

PERBANDINGAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT NANAS DAN LIMBAH KULIT PISANG

Rizky Wahai^{1*)}, Gatot Soebiyakto¹⁾, Akhmad Farid¹⁾, Purbo Suwandono¹⁾

¹⁾ Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel:

Naskah masuk, 08 Juni 2024

Direvisi, 23 Juni 2024

Diterima, 24 Juni 2024

Email Korespondensi:

soebiyakto@widyagama.ac.id

ABSTRAK

Sumber daya alam tak terbarukan semakin terkuras oleh eksploitasi tanpa batas. Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, bioetanol dari limbah kulit nenas dan pisang dipelajari dalam penelitian ini. Kulit nenas menghasilkan bioetanol 92,8%, sedangkan kulit pisang 88%, karena kandungan gula yang lebih tinggi pada kulit nenas. Proses fermentasi dan destilasi diamati selama beberapa hari dengan hasil yang menjanjikan untuk menjadi bahan bakar alternatif.

Kata Kunci: Bioetanol, kulit nenas, kulit pisang, nyala api, warna api

1. PENDAHULUAN

Sumber daya alam tidak terbarukan semakin menipis karena dieksploitasi tanpa batas. Energi fosil, yang saat ini dominan di sektor energi Indonesia, tidak dapat diperbarui dan menimbulkan dampak negatif terhadap kelangkaan sumber daya alam (Subagyo and Saga, 2019).

Indonesia, negara berkembang dengan populasi besar mencapai 273.879.750 jiwa pada tahun 2022 menurut data Departemen Kependudukan. Peningkatan jumlah penduduk meningkatkan konsumsi sumber daya alam, mengurangi ketersediaannya (Siskayanti *et al.*, 2023).

Kebutuhan energi masyarakat terus meningkat, sementara ketersediaan minyak mentah semakin berkurang. Bioetanol dari bahan baku seperti nenas, anggur, mangga, pisang, dan semangka merupakan alternatif yang potensial untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Syauqi and Inasari, 2020).

Indonesia, sebagai produsen nenas terbesar ketiga di dunia, memiliki peluang besar dengan memanfaatkan limbah kulit nenas. Sekitar 76,36% limbah ini dapat dimanfaatkan secara efektif, menjadi bahan baku potensial untuk produksi bioetanol (Fitria *et al.*, 2021).

Limbah organik seperti kulit nenas, pisang, dan mangga merupakan bahan baku potensial untuk produksi bioetanol karena mengandung lignoselulosa yang dapat difermentasi menjadi glukosa, dan akhirnya menjadi etanol melalui proses fermentasi (Widyastuti, 2019).

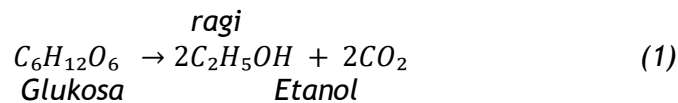
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan bahan baku bioetanol dari limbah kulit nenas dan kulit pisang, serta alat destilasi. Dilakukan di Laboratorium Universitas Widyagama Malang, variabel bebas mencakup penggunaan kulit nenas dan kulit pisang, variabel terikat meliputi kadar bioetanol, suhu fermentasi, suhu destilasi, suhu api pembakaran, dan karakteristik titik api. Variabel terkontrol termasuk berat fermipan untuk fermentasi dan berat kapas untuk uji pembakaran.

2.1. Rumus

Pembuatan bioetanol dari kulit nenas dan kulit pisang umumnya melibatkan fermentasi menggunakan ragi, seperti *Saccharomyces cerevisiae*. Faktor-faktor seperti jenis ragi, jumlah

yang digunakan, dan durasi fermentasi berpengaruh besar terhadap konsentrasi etanol yang dihasilkan dalam proses hidrolisis, fermentasi, dan destilasi (Kalsum et al., 2022).



Bioetanol adalah etanol yang diproduksi secara biologis dari bahan baku alami. Lebih ramah lingkungan dibandingkan etanol sintetik, bioetanol digunakan sebagai bahan bakar kendaraan (Fuel Grade Ethanol, FGE) dengan struktur kimia yang identik dengan etanol minuman keras. Kemurnian bioetanol bahan bakar dapat mencapai 99,5% (Permana, 2021).

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi melalui fermentasi glukosa dengan menggunakan ragi, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, dan dipisahkan melalui destilasi (Lovisia, 2022). Etanol (C_2H_5OH) adalah senyawa cair, tidak berwarna, beraroma khas, dan mudah terbakar pada suhu kamar. Bioetanol adalah jenis etanol yang diproduksi dari bahan baku seperti turunan gula, pati, dan selulosa, dengan fokus pada bahan baku yang mengandung pati. (Netty Herawati*, Heni Juniar, 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar bioetanol dari kulit nanas 92,8% dan kulit pisang 88% disebabkan oleh kandungan gula yang lebih tinggi pada kulit nanas. Suhu fermentasi optimal antara 29,1°C hingga 29,8°C. Proses destilasi dilakukan pada interval 2 jam, 10 jam, dan 15 jam dengan suhu relatif konstan. Durasi waktu bakar bioetanol kulit nanas (1,10 menit) lebih lama dari kulit pisang (0,79 menit) karena kandungan lignin yang lebih tinggi. Bioetanol kulit nanas mencapai suhu pembakaran tertinggi 205,0°C, sedangkan kulit pisang 197,7°C, menunjukkan pengaruh bahan baku pada kualitas dan efisiensi energi bioetanol.

3.1 Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan beberapa kali pengujian maka didapatkan hasil pengujian sebagai berikut.

Tabel 1. Temperatur fermentasi ruangan

Temperatur Fermentasi Ruangan	Hari Ke	Nilai
Kulit Nanas	4	29,1
	7	29,4
	9	29,8
	Rata-rata (Σ)	29,4
Kulit Pisang	4	29,1
	7	29,4
	9	29,8
	Rata-rata (Σ)	29,4

Tabel 2. Hasil pengujian temperatur destilasi

Temperatur Destilasi	Waktu per jam	Nilai Temperatur air didih °C	Nilai Temperatur boiling point labu °C
Kulit Nanas	2	96°C	93°C
	10	96,3°C	93°C
	15	98,5°C	93°C
	Rata-rata (Σ)	96,9°C	93°C
Kulit Pisang	2	96,3°C	93°C
	10	97,7°C	93,1°C
	15	97,9°C	93,2°C
	Rata-rata (Σ)	97,3°C	93,1°C

Tabel 3. Hasil pengujian kadar bioethanol

Kadar Bioetanol	Pengujian	Nilai %
Kulit Nanas	1	92,8
	2	92,8
	3	92,8
	Rata-rata (Σ)	92,8
Kulit Pisang	1	88
	2	88
	3	88
	Rata-rata (Σ)	88

Tabel 4. Ulangan suhu bakar bioetanol dari limbah kulit nanas dan limbah kulit pisang

Ulangan suhu bakar bioetanol	Suhu Ruang °C	suhu bakar bioetanol dari limbah kulit nanas °C	suhu bakar bioetanol dari limbah kulit pisang °C
Ulangan kapas 1	26,1	184,04	158,09
Ulangan kapas 2		186,02	171,78
Ulangan kapas 3		190,00	186,07
Ulangan kapas 4		194,08	186,09
Ulangan kapas 5		204,76	197,07
Σ Suhu bakar bioetanol		191,78	179,82

Tabel 5. Durasi waktu bakar bioetanol dari limbah kulit nanas dan limbah kulit Pisang (menit)

Durasi waktu bakar bioetanol dari limbah kulit nanas dan limbah kulit pisang (menit)						
Pengujian	Pengulangan					Σ Durasi waktu bakar bioetanol (menit)
	1	2	3	4	5	
Durasi waktu bakar bioetanol limbah kulit nanas (menit)	1,08	1,11	1,15	1,09	1,09	1,10
Durasi waktu bakar bioetanol limbah kulit pisang (menit)	0,87	0,92	0,75	0,81	0,59	0,79

Pengujian data lebar (*Width*) dan tinggi (*Length*) api menggunakan aplikasi image-j dari bioetanol kulit nanas sesudah konversi (1 Pixel = 0,0264583333 cm).

Tabel 6. Data Lebar dan Tinggi Api dari Limbah Kulit Nanas sesudah Konversi (cm)

No	Width	Length
1	1,09	2,37
2	1,12	2,39
3	1,20	2,41
4	1,25	2,38
5	1,30	2,42
6	1,46	2,45
7	1,36	2,39
8	1,20	1,86
9	1,08	1,01
10	0,69	0,66
11	0,20	0,28

Pengujian data lebar (*Width*) dan tinggi (*Length*) api menggunakan aplikasi image-j dari bioetanol kulit pisang sesudah konversi (1 Pixel = 0,0264583333 cm).

Tabel 7. data lebar dan tinggi api limbah kulit pisang sesudah konversi (cm)

No	Width	Length
1	1,08	2,39
2	1,13	2,42
3	1,21	2,39
4	1,26	2,40
5	1,31	2,37
6	1,34	2,42
7	1,44	2,38
8	1,15	1,83
9	0,80	0,93
10	0,54	0,42
11	0,27	0,21

3.2. Penulisan Gambar (cetak tebal dan miring, Trebuchet MS = 11pt)

Gambar Api Kulit Nanas Kapas 1



Gambar 1. Foto nyala api kulit nanas kapas 1

Gambar Api Kulit Nanas Kapas 2



Gambar 2. Foto nyala api kulit nanas kapas 2

Gambar Api Kulit Nanas Kapas 3



Gambar 3. Foto nyala api kulit nanas kapas 3

Gambar Api Kulit Nanas Kapas 4



Gambar 4. Foto nyala api kulit nanas kapas 4

Gambar Api Kulit Nanas Kapas 5



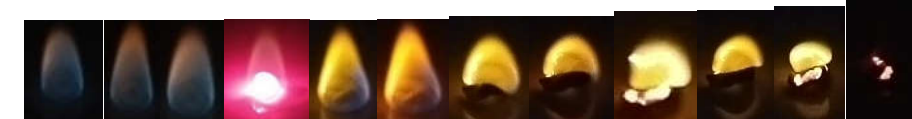
Gambar 5. Foto nyala api kulit nanas kapas 5

Gambar Api Kulit Pisang Kapas 1



Gambar 6. Foto nyala api kulit pisang kapas 1

Gambar Api Kulit Pisang Kapas 2



Gambar 7. Foto nyala api kulit pisang kapas 2

Gambar Api Kulit Pisang Kapas 3



Gambar 8. Foto nyala api kulit pisang kapas 3

Gambar Api Kulit Pisang Kapas 4



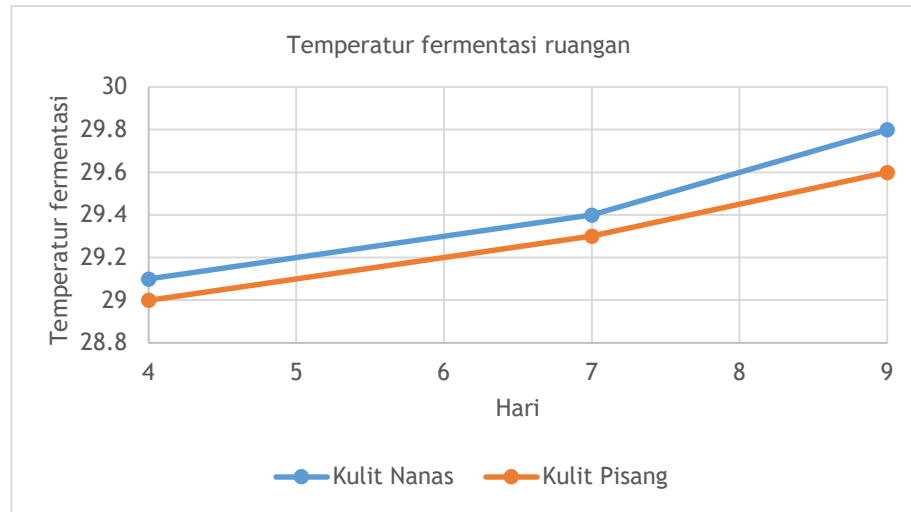
Gambar 9. Foto nyala api kulit pisang kapas 4

Gambar Api Kulit Pisang Kapas 5



Gambar 10. Foto nyala api kulit pisang kapas 5

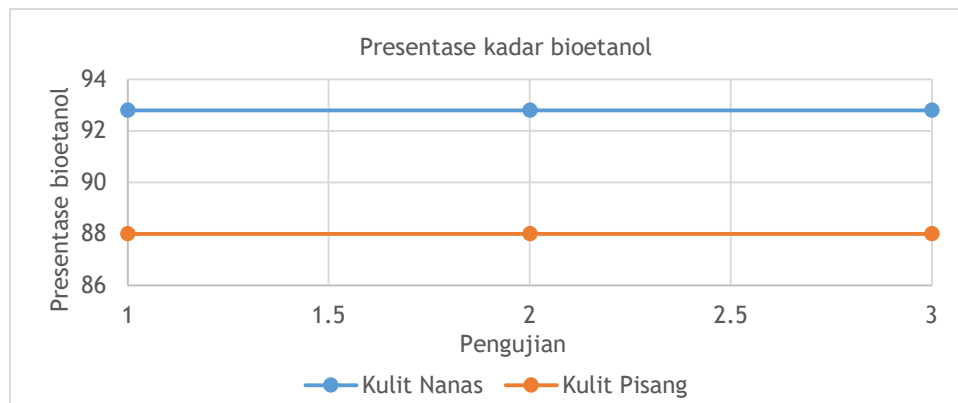
Analisis Data Berdasarkan Grafik



Gambar 11. Grafik Temperatur ruangan fermentasi

Dari hasil pengukuran temperatur ruangan fermentasi di atas dapat disimpulkan :

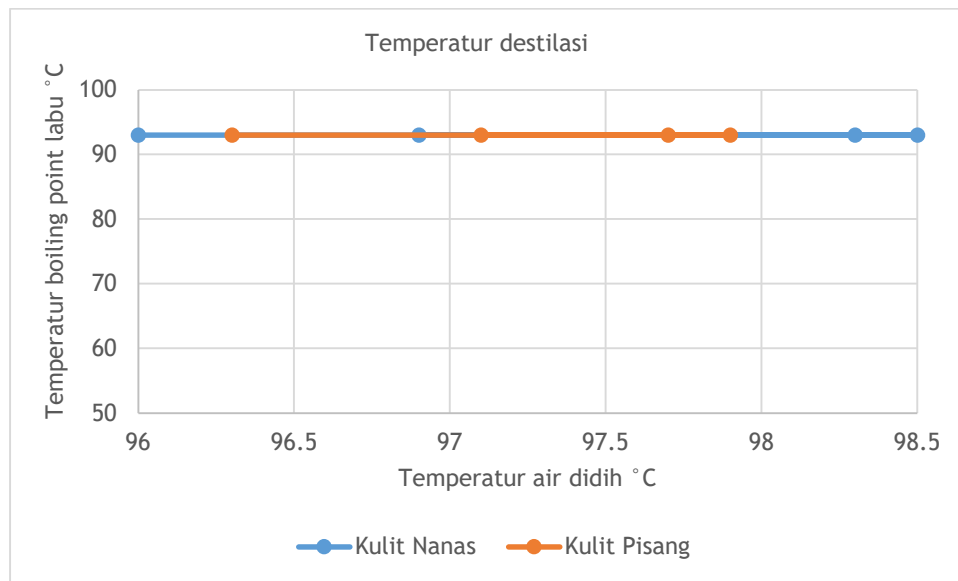
- Temperatur ruangan fermentasi kulit nanas : hari ke-4: 29,1°C, hari ke-7: 29,4°C, hari ke-9: 29,8°C
- Temperatur ruangan fermentasi kulit pisang: hari ke-4: 29,0°C, hari ke-7: 29,3°C, hari ke-9: 29,6°C



Gambar 12. Grafik presentase kadar bioetanol

Dari hasil grafik presentase kadar bioetanol diatas dapat disimpulkan bahwa :

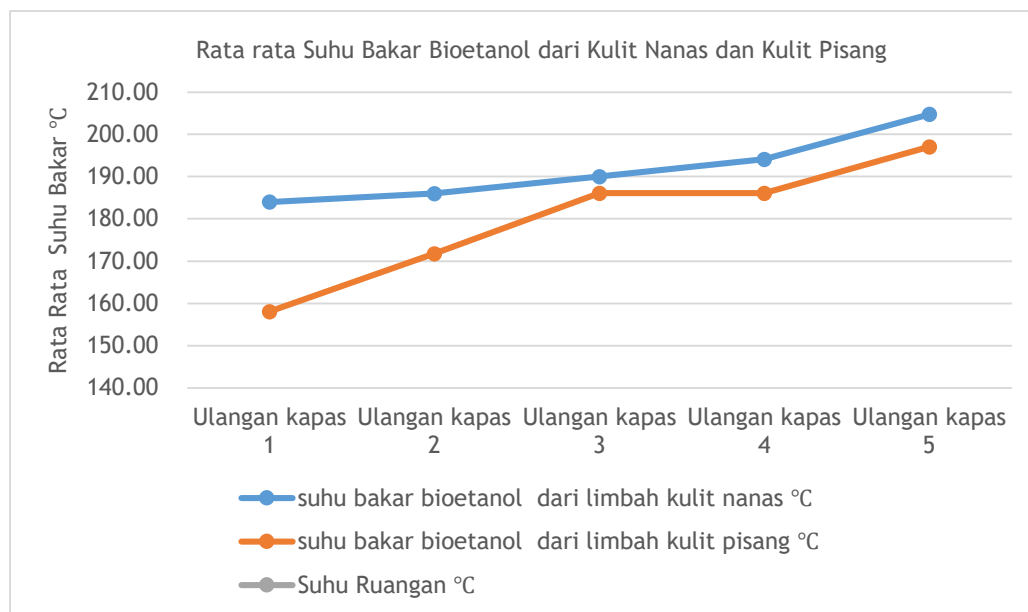
- Presentase kadar bioetanol dari kulit nanas untuk ulangan 1, 2, dan 3 adalah 93%.
- Presentase kadar bioetanol dari kulit pisang untuk ulangan 1, 2, dan 3 adalah 88%.



Gambar 13. Grafik temperatur destilasi

Dari data temperatur destilasi di atas dapat disimpulkan bahwa :

- Temperatur destilasi terjadi pada titik didih labu, yaitu 93°C.
- Temperatur destilasi air didih untuk kulit nanas adalah 96°C, 96,3°C, dan 98,5°C, dengan rata-rata 96,9°C. Untuk kulit pisang, temperaturnya adalah 96,3°C, 97,7°C, dan 97,9°C, dengan rata-rata 97,3°C.

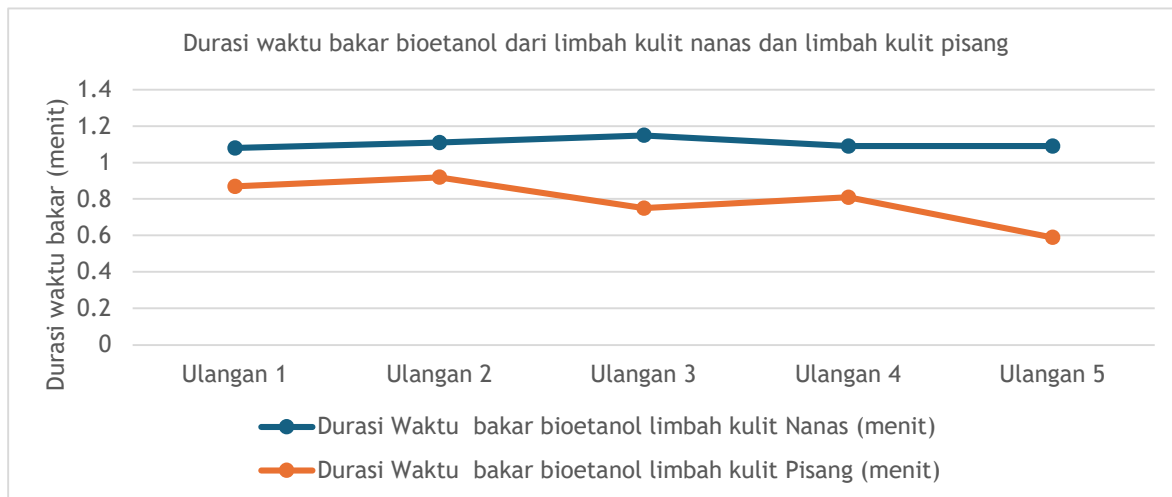


Gambar 14. Grafik rata rata suhu bakar bioetanol dari kulit nanas dan kulit pisang

Rata-rata suhu ruangan adalah 26,1°C. Suhu bakar bioetanol dari kulit nanas dan kulit pisang adalah sebagai berikut:

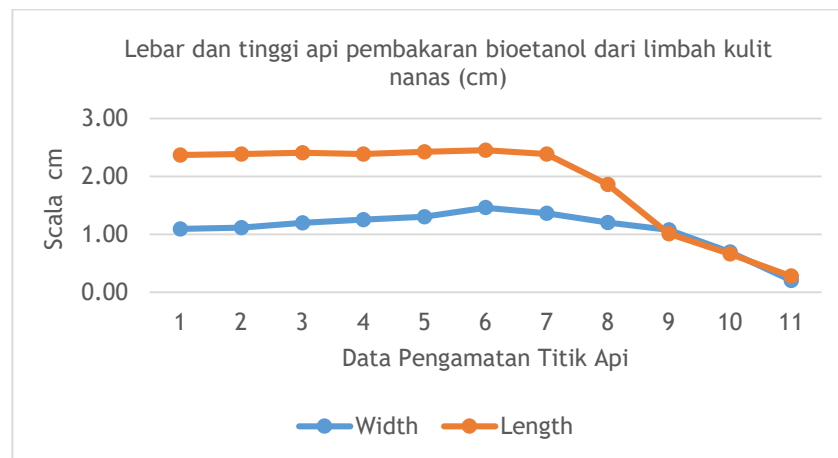
- Suhu bakar bioetanol dari limbah kulit nanas antara 184,04°C hingga 204,76°C, dengan rata-rata 191,78°C.

b. Suhu bakar bioetanol dari limbah kulit pisang antara 158,09°C hingga 197,07°C, dengan rata-rata 179,82°C.



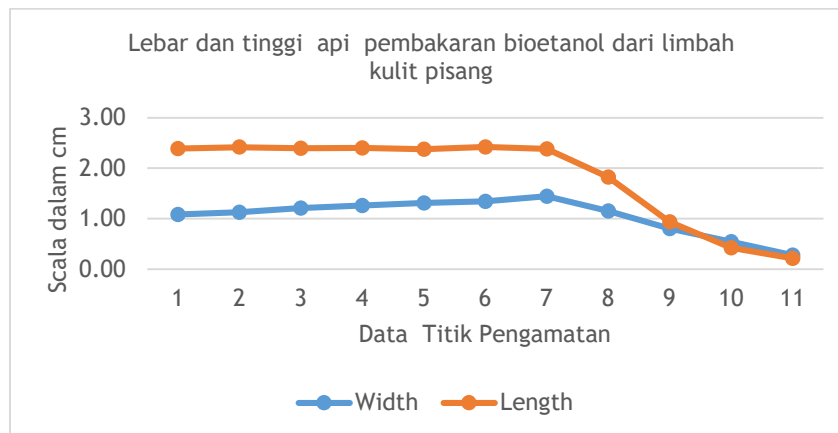
Gambar 15. Grafik durasi waktu bakar bioetanol dari limbah kulit nanas dan limbah kulit pisang
Durasi bakar bioetanol dari kulit nanas lebih lama dan efisien karena kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan kulit pisang.

Analisis Grafik Berdasarkan Tabel Lebar dan Tinggi Api pada Limbah Kulit Nanas dan kulit pisang menggunakan aplikasi image-j.



Gambar 16. Grafik lebar dan tinggi api pembakaran bioetanol dari limbah kulit nanas

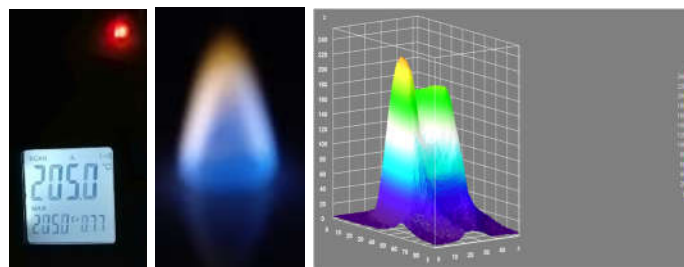
Data diambil dari video pembakaran kapas dengan bioetanol kulit nanas, dengan screenshot setiap 6 detik, dianalisis menggunakan Image-J, dan dikonversi dari piksel ke sentimeter untuk lebar - tinggi api : 1,09 cm - 2,37 cm, 1,12 cm - 2,39 cm, 1,20 cm - 2,41 cm, 1,25 cm - 2,38 cm, 1,30 cm - 2,42 cm, 1,46 cm - 2,45 cm, 1,36 cm - 2,39 cm, 1,20 cm - 1,86 cm, 1,08 cm - 1,01 cm, 0,69 cm - 0,66 cm, 0,20 cm - 0,28 cm.



Gambar 17. Grafik lebar dan tinggi api pembakaran bioetanol dari limbah kulit pisang

Data diambil dari video pembakaran kapas dengan bioetanol kulit nanas, dengan screenshot setiap 6 detik, dianalisis menggunakan Image-J, dan dikonversi dari piksel ke sentimeter untuk lebar - tinggi api : 1,08 cm - 2,39 cm, 1,13 cm - 2,42 cm, 1,21 cm - 2,39 cm, 1,26 cm - 2,40 cm, 1,31 cm - 2,37 cm, 1,34 cm - 2,42 cm, 1,44 cm - 2,38 cm, 1,15 cm - 1,83 cm, 0,80 cm - 0,93 cm, 0,54 cm - 0,42 cm, 0,27 cm - 0,21 cm.

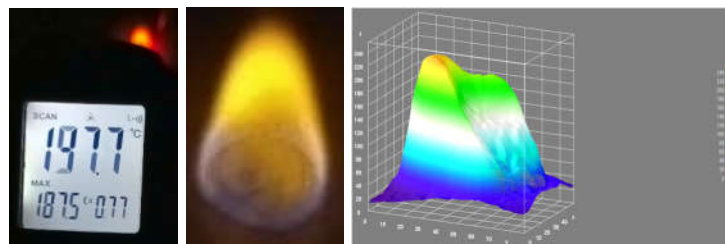
Analisa Suhu Berdasarkan Aplikasi Image-j Bioetanol Limbah Kulit Nanas



Gambar 18. Suhu berdasarkan aplikasi image-j

Dari data analisa suhu berdasarkan Aplikasi Image-J bioetanol limbah kulit nanas tertinggi di suhu 205,0°C.

Analisa Suhu Berdasarkan Aplikasi Image-j Bioetanol Limbah Kulit Pisang



Gambar 19. Suhu berdasarkan aplikasi image-j

Dari data analisa suhu berdasarkan aplikasi Image-J bioethanol limbah kulit pisang tertinggi di suhu 197,7°C.

4. KESIMPULAN

Kulit nanas menghasilkan bioetanol 92,8% berkat kandungan glukosa tinggi, lebih tinggi dari kulit pisang yang mencapai 88%. Suhu optimal fermentasi adalah antara 29,1°C hingga 29,8°C. Durasi bakar bioetanol kulit nanas lebih lama (1,10 menit) dibanding kulit pisang (0,79 menit) karena kandungan lignin yang lebih tinggi. Bioetanol kulit nanas memiliki suhu pembakaran lebih tinggi (205,0°C) dibanding kulit pisang (197,7°C) berkat kadar glukosa yang lebih tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Fitria, N. *et al.* (2021) 'Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (*Ananas cosmosus*) dengan Penambahan Urea , Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi', 9(1), pp. 1-10.
- [2]. Kalsum, U. *et al.* (2022) 'Pengaruh *saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar etanol dari kulit nanas secara fermentasi the effect of *saccharomyces cerevisiae* on ethanol levels from fermentation of pineapple peel', 13(02), pp. 115-126.
- [3]. Lovisia, E. (2022) 'BIOETANOL DARI SINGKONG SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF Endang Lovisia Universitas PGRI Silampari', 6.
- [4]. Netty Herawati*, Heni Juniar, R.W.S. (2021) 'PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI UBI TALAS (COLOCASIA L. SCHOOT) DENGAN PROSES HIDROLISIS', 6(1), pp. 7-17.
- [5]. Permana, A.E. (2021) 'Aditya Eka Permana Pra Rancang Bangun Bioetanol Dari Biji Sorgum Dengan Kapasitas 15 . 000 Ton / Tahun'.
- [6]. Siskayanti, R. *et al.* (2023) 'Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Menggunakan *Saccaromyces Cerevisiae* Terimobilisasi Butiran Alginate', *Jurnal Redoks*, 8(1), pp. 70-80. Available at: <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.11865>.
- [7]. Subagyo, R. and Saga, I.A. (2019) 'Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Kulit Singkong Dan Kulit Nanas Dengan Variasi Massa Ragi', *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(1), pp. 1-14. Available at: <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v4i1.47>.
- [8]. Syauqi, A. and Inasari, S.S. (2020) 'Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L .) Menjadi Bioetanol dengan Penambahan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang Berbeda', 16(02), pp. 67-73.
- [9]. Widyastuti, P. (2019) 'PENGOLAHAN LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN', 11(1), pp. 41-46.
- [10]. Fitria, N. *et al.* (2021) 'Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (*Ananas cosmosus*) dengan Penambahan Urea , Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi', 9(1), pp. 1-10.
- [11]. Kalsum, U. *et al.* (2022) 'Pengaruh *saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar etanol dari kulit nanas secara fermentasi the effect of *saccharomyces cerevisiae* on ethanol levels from fermentation of pineapple peel', 13(02), pp. 115-126.
- [12]. Lovisia, E. (2022) 'BIOETANOL DARI SINGKONG SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF Endang Lovisia Universitas PGRI Silampari', 6.
- [13]. Netty Herawati*, Heni Juniar, R.W.S. (2021) 'PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI UBI TALAS (COLOCASIA L. SCHOOT) DENGAN PROSES HIDROLISIS', 6(1), pp. 7-17.

-
- [14]. Permana, A.E. (2021) 'Aditya Eka Permana Pra Rancang Bangun Bioetanol Dari Biji Sorgum Dengan Kapasitas 15 . 000 Ton / Tahun'.
- [15]. Siskayanti, R. *et al.* (2023) 'Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Menggunakan *Saccaromyces Cerevisiae* Terimobilisasi Butiran Alginate', *Jurnal Redoks*, 8(1), pp. 70-80. Available at: <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.11865>.
- [16]. Subagyo, R. and Saga, I.A. (2019) 'Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Kulit Singkong Dan Kulit Nanas Dengan Variasi Massa Ragi', *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(1), pp. 1-14. Available at: <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v4i1.47>.
- [17]. Syauqi, A. and Inasari, S.S. (2020) 'Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L .) Menjadi Bioetanol dengan Penambahan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang Berbeda', 16(02), pp. 67-73.
- [18]. Widyastuti, P. (2019) 'PENGOLAHAN LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN', 11(1), pp. 41-46.

=== Halaman Sengaja Dikosongkan ===