

**Pengaruh Suhu dan Waktu Distilasi Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi  
Biji Kakao Terhadap Karakteristik Distilat Cuka Fermentasi**

*Effect of Distillation Time and Temperature of Pulp's fluid, from Side Result of  
Cocoa Bean Fermentation, to Characteristic of Fermented Vinegar's Distillate*

**G.P. Ganda-Putra<sup>1)\*</sup>, Ni Made Wartini<sup>1)</sup> dan Putu Timur Ina<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>P.S. Teknologi Industri Pertanian, FTP, Universitas Udayana

<sup>2</sup>P.S. Ilmu dan Teknologi Pangan, FTP, Universitas Udayana  
Jl Kampus Bukit, Bukit Jimbaran-Badung, Bali.

Diterima 2 April 2015 / Disetujui 17 April 2015

*ABSTRACT*

The purpose of this study were: 1) to study the effect of temperature and time of distillation process of the watery sweatings byproduct of cocoa beans fermentation tor the characteristics of vinegar distillate; 2) determine the best distillation process condition which can produce of vinegar distillate corresponding their characteristics. This research was conducted in two stages; the first stage is the evaporation of alcohol by distillation at temperature variations of 90°C and 100°C; and time of 15, 30, 45, and 60 minutes. The second stage is the distillation process using factorial RBD with 2 factors, the first factor is temperature, consists of 90°C and 100°C, and the second factor is the time, consisting of 30, 60, 90, 120, and 150 minutes. Each combination of treatments performed in 3 groups in order to obtain of 24 and 30 experimental units in stage I and II. Observations made include: yield (% v/v), alcohol content (%), acetic acid content (%), pH, and total soluble solid. The results showed that: 1) the first stage of the study, it was determined that the best conditions of distillation process for evaporation of alcohol is the temperature of 90°C and time of 15 minutes; 2) in the second stage of the study, treatment temperature and time of distillation affect the yield, the alcohol content, and total soluble solid, but has no effect on acetic acid and pH levels of vinegar distillate was produced, and 3) the best conditions of distillation process to produce the vinegar distillate is the temperature of 100°C, the time of 150 minutes.

**Keywords:** *cacao, watery sweatings, distillation, vinegar*

---

\*Korespondensi Penulis:

Email: [putu\\_gandaputra@yahoo.com](mailto:putu_gandaputra@yahoo.com)

## PENDAHULUAN

Pengolahan kakao pada esensinya adalah usaha untuk memproses buah kakao menjadi biji kakao kering yang memenuhi standar mutu dan dapat memunculkan karakteristik khas kakao, terutama cita rasa. Tahapan pengolahan yang dianggap paling dominan mempengaruhi mutu hasil biji kakao kering adalah fermentasi (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.

Cairan pulpa, sebagai hasil samping selama fermentasi biji kakao, diantaranya mengandung asam asetat, asam laktat dan alkohol. Asam-asam organik tersebut terbentuk dari fermentasi gula yang terkandung dalam pulpa biji kakao. Pulpa biji kakao adalah selaput berlendir berwarna putih yang membungkus biji kakao, terdapat sekitar 25-30% dari berat biji, diantaranya mengandung gula dengan kadar relatif tinggi sekitar 10-13% (Lopez, 1986). Selama fermentasi dapat dihasilkan cairan pulpa 10-17% dari berat biji kakao (Ganda-Putra *dkk.*, 2008). Sementara itu menurut Case (2004), kandungan asam asetat dalam cairan pulpa setelah fermentasi dapat mencapai 1,6%. Potensi cairan pulpa yang cukup besar tersebut selama ini hanya dibuang begitu saja disekitar tempat pengolahan,

dimana selain akan mengotori juga dapat berdampak buruk atau mencemari lingkungan disekitarnya. Padahal asam asetat sebagai salah satu kandungan cairan pulpa mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, diantaranya dapat digunakan sebagai bahan baku cuka makan.

Selanjutnya terhadap cairan pulpa tersebut dilakukan pemisahan dengan proses evaporasi dan distilasi untuk pemurnian kandungan asam asetatnya. Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan senyawa berdasarkan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) senyawa. Dalam prosesnya, campuran senyawa dididihkan sehingga menguap, selanjutnya uap tersebut didinginkan kembali menjadi bentuk cairan. Metode ini termasuk sebagai unit operasi kimia, jenis perpindahan massa, yang didasarkan atas teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya (Anon., 2011). Selain karena faktor suhu yang berhubungan dengan titik didih, faktor waktu juga berpengaruh pada proses distilasi. Waktu proses distilasi akan berdampak pada akumulasi energi panas (kalor) untuk proses penguapan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa distilasi cairan pulpa untuk menghasilkan distilat asam asetat dilakukan pada suhu air mendidih (100°C) selama 30 menit (Ganda-Putra dan Wartini, 2014), namun kadar asam asetat masih relatif rendah. Maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang pengaruh suhu dan waktu pada proses distilasi.

Kajian tersebut akan diaplikasi dengan menggunakan bahan baku cairan pulpa

hasil samping fermentasi biji kakao untuk mendapatkan produk distilat cuka fermentasi. Cuka fermentasi atau dikenal juga sebagai cuka makan, dapat diklasifikasikan lagi menjadi cuka meja dan cuka dapur atas dasar kandungan asam asetat minimal. Sejauh ini belum banyak diungkap tentang pemanfaatan kandungan asam asetat dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao, sebagai salah bahan baku cuka fermentasi atau cuka makan. Padahal potensi cairan pulpa sangat besar sehingga potensial untuk dibuat menjadi produk cuka fermentasi.

Tujuan penelitian adalah : 1) mengkaji pengaruh suhu dan waktu distilasi cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao terhadap karakteristik distilat cuka fermentasi dan (2) menetapkan kondisi proses distilasi yang dapat menghasilkan distilat cuka fermentasi dengan karakteristik terbaik.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan utama pada penelitian adalah cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao selama 1-3 hari, yang diperoleh dari UUP Pasca Panen Kakao yang berlokasi di Desa Angkah, Kecamatan Selemadeg Barat, Kabupaten Tabanan, dengan memodifikasi wadah fermentasi yang digunakan. Sedangkan bahan lain adalah bahan-bahan kimia yang digunakan diantaranya: NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, alkohol, indikator fenoltalein, dan aquades.

Peralatan yang digunakan diantaranya: wadah fermentasi, alat distilasi, piknometer, hand refraktometer,

timbangan, pengaduk magnetik, kain saring, kertas saring, *water bath*, pH meter, *hot plate*, oven, dan alat-alat gelas.

### Metode

#### Rancangan percobaan

Penelitian ini dilakukan dalam 2 (dua) tahapan. Percobaan tahap pertama adalah evaporasi alkohol dengan proses distilasi pada variasi suhu : 90°C dan 100°C; dengan waktu : 15, 30, 45, dan 60 menit. Percobaan tahap kedua menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial 2 faktor, faktor I adalah suhu terdiri atas 2 taraf, yaitu: 90<sup>0</sup> dan 100<sup>0</sup>C dan faktor II adalah waktu terdiri atas 5 taraf, yaitu: 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Masing-masing kombinasi perlakuan dibuat dalam 3 kelompok sehingga diperoleh 24 dan 30 unit percobaan pada tahap I dan II.

### Pelaksanaan

Sampel cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao selama 1-3 hari ditampung dalam wadah jirigen. Selanjutnya disaring dengan kain saring untuk menghilangkan kotoran yang terikut.

Pada penelitian tahap pertama untuk evaporasi alkohol dilakukan dengan proses distilasi, dimana sampel cairan pulpa sebanyak 250 ml didistilasi pada variasi suhu dan waktu yang telah ditetapkan. Kemudian distilat alkohol ditampung dan dianalisis. Hasil analisis berupa kondisi proses distilasi terbaik untuk evaporasi alkohol, yang dapat digunakan untuk kondisi proses selanjutnya.

Pada penelitian tahap kedua, sampel yang telah dievaporasi kandungan alkoholnya sebanyak 250 ml, didistilasi pada suhu dan waktu sesuai perlakuan. Distilat asam asetat yang diperoleh ditampung dan dianalisis. Penetapan suhu diatur pada skala potensio suhu yang terdapat pada *hot plate* dan penetapan waktu distilasi dilakukan mulai tetesan pertama sampai waktu sesuai perlakuan.

### Pengamatan

Pengamatan terhadap destilat hasil penelitian tahap pertama, meliputi: rendemen (% v/v), kadar alkohol (%), pH, total asam (meq NaOH/g) (James, 1995). Sedangkan terhadap destilat hasil penelitian tahap kedua, meliputi: rendemen (% v/v), kadar alkohol (%), pH, kadar asam asetat (%) (SNI 01-4371-1966), total padatan terlarut ( $^{\circ}$ brix).

### Analisis data

Data hasil penelitian tahap pertama dianalisis dengan uji efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984) untuk penetapan kondisi proses distilasi alkohol terbaik, sedangkan data hasil penelitian tahap kedua dianalisis dengan analisis variansi. Penetapan perlakuan terbaik pada proses distilasi asam asetat juga dilakukan dengan uji efektivitas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penelitian Tahap Pertama

Penelitian tahap pertama dimaksudkan untuk memperoleh kondisi terbaik pada evaporasi alkohol dengan proses distilasi. Distilat alkohol yang dihasilkan dari beberapa variasi perlakuan suhu dan waktu distilasi, selanjutnya dianalisis

dengan uji efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984) terhadap beberapa indikator seperti: rendemen, kadar alkohol, total asam, dan pH. Rata-rata hasil pengamatan distilat alkohol dari 3 kali percobaan disajikan pada Tabel 1.

Dari data pada Tabel 1 selanjutnya dilakukan penentuan nilai terbaik dan terjelek yang didasarkan atas hasil pengamatan tertinggi dan/atau terendah pada masing-masing indikator pengamatan, dimana untuk indikator dengan nilai rata-rata makin besar makin baik, maka rata-rata tertinggi sebagai nilai terbaik dan terendah sebagai nilai terjelek. Sebaliknya untuk indikator dengan rata-rata makin kecil makin baik, maka rata-rata terendah sebagai nilai terbaik dan tertinggi sebagai nilai terjelek. Dalam hal ini terdapat hubungan yang proporsional antara makin tinggi/rendah nilai masing-masing indikator pengamatan dengan kualitas distilat alkohol yang dihasilkan.

Bobot variabel (BV) masing-masing indikator pengamatan perlu ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan uji efektivitas. Bobot variabel untuk indikator: kadar alkohol, total asam, rendemen, dan pH distilat alkohol berturut-turut: 1,0; 0,8; 0,7; dan 0,6. Penetapan bobot variabel tersebut didasarkan atas kontribusi masing-masing indikator terhadap kualitas distilat alkohol yang dihasilkan. Dari BV tersebut dapat ditetapkan bobot normal (BN) masing-masing indikator dengan membagi BV dengan jumlah semua BV. Sebelum itu juga ditentukan nilai efektivitas (NE) masing-masing indikator, dengan rumus:  $NE = (\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terjelek}) / (\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terjelek})$ , Setelah itu

Tabel 1. Rata-rata hasil pengamatan distilat alkohol dari variasi suhu dan waktu distilasi

Variasi Perlakuan		Rendemen (%, v/v)	Kadar alkohol (%)	Total asam (meqNaOH/g)	pH
Suhu (°C)	Waktu (menit)				
90	15	1,29*	50,26**	0,028**	3,82**
	30	3,13	35,24	0,029	3,19
	45	3,37	30,61	0,031	3,15
	60	4,77	24,52	0,034	3,07
100	15	6,77	12,10	0,048	2,63
	30	18,27	10,08	0,057	2,38
	45	26,97	4,77	0,058	2,30
	60	32,53**	4,40*	0,069*	2,28*

Keterangan : \*) Nilai terjelek    \*\*) Nilai terbaik

ditentukan nilai hasil (NH) masing-masing indikator yang diperoleh dari perkalian antara BN dengan NE, lalu NH semua indikator untuk masing-masing variasi perlakuan dijumlahkan (IE) dan dipilih perlakuan terbaik (optimum), yaitu variasi perlakuan yang mendapatkan jumlah NH atau IE (indeks efektivitas) tertinggi. Hasil uji efektivitas terhadap 8 variasi perlakuan diperoleh bahwa IE tertinggi adalah 0,770. Berdasarkan IE tersebut maka kondisi evaporasi alkohol terbaik adalah proses distilasi pada suhu 90°C dan waktu 15

menit. Rangkuman hasil uji efektivitas disajikan pada Tabel 2.

#### Penelitian Tahap Kedua

Rata-rata hasil pengamatan rendemen (%), kadar asam asetat (%), kadar alkohol (%), pH dan total padatan terlarut (°brix) distilat cuka fermentasi yang dihasilkan dari proses distilasi dengan perlakuan suhu dan waktu disajikan pada Tabel 3.

#### Rendemen distilat

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu, waktu distilasi ser

**Tabel 2.** Nilai hasil (NH) pada masing-masing indikator distilat alkohol dari variasi suhu dan waktu distilasi.

Variasi Perlakuan		Rendemen (%, v/v)	Kadar alkohol (%)	Total asam (meqNaOH/g)	pH	Jumlah NH (IE)
Suhu (°C)	Waktu (menit)					
Bobot Variabel (BV)		0,70	1,00	0,80	0,60	3,10
Bobot Normal (BN)		0,23	0,32	0,26	0,19	1,00
90	15	0,000	0,320	0,260	0,190	0,770*
	30	0,014	0,215	0,256	0,113	0,598
	45	0,015	0,183	0,244	0,107	0,550
	60	0,026	0,140	0,224	0,097	0,488
100	15	0,040	0,054	0,134	0,043	0,271
	30	0,125	0,040	0,082	0,012	0,259
	45	0,189	0,003	0,072	0,002	0,266
	60	0,230	0,000	0,000	0,000	0,230

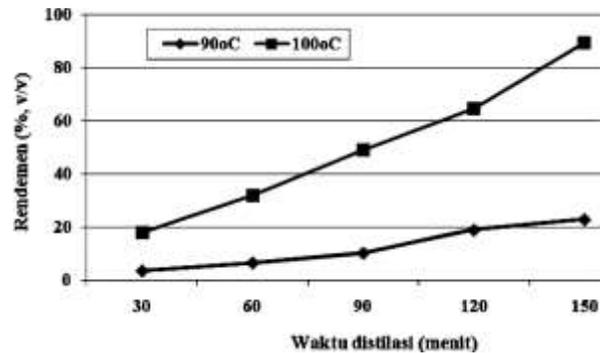
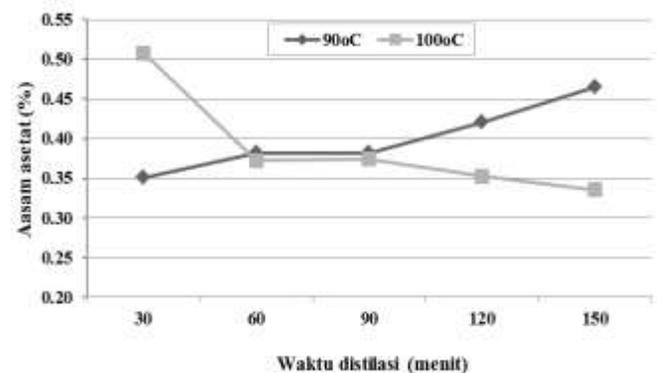
**Tabel 3.** Rata-rata hasil pengamatan distilat cuka fermentasi pada perlakuan suhu dan waktu distilasi

Perlakuan	Rendemen (% v/v)		Asam asetat (%)		Alkohol (%)		pH		TSS (°brix)			
	Suhu (°C)	Waktu (menit)	90	100	90	100	90	100	90	100		
30	90	100	3,52	17,73	0,35	0,51	26,31	9,43	3,11	2,32	11,03	6,00
60	90	100	6,51	31,72	0,38	0,37	21,20	3,40	3,01	2,31	10,47	3,33
90	90	100	10,19	48,96	0,38	0,37	14,45	0,38	2,95	2,25	8,00	1,80
120	90	100	18,93	64,40	0,42	0,35	7,10	0,23	2,93	2,27	5,03	1,40
150	90	100	22,83	89,33	0,47	0,34	5,39	0,00	2,72	2,27	4,33	1,27

ta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap rendemen distilat cuka fermentasi. Pada suhu lebih tinggi dan waktu lebih lama makin banyak dihasilkan distilat cuka fermentasi (Gambar 1). Prosesntase rendemen yang makin tinggi tersebut terjadi karena makin tinggi suhu dan makin lama waktu distilasi proses penguapan berlangsung lebih baik sehingga makin banyak distilat yang dihasilkan.

#### Asam asetat

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu, waktu distilasi serta interaksinya berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kadar asam asetat distilat cuka fermentasi. Kadar asam asetat mengalami penurunan pada suhu lebih tinggi, tetapi peningkatan pada suhu lebih rendah dengan makin lama waktu distilasi (Gambar 2). Kondisi demikian terjadi karena pada suhu lebih rendah penguapan asam asetat berlangsung lebih baik dengan makin lama waktu distilasi, sedangkan pada suhu lebih tinggi makin banyak distilat yang dihasilkan sehingga kadar asam asetat makin berkurang.

**Gambar 1.** Grafik hubungan rendemen dan waktu distilasi pada masing-masing suhu**Gambar 2.** Grafik hubungan asam asetat dan waktu distilasi pada masing-masing suhu

Perbedaan tersebut juga berdampak pada tidak signifikannya pengaruh perlakuan terhadap kadar asam asetat distilat.

#### Alkohol

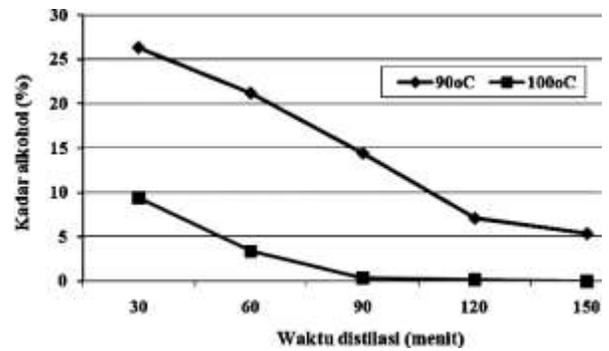
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu distilasi berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) serta interaksinya berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar alkohol distilat cuka fermentasi. Kadar alkohol distilat lebih rendah pada suhu yang lebih tinggi dan makin berkurang dengan makin lama waktu distilasi (Gambar 3). Pada suhu lebih rendah masih dimungkinkan terjadi penguapan sisa-sisa alkohol dan berkurang kadarnya dengan makin lama waktu akibat distilat yang dihasilkan makin banyak, lebih-lebih pada suhu yang lebih tinggi.

#### pH distilat

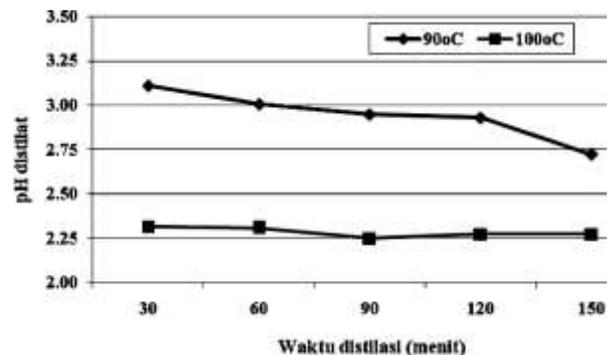
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ), tetapi waktu distilasi serta interaksinya tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap pH distilat cuka fermentasi. Tingkat keasaman (pH) distilat lebih rendah pada suhu lebih tinggi daripada suhu lebih rendah dan cenderung makin rendah dengan makin lama waktu distilasi (Gambar 4).

#### Total Padatan Terlarut

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu distilasi berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ), tetapi interaksinya tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap total padatan terlarut (TSS) distilat cuka fermentasi. TSS distilat lebih rendah pada



**Gambar 3.** Grafik hubungan kadar alkohol dan waktu distilasi pada masing-masing suhu



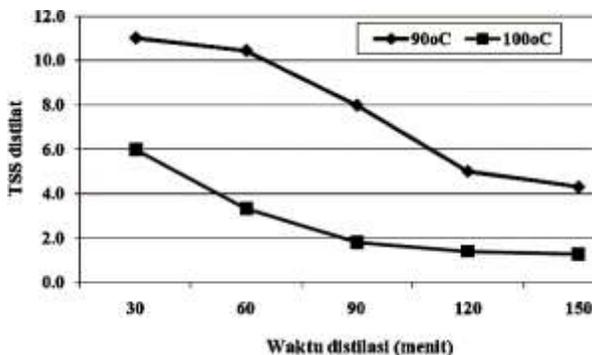
**Gambar 4.** Grafik hubungan pH distilat dan waktu distilasi pada masing-masing suhu

suhu lebih tinggi tinggi daripada suhu lebih rendah dan makin rendah dengan makin lama waktu distilasi (Gambar 5). Hal demikian terjadi karena pada suhu lebih tinggi dan waktu makin lama, makin banyak air yang dapat diuapkan sehingga padatan terlarut pada distilat makin encer, yang ditunjukkan dengan °brix makin kecil. Padatan terlarut yang masih terdapat pada distilat, diantaranya gula, asam, garam-garam organik.

Hasil uji efektivitas variasi perlakuan suhu dan waktu distilasi terhadap beberapa indikator distilat cuka fermentasi untuk penetapan kondisi proses distilasi yang optimal, dirangkum pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai hasil (NH) pada masing-masing indikator distilat cuka fermentasi dari variasi perlakuan suhu dan waktu distilasi

Variasi Perlakuan		Rendemen (%, v/v)	Alko-hol (%)	Asam asetat (%)	pH	TSS (°brix)	Jumlah NH (IE)
Suhu (°C)	Waktu (menit)						
Bobot Variabel (BV)		0,90	0,80	1,00	0,60	0,70	4,00
Bobot Normal (BN)		0,23	0,20	0,25	0,15	0,18	1,00
90	30	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
	60	0,01	0,04	0,07	0,02	0,01	0,14
	90	0,02	0,09	0,07	0,03	0,05	0,26
	120	0,04	0,15	0,12	0,03	0,11	0,45
	150	0,05	0,16	0,19	0,07	0,12	0,59
100	30	0,04	0,13	0,25	0,14	0,09	0,64
	60	0,07	0,17	0,05	0,14	0,14	0,58
	90	0,12	0,20	0,06	0,15	0,17	0,69
	120	0,16	0,20	0,02	0,15	0,17	0,70
	150	0,23	0,20	0,00	0,15	0,18	0,75*



**Gambar 5.** Grafik hubungan total padatan terlarut dan waktu distilasi pada masing-masing suhu

Bobot variabel untuk indikator: rendemen, alkohol, asam setat, pH, dan TSS distilat berturut-turut: 0,9; 0,8; 1,0; 0,6; dan 0,7. Penetapan bobot variabel tersebut didasarkan atas kontribusi masing-masing indikator terhadap karakteristik mutu distilat cuka fermentasi yang dihasilkan. Hasil uji efektivitas terhadap 10 variasi perlakuan suhu dan waktu distilasi diperoleh bahwa IE tertinggi adalah 0,75. Berdasarkan IE

tersebut maka variasi perlakuan terbaik untuk proses distilasi cuka fermentasi dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao adalah kondisi proses distilasi pada suhu 100°C dan waktu 150 menit, diikuti oleh suhu 100°C dan waktu 120 menit, lalu suhu 100°C dan waktu 90 menit.

## KESIMPULAN

Pada penelitian tahap pertama dapat ditetapkan bahwa kondisi proses distilasi terbaik untuk evaporasi alkohol adalah suhu 90°C dan waktu 15 menit. Pada penelitian tahap kedua, perlakuan suhu dan waktu distilasi berpengaruh terhadap rendemen, kadar alkohol, dan total padatan terlarut, tetapi tidak berpengaruh terhadap, kadar asam asetat dan pH distilat cuka fermentasi dan kondisi proses distilasi terbaik untuk menghasilkan distilat cuka fermentasi dari cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao adalah suhu 100°C, waktu 150 menit.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Rektor Universitas Udayana yang telah mengalokasikan pembiayaan penelitian ini dari dana RM Universitas Udayana melalui skim Hibah Desentralisasi, dengan Surat Penugasan Penelitian No:104,32/UN14,2/PNL,01,03,00/2014 tanggal 3 Maret 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, T.S. 1991. Peranan fermentasi dalam pengolahan biji kakao kering, Suatu Tinjauan, *Berita Perkebunan I* (2) : 97-103.
- Anonymous. 2011. Distilasi. <http://id.wikipedia.org/wiki/Distilasi>. (Diakses tanggal 16 November 2014)
- Case, C.L. 2004. The Microbiology of Chocolate. <http://smccd.net/accounts/case/chocolate.html>. (Diakses tanggal 18 Maret 2004)
- De Garmo, E.G., W.G. Sullivan and J.R. Cerook. 1984. Engineering Economy. 7<sup>th</sup> Ed. Macmilland Publ. Co., New York.
- Ganda-Putra, G.P. dan N.M. Wartini. 2014. Pemurnian cairan pulpa hasil samping fermentasi biji kakao dengan wadah sistem "termos" untuk produksi asam asetat. Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Mahasaraswati, Denpasar
- 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 (Terakreditasi).
- 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.
- SNI 01-3711-1995. Standar Nasional Indonesia (SNI) Cuka Makan. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta,
- SNI 01-4371-1966. Standar Nasional Indonesia (SNI) Cuka Fermentasi. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.