

KADAR BIOETANOL LIMBAH TAPIOKA PADAT KERING DENGAN PENAMBAHAN RAGI DAN H₂SO₄ PADA LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA

Aminah Asngad dan Triyani

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Surakarta 57102
Telp. (0271) 717417, Fax. (0271) 715448

ABSTRAK

Limbah tapioka padat kering (Onggok) merupakan bahan pangan sumber energi yang masih mengandung serat kasar dan pati. Nilai ekonomisnya masih rendah dan dapat mengakibatkan polusi, sehingga perlu adanya upaya penanganan limbah onggok yaitu diproses dengan cara fermentasi dan destilasi sehingga dapat menghasilkan bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi pada perlakuan yang dapat memberikan hasil optimum terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan pada fermentasi limbah tapioka padat kering dengan penambahan H₂SO₄ sebagai katalisator. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial dengan dua faktor yaitu faktor 1 waktu fermentasi dengan perlakuan 5hari, 7hari, 9hari faktor 2 dosis ragi dengan perlakuan 0g, 25g, 50g, 75g. Dari kedua faktor perlakuan diperoleh 12 macam kombinasi perlakuan. Data dianalisis menggunakan Uji Anava dua jalur dan dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) yang berupa data yang menunjukkan kadar bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering sesuai dengan perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi 16,90 %. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan waktu fermentasi 9 hari dan dosis ragi 75g dapat memberikan pengaruh optimum terhadap kadar bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

Kata Kunci: limbah padat tapioka, waktu fermentasi, dosis ragi, kadar bioetanol

ABSTRACT

Solid Waste dry tapioca (cassava) is a food energy source that still contains crude fiber and starch. Its economic value is low and can lead to pollution, so the need for waste handling efforts cassava is processed by fermentation and distillation so as to produce bioethanol. This study aims to determine the effect of fermentation time and yeast dose on treatment that can give optimum results on levels of bioethanol produced in the fermentation of solid wastes dry tapioca with the addition of H₂SO₄ as a catalyst. This research was done experimentally using factorial completely randomized design with two factors: factor 1 with treatment 5hari fermentation time, 7hari, 9hari factor of 2 doses of yeast to the treatment 0g, 25g, 50g, 75g. From the second treatment factor obtained 12 kinds of combination treatment. Data were analyzed using Anova test followed by two lines and test DMRT (Duncan's Multiple Range Test) in the form of data showing the levels of bioethanol on the fermentation of cassava

waste in accordance with the treatment of dry solid. Based on the results showed that the highest levels of 16.90% bioethanol. From the results of this study concluded that the treatment time of 9 days of fermentation and yeast 75g dose to provide optimum effect on levels of ethanol in fermentation of solid wastes dry tapioca.

Keywords: solid waste tapioca, fermentation time, yeast dose, grade bioethanol

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris, kehidupan sebagian besar masyarakat ditopang oleh hasil-hasil pertanian. Proses pembangunan di Indonesia mendorong tumbuhnya industri-industri yang berbahan baku hasil pertanian (agroindustri).

Perkembangan industri pangan ini banyak mendatangkan keuntungan bagi masyarakat maupun pemerintahan, namun juga diiringi dengan timbulnya beberapa permasalahan baru diberbagai sektor. Salah satu dampak negatif dari adanya industri adalah timbulnya pencemaran terhadap lingkungan yang berasal dari limbah industri. Industri tapioka merupakan salah satu industri pangan yang terdapat di Indonesia. Bahan baku industri ini adalah umbi ketela pohon (*Manihot utilissima*) yang diolah menjadi tepung tapioka. Tepung tapioka merupakan suatu bahan baku maupun bahan pembantu untuk keperluan industri tekstil, industri kertas dan lain-lain.

Industri tepung tapioka mempunyai efek samping yang berupa limbah padat dan cair. Untuk satu industri dengan kapasitas 3-5 ton perhari menghasilkan limbah cair 4.500 – 6.000 liter per hari. Sumber limbah cair tersebut berasal dari proses pencucian bahan baku, penyaringan bubur singkong (ekstrasi) dan pengendapan pati. Limbah padat (onggok) telah banyak dimanfaatkan, yaitu sebagai pakan ternak, pembuatan kompos dan sebagainya. Ampas ketela pohon tersebut masih

berguna sebagai sumber karbohidrat. Analisa nutrisi : 18.3% air, 0.8% protein, 78% bahan ekstrak tanpa N, 2.2% lemak dan 2.5% abu serta nilai Mp adalah 76 (Anonim, 2006).

Selain digunakan sebagai bahan pembuatan tapioka, ketela pohon dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etil bioetanol. Beberapa manfaat yang diperoleh dari bioetanol yaitu : 1) sebagai bahan baku dalam pembuatan senyawa-senyawa organik misalnya asam asetat, eter dan khloroform, 2) pelarut dalam pembuatan pernis dan sebagai pelarut bahan organik lainnya seperti minyak wangi, 3) bahan bakar setelah didenaturasikan terlebih dahulu, dan 4) salah satu komponen dalam kosmetik (Restiani, 2005).

Nilai jual onggok masih rendah yaitu Rp. 55,00 per kg. Onggok merupakan bahan pangan sumber energi yang masih mengandung serat kasar dan pati selain digunakan sebagai pakan. Nilai ekonomisnya masih rendah dan dapat mengakibatkan polusi, sehingga perbaikan metode penanganan limbah pabrik tapioka diharapkan dapat menghindarkan masalah pencemaran lingkungan, dapat meningkatkan nilai ekonomis onggok dan peningkatan efisiensi proses pengolahan tapioka (Winarno, 2003).

Upaya minimalisasi limbah dari proses pembuatan tepung ubi kayu salah satunya dengan memanfaatkan kembali limbah tersebut. Teknologi biokonversi merupakan konversi bahan secara enzi-

matik melalui fermentasi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomi onggok. Perkembangan bioteknologi melalui pemanfaatan mikroba dengan proses fermentasi dapat mengkonversi bahan secara enzimatik, misalnya onggok dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya dan mengurangi pencemaran udara atau gas yang terjadi. Untuk berlangsungnya proses fermentasi oleh suatu mikroba perlu adanya medium fermentasi yang mengandung nutrisi untuk pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesis produk-produk metabolisme (Rahman, 2005).

Saccharomyces cerevisiae merupakan khamir yang banyak digunakan dalam industri fermentasi bioetanol sebagai industri modern, khamir tersebut dalam bioteknologi konvensional telah digunakan untuk memproduksi beberapa pangan tradisional seperti : bir, anggur, wiski, sake, pengembangan roti, tempe dan sebagainya. Dalam teknologi modern khamir tersebut telah digunakan jasad inang eukariotik untuk memproduksi protein-protein heterolog seperti : vaksin hepatitis B yang telah ada dipasaran, hemoglobin, serum albumin dan glisin betain (Rahmawati, 2004).

Dalam proses pemecahan (cracking) suatu senyawa (tepung/pati) dapat ditambahkan bahan tertentu sebagai katalis untuk mempercepat jalannya reaksi, terutama reaksi yang menggunakan suhu dan tekanan rendah. Dalam proses pemecahan senyawa (pati/ tepung) dapat digunakan asam sulfat atau H_2SO_4 . Asam sulfat pekat merupakan sebuah katalis asam yang biasa digunakan dan dapat menimbulkan banyak reaksi sampingan. Katalis ini tidak hanya bersifat asam, tetapi juga merupakan agen pengoksidasi yang kuat (Anonim, 2007).

Proses sakarifikasi dapat dilakukan

dengan menggunakan enzim amilase atau asam. Hidrolisis pati dengan asam (HCL atau H_2SO_4) memiliki kelemahan yaitu senyawa asam tersebut bersifat korosif. Pemberian senyawa asam akan membentuk senyawa lain yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan glukosa yang dihasilkan sedikit. Bioetanol umumnya diproduksi melalui tiga tahapan meliputi : hidrolisis pati (pembuatan bubur pati), liquifikasi, sakarifikasi dan fermentasi etanol (Crueger dan Crueger, 1994).

Bioetanol dapat diperoleh melalui konversi biomasa seperti sereal, umbi akar dan molase dengan menggunakan teknologi fermentasi dan oleh aktivitas mikroba. Bioetanol sebagai sumber energi banyak menarik perhatian seluruh dunia, ongkos produksinya lebih murah dan proses produksinya lebih sederhana dari pada bensin. Saat ini sedang ditingkatkan penelitian untuk mencapai mikroba fermentasi yang efisien, substrat dengan harga murah dan kondisi yang optimum untuk fermentasi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Khoridha (2006), setelah dilakukan pengujian terhadap kadar bioetanol pada hasil fermentasi limbah tapioka padat kering ketela pohon, maka hasil penelitian menunjukkan kadar bioetanol terendah adalah 11,70% pada waktu fermentasi 9 hari dan dosis ragi 2g. Sedangkan kadar bioetanol tertinggi adalah 41,67% pada waktu fermentasi 15 hari dan dosis ragi 8g. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu fermentasi dan banyaknya dosis ragi yang diberikan maka semakin banyak kadar bioetanol yang didapatkan.

Dalam penelitian Tatik (2008), setelah dilakukan pengujian terhadap kadar bioetanol pada hasil fermentasi tepung umbi ketela pohon (*Manihot utilissima* Pohl) dengan penambahan H_2SO_4 , maka hasil penelitian menunjuk-

kan kadar bioetanol tertinggi adalah 30,60 % pada waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 100 g. Sedangkan kadar bioetanol terendah adalah 13,13 % pada waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 50 g. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu fermentasi dan banyaknya dosis ragi yang diberikan maka semakin banyak kadar bioetanol yang didapatkan.

Limbah onggok ketela pohon sebagai sisa pembuatan tepung tapioka dianggap kurang berguna bagi masyarakat, karena nilai ekonomisnya yang masih rendah dan pemanfaatannya belum optimal. Masih adanya beberapa kandungan nutrisi di dalam limbah onggok, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sebagai bahan alternatif pembuatan bioetanol.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian tentang Kualitas Bioetanol Limbah Tapioka Padat Kering Dengan Penambahan Ragi Dan H_2SO_4 Pada Lama Fermentasi Yang Berbeda untuk dilakukan penelitian guna mengetahui kadar bioetanolnya.

Berdasarkan latar belakang di atas maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh waktu fermentasi, dosis ragi dan penambahan H_2SO_4 terhadap kadar bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering dan berapa kadar bioetanol tertinggi yang dapat diperoleh dari hasil perbandingan waktu fermentasi, dosis ragi dan penambahan H_2SO_4 pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi, dosis ragi dan penambahan H_2SO_4 terhadap kadar bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering dan untuk mengetahui kadar bioetanol tertinggi yang diperoleh dari hasil perbandingan waktu fermentasi, dosis ragi dan

penambahan H_2SO_4 pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk Destilasi dan pengujian kadar bioetanol. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor dengan 12 kombinasi perlakuan dan masing-masing perlakuan menggunakan 3 kali ulangan.

Proses fermentasi limbah tapioka padat kering dapat diuraikan sebagai berikut : Mencampurkan limbah tapioka padat kering sebanyak 500 g dengan air dengan perbandingan 1:5 dan menambahkan H_2SO_4 8%. Merebus campuran dengan api sedang dan mengaduknya secara terus-menerus sampai campuran berwarna kecokelatan. Mendinginkan adonan 1 sampai 2 jam hingga benar-benar dingin. Kemudian setelah dingin, bahan dinetralkan dengan penambahan NaOH, setelah itu pH diturunkan kembali dengan menggunakan H_2SO_4 sampai pH 4,5-5,5. Pembuatan starter yaitu dengan menggunakan air gula sebanyak 16% dari dosis ragi kemudian dicampur pada ragi. Mencampur bahan dengan ragi tape merk NKL yang sudah dibuat starter, masing-masing dengan dosis yang telah ditentukan (25g, 50g, 75g). Memasukkan bahan ke dalam toples kemudian menutup toples dengan plastik. Menginkubasi bahan masing-masing selama 5, 7, 9 hari.

Proses destilasi bioetanol dapat diuraikan sebagai berikut: hasil fermentasi cairan limbah tapioka padat kering didestilasi dengan cara memanaskan sampai

mendidih pada suhu 78° – 79°C. Mengembunkan uap hasil destilasi tersebut dan menampungnya kedalam tabung penampung (erlenmeyer). Bila uap sudah tidak menetes lagi, maka mengambil hasil destilasi tersebut dan menyimpannya kedalam botol.

Uji kadar bioetanol dapat diuraikan sebagai berikut: larutan bioetanol dari hasil destilasi diukura dengan *bioetanolmeter*. Memasukkan larutan bioetanol kedalam tabung reaksi yang telah diberi kalium karbonat, kalium dikarbonat dan etanol. Memasukkan tabung reaksi tersebut kedalam *waterbath* selama 2 jam untuk menginkubasi larutan bioetanol tersebut. Setelah diinkubasi selama 2 jam, kemudian

diuji pada *spektrofotometer* dan membaca kadar bioetanol yang tertera.

Data hasil eksperimen dianalisis secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk statistik dengan menggunakan analisis varian 2 jalur (*Anava 2 jalur*) untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang kadar bioetanol hasil fermentasi limbah tapioka padat kering dengan penambahan H₂SO₄ data dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 1. Pengamatan Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering

Perlakuan	Kadar bioetanol (%)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
W ₁ D ₀	0	0	0	0	0
W ₁ D ₁	3,2	5,8	2,9	11,9	3,97
W ₁ D ₂	4,1	3,6	6,8	14,5	4,83
W ₁ D ₃	5,3	6,7	4,4	16,4	5,47
W ₂ D ₀	0	0	0	0	0
W ₂ D ₁	5,8	6,2	4,3	16,3	5,43
W ₂ D ₂	6,9	5,5	7,2	19,6	6,53
W ₂ D ₃	10,7	12,2	11,8	34,7	11,57
W ₃ D ₀	0	0	0	0	0
W ₃ D ₁	8,4	7,5	8,2	24,1	8,03
W ₃ D ₂	10,2	8,8	9,3	28,3	9,43
W ₃ D ₃	15,5	18,3	16,9	50,7	16,90

Keterangan :

- W₁D₀ : Waktu fermentasi 5 hari tanpa penambahan ragi
- W₁D₁ : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 5%
- W₁D₂ : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 10%
- W₁D₃ : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 15%
- W₂D₀ : Waktu fermentasi 7 hari tanpa penambahan ragi
- W₂D₁ : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 5%
- W₂D₂ : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 10%
- W₂D₃ : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 15%
- W₃D₀ : Waktu fermentasi 9 hari tanpa penambahan ragi
- W₃D₁ : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 5%
- W₃D₂ : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 10%
- W₃D₃ : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 15%

Tabel 2. Hasil Uji Anava Dua Jalur Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel} 5%
Perlakuan	11	840,31	76,39	77,16*	2,22
Waktu	2	636,41	318,205	321,42*	3,40
Dosis	3	114,01	38,003	38,39*	3,01
Interaksi	6	89,89	14,98	15,13*	2,51
Galat	24	23,93	0,99		
total	35				

*Berbeda secara nyata pada taraf signifikansi 5%

Setelah dilakukan uji anava dua jalur menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjut untuk melihat perlakuan mana saja yang berbeda nyata. Uji lanjut yang dilakukan adalah uji Ducan's (DMRT)

Tabel 3. Hasil uji Ducan's (DMRT) Kadar Bioetanol Limbah Tapioka Padat Kering

No	Perlakuan	Rerata hasil	Beda Jarak Nyata											Notasi
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	
1	W ₁ D ₀	0,00												a
2	W ₂ D ₀	0,00	0,00											ab
3	W ₃ D ₀	0,00	0,00	0,00										abc
4	W ₁ D ₁	3,97	3,97	3,97	3,97									cd
5	W ₁ D ₂	4,83	0,86	4,83	4,83	4,83								de
6	W ₂ D ₁	5,43	0,60	1,46	5,43	5,43	5,43							ef
7	W ₁ D ₃	5,47	0,04	0,64	1,50	5,47	5,47	5,47						fg
8	W ₂ D ₂	6,53	1,06	1,1	1,7	2,56	6,53	6,53	6,53					gh
9	W ₃ D ₁	8,03	1,50	2,56	2,60	3,20	4,06	8,03	8,03	8,03				hi
10	W ₃ D ₂	9,43	1,40	2,90	3,96	4,00	4,60	5,46	9,43	9,43	9,43			ij
11	W ₂ D ₃	11,57	2,14	3,54	5,04	6,10	6,14	6,79	7,60	11,57	11,57	11,57		k
12	W ₃ D ₃	16,90	5,33	7,47	8,87	10,37	11,43	11,47	12,03	12,93	16,90	16,90	16,90	
	Nilai P _{0,05} pada db (24)		2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34	3,37	3,38	3,41	3,44	
	Nilai BJND _{0,05}		1,67	1,75	1,79	1,84	1,87	1,89	1,90	1,92	1,93	1,94	1,96	

Keterangan:

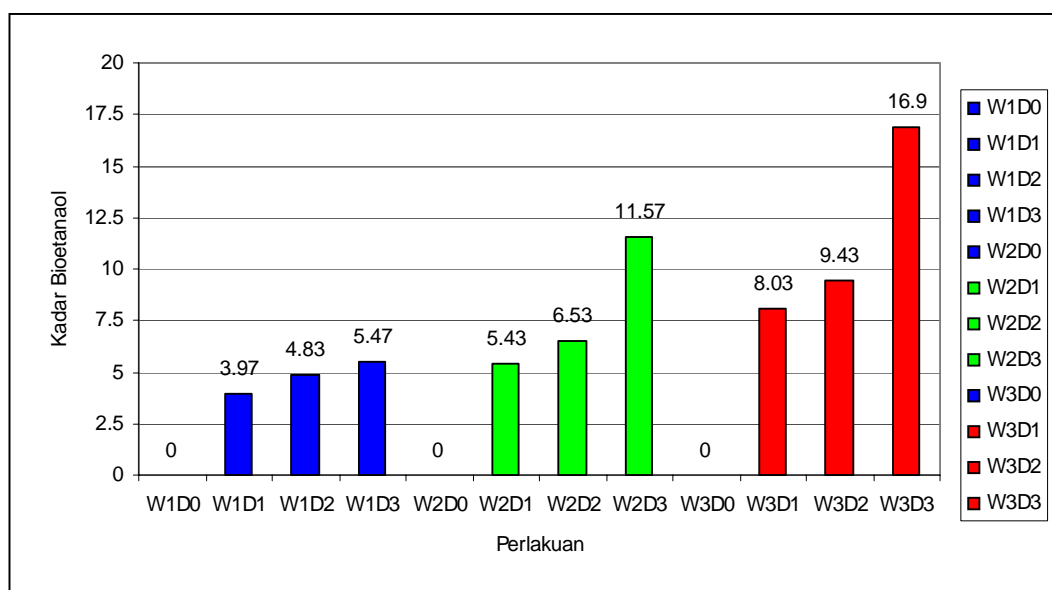
- Baris yang diikuti huruf sama berarti tidak berbeda nyata contoh : garis pertama dan kedua dari a berubah menjadi ab pada baris ke tiga karena nilai jarak nyata tidak berbeda ($0,000 < 1,67$) kemudian mulai berbeda nyata pada baris keempat dimana nilai $3,97 > 1,79$.
- Perlakuan terbaik adalah W₃D₃ dengan nilai jarak nyata terbesar $16,90 > 1,93$ pada taraf signifikan 5%.

Berdasarkan analisis uji anava dua jalur yang dilakukan pada fermentasi limbah tapioka padat kering, menunjukkan bahwa ada perbedaan kadar bioetanol pada fermentasi 5, 7 dan 9 hari. Hal ini ditunjukkan dari tabel 4.1 pada kadar bioetanol menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi terdapat pada W_3D_3 (9 hari/ 75 g) dengan kadar bioetanol mencapai 16,90 %. Ditinjau dari segi waktu fermentasi (W) dan dosis ragi (D), limbah tapioka padat kering yang difermentasi selama 9 hari dan dosis ragi 75 g (W_3D_3) menghasilkan kadar bioetanol yang tertinggi yaitu 16,90% dan terendah pada 5 hari dengan dosis ragi 25 g (W_1D_1) yaitu 3,97%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1.

Perbedaan waktu fermentasi dan dosis ragi dapat menghasilkan perbedaan kadar bioetanol pada tiap-tiap perlakuan. Tinggi rendahnya glukosa juga mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan. Proses pengubahan glukosa

menjadi bioetanol dalam proses fermentasi ini dipengaruhi oleh aktivitas khamir. Dari hasil fermentasi yang dilakukan, didapatkan kadar bioetanol yang tertinggi adalah pada waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 75 g. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas khamir yang optimal, sedangkan pada fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 25 g didapatkan kadar paling rendah. Hal ini karena khamir belum mampu memecah glukosa secara optimal.

Kadar bioetanol yang dihasilkan dipengaruhi oleh waktu atau lama fermentasi. Dari lama fermentasi 5, 7 dan 9 hari dapat diketahui bahwa kadar bioetanol yang dihasilkan pada setiap perlakuan berbeda. Perbedaan kadar bioetanol ditunjukkan dari hasil uji anava dua jalur tabel 4.2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($321,42 > 3,40$) pada taraf signifikan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan waktu fermentasi 5, 7 dan 9 hari menghasilkan kadar bioetanol yang berbeda pada fermentasi limbah tapioka padat kering.



Gambar 1. Histogram Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering

Waktu yang lebih lama memberikan kesempatan kepada mikrobia (khamir) untuk melakukan penguraian yang lebih banyak terhadap limbah tapioka padat kering. Hasil pengukuran kadar bioetanol pada fermentasi 9 hari adalah yang paling tinggi yaitu 16,90% dibanding dengan waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari. Hal ini dapat disebabkan karena proses fermentasi pada limbah tapioka padat kering mencapai titik waktu yang optimum untuk menghasilkan bioetanol paling tinggi pada hari ke 9.

Hasil pengujian uji anava dua jalur menunjukkan bahwa perbedaan dosis ragi sangat berpengaruh terhadap kadar bioetanol limbah tapioka padat kering. Hasil perhitungan $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $38,39 > 3,01$ pada taraf signifikan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan dosis ragi 25, 50 dan 75 g menghasilkan kadar bioetanol yang berbeda pada fermentasi limbah tapioka padat kering. Pada dasarnya penambahan ragi pada proses fermentasi yang berbeda pada setiap bahan juga akan berpengaruh besar terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

Interaksi antara perbedaan waktu fermentasi dan dosis ragi sangat berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi limbah tapioka padat kering. Penghitungan $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $15,13 > 2,51$ pada taraf signifikan 5%. Hal ini berarti bahwa perbedaan waktu fermentasi (5,7 dan 9 hari) serta dosis ragi (25, 50 dan 75 g) sangat menentukan kadar bioetanol yang terbentuk pada limbah tapioka padat kering.

Menurut Budiyanto (2002), hasil fermentasi bioetanol sangat dipengaruhi oleh teknologi produksi yang dipakai. Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Contoh :

untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Saccharomyces cerevisiae* atau kadang-kadang *Saccharomyces ellipsoide*. Dan untuk bahan baku laktosa dari whey menggunakan *Candida pseudotropicalis*. Seleksi tersebut bertujuan agar didapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi serta mampu menghasilkan bioetanol dalam jumlah banyak.

Pembentukan bioetanol dilakukan dalam kondisi anaerob oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang merupakan jenis mikroba fakultatif anaerob. mikroba tersebut mempunyai dua mekanisme dalam mendapatkan energi. Jika ada energi/tenaga diperoleh melalui respirasi aerob dimana hal tersebut tidak digunakan dalam pembentukan bioetanol melainkan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Sedangkan tenaga yang diperoleh melalui respirasi anaerob sebagian digunakan untuk pembentukan bioetanol (Judoa-midjojo, 2005).

Saccharomyces cerevisiae merupakan galur terpilih yang biasanya digunakan waktu fermentasi bioetanol sebab mempunyai toleransi yang tinggi terhadap bioetanol. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasi sukrosa menjadi etanol pada kondisi netral atau sedikit asam dalam kondisi anaerob. pada kondisi 10% glukosa dapat direspirasi menjadi CO_2 dengan menghasilkan kadar etanol kurang dari 50% (Hawab, 2004).

Semakin tinggi kadar gula yang terlarut maka makin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan, karena semakin banyak pula gula yang harus diubah menjadi etanol oleh khamir. Tetapi semakin lama fermentasi kadar glukosa yang semakin rendah dan kadar bioetanolnya semakin tinggi. Keadaan seperti ini terjadi karena selama fermentasi glukosa

yang terdapat dalam substrat (bahan) akan diubah oleh enzim zimase menjadi bioetanol (Gumbiro, 2007).

Dari hasil penelitian uji kadar bioetanol limbah tapioka padat kering dengan penambahan ragi dan H_2SO_4 dapat dilihat bahwa terdapat adanya perbedaan jumlah kadar bioetanol yang dihasilkan. Selain dipengaruhi oleh waktu fermentasi dan dosis ragi yang digunakan dalam penelitian ini ditambahkan H_2SO_4 yang bersifat sebagai katalisator.

Menurut Anonim (2000), katalisator adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar reaksi. Katalis kadang terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi yang permanen. Dengan kata lain pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi. Fungsi katalis adalah memperbesar kecepatan reaksinya dengan jalan memperkecil energi pengaktifan suatu reaksi dan dibentuknya tahap-tahap reaksi yang baru. Dengan menurunnya energi pengaktifan maka pada suhu yang sama reaksi dapat berlangsung dengan cepat.

Aktivitas khamir banyak dipengaruhi oleh media dan kondisi lingkungan (suhu dan keasaman) dimana panas, konsentrasi ion hidrogen, air dan cahaya mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Tinggi rendahnya kadar bioetanol yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh cepat lambatnya sel ragi yang digunakan dalam fermentasi bahan. Optimalnya pertumbuhan khamir dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya komposisi media yang digunakan sebagai media pengembangbiakan mikroba mulai persiapan sampai fermentasi dapat berjalan optimum ketika pertumbuhan enzim maksimum dan ketersediaan substrat cukup.

Kisaran suhu di dalam lingkungan mikroba juga mempengaruhi sifat pertumbuhan mikroorganisme. Hampir sama dengan kapang, yakni suhu optimum $25^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$ dan suhu maksimum $35^{\circ}C$ - $47^{\circ}C$, tetapi beberapa khamir dapat tumbuh pada suhu $0^{\circ}C$. Kebanyakan khamir lebih cepat tumbuh pada pH 4,0-4,5 dan tidak dapat tumbuh dengan baik pada medium alkali, kecuali jika telah beradaptasi (Waluyo, 2004).

Menurut Tjahjadi (2007), kandungan air di dalam lingkungan mikroba juga dapat mempengaruhi sifat pertumbuhan mikroorganisme. Bila kandungan air di sekitar lingkungan tidak cukup, maka cairan di dalam sel mikroba mengalir keluar sehingga sel akan mengalami plasmolisis. Pada waktu plasmolisis metabolisme berhenti dan menyebabkan bahan yang terdapat dalam sel sangat pekat yang akhirnya akan menghambat aktivitas enzim, sehingga pertumbuhan khamir dapat beragam, ada yang cepat ada yang lambat.

Faktor lain yang dapat menghambat pertumbuhan khamir adalah kebersihan media, alat dan cara pengolahan fermentasi. Hal tersebut didukung oleh Heyne (2002), bahwa pencampuran ragi harus dilakukan dengan sendok kayu, oleh karena itu jika tersentuh tangan akan menjadi masam dan berwarna kemerah – merahan.

Alkohol mempunyai beraneka ragam kegunaan antara lain : sebagai bahan baku pembuatan senyawa organik lain seperti asam asetat yang merupakan hasil fermentasi bioetanol oleh *Acetobacter acety*, bioetanol untuk membuat ester, bioetanol digunakan dalam kesehatan sebagai anti beku, kemudian bioetanol juga dapat digunakan sebagai bahan pelarut dalam minyak wangi (Budiyanto, 2002).

Menurut Schlegel (1994), etanol atau disebut sebagai etil bioetanol dibidang industri dapat digunakan sebagai bahan

bakar, alat pemanas, penerangan atau pembangkit listrik, pelarut bahan kimia, obat-obatan, deterjen, oli, lilin dan gasohol. Pembuatan bioetanol dengan limbah tapioka padat kering secara fermentasi dalam skala kecil (industri rumah tangga) dapat digunakan sebagai bahan alternatif yang baik untuk dikembangkan. Untuk menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi, dapat dilakukan dengan mendestilasi bioetanol secara bertingkat.

SIMPULAN

Kesimpulan

1. Ada pengaruh antara waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar bioetanol pada limbah tapioka padat kering dengan penambahan ragi dan H_2SO_4 .
2. Kadar bioetanol tertinggi 16,90 % pada waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 75 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto Agus Krisno. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang
- Anonim. 2000. *Sponsor Pendamping Praweda Kimia*. <http://bebas.vlsm.org/v12/sponsor/kimia/0177%201-Se.htm> (diakses tanggal 5 februari 2009)
- _____. 2006. *Terminologi Bahan Pakan dari Hasil Industri Pangan*. <http://Manglayang.blogsome.com> (diakses tanggal 5 Desember 2008)
- _____. 2007. *Asam sulfat*. <http://id.wikipedia.org/wiki/> (diakses tanggal 3 November 2008).
- Crueger, W. dan Crueger, A. 1984. *Biotechnologi. Atexbook Of Industri Micrologi*. Sunderlan Sinaver Associates. Inc
- Gumbiro Said, 2007. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi Edisi 1*. Jakarta : Mediatama Sarana Perkasa
- Heyne, K. 2002. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid I*. Jakarta : Yayasan Sasana Wira Jaya
- Hawab. 2004. *Pengantar Biokimia*. Malang. banyumedia
- Judoamidjojo, R. Mulyono. 2005. *Biokonversi*. Bogor : Depdikbud. Dirjen Dikti Pusat Antar Universitas Bioteknologi
- Khoridha, Ludfi, Anindita. 2006. *Pengaruh Waktu Fermentasi dan Dosis Ragi Terhadap Kadar Alkohol pada Ampas Umbi Ketela Pohon (Manihot utilissima Pohl)*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Tjahjadi Purwoko, 2007. *Fisiologi Mikrobakteri*. Jakarta : Bumi Aksara
- Rahman, A. 2005. *Pengantar Teknologi Fermentasi*. Bogor : PAU IPB
- Rahmawati, Dewi. 2004. *Uji Kemampuan Fermentasi Star Haploid (Saccharomyces cerevisiae) Hasil Rekayasa pada Cairan Buah Belimbing Manis (Averhoa carambola)*. Skripsi FKIP Biologi. Surakarta : UMS

- Restiani, Erna Swesti. 2005. *Perancangan Pabrik Etil Alkohol dan Tapioka Kapasitas 70.000 ton pertama*. Skripsi Teknik Kimia. Surakarta: UMS
- Schlegel, H. G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta :Gadjahmada Universitas Press
- Tatik, Kristyaningsih. 2008. *Kadar Glukosa dan Bioetanol pada Fermentasi Umbi Ketela Pohon (Manihot utilissima pohl) Dengan Penambahan H₂SO₄*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Surakarta: UMS
- Winarno, F. G. 2003. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia.
- Waluyo, Lud. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.