

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Ilham, Suaib, Irwan dan Muhibin, 2007, *Budidaya Rumput Laut Metode Lepas Dasar Bersusun di Kabupaten Takalar*, Laporan Perekayasaan, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Balai Besar Budidaya Air Payau, Takalar.
- Alexopoulos, C. J. dan C. W. Mims, 1979, *Introductory Micology*, Third Edition John Willey and Sons, New York.
- Alfena, 2008, *Produksi Etanol Menggunakan Mutan Zymomonas mobilis yang Dimutasi dengan Hidroksilamin*, Skripsi tidak diterbitkan, ITS, Surabaya.
- Anggadiredja, J. T., Zatnika, H., Purwoto dan Istini, 2006, *Rumput Laut Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*, Jakarta.
- Anindyawati, T., 2009, *Prospek Enzim dari Limbah Lignoselulosa untuk Produksi Bioetanol*, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI, Bogor.
- Afrianto, E. dan Liviawati, E., 1989, *Budidaya Rumput Laut dan Cara Pengolahannya*, PT Bhratara Niaga Media, Jakarta.
- Aslan, L., 1998, *Budidaya Rumput Laut*, Yogyakarta: Kanisius.
- Atmajdja, Kadi, Sulistidjo dan Rachmaniar, 1996, *Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut Indonesia*, Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta.
- Buana, F. C., 2009, *Pembuatan Bioetanol dari Singkong (*Manihot Utilissima Pohl*) melalui Proses Fermentasi*, Universitas Muhamadiyah, Malang, (online), <http://eprints.umm.ac.id/5519/>, diakses 26 Februari 2011.
- Castro, P. dan M. E., Huber, 2003, *Marine Biology*, 4th ed. McGraw-Hill. Boston-USA, 468p.
- Chang, F., Kuo, W. dan Lee, K., 2003, Dehydrogenation of Ethanol Over Copper Catalyst On Rice Husk Ash Prepared By Incipient Wetness Impregnation, *Applied Catalysis*, **246** : 253-264.
- Darmajana, D. A., Rachmini, S., Edi, S., Fitri, W., Candro, S., Cecep, E., 2007, *Rumput Laut*, Penelitian Penguasaan Teknologi, Bogor.
- Datta, R., 1981, Acidogenic Fermentation of Lignocellulose-acid yield and Conversion of Components, *Biotechnology and Bioengineering*, **23** (9) : 2167-2170.

- Davin, L. B., Lewis, N. G., 2005, Lignin Primary Structures and Dirigent sites, *Current Opinion in Biotechnology*, **16** : 407-415.
- Davis, L., dkk., 2006, Evaluation of Zymomonas-based ethanol production from hydrolised waste starch stream, *Biomass and bioenergy*, **30** : 809-814.
- Dawes, C. J. 1981. *Marine Botany*. Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Enari, T. M., 1983, *Microbial Enzymatic and Biotechnology*, W. M. Fogarty (ed), *Applied Science*, London.
- Evan, S., 2006, *Alga laut sebagai Biotarget Industri*, FMIPA, Universitas Lampung.
- Fengel D. dan Wegener, 1995, *Kayu Kimia Ultra Struktur Reaksi-reaksi*, Gadjah Mada University Pers, Yogyakarta.
- Franvius, M., 2009, *Wawasan Nusantara*, (online), <http://martias-db21.blogspot.com/2010/03/wawasan-nusantara.html>, diakses 26 Februari 2011.
- Frazier, W. C. dan D. C. Westhoff, 1981, *Food Microbiology*, McGraw Hill, Published Co. Ltd., New Delhi.
- Ghori, M. I., 2001, *Production and Kinetic Study of Cellulose from Agricultural Wastes*, Tesis untuk filosofi doctor Kimia.
- Gunasekaran, P., dan Raj, K. C., 1999, Fermentation Technology-*Zymomonas mobilis*, Departement of microbial Technology, *School of Biological Sciences*, Mandurai Kamaraj University, India.
- Gumay, M. H., Suhartono, dan Aryawati, 2002, *Distribusi dan Kelimpahan Rumput Laut di Pulau Karimunjawa*, Semarang.
- Hanny, S. H., 2009, *Penentuan pH Optimum dalam Produksi Bioetanol dengan Menggunakan Zymomonas mobilis ATCC 19088*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya, Surabaya.
- Harvey F. 2009. *Produksi bioetanol dari limbah Karegenan*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Insitut Pertanian Bogor.
- Herawati, R. A., 2011, *Pemanfaatan Buah Nanas sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Imamah, A., 2006, *Pemanfaatan Sari Buah Pisang sebagai Substrat untuk Pembuatan etanol dengan Menggunakan Zymomonas mobilis*, Tesis tidak diterbitkan, ITS, Surabaya.
- Jalaluddin dan Risal S., 2003, *Pembuatan Pulp dan Jerami Padi dengan Menggunakan Natrium Hidroksida*, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Mallikulsaleh, Lhoksumawe.
- Joedodibroto, R. dan Pangalila, W. T., 1977, Pulp Rendamen Tinggi Albazia falcata dan Pemutihannya dengan Hidrogen Peroksida, *Berita Selulosa*, **XIII** (4).
- Judoamidjojo, M., A., Darwis, Gumbira, 1990, *Teknologi Fermentasi*, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kadi, A., 2004, Potensi Rumput Laut di beberapa Perairan Pantai Indonesia, *Oseana*, **XXIX** (4) : 25 – 36.
- Kennedy, J. F. dan Philips G. O., 1985, *Cellulose and Derivates*, John Wiley and Sons, New York.
- Khamdiyah, N., 2010, *Pembuatan Etanol dari Alga Merah jenis Eucheuma spinosum dengan Sakarifikasi dan tanpa Sakarifikasi pada Variasi Lama Fermentasi*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri, Malang.
- Kim G. S. Myung, K. S., Kim Y. J. Oh K. K, Kim J. S, Ryu H. J, dan Kim K. H, 2007, *Methode of Producing Biofuel Using Sea Algae*, Seoul, World Intelectual Property Organization
- Lehninger, A. H., 1995, *Dasar-dasar biokimia*, Erlangga, Jakarta.
- Mandels, M., 1982, *Cellulases*, Dalam Tsao, G. Annual Reports on Fermentation, Processes, 5, Academic Press, New York.
- Mushlihah, S., dan Harumurti, W., 2011, *Pengaruh pH dan konsentrasi Zymomonas mobilis untuk produksi bioetanol dari sampah buah jeruk*, Prosiding Skripsi Semester Genap2010/2011, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nurcholis M dan Sumarsih S. 2007. *Jarak Pagar dan Pembuatan Biodiesel*. Yogyakarta: Kanisius.
- Patle, S., Lal, B., 2007, Ethanol Production from Hydrolized Agricultural Wastes using Mixed Culture of Zymomonas mobilis and Candida Tropicals, *Biotechnol Lett*, **29** (12) : 1839-43.

- Pancasning, P.H., 2008, *Produksi Etanol Menggunakan Zymomonas mobilis yang Amobilisasi dengan Agarosa*, FMIPA, ITS.
- Pelczar, M. J. dan R. D. Reid, 1974, Microbiology, McGrow Hill Book Company, New York.
- Poedjadi, A., 1994, Dasar-dasar Biokimia, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Poncomulyo, T., 2006, *Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut*, Agromedia, Pustaka, Jakarta.
- Riyanti, E. I., 2009, Biomassa sebagai Bahan Baku Bioetanol, *Jurnal Litbang Pertanian*, **28** (3) : 101-110.
- Ruso, S., 2011, *Pembuatan Bioetanol dari Batang Rumput Gajah (Pennisetum purpureum Schumach) dengan Sistem Fermentasi Simultan menggunakan Bakteri Clostridium acetobutylicum*, Tesis tidak diterbitkan, Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar
- Sari, N. K., 2009, Produksi Bioethanol dari Rumput Gajah secara Kimia, *Jurnal Teknik Kimia*, **4** (1) : 265-273.
- Selig, M. J., Todd, B., Vinzant, T. B., Himmel, M. E., Decker, S. R., 2009, The Effect of Lignin Removal by Alkaline Peroxide Pretreatment on The Susceptibility of Corn Stover to Purified Cellulolytic and Xylanolytic Enzymes, *Appl Biochem Biotechnol*.
- Shaw, J., 2006, *Consolidated Bioprocessing an Alternate Method for Lignocellulose Processing Executive Office of a Environmental Affairs Workshop Thayer School of Enggineering Dartmouth College*, Hanover, NH Lynd Lab, Thayer School of Enggineering and The University of Stellenbosch, South Africa.
- Sinulingga, M., dan Darmanti, S., 2006. Kemampuan Mengikat Air oleh Tanah Pasir yang Diperlukan dengan Tepung Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*. Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan, Jurusan Biologi, FMIPA UNDIP.
- Soeprijanto, Ratnaningsih, T., dan Prasetyaningrum, I., 2007, *Biokonversi Selulosa dari Limbah Tomngkol Jagung menjadi Glukosa menggunakan Jamur Aspergillus Niger*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITS, Surabaya.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1984, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta.

- Sukumaran, R.K., . (2008), Cellulase Production Using Biomassa Feed Stock and Its Application in Lignocellulosa Saccharification for Bioethanol Production, *Renewable Energy*, **30** : 1-4.
- Sun, Y., 2002, *Enzymatic Hydrolysis of Rye Straw and Bermudagrass for Ethanol Production*, Dissertation for the Degree of Doctor of Phylosophy, Departement of Biological and Agricultural Enggineering, North Carolina State University, North Carolina.
- Sunarto, 2003, *Potensi Nutrisi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Sumber Bahan Pakan*, Skripsi tidak diterbitkan, Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Suriawiria, U. 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. PT. Alumni. Bandung.
- Suwirta, I. W., 2009, Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit, *Jurnal Kimia*, **3** (1) : 1-6
- Syakir, 2010, Prospek dan Kendala Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai Bahan Bakar Nabati di Indonesia, *Perspektif*, **9** (2) : 55 – 65.
- Taherzadeh, M. J. dan Karimi, Keikhosro, 2008, Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas production: A Review, *International Journal of Molecular Sciences*, **9** : 1621-1651.
- Tanaka, K. Hilary, Z. D., dan Ishizaky, 1999, A Investigation of the Utility of Pineapple Juice and Pineapple Waste Material as Low-Cost Substrate for Ethanol Fermentation by *Zymomonas mobilis*, *J.Biosci Bioeng*, **87** (5) : 642-646.
- Tripetchkul, S., Tonokawa, M., dan Ishizaki, A., 1992, Ethanol Production by *Zymomonas mobilis* Using Natural Rubber Waste as a Nutritional Source, *Journal Fermentation and Bioengineering*, **74** (6) : 384-388.
- Triwisari, D. A., Ulfana P. D., 2009, *Potensi Limbah Industri Rumput Laut sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Bioetanol di Indonesia*, Program Kreativitas Mahasiswa, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Usman, H., 2013, *Dasar-dasar Kimia Organik Bahan Alam*, Dua Satu Press, Makassar.
- Volk, T. J., 2004, *Trichoderma viride, The Dark Green Parasitic Mold and Maker of Fungal-Digested*, (Online), http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi.html., diakses 28 Februari 2011.

Widaryanto, E., 2008, *Kajian Komprehensif Tanaman Jarak Pagar (Jatropha curcas L) dalam Upaya Peningkatan Hasil dan Pemanfaatannya*, Disertasi tidak diterbitkan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Winarno, F.G., 1985, *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia, Jakarta.

Wirahadikusumah, M., dan Madayanti, F., 1990, *Teknologi Enzim*, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, ITB, Bandung.

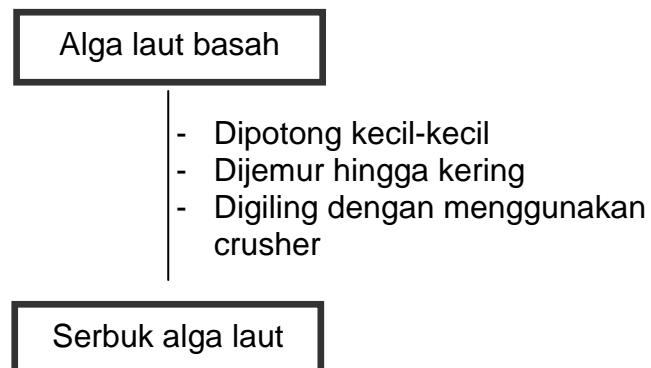
Wyman, C. E., 1999, Biomass Ethanol: Technical Progress, Opportunities, and Comercial Challenges, *Annual Review of Energy and The Environment*, **24** :189-226.

Yeoman, C. J., Han, Y., Dodd, D., Schroeder, C. M., Mackie R. I., Cann, I. K., 2010, Thermostable Enzymes as Biocatalysts in the Biofuel Industry, *Applied Microbiology*, **70** : 1-55.

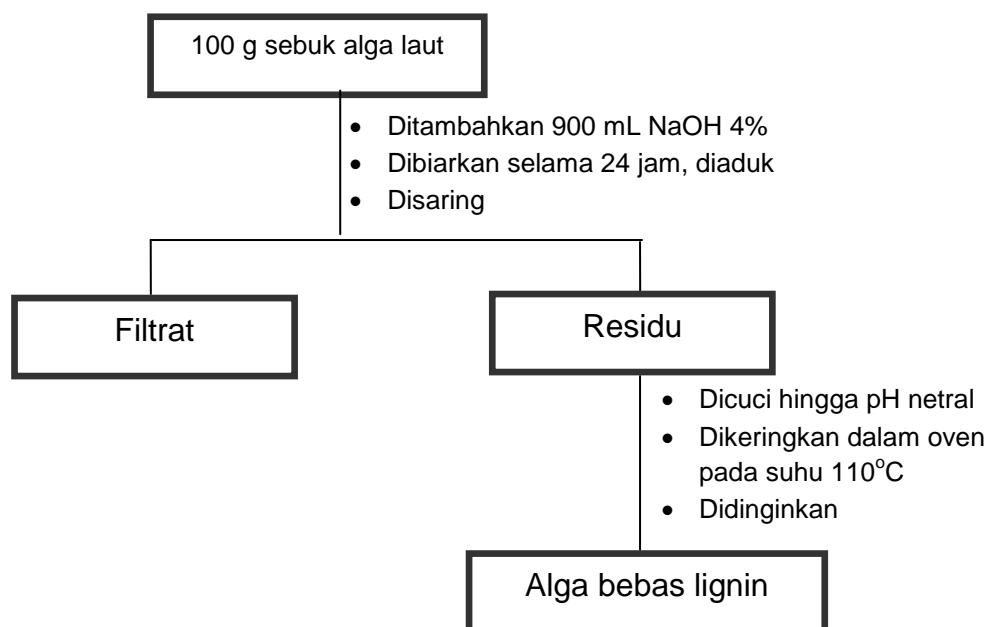
Yuliar, 2003, Peningkatan produksi iturin A sebagai biofungisida dengan menggunakan *Bacillus subtilis* RB14 –CS, *Biodiversitas*, **9** : 99-104.

Yulneriwarni, Noverita, Sari, I. M., 2008, Pemanfaatan Jerami Padi dan Alang-alang dalam Fermentasi Etanol menggunakan Kapang *Trichoderma viride* dan Khamir *Saccharomycess cerevisiae*, *Vis Vitalis*, **1** (2) : 55-62.

Lampiran 1. Skema persiapan bahan baku



Lampiran 2. Skema kerja proses delignifikasi alga laut



Lampiran 3. Data penentuan kadar air alga merah sebelum proses delignifikasi

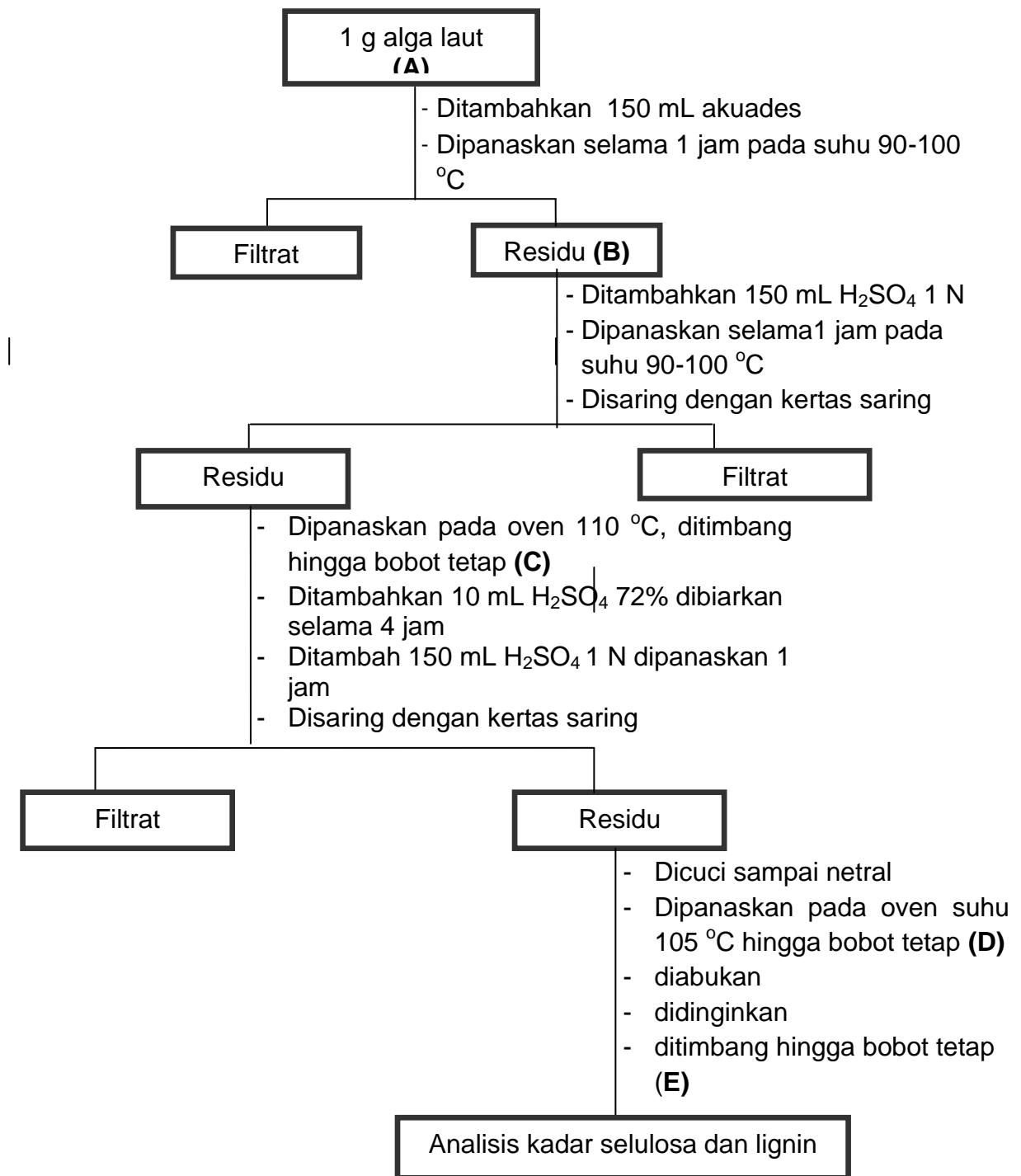
Jenis sampel	Berat Sampel (g)	Berat Residu (g)	Berat air	Kadar air (%)
<i>Gracilaria verrucosa</i>	1,0023	0,9100	0,0923	9,23
<i>Eucheuma cotonii</i>	1,0031	0,9075	0,0956	9,56

Lampiran 4. Data penentuan kadar air alga merah setelah proses delignifikasi

Jenissampel	Berat sampel	Berat Residu	Berat air	Kadar air (%)
<i>G. verrucosa</i>	1,0012	0,9125	0,0887	8,87
<i>E. cotonii</i>	1,0018	0,9143	0,0875	8,75

$$\text{Kadar air} = (\text{berat sampel} - \text{berat residu}) \times 100\% \quad \dots \dots \dots (10)$$

Lampiran 5. Skema kerja penentuan kandungan lignin dan selulosa



Rumus penentuan kadar selulosa dan lignin

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{c-d}{a} \times 100\% \quad \dots\dots(2) \quad \text{Kadar lignin} = \frac{d-e}{a} \times 100\% \dots\dots(3)$$

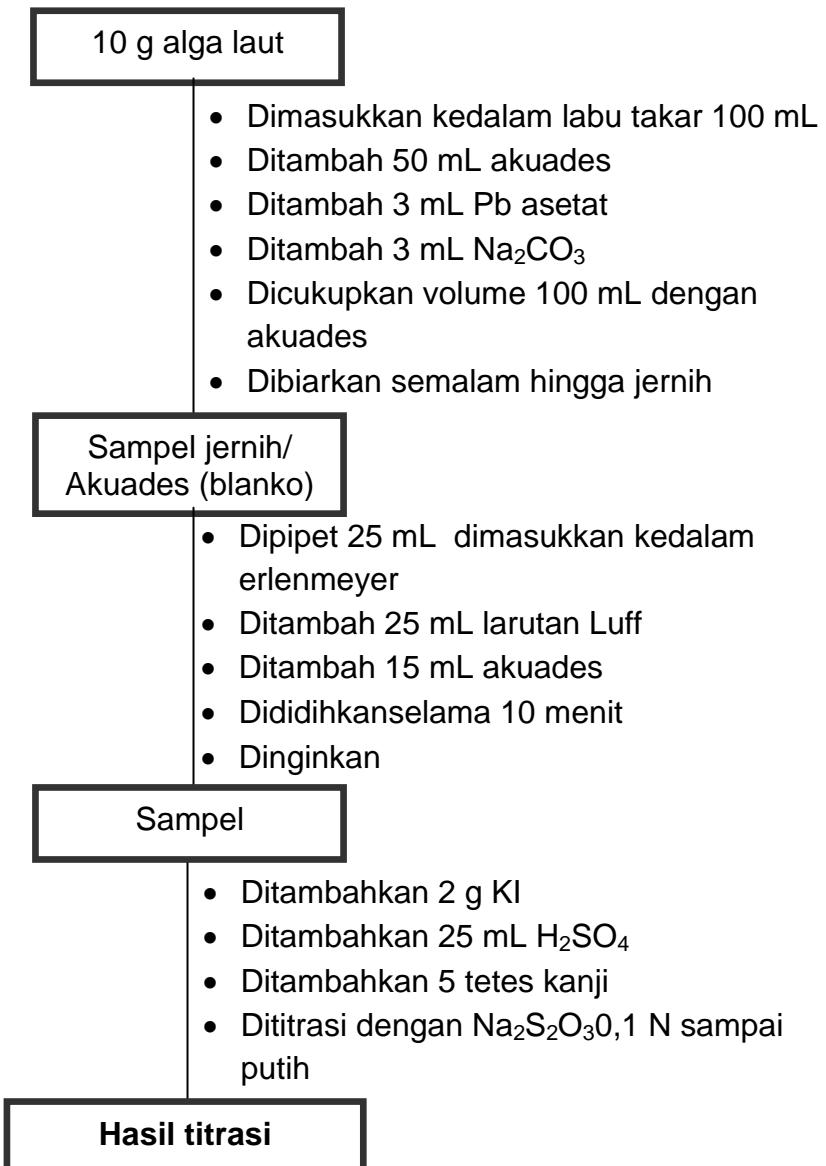
Lampiran 6. Data penentuan kadar selulosa dan lignin alga merah sebelum proses delignifikasi

Jenis sampel	Berat sampel (a)	Berat residu (c)	Berat residu (d)	Berat abu (e)	Kadar Selulosa (%)	Kadar Lignin (%)
<i>G. verrucosa</i>	1,0023	0,8921	0,8043	0,7218	8,76	8,23
<i>E. cotonii</i>	1,0005	0,7325	0,6582	0,5930	7,43	6,52

Lampiran 7. Data penentuan kadar selulosa dan lignin alga merah setelah proses delignifikasi

Jenis sampel	Berat sampel (a)	Berat residu (c)	Berat residu (d)	Berat abu (e)	Kadar Selulosa (%)	Kadar Lignin (%)
<i>G. verrucosa</i>	1,0035	0,9872	0,8563	0,8178	13,04	3,84
<i>E. cotonii</i>	1,0421	0,9345	0,8354	0,7987	9,51	3,52

Lampiran 8. Penentuan gula reduksi Metode Luff-Schoorl



$$\text{Konsentrasi Gula pereduksi (\%)} = \frac{(v \text{ tit. blanko} - v \text{ tit.sampel}) \times fp}{mg \text{ sampel}} \times 100 \%$$

Volume Na-tiosulfat yang diperoleh kemudian dicocokkan dengan daftar Luff (Lampiran 12) untuk mengetahui kadar gula reduksinya.

Lampiran 9. Standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N (larutan penitrasasi gula reduksi)

No	Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	Volume KIO_3 (mL)
1	39,7	0,14
2	35	0,14
3	42,7	0,14
Rata-rata	39,17	0,14

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{mL \text{ KIO}_3}{BM \text{ KIO}_3 \times mL \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times 1000 = \frac{0,14}{35,67 \times 39,17} \times 1000 =$$

0,1 N.....(11)

Jadi normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sesungguhnya = 0,1 N

Lampiran 10. Hasil titrasi blanko metode Luff Schroat

No	Volume akuades(mL)	Volume titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)
1	25	9,26
2	25	9,48
Rata-rata	25	9,37

Lampiran 11. Hasil titrasi gula reduksi pada sampel alga merah metode Luff Schroat

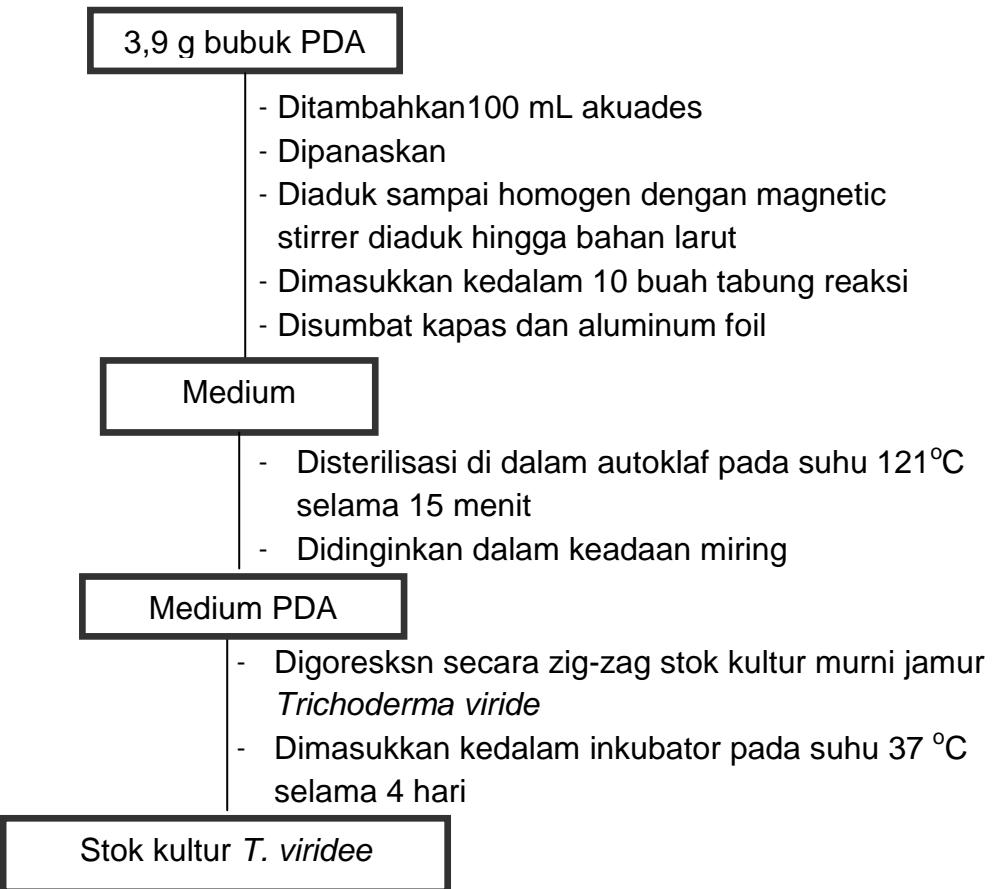
Jenis Sampel	Volume titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pada blanko (mL)	Volume titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pada sampel (mL)	% kadar gula reduksi
Gracilaria verrucosa	9,37	9,56	Tidakada
Eucheuma cotonii	9,37	9,47	Tidakada

Lampiran12. Daftar Penetapan Kadar Gula menurut Luff-Schoorl

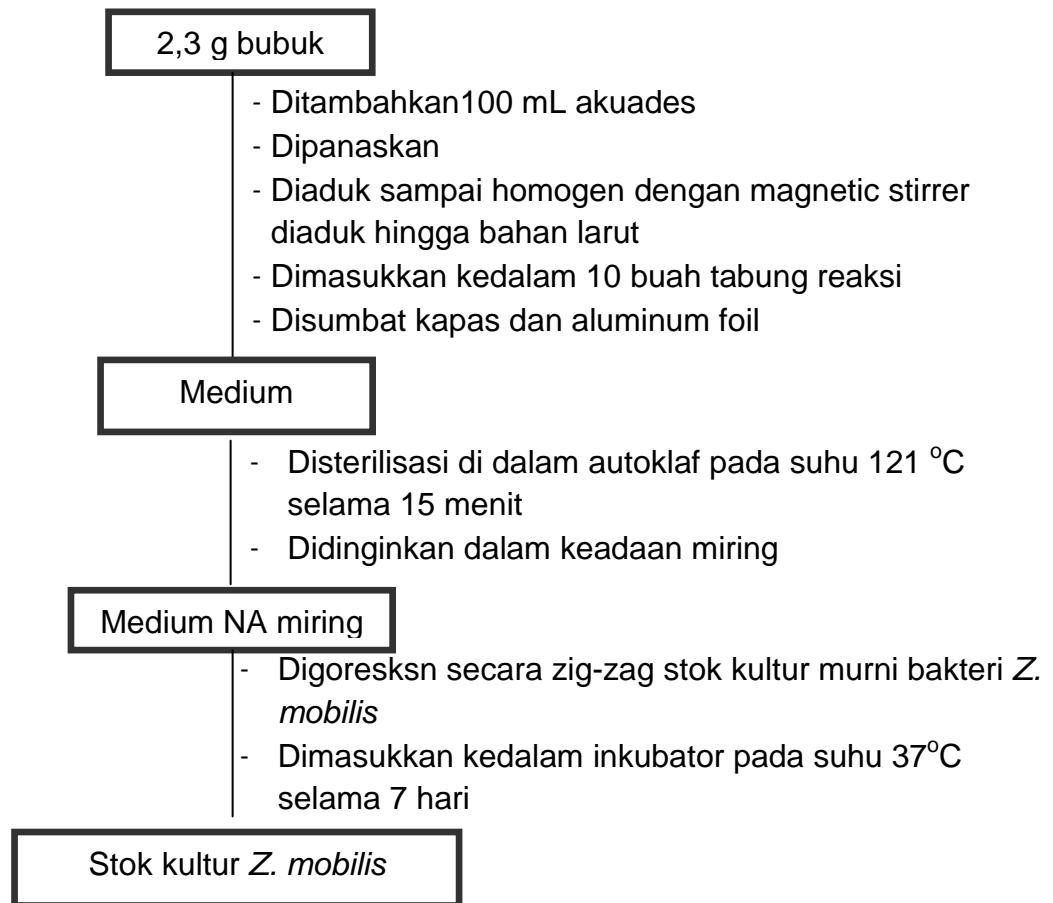
Volume Na-Tiosulfat (mL)	Glukosa, fruktosa, gula invert (mg C ₆ H ₁₂ O ₆)
1	2,4
2	4,8
3	7,2
4	9,7
5	12,2
6	14,7
7	17,2
8	19,8
9	22,4
10	25,0
11	27,6
12	30,3
13	33,0
14	35,7
15	38,5
16	41,3
17	44,2
18	47,1
19	50,0
20	53,0
21	56,0
22	59,1
23	62,2

(Sumber: SNI 3547.1:2008 bagian B.5)

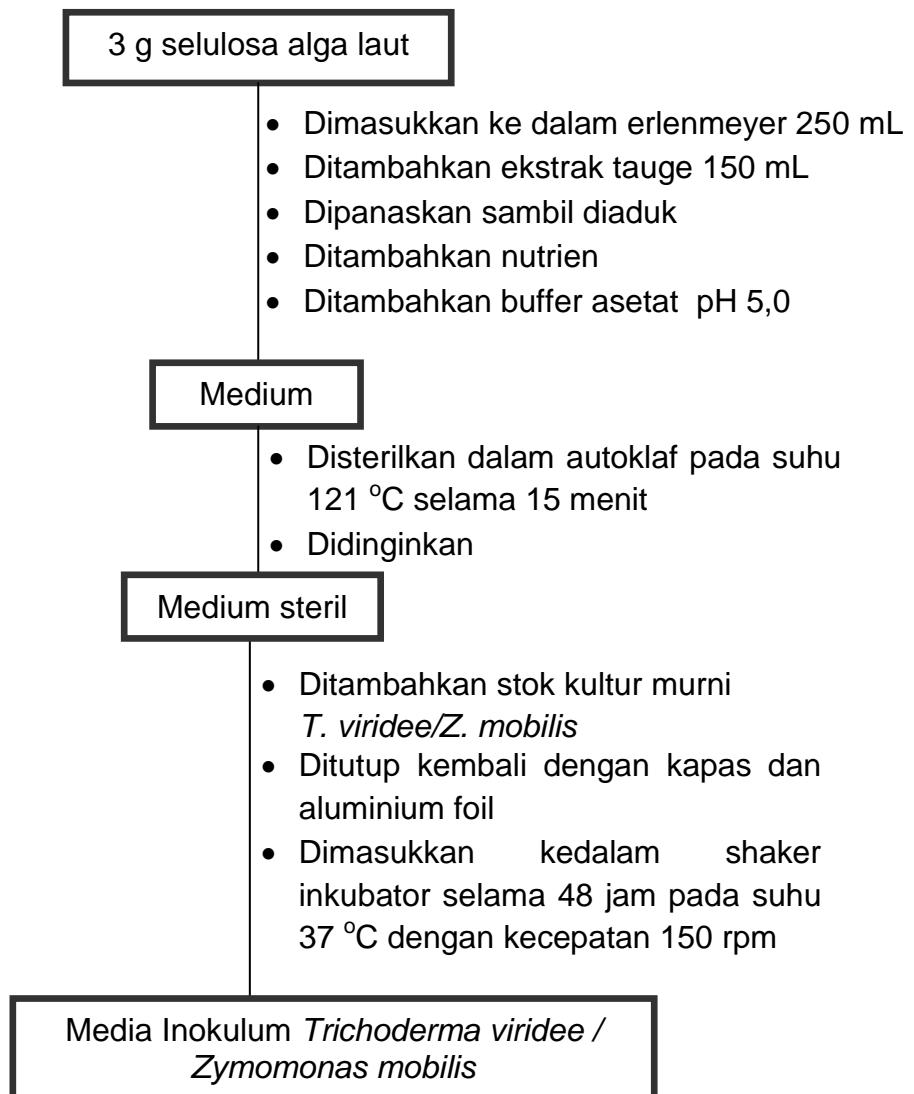
Lampiran 13. Skema kerja peremajaan jamur *T. viride* pada media Potato Dextrose Agar (PDA)



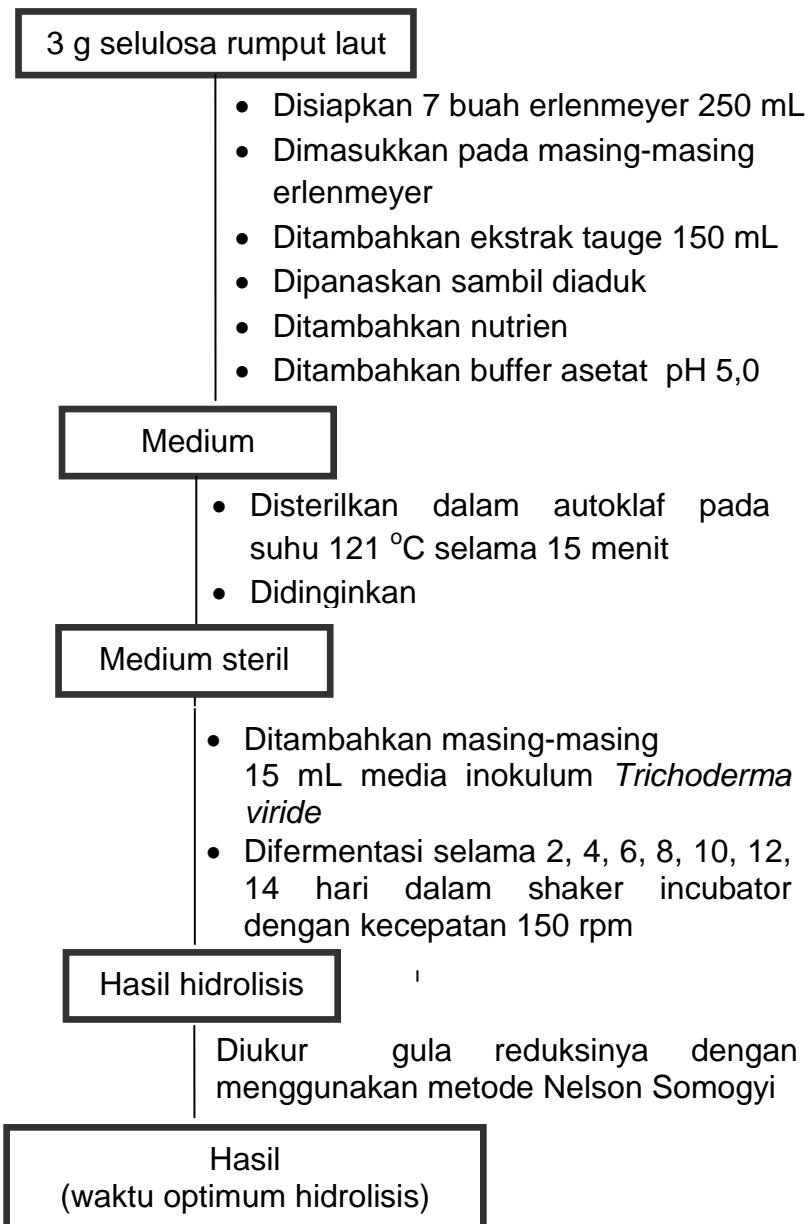
Lampiran 14. Skema kerja peremajaan bakteri *Z. mobilis* pada media Nutrien Agar (NA)



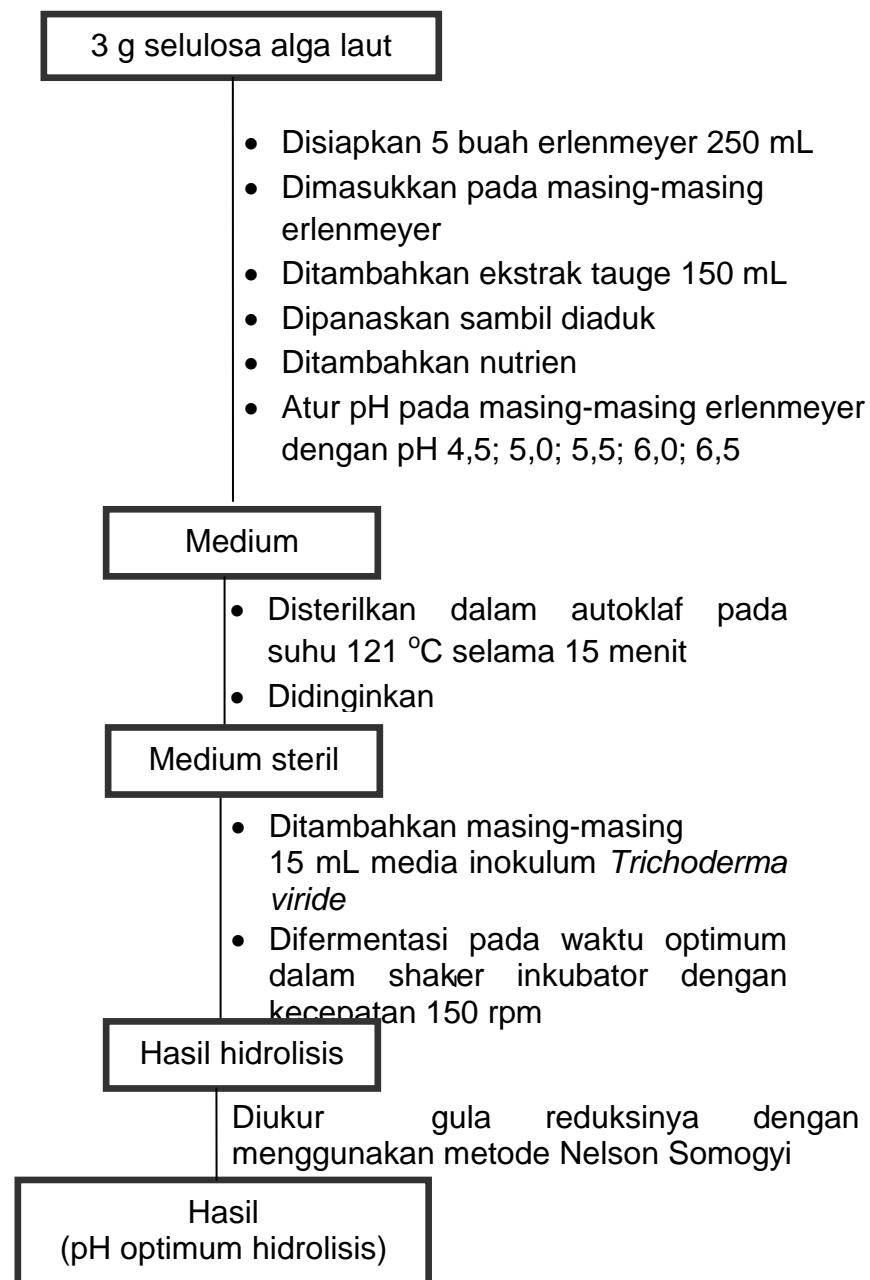
Lampiran 15. Pembuatan Media inokulum *T. viride* / *Z. mobilis*



Lampiran 16. Skema penentuan waktu optimum hidrolisis *T. viride*



Lampiran 17. Skema penentuan pH optimum hidrolisis *T. viride*



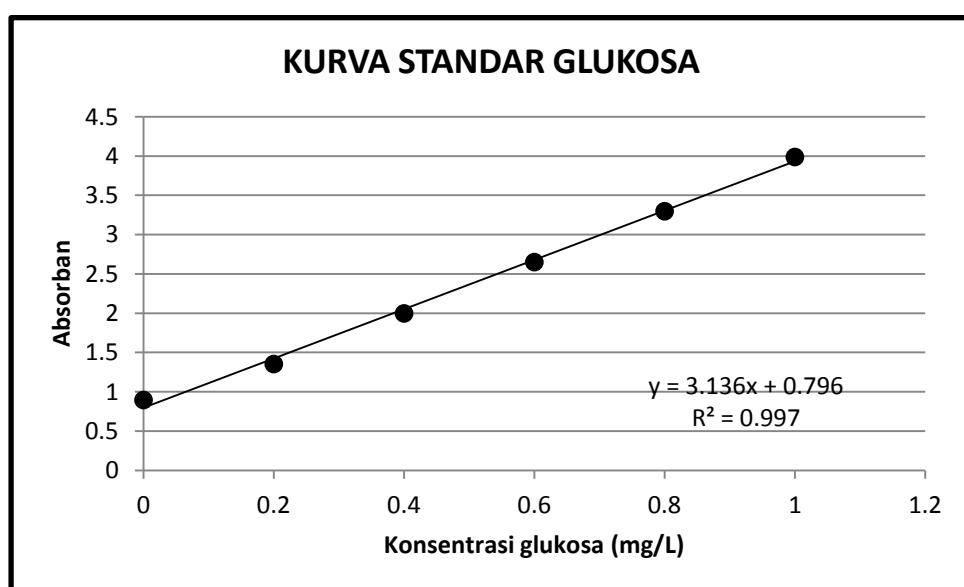
Lampiran18. Pembuatan larutan standar glukosa 10 mg/L

Sebanyak 0,11 g glukosa monohidrat dilarutkan dalam air hingga 100 mL, ini merupakan larutan standar dengan konsentrasi 10 mg/L. Dari larutan standar ini dibuat 6 kali pengenceran dengan komposisi campuran larutan dalam penentuan konsentrasi gula reduksi. Pembuatan larutan standar glukosa 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mg/mL dari 10 mg/L.

No	Konsentrasi standar glukosa (mg/L)	Volume campuran	
		Standar glukosa 10 mg/L (mL)	Akuades (mL)
1	0,0	0,0	10
2	0,2	0,2	9,8
3	0,4	0,4	9,6
4	0,6	0,6	9,4
5	0,8	0,8	9,2
6	1,0	1,0	9,0

Lampiran 19. Kurva kalibrasi standar glukosa

Konsentrasi standar glukosa (mg/L)	Absorban
0	0,896
0,2	1,354
0,4	1,998
0,6	2,651
0,8	3,299
1	3,989



Contoh perhitungan:

Dari kurva diperoleh persamaan regresi $y = 3,136x + 0,796$(12)

dimana y = absorban

dan x = konsentrasi glukosa (mg/L)

Jika diketahui pada hari ke-6 absorban sampel *G. verrucosa* pada pH 5,0 sebesar 1,896. Maka konsentrasi glukosanya:

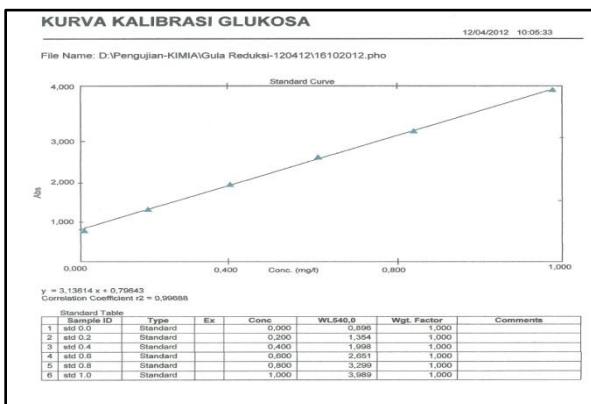
$$\begin{aligned}
 \text{Kadar bioetanol } G. verrucosa (x) &= (y - 0,796) / 3,136 \\
 &= (1,896 - 0,796) / 3,136 \\
 &= 0,350765 \text{ (pengenceran 100x)} \\
 &= 35,08 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Lampiran 20. Penentuan kadar glukosa metode Nelson Somogyi pada kondisi optimum proses hidrolisis oleh jamur *T. viride*

Jenis alga merah	Waktu hidrolisis	Absorban	Konsentrasi gula reduksi sebelum pengenceran (mg/L)	Konsentrasi gula reduksi pengenceran 100x (mg/L)
Gracilaria verrucosa	2	1,116	0,1022	10,22
	4	1,574	0,2482	24,82
	6	1,896	0,3508	35,08
	8	1,434	0,2034	20,34
	10	1,350	0,1767	17,67
	12	1,296	0,1593	15,93
	14	1,079	0,0902	9,02
Eucheuma cotonii	2	1,106	0,0987	9,87
	4	1,176	0,1211	12,11
	6	1,438	0,2048	20,48
	8	1,364	0,1812	18,12
	10	1,252	0,1454	14,54
	12	1,113	0,1012	10,12
	14	1,043	0,0789	7,89

Jenis alga merah	pH hidrolisis	Absorban	Konsentrasi gula reduksi sebelum pengenceran (mg/L)	Konsentrasi gula reduksi pengenceran 100x (mg/L)
Gracilaria verrucosa	4,5	1,121	0,1035	10,35
	5,0	1,789	0,3168	31,68
	5,5	2,059	0,4028	40,28
	6,0	1,601	0,2567	25,67
	6,5	1,196	0,1274	12,74
Eucheuma cotonii	4,5	1,186	0,1245	12,45
	5,0	1,385	0,1878	18,78
	5,5	1,608	0,2590	25,90
	6,0	1,320	0,1672	16,72
	6,5	1,130	0,1066	10,66

Lampiran 21. Data hasil analisa kadar gula reduksi pada spektrofotometer UV VIS



HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

12/04/2012 10:34:21

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-120412\16102012.pho

Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc.	WL540,0	Comments
1 Gra 2 hari	Unknown		0,1022	1,116	
2 Eco 2 hari	Unknown		0,0987	1,106	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

14/04/2012 11:02:41

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-140412\16102012.pho

Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1 Gra 4 hari	Unknown		0,2482	1,574	
2 Eco 4 hari	Unknown		0,1211	1,178	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

16/04/2012 09:42:25

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-160412\16102012.pho

Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1 Gra 6 hari	Unknown		0,3508	1,896	
2 Eco 6 hari	Unknown		0,2048	1,438	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

18/04/2012 13:21:43

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-180412\16102012.pho

Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1 Gra 8 hari	Unknown		0,2034	1,434	
2 Eco 8 hari	Unknown		0,1812	1,364	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

22/04/2012 11:23:31

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-220412\16102012.pho

Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1 Gra 12 hari	Unknown		0,1593	1,296	
2 Eco 12 hari	Unknown		0,1012	1,113	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Lampiran 21. Data hasil analisa kadar gula reduksi pada spektrofotometer UV VIS (Lanjutan)

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

22/04/2012 11:23:31

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-220412\16102012.pho

Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1	Gra 12 hari	Unknown		0,1593	1,296	
2	Eco 12 hari	Unknown		0,1012	1,113	
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

24/04/2012 09:20:52

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-240412\16102012.pho

Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1	Gra 14 hari	Unknown		0,0902	1,079	
2	Eco 14 hari	Unknown		0,0789	1,043	
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

16/05/2012 10:43:13

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-160512\16102012.pho

Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1	Eco pH 4,5	Unknown		0,1245	1,186	
2	Eco pH 5	Unknown		0,1878	1,385	
3	Eco pH 5,5	Unknown		0,2590	1,608	
4	Eco pH 6	Unknown		0,1672	1,320	
5	Eco pH 6,5	Unknown		0,1068	1,130	
6						
7						
8						
9						

HASIL PENGUJIAN GULA REDUKSI

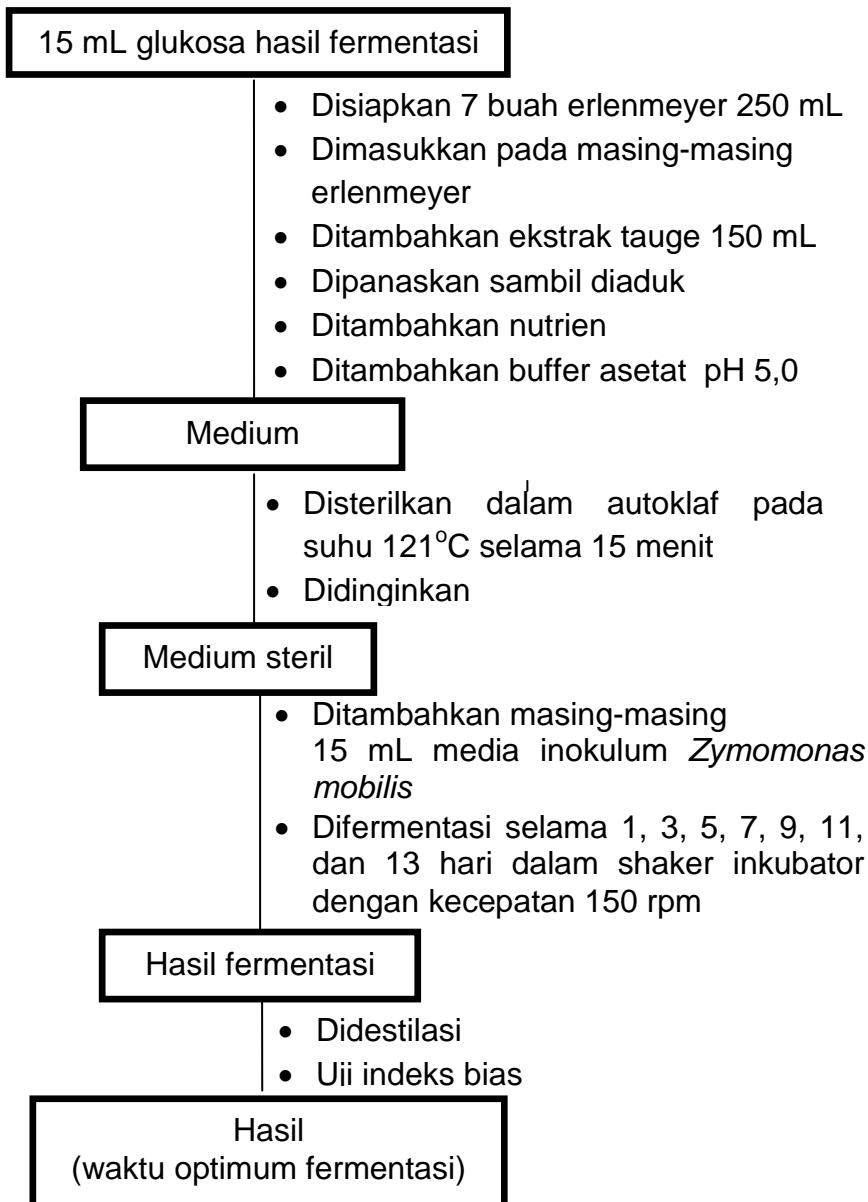
07/05/2012 13:34:21

File Name: D:\Pengujian-KIMIA\Gula Reduksi-070512\16102012.pho

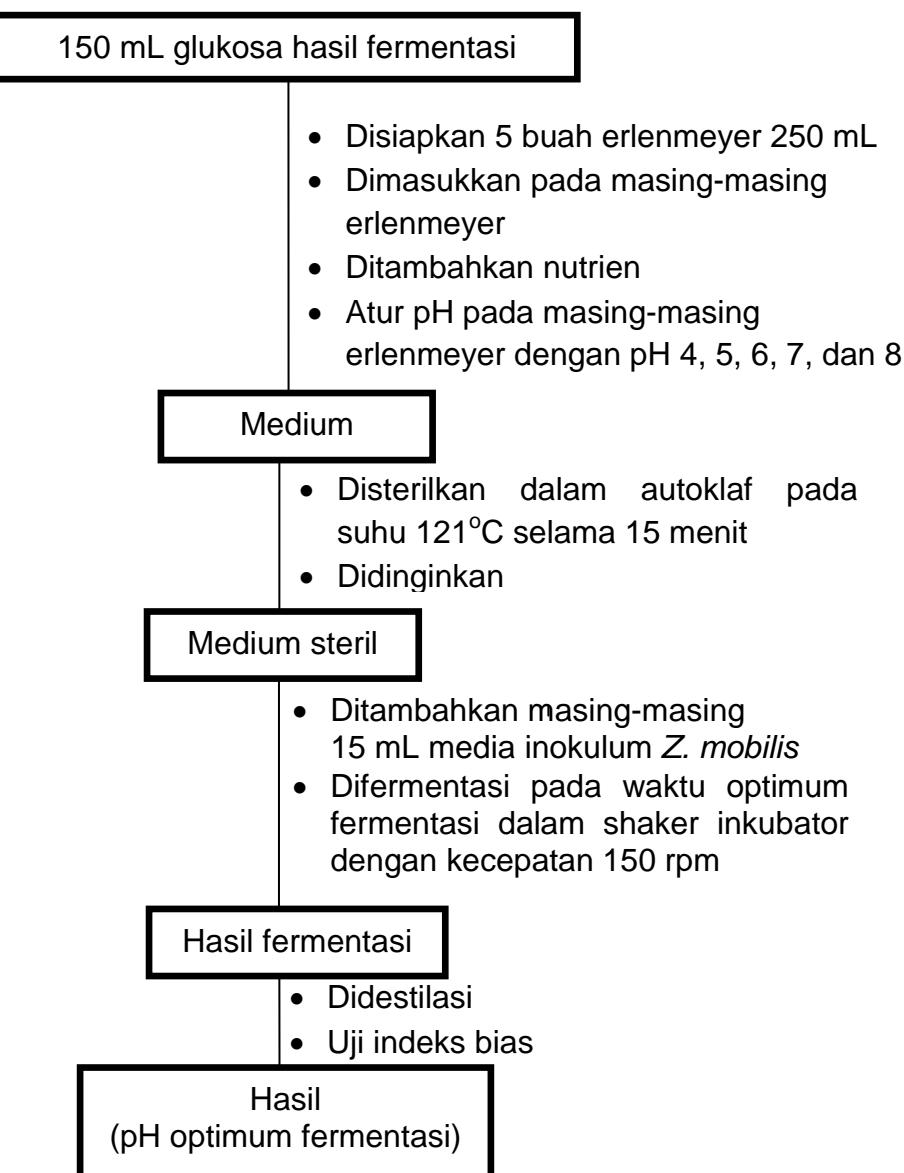
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1	Gra pH 4,5	Unknown		0,1035	1,121	
2	Gra pH 5	Unknown		0,3168	1,789	
3	Gra pH 5,5	Unknown		0,4028	2,059	
4	Gra pH 6	Unknown		0,2567	1,601	
5	Gra pH 6,5	Unknown		0,1274	1,196	
6						
7						
8						
9						

Lampiran 22. Skema penentuan waktu optimum fermentasi *Z. mobilis*



Lampiran 23. Skema penentuan pH optimum fermentasi *Z. mobilis*



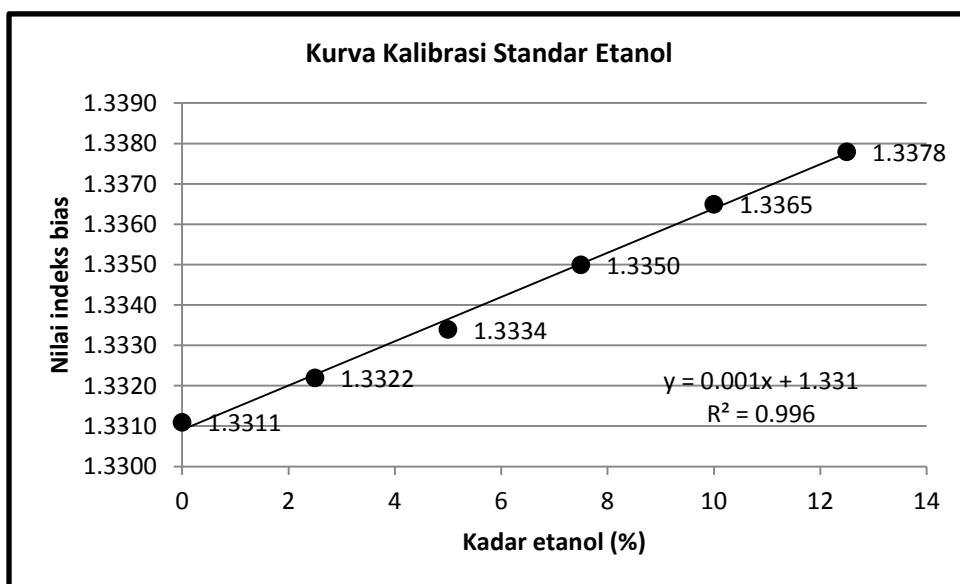
Lampiran 24. Pembuatan larutan standar etanol untuk penentuan indeks bias

Komposisi campuran larutan dalam penentuan indeks bias standar etanol. Pembuatan larutan standar etanol 0 %; 2,5 %; 5 %; 7,5 %; 10 %; 12,5%

No	Konsentrasi standar etanol (%)	Volume campuran	
		Etanol murni (mL)	Akuades (mL)
1	0,0	0	1,000
2	2,5	0,025	0,975
3	5,0	0,050	0,950
4	7,5	0,075	0,925
5	10,0	0,100	0,900
6	12,5	0,125	0,875

Lampiran 25. Kurva kalibrasi standar etanol vs indeks bias

Konsentrasi standar etanol (%)	Nilai indeks bias
0,0	1,3311
2,5	1,3322
5,0	1,3334
7,5	1,3350
10,0	1,3365
12,5	1,3378



Contoh perhitungan:

Dari kurva diperoleh persamaan regresi $y = 0,001x + 1,331$(13)

dimana y = indeks bias,

dan x = kadar etanol pada sampel

Jika diketahui pada hari ke-7 nilai indeks bias sampel *G. verrucosa* pada pH 5,0 sebesar 1,3506. Maka kadar bioetanolnya:

$$\text{Kadar bioetanol } G. verrucosa (x) = (y - 1,331) / 0,001$$

$$= (1,3506 - 1,331) / 0,001$$

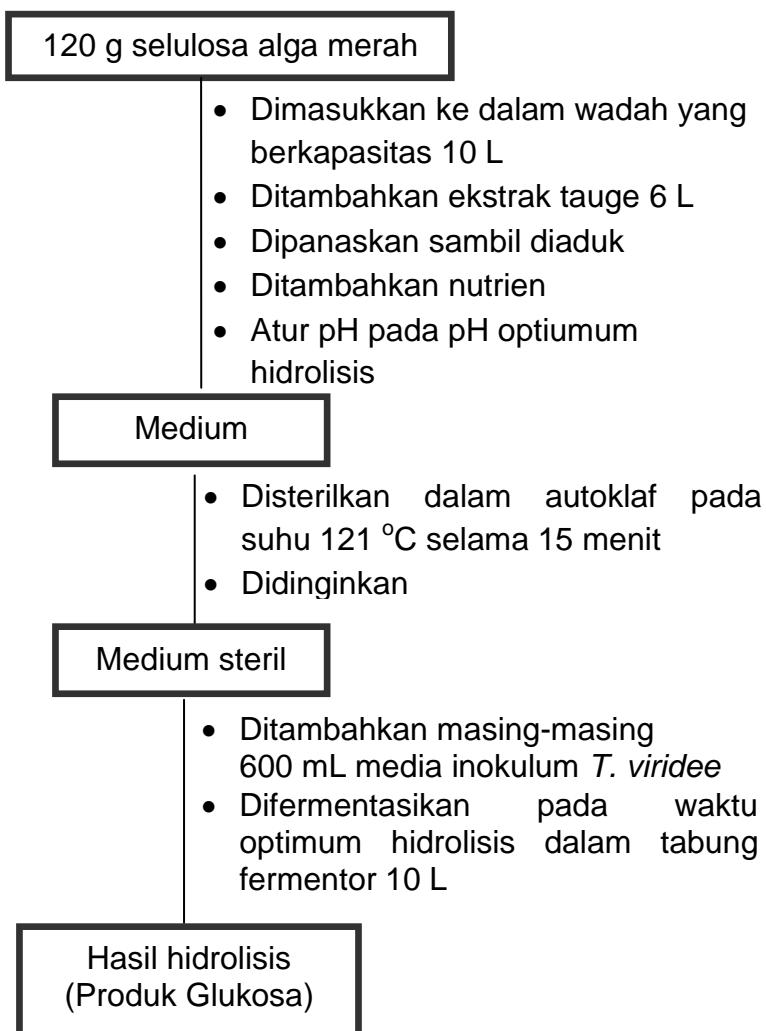
$$= 19,56\%$$

Lampiran 26. Data penentuan kondisi optimum fermentasi berdasarkan nilai indeks bias bioetanol hasil fermentasi pada variasi pH dan waktu fermentasi dari *Z. mobilis*

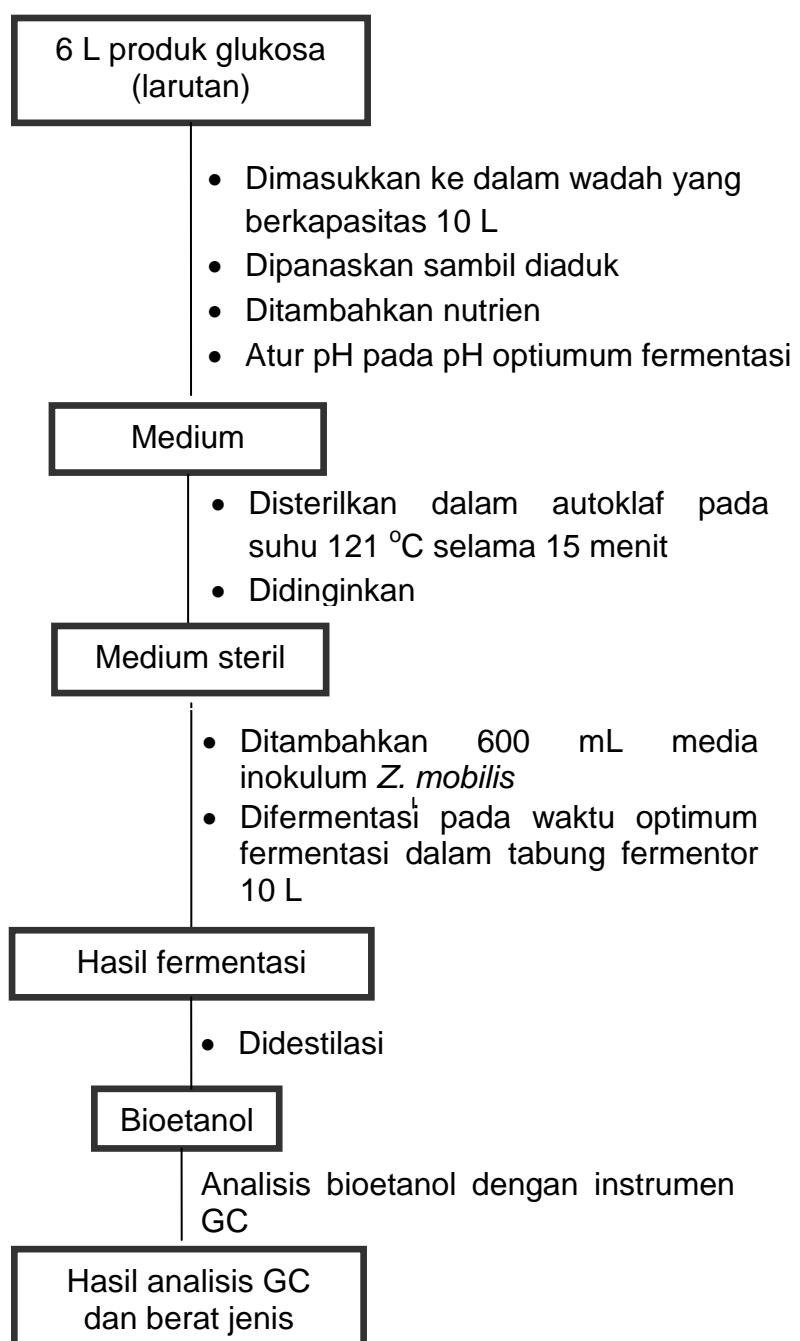
Jenis sampel	Waktu fermentasi (hari)	Kadar substrat (% b/v)	Jumlah inokulum (% v/v)	Indeks bias	Kadar bioetanol (%)
G. verrucosa	1	2	10	1,3342	3,17
	3	2	10	1,3362	5,23
	5	2	10	1,3423	11,27
	7	2	10	1,3506	19,56
	9	2	10	1,3418	10,78
	11	2	10	1,3376	6,63
	13	2	10	1,3352	4,21
E. cotonii	1	2	10	1,3321	1,12
	3	2	10	1,3329	1,85
	5	2	10	1,3333	2,31
	7	2	10	1,3366	5,60
	9	2	10	1,3342	3,21
	11	2	10	1,3339	2,89
	13	2	10	1,3325	1,53

Jenis sampel	pH fermentasi (hari)	Kadar substrat (% b/v)	Jumlah inokulum (% v/v)	Indeks bias	Kadar bioetanol (%)
G. verrucosa	4	2	10	1,3334	2,43
	5	2	10	1,3436	12,62
	6	2	10	1,3522	21,21
	7	2	10	1,3409	9,85
	8	2	10	1,3356	4,56
E. cotonii	4	2	10	1,3323	1,27
	5	2	10	1,3358	4,82
	6	2	10	1,3389	7,86
	7	2	10	1,3336	2,59
	8	2	10	1,3330	2,01

Lampiran 27. Skema produksi glukosa berdasarkan kondisi optimum hidrolisis



Lampiran 28. Skema produksi bioetanol berdasarkan kondisi optimum fermentasi



Lampiran 29. Penentuan berat jenis sampel bioetanol setelah dehidrasi

1. Berat piknometer kosong + termometer (a) = 34,2666 gram
2. Berat piknometer + termometer + air (b) = 60,4761 gram
3. Suhu air = 29 °C
4. Berat air pada 29 °C (b-a) = 26,2095 gram
5. Berat piknometer + termometer + sampel bioetanol (c) = 55,5321 gram
6. Berat sampel bioetanol (c-a) = 21,2655 gram
7. Berat jenis air pada 29 °C = 0,99594 g/cm³

Perhitungan:

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{Berat sampel}}{\text{Volume}} \text{ g/cm}^3 \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{Volume piknometer} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat jenis air}} = \frac{26,2095 \text{ g}}{0,99594 \text{ g/cm}^3} = 26,31634 \text{ cm}^3$$

Volume piknometer = volume sampel

$$\text{Berat jenis sampel} = \frac{21,2655 \text{ g}}{26,31634 \text{ cm}^3} = 0,80 \text{ g/cm}^3$$

Lampiran 30. Data penggunaan bahan baku serta jumlah rendamen hasil fermentasi *G. verrucosa* menjadi bioetanol

Berat selulosa dari <i>G. verrucosa</i> yang digunakan	= 120 gram
Volume larutanfermentasi	= 6000 mL
Volume bioetanol setelah didestilasi	= 39,6 mL
Volume bioetanol setelah dehidrasi	= 34,53 mL
Berat jenis bioetanol	= 0,80 g/mL
Berat bioetanol (bj x volume)	= 0,80 g/mL x 34,53 mL = 27,62 gram
Kadar bioetanol	= 29,6 %

Jumlah rendamen bioetanol terhadap selulosa *G. verrucosa*:

$$\text{Yield} = \frac{1000 \text{ gram}}{120 \text{ gram}} \times 27,62 \text{ g} = 230,17 \text{ gram}$$

= 230,17 gram bioetanol setiap kg selulosa

$$\% \text{ rendamen} = \frac{230,17 \text{ gram}}{1000 \text{ gram}} \times 100\% = 23,01 \%$$

Lampiran 31. Data penggunaan bahan baku serta jumlah rendamen hasil fermentasi *E. cotonii* menjadi bioetanol

Berat selulosa dari <i>E. cotonii</i> yang digunakan	= 120 gram
Volume larutanfermentasi	= 6000 mL
Volume bioetanol setelah didestilasi	= 30,4 mL
Volume bioetanol setelah dehidrasi	= 26,3 mL
Berat jenis bioetanol	= 0,80 g/mL
Berat bioetanol (bj x volume) = 0,80 g/mL x 26,3 mL	= 21,04 gram
Kadar bioetanol	= 15,22 %

Jumlah rendamen bioetanol terhadap selulosa *E. cotonii*:

$$\text{Yield} = \frac{1000 \text{ gram}}{120 \text{ gram}} \times 21,04 \text{ g} = 175,33 \text{ gram}$$

= 175,33 gram bioetanol setiap kg selulosa

$$\% \text{ rendamen} = \frac{175,33 \text{ gram}}{1000 \text{ gram}} \times 100\% = 17,53 \%$$

Lampiran 32. Perhitungan konversi volume bioetanol dari 1 kg berat kering *G. verrucosa*

Berat basah <i>G. verrucosa</i> yang digunakan	= 1485 gram
Berat kering <i>G. verrucosa</i> yang digunakan	= 1000 gram
Berat selulosa <i>G. verrucosa</i>	= $14,21\% \times 1000$ gram
	= 142,1 gram
Volume larutan fermentasi	= 7105 mL
Volume bioetanol setelah dehidrasi	= 40,92 mL
Kadar bioetanol	= 29,6 %

Jadi 1 kg berat kering *G. verrucosa* dari 1485 gram berat basah *G. verrucosa* menghasilkan 40,92 mL bioetanol.

Lampiran 33. Perhitungan konversi volume bioetanol dari 1 kg berat kering *E. cotonii*

Berat basah <i>E. cotonii</i> yang digunakan	= 1568 gram
Berat kering <i>E. cotonii</i> yang digunakan	= 1000 gram
Berat selulosa <i>E. cotonii</i>	= 10,53% x 1000 gram
	= 105,3 gram
Volume larutan fermentasi	= 5265 mL
Volume bioetanol setelah dehidrasi	= 23,06 mL
Kadar bioetanol	= 15,22 %

Jadi 1 kg berat kering *E. cotonii* dari 1568 gram berat basah *E. cotonii* menghasilkan 23,06 mL bioetanol

Lampiran 34. Pembuatan Larutan Kerja

A. Larutan Buffer asetat

Larutan A

Larutan 1,2 mL asam asetat dalam 100 mL akuades

Larutan B

Larutan 2,7 g CH₃COONa.3H₂O dalam 100 mL akuades

pH	A	B
4,0	80	20
4,5	62	38
5	30	70

B. Larutan Buffer fosfat

Larutan A

Timbang 17,799 gram Na₂HPO₄.2H₂O masukkan ke dalam labu takar 1 L

Larutan B

Timbang 15,601 gram NaH₂PO₄.2H₂O masukkan kedalam labu takar 1 L

pH	A	B
5,5	4,0	96
6,0	12,3	87,7
6,5	31,7	68,3
7,0	61,1	38,9
7,5	84,1	15,9
8,0	94,7	5,3

C. Larutan Luff-Schoorl

Sebanyak 25 g CuSO₄.5H₂O sejauh mungkin bebas besi, dilarutkan dalam 100 mL air, 50 g asam sitrat dilarutkan dalam 50 mL air dan 388 Na₂CO₃.10H₂O dilarutkan dalam 300-400 mL air mendidih. Larutan asam sitratnya dituangkan kedalam larutan natrium karbonat sambil dikocok hati-hati. Selanjutnya ditambahkan larutan CuSO₄, sesudah dingin ditambahkan air sampai 1 Liter. Bila terjadi kekeruhan diamkan kemudian disaring.

D. Larutan Natrium tiosulfat 0,1 N

Sebanyak 25 g Na₂S₂O₃.5H₂O dilarutkan kedalam 100 mL ke dalam labu ukur 1 liter dan tambahkan 0,3 g Na₂CO₃ dan diencerkan dengan akuades sampai tanda. Larutan ini disimpan tertutup untuk distandarisasi dengan KIO₃ dan siap digunakan.

E. Larutan indicator amilum 1%

Sebanyak 1 gram amilum yang dapat larut dicampur dengan 1 mg HgI dan 30 mL akuades, ditambahkan pada 100 mL akuades yang sedang mendidih.

F. Larutan reagensian Nelson

Reagensia Nelson A

Larutkan 12,5 g Natrium karbonat anhidrat, 12,5 g garam Rochele, 10 g natrium bikarbonat dan 100 g natrium sulfat anhidrat dalam 350 mL akuades. Encerkan sampai 500 mL.

Reagensia Nelson B

Larutkan 7,5 g CuSO₄.5H₂O dalam 50 mL akuades dan tambahkan 1 tetes asam sulfat pekat.

Reagensia Nelson dibuat dengan cara mencampur 15 bagian reagensia Nelson A dan 1 bagian reagensia Nelson B. Pencampuran dikerjakan ada setiap akan digunakan.

G. Larutan reagensia arsено molibdat

Larutkan 25 g ammonium molibdat dalam 450 mL akuades dan tambahkan 25 mL asam sulfat pekat. Larutkan pada tempat yang lain 3 g Na₂HAsO₄.7H₂O dalam 25 mL akuades, kemudian tuang larutan ini kedalam larutan yang pertama. Simpan dalam botol berwarna coklat dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Reagensia ini baru bisa digunakan setelah masa inkubasi tersebut, reagensia ini berwarna kuning.

H. Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 4%

Sebanyak 4 gram NaOH dilarutkan dalam 100 mL akuades.

Lampiran 35. Dokumentasi



Analisa kandungan glukosa awal metode Luff Schoorl



Isolat jamur *Trichoderma viride*



Media inokulum hidrolisis alga oleh *T. viride*



Pembuatan media fermentasi pengaruh pH alga oleh *Z. mobilis*



Proses destilasi etanol



Proses produksi bioetanol di fermentor