

DAFTAR PUSTAKA

- Adini , S., Endang K., dan Anto B., 2015, Produksi Bioetanol dari Rumput Laut dan Limbah Agar *Gracilaria sp.* dengan Metode Sakarifikasi yang Berbeda, *BIOMA*, **16**(2): 65 – 75.
- Agnesia, V.P., 2017, *Pengaruh Waktu Total dan Jangka Waktu Pemberian Ragi terhadap Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet dengan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi Termodifikasi*, Skripsi tidak diterbitkan, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Afrizal, M.Z., 2017, *Pengujian Indeks Bias dalam Minyak Jahe Hasil Pengkelatan dengan Asam Sitrat menggunakan WYA Abee Refraktometer*, Tugas Akhir tidak dipublis, Departemen Teknologi Industri Sekolah Advokasi, Univeristas Dipenogoro Semarang.
- Al-Ridha W.I., 2016, *Bioetanol Energi Masa Depan* (Online) (<http://cercimaed.wordpress.com> diakses 12 Desember 2016).
- Anggorowati, D.A., dan Betaria K., 2013, Pembuatan Bioetanol dari Limbah Sabut Kelapa dengan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi dengan menggunakan Ragi Tape, *Jurnal Industri Inovatif*, **3**(2): 9 – 13.
- Anggraeni Y, Supriadi, dan Kasmudin M., 2017, Pembuatan Bioetanol dari Biji Salak (*Salacca Edulis*) melalui Fermentasi, *Jurnal Akademika Kimia*, **6**(3): 191-195.
- Armidha, C., 2019, *Produksi Bioetanol dari Ampas Sagu (Metroxylon Sp.) melalui Proses Optimasi Pretreatment Bertingkat dan Fermentasi menggunakan Bakteri Clostridium acetobutylicum dan Ragi Roti (Saccharomyces cerevisiae)*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Arrahmahridi, 2012, *Kromatografi gas* (Online) (<http://arrhalmhundin.blogspot.com> diakses 28 Desember 2012).
- Arlianti, L., 2018, Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif Yang Potensial Di Indonesia, *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik UNISTEK*, **5**(1): 16-22.
- Asror K., dan Ayu, R.E., 2014, *Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Naoh Pada Proses Hidrothermal Jerami Padi Untuk Bahan Baku Biogas*, Skripsi Dipublikasi, Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

- Asror, K., dan Emilia, A. R., 2017, *Pengaruh Suhu dan Konsentrasi NaOH Pada Proses Hydrothermal Jerami Padi Untuk Bahan Baku Biogas*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November.
- BP Global Company, 2019, *Defisit Neraca Minyak Indonesia Kian Melebar* (online) (<https://databoks.katadata.co.id> diakses 07 Oktober 2019).
- Daniar, R., 2018, Pemanfaatan Bagas sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Pretreatment Alkali, *Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, **2**(1): 1-10.
- Endah, Sperisa, Adrian, dan Nur P., 2007, Pengaruh Kondisi Fermentasi terhadap Yield Etanol pada Pembuatan Bioetanol dari Pati Garut, *Gema Teknik* **1**(2): 85-88.
- Fajariah H.D., dan Wahyono H., 2014, Pemanfaatan Serbuk Gergaji menjadi Biobutanol dengan Hidrolisis Selulase dan Fermentasi Bakteri *Clostridium acetobutylicu*, *Jurnal Teknik Pomits*, **3**(2); 2301-9271.
- Faricha, A., Muhammad R., Dan Suwito, 2014, Sistem Identifikasi Gas Menggunakan Sensor Surface Acoustic Wave Dan Metoda Kromatografi, *Jurnal Teknik Pomits*, **3**(2):157 -162.
- Haidir, I., 2017, *Pemanfaatan Limbah Batang Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formatypica) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioetanol Dengan Metode Sakarifikasi Dan Fermentasi Simultan (SFS)*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas MIPA, UNHAS, Makassar.
- Herawati., N, Pratama., Aditya, dan Juniar., H, 2019, Pembuatan Bioetanol dari Rumpuk gajah dengan Proses Delignifikasi dan Hidrolisa, *Seminar Nasional AvoER*, **11**(1): 45-51.
- Jayanudin, 2009, Pemutihan Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida, *Jurnal Rekayasa*, **3**(1):1-5.
- Jayus, J., Sony, S., dan Ike, W., 2017, Produksi Bioetanol secara SHF dan SSF menggunakan *Aspergillus niger*, *Trichoderma viriderma* dan *New Aule Instant Dry Yeast* pada Media Kulit Ubi Kayu, *Jurnal Agroteknologi*, **11**(1):61-68.
- Kasli E., dan Rida R., 2016, Menentukan Kemurnian Larutan melalui Indeks Bias dari beberapa Madu, *Jurnal Serambi Saintia*, **4**(1): 67- 71.
- Kee, L.H.2002. *The Living Science*, Singapore :Pearson Education Asia Pte. Ltd.
- Khaidir, 2016, Pengolahan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif, *Jurnal Agrium*, **13**(2): 63-68.

- Kristina, Evi R.S., Dan Novia, 2012, Alkaline Pretreatment Dan Proses Simultan Sakarifikasi – Fermentasi Untuk Produksi Etanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Jurnal Teknik Kimia*, **18**(3): 34-43.
- Kurniaty I., Ummul H.H., Devi Y., Isnaini F.M., 2017, Proses Delignifikasi menggunakan NaOH dan Amonia (NH₃) pada Tempurung Kelapa, *Jurnal Integrasi Proses*, **6**(4): 197 – 201.
- Lismeri, L., Yuli D., Mitra D.S., Muhammad I.I., 2019, Pengaruh Suhu Dan Waktu Pretreatment Alkali Pada Isolasi Selulosa Limbah Batang Pisang, *Journal of Chemical Process Engineering*, **4**(1):18 -22.
- Muladno, 2002. *Seputar Teknologi Rekayasa Genetika*. Bogor : Penerbit Pustaka Wirausaha Muda. *Jurnal Agrium*, **13**(2): 63-68.
- Meer, J.V.D dan Greg N.S., 2020, *Current Opinion ini Biotechnology*, Part of the CO+RE suite of journals, **66**(1): 64-88.
- Manik, B.J.R., Sri, R.M., dan Komalasari, K., 2019, Hidrolisis Daun Sawit menjadi Glukosa dengan Variasi Konsentrasi Asam Fosfat (H₃PO₄) dan Rasio Substrat-Pelarut, *Jom FTEKNIK*, **6**(2): 1-7.
- Meyrinta K.A., Riska D.P., dan Rif'an F., 2018, Pembuatan Bioetanol dari Jerami Nangka Dengan Metode Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*, *Jurnal Integrasi Proses*, **7**(1): 32 – 38.
- Muin, R., Italiana H., dan Ahmad F., 2015, Pengaruh Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Enzim terhadap Kadar Bioetanol dalam Proses Fermentasi Nasi Aking sebagai Substrat Organik, *Jurnal Teknik Kimia*, **3**(21): 59-69.
- Muria, S. R., Elvie, Y., Mayang, S., 2018, Fermentasi Kulit Nanas menggunakan *Clostridium acetobutylicum* dengan Variasi Nutrisi dan Inokulum, *Jurnal Sains Dan Teknologi*, **17**(2):56-60.
- Narindri, B., Muhammad, N.C., dan Ria M., 2016, Produksi Bioetanol Daun Sorghum (*Sorghum bicolor* L.Moench) Sorghum (*Sorghum bicolor* L.Moench) Leaves Bioethanol Production, *Biota*, **1**(1): 44–50.
- Nasution H.O., Ratna S. D., dan Primajogi H., 2016, Pembuatan Etanol dari Rumput gajah (*Pennisetum purpureum Schumach*) menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*, *Jurnal Pendidikan Kimia*, **8**(2): 144-151.
- Octaviani, R., Moh I., Dan Iman, K.R., 2010, Penambahan Bioetanol terhadap Konsentrasi Emisi Gas HC, CO, dan CO₂ pada Motor 2 Langkah, *Jurnal Teknik Lingkungan*, **16**(2): 173-184.

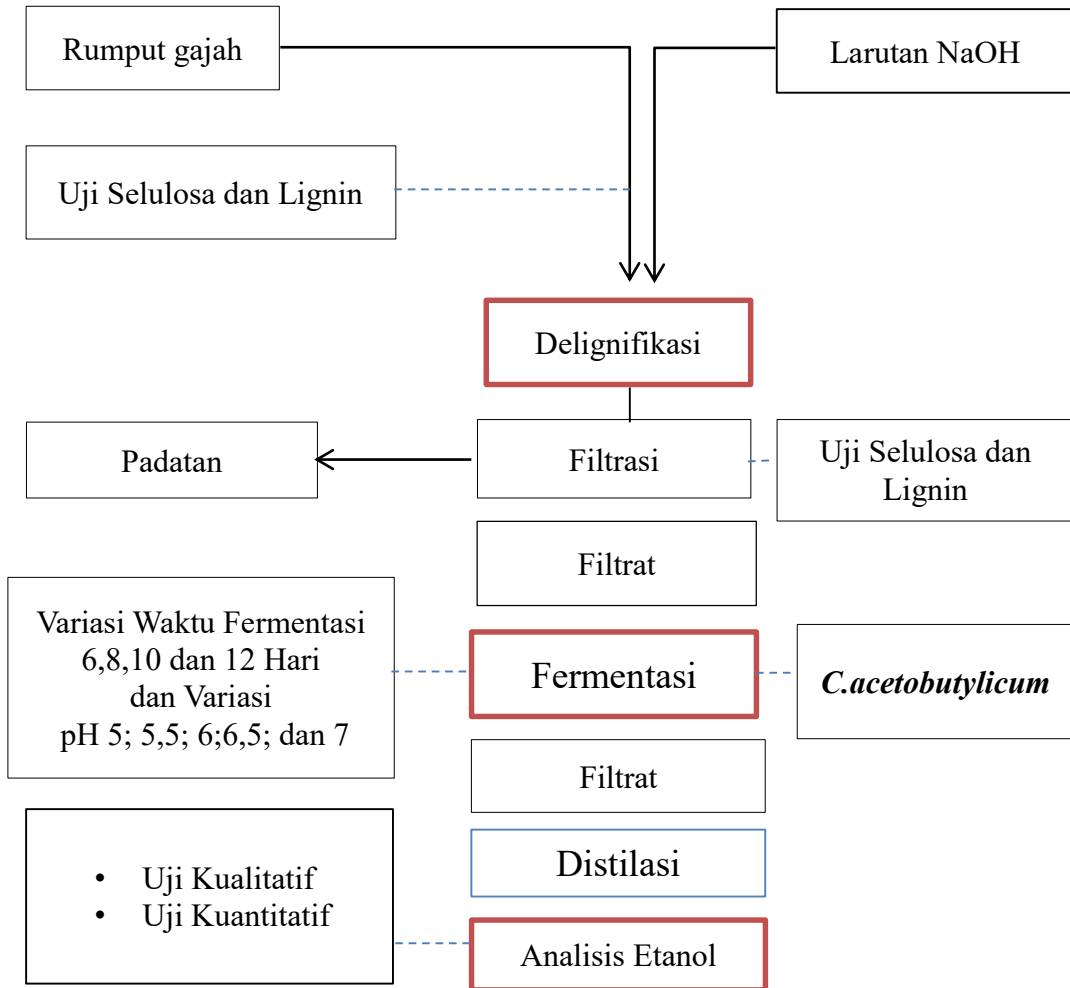
- Parmitasari P., dan Eko H., 2013, Analisis Korelasi Indeks Bias dengan Konsentrasi Sukrosa beberapa Jenis Madu menggunakan Portable Brix Meter, *Youngster Physics Journal*, **1(5)** : 191-198.
- Raquel, B.G-C., Rosario C-H., Gabriel D.F., Maria del C.P-C., and Wenceslao M., 2014, Analysis Of Methanol And Ethanol In Virgin Oliver Oil, *MethodsX* : 207-211.
- Riyanto, F.D., 2013, *Penetapan Kadar Etanol dan Profil Senyawa yang terdapat dalam Hasil Produksi "CIU" Rumahan Dusun Sentul Desa Bekonang Kabupaten Sukoharjo dengan Metode Kromatografi Gas*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Rizalina, Hartias., Edy C., Sri M., Bowo N., dan Supartono, 2018, Optimasi Penentuan Kadar Metanol dalam Darah menggunakan *Gas Chromatography*, *Indonesian Journal of Chemical Science*, **7(3)**: 1-8.
- Rofiq A., 2010, *Analisis Indeks Bias pada Pengukuran Konsentrasi Larutan Sukrosa (C₁₂H₂₂O₁₁) menggunakan Portable Brix Meter*, Skripsi tidak diterbitkan, Semarang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro.
- Ruso, S., 2011, *Pembuatan Bioetanol dari Batang Rumput gajah (Pennisetum purpureum Schumach) dengan Sistem Fermentasi Simultan menggunakan Bakteri Clostridium acetobutylicum*, Tesis tidak diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas MIPA, UNHAS, Makassar.
- Ruso S., Ahmad A., dan Nafie N.L., 2010, Pembuatan Bioetanol dari Batang Rumput gajah (Pennisetum purpureum Schumach) dengan Sistem Fermentasi Simultan Menggunakan Bakteri Clostridium acetobutylicum, *J. Teknologi*, **13(2)**:1-7.
- Sanastri E.R., 2014, *Pemanfaatan Rumput gajah (Pennisetum Purpureum) sebagai Bahan Baku Kertas Seni dengan Penambahan Konsentrasi Na₂CO₃ dan Pewarna yang Berbeda*, Skripsi tidak diterbitkan, Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah.
- Sari N.K, 2009, Produksi Bioetanol dari Rumput gajah secara Kimia, *Jurnal Teknik Kimia*, **4(1)**: 265-273.
- Sari N.K, 2010, *Tanaman Rumput gajah Penghasil Bioethanol*, Klaten: Yayasan Humaniora.
- Sari N.K., dan Dira E., 2017, *Teori dan Aplikasi Pembuatan Bioetanol dari Selulose (Bambu)*, Surabaya: Jakad Media Publishing.
- Sari, N.M., Sri R.M dan Elvi Y., 2018, Produksi Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas menggunakan Bakteri *Clostridium acetobutylicum* dengan Variasi Konsentrasi Inokulum dan Penambahan Nutrisi, *Jom Fteknik*, **5(1)**: 1-6.

- Senam, 2009, Prospek Bioetanol sebagai Bahan Bakar yang Terbarukan dan Ramah Lingkungan, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*, 1-8.
- Sirait J., 2017, Rumput gajah Mini (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) sebagai Hijauan Pakan untuk Ruminansia, *WARTAZOA*, **27**(4): 167-176.
- Supriyana dan Muh. T., 2017, Studi Penentuan Indeks Bias Cairan pada Suhu secara Kontinu Berbasis Difraksi Cahaya Berbantuan Software Logger Pro, *Jurnal Ilmiah Teknosains*, **3**(2): 123 – 131.
- Susmiati, Y., 2018, Prospek Produksi Bioetanol dari Limbah Pertanian dan Sampah Organik, *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, **7**(2): 67-80.
- Sumada, K., Tamara, E. P., Alqani, F., 2011, Kajian Proses Isolasi α Selulosa dari Limbah Batang Tanaman Manihot *Esculenta crantz* yang efisien, *Jurnal Teknik Kimia* **5**(2): 1-8.
- Suteja, Y., dan ilham H., 2012, *Kimia Instrumen Kromatografi gas* (Online) (<http://slideplayer.com> diakses 21 Desember 2012).
- Sayuti, M., Tri A.E.N., Laode, S., Dan Fahrul, I., 2020, Pemberdayaan Peternak Sapi Potong Di Desa Timbuolo Tengah Melalui Penanaman Rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*), *Journal Dinamika*, **2**(3):
- Whitman W. B., Garrity, G. M., dan Jones, D., 2009, *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd edition Volume: 3 The Firmicutes*, Springer, New York.
- Winarni, I., dan Beuna Ba., 2017, Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kayu Sengon (*Falcataria Moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes) dengan Metode Substrat Konsentrasi Tinggi, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, **35**(4): 231-242.
- Winarno, Joko., 2011, Studi Eksperimental Pengetahuan Bioetanol pada Bahan Pertamax terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin, *Jurnal Teknik*, **1**(1): 33-39.
- Wusnah, Samsul B., dan Dwi H., 2016, Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata B.C*) secara Fermentasi, *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, **5**(1): (2016) 57-65.
- Yanti A., Sri M., Nuni W., Bowo N., dan Alauhdin, 2019, Optimasi Metode Penentuan Kadar Etanol dan Metanol pada Minuman pada Minuman Keras Oplosan menggunakan Kromatografi Gas, *Indonesia Journal Of Chemical Science*, **8**(1):53-59.

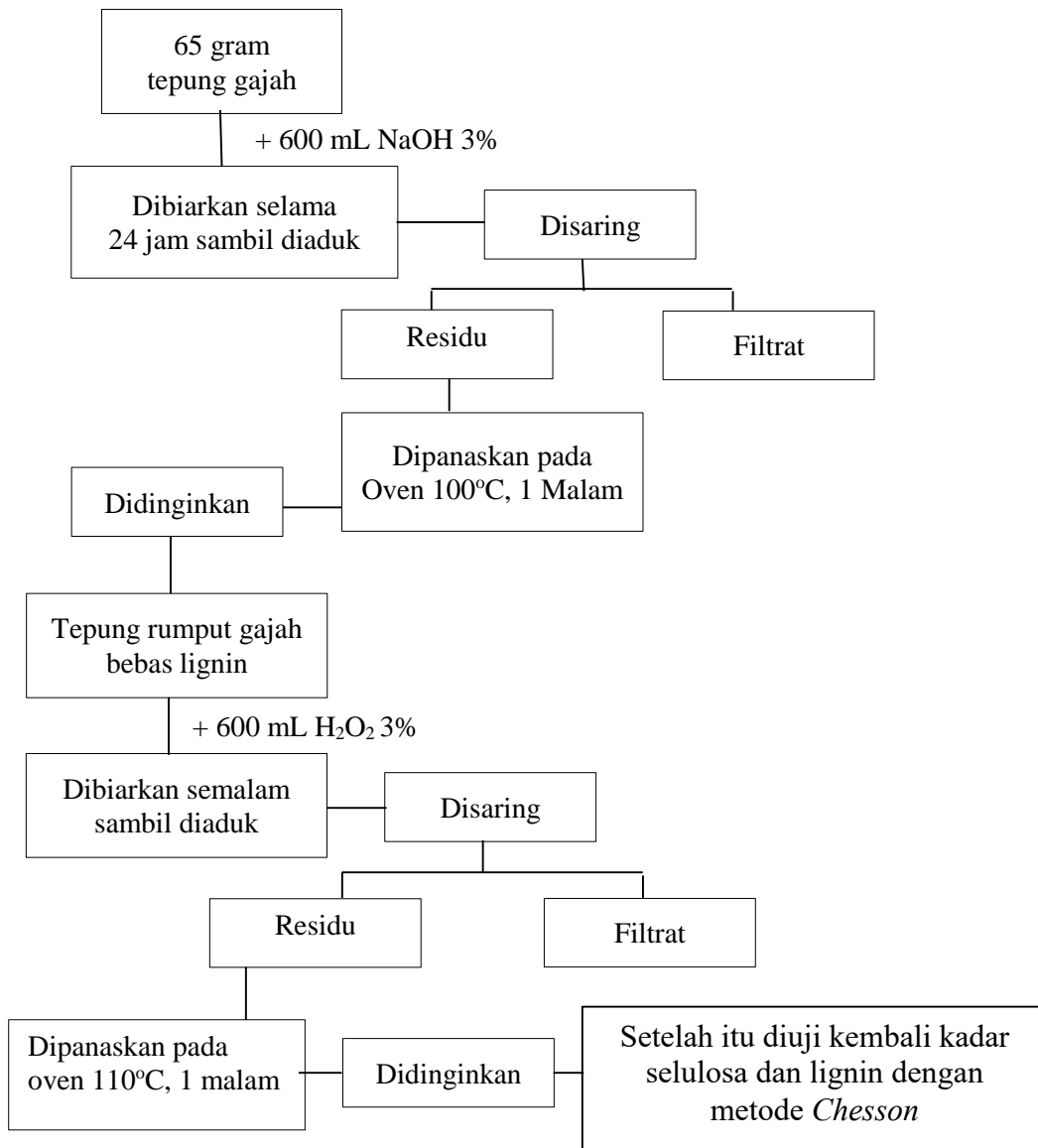
Young, H.D., R.A. Freedman, T.R. Sandin dan A.L. Ford. 2003. *Fisika universitas, Jilid 2* (terjemahan Pantur Silaban). Jakarta: Penerbit Erlangga.

Zamroni, A., 2013, Pengukuran Indeks Bias Zat Cair melalui Metode Pembiasan Menggunakan Plan Paralel, *Jurnal Fisika*, **3**(2): 108-111.

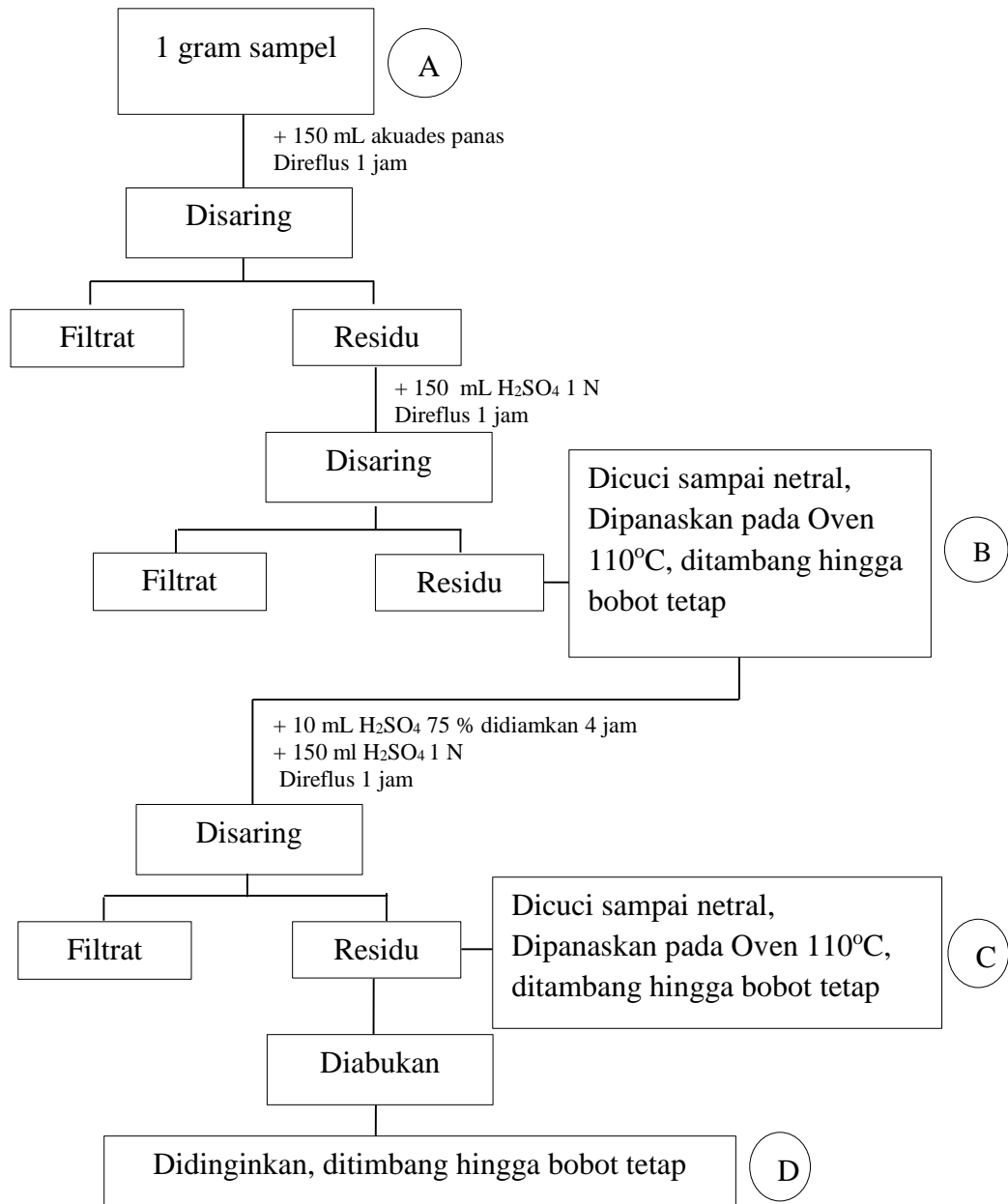
Lampiran 1. Skema Umum Bagan Kerja



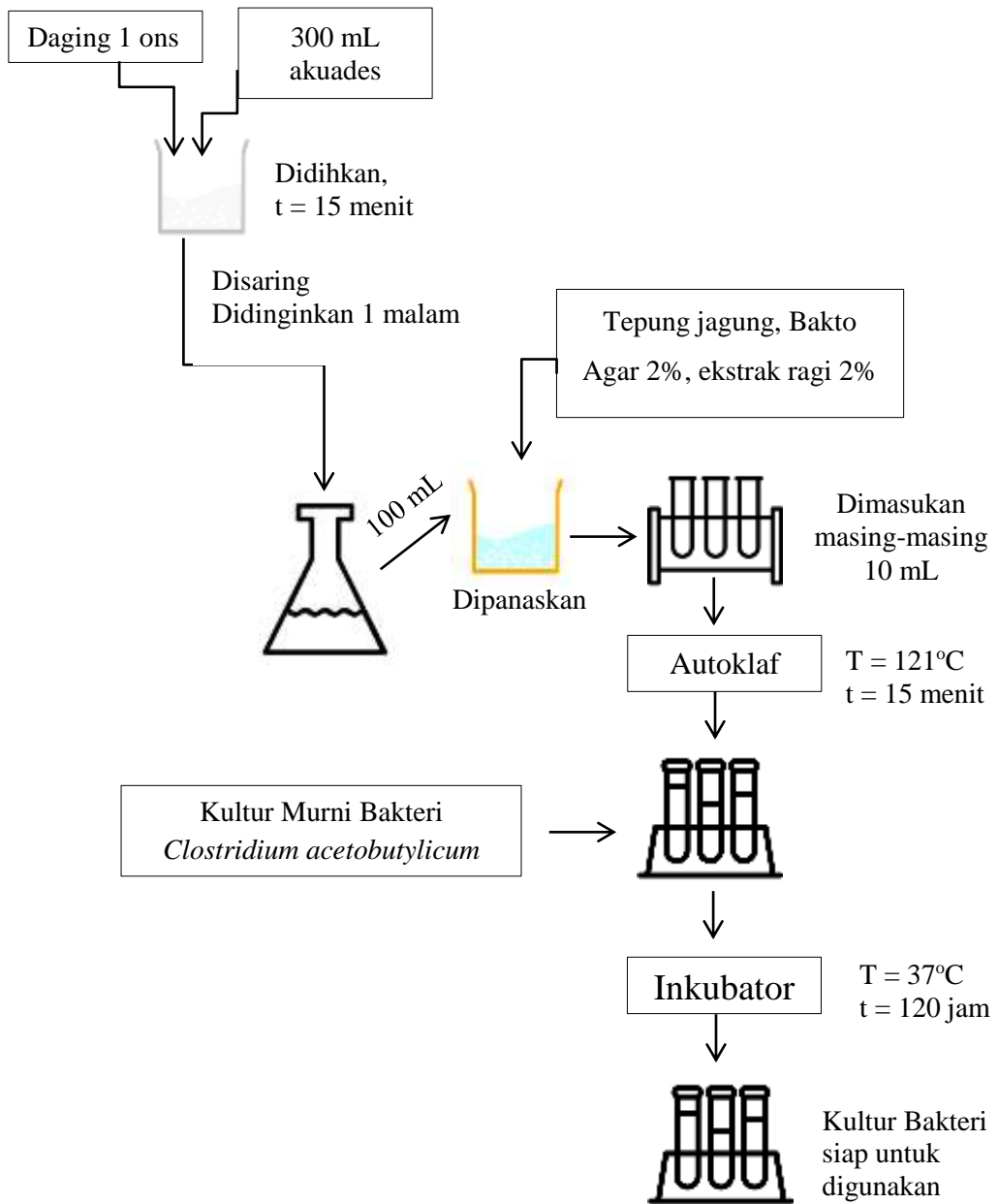
Lampiran 2. Skema Prosedur Kerja Pelakuan Pendahuluan



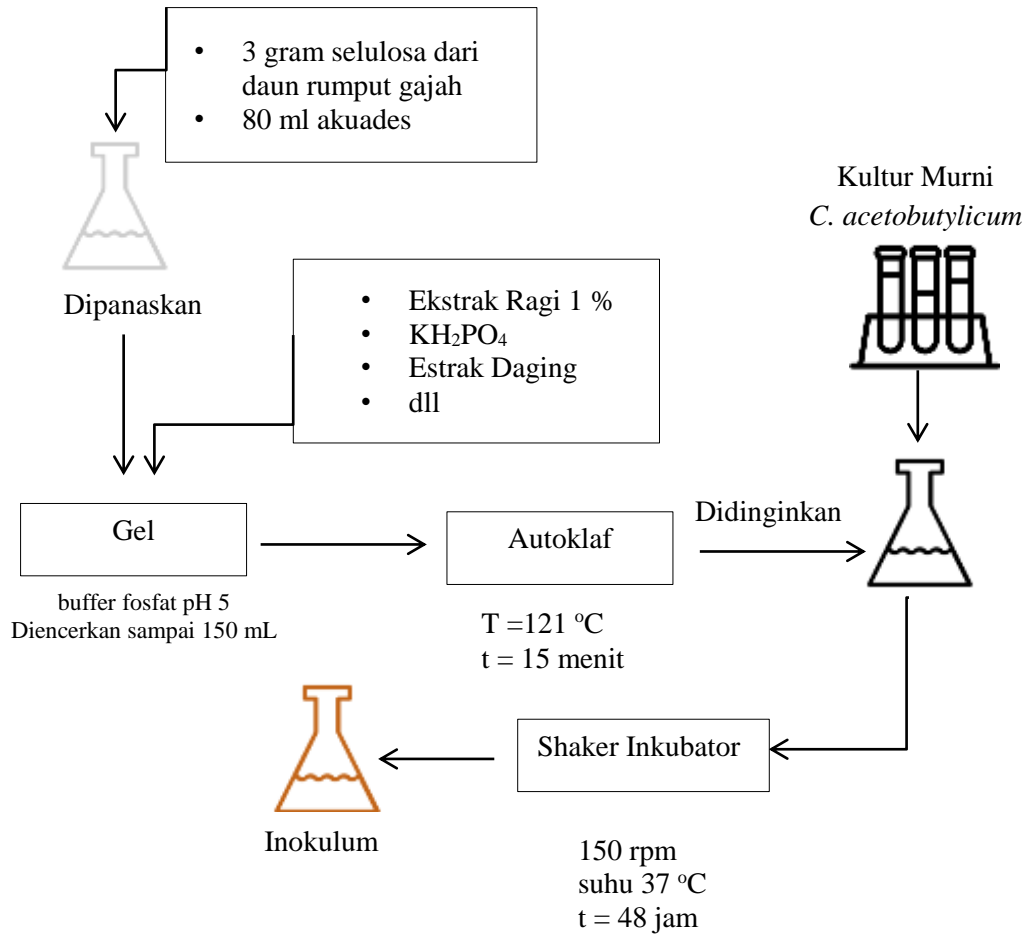
Lampiran 3. Skema Analisis Kadar Selulosa dan Lignin (Metode *Chesson*)



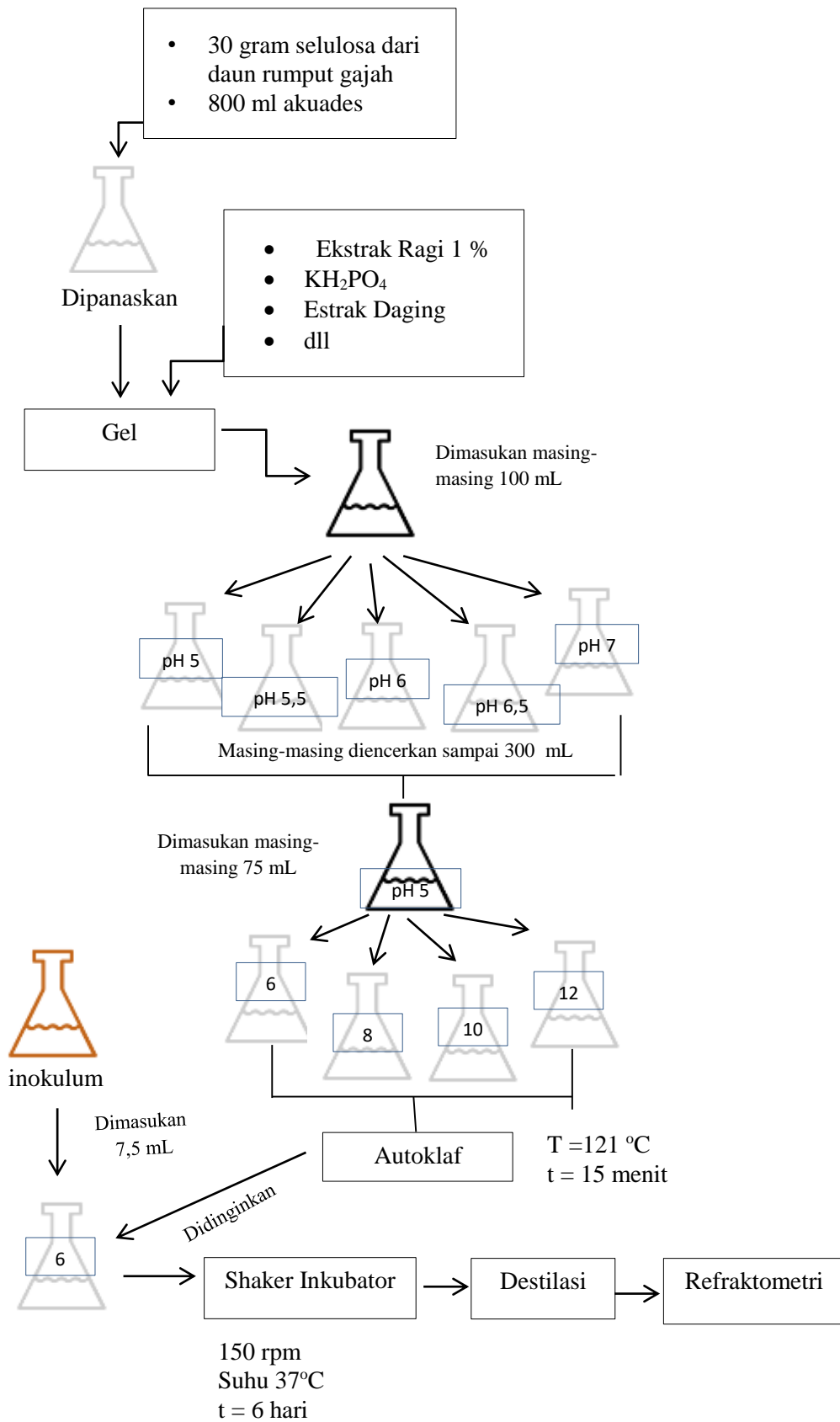
Lampiran 4. Skema Prosedur Peremajaan Bakteri *Clostridium acetobutylicum*



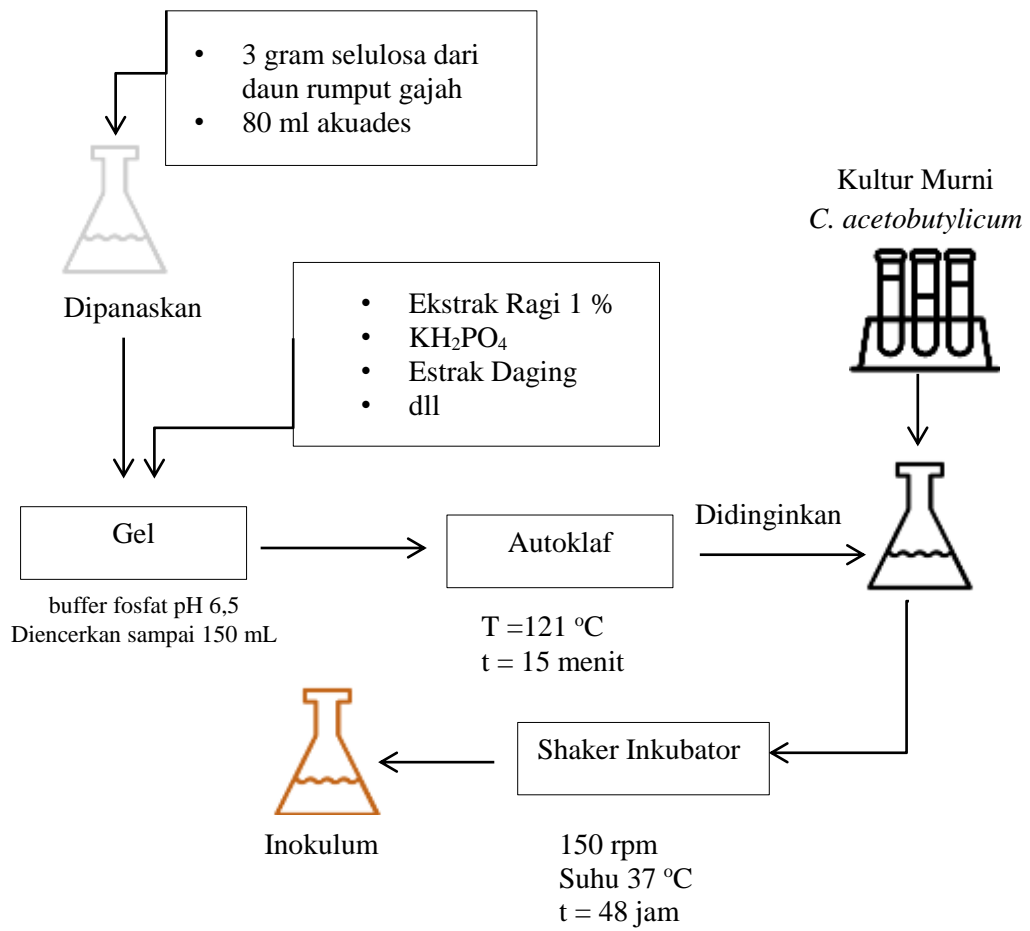
Lampiran 5.Skema Pembuatan Inokulum pH dan Waktu Optimum Bakteri *Clostridium acetobutylicum*



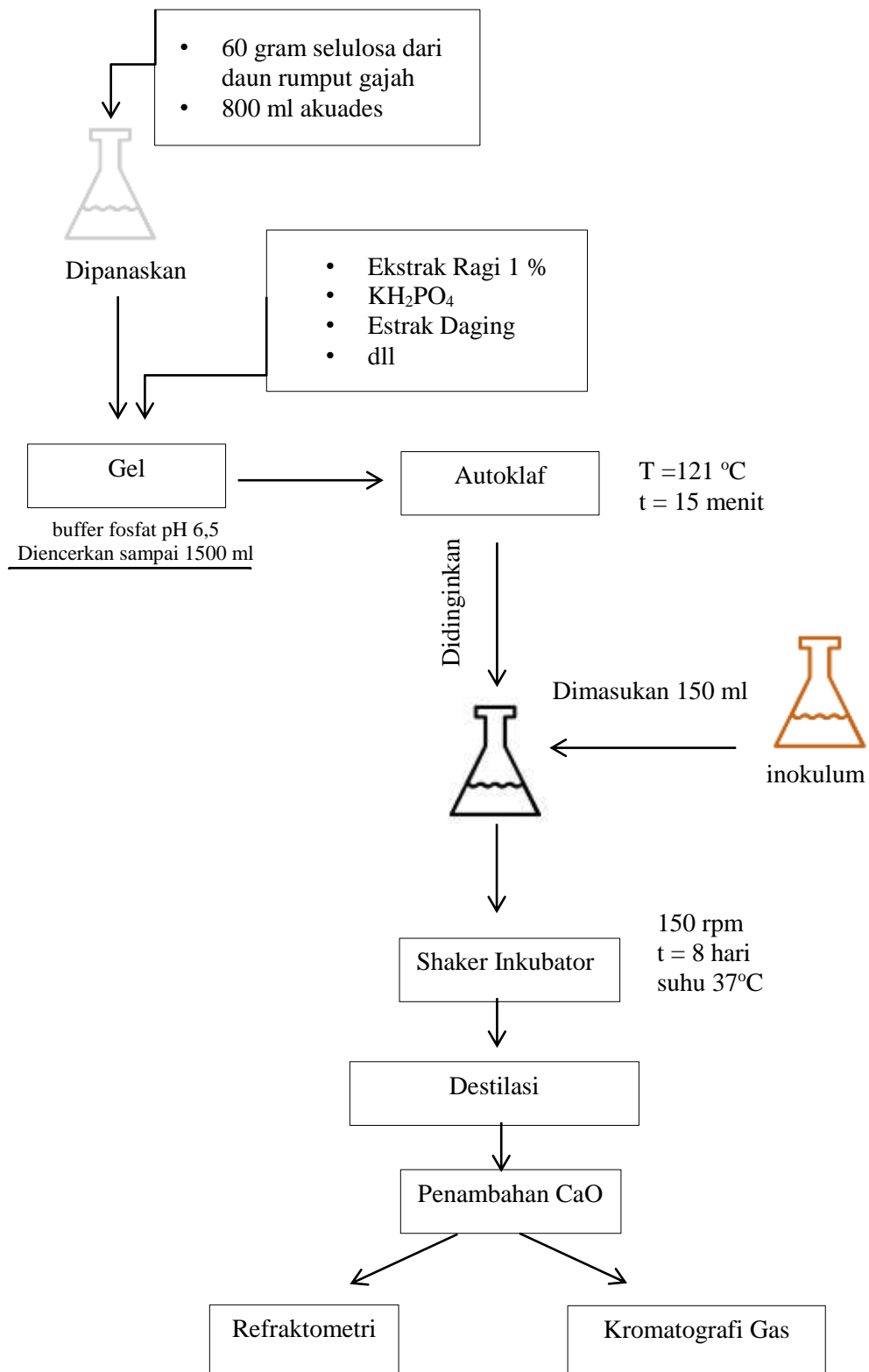
Lampiran 6. Skema Pembuatan Media pH dan Waktu Optimum Fermentasi



Lampiran 7. Skema Pembuatan Inokulum Produksi Bioetanol



Lampiran 8. Skema Produksi Bioetanol



Lampiran 9. Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Konversi satuan persen larutan H_2SO_4 98 % menjadi satuan Normalitas

$$N = \frac{\% \times 10 \times \rho}{BE}$$
$$= \frac{98 \times 10 \times 1,84}{49} = 36,8 \text{ N}$$

2. Pembuatan Larutan H_2SO_4 1 N dari H_2SO_4 36,8 N (V_t : 2,5 L)

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{1 \text{ N} \times 2,5 \text{ L}}{36,8 \text{ N}} = 0,068 \text{ L atau } 68 \text{ mL}$$

3. Pembuatan Larutan H_2SO_4 72 % dari H_2SO_4 98 % (V_t : 100 mL)

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{72 \% \times 100 \text{ mL}}{98 \%} = 73,47 \text{ mL}$$

4. Pembuatan Larutan NaOH 3 % (V_t : 4,1 Liter)

$$\% = \frac{b}{v} \times 100\%$$

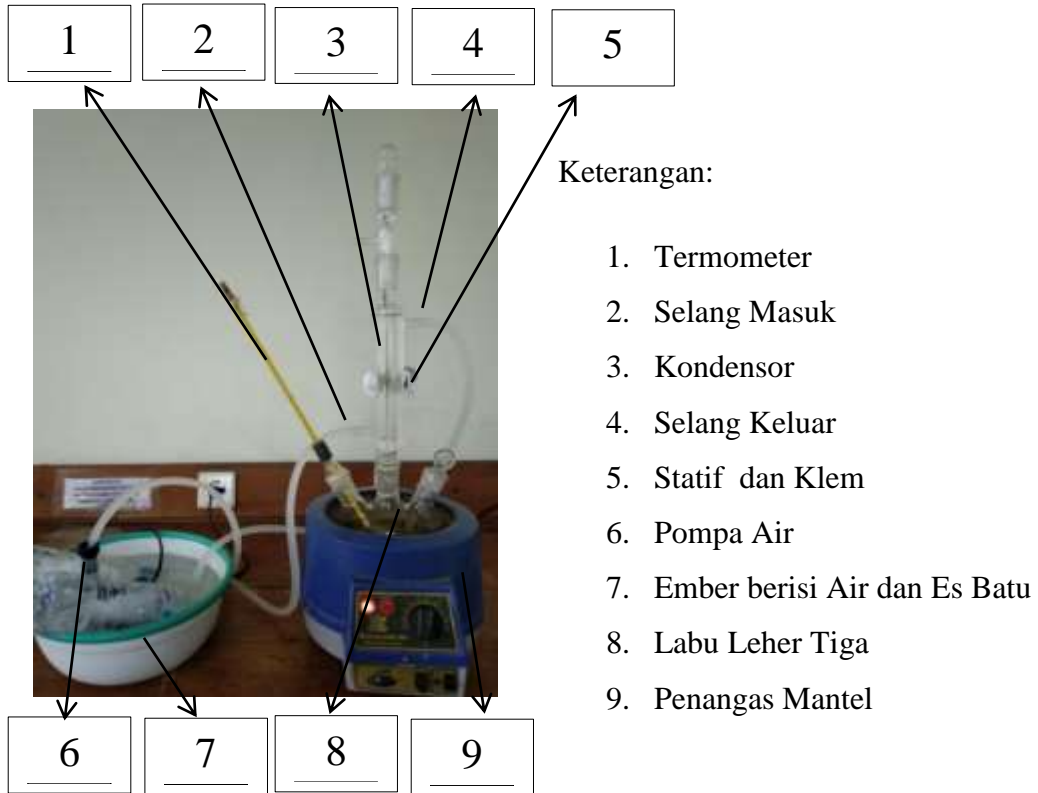
$$b = \frac{3\% \times 4.100 \text{ mL}}{100\%} = 123 \text{ gram}$$

5. Pembuatan Larutan H_2O_2 3 % dari H_2O_2 5 % (V_t : 4,1 Liter)

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{3 \% \times 4,1 \text{ L}}{5 \%} = 2,46 \text{ Liter}$$

Lampiran 10. Rangkaian Alat



Gambar 21. Rangkaian alat Refluks



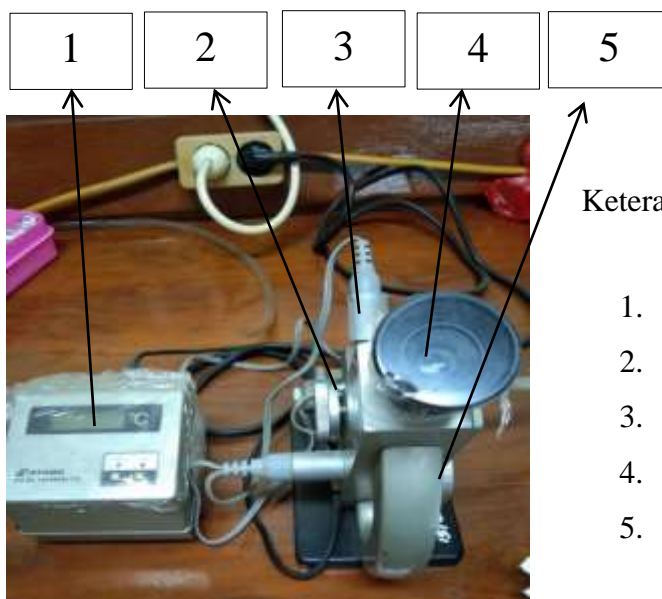
Gambar 22. Rangkaian alat destilasi



Keterangan:

1. Statif dan Klem
2. Selang keluar
3. Termometer
4. Kolom fraksinasi
5. Selang masuk
6. Penampung destilat
7. Kondensor
8. Penangas Mantel
9. Labu alas bulat

Gambar 23. Rangkaian Destilasi Fraksinasi



Keterangan:

1. Termometer
2. Knop pengunci pisma
3. Sumber Cahaya
4. *Eyepiece*
5. Pengatur indeks bias

Gambar 24. Alat Refraktometer Abbe

Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

1. Preparasi Sampel



Gambar 25. Daun rumput gajah yang telah dipotong kecil-kecil dan dikeringkan



Gambar 26. Sampel diblender



Gambar 27. Sampel yang telah diayak

2. Analisis Selulosa dan Lignin



Gambar 28. Sampel yang akan diuji, a) Sampel variasi penambahan pupuk sebelum dan sesudah delignifikasi, b) Sampel variasi sebelum delignifikasi (1), setelah penambahan NaOH 3% (2) dan penambahan H₂O₂ 3% (3).



Gambar 29. Penimbangan awal sampel



(a)



(b)

Gambar 30. Sample yang belum didelignifikasi direfluks dengan a) akuades dan b) H_2SO_4 1 N



(a)



(b)

Gambar 31. Sample yang telah didelignifikasi direfluks dengan a) akuades dan b) H_2SO_4 1 N



(a)



(b)

Gambar 32. Sample yang ditambahkan dengan a) H_2SO_4 72 % dan b) H_2SO_4 72 % + H_2SO_4 1 N



Gambar 33. Proses penyaringan sampel hasil refluks



(a)



(b)



(c)

Gambar 34. Residu hasil penyaringan, a) sampel sebelum delignifikasi b) sampel setelah delignifikasi dan c) sampel direfluks dengan H_2SO_4 72% + H_2SO_4 1 N



(a)



(b)

Gambar 35. Proses a) Pengarangan dengan *hotplat* dan b) Pengabuan dengan tanur



(a)



(b)

Gambar 36. Pendinginan residu dalam deksikator a) Sampel hasil refluks dan b) Sampel hasil pengabuan



(a)



(b)

Gambar 37. Penimbang a) hasil refluks dan b) hasil pengabuan

3. Perlakuan Pendahuluan



Gambar 38. Penimbang sampel yang akan delignifikasi



(a)



(b)

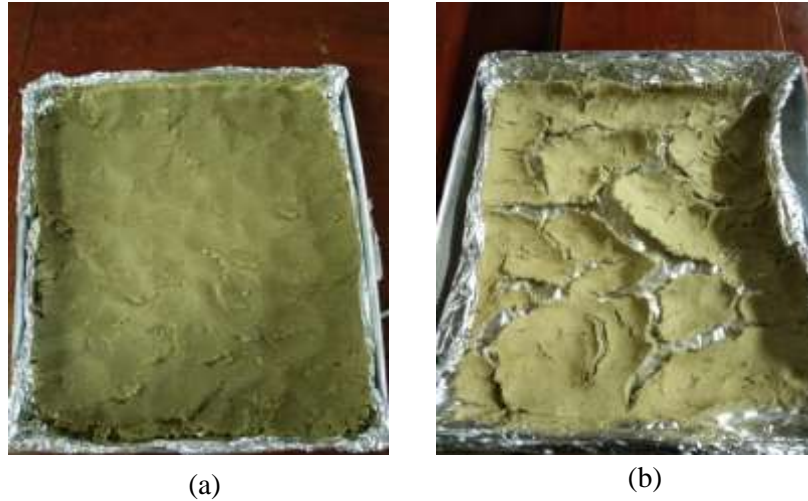
Gambar 39. Proses maserasi sampel dengan a) NaOH 3 % dan b) H₂O₂ 3 %



Gambar 40. Hasil maserasi sampel dengan H₂O₂ 3% setelah 24 jam



Gambar 41. Hasil penyaringan dan pencucian residu hasil delignifikasi



Gambar 42. Residu dari daun rumput gajah hasil delignifikasi, a) Sebelum dan b) Sesudah pengeringan

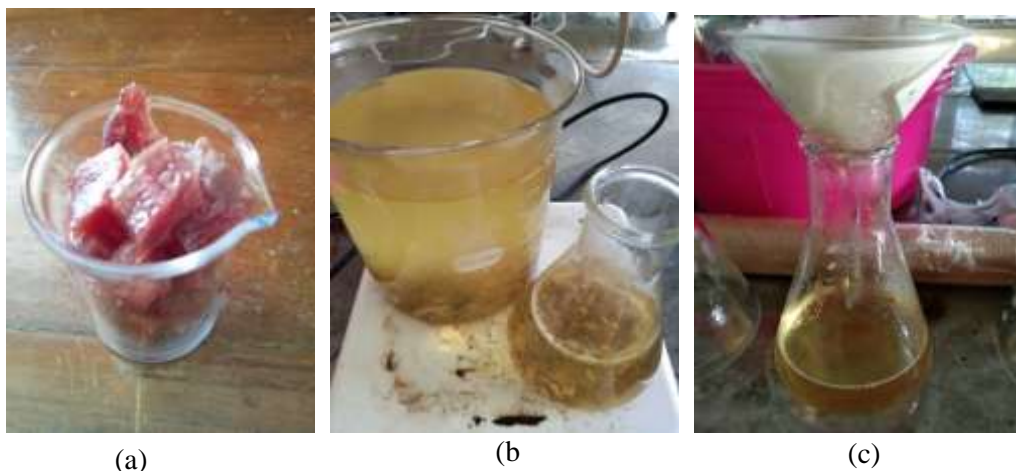


Gambar 43. Penimbang residu hasil delignifikasi



Gambar 44. Sampel yang telah diblender dan diayak

4. Pembuatan Media Agar Miring untuk Peremajaan Bakteri



Gambar 45. Proses pembuatan ekstrak daging, a) penimbangan daging yang akan digunakan, b) pemanasan daging dengan akuades dan c) penyaringan



Gambar 46. Media miring untuk peremajaan bakteri

5. Penentuan Waktu dan pH Optimum



Gambar 47. Proses pelarutan selulosa (sampel) dan nutrisi bakteri untuk inokulum



Gambar 48. Inokulum



Gambar 49. Pembuatan media dengan variasi pH (5; 5,5; 6; 6,5 dan 7) dan waktu (6, 8, 10 dan 12 hari)



Gambar 50. Hasil destilasi hari ke-6



Gambar 51. Hasil destilasi hari ke-8



Gambar 52. Hasil destilasi hari ke-10



Gambar 53. Hasil destilasi hari ke-12



Gambar 54. Uji indeks bias larutan standar



Gambar 55. Uji indeks bias larutan sampel

6. Produksi Bioetanol dengan Kondisi Optimum



Gambar 56. Media inokulum



Gambar 57. Inokulum produksi bioetanol



Gambar 58. Media untuk produksi bioetanol



Gambar 59. Sampel dalam Shaker Inkubator



Gambar 60. Bioetanol hasil destilasi



Gambar 61. Uji indeks bias bioetanol

Lampiran 12. Perhitungan Rendamen Sampel Hasil Delignifikasi

1. Perhitungan rendamen sampel dengan variasi penambahan pupuk

$$\text{Rendamen} = \frac{\text{jumlah sampel setelah delignifikasi (gram)}}{\text{jumlah sampel sebelum delignifikasi (gram)}} \times 100\%$$

a. Penambahan 15 ton

$$\begin{aligned}\text{Rendamen} &= \frac{22,0296 \text{ gram}}{65,5474 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 33,61 \%\end{aligned}$$

b. Penambahan 10 ton

$$\begin{aligned}\text{Rendamen} &= \frac{20,9032 \text{ gram}}{64,7395 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 32,28 \%\end{aligned}$$

c. Penambahan 5 ton

$$\begin{aligned}\text{Rendamen} &= \frac{20,6964 \text{ gram}}{65,0856 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 31,81 \%\end{aligned}$$

2. Perhitungan rendamen sampel untuk produksi bioetanol

$$\begin{aligned}\text{Rendamen} &= \frac{136 \text{ gram}}{388,9 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 34,97 \%\end{aligned}$$

Lampiran 13. Perhitungan analisis hemiselulosa, selulosa dan lignin

1. Hasil analisis sampel dengan variasi penambahan pupuk

Sampel	Kadar (%) sebelum delignifikasi			Kadar (%) setelah delignifikasi		
	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin
1	24,3	37,6	6,4	17,08	64,68	4,14
2	26,19	37	6,08	16,24	65,66	2,49
3	28,53	38,92	5,76	1,11	80,28	2,6

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{b - c}{a} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{c - d}{a} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{d - e}{a} \times 100\%$$

a. Penambahan 5 ton (sampel 1)

- Sebelum delignifikasi

Berat a = 1,0004 gram

Berat b = 0,7047 gram

Berat c = 0,4616 gram

Berat d = 0,0858 gram

Berat e = 0,0221 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,7047 - 0,4616}{1,0004} \times 100\% = 24,3 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,4616 - 0,0858}{1,0004} \times 100\% = 37,6 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,0858 - 0,0221}{1,0004} \times 100\% = 6,4 \%$$

- Sesudah delignifikasi

Berat a = 1,0014 gram

Berat b = 0,907 gram

Berat c = 0,7360 gram

Berat d = 0,0883 gram

Berat e = 0,0468 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,907 - 0,7360}{1,0014} \times 100\% = 17,08 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,7360 - 0,0883}{1,0014} \times 100\% = 64,68 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,0883 - 0,0468}{1,0014} \times 100\% = 4,14 \%$$

b. Penambahan 10 ton (sampel 2)

- Sebelum delignifikasi

Berat a = 1,0008 gram

Berat b = 0,7357 gram

Berat c = 0,4733 gram

Berat d = 0,1026 gram

Berat e = 0,0417 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,7357 - 0,4733}{1,0008} \times 100\% = 26,22 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,4733 - 0,1026}{1,0008} \times 100\% = 37,04 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,1026 - 0,0417}{1,0008} \times 100\% = 6,09 \%$$

- Sesudah delignifikasi

Berat a = 0,9800 gram

Berat b = 0,8737 gram

Berat c = 0,7145 gram

Berat d = 0,0710 gram

Berat e = 0,0466 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,8737 - 0,7145}{0,9800} \times 100\% = 16,24 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,7145 - 0,0710}{0,9800} \times 100\% = 64,66 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,0710 - 0,0466}{0,9800} \times 100\% = 2,60 \%$$

c. Penambahan 15 ton (sampel 3)

- Sebelum delignifikasi

Berat a = 1,0001 gram

Berat b = 0,7877 gram

Berat c = 0,5021 gram

Berat d = 0,1125 gram

Berat e = 0,0548 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,7877 - 0,5021}{1,0001} \times 100\% = 28,53 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,5021 - 0,1125}{1,0001} \times 100\% = 38,92 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,1125 - 0,0548}{1,0001} \times 100\% = 5,76 \%$$

- Sesudah delignifikasi

Berat a = 1,0017 gram

Berat b = 0,8939 gram

Berat c = 0,8828 gram

Berat d = 0,0786 gram

Berat e = 0,0526 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,8939 - 0,8828}{1,0017} \times 100\% = 1,11 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,8828 - 0,0786}{1,0017} \times 100\% = 80,28 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,0786 - 0,0526}{1,0017} \times 100\% = 2,60 \%$$

2. Hasil analisis lignoselulosa sampel untuk produksi bioetanol

Kadar	Sebelum delignifikasi (%)	Setelah ditambah (%)	
		NaOH 3%	H ₂ O ₂ 3%
Hemiselulosa	26,16	13,66	11,45
Selulosa	37,82	69,91	70,24
Lignin	6,1	4,81	4,64

a. Sebelum delignifikasi

Berat a = 1,0007 gram

Berat b = 0,7408 gram

Berat c = 0,4790 gram

Berat d = 0,1005 gram

Berat e = 0,0395 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,7408 - 0,4790}{1,0007} \times 100\% = 26,16 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,4790 - 0,1005}{1,0007} \times 100\% = 37,82 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,1005 - 0,0395}{1,0007} \times 100\% = 6,10 \%$$

a. Sesudah penambahan NaOH 3%

Berat a = 1,0001 gram

Berat b = 0,9106 gram

Berat c = 0,7740 gram

Berat d = 0,0748 gram

Berat e = 0,0267 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,9106 - 0,7740}{1,0001} \times 100\% = 13,66 \%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,7740 - 0,0748}{1,0001} \times 100\% = 69,91 \%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,0748 - 0,0267}{1,0001} \times 100\% = 4,81 \%$$

b. Sebelum penambahan H₂O₂ 3 %

Berat a = 0,9944 gram

Berat b = 0,8915 gram

Berat c = 0,7777 gram

Berat d = 0,0793 gram

Berat e = 0,0332 gram

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = \frac{0,8915 - 0,7777}{0,9944} \times 100\% = 11,45\%$$

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{0,7777 - 0,0793}{0,9944} \times 100\% = 70,24\%$$

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{0,0793 - 0,0332}{0,9944} \times 100\% = 4,64\%$$

3. Efektivitas *pretreatment* alkali dan larutan *bleaching* H₂O₂ terhadap degradasi kadar lignin dan hemiselulosa serta peningkatan kadar selulosa pada sampel daun rumput gajah

Variabel	Kadar awal (%)	Penambahan NaOH 3%		Penambahan H ₂ O ₂ 3%	
		Kadar (%)	Efektivitas (%)	Kadar (%)	Efektivitas (%)
Lignin	6,1	4,81	21,15	4,64	23,93
Hemiselulosa	26,16	13,66	47,78	11,45	56,23
Selulosa	37,82	69,91	45,90	70,24	46,08

a. *Pretreatment* Alkali (NaOH 3%)

$$\text{Kadar Lignin} = \frac{a - \text{P.H.P}}{a} \times 100\%$$

$$= \frac{6,1 - 4,81}{6,1} \times 100\% = 21,15\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Hemiselulosa} &= \frac{a - \text{P.H.P}}{a} \times 100\% \\ &= \frac{26,16 - 13,66}{26,16} \times 100\% = 47,78\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Selulosa} &= \frac{\text{P.H.P} - a}{\text{P.H.P}} \times 100\% \\ &= \frac{69,91 - 37,82}{69,91} \times 100\% = 45,90\% \end{aligned}$$

b. larutan *bleaching* (H₂O₂ 3%)

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lignin} &= \frac{a - \text{P.A.P}}{a} \times 100\% \\ &= \frac{6,1 - 4,64}{6,1} \times 100\% = 23,93\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Hemiselulosa} &= \frac{a - \text{P.A.P}}{a} \times 100\% \\ &= \frac{26,16 - 11,45}{26,16} \times 100\% = 56,23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Selulosa} &= \frac{\text{P.A.P} - a}{\text{P.A.P}} \times 100\% \\ &= \frac{70,14 - 37,82}{70,14} \times 100\% = 46,08\% \end{aligned}$$

Keterangan:

P.H.P = kadar lignin, hemiselulosa dan selulosa setelah penambahan NaOH

P.A.P = kadar lignin, hemiselulosa dan selulosa setelah penambahan H₂O₂

a = kadar lignin, hemiselulosa dan selulosa sebelum *pretreatment*

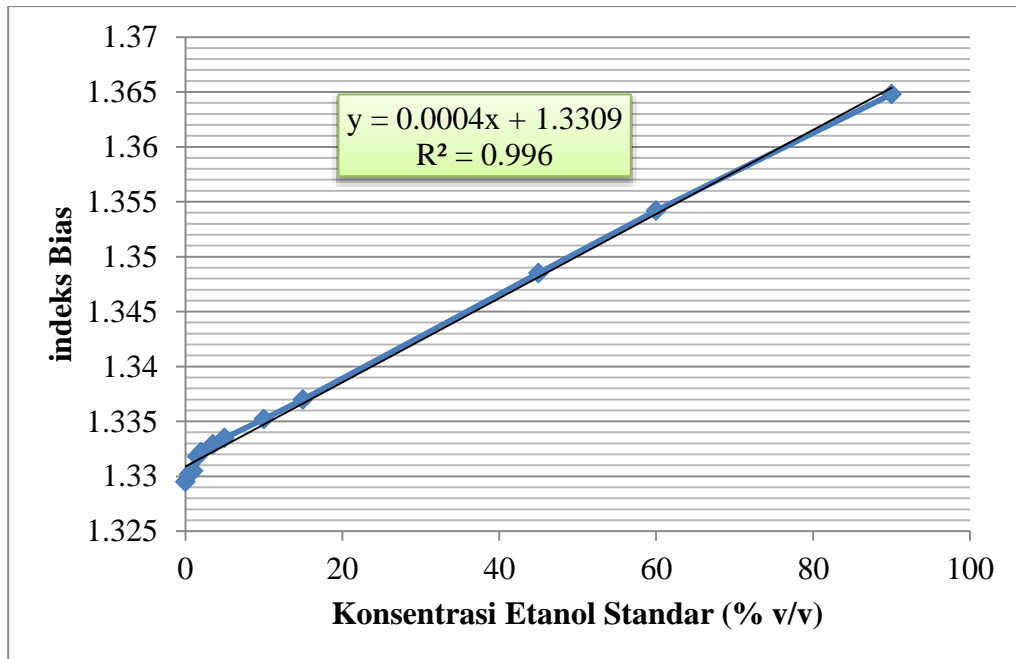
Lampiran 14. Pengukuran kadar bioetanol penentuan pH dan waktu optimum dengan Refraktometer

1. Data pengukuran indeks bias etanol standar dengan Refraktometer

a. Data pengukuran indeks bias etanol standar

Konsentrasi (%v/v)	Indeks Bias
0	1,3295
0,5	1,3302
1	1,3305
1,5	1,3318
2	1,3322
3,5	1,3329
5	1,3335
10	1,3352
15	1,337
45	1,3485
60	1,3542
90	1,3648

b. Grafik hubungan konsentrasi dan indeks bias etanol standar



c. Persamaan linear hubungan konsentrasi dan indeks bias dengan persamaan regresi

No	x	y	x ²	y ²	Xy
1	0	1,3295	0	1,77	0
2	0,5	1,3302	0,25	1,77	0,67
3	1	1,3305	1	1,77	1,33
4	1,5	1,3318	2,25	1,77	2,00
5	2	1,3322	4	1,77	2,66
6	3,5	1,3329	12,25	1,78	4,67
7	5	1,3335	25	1,78	6,67
8	10	1,3352	100	1,78	13,35
9	15	1,337	225	1,79	20,06
10	45	1,3485	2025	1,82	60,68
11	60	1,3542	3600	1,83	81,25
12	90	1,3648	8100	1,86	122,83
Σ	233,5	16,0603	14094,75	21,50	316,16

$$a = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{12(316,16) - (233,5)(16,06)}{12(14094,75) - (233,5)^2} = \frac{43,89}{114614,75} = 0,0004$$

$$b = \frac{\Sigma y (\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{16,06(14094,75) - (233,5)(316,16)}{12(14094,75) - (233,5)^2} = \frac{152541,65}{114614,75} = 1,3309$$

Sehingga diperoleh persamaan linear data etanol standar untuk $y = ax + b$ adalah

$$y = 0,0004x + 1,3309$$

2. Data pengukuran indeks bias sampel dengan Refraktometer untuk penentuan pH dan waktu optimun

a. Data pengukuran indeks bias sampel

pH	WAKTU	NILAI	
		Indeks Bias	Konsentrasi Bioetanol (%)
5	6	1,3316	1,75
	8	1,3318	2,25
	10	1,3318	2,17
	12	1,3316	1,83
5,5	6	1,3318	2,33
	8	1,3320	2,75
	10	1,3319	2,42
	12	1,3318	2,17
6	6	1,3319	2,58
	8	1,3322	3,33
	10	1,3321	3,08
	12	1,3319	2,50
6,5	6	1,3318	2,25
	8	1,3330	5,25
	10	1,3322	3,25
	12	1,3320	2,75
7	6	1,3318	2,25
	8	1,3324	3,75
	10	1,3320	2,75
	12	1,3319	2,58

b. Perhitungan konsentrasi sampel dengan persamaan regresi

$$y = 0,0004x + 1,3309$$

$$x = \frac{y - 1,3309}{0,0004}$$

• Pada pH 5

$$x_6 = \frac{1,3316 - 1,3309}{0,0004} = 1,75 \%$$

$$x_8 = \frac{1,3318 - 1,3309}{0,0004} = 2,25 \%$$

$$x_{10} = \frac{1,3318 - 1,3309}{0,0004} = 2,25 \%$$

$$x_{12} = \frac{1,3316 - 1,3309}{0,0004} = 1,75 \%$$

- **Pada pH 5,5**

$$x_6 = \frac{1,3318 - 1,3309}{0,0004} = 2,25 \%$$

$$x_8 = \frac{1,3320 - 1,3309}{0,0004} = 2,75 \%$$

$$x_{10} = \frac{1,3319 - 1,3309}{0,0004} = 2,50 \%$$

$$x_{12} = \frac{1,3318 - 1,3309}{0,0004} = 2,25 \%$$

- **Pada pH 6**

$$x_6 = \frac{1,3319 - 1,3309}{0,0004} = 2,50 \%$$

$$x_8 = \frac{1,3322 - 1,3309}{0,0004} = 3,25 \%$$

$$x_{10} = \frac{1,3321 - 1,3309}{0,0004} = 3 \%$$

$$x_{12} = \frac{1,3319 - 1,3309}{0,0004} = 2,50 \%$$

- **Pada pH 6,5**

$$x_6 = \frac{1,3318 - 1,3309}{0,0004} = 2,25 \%$$

$$x_8 = \frac{1,333 - 1,3309}{0,0004} = 5,25 \%$$

$$x_{10} = \frac{1,3321 - 1,3309}{0,0004} = 3,25 \%$$

$$x_{12} = \frac{1,332 - 1,3309}{0,0004} = 2,75 \%$$

- **Pada pH 7**

$$x_6 = \frac{1,3318 - 1,3309}{0,0004} = 2,25 \%$$

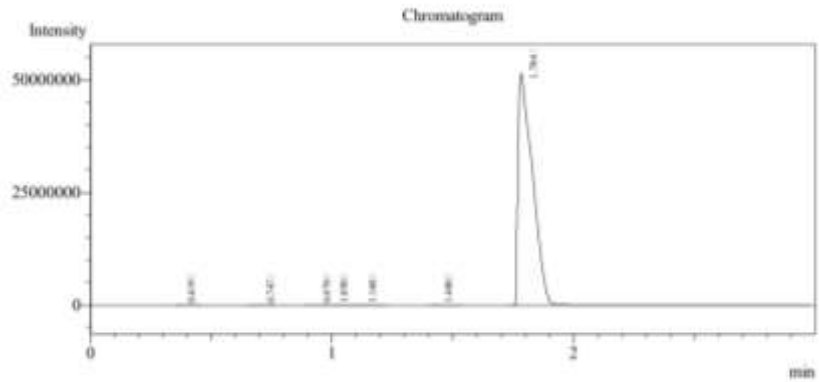
$$x_8 = \frac{1,3324 - 1,3309}{0,0004} = 3,75 \%$$

$$x_{10} = \frac{1,332 - 1,3309}{0,0004} = 2,75 \%$$

$$x_{12} = \frac{1,3319 - 1,3309}{0,0004} = 2,50 \%$$

Lampiran 15. Hasil Analisis Bioetanol dengan Menggunakan Kromatografi Gas

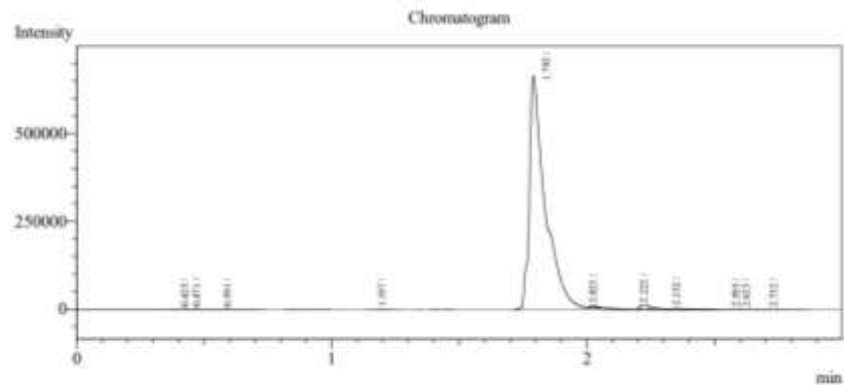
1. Data pengukuran etanol standar



Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	0.419	1564	381	0.000			
2	0.747	1543	330	0.000		V	
3	0.979	1071	265	0.000		V	
4	1.050	1685	347	0.000		V	
5	1.168	1150	374	0.000		V	
6	1.480	1666	315	0.000		V	
7	1.784	212291212	51050570	0.000		S	
Total		212299891	51052582				

2. Data pengukuran sampel



Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	0.425	1173	354	0.000			
2	0.471	2215	467	0.000		V	
3	0.591	1693	336	0.000		V	
4	1.197	1583	287	0.000			
5	1.792	2991601	664606	0.000		S	
6	2.023	12143	4927	0.000		T	
7	2.222	39811	12096	0.000		T	
8	2.352	14173	2764	0.000		TV	
9	2.583	1113	410	0.000		TV	
10	2.623	1714	565	0.000		TV	
11	2.732	1651	361	0.000		T	
Total		3068870	687173				

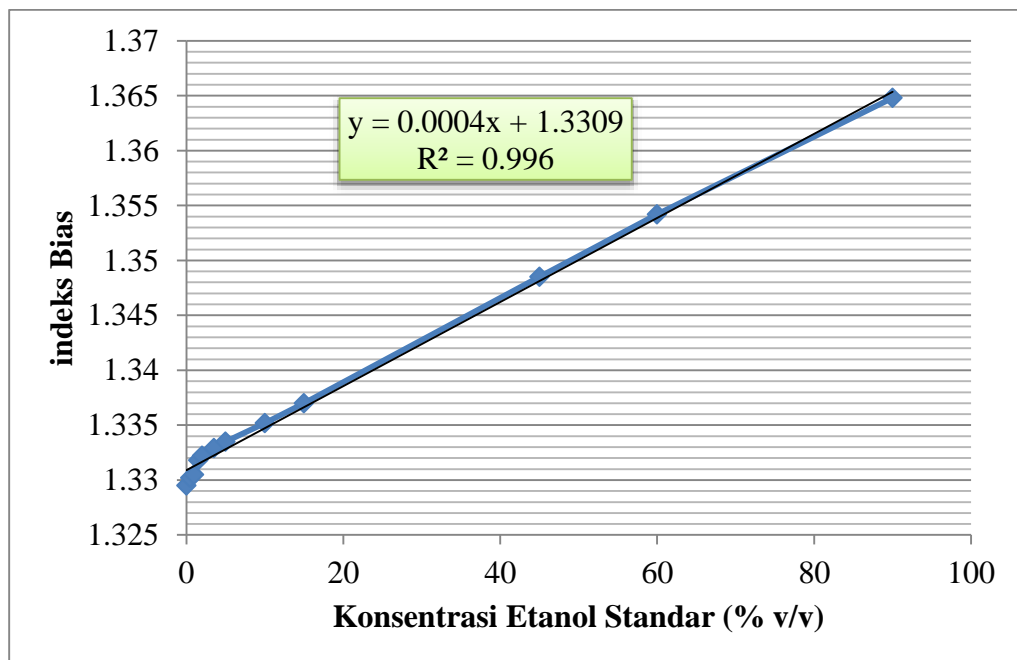
Lampiran 16. Pengukuran Kadar Bioetanol Hasil Produksi dengan Refraktometer

1. Data pengukuran indeks bias etanol standar dengan Refraktometer

- Data pengukuran indeks bias etanol standar

Konsentrasi (%v/v)	Indeks Bias
0	1,3295
0,5	1,3302
1	1,3305
1,5	1,3318
2	1,3322
3,5	1,3329
5	1,3335
10	1,3352
15	1,337
45	1,3485
60	1,3542
90	1,3648

- Grafik hubungan konsentrasi dan indeks bias etanol standar



2. Data pengukuran indek bias sampel dengan Refraktometer

- Data pengukuran indek bias etanol sampel

Pengukuran	Indek bias
1	1,3368
2	1,3370
3	1,3373
Rata-rata	1,3370

- Perhitungan konsentrasi sampel dengan persamaan regresi

$$y = 0,0004x + 1,3309$$

$$x = \frac{1,3370 - 1,3309}{0,0004} = 15,25 \%$$