

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul. (2005). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Pati Ubi Jalar Kuning. *Repository.Ut.Ac.Id*, 6(May), 484.
- Anindyawati, T. (2009). Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol. In *Jurnal Selulosa* (Issue 44(1), p. 50).
- Ardiyanto, A., & Zainuddin, M. (2015). Pembuatan Bioethanol Dari Limbah Serat Kelapa Sawit Melalui Proses Pretreatmen , Hidrolisis. 16(2), 227–242.
- Azizah, N. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol , pH , Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioethanol Dari Whey Dengan Subtitusi Kulit Nanas. 1(2), 72–77.
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2018). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. 2(November), 85–100.
- 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>

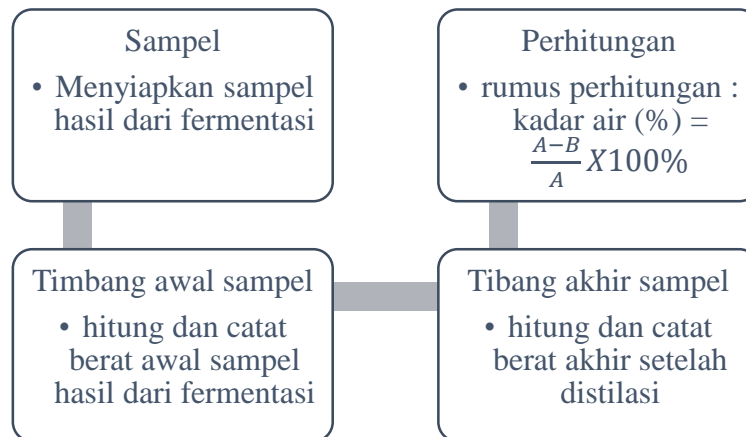
- Darsono. (2014). Pembuatan Bioetanol Dari Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Perlakuan Awal Iradiasi Berkas Elektron Dan NaOH. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 36(2), 245. <https://doi.org/10.24817/jkk.v36i2.1891>
- Gunam, I. B. W. (2010). Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Dengan Larutan NaOH Dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Eenzin Selulase Dari *Aspergillus niger*. 1, 55–61.
- Hidayat, M. R. (2013). Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa dalam Proses Produksi Bioetanol. *Biopropal Industri*, 4(1), 33–48.
- Indriana. (2018). Pemanfaatan Limbah Fiber Ex-Fibercyclone dan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bioetanol dengan Menggunakan Bakteri *Zymomonas mobilis*. X(3), 225–232.
- Jannah, A. M. (2010). Proses Fermentasi Hidrolisat Jerami Padi Untuk Menghasilkan Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1), 44–52.
- M.Faizal. (2016). Pembuatan dan Purifikasi Bioethanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Variabel Waktu Fermentasi Dan Jumlah Ragi. 22(3), 27–34.
- Nafisah. (2022). Produktivitas Kelapa Sawit Tetap Terbatas Seiring Melonjaknya Harga Minyak Goreng di Indonesia. Center for Indonesian Policy Studies (CIPS), 12, 1–8. <https://repository.cips-indonesia.org/media/publications/355798-produktivitas-kelapa-sawit-tetap-terbata-d6f82de0.pdf>

- Ningsih, Y. A., Lubis, K. R., & Moeksin, R. (2012). Pembuatan Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit ( Tkks ) Dengan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi. 18(1), 30–34.
- Purnama Sari, E., & Azurah Fani, P. (2020). Proses Hidrolisis dan Fermentasi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JIRL)*, 1(3), 1–4.
- Salmina, S. (2017). Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Oleh Masyarakat Di Jorong Koto Sawah Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang. *Jurnal Spasial*, 3(2). <https://doi.org/10.22202/js.v3i2.1604>
- Saputro. (2023). Pengembangan metode pemurnian bioetanol dari berbagai jenis bahan baku : Kajian Pustaka Abstrak. 29(1), 19–28.
- Sartini. (2018). Pengaruh Kadar Asam Sulfat Pada Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tks) Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 4(2), 152–159. <https://doi.org/10.31289/biolink.v4i2.1191>
- Sindhuwati, C., Mustain, A., Rosly, Y. O., & Aprijaya, A. S. (2021). Review : Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Fed Batch pada Proses Hidrolisis. *October*. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.224>
- 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, A. (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.
- Sutikno. (2015). Pengaruh Perlakuan Awal Basa Dan Asam Terhadap Kadar Gula Reduksi Tandan Kosong Kelapa Sawit. 20(1), 1–10.
- Ulya. (2011). Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian Sebagai Sumber Bioethanol. 349–356.
- Yoricya. (2016). Hidrolisis Hasil Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Sistem Cairan Ionik. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(1), 1–7.

# LAMPIRAN

lampiran 1 tabel pengujian kadar air bioethanol



Gambar 1 Prosedur uji kadar air bioethanol

Tabel 1 pengujian kadar air

Lama Fermentasi	Berat Ragi Roti	Berat Awal Setelah Fermentasi	Berat Akhir Setelah Distilasi	Hasil %
4 hari	4 %	390 gr	294 gr	24,61%
	6 %	400 gr	284 gr	29%
	8 %	387 gr	286 gr	26,09%
	10 %	395 gr	294 gr	25,56%
6 hari	4 %	399 gr	273 gr	31,57%
	6 %	404 gr	286 gr	29,20%
	8 %	370 gr	289 gr	21,89%
	10 %	375 gr	279 gr	25,60%
8 hari	4 %	403 gr	306 gr	24,06%
	6 %	372 gr	268 gr	27,95 %
	8 %	386 gr	300 gr	22,27%
	10 %	379 gr	274 gr	27,70%
10 hari	4 %	371 gr	286 gr	22,91%
	6 %	332 gr	231 gr	30,42%
	8 %	378 gr	260 gr	31,21%
	10 %	345 gr	239 gr	30,72%

Pada uji kadar air bioethanol, dilakukan dengan menghitung berat awal hasil fermentasi dikurangi berat akhir setelah didestilasi dibagi dengan

berat awal(Sulaiman, 2021). Adapun perumusan dalam menghitung kadar air, yaitu :

$$\text{Rumus perhitungan} := \text{Kadar air} = \frac{A-B}{A} 100\%$$

Keterangan : A = berat awal setelah fermentasi

B = berat akhir setelah distilasi

Tabel 2 Uji anova

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
lama fermentasi	0,00240347	3	0,000801157	0,726758775	0,561254	3,862548358
berat ragi roti	0,003546275	3	0,001182092	1,072318969	0,408475	3,862548358
Error	0,009921325	9	0,001102369			
Total	0,01587107	15				

Keterangan : lama fermentasi tidak berpengaruh nyata : f hit < f tab

berat ragi tidak berpengaruh nyata : f hit < f tab

lampiran 2 tabel pengujian keasaman (pH)

Tabel 3 Uji pH setiap hari

Lama Fermentasi	Berat Ragi Roti	Hari Fermentasi										jumlah	rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
4 HARI	4 %	10	9	8	7							34	8,5
	6 %	10	9	7	6							32	8
	8 %	7	7	6	6							26	6,5
	10 %	8	7	6	6							27	6,75
6 HARI	4 %	10	10	9	9	6	6					50	9,5
	6 %	10	8	7	6	5	5					41	7,75
	8 %	10	9	7	6	5	5					42	8
	10 %	9	9	7	7	6	6					44	8
8 HARI	4 %	10	8	7	6	6	6	6	6			55	7,75
	6 %	10	8	7	6	6	6	6	6			55	7,75
	8 %	10	8	7	6	6	6	6	6			55	7,75
	10 %	6	6	6	6	6	6	6	6			48	6
10 HARI	4 %	11	9	7	6	6	6	6	6	6	6	69	8,25
	6 %	10	9	7	6	6	6	6	6	6	6	68	8
	8 %	10	9	7	6	6	5	5	5	5	5	63	8
	10 %	10	9	6	6	6	5	5	5	5	5	62	7,75



Tabel 4 uji anova

ANOVA

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

Keterangan: berat ragi berpengaruh nyata :  $f_{hit} > f_{tab}$

lama fermentasi tidak berpengaruh nyata :  $f_{hit} < f_{tab}$

Tabel 5 uji berganda duncan

Hasil		
lama fermentasi	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).

lampiran 3 pengujian kadar bioethanol

Tabel 6 hasil 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%

Keterangan: hasil terbaik berada pada lama fermentasi 6 hari dengan ragi 10 % dengan nilai 5,16%.

Tabel 7 uji 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 roti	0,000715167	3	0,00023839	7,559754 **	0,007866	3,862548
Error	0,000283806	9	3,1534E-05			
Total	0,001640329	15				

Keterangan : lama fermentasi sangat berpengaruh nyata :  $f_{hit} > f_{tab}$

berat ragi sangat berpengaruh nyata :  $f_{hit} > f_{tab}$

Tabel 8 uji berganda duncan

Hasil			
berat ragi roti	N	Subset	
		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. Bahwa pada hasil tabel 10 gram berbeda dari tabel yang lain.

Tabel 9 perhitungan kadar bioethanol

%	Berat Jenis (g/mL)	%	Berat Jenis (g/mL)	%	Berat Jenis (g/mL)	%	Berat Jenis (g/mL)	%	Berat Jenis (g/mL)
1	0,99379	21	0,96242	41	0,92558	61	0,88044	81	0,83224
2	0,99194	22	0,96087	42	0,92344	62	0,87809	82	0,82974
3	0,99014	23	0,95929	43	0,92128	63	0,87574	83	0,82724
4	0,98839	24	0,95769	44	0,91910	64	0,87337	84	0,82473
5	0,98670	25	0,95607	45	0,91692	65	0,87100	85	0,82220
6	0,98507	26	0,95442	46	0,91472	66	0,86863	86	0,81965
7	0,98347	27	0,95272	47	0,91250	67	0,86625	87	0,81708
8	0,98189	28	0,95098	48	0,91028	68	0,86387	88	0,81448
9	0,98031	29	0,94922	49	0,90805	69	0,86148	89	0,81186
10	0,97875	30	0,94741	50	0,90580	70	0,85908	90	0,80922
11	0,97723	31	0,94557	51	0,90353	71	0,85667	91	0,80655
12	0,97573	32	0,94370	52	0,90125	72	0,85426	92	0,80384
13	0,97424	33	0,94180	53	0,89896	73	0,85184	93	0,80111
14	0,97278	34	0,93986	54	0,89667	74	0,84941	94	0,79835
15	0,97133	35	0,93790	55	0,89437	75	0,84698	95	0,79555
16	0,96990	36	0,93591	56	0,89206	76	0,84455	96	0,79271
17	0,96844	37	0,93390	57	0,88975	77	0,84211	97	0,78981
18	0,96697	38	0,93186	58	0,88744	78	0,83966	98	0,78684
19	0,96347	39	0,92979	59	0,88512	79	0,83720	99	0,78382
20	0,96395	40	0,92770	60	0,88278	80	0,83473	100	0,78075

lampiran 4 biaya bahan baku produksi

bahan	Kebutuhan keseluruhan	Harga	Kebutuhan setiap 1 perlakuan	Harga
Tandan kosong kelapa sawit	640 gram	Rp. 42.000,00	40 gr	Rp. 2.625,00
NaOH 6 %	1,2 kg	Rp. 51.000,00	900 ml	Rp. 7.846,00
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,6 liter	Rp. 150.000,00	100 ml	Rp. 9.375,00
Aquades	15 liter	Rp. 60.000,00	500 ml	Rp. 2.500,00
Ragi roti	4 kotak	Rp. 80.000,00	1 bungkus	Rp. 5.000,00
Kertas pH	1 kotak	Rp. 107.000,00	1	Rp. 1.007,00
TOTAL		Rp. 490.000,00		Rp. 28.353,00

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.

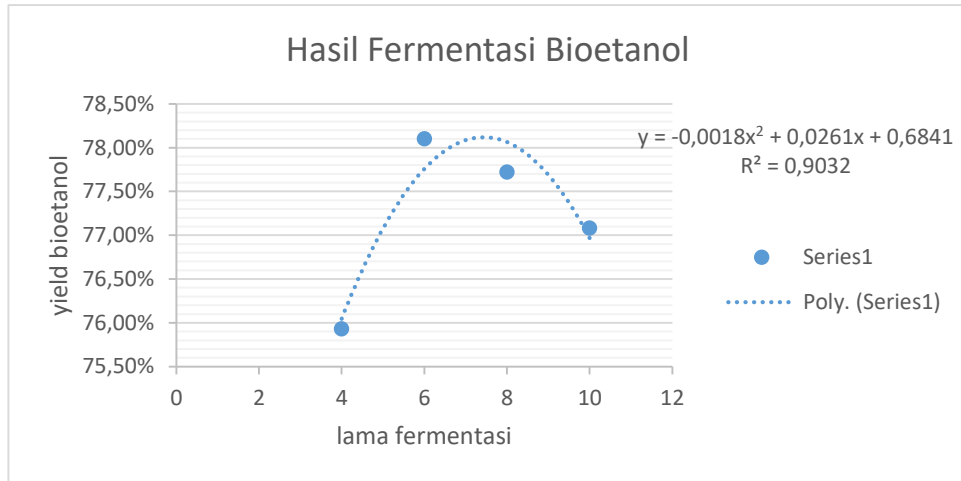
Diketahui: harga pasar = Rp. 4.800,00/100ml untuk kadar 70 %

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

$$\text{Penentuan harga alkohol etanol 5\% per 100ml} = 4.800,00 \div 1,400.00 \\ = \text{Rp. 3.428,57 per 100ml}$$

$$\text{Harga produksi per 100 ml} = 28.353,00 \div 300 \\ = \text{Rp. 9.451,00 per 100ml}$$

lampiran 5 penentuan dan perhitungan regresi



Rumus perhitungan :  $y = ax^2 + bx + c$

$$y = ax^2 + bx + c$$

$$0 = -0,0018 (7,2)^2 + 0,0261 (7,2) + 0,6841$$

$$= -0,0018 \times 51,84 + 0,1879 + 0,6841$$

$$= -0,0933 + 0,873$$

$$= 0,7797$$

lampiran 6 gambar-gambar kegiatan



Tkks Utuh



Tkks Kering



Tkks Halus



Pretreatment Awal



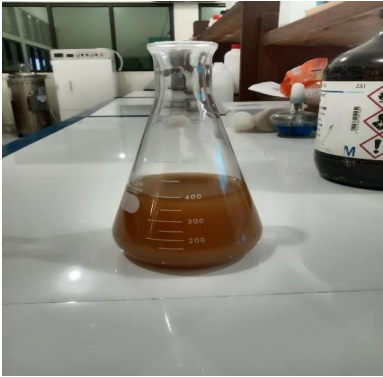
Proses Timbang Hidrolisis



Timbang Ragi Roti



Proses Fermentasi



Hasil Proses Fermentasi



Proses Distilasi



Hasil Distilasi



Proses uji karakteristik fisik



proses perhitungan kadar etanol