

Pengaruh varietas nanas dan variasi inokulum *Saccaromyces cereviciae* pada fermentasi alkohol

Dian Puspita Anggraini

Universitas Islam Balitar



Penulis koresponden

Dian Puspita Anggraini,
Universitas Islam Balitar
Blitar

Email: dpuspita4@gmail.com

Kata kunci:

Fermentasi alkohol
Nanas
Saccaromyces cereviciae

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peran varietas Nanas dan penambahan inokulum pada fermentasi alkohol. Dua varietas Nanas (*Queen* dan *Smooth Cayenne*) dan inokulum bakteri *Saccaromyces cereviciae* digunakan dalam penelitian ini. Ekstrak buah nanas dinokulasi dengan perlakuan tingkat inokulum 5%; 10%; 15%; 20%; dan 25%. Sebagai substrat ditambahkan ke dalam medium fermentasi sukrosa sebanyak 15%. Fermentasi dilakukan secara aerobik pada suhu ruang selama 10 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi alkohol menggunakan varietas Nanas *Queen* dengan tingkat inokulum 15% menghasilkan alkohol sebanyak 9,41% v/v.

Copyright © 2018 Universitas Muhammadiyah Malang

PENDAHULUAN

Nanas (*Ananas comosus (L) Merr*) yang kerap dikonsumsi sebagai buah segar dapat tumbuh dan berbuah di dataran tinggi hingga 1.000 meter dpl. Tanaman buah yang tidak menyukai air yang menggenang ini, kini ditanam luas di Indonesia. Sentra produksinya terdapat di beberapa daerah seperti Sumatera Utara, Riau, Sumatera Selatan, Jawa Barat, dan Jawa Timur (Padmawati, 2011).

Varietas nanas ada beberapa jenis, antara lain *Smooth Cayenne*, *Queen* dan *Spanish*. Adapun *Spanish* ada 2 macam, yaitu *Red Spanish* dan *Green Spanish*. Varietas yang dibudidayakan secara luas oleh petani adalah varietas *Smooth Cayenne* dan *Queen* (Hadiati dan Indriyani, 2008).

Pemanfaatan nanas selama ini terbatas pada konsumsi sebagai buah meja dan produk olahan makanan yang memberikan konsekuensi terdapatnya

limbah berupa bagian yang tidak dapat dimakan (terutama kulit, bonggol dan nanas lewat masak) yang cukup besar yang dapat menjadi permasalahan karena tidak termanfaatkan. Untuk itu perlu dikembangkan proses pengolahan buah nanas yang dapat menghasilkan suatu produk yang dapat mengurangi limbah. Salah satu proses pengolahannya yaitu dengan diproses menjadi alkohol melalui proses fermentasi.

Fermentasi adalah suatu proses kimia pada substrat organik, baik karbohidrat, protein, lemak atau lainnya melalui kegiatan katalis biokimia yang dikenal sebagai enzim dan dihasilkan oleh jenis mikroba spesifik. Alkohol dapat diproduksi dari bahan bergula, berpati dan berserat. Salah satu bahan bergula dan berserat untuk pembuatan alkohol adalah dari jenis buah-buahan. Menurut Bries (2008), bagian buah nanas terutama kulit dan bonggolnya dapat dibuat alkohol. Berdasarkan kandungan nutrisinya, bagian kulit buah

nanas mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi. Menurut Wijana dkk. (1991) kulit nanas mengandung 81,71% air, 20,87% serat kasar, 17,53% karbohidrat termasuk di dalamnya gula reduksi sebesar 13,65% dan 4,41% protein. Kulit nanas memiliki sejumlah glukosa dari golongan polisakarida. Termasuk dalam jenis ini adalah d-glucosamine, d-mannose, dxylose, l-fructose in ratios of 2:2:1:1 (Bries, 2008). Sedangkan menurut *nutritiondata.com*, buah nanas per 100 gram mengandung karbohidrat total sebesar 12,63 gram dengan kadar gula sebesar 9,26 gram dan serat makanan sebesar 1,4 gram. Mengingat kandungan karbohidrat dan gula yang cukup tinggi tersebut maka kulit beserta daging buah dan bonggolnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan alkohol.

Produksi alkohol terdiri dari dua tahap utama, yaitu hidrolisis dan fermentasi. Pada metode terdahulu proses hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara terpisah atau *Separated Hydrolisys dan Fermentation* (SHF) sedangkan saat ini terdapat metode lain yaitu proses *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF) atau Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS) (Samsuri, dkk, 2007). Menurut Bries (2008) teknologi SFS adalah teknologi terbaik tidak hanya dari kualitas alkohol yang dihasilkan juga karena menghasilkan rendemen yang besar. Selain itu menurut Samsuri, dkk (2007) satu diantara beberapa keuntungan dari proses SFS adalah hidrolisis dan fermentasi dilakukan dalam satu wadah atau reaktor, sehingga dapat berlangsung secara efisien.

Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah alkohol yang dihasilkan adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, adanya komponen media yang dapat menghambat pertumbuhan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi (Astuty, 1991). Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan selama fermentasi adalah pemilihan mikroorganisme, konsentrasi gula ($^{\circ}$ Brix) pada bahan, keasaman media

(pH), ketersediaan oksigen dan suhu. Bakteri pembentukan alkohol yang dominan dalam fermentasi adalah *Saccaromyces cereviceae*.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh penggunaan varietas nanas dan variasi tingkat inokulum *Saccaromyces cereviciae* pada fermentasi alkohol.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanas (kulit, bonggol dan daging buah lewat masak) yang diperoleh dari petani nanas kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah nanas kadar brix ≥ 10 , biakan suspensi *Saccharomyces cerevisiae* yang berasal dari Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, kain saring, kertas saring, karbon aktif dan bahan untuk pembiakan dan pengujian.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah fermentor sederhana, pH meter, brix meter, hot plate, blender, Gas Chromatography (analisis), autoclave, glass ware alat destilasi alkohol, alat destilasi alkohol fuel grade.

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap analisis nanas (kulit, bonggol dan daging buah) dan penelitian pembuatan alkohol.

Rancangan Percobaan

Perlakuan pada penelitian ini menggunakan monofaktor yaitu lama fermentasi dengan Rancangan acak Lengkap (RAL) dan variabel yang diamati yaitu kadar alkohol, pH, gula reduksi, rendemen alkohol dan kadar alkohol terhadap dua varietas nanas *Smooth Cayenne* dan *Queen*. Perlakuan yang diberikan dibagi dalam empat taraf dengan ulangan sebanyak tiga kali. Taraf perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

%1 : tingkat inokulum 5%

%2 : tingkat inokulum 10%

%3 : tingkat inokulum 15%
 %4 : tingkat inokulum 20%

Analisis Gula Total Nanas Segar (Luff Schoorl)

Nanas dihancurkan hingga menjadi pulp menggunakan blender, kemudian ditempatkan dalam wadah steril dan diambil 50g diberi label untuk identifikasi penentuan gula total dengan Metode Luff Schoorl.

Preparasi Media dan Inokulasi *Saccharomyces cerevisiae* (Bries, 2008)

Saccharomyces cerevisiae di-*preculture* pada PDA 2%, agar (0,25 g), H₂O (50ml) dan diinkubasi selama 1-3 hari pada suhu 28°C, kemudian digunakan sebagai yeast pada proses SFS.

Saccharomyces cerevisiae dari stock di-*preculture* pada 50 ml media (glukosa 10 g/l, yeast extract 1 g/l, KH₂PO₄ 0,1 g/l, MgSO₄·7H₂O 0,1 g/l, dan (NH₄)₂SO₄ 0,1 g/l) dalam 200 ml erlenmeyer, kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam menggunakan orbital shaker dengan kecepatan 100 rpm.

Penelitian Pembuatan Alkohol

Dua varietas nanas *Smooth Cayenne* dan *Queen* diberikan perlakuan yang sama, dipotong dan di-*pulping* hingga menjadi bubur nanas kemudian bubur ditimbang dan ditempatkan pada autoclave untuk selanjutnya dilakukan sterilisasi. Setelah sterilisasi didinginkan hingga suhu 30°C dan ditambahkan buffer asetat pH 4.

Penambahan suspensi *Saccharomyces cereviceae* dengan variasi perlakuan sebanyak 5%; 10%; 15%; 20%; dan 25% (v/v) kemudian dilakukan fermentasi pada suhu 30°C dan kondisi anaerobik fakultatif.

Setelah waktu fermentasi terpenuhi, dilakukan penyaringan menggunakan kain saring dilanjutkan dengan kertas saring. Setelah itu dilakukan pemurnian campuran sari nanas sehingga didapat campuran air dan alkohol yang telah jernih. Tiap perlakuan diambil contohnya 100 mL untuk diuji kadar

alkoholnya menggunakan gas kromatografi. Sisa campuran air dan alkohol dipisahkan menggunakan alat destilasi alkohol hingga kadar 95% menggunakan karbon aktif sebagai penyerap air.

Pembuatan Tabel Kadar Alkohol

Tabel kadar alkohol dibuat dengan cara membuat larutan alkohol yang mempunyai kadar tertentu. Larutan alkohol yang mempunyai kadar tertentu. Larutan alkohol dibuat dengan mencampurkan alkohol dan air. Volume alkohol yang dibutuhkan untuk membuat larutan alkohol sesuai dengan kadar alkohol yang akan dibuat. Setelah itu piknometer yang berisi alkohol ditimbang beratnya (a gram). Kemudian diukur pula berat alkohol yang berisi air (b gram). Perbandingan antara a dan b merupakan nilai yang akan menentukan berapa kadar alkohol dari larutan yang diukur kadar alkoholnya (Hayani, 2005).

Pengujian Variabel

Variabel yang diamati adalah kadar alkohol, pH, gula reduksi dan rendemen alkohol. Prosedur penetapan variabel-variabel tersebut dijelaskan lebih Injut seperti di bawah ini.

Prosedur Pengujian Kadar Alkohol

Prosedur ini dilakukan dengan metode piknometer sesuai dengan petunjuk Putri dan Sukandar (2008), sampel sebanyak 100mL dimasukkan ke dalam labu destilasi pada suhu 80°C. Destilat ditampung di dalam Erlenmeyer hingga volume 50 mL. Desstilat tersebut kemudian dimasukkan ke dalam piknometer yang telah ditimbang sebelumnya. Destilat dimasukkan hingga memenuhi piknometer. Kelebihan destilat pada puncak pipa kapiler dibersihkan. Piknometer yang berisi destilat lalu ditimbang dan beratnya dicatat. Cara yang sama dilakukan pada akuades sebagai pembanding. Berat jenis alkohol dihitung dari perbandingan berat piknometer destilat dibagi dengan berat akuades. Hasil perhitungan berat jenis alkohol kemudian dikonversikan dengan menggunakan tabel konversi BJ alkohol

yang sudah sudah dibuat sebelumnya untuk mengetahui kadar alkohol.

Prosedur pengujian pH

Prosedur ini dilakukan dengan mengukur suhu sampel terlebih dahulu kemudian mengatur suhu pH meter pada suhu tertentu. pH meter dihidupkan dan dibiarkan agar stabil selama satu menit. Elektroda dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan tisu. Kemudian elektroda dicelupkan pada sampel samapi diperoleh pembacaan skala yang stabil (Richana, 2011)

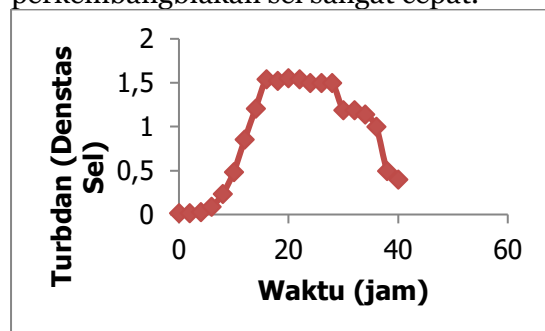
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Nanas

Hasil analisis karbohidrat total, nanas segar yang didapatkan di daerah Kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri mengandung 11,93g/100g nanas sehingga dapat dijadikan substrat pembuatan alkohol.

Kurva Pertumbuhan Mikroba

Kurva pertumbuhan *S. cerevisiae* ditunjukkan pada Gambar 1. Fase log yang ditandai dengan peningkatan jumlah sel yang tinggi teramati mulai jam ke-10 dan jam ke-16. Selama fase log perangkat sel termasuk enzim-enzim yang terlibat dalam metabolisme sel sudah sempurna, sehingga perkembangbiakan sel sangat cepat.



Gambar 1. Kurva pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae digunakan untuk tahap fermentasi kemampuannya menggunakan glukosa sebagai sumber energi dalam keadaan aerob menghasilkan alkohol. Pemanenan dilakukan pada akhir fase log yaitu sekitar jam ke-16 untuk mendapatkan sel

paling banyak. Menurut Letti (2007), umur inokulum memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi etanol. Pada percobaan menggunakan inokulum berumur 15 dan 21 jam secara fermentasi aerobik, sel bakteri dari inokulum yang lebih tua (21 jam) berada dalam akhir fase eksponensial, sementara inokulum yang lebih muda (15 jam) belum. Inokulum yang lebih tua memberikan keuntungan dalam hal produksi alkohol yang lebih banyak dan waktu fermentasi yang lebih pendek.

Hasil pengamatan setelah fermentasi 10 hari untuk 2 varietas nanas dengan *Sacharomyces cereviceae* seperti terlihat pada Tabel 1. Varietas *Smooth cayenne* mempunyai pH yang lebih rendah daripada varietas *Queen* ada pada Tabel 2., sedangkan konsumsi etanol serta produksi asam asetat menunjukkan nilai yang lebih besar. Fermentasi dipengaruhi oleh lama waktuyang akan meningkatkan kadar loloh ynag dihasilkan karena karbohidrat pada nanas mampu diubah *Saccaromyces cereviceae* menjad alkohol selamaa proses produksi alkohol. Menurut Fardiaz (1992) bahwa *Saccaromyces cereviceae* memiliki kemampuan untu mengubah karbohidrat menjadi alkohol atau etanol dan karbondioksida. Proses terjadinya alkohol ini dapat terjadi karena adanya enzim yang dihasilkan oleh *Saccaromyces cereviceae*.

Hari ke 10 merupakan lama fermentasi optimum untuk produksi alkohol dari buah nanas. Lama fermentasi merupakan faktor penting dalam produksi alkohol. Hal ini karena *Saccaromyces cerevisiae* harus membutuhkan waktu yang cukup untuk dapat menghidrolisis ul untuk menjadi alkohol. Pada saat fermentasi, *Saccaromyces cereviceae* terlebih dahulu mengalami masa pertumbuhan sebelum siap menghidrolisis gula menjadi alkohol. Pertumbuhan awal ditandai dengan pembesaran volume dan beraat sel, kemudian sel-sel membelah secara cepat hingga populasinya besar dan siap untuk menghidrolisis menjadi alkohol.

Pertumbuhan ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan medium yang digunakan. Semakin lama fermentasi, kemampuan *Saccaromyces cereviceae* untuk memecah substrat atau glukosa yang ada menjadi alkohol semakin besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Kunaepah (2008) bahwa semakin lama waktu fermentasi, *Saccaromyces cereviceae* berkembang biak dan jumlahnya bertambah sehingga kemampuan untuk memecah substrata tau glukosa yang ada menjadi alkohol semakin besar.

Saccaromyces cereviceae adalah mikroba yang dipilih pada penelitian ini karena merupakan khamir yang biasa digunakan dalam fermentasi alkohol. *Saccaromyces cereviceae* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan mikroba lain yang juga dapat membentuk alkohol. *Kluyveromyces fragilis* merupakan khamir yang dapat memproduksi alkohol tetapi *Saccaromyces cereviceae* dapat mengkonversi gula lebih cepat daripada *Kluyveromyces fragilis*. Menurut Zizah et al. (2012), dengan menggunakan pada medum whey dan kulit nanas mampu memproduksi etanol sebesar 2,2% selama 60 jam. Dalam 72 jam *Saccaromyces cereviceae* dapat menghasilkan alkohol hingga 2% sedangkan *Kluyveromyces fragilis* membutuhkan waktu hingga 1 minggu untuk dapat memproduksi etanol hingga 2% (O’leary et.al., 2004).

Tabel 1. Pengaruh tingkat inokulum *Sacharomyces cerevisiae* terhadap rendemen dan kadar alcohol pada varietas *Smooth Cayenne*

Inok u- lum (%)	pH	Gula Reduksi (b/v)	Rendem an Alkohol (mg/kg)	Kadar Alkohol I (%)
5	3,8	1,74	39,316	4,925
10	6	1,76	41,673	5,209
15	3,8	1,77	35,270	4,590
20	8	1,81	31,607	3,485
	3,8			
	9			
	3,87			

Produksi alkohol menggunakan nanas varietas *Smooth cayenne* dan *Queen* dengan tingkat perlakuan bakteri

5%; 10%; 15% dan 20% terdapat perbedaan. Kadar alkohol dari varietas *Queen* mempunyai nilai lebih tinggi yakni 9,410% dan rendemen 50,760 (mg/kg) dibandingkan dengan varietas *Smooth Cayenne* yakni 5,964% dan rendemen 41,673(mg/kg).

Kadar alkohol tertinggi didapat pada varietas nanas *Queen*. Hal ini dimungkinkan nanas *Queen* memiliki tingkat kemanisan lebih tinggi dibandingkan dengan *Smooth Cayenne*, sehingga kandungan gula nanas *Queen* lebih banyak dibandingkan *Smooth cayenne*. Menurut Hadiati dan Indriyani (2008), *Smooth cayenne* biasanya digunakan sebagai buah kalengan, daging buah berwarna kuning pucat, dan tembus cahaya (transparan) serta mengandung banyak air. *Queen* banyak dikonsumsi dalam bentuk segar, daging buah berwarna kuning keemasan, renyah (*crisp*), serta tidak transparan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, adanya komponen media yang dapat menghambat pertumbuhan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi (Astuty, 1991). Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan selama fermentasi adalah pemilihan khamir, konsentrasi gula, keasaman, ketersediaan oksigen dan suhu sari buah.

Tabel 2. Pengaruh variasi inokulum *Sacharomyces cerevisiae* terhadap rendemen dan kadar alcohol pada varietas nanas *Queen*

Inok u- lum (%)	pH	Gula Reduksi (b/v)	Rendem en Alkohol (mg/kg)	Kadar Alkohol I (%)
5	3,9	1,83	48,860	5,534
10	8	1,84	47,658	5,964
15	3,8	1,86	50,760	9,410
20	7	1,87	31,767	3,792
	3,8			
	6			
	4,0			
	2			

Pemilihan sel khamir didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Suhu yang

baik untuk proses fermentasi berkisar antara 25-30°C. Derajat keasaman (pH) optimum untuk proses fermentasi sama dengan pH optimum untuk proses pertumbuhan khamir yaitu pH 4,0-4,5.

Hasil analisa kadar gula reduksi selama fermentasi menggunakan dua varietas nanas dengan variasi inokulum bakteri yang berbeda yaitu semakin besar bakteri yang diinokulasikan untuk tiap variasi nanas tidak menunjukkan perbedaan konsumsi gula reduksi. Konsumsi gula reduksi tertinggi terjadi pada penggunaan nanas *Queen* pada tingkat perlakuan 20%. Selama proses fermentasi kadar gula reduksi yang digunakan atau dikonsumsi pada varietas *Queen* lebih tinggi dibandingkan dengan *smooth cayenne*. Dengan tingkat inokulum 5% kadar gula *Queen* 1,83% sedangkan untuk *Smooth cayenne* sebesar 1,74 % dan pada tingkat inokulum 10% kadar gula *Queen* 1,84% sedangkan untuk *Smooth cayenne* sebesar 1,76 % sedangkan pada tingkat inokulum 15% kadar gula *Queen* 1,86% sedangkan untuk *Smooth cayenne* sebesar 1,77 %. Dengan tingkat inokulum 10% kadar gula *Queen* 1,87% sedangkan untuk *Smooth cayenne* sebesar 1,81%

Konsumsi gula reduksi tertinggi pada varietas *Smooth cayenne* sebesar 1,81 %, dengan tingkat inokulum 20%. Meskipun terjadi perbedaan kadar gula antara dua varietas nanas tersebut, sebenarnya gula tersebut akan dimetabolisme oleh mikroorganisme yang tumbuh sebagai nutrisi dan energi untuk melakukan perkembangan biakan sel.

Berdasarkan hasil analisa TPC yang tampak pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa selama fermentasi jumlah sel meningkat 1 *log cycle* pada semua perlakuan karena adanya substrat yang digunakan untuk pertumbuhan yaitu gula sebesar 3,40 % dalam ekstrak nanas. Tetapi pH akhir produksi asam asetat menggunakan varietas *Smooth cayenne* dengan campuran bakteri rasio (1:2) paling rendah dan produksi asam asetat yang paling tinggi. Produksi asam asetat yang tinggi ini kemungkinan

karena adanya interaksi kedua spesies bakteri yang diinokulasikan tersebut sehingga akan berpengaruh terhadap aktivitas enzim yang aktif mengoksidasi substrat etanol menjadi asam asetat. Dugaan lain kedua mikrobia melakukan sinergisme dalam oksidasi etanol menjadi asam asetat sehingga asam asetat yang dihasilkan tinggi.

Hasil pengamatan keasaman atau pH pada fermentasi menggunakan varietas *Smooth cayenne* dengan variasi tingkat inokulum 5%; 10%;15% dan 20% ternyata konsumsi etanol hasilnya relatif sama dengan nilai berturut-turut yaitu 3,86; 3,88; 3,89 dan 3,87.

Berdasarkan uji statistik dapat diketahui bahwa kemungkinan ada interaksi antara varietas nanas dengan bakteri dengan tingkat inokulasi tertentu selama fermentasi. Keasaman paling rendah pada akhir fermentasi menggunakan nanas *Smooth cayenne* pada perlakuan bakteri 5% yaitu 3,86 menunjukkan bahwa kemungkinan adanya interaksi antara variasi nanas dengan rasio campuran bakteri.

Pada awal fermentasi media produksi ini ada pengaturan pH, yaitu dengan penambahan NaOH 0,05 N hingga pH 4, karena spesies bakteri tersebut dapat tumbuh pada pH 4,01-5,1 (Soedarini, 1998). Pada pengamatan hari ke 10 dari keempat perlakuan mengalami penurunan. Penurunan pH pada substrat memiliki kecenderungan sama, dikarenakan pengaruh produksi asam asetat yang bertambah besar secara otomatis akan menurunkan pH. Penurunan pH ini menunjukkan adanya produksi asam asetat yang dihasilkan karena oksidasi alkohol menjadi asam asetat oleh enzim yang dihasilkan oleh bakteri asam asetat tersebut.

Hasil analisa pH alkohol selama fermentasi menggunakan varietas *Queen* dengan variasi tingkat inokulum tertinggi pada tingkat inokulum 20% yaitu 4,02. Pada varietas *Queen* dan *Smooth cayenne* konsumsi etanol paling besar ada pada tingkat inokulum 15% dan 20%.

Masih rendahnya rendemen dan kadar alkohol yang dihasilkan karena selulosa tidak sempurna dirombak oleh

S. cerevisiae. Kecepatan pengubahan polisakarida (selulosa) menjadi glukosa oleh kedua bakteri ini diduga tidak optimal karena menurut Omojasola, dkk (2008) produksi glukosa dari nanas untuk waktu fermentasi selama satu hari menggunakan khamir *S. cerevisiae* sebesar 0,13 mg/0,5 ml.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian fermentasi alkohol antara varietas nanas *Queen* lebih tinggi dibandingkan dengan *Smooth cayenne*. Perbandingan hasil antara nanas *Smooth cayenne* dan *Queen* berturut-turut antara lain pH 3,89:4,02, gula reduksi 1,81: 1,87, rendemen 41,673:50,760 dan kadar alkohol 5,209:9,41.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik limbah yang ditimbulkan selama proses fermentasi, seperti kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Soluble Solid* (TSS) dengan perlakuan yang sama untuk mengetahui perlakuan yang dapat meminimalkan limbah yang ditimbulkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada koordinator LLDKTI VII. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dana yang telah diberikan untuk kegiatan penelitian ini. Semua pihak yang membantu dalam kegiatan penelitian dosen pemula.

DAFTAR PUSTAKA

Astuty, E. D. (1991). *Fermentasi etanol kulit buah pisang*. Yogyakarta: UGM.
Azizah, N., Al-Barri A. N., Mulyani S. (2012). Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol ph dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari whey

dengan substansi kulit nanas. *Journal Indonesia Food Technologist*. 2(1) in press.

- Bries A.R, (2008). *The extraction of bioethanol from pineapple peelings through simultaneous saccharification and fermentation using the yeast saccharomycescerevisiae*. Republic of the Philippines Cumhyriyet Filipinler
Omojasola, P. Folakemi, Omowumi Priscilla Jilani, S. A. Ibiyemi. (2008). Cellulase production by some fungi cultured on pineapple waste. *Nature & Science* 6 (2), pp. 64-75.
Hadiati, S. & Indriyani, N. L. P. (2008). *Budidaya nanas*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Pusat Penelitian dan Pengembangan Holtikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
Kunaepah, Uun. (2008). "Pengaruh lama konsentrasi dan konsentrasi glukosa terhadap aktivitas antibakteri, polifenol total dan mutu kimia kefir susu kacang merah". Retrieved from <http://pdfsearchpro.com/pengaruhlamafermentasidankonsentrasiglukosa-terhadap-pdf.html>
O'leary V. S., R. Green, B. C. Sullivan, V. H. Holsinger. (2004). Alcohol production by selected yeast strains in lactase-hydrolyzed acid whey. *Biotechnol Bioeng*, 19 (10): 19-35
Padmawati. (2011). *Nanas*. Retrieved from <http://all4webs.com/m/b/padmawati/>
Putri, Lily S. E. dan Sukandar, D., (2008), Konversi pati gayong (*Canna edulis* Ker.) menjadi bioetanol melalui hidrolisis asam dan fermentasi. *Biodiversitas*, 9(2):112-116.
Richana, N. (2011). *Bioetanol: bahan baku, teknologi, produksi dan pengendalian mutu*. Bandung: Nuansa.
Samsuri, M, dkk. (2007). *Pemanfaatan selulosa bagas untuk produksi ethanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim xylanase*. Depok: Universitas Indonesia.
Soedarini (1996). *Seleksi dan identifikasi bakteri asam asetat "acido-ethanol tolerant" untuk fermentasi vinegar*. Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.