



Pembuatan Asam Asetat dari Air Cucian Kopi Robusta dan Arabika dengan Proses Fermentasi

Wusnah, Meriatna, Rina Lestari

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Jl. Batam No. 1 Bukit Indah, Lhokseumawe 24351

Korespondensi: HP: 085260361706, email: wusnah@yahoo.com

Abstrak

Asam asetat atau asam cuka adalah senyawa organik yang mengandung gugus asam karboksilat, yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Kandungan glukosa dalam air cucian kopi (arabika dan robusta) memungkinkan untuk difermentasi menjadi asam asetat. Dalam proses fermentasi ini glukosa akan diubah menjadi alkohol menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) kemudian alkohol akan diubah menjadi asam asetat menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik asam asetat berbasis limbah hasil cucian kopi arabika dan robusta. Fermentasi alkohol berlangsung selama 48 jam (anaerob) kemudian dilanjutkan dengan fermentasi asam asetat. Metode penelitian dilakukan dengan memvariasikan waktu fermentasi yaitu 7, 10 dan 14 hari serta jumlah bakteri yaitu 10, 20, 40 dan 60 ml. Analisa yang dilakukan meliputi kadar asam asetat dilakukan secara volumetrik dengan larutan NaOH 0,1 N, yield asam asetat, densitas serta viskositas. Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar asam asetat tertinggi pada waktu fermentasi 10 hari dengan jumlah bakteri sebanyak 60 ml yaitu 65,25 g/l untuk kopi arabika dan 62,05 g/l untuk kopi robusta. Yield asam asetat nilai tertinggi pada waktu fermentasi 10 hari dengan jumlah bakteri sebanyak 60 ml yaitu 85,82% untuk kopi arabika dan 78,34 % untuk kopi robusta. Densitas asam asetat nilai tertinggi pada waktu fermentasi 10 hari, penambahan jumlah bakteri 60 ml yaitu 1,087 g/ml untuk kopi arabika dan 1,087 untuk kopi robusta. Sementara untuk viskositas diperoleh nilai terbaik pada waktu fermentasi 10 hari dengan penambahan jumlah bakteri 40 ml pada masing-masing jenis air cucian kopi arabika dan robusta yaitu 1,224 Cp

Kata Kunci: asam asetat, fermentasi, limbah cair, kopi arabika, kopi robusta

1. Pendahuluan

Pengembangan industri pertanian seperti industri pengolahan kopi harus diikuti dengan sistem penanganan limbah yang baik agar pencemaran dan kerusakan lingkungan dapat dikurangi. Pada umumnya limbah industri pertanian masih mengandung bahan terlarut yang tinggi, sehingga perlu penanganan limbah sebelum dilepas ke sungai. Limbah kopi mengandung beberapa zat kimia beracun

seperti alkaloid, tannin dan *polyphenolic*, yang dapat membuat lingkungan degradasi biologis terhadap material organik lebih sulit.

Dampak polusi organik limbah kopi yang paling berat terjadi pada perairan dimana limbah (*effluen*) kopi dikeluarkan. Dampak di area ini berupa pengurangan oksigen karena tingginya BOD dan COD. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan perlu diterapkan teknologi-teknologi yang dapat mengolah limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat, seperti limbah kopi bisa dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, biogas, asam asetat, dan sebagainya. Limbah hasil cucian kopi arabika dan kopi robusta merupakan salah satu limbah yang selama ini belum pernah dimanfaatkan karena dibuang begitu saja sehingga dapat mencemari lingkungan. Oleh sebab itu, perlu adanya pengolahan lebih lanjut untuk menghasilkan suatu produk yang bisa bermanfaat misalnya bioetanol dan asam asetat.

2. Bahan dan Metode

2.1 Peralatan Dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Erlemeyer 250 ml, Beaker gelas 500 ml, Piknometer, Buret 50 ml, Corong, Saring, Pipet tetes, Alumunium Foil, Neraca analitik, Kertas saring, gelas ukur 100 ml, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, bola penghisap, destilasi. Sementara bahan yang digunakan adalah: limbah cair kopi arabika dan robusta, ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*), NaOH 0,1 N, Indikator *Phenolphatelin*, *Acetobacter xylinum*, Urea, dan NPK.

2.2 Variabel Penelitian

Ada beberapa variabel yang berpengaruh dalam penelitian ini yaitu variabel tetap, variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabelnya sebagai berikut:

➤ Variabel Tetap

Adapun variabel tetap yang digunakan adalah: volume air cucian kopi robusta dan arabika 400 ml, pengadukan 400 rpm, ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) 8 gram, pupuk NPK 3 gram, pupuk Urea 3 gram, waktu fermentasi alkohol 48 jam.

➤ **Variabel Bebas**

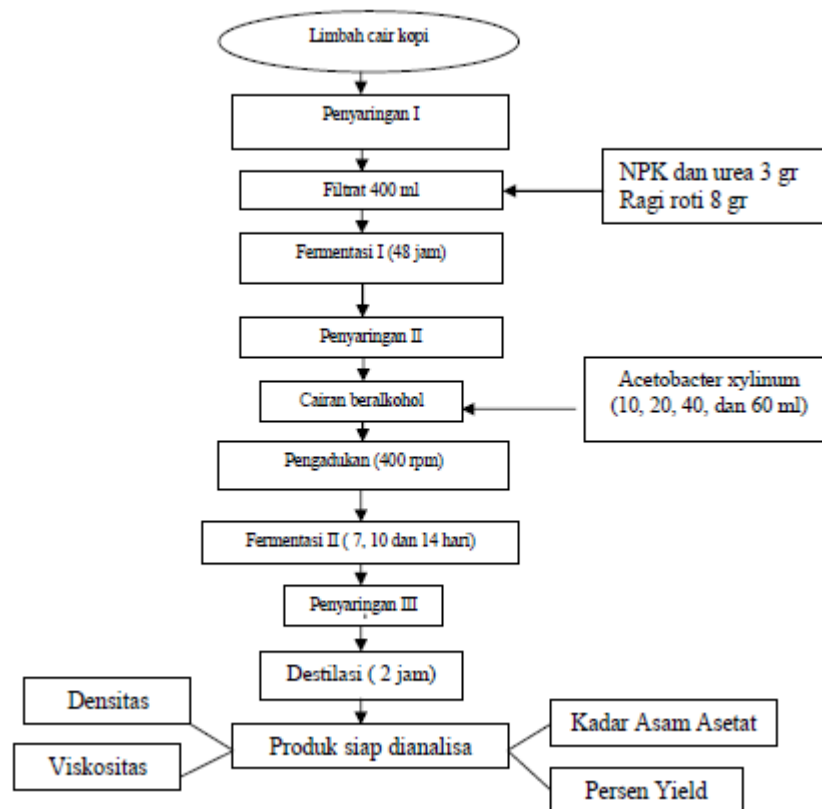
Adapun variabel bebas yang digunakan adalah: waktu fermentasi asam asetat (7, 10 dan 14 hari), bakteri *Acetobacter xylinum* (10, 20, 40 dan 60 ml) dan jenis air cucian kopi (arabika dan robusta).

➤ **Variabel Terikat**

Adapun variabel terikat yang digunakan adalah: persen yield asam asetat, kadar asam asetat (%), densitas dan viskositas.

➤ **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1 Prosedur penelitian

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Hasil Penelitian pada Kopi Arabika

Tabel 1 adalah hasil penelitian untuk jenis air cucian kopi arabika.

Tabel 1 Hasil penelitian untuk jenis air cucian kopi arabika

Waktu Fermentasi (hari)	Pengadukan (rpm)	Jumlah Bakteri (ml)	Analisa Asam Asetat			
			Kadar Asam asetat (g/l)	Yield (%)	Densitas (g/ml)	Viskositas (Cp)
7	400	10	23,61	44,56	1,047	1,142
		20	30,02	66,48	1,049	1,159
		40	33,22	68,37	1,049	1,167
		60	33,62	68,64	1,056	1,191
10	400	10	57,64	77,29	1,086	1,200
		20	64,05	80,12	1,086	1,216
		40	65,25	80,32	1,087	1,224
		60	65,25	85,82	1,087	1,230
14	400	10	37,63	70,62	1,078	1,173
		20	39,23	72,63	1,081	1,192
		40	46,83	74,14	1,085	1,208
		60	52,04	76,42	1,086	1,216

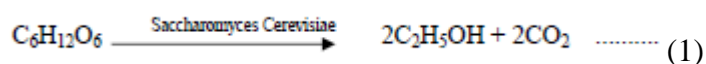
3.1 Hasil Penelitian pada Kopi Robusta

Tabel 2 adalah hasil penelitian untuk jenis air cucian kopi robusta. Proses pembuatan asam asetat dari limbah cair hasil cucian kopi arabika dilakukan dengan metode fermentasi dimana fermentasi pertama dilakukan dengan mengubah gula yang ada dalam bahan menjadi etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 8 gram, lama fermentasi yaitu 48 jam. Komposisi kimia alami dari limbah cair hasil cucian kopi bukan merupakan komposisi medium optimal untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* sehingga perlu dilakukan penambahan nutrisi ke dalam cairan hasil cucian kopi arabika dan robusta, tahap fermentasi alkohol untuk memproduksi asam cuka dapat dilakukan tanpa memerlukan pengaturan suhu, terutama bila dilakukan

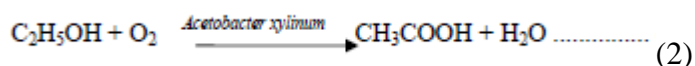
dalam skala kecil. Karena suhu lingkungan sesuai untuk pertumbuhan dan aktifitas sel khamir (Rahman, 1992). Reaksi pembentukan glukosa menjadi etanol adalah sebagai berikut:

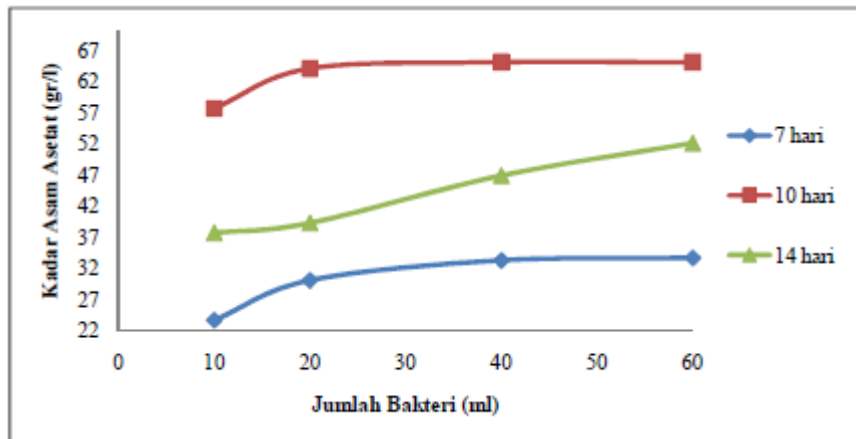
Tabel 2 Hasil penelitian untuk jenis air cucian kopi robusta

Waktu Fermentasi (hari)	Pengadukan (rpm)	Jumlah Bakteri (ml)	Analisa Asam Asetat			
			Kadar Asam asetat (g/l)	Yield (%)	Densitas (g/ml)	Viskositas (Cp)
7	400	10	26,42	64,29	1,048	1,061
		20	28,02	66,22	1,049	1,077
		40	35,62	66,97	1,049	1,093
		60	36,03	69,14	1,080	1,109
10	400	10	56,04	76,18	1,085	1,200
		20	59,64	77,66	1,085	1,216
		40	60,05	78,17	1,086	1,216
		60	62,05	78,34	1,087	1,224
14	400	10	44,03	70,12	1,080	1,158
		20	50,04	71,05	1,081	1,173
		40	54,04	71,96	1,082	1,192
		60	56,04	71,51	1,082	1,200

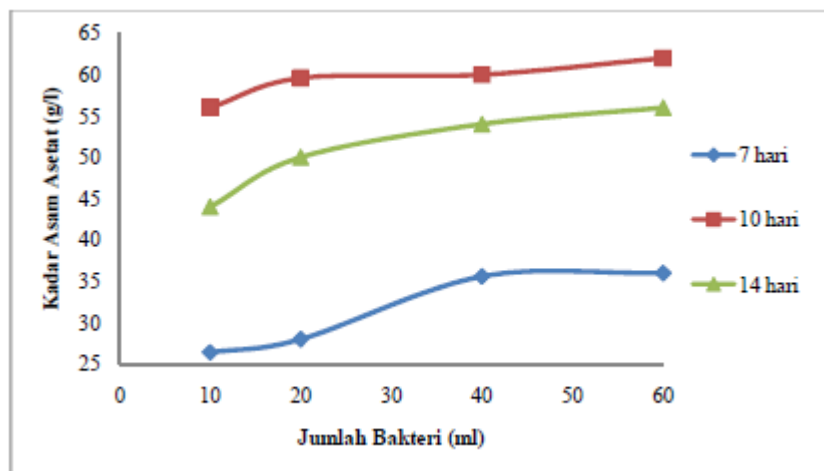


Setelah diperoleh cairan beralkohol (etanol) maka di lanjutkan dengan fermentasi kedua yaitu mengubah etanol menjadi asam asetat menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum* dengan waktu fermentasi yang di variasikan yaitu 7, 10, dan 14 hari. Fermentasi ini dilakukan secara aerob karena untuk pembentukan asam asetat bakteri membutuhkan Oksigen, dari hasil fermentasi maka akan diperoleh asam asetat dan air, sehingga pemisahan produk yang dihasilkan dilakukan dengan cara destilasi dimana titik didih air 1000C dan titik didih asam asetat yaitu 117,90C. Reaksi pembentukan etanol menjadi asam asetat adalah sebagai berikut:





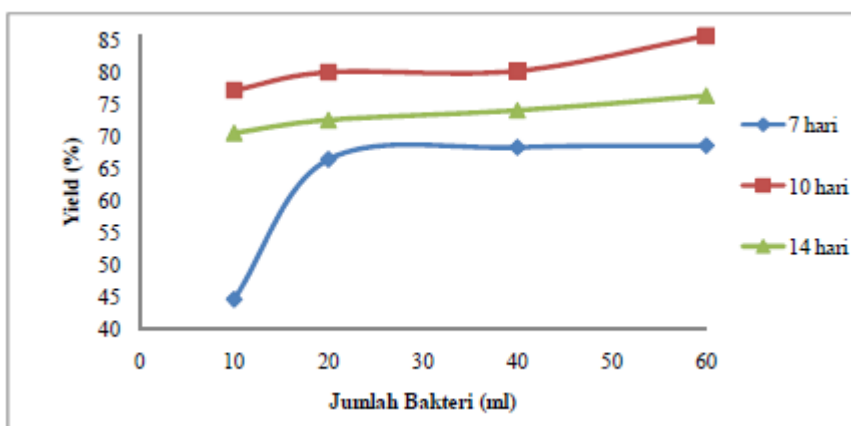
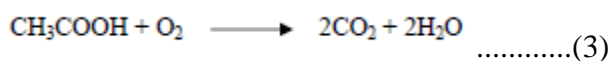
Gambar 2 Pengaruh jumlah bakteri terhadap kadar asam asetat untuk jenis air cucian kopi arabika



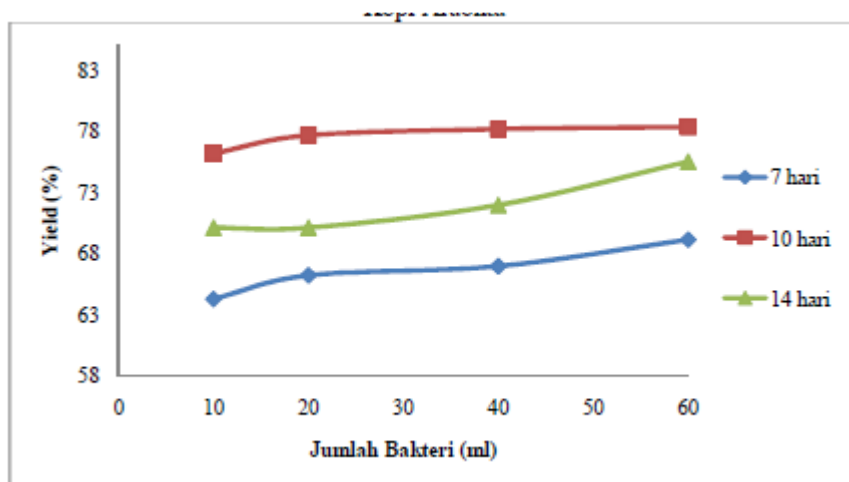
Gambar 3 Pengaruh jumlah bakteri terhadap kadar asam asetat untuk jenis air cucian kopi robusta

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa lamanya waktu fermentasi dan banyaknya jumlah bakteri sangat mempengaruhi kadar asam asetat yang dihasilkan. Dapat dilihat bahwa pada hari ke-7 hingga hari ke-10 kadar asam asetat semakin meningkat sedikit demi sedikit karena pada masa ini bakteri masih mengalami masa adaptasi, hal ini disebabkan bakteri asam asetat belum menunjukkan kinerja yang maksimum untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat. Fermentasi pada hari ke-14 kadar asam asetat yang dihasilkan menurun, hal ini disebabkan karena asam asetat akan teroksidasi atau terurai oleh oksigen dari udara menjadi CO₂ dan H₂O karena proses fermentasi yang terlalu lama

(Supli, 2002), dengan persamaan reaksi seperti yang ditunjukkan oleh persamaan 3.



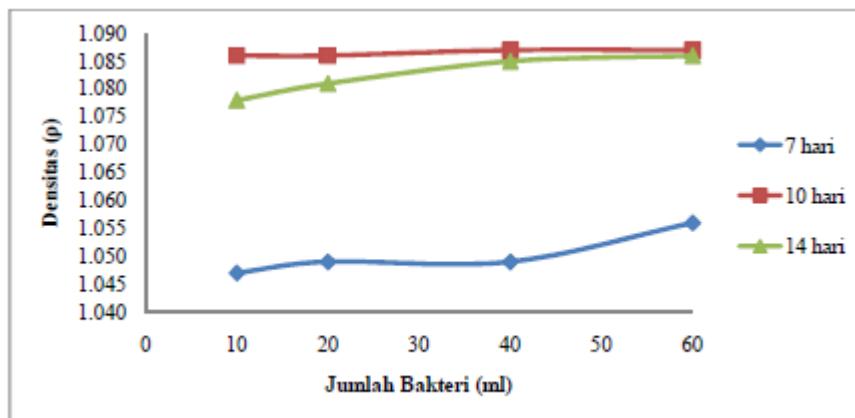
Gambar 4 Pengaruh jumlah bakteri terhadap yield untuk jenis air cucian kopi Arabika



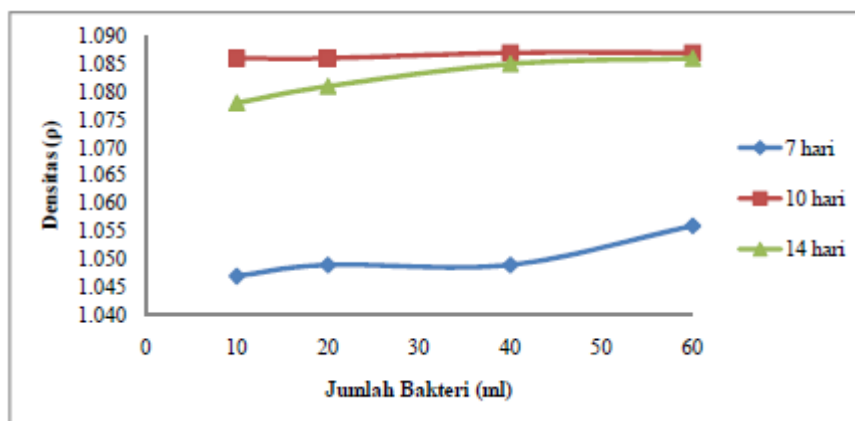
Gambar 5 Pengaruh jumlah bakteri terhadap yield untuk jenis air cucian kopi Robusta

Yield merupakan produk yang didapatkan dari membandingkan berat awal bahan dengan berat akhirnya, sehingga dapat diketahui kehilangan beratnya selama proses pengolahan. Pada analisa yield ini larutan asam asetat hasil fermentasi kedua yang telah difermentasi selama 7, 10 dan 14 hari didistilasi selama 2 jam dengan suhu sebesar 1050C . Setelah dilakukan proses distilasi dan diperoleh asam asetat yang lebih murni, maka selanjutnya dilakukan proses

pengukuran berat produk, dimana yield diperoleh dengan melihat perbandingan berat asam asetat setelah fermentasi kedua per berat asam asetat murni yang telah di distilasi. Pada hari ke-7 hingga hari ke-10 yield asam asetat yang diperoleh terus meningkat. Hari ke-14 Yield yang diperoleh menurun dibandingkan pada hari ke-10. Menurunnya Yield yang diperoleh dikarenakan sebagian bakteri telah mati, kondisi media fermentasi yang sudah tidak mendukung aktifitas bakteri, ini menandakan bahwa waktu fermentasi sudah berakhir dan substrat yang tersedia (etanol) sudah mulai habis. Hal ini diindikasikan dengan makin menurunnya asam asetat yang di produksi. Oleh karena itu setelah diperoleh Yield maksimum dan telah memenuhi kualifikasi asam asetat maka sebaiknya fermentasi segera dihentikan (Fardiaz,1984).

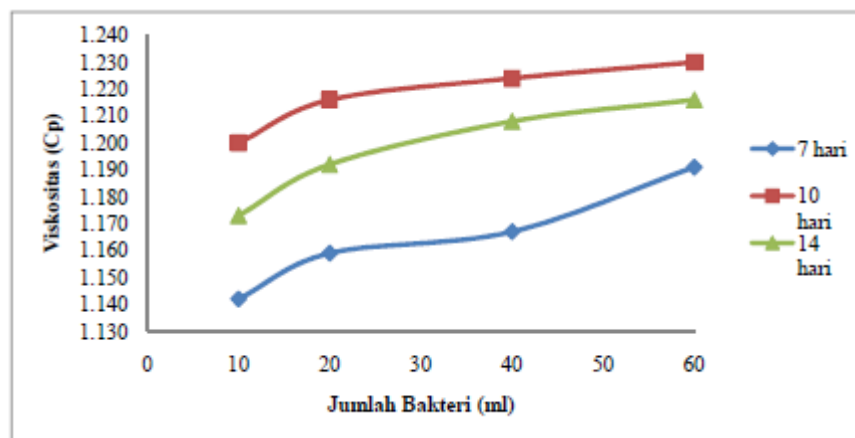


Gambar 6 Pengaruh jumlah bakteri terhadap densitas untuk jenis air cucian kopi Arabika



Gambar 7 Pengaruh jumlah bakteri terhadap densitas untuk jenis air cucian kopi Robusta

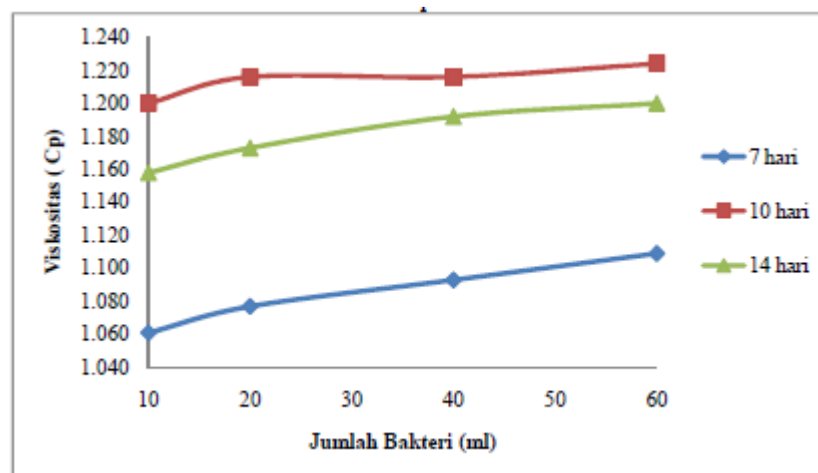
Densitas atau rapatan atau massa jenis merupakan jumlah massa benda persatuan volume. Densitas terus meningkat sedikit demi sedikit hingga densitas tertinggi diperoleh pada hari ke-10 dengan jumlah penambaham bakteri yang sama. Banyaknya jumlah bakteri yang ditambahkan sangat mempengaruhi hasil densitas pada asam asetat, dimana semakin banyak jumlah bakteri yang digunakan maka densitas yang diperoleh semakin meningkat. Semakin banyak (*Acetobacter xylinum*) maka semakin baik reaksi pembentukan asam asetat yang terjadi selama nutrien yang digunakan masih mencukupi sehingga densitas yang diperoleh terus meningkat, banyaknya jumlah bakteri juga harus di sesuaikan dengan banyaknya bahan baku yang digunakan, untuk penelitian ini dengan jumlah bahan baku sebanyak 400 ml dan penambahan jumlah bakteri sebanyak 10-60 ml masih menunjukkan hasil yang baik.



Gambar 8 Pengaruh jumlah bakteri terhadap viskositas untuk jenis air cucian kopi Arabika

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak bakteri *Acetobacter xylinum* yang digunakan maka viskositas asam asetat yang dihasilkan semakin tinggi, ini menandakan bahwa lamanya waktu fermentasi dan jumlah bakteri sangat mempengaruhi viskositas dari asam asetat. Viskositas merupakan nilai kekentalan suatu fluida, dimana uji viskositas ini dilakukan dengan alat viskometer dengan cara menentukan waktu alir cairan dan akan di kalibrasi dengan air. Semakin meningkatnya hasil viskositas juga

dipengaruhi oleh Densitas dari asam asetat yang diperoleh, dimana untuk memperoleh Spesifik gravity (Sg) untuk sampel yang di uji maka nilai densitas yang diperoleh dari uji sebelumnya akan dibandingkan dengan densitas air maka akan diperoleh nilai spesifik gravity dari sampel, Spesifik gravity di perlukan untuk mencari nilai viskositas sampel. Viskositas yang diperoleh semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu fermentasi serta jumlah bakteri yang digunakan dimana viskositas yang diperoleh pada hari ke-7 sampai hari ke-10 viskositas asam asetat yang dihasilkan semakin meningkat sedikit demi sedikit.



Gambar 9 Pengaruh jumlah bakteri terhadap viskositas untuk jenis air cucian kopi Robusta

Gambar 8 dan 9 menunjukkan bahwa pengaruh banyaknya jumlah bakteri yang digunakan terhadap viskositas yaitu semakin banyak jumlah bakteri yang digunakan maka viskositas yang diperoleh semakin meningkat, hasil dari viskositas ini juga di pengaruhi oleh hasil densitas yang semakin meningkat pula dengan lamanya waktu fermentasi serta semakin banyaknya jumlah bakteri. Semakin banyak jumlah bakteri yang di tambahkan maka reaksi pembentukan asam asetat akan semakin baik sehingga viskositas akan semakin meningkat, Maka dapat disimpulkan bahwa hasil Viskositas terbaik yaitu yang paling mendekati literatur yaitu 1,22 Cp.

4. Simpulan dan saran

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kadar asam asetat terbaik pada cairan kopi arabika diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari dengan penambahan bakteri sebanyak 40 ml dan 60 ml dengan kadar yang diperoleh yaitu 65,25 g/l sedangkan kadar asam asetat terbaik pada cairan kopi robusta diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari dengan penambahan bakteri sebanyak 60 ml dengan kadar yang diperoleh yaitu 62,05 g/l.
2. Yield asam asetat tertinggi pada cairan kopi arabika diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari dengan jumlah bakteri sebanyak 60 ml yaitu sebesar 85,82%. Sedangkan Yield asam asetat tertinggi pada cairan kopi robusta diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari dengan jumlah bakteri 10 ml yaitu sebesar 78,34%.
3. Hasil analisa Densitas asam asetat yang dilakukan sebagian besar sudah masuk dalam standar literatur yang ditentukan yaitu 1,049-1,226 g/cm³ dimana hasil densitas yang diperoleh pada cairan kopi arabika yaitu 1,047 – 1,087 g/cm³ dan cairan kopi robusta 1,047 – 1,087 g/cm.
4. Viskositas asam asetat terbaik pada cairan kopi arabika diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari dengan jumlah bakteri 40 ml yaitu 1,224 Cp. Sedangkan pada kopi robusta diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari dengan jumlah bakteri 60 ml yaitu 1,224 Cp.

4.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya digunakan bahan baku yang berbeda dengan kandungan glukosa/alkohol untuk diolah menjadi asam asetat.
2. Dengan penelitian yang sama, dilakukan perbedaan metode fermentasi satu tahap untuk melihat perbandingan.

3. Sebaiknya menggunakan variabel lain untuk di variasikan seperti jumlah ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan kecepatan pengadukan untuk memperoleh hasil yang lebih baik lagi.

5. Daftar Pustaka

1. Bagasyanirawan's. 2012. *Pembuatan Asam Asetat*. Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
2. Bergey, David H.; John G. Holt; Noel R. Krieg; Peter H.A. Sneath (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (edisi ke-9th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 0-683-00603-7.
3. Buckle, K. A., dkk., Penerjemah ; Hari Purnomo dan Adiono. “*Ilmu Pangan*”, Jakarta; Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), 1985.
4. Effendi, M. Supli. 2002. *Kinetika Fermentasi Asam Asetat (Vinegar) Oleh Bakteri Acetobacter Aceti B127 Dari Etanol Hasil Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao*. Jurnal Teknologi Pangan Universitas Pasundan.
5. Ernawati, Raudah. 2012. *Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika dari Proses Pulping untuk Pembuatan Bioetanol*. Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe.
6. Fardiaz, Winarno. 1984. *Biofermentasi dan biosintesa*. Bandung: Angkasa.
7. Hardoyo. 2007. *Kondisi optimum fermentasi asam asetat menggunakan Acetobacter aceti B166*. Balai Besar Teknologi Pati.
8. Harianti. 2015. *Pembuatan asam asetat dari limbah hasil cucian kopi arabika menggunakan bakteri acetobacter aceti*. Tugas Akhir Teknik Kimia, Universitas Malikussaleh.
9. Irmayati. 2013. *Fermentasi Buah Pepaya Menjadi Asam Asetat Menggunakan Bakteri Acetobacter Xylinum*. Tugas Akhir Teknik Kimia, Universitas Malikussaleh).
10. Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikrobiologi di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
11. Levenspiel. 2003. *Chemical Reaction Engineering (Edisi kedua)*. New York : Departemen of Chemical Engineering oregon state University.
12. Madigan M; Martinko J (editors). 2005. “*Brock Biology of Microorganisms*” (edisi ke-11th ed.). Prentice Hall. ISBN 0-13-144329-1, 2005.

13. Mudrig, Yahmadi. 2007. *Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia*. Surabaya: Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI).
14. Mulato, Sri. 1994. *Praktek pengolahan Kopi. Bahan Kusus Pengolahan Kopi dan uji Cita Rasa*,. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
15. Najiyati, S. dan Danarti. 1990. *Budidaya dan Penanganan Lepas Panen Kopi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
16. Nurika, Irnia dan Nur Hidayat. 2001. *Pembuatan Asam Asetat dari air kelapa secara Fermentasi Kontinyu menggunakan Kolom Bio-oksidasi*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. Universitas Brawijaya.
17. Raudah, Dkk. 2012. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Hasil Pengolahan Basah Kopi Arabika*. Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe 18. Renita Manurung, 2016, *Pembuatan Anggur Pepaya Dengan Proses Fermentasi*, Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
19. Rismunandar. 1986. *Pengolahan Pangan*. Jakarta: Gramedia.
20. Rosmiati, Raudah, M. Yunus. 2013. *Pembuatan Asam Asetat dari Limbah Cair Kulit Kopi Arabika (Coffea Arabica Sp)*. Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe.
21. Schlegel, H.G.. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Edisi keenam. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, hal:307.
22. Sihombing, TP. 2011, kopi Arabika (coffie Arabica) Institut Pertanian Bogor.
23. Supli, M, Effendi. 2002. *Kinetika Fermentasi Asam Asetat (Vinegar) Oleh Bakteri Acetobacter Aceti B127 dari Etanol Hasil Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao*. Jurnal Tegnologi Pangan Universitas Pasundan.
24. Taufik,W. 2000 “*Pembuatan Asam Asetat Dari Ampas Tahu Dengan Proses Fermentasi*”, TGA Politeknik Negeri Lhoksemawe.
25. Tim Jurusan Teknik Kimia. 2016. *Pembuatan Asam Cuka dari Pepaya Solo secara Fermentasi*, Universitas Setia Budi.