

**Kata kunci:** *Bioethanol, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Hidrolisis, Ragi Roti, Fermentasi.*

**Abtract**

Plantations. Empty oil palm bunches have the potential to be used as raw material for making bioethanol. The purpose of this study is to determine the effect of yeast addition variations and fermentation time variations on the physical and chemical properties of bioethanol produced and determine the highest bioethanol levels from all treatment combinations. The bioethanol production of empty oil palm bunches used fermentation methods for 4, 6, 8, and 10 days with the addition of baker's yeast as much as 4, 6, 8, and 10% of the initial weight of the sample. The water content analysis shows that the highest water content found in the bioethanol processing process is found in the fermentation period for 6 days with a water content of 31.57%. Then the acidity analysis (pH) shows each fermentation with a pH result of 6 - 8.5. In this study, it can be concluded that with fermentation treatment and the addition of yeast bread, empty oil palm bunches can be used as raw material for bioethanol production. The treatment of adding variations of baker's yeast has a significant effect on the bioethanol content produced in the range of 1% - 10%, treatment with the initial weight of empty oil palm bunches after hydrolysis produces The more yeast bioethanol levels produced, the higher and longer the fermentation, the more pungent the odor produced. The highest bioethanol content results were in the fermentation period of 6 days with the amount of yeast given as much as 10% by 78.10% which had a content of 5.16%.

**Keyword:** Bioethanol, Palm Oil Empty Bunches, Hydrolysis, Baker's Yeast, Fermentation.

---

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Pada saat ini Indonesia adalah produsen utama minyak kelapa sawit dunia selain Malaysia dan Nigeria. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah salah satu limbah padat hasil produksi kelapa sawit. Limbah padat mempunyai ciri khas pada kandungannya yaitu selulosa, abu, hemiselulosa dan lignin (Suri, 2012). Tandan kosong kelapa sawit belum termanfaatkan secara optimal. Sampai saat ini manfaat tandan kosong hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler, kompos dan juga sebagai pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Kandungan selulosa yang berada pada tandan kosong dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol (Yoricya, 2016). Produksi tandan kosong menjadi bioetanol memiliki empat tahap yaitu: pretreatment, hidrolisis, fermentasi, dan distilasi (Ardiyanto, 2015). Perlunya dilakukan pretreatment awal terlebih dahulu untuk memisahkan struktur lignoselulosa sehingga bahan-bahan lignoselulosa dapat mudah untuk dihidrolisis sehingga mendapatkan kadar gula sederhana kemudian dilakukan fermentasi. (Ardiyanto, 2015).

Berbagai penelitian mengenai bioetanol sudah banyak dilakukan pada beberapa tahun belakangan. Hasil penelitian sebelumnya, cara memproduksi bioetanol dilakukan dengan tiga cara yaitu pretreatment, hidrolisis dan fermentasi (Pratiwi et al., 2013). Kadar bioetanol terbesar didapat pada perlakuan penambahan larutan  $H_2SO_4$  20 mL selama 6 hari fermentasi, dengan kadar bioetanol yang dihasilkan 7.12% (Pratiwi et al., 2013), sedangkan pada penambahan larutan  $H_2SO_4$  2% selama 2 hari fermentasi mendapatkan kadar bioetanol 4.94% (Sartini et al., 2018). kemudian telah dilakukan produksi bioethanol berbahan baku lignoselulosa tandan kosong dengan berbagai perlakuan penambahan berat ragi roti dan HCL 30% dengan lama waktu berbeda sehingga didapat kadar bioethanol mendapatkan kadar bioetanol sebesar 7,392 % pada perlakuan 6 hari fermentasi dengan penambahan ragi sebanyak 6 gram. (Annisa Suri., 2012).

Berdasarkan penelitian tersebut, kadar bioetanol yang dihasilkan kurang optimal, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan produksi bioethanol yang lebih optimal. Maka dari itu penulis tertarik untuk melanjutkan penelitian mengenai pengaruh lama fermentasi dan jumlah ragi yang ditambahkan agar mendapatkan kadar bioethanol dan waktu yang paling baik. Penulis melakukan modifikasi dengan

menggunakan metode basa pada pretreatment awal TKKS untuk melihat pengaruh lama waktu fermentasi dan juga berat ragi roti dalam menghasilkan kadar etanol.

## METODE

### Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023 sampai selesai dan bertempat di LAB FTP INTITUT STIPER YOGYAKARTA.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini: Erlenmeyer 250ml dan 1000ml, Timbangan, Blender, Oven, Labu Ukur 250ml, Hote plate, Piknometer, Alumunium Foil, gelas ukur 250ml, Spatula, Rangkaian Distilasi sedangkan, Bahan utama yang digunkan dalam penelitian ini adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit, Ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*, Aquades,  $H_2SO_4$ , NaOH 6%, Kertas Saring, Kertas Ph.

### Pelaksanaan penelitian

Sampel berupa TKKS yang diperoleh di 1 lokasi yaitu pabrik PT. KATULISTIWA SINERGI OMNIDAYA, TKKS diambil sesuai dengan kriteria yang diinginkan, kemudian TKKS dihaluskan menggunakan pencacah selanjutnya dihaluskan lagi menggunakan blender kemudin sampel di simpan secara kering. Selanjutnya TKKS dari hasil pabrik dikecilkan ukuran-nya terlebih dahulu kemudian dikeringkan dibawah disinari matahari dan oven. Kemudian TKKS di blender menjadi serbuk. Serbuk TKKS dibuat sebanyak 400 gram, dimana masing-masing erlemeyer 1000 ml dimasukan 100 gr TKKS, dan ditambahkan dengan 900 ml larutan NaOH 6% di dalam erlemeyer ditutup rapat, dan panaskan dengan hot plate pada suhu  $400^{\circ}C$  selama 30 menit, lalu campuran didinginkan dengan suhu ruangan. Kemudian Ampas TKKS dari proses delignifikasi diambil sebanyak 40 gram. Setiap sampelnya di masukkan erlemeyer, dengan ditambahkan  $H_2SO_4$  100 ml. Kemudian larutan dicampur dan dilakukan pengadukan sampai rata dan dipanaskan dengan suhu  $200^{\circ}C$  dengan hot plate selama 15 menit, setelah itu dinginkan hingga suhu ruangan. Kemudian campuran padatan dan cairan dipisahkan sebelum dilakukan proses fermentasi. Selanjutnya Alat-alat yang ingin digunakan pada fermentasi disterilisasi terlebih dahulu dengan air panas agar tidak terkontaminasi, kemudian alat - alat tersebut didinginkan, setelah itu ragi roti (*Saccaromyces Cerevisiae*) dtimbang sebanyak 4%, 6%, 8%, 10% dari berat sampel awal perlakuan kemudian ragi roti dimasukkan kedalam TKKS yang sudah dihidrolisis dengan penambahan aquades sebanyak 500ml. lalu

dishaker hingga homogen, setelah itu larutan difermentasikan selama 4 hari, 6 hari, 8 hari, dan 10 hari. Lalu dipisahkan larutan dengan bubur TKKS sehingga diperoleh cairan etanol dengan air sebesar 300 ml pada setiap variasi sampel. Kemudian Masukkan campuran etanol-air kedalam labu ukur pada setiap sampel dengan alat distilasi pada temperatur 80°C. Kemudian di distilasi sampai etanol tidak keluar lagi dan distilat (etanol) disimpan di dalam tempat yang tertutup rapat.



**Gambar 1.** Prosedur pelaksanaan penelitian

### Pengamatan penelitian

Proses dilakukan untuk semua perlakuan, hasil yang didapat setelah dilakukan proses dan perhitungan di catat kedalam tabel pengamatan yang telah disiapkan. Selanjutnya dilakukan analisa kadar bioetanol yang dihasilkan untuk melihat kadar bioetanol yang terkandung di dalam sampel. Analisis kadar etanol ini menggunakan alat piknometer. Kemudian dilakukan analisa kadar air untuk mengetahui perbandingan kadar air yang masih terkandung di dalam bioetanol. Dilakukan dengan menghitung berat awal hasil fermentasi dikurangi berat akhir setelah didestilasi dibagi dengan berat awal. Adapun perumusan dalam menghitung kadar air, yaitu :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Selain itu dilakukan analisa pH untuk mengetahui Derajat keasaman (pH) optimum untuk proses fermentasi. Analisa pH ini menggunakan kertas lakmus/kertas pH meter.

### Analisa Data

Data yang diperoleh setelah selesai dilakukan pengamatan penelitian kemudian data mentah tersebut di analisis menggunakan metode RAL (rancangan acak lengkap). Selanjutnya hasil data pengamatan penelitian setiap perlakuan menggunakan aplikasi SPSS dengan jenjang nyata 5% dan apabila ada interaksi nyata dan pengaruh nyata akan di uji lanjut dengan uji jarak berganda Duncan atau Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tandan Kosong Sebagai Bahan Baku Bioetanol

Pada penelitian kali ini menunjukkan bahwa tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah yang mengandung lignoselulosa sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku bioetanol dengan berbagai macam perlakuan.

Tandan kosong kelapa sawit belum dimanfaatkan secara optimal. Sampai saat ini manfaat tandan kosong hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler, kompos dan juga sebagai pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Kandungan selulosa yang berada pada tandan kosong dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol (Yoricya, 2016).

Dengan perlakuan fermentasi dan penambahan ragi roti tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai salah satu bahan untuk dijadikan sebagai produksi bioetanol. Dari setiap perlakuan produksi tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku bioetanol mendapatkan beberapa hasil pengamatan kadar bioetanol yang dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar Bioethanol

| Lama fermentasi | Berat ragi roti |       |       |       |
|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|
|                 | 4 %             | 6 %   | 8 %   | 10 %  |
| 4 hari          | 4,74%           | 4,76% | 4,52% | 4,61% |
| 6 hari          | 2,62%           | 2,91% | 2,92% | 5,16% |
| 8 hari          | 2,91%           | 2,83% | 2,42% | 4,62% |
| 10 hari         | 2,42%           | 2,86% | 2,47% | 4,52% |

Pada tabel 1 hasil terbaik berada pada proses fermentasi selama 6 hari dengan konsentrasi ragi sebanyak 10 % dengan hasil 5,16 % kadar bioethanol sedangkan, Kadar yang paling sedikit dihasilkan berada pada proses fermentasi 10 hari dengan konsentrasi ragi sebanyak 4 % dengan hasil 2,42 %.

Dari tabel 1 selanjutnya dilakukan analisa uji Two Way Anova untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan terhadap bioetanol yang dihasilkan. Hasil uji Anova dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Analisa Uji Two Way Anova

| ANOVA               |             |    |            |          |         |          |          |
|---------------------|-------------|----|------------|----------|---------|----------|----------|
| Source of Variation | SS          | df | MS         | F        | P-value | F crit   |          |
| lama fermentasi     | 0,000641357 | 3  | 0,00021379 | 6,779537 | **      | 0,010976 | 3,862548 |
| berat ragi          | 0,000715167 | 3  | 0,00023839 | 7,559754 | **      | 0,007866 | 3,862548 |
| Error               | 0,000283806 | 9  | 3,1534E-05 |          |         |          |          |
| Total               | 0,001640329 | 15 |            |          |         |          |          |

Keterangan : \* (Berpengaruh Nyata)

\*\* (Sangat Berpengaruh Nyata)

Tn (Tidak Berpengaruh Nyata)

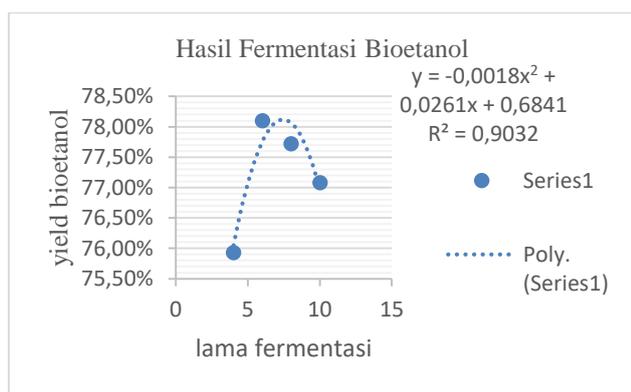
Tabel 2 menunjukkan pada setiap perlakuan lama fermentasi sangat berpengaruh nyata. Hal ini juga ditunjukkan pada konsentrasi berat ragi roti yang menunjukkan hasil berpengaruh sangat nyata.

Selanjutnya dilakukan uji jarak berganda Duncan (JBD) menggunakan aplikasi SPSS untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang berpengaruh. Hasil dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Uji Jarak Berganda Duncan

| berat ragi roti | N | Hasil  |        |
|-----------------|---|--------|--------|
|                 |   | 1      | 2      |
| 8 %             | 4 | 308.25 |        |
| 4 %             | 4 | 317.25 |        |
| 6 %             | 4 | 334.00 |        |
| 10 %            | 4 |        | 472.75 |
| Sig.            |   | .550   | 1.000  |

Keterangan: pada perlakuan 10 gram menunjukkan hasil kadar yang terbaik. Hal ini dapat dilihat dari pada tabel 4. bahwa pada perlakuan 4 %, 6 %, dan 8 % tidak ada perbedaan dari data yang dihasilkan sedangkan, Perlakuan 10 % berada pada baris dan kolom yang berbeda dari perlakuan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan 10 % mendapatkan hasil yang terbaik dari semua perlakuan.



Gambar 2. grafik perhitungan hasil perlakuan

pada grafik 1 perhitungan hasil perlakuan terbaik 10 % ragi terhadap berat sampel awal menunjukkan bahwa hasil tertinggi berada pada lama fermentasi 6 hari kemudian terjadi penurunan pada hari berikutnya. Dari grafik regresi diatas dapat diketahui bahwa batas perkembangan mikroba saat proses

fermentasi berada pada 7,2 hari dengan mendapatkan hasil sebesar 0,7797.

Jumlah mikroba sangat berpengaruh terhadap lama feremnetasi yang mana semakin lama fermentasi dan semakin banyak mikroba produksi bioetanol semakin tinggi (Suri, 2012). Perlakuan ini akan berhenti jika kadar etanol yang dihasilkan sudah tidak dapat ditumbuhi oleh sel-sel khamir yang bekerja. Semakin tinggi kadar alkohol maka akan sulit untuk pertumbuhan khamir tersebut, Pada penelitian kali ini terjadi penurunan pada lama fermentasi 8 dan 10 hari. Pada perlakuan feremntasi selama 6 hari telah terjadi batas maksimum mikroba untuk berkembang sehingga terjadi penurunan pada perlakuan lama fermentasi selanjutnya (Bestari, 2015).

Pada analisa data pengaruh berat ragi terdapat perbedaan nyata pada perbandingan konsentrasi 4 % sampai 10 %. Hal ini dikarenakan semakin banyak penambahan ragi akan menghasilkan kadar bioethanol yang semakin besar karena mikroba yang bekerja untuk mengurai kadar gula sederhana menjadi bioetanol semakin banyak (Coniwanti, 2016).

Tabel 4. Yield bioethanol

| lama fermentasi | berat ragi roti |            |            |            |
|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|
|                 | 4 %             | 6 %        | 8 %        | 10 %       |
| 4 hari          | 73,90<br>%      | 74,40<br>% | 75,38<br>% | 77,72<br>% |
| 6 hari          | 71%<br>%        | 72,04<br>% | 74,43<br>% | 78,10<br>% |
| 8 hari          | 69,57<br>%      | 70,79<br>% | 72,29<br>% | 77,08<br>% |
| 10 hari         | 69,27<br>%      | 68,42<br>% | 68,78<br>% | 75,93<br>% |

Pada tabel 4 menunjukkan hasil yield tertinggi berada pada lama fermentasi 6 hari dengan jumlah ragi yang diberikan sebanyak 10 % perlakuan 78,10%.

### Analisa kadar air bioetanol

Tabel 5. Kadar air

| lama fermentasi | berat ragi roti |            |            |            |
|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|
|                 | 4 %             | 6 %        | 8 %        | 10 %       |
| 4 hari          | 24,61<br>%      | 29%<br>%   | 26,09<br>% | 25,56<br>% |
| 6 hari          | 31,57<br>%      | 29,20<br>% | 21,89<br>% | 25,60<br>% |
| 8 hari          | 24,06<br>%      | 27,95<br>% | 22,27<br>% | 27,70<br>% |
| 10 hari         | 22,91<br>%      | 30,42<br>% | 31,21<br>% | 30,72<br>% |

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa kadar air tertinggi yang terdapat pada proses pengolahan bioethanol terdapat pada lama fermentasi selama 6 hari dengan kadar air sebesar 31,57%.

Dari data tabel 5 selanjutnya dilakukan analisa uji Two Way Anova untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan terhadap bioethanol yang dihasilkan. Hasil uji Anova dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Analisa uji Two Way Anova

| ANOVA               |            |    |            |                         |          |            |
|---------------------|------------|----|------------|-------------------------|----------|------------|
| Source of Variation | SS         | df | MS         | F                       | P-value  | F crit     |
| lama fermentasi     | 0,00240347 | 3  | 0,00080116 | 0,7267588 <sup>Tn</sup> | 0,561254 | 3,86254836 |
| berat ragi roti     | 0,00354628 | 3  | 0,00118209 | 1,072319 <sup>Tn</sup>  | 0,408475 | 3,86254836 |
| Error               | 0,00992133 | 9  | 0,00110237 |                         |          |            |
| Total               | 0,01587107 | 15 |            |                         |          |            |

Keterangan : \* (Berpengaruh Nyata)

\*\* (Sangat Berpengaruh Nyata)

Tn (Tidak Berpengaruh Nyata)

Pada tabel 6 menunjukkan bahwa setiap perlakuan lama fermentasi dan berat ragi roti tidak berpengaruh nyata pada kadar air yang dihasilkan.

Hasil pengujian kadar air bioethanol yang didapat menunjukkan bahwa hasil kadar air berkisar pada 21%-31%. Hasil terbesar berapa pada lama fermentasi 6 hari dengan konsentrasi ragi sebanyak 4 % sedangkan hasil kadar air terendah dihasilkan pada lama fermentasi 6 hari dengan konsentrasi ragi sebanyak 8 %. Data yang dihasilkan belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) Bioethanol Terdenaturasi yang disahkan dengan Nomor SNI DT 27-0001-2006, tanggal 27 desember 2006, dengan nilai maksimum 2 %. Hal ini disebabkan oleh bioethanol yang dihasilkan masih belum murni karena bercampur dengan air. Hal ini juga dapat dipengaruhi karena distilasi yang dilakukan tidak konstan yang mengakibatkan kandungan air yang tersisa masih banyak (Sulaiman, 2021). Perlunya dilakukan distilasi bertahap untuk menghasilkan kadar bioethanol yang murni. Terdapat beberapa distilasi yaitu: distilasi-adsorpsi, distilasi ekstraksi, membrane pervaporasi dan distilasi azeotrop (Sriana, 2019).

## Analisa uji keasaman (pH)

Tabel 7. Hasil Rata-Rata Ph Fermentasi

| berat ragi roti | lama fermentasi |        |        |         |
|-----------------|-----------------|--------|--------|---------|
|                 | 4 hari          | 6 hari | 8 hari | 10 hari |
| 4 %             | 8,5             | 9,5    | 7,75   | 8,25    |
| 6 %             | 8               | 7,75   | 7,75   | 8       |
| 8 %             | 6,5             | 8      | 7,75   | 8       |
| 10 %            | 6,75            | 8      | 6      | 7,75    |

Pada tabel 7 menunjukkan hasil uji keasaman (pH) pada setiap fermentasi berkisar pada pH 6 – 8,5. Selanjutnya data primer dianalisis dengan Two Way Anova. Hasil analisa dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Analisa Uji Two Way Anova

| ANOVA               |            |    |          |                        |          |          |
|---------------------|------------|----|----------|------------------------|----------|----------|
| Source of Variation | SS         | df | MS       | F                      | P-value  | F crit   |
| berat ragi roti     | 4,01171875 | 3  | 1,33724  | 3,846442*              | 0,050498 | 3,862548 |
| lama fermentasi     | 2,66796875 | 3  | 0,889323 | 2,558052 <sup>Tn</sup> | 0,120239 | 3,862548 |
| Error               | 3,12890625 | 9  | 0,347656 |                        |          |          |
| Total               | 9,80859375 | 15 |          |                        |          |          |

Keterangan : \* (Berpengaruh Nyata)

\*\* (Sangat Berpengaruh Nyata)

Tn (Tidak Berpengaruh Nyata)

Pada tabel 8 menunjukkan bahwa pada setiap perlakuan lama fermentasi tidak berpengaruh nyata, sedangkan pada setiap perlakuan berat ragi roti berpengaruh nyata.

Selanjutnya dilakukan uji jarak berganda Duncan (JBD) menggunakan aplikasi spss untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang berpengaruh. Hasil dapat dilihat pada tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Analisa Uji Duncan

| lama fermentasi | Hasil |        |
|-----------------|-------|--------|
|                 | N     | Subset |
|                 |       | 1      |
| 8 hari          | 4     | 214.00 |
| 10 hari         | 4     | 366.00 |
| 6 hari          | 4     | 391.50 |
| 4 hari          | 4     | 445.00 |
| Sig.            |       | .494   |

Keterangan: tabel diatas menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari setiap sampel perlakuan lama fermentasi pada uji keasaman (pH).

Pengaruh derajat keasaman (pH) pada penelitian ini begitu berpengaruh terhadap perkembangan mikroorganisme yang tumbuh pada saat fermentasi. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi yang dilakukan maka derajat kesamaan (pH) semakin menurun. Dapat dilihat pada tabel pengamatan pengujian pH selama fermentasi bahwa setelah melewati lama fermentasi selama 4 hari pH pada penurunan pH menjadi konstan di angka 6.

Pertumbuhan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yaitu pada pH 3,5-6,5 dan pada pH 4,5 merupakan kondisi maksimal. pH 4.0 tidak ada produksi bioethanol yang dihasilkan, karena pada pH tersebut mikroba tidak dapat tumbuh, sedangkan pada pH 6.0 merupakan batas maksimum untuk keduanya (Abdul, 2005). Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pada saat proses fermentasi bioethanol. Pada pH 4-5 merupakan batas optimum fermentasi bioethanol.

### Analisa karakteristik fisik bioethanol

Tabel 10. Analisa Karakteristik Fisik Bioethanol

| lama fermentasi | berat ragi roti | Keterangan   |
|-----------------|-----------------|--|
| 4 hari          | 4 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau yang khas                   |
|                 | 6 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau yang khas                   |
|                 | 8 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau yang khas                   |
|                 | 10 %            | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau yang khas                   |
| 6 hari          | 4 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang sedikit menyengat |
|                 | 6 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang sedikit menyengat |
|                 | 8 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang sedikit menyengat |
|                 | 10 %            | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang sedikit menyengat |
| 8 hari          | 4 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |
|                 | 6 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |
|                 | 8 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |
|                 | 10 %            | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |
| 10 hari         | 4 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |
|                 | 6 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |
|                 | 8 %             | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |
|                 | 10 %            | jernih, tidak ada endapan dan memiliki bau khas yang semakin menyengat |

Pada tabel 10 menunjukkan bahwa karakteristik pada bioethanol yang dihasilkan memiliki karakter yang sedikit berbeda pada karakteristik bau. Hal ini disebabkan karena semakin lama fermentasi maka bau pada bioethanol yang dihasilkan semakin menyengat (Bakhor & Muhaji, 2022).

### Perhitungan biaya produksi

Pada hasil perlakuan terbaik mendapatkan yield sebesar 78,10% dengan kadar 5,16% per 300 ml. Biaya yang diperlukan untuk setiap perlakuan diperlukan sebesar Rp. 28.353,00

Biaya produksi ini masih terbilang relatife lebih mahal dibandingkan dengan harga produk yang terjual dipasaran. Harga alkohol etanol 70 % dipasaran berkisar pada harga Rp.4.800,00 per 100 ml sehingga jika kita membutuhkan 300 ml maka diperlukan uang sebesar Rp14.400,00.

Diketahui: harga pasar = Rp. 4.800,00/100ml untuk kadar 70 %

Perhitungan biaya :

$$\frac{\text{kadar alkohol etanol dipasaran}}{\text{kadar alkohol etanol dihasilkan}} = \frac{70}{5} = 14 \times 100ml = 1,400 \text{ ml}$$

Penentuan harga alkohol etanol 5% per 100ml

$$= 4.800,00 \div 1,400.00 = \text{Rp. } 3.428,57.$$

Harga produksi per 100 ml = 28.353,00 ÷ 300

$$= \text{Rp. } 9.451,00 \text{ per } 100ml$$

Pada perhitungan pencarian harga jual alcohol etanol 5% diatas dapat diketahui bahwa harga jual alcohol etanol sebesar Rp 3.428,57 per 100ml sedangkan biaya produksi per 100ml sebesar Rp 9.451,00.

### KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah:

Dengan perlakuan fermentasi dan penambahan ragi roti tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioethanol. Perlakuan penambahan variasi ragi roti sangat berpengaruh nyata terhadap kadar bioethanol yang dihasilkan. pada range 1% - 10% perlakuan dengan berat awal tandan kosong kelapa sawit setelah hidrolisis menghasilkan semakin banyak ragi kadar bioethanol yang dihasilkan semakin tinggi dan semakin lama fermentasi bau yang dihasilkan semakin menyengat. Hasil yield bioethanol tertinggi berada pada lama fermentasi 6 hari dengan jumlah ragi yang diberikan sebanyak 10% sebesar 78,10% yang memiliki kadar sebesar 5,16%.

Adapun saran pada penelitian selanjutnya yaitu:

Kepada peneliti selanjutnya disarankan agar melakukan pemurnian bioethanol yang telah

diperoleh dengan mendestilasi kembali bioetanol ataupun dengan menambahkan Zeolit untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam bioetanol sehingga bioetanol yang diperoleh menjadi lebih murni dan lebih tinggi kadarnya.

#### Daftar pustaka

- Abdul. (2005). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Pati Ubi Jalar Kuning. *Repository.Ut.Ac.Id*, 6(May), 484. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=opb\\_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA71&dq=%22keamanan+jaringan%22&ots=cW\\_kQe4rwA&sig=evrqQBWhu0IILySGc5L8pqH1xmU](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=opb_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA71&dq=%22keamanan+jaringan%22&ots=cW_kQe4rwA&sig=evrqQBWhu0IILySGc5L8pqH1xmU)
- Ardiyanto. (2015). *Pembuatan Bioethanol Dari Limbah Serat Kelapa Sawit Melalui Proses Pretreatmen , Hidrolisis*. 16(2), 227–242.
- Bakhor, M. K., & Muhaji. (2022). Proses Pembuatan Dan Uji Karakteristik Bioetanol Dari Bonggol Pohon Pisang Raja (Musa Paradisiaca). *Jurnal Teknik Mesin*, 10(01), 99–108.
- Bestari. (2015). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Dan Raja. *Teknik Lingkungan*, 1–6.
- Coniwanti, F. (2016). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Dan Variasi Masa Ragi Terhadap Pembuatan Bioetanol Dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(No. 4), 45–53. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/96>
- Sriana, T. (2019). Pemurnian Bioethanol Dengan Metode Distilasi Azeotrop. *Konversi*, 8(1), 1–3. <https://doi.org/10.20527/k.v8i1.6504>
- Sulaiman, D. (2021). Analisis Uji Karakteristik Bioetanol Dari Pisang Hutan Terhadap Variasi Massa Ragi. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(3), 169–176. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.3.169-176>
- Suri. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi dan Berat Ragi Roti terhadap Kadar Bioetanol dari Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tandon Kosong Kelapa Sawit (Elacis guineensis Jack) dengan HCL 30%. In *Skripsi*.
- Yoricya. (2016). Hidrolisis Hasil Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Sistem Cairan Ionik. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(1), 1–7.