

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian “Produksi Etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan *Pre-treatment* menggunakan Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale* Rosco.) yang sudah dilakukan, diperoleh beberapa hasil sebagai berikut :

1. *Pre-treatment* menggunakan minyak jahe 10% (kontrol positif), jahe 5%, jahe 10%, dan jahe 15% menghasilkan *S. cerevisiae* yang memproduksi alkohol sebanyak 4,52; 4,682; 4,396; dan 4,528 %, sedangkan khamir kontrol negatif menghasilkan alkohol sebanyak 5,134 %. Hal itu berarti produksi alkohol oleh khamir hasil *pretreatment* lebih rendah daripada control, meskipun analisis menggunakan ANAVA menunjukkan tidak diperoleh adanya beda nyata.
2. Berdasarkan hasil yang diperoleh, tidak didapati *S. cerevisiae* yang dapat memproduksi alkohol lebih tinggi daripada *S. cerevisiae* yang tidak diberi perlakuan (kontrol negatif).

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan, dapat diajukan beberapa saran untuk meningkatkan penelitian bila ingin dilakukan lagi atau dilanjutkan. Ekstrak jahe yang digunakan sebaiknya diukur kadar gingerol secara kuantitatif.

Sebelum fermentasi, sebaiknya dilakukan pengamatan pola pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* selama 24-48 jam. Pada awal fermentasi, sebaiknya dilakukan penyetaraan jumlah sel pada tiap perlakuan, sehingga terdapat jumlah sel yang tidak berbeda jauh pada tiap perlakuan saat fermentasi.

Perlakuan *pre-treatment* dapat dilakukan pada kadar ekstrak jahe yang lebih tinggi agar didapatkan pengaruh yang signifikan daripada perlakuan kontrol negatif, selain itu juga dapat digunakan 6-gingerol murni sebagai kontrol positif. Konsentrasi jahe yang digunakan sebaiknya ditentukan berdasarkan molaritas gingerol pada ekstrak jahe.

Biakan yang dipisahkan setelah *pre-treatment* sebaiknya dicuci atau dibilas untuk menghilangkan sisa ekstrak. Biakan yang akan digunakan untuk uji viabilitas juga sebaiknya dilarutkan agar tidak tumbuh sebagai *spreader* pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA). Selain itu, *S. cerevisiae* hasil *pre-treatment* sebaiknya diuji keberhasilan mutagenesis dengan diinokulasi pada medium selektif (dapat berisi ekstrak jahe).

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, N., Al-Baarri, A. N., dan Mulyani, S. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(2): 72-77.
- Barbosa, C., Mendes-Faia, A., Lage., P., Mira., N. P., dan Mendes-Ferreira, A. 2015. Genomic expression program of *Saccharomyces cerevisiae* along a mixed-culture wine fermentation with *Hanseniaspora guilliermondii*. *Microbial Cell Fact* 14(124): 1-17.
- Bode, A. M., dan Dong, Z. 2011. The Amazing and Mighty Ginger. Pada: *Herbal Medicine : Biomolecular and Clinical Aspects*, 2nd Edition. CRC Press. Dapat diakses di: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92775/>
- Buckee, G. K., dan Hargitt, R. 1978. Measurement of carbohydrates in wort and beer, a review. *Journal of Institution of Brewing Research*. 84(1): 13-21.
- Bhargava, S., Dhabhai, K., Batra, A., Sharma, A., dan Malhotra, B. 2012. *Zingiber officinale* : Chemical and phytochemical screening and evaluation of its antimicrobial activities. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 4(1): 360-364.
- Campbell, I., dan Duffus, J. H. 1988. *Yeast: A Practical Approach*. IRL Press Ltd, Oxford. Halaman 3-8.
- ESDM. 2017. Harga Indeks Pasar Bahan Bakar Nabati Bulan Agustus 2017. <http://ebtke.esdm.go.id/post/2017/07/31/1721/harga.indeks.pasar.hip.bahan.bakar.nabati.bbn.bulan.agustus.2017>. Diakses pada 3 Agustus 2017.
- Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. CV. Armico, Bandung.
- Hasan, H. A., Raauf, A. M. R., Razik, B. M. A., dan Hassan, B. A. R. 2012. Chemical composition and antimicrobial activity of crude extracts isolated from *Zingiber officinale* by different solvents. *Pharmaceutica Analytica Acta* 3(9): 1-5.
- Hashimoto, S., Ogura, M., Aritomi, K., Hoshida, H., Nishizawa., Y., dan Akada, R. 2005. Isolation of Auxotrophic Mutants of Diploid Industrial Yeast Strains after UV Mutagenesis. *Applied and Environmental Microbiology*. 71: 312-319.
- Hawusiwa, E. S., Wardani, A. K., dan Ningtyas, D. W. 2015. Pengaruh Konsentrasi Pasta Singkong (*Manihot esculenta*) dan Lama Fermentasi

- pada Proses Pembuatan Minuman Wine Singkong. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(1): 147-1555.
- Hemmati, N., Lightfoot, D. A., dan Fakhoury, A. 2012. A mutated yeast strain with enhanced ethanol production efficiency and stress tolerance. *Atlas Journal of Biology* 2(2): 100-115.
- Held, P. 2012. *Application Note of Biofuel Research: Chemical and Biochemical Means to Detect Alcohol*. BioTek Instruments, Inc., USA. Hal:1-6.
- Judoamidjojo, M., Darwis, A. A., dan Sa'id, E. G. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Press, Jakarta. Halaman 22-23.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2012. *Statistik Minyak Bumi 2012*.
http://www.esdm.go.id/statistik/datasektordesdm/doc_download/1256-statistik-minyak-bumi-2012.html. Diakses tanggal 20 Agustus 2016.
- Kementrian Perindustrian. 2016, *Perdagangan Etanol Jangan Dibatasi*.
<http://kemenperin.go.id/artikel/14308/Perdagangan-Etanol-Jangan-Dibatasi>. Diakses pada tanggal 28 Agustus 2017.
- Kumalasari, E. dan Sulistyani, N. 2011. Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol Batang Binahong (*anredera cordifolia* (Tenore) Steen.) terhadap *Candida albicans* serta Skrining Fitokimia. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 1(2): 51-62.
- Kumalasari, I. J. 2011. Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi terhadap Kadar Etanol Hasil fermentasi Kulit dan Bonggol Nanas (*Ananas sativus*). *Skripsi S1*. Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Kunaepah, U. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa terhadap Aktivitas Antibakteri, Olifenol Total, dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. *Tesis*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kustyawati, M. E., sari, M., dan Haryati, T. 2013. Efek Fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Karakteristik Biokimia Tapioka. *Agritech*. 3(3): 281-287.
- Lim, T. K. 2016. *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 12, Modified Stems, Roots, Bulbs*. Springer, Heidelberg. Halaman 507-508.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., dan Clark., D. P. 2012. *Brock Biology of Microorganisms 13th Edition*. Pearson, Boston. Halaman 128
- Maneval, W. E. 1936. Lacto-phenol preparations. *Biotechnic & Histochemistry*, 11(1) : 9-11.

- Marks, A.D., Marks, D.B., dan Smith, C.D. 1996. *Biokimia Kedokteran Dasar : Sebuah Pendekatan Klinis*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta. Halaman 63.
- Nagabhushan, M., Amonkar, A. J., dan Bhide, S. V. 1987. Mutagenicity of gingerol and shogaol and antimutagenicity of zingerone in Salmonella/microsome assay. *Cancer Letter*, 36(2):221-233.
- Najafi, M. B. H., dan Pezeshki, P. 2013. Bacterial Mutation: Types, Mechanisms, and Mutant Detection Methods: A Review. *European Scientific Journal* 4: 638-638.
- Nakamura, H., dan Yamamoto, T. 1983. The active part of (6)gingerol molecule in mutagenesis. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 122(2):87-94.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. ITB Press, Bandung.
- Rochani, A., Yuniningsih, S., Ma'sum, Z. 2016. Pengaruh konsentrasi gula molasses terhadap kadar etanol pada proses fermentasi. *Reka Buana* 1(1): 43-48.
- Roukas, T. 1994. Continuous Ethanol Productions from Carob Pod Extract by Immobilized *Saccharomyces cerevisiae* in a Packet Bed reactor. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 59: 387-393.
- Sari, I. M., Noverita, dan Yulneriwarni. 2008. Pemanfaatan Jerami Padi dan Alang-alang dalam fermentasi Etanol menggunakan Kapang *Trichoderma viride* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. *Vis Vitalis*. 5(2): 55-62.
- Sebayang, F. 2006. Pembuatan Etanol dari Molase secara Fermentasi Menggunakan Sel *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimobilisasi pada Kalsium Alginat. *Jurnal Teknologi Proses*. 5(2): 68-74.
- Setyaningrum, H. D., dan Saporinto, C. 2013. *Jahe*. Penebar Swadaya, Jakarta. Halaman 7 dan 24.
- Sharma, O. P. 1989. *Textbook of Fungi*. Tata McGraw-Hill, New Delhi. Halaman 147.
- Sigma-Aldrich. 2016. *Sigma Aldrich Product Catalog*. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/>. Diakses tanggal 9 Desember 2016.
- Sigma-Aldrich. 2017. *Particle Size Conversion Table*. <http://www.sigmaaldrich.com/chemistry/stockroom-reagents/learning-center/technical-library/particle-size-conversion.html>. Diakses pada 28 Agustus 2017.

- Singh, J., dan Sharma, R. 2015. Growth Kinetic and Modeling of Ethanol Production by Wilds and Mutant *Saccharomyces cerevisiae* MTCC 170. *European Journal of Experimental Biology*, 5(4): 1-6.
- Steensels, J., Snoek, T., Meersman, E., Nicolino, M. P., Voordeckers, K., dan Verstrepen, K. J. 2014. Review Article: Improving Industrial Yeast Strains: Exploiting Natural and Artificial Diversity. *FEMS Microbiology Reviews*, 38: 947-995.
- Taloria, D., Samanta, S., Das, S., dan Pututunda, C. 2012. Increase in Bioethanol Production by Random UV Mutagenesis of *S. cerevisiae* and by Addition of Zinc Ions in the Alcohol Production Media. *APCBEE Procedia* 2: 43-49.
- Tukiran, Suyatno, dan hidayati, N. 2015. Uji awal Fitokimia Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Usman, Y. O., Abechi, S. E., Benedict, O. O., Victor, O., Udiba, U. U., Ukwuije, N. O., dan Anyahara, S. E. 2013. Effect of Solvents on 6-Gingerol Content of Ginger Rhizome and Alligator Pepper Seed. *Annals of Biological Research*, 4(11): 7-13.
- Yang, G., Zhong, L., Jiang, L., Geng, C., Cao, J., Sun, X., dan Ma, Y. 2010. Genotoxic effect of 6-gingerol on human hepatoma G2 cells. *Chemico-Biological Interactions*, 185(1): 12-17.
- Yulianti, L. I. M. 2014. *Biostatika*. Graha Ilmu, Yogyakarta. Halaman 32-39.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rencana Kegiatan Penelitian.

Kegiatan	BULAN															
	Feb				Mar				Apr				Mei			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ekstraksi Jahe	■	■														
Uji Fitokimia			■													
Uji Kemurnian				■												
<i>Pre-Treatment</i>					■	■										
Isolasi dan Uji Viabilitas																
Fermentasi						■	■	■	■	■	■					
Uji Gula Reduksi						■	■	■	■	■	■					
Analisis data												■				
Penulisan naskah skripsi													■	■	■	■

Lampiran 2. Hasil pengukuran kadar gula reduksi

Perlakuan	Absorbansi				
	Jam ke				
	0	12	24	48	72
K-	0,251	0,231	0,216	0,211	0,208
K+	0,266	0,253	0,236	0,227	0,218
J5	0,257	0,238	0,22	0,218	0,211
J10	0,263	0,253	0,246	0,24	0,235
J15	0,256	0,241	0,228	0,22	0,213

Lampiran 3. Hasil pengukuran ANAVA hasil alkohol

Produksi Alkohol (%)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.658	4	.414	.451	.770
Within Groups	18.378	20	.919		
Total	20.035	24			

Lampiran 4. Tahapan ekstraksi jahe (*Zingiber officinale* Rosco.)

Keterangan : Ekstraksi dimulai dengan pengupasan dan pemotongan jahe (1), lalu dikeringkan dalam oven (2), kemudian diserbukkan (3) dan diayak (4). Serbuk kemudian diekstraksi pada soxhlet (5), dan hasil soxhlet dipekatkan pada *rotary evaporator* (6).

Lampiran 5. Hasil Pengukuran Kadar Etanol dengan GC



LAB. KIMIA ORGANIK - FMIPA - UGM

19/05/2017 10:57:02 AM Page 1 / 1

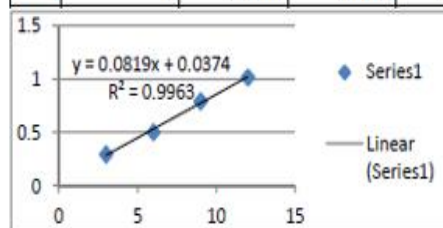
PEMAKAIAN GAS KROMATOGRAFI

Pemesan : Yulian Rozi
 Instansi : Atma Jaya Jogjakarta
 Sampel : Tetes Tebu
 Jumlah Sampel : 25
 Catatan : Perhitungan Kadar Ethanol dalam Tetes Tebu

Kurva Standart

<<Tabel Standart>>

No.	Konsentrasi Standart (%)	Area Ethanol	Area Propanol	Area Count
1	3	269186	913397	0.204708654
2	6	517652	1029715	0.502713858
3	9	789514	997383	0.791585579
4	12	1103175	1084310	1.017398161



<<Tabel Sampel>>

No.	Nama Sampel	Area Ethanol	Area Propanol	Area Count	Konsentrasi (%)
1	Tetes 1-1	446030	1202157	0.370192912	4.06
2	Tetes 1-2	448002	1069951	0.418712633	4.66
2	Tetes 1-3	445262	1062058	0.419244523	4.66
4	Tetes 1-4	419331	1190487	0.352234842	3.84
5	Tetes 1-5	408508	1048618	0.389567984	4.30
6	Tetes 2-1	368956	994406	0.3690203	4.05
7	Tetes 2-2	394503	1082049	0.355347124	3.88
8	Tetes 2-3	363315	1039803	0.349407532	3.81
9	Tetes 2-4	404233	1113503	0.363028209	3.98
10	Tetes 2-5	378656	1131108	0.334786149	3.63
11	Tetes 3-1	592199	1069582	0.553673304	6.30
12	Tetes 3-2	325228	974320	0.333799984	3.62
13	Tetes 3-3	308594	1001334	0.308182884	3.31
14	Tetes 3-4	322699	983792	0.328015475	3.55
15	Tetes 3-5	306820	857977	0.357608854	3.91
16	Tetes 4-1	432103	835322	0.517289141	5.88
17	Tetes 4-2	511620	995275	0.514048881	5.82
18	Tetes 4-3	638876	1196474	0.533965636	6.06
19	Tetes 4-4	488194	982236	0.497023119	5.61
20	Tetes 4-5	541820	1109461	0.488363268	5.51
21	Tetes 5-1	533698	1113385	0.479347216	5.40
22	Tetes 5-2	443174	1065941	0.415758471	4.82
23	Tetes 5-3	480482	973069	0.493779989	5.57
24	Tetes 5-4	519528	1162719	0.448821631	5.00
25	Tetes 5-5	489104	1038609	0.470922186	5.29

Lampiran 6. Sertifikat Biakan *Saccharomyces cerevisiae*

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI

SERTIFIKAT MIKROBIA
FNCC-PSPG/18/I/2017

***Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3012**

Bentuk sel	: Oval
Budding	: Multilateral
Kebutuhan oksigen	: aerob
Pembentukan Spora	: positif (Indospore)
pH optimum	: 7
Suhu Optimum	: 28°C
Media pertumbuhan	: MEA
Pathologi	: Bukan pathogen

Yogyakarta, 26 Januari 2017
Kuratur FNCC



Prof. Dr. Ir. Endang S. Rahayu

Gedung PAU Universitas Gadjah Mada
Jl. Teknik Utara, Berek, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 6492282, 589242 Fax. (0274) 589242
E-mail: cfns@ugm.ac.id; Website: www.cfns.ugm.ac.id

Lampiran 7. Data mentah hasil pengukuran absorbansi

Perlakuan kontrol negatif

Ulangan	Absorbansi				
	Jam ke				
	0	12	24	48	72
1	0,247	0,231	0,216	0,211	0,208
2	0,251	0,230	0,218	0,210	0,206
3	0,250	0,232	0,22	0,212	0,211
4	0,252	0,228	0,213	0,209	0,209
5	0,248	0,231	0,215	0,212	0,207
rerata	0,251	0,231	0,216	0,211	0,208

Perlakuan kontrol positif

Ulangan	Absorbansi				
	Jam ke				
	0	12	24	48	72
1	0,267	0,251	0,236	0,221	0,218
2	0,264	0,25	0,238	0,230	0,216
3	0,269	0,255	0,234	0,222	0,211
4	0,262	0,251	0,233	0,229	0,219
5	0,265	0,252	0,235	0,222	0,217
rerata	0,266	0,253	0,236	0,227	0,218

Perlakuan Jahe 5%

Ulangan	Absorbansi				
	Jam ke				
	0	12	24	48	72
1	0,257	0,231	0,226	0,216	0,21
2	0,254	0,237	0,218	0,220	0,212
3	0,259	0,240	0,224	0,212	0,210
4	0,252	0,235	0,223	0,219	0,209
5	0,255	0,236	0,222	0,216	0,212
rerata	0,257	0,238	0,22	0,218	0,211

Perlakuan Jahe 10%

Ulangan	Absorbansi				
	Jam ke				
	0	12	24	48	72
1	0,267	0,251	0,246	0,236	0,234
2	0,264	0,247	0,248	0,240	0,232
3	0,259	0,256	0,244	0,242	0,240
4	0,262	0,255	0,243	0,239	0,232
5	0,260	0,246	0,242	0,236	0,232
rerata	0,263	0,253	0,246	0,240	0,235

Perlakuan Jahe 15%

Ulangan	Absorbansi				
	Jam ke				
	0	12	24	48	72
1	0,257	0,241	0,226	0,216	0,214
2	0,254	0,237	0,228	0,220	0,212
3	0,259	0,236	0,224	0,222	0,210
4	0,252	0,243	0,223	0,219	0,212
5	0,260	0,236	0,230	0,216	0,215
rerata	0,256	0,241	0,228	0,220	0,213