

PENGARUH SUHU DAN LAMA DISTILASI TERHADAP RENDEMEN DAN KARAKTERISTIK DISTILAT ALKOHOL DARI CAIRAN PULPA HASIL SAMPING FERMENTASI BIJI KAKAO.

I Gusti Gde Satria Anggakara Putra¹, Ni Made Wartini², Luh Putu Wrasiasi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

²Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

E-mail: satria_anggakara@yahoo.co.id¹

E-mail koresponden: md_wartini@unud.ac.id²

ABSTRACT

The aims of this study were to 1) determine the influence of temperature and time of distillation of the alcohol distillate characteristics of watery sweating, 2) obtain the temperature and time of distillation is capable to producing the best characteristics of the alcohol distillate of watery sweating.

This study consist of two factors, using a randomized block design. The first factor was a time of distillation which consists of 4 levels, namely 15, 30, 45 and 60 minutes. The second factor was the temperature of distillation which consists of 2 levels namely $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ and $100\pm 2^{\circ}\text{C}$. The experiments are grouped into 2 groups based on the time of implementation, thus obtained 16 experimental units. Variables observed that the yield, alcohol content, pH, total acid and total dissolved solids.

Temperature of $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ and 15 minutes time of distillation was an appropriate treatment to produce alcohol from the watery sweating with the best characteristics that yield of 1.5 %, 30.99 % alcohol content, acidity (pH) 3.48, total acid 0.0307 meq NaOH/g and total dissolved solids 11.6 % Brix.

Keywords: *watery sweating, fermentation, distillation, alcohol.*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang kaya akan sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu hasil kekayaan Indonesia adalah buah kakao. Pengolahan kakao merupakan usaha untuk memproses biji kakao basah menjadi biji kakao kering yang memenuhi standar mutu serta dapat memunculkan cita rasa, mencoklat-hitamkan warna biji, mengurangi rasa pahit, asam, manis dan aroma bunga, meningkatkan aroma kakao (cokelat) dan kacang (nutty). Dalam proses pengolahan biji kakao kering, proses fermentasi dianggap proses yang paling dominan mempengaruhi mutu biji kakao kering (Alamsyah, 1991). Fermentasi biji kakao bertujuan untuk menghancurkan pulpa dan mengusahakan kondisi untuk terjadinya reaksi biokimia dalam keping biji, yang berperan bagi pembentukan prekursor cita rasa dan warna coklat. Pulpa yang telah hancur akan mudah lepas dari biji, membentuk cairan pulpa (*watery sweatings*) yang menetes keluar tumpukan biji.

Pulpa biji kakao adalah selaput berlendir berwarna putih yang membungkus biji kakao, terdapat sekitar 25-30% dari berat biji, diantaranya mengandung gula dengan kadar yang relatif tinggi, sekitar 10-13%, disamping itu cairan pulpa juga mengandung alkohol

(Lopez, 1986). Selama fermentasi dapat dihasilkan cairan pulpa 15-20% dari berat biji kakao yang difermentasi (Ganda-Putra *dkk.*, 2008). Potensi cairan pulpa yang cukup besar tersebut selama ini hanya dibuang begitu saja disekitar tempat pengolahan, sehingga mencemari lingkungan, merusak pH tanah dan menimbulkan aroma yang tidak enak.

Cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao bisa dimanfaatkan sebagai sumber alkohol. Kadar alkohol pada cairan hasil samping fermentasi biji kakao sebesar 0,5% (Case, 2004). Alkohol dapat diperoleh dengan melakukan distilasi terhadap cairan pulpa tersebut.. Menurut Guenther (2006) setiap substansi yang dapat menguap memiliki titik didih dan tekanan uap tertentu dan hal ini dipengaruhi oleh suhu.

Hasil penelitian Dewanto *dkk.*(2012) tentang pengaruh lama distilasi terhadap kadar etanol menggunakan bahan larutan etanol 30% yang dilakukan dengan tekanan 0,4 bar dan suhu 31,2°C menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar etanol pada lama distilasi dari 20 sampai 60 menit, selanjutnya kadar etanol menurun. Pada lama distilasi 40 sampai 60 menit menghasilkan distilat dengan kadar etanol 89%, pada lama distilasi 70 sampai 110 menit terjadi penurunan kadar etanol menjadi 87% dan mengalami penurunan lagi pada lama distilasi 120 menit menjadi 81%. Hasil penelitian Fahmi *dkk.*(2014) tentang pengaruh distilasi terhadap kadar etanol menggunakan bahan hancuran nanas dalam air (perbandingan nanas : air = 1:5) yang dilakukan pada distilasi vakum suhu 40°C, 50°C dan 60°C menunjukkan bahwa kadar etanol pada suhu distilasi 40°C sebesar 20,00%, kemudian meningkat pada suhu distilasi 50°C menjadi 21,25%, tetapi terjadi penurunan kadar etanol pada suhu distilasi 60°C menjadi 12,00%.

Sampai saat ini, belum diketahui suhu dan lama distilasi yang tepat digunakan dalam proses distilasi cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao untuk menghasilkan distilat dengan karakteristik alkohol terbaik. Berdasarkan beberapa hal di atas maka penelitian mengenai suhu dan lama distilasi untuk mendapatkan distilat dengan karakteristik alkohol terbaik perlu dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama distilasi dan suhu terhadap karakteristik distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao, serta mendapatkan lama distilasi dan suhu yang mampu menghasilkan karakteristik distilat alkohol terbaik dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan dan Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana pada Maret sampai Mei 2015.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: labu erlemeyer (Pyrex), distilator, hot plate (HP 220), piknometer (IWAKI), *hand refractometer* (ATAGO), pH meter (SCHOTT Instruments), gelas ukur 500 ml (IWAKI), aluminium foil, tisu, botol sampel, jerigen, thermometer, kain kasa, timbangan analitik (SHIMADZU) dan alat-alat gelas.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku serta bahan kimia. Bahan baku yang digunakan yaitu cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao selama 1 sampai 3 hari. Bahan baku diperoleh dari sentra petani kakao di Desa Angkah Kecamatan Selemadeg Barat Kabupaten Tabanan. Bahan kimia yang digunakan adalah NaOH 0,1N, phenolphtalein, larutan asam oksalat yang semuanya mempunyai grade proanalisis (pa) dan akuades.

Rancangan Percobaan

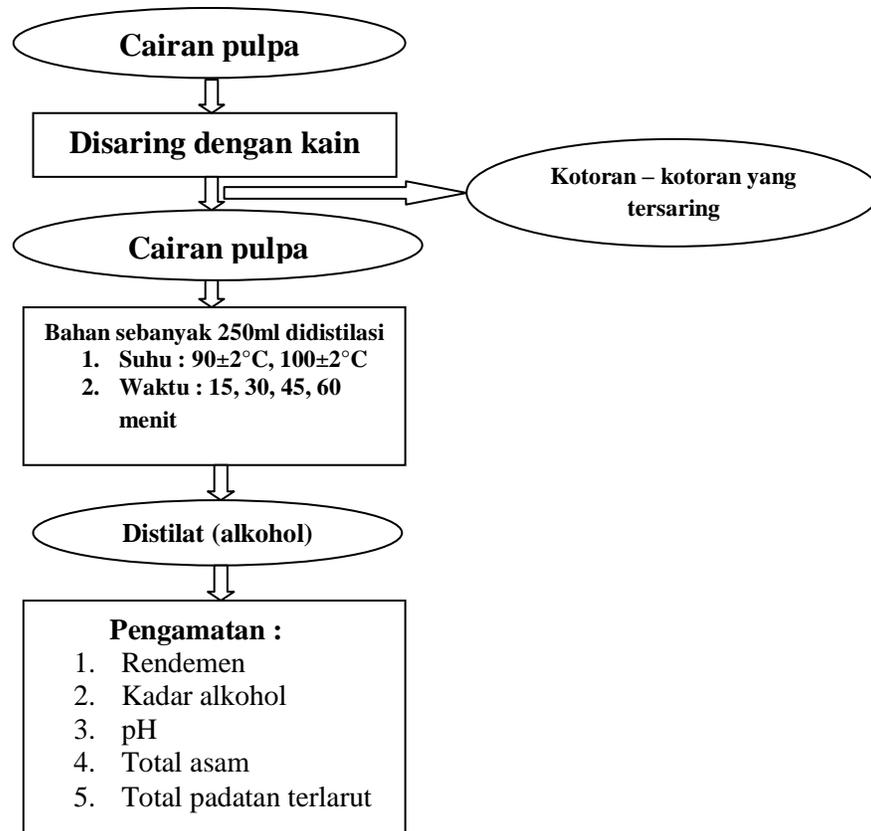
Penelitian ini merupakan percobaan faktorial 2 faktor, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor pertama yaitu lama distilasi (W) yang terdiri dari 4 taraf yaitu W1 : 15 menit, W2 : 30 menit, W3 : 45 menit dan W4 : 60 menit. Faktor kedua yaitu suhu distilasi (S) yang terdiri dari 2 taraf yaitu S1 : 90±2°C dan S2 : 100±2°C.

Berdasarkan kedua faktor di atas diperoleh 8 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 16 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Cairan pulpa lebih dahulu disaring dengan menggunakan kain saring, hal ini dilakukan untuk memisahkan kotoran-kotoran dalam cairan. Selanjutnya cairan pulpa sebanyak 250 ml yang telah disaring dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 500 ml dan didistilasi pada suhu dan lama distilasi sesuai dengan perlakuan. Lama distilasi dihitung pada saat distilat pertama mulai menetes, dengan lama distilasi sesuai dengan perlakuan.

Distilat yang diperoleh ditampung dalam botol-botol kaca dan disimpan di ruang dingin sebelum dianalisis. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu rendemen (AOAC, 1975), kadar alkohol (Anon, 2011), pH (Apriyanto *et al*, 1988), total asam (James, 1995) dan total padatan terlarut (Wartini dkk, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan suhu berpengaruh sangat nyata, begitupula dengan lama distilasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), interaksi suhu dan lama distilasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao. Nilai rata-rata rendemen distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao (%).

Suhu (°C)	Lama distilasi(menit)			
	15	30	45	60
90±2	1,5d	3,6cd	3,8cd	4,8d
100±2	5,6c	17,8b	19,8b	30,0a

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0,05$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen terendah dihasilkan pada perlakuan suhu 90±2°C dan lama distilasi 15 menit sebesar 1,5%, sedangkan rendemen tertinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 100±2°C dan lama 60 menit sebesar 30,0%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar suhu dan semakin lama distilasi, maka persentase rendemen distilat yang dihasilkan semakin tinggi. Rusli (1997) menyebutkan bahwa semakin lama suatu bahan menerima panas, maka proses difusi akan semakin meningkat sehingga proses distilasi menjadi optimal. Semakin tinggi suhu proses distilasi semakin cepat proses tersebut berlangsung sehingga distilat yang diperoleh semakin banyak (Guenther, 1987).

Kadar Alkohol

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan suhu distilasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan lama serta interaksi suhu dan lama distilasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar alkohol distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao. Nilai rata-rata kadar alkohol distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar alkohol distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao (%).

Suhu (°C)	Lama distilasi(menit)				Rata-rata
	15	30	45	60	
90±2	30,99	30,18	31,53	26,42	29,78a
100±2	11,58	10,60	3,48	4,37	7,51b
Rata-rata	21,29a	20,39a	17,51a	15,40a	

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (p>0,05).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar alkohol distilat pada perlakuan suhu 90±2°C dan 100±2°C berbeda, perlakuan lama distilasi tidak menunjukkan perbedaan. Kadar alkohol lebih rendah dihasilkan pada perlakuan suhu 100±2°C sebesar 7,51%, dibandingkan dengan perlakuan suhu 90±2°C sebesar 29,78%. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu distilasi maka air yang terkandung dalam bahan akan semakin banyak yang ikut menguap dan tertampung dalam distilat sehingga akan mengurangi konsentrasi alkohol pada distilat. Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian yang dilakukan Fahmi *dkk.* (2014) tentang pengaruh suhu distilasi terhadap kadar etanol pada kondisi vakum suhu distilasi 40°C, 50°C dan 60°C menunjukkan hasil distilasi pada suhu 60°C terjadi penurunan kadar etanol yang dihasilkan.

Total Asam

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan suhu distilasi berpengaruh sangat nyata (p<0,01), lama distilasi berpengaruh nyata (p<0,05), tetapi interaksi suhu dan lama distilasi berpengaruh tidak nyata (p>0,05) terhadap total asam distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao. Nilai rata-rata total asam distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata total asam distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao (meq NaOH/g).

Suhu (°C)	Lama distilasi(menit)				Rata-rata
	15	30	45	60	
90±2	0,0307	0,0325	0,0330	0,0392	0,03385b
100±2	0,0539	0,0517	0,0596	0,0632	0,0571a
Rata-rata	0,0423c	0,0421bc	0,0463b	0,0512a	

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (p>0,05).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata – rata total asam distilat pada perlakuan suhu 90±2°C dan 100±2°C berbeda, lama distilasi antara 15 dan 30 menit tidak menunjukkan perbedaan, lama distilasi antara 30 dan 45 menit tidak menunjukkan perbedaan, tetapi lama distilasi antara 15, 45 dan 60 menit menunjukkan perbedaan yang

nyata. Total asam lebih rendah dihasilkan pada perlakuan suhu $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ sebesar 0,03385 meq NaOH/g dan lama 15 menit sebesar 0,0423 meq NaOH/g, dibandingkan dengan perlakuan suhu $100\pm 2^{\circ}\text{C}$ sebesar 0,0571 meq NaOH/g dan lama 60 menit sebesar 0,0512 meq NaOH/g. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu maka kandungan asam seperti asam sitrat dan asam asetat yang terdapat pada cairan hasil fermentasi biji kakao semakin banyak yang menguap sehingga ikut tertampung dalam distilat, begitu pula semakin lama distilasi maka kandungan asam yang terdapat pada distilat semakin banyak.

Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan suhu berpengaruh sangat nyata begitupula dengan perlakuan lama distilasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan interaksi suhu dan lama distilasi berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap derajat keasaman (pH) distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao. Nilai rata-rata derajat keasaman (pH) distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata derajat keasaman (pH) distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao.

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Lama distilasi(menit)				Rata-rata
	15	30	45	60	
90 ± 2	3,48	3,06	3,04	3,03	3,15a
100 ± 2	2,63	2,37	2,30	2,28	2,40b
Rata-rata	3,06a	2,72b	2,67c	2,66c	

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH terendah dihasilkan pada perlakuan suhu $100\pm 2^{\circ}\text{C}$ sebesar 2,40 dan lama 60 menit sebesar 2,66, sedangkan pH tertinggi dihasilkan pada perlakuan suhu $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ sebesar 3,15 dan lama 15 menit sebesar 3,06. Semakin tinggi suhu distilasi pH semakin turun, hal ini disebabkan oleh kandungan asam yang terdapat pada distilat semakin tinggi, begitupula semakin lama distilasi maka pH semakin turun.

Total Padatan Terlarut

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan suhu, lama distilasi dan interaksi suhu dan lama distilasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap total padatan terlarut distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao. Nilai rata-rata total padatan terlarut distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata total padatan terlarut distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao (% Brix).

Suhu (°C)	Lama distilasi(menit)			
	15	30	45	60
90±2	11,6b	13,0ab	13,1a	13,5a
100±2	2,9d	3,5d	6,4c	6,9c

Keterangan : Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (p>0,05).

Hasil penelitian menunjukkan kandungan total padatan terlarut terendah dihasilkan pada perlakuan suhu 100±2°C dan lama distilasi 15 menit sebesar 2,9 % Brix, sedangkan kandungan total padatan terlarut tertinggi dihasilkan pada perlakuan suhu 90±2°C dan lama 60 menit sebesar 13,5 % Brix. Hal ini menunjukkan semakin tinggi suhu distilasi maka semakin banyak air pada bahan yang ikut menguap dan tertampung dalam distilat dan akan mengurangi konsentrasi total padatan terlarut pada distilat, dilain pihak semakin lama distilasi maka konsentrasi total padatan terlarut semakin tinggi hal ini disebabkan karena semakin banyak senyawa seperti gula, karbohidrat dan serat yang ikut menguap dan tertampung dalam distilat.

Hasil Uji Efektivitas

Uji efektivitas bertujuan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao. Hasil pengujian uji efektifitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji efektivitas

Variabel		Rendemen	Kadar Alkohol	pH	Total Asam	Total Padatan Terlarut	Jumlah
	(BV)	0,14	0,18	0,10	0,10	0,07	0,58
	(BN)	0,23	0,30	0,16	0,18	0,12	1,00
90±2°C, 15 menit	Ne	0,00	0,98	1,00	1,00	0,18	
	Nh	0,00	0,30	0,16	0,18	0,02	0,660
90±2°C, 30 menit	Ne	0,07	0,95	0,65	0,94	0,05	
	Nh	0,02	0,29	0,11	0,17	0,01	0,585
90±2°C, 45 menit	Ne	0,08	1,00	0,63	0,93	0,04	
	Nh	0,02	0,30	0,10	0,13	0,00	0,594
90±2°C, 60 menit	Ne	0,12	0,82	0,63	0,74	0,00	
	Nh	0,03	0,25	0,10	0,11	0,00	0,508

Variabel		Rendemen	Kadar Alkohol	pH	Total Asam	Total Padatan Terlarut	Jumlah
100±2°C, 15menit	Ne	0,14	0,29	0,29	0,29	1,00	
	Nh	0,03	0,09	0,05	0,05	0,12	0,343
100±2°C, 30 menit	Ne	0,57	0,25	0,08	0,35	0,94	
	Nh	0,13	0,08	0,01	0,06	0,12	0,401
100±2°C, 45 menit	Ne	0,64	0,00	0,02	0,11	0,67	
	Nh	0,15	0,00	0,00	0,02	0,08	0,255
100±2°C, 60 menit	Ne	1,00	0,03	0,00	0,00	0,62	
	Nh	0,23	0,01	0,00	0,00	0,08	0,319

Keterangan: Ne = nilai efektivitas, BV = bobot variabel, Nh = nilai hasil (Ne x BN),
BN = bobot normal

Variabel terbaik ditunjukkan dengan nilai hasil tertinggi. Tabel 7 menunjukkan nilai hasil tertinggi 0,660 yaitu pada perlakuan suhu 90±2°C dan lama 15 menit dengan karakteristik rendemen 1,5%, kadar alkohol 30,99%, derajat keasaman (pH) 3,48, total asam 0,0307 meq NaOH/g dan total padatan terlarut 11,6 % Brix.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perlakuan suhu distilasi berpengaruh terhadap rendemen, kadar alkohol, pH, total asam dan total padatan terlarut distilat. Perlakuan lama distilasi berpengaruh terhadap rendemen, pH, total asam dan total padatan terlarut, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar alkohol distilat. Interaksi suhu dan lama distilasi berpengaruh terhadap rendemen dan total padatan terlarut, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar alkohol, pH dan total asam distilat alkohol yang dihasilkan dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao. Perlakuan distilasi pada suhu 90±2°C dan lama distilasi 15 menit merupakan perlakuan yang tepat untuk menghasilkan distilat alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dengan karakteristik terbaik yaitu rendemen 1,5%, kadar alkohol, 30,99%, derajat keasaman (pH) 3,48, total asam 0,0307 meq NaOH/g dan total padatan terlarut 11,6 % Brix.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk menghasilkan alkohol dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao yang terbaik disarankan untuk menggunakan bahan baku dengan kondisi fermentasi 1 sampai 3 hari dengan menggunakan metode distilasi pada suhu 90±2°C dan lama distilasi 15 menit. Perlu dilakukan penelitian menggunakan metode distilasi bertingkat untuk mendapatkan alkohol yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, T.S. 1991. Peranan fermentasi dalam pengolahan biji kakao kering. Suatu Tinjauan. Berita Perkebunan, 1 (2) : 97-103.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. P. Pitasari, S. Yasni dan S. Budiyanto. 1988. Penuntun Praktek Analisis Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Case, C.L. 2004. The Microbiology of Chocolate. <http://smccd.net/accounts/case/chocolate.html>. Diakses 15 September 2014.
- Dewanto K.U., D.Puspita., L.N. Qomariyatuazzamzami., dan D. Harjunowibowo. 2012. Uji Efektivitas Kolom Fraksinasi dan Pevakuman pada Prototype Teknologi Destilasi Bioetanol terhadap Peningkatan Kadar Etanol. Makalah. Program Studi Pendidikan Fisika PMIPA FKIP UNS Surakarta.
- Fahmi D., B. Susilo, dan W. A. Nugroho. 2014. Pemurnian Etanol Hasil Fermentasi Kulit Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) dengan Menggunakan Distilasi Vakum. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem 2 (2) : 131-137.
- Guenther, E. 1987. The Essential Oils. Penerjemah S. Ketaren. Minyak Atsiri (Jilid I). UI-Press, Jakarta.
- Guenther E. 2006. Minyak Atsiri Jilid IV Terjemahan: Ketaren S. Jakarta: UI Press.
- Ganda-Putra, G.P., Harijono, S. Kumalaningsih dan Aulani'am. 2008. Optimasi kondisi depolimerisasi pulp biji kakao oleh enzim poligalakturonase endojinus. *Jurnal Teknik Industri* 9 (1): 24-34
- James, C.S. 1995. Analytical Chemistry of Foods. Blackie Academic & Professional, London.
- Lopez, A.S. 1986. Chemical change occurring during the processing of cacao. *Proceeding of The Cacao Biotechnology Symposium*. Dept. Of Food Science College of Agriculture, The Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA.
- Rusli, S. 1997. Konstruksi Unit Penyulingan Sereh Wangi, Sereh Dapur Dan Cengkeh. Lembaga Penelitian Tanaman Industri.
- Wartini, N. M., L. P. Wrsiati dan A. A. M. D. Anggreni. 2014. Petunjuk Praktikum Pengetahuan Bahan Pangan. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Bukit Jimbaran.