

POTENSI BIOETHANOL DARI LIMBAH KULIT ARI KEDELAI LIMBAH PRODUKSI TEMPE

Mochammad Wachid

Staf Pengajar Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan
Universitas Muhammadiyah Malang
Alamat Korespondensi : Jl. Raya Tlogomas 246 Malang
Email: mochammadwachid@yahoo.com

ABSTRACT

Ethanol is a colorless clear liquid, volatile, has a pungent aroma and a patio painful skin. In the world of education the ethanol is used as a disinfectant and solvent in various studies, besides that ethanol can also be a source of energy to overcome the energy crisis. In previous studies of soybean husk waste tempe production which has been a waste and can be raw material for ethanol fermentation process. The purpose of this research is to increase ethanol soybean husk production, by controlling the temperature and pH of the fermentation process.

The research was conducted in the ITP FPP UMM laboratory by controlling the fermentation temperature at temperatures 30oC, 35oC, 40oC and pH 4.5, 5, 5.5. The parameters measured were the levels of ethanol, reducing sugar and pH changes during fermentation 12, 24 and 36 hours.

The results showed that the treatment temperature is 30oC with pH 4.5 produce ethanol with the highest levels of 4.071% at the 36. while the production of ethanol using the fastest treatment at 40 oC pH5, 5 at the 12 with 2.748% ethanol levels but decreased thereafter.

Keywords: ethanol, soy bran, temperature, pH, fermentation.

PENDAHULUAN

Di kota Malang banyak sekali industri yang tumbuh dan berkembang, salah satu contoh industri yang banyak berkembang adalah industri tempe yang juga merupakan salah satu ciri khas industri di Malang. Dari industri tempe ini banyak dihasilkan limbah kulit ari kedelai yang sampai saat ini masih dibuang percuma dan sebagian untuk pakan ternak. Dalam jumlah yang sedikit mungkin limbah ini tidak terlalu mengkhawatirkan. Tetapi apabila dalam jumlah yang besar seperti di sentra industri tempe Sanan Malang, dimana dalam satu desa rata-rata tiap rumah tangga memproduksi tempe. Berdasarkan data statistik, jumlah pengrajin tempe di Sanan adalah 400 keluarga. Bila dalam sehari kapasitas rata-rata produksi tempe per keluarga membutuhkan sejumlah 50kg kedelai maka dapat dihasilkan ±7,5kg kulit ari kedelai, sehingga total kulit ari yang dihasilkan dari 400 keluarga adalah ± 3000kg berat basah.

Adanya limbah ini bisa mengakibatkan masalah. Jika penanganan limbah ini tidak dilakukan dengan baik maka dikhawatirkan akan menimbulkan masalah.

Dimana dengan adanya teknologi masih dapat dimanfaatkan menjadi komoditas yang lebih bermanfaat dan bernilai ekonomis. Salah satunya adalah defermentasikan menjadi alkohol yang merupakan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak dari fosil yang tidak dapat tergantikan serta menjadi pelarut dan desinfektan dalam berbagai macam peleitian di dunia pendidikan.

Dalam penelitian sebelumnya kulit ari kedelai limbah produksi tempe yang selama ini menjadi limbah dan menimbulkan masalah dapat menjadi bahan baku proses fermentasi ethanol akan tetapi produktifitasnya masih rendah yaitu 2,159% (wachid, 2010). Hasil tersebut didapatkan dalam fermentasi dengan kondisi tidak dikendalikan suhu dan pH lingkungan fermentasi. Dalam proses fermentasi suhu dan pH merupakan faktor yang sangat mempengaruhi hasil serta proses fermentasi ethanol. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengontrolan suhu dan pH yang sesuai dengan kondisi fermentasi ethanol oleh *Sacharomyces cereviceae* untuk meningkatkan produktifitas ethanol yang akan dihasilkan

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan model optimasi fermentasi ethanol kulit ari kedelai limbah produksi tempe oleh *Sacharomyces cereviceae*. Selama ini ethanol biasa dibuat dari bahan dasar pati yang berasal dari sumber pangan sehingga menimbulkan kompetisi yang dapat menimbulkan krisis pangan. Untuk itu penelitian ini dapat menjadi solusi untuk menghasilkan ethanol dari bahan dasar yang tidak bernilai yaitu kulit ari kedelai limbah produksi tempe. Akan tetapi perlu dilakukan pengontrolan berbagai faktor untuk meningkatkan produktifitas ethanol tersebut. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan model optimasi produksi ethanol kulit ari kedelai oleh *Sacharomyces cereviceae* dengan pengontrolan pH dan suhu fermentasi.

METODELOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang pada bulan September 2010 sampai dengan Juli 2011.

Alat dan Bahan

Alat

Alat-alat yang digunakan *blender*, *water bath*, kain saring, pemanas, pengaduk, wadah *stainless steel*, *beaker glass*, *Erlenmeyer*, *Inkubator*, penjepit, sarung tangan, gelas ukur, dan neraca analitik merk ADAM tipe AAA 250 LE, Alat yang digunakan dalam analisa adalah *beaker glass*, cawan petri, kurs porselen, gelas ukur, desikator, botol timbang, erlenmeyer, pipet tetes, alat titrasi, *hand refraktometer* (N-1) merk ATAGO, *hot plate*, *water bath*, pendingin balik dan neraca analitik merk ADAM tipe AAA 250 LE.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah kulit ari kedelai dari produksi tempe dari industri tempe Sanan

Malang, Air bersih, starter mikrobia *Saccharomyces cerevisiae* yang didapatkan dari lab mikrobiologi Universitas Brawijaya Malang. Buffer asam 4,5, 5 dan 5,5 sebagai penyangga pH media.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menginokulasi *Saccharomyces cerevisiae* pada bubur kulit ari kedelai sesuai dengan perlakuan yang sudah mengalami proses hidrolisis oleh asam. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu, tahap pertama mencari suhu yang optimum dari suhu perlakuan dan tahap kedua yaitu mencari pH yang optimum untuk fermentasi ethanol sesuai dengan perlakuan. Inokulasi *Saccharomyces cerevisiae* pada bahan dilakukan dalam erlenmeyer dan di inkubasi dalam suhu dan pH sesuai perlakuan selama 36 jam dalam inkubator dan kemudian dilakukan filtrasi serta destilasi untuk mendapatkan alkohol. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial (RAK) dengan sistem pembahasan secara diskriptif.

1. Faktor II yaitu pH fermentasi

P1 : 4,5

P2 : 5

P3 : 5,5

2. Faktor I yaitu suhu fermentasi

S1 : 30°C

S2 : 35°C

S3 : 40°C

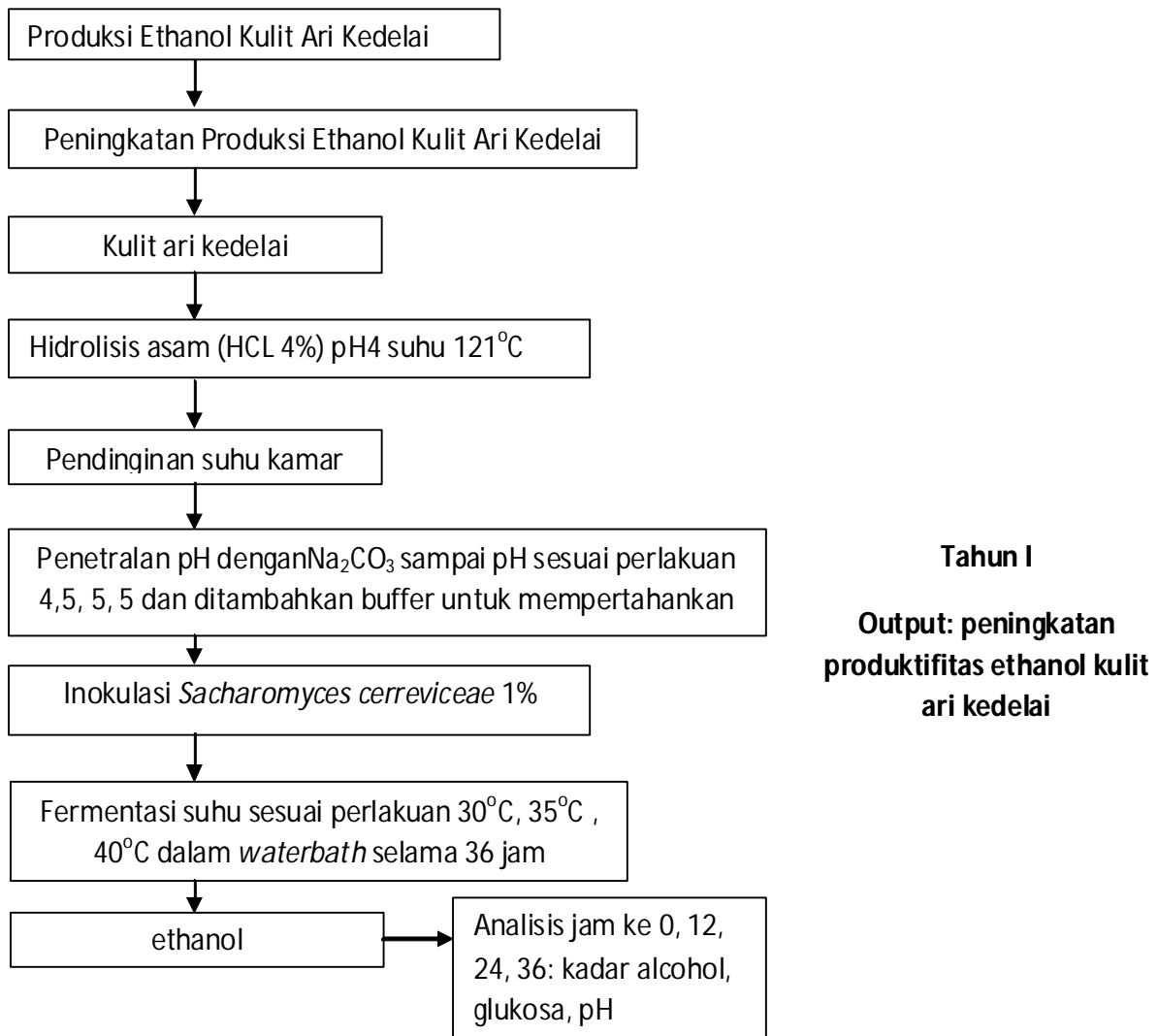


Diagram 1. alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Bahan Baku

Pada penelitian pembuatan etanol berbahan baku hidrolisat kulit ari kedelai, kedelai diperoleh dari limbah industri tempe di daerah sanan malang. Proses pembuatan hidrolisat adalah dengan menghidrolisis

kulit ari kedelai selama 1.5 jam dengan menambahkan HCl 6% sampai bubur kulit ari kedelai memiliki pH antara 1 sampai 2 kemudian dinetralkan dengan menambahkan Na_2CO_3 . Hasil hidrolisis yang sudah dinetralkan dilakukan analisa bahan baku yang meliputi kadar total gula dan gula reduksi. Hasil analisa hidrolisat kulit ari kedelai dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Kimia Bubur Kulit Ari Kedelai dan Hidrolisat Kulit Ari Kedelai.

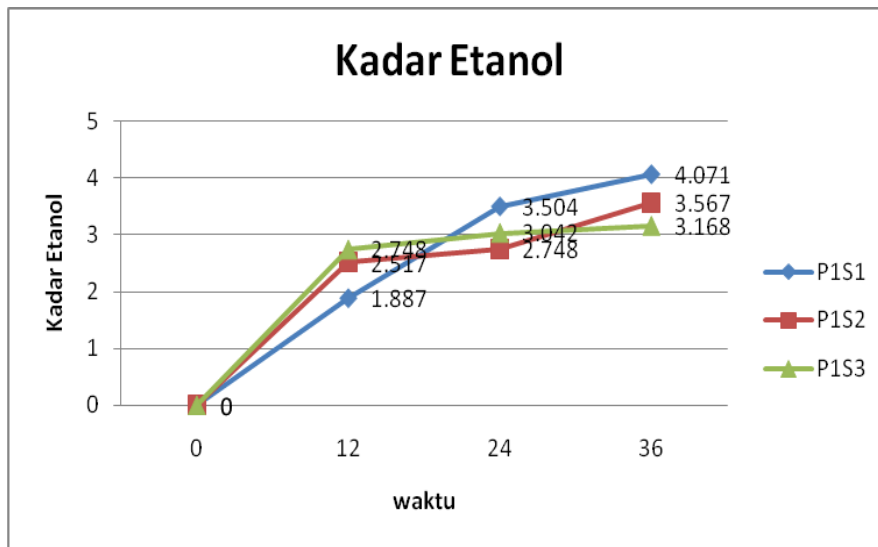
Parameter	Bubur Kulit Ari (%)	Hidrolisat Kulit Ari (%)
Kadar Total Gula	1,216	6,408
Kadar Gula Reduksi	1,403	6,210

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui, bahwa kadar total gula dan gula reduksi pada kulit ari kedelai mengalami kenaikan setelah dilakukan hidrolisis. Sebelum dilakukan hidrolisis bubur kulit ari kedelai mempunyai kandungan total gula 1,216, setelah dilakukan hidrolisis kandungan total gula dari hidrolisat kulit ari kedelai naik menjadi 6,408. Kadar gula reduksi mengalami kenaikan dari 1,403 setelah dihidrolisis kandungan gula reduksi naik menjadi 6,210. Menurut Shofiyanto (2008), bahan selulosa pada limbah dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon untuk produksi etanol dengan melakukan hidrolisis terlebih dahulu.

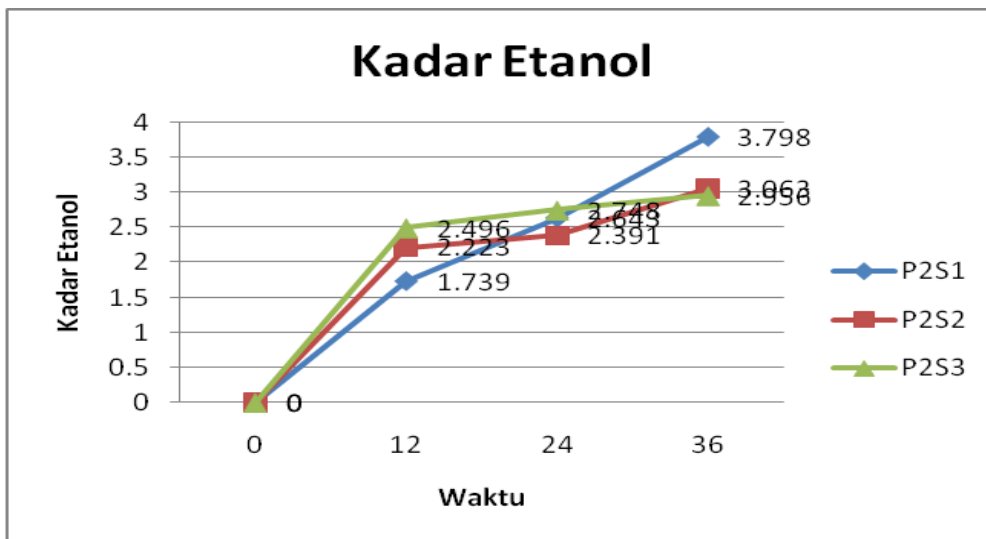
Proses hidrolisis dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan gula sederhana yang kemudian difermentasi oleh khamir untuk menghasilkan etanol.

Perlakuan pH Hidrolisat dan Suhu fermentasi Terhadap Kadar Etanol

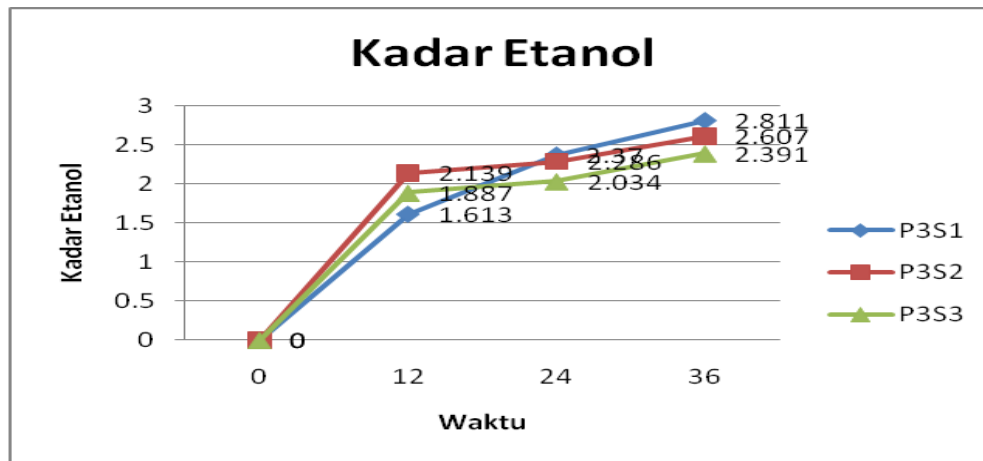
Dari hasil analisa yang dilakukan pada fermentasi hidrolisat kulit ari kedelai terjadi perbedaan antara perlakuan tingkat keasaman hidrolisat dan suhu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Rerata kadar etanol, gula reduksi dan pH dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rerata Kadar Etanol Hasil Hidrolisat Kulit Ari Kedelai akibat Perlakuan pH 4,5 dan Suhu Fermentasi 30°C, 35°C dan 40°C



Gambar 2. Grafik Rerata Kadar Etanol Hasil Hidrolisat Kulit Ari Kedelai akibat Perlakuan pH 5 dan Suhu Fermentasi 30°C, 35°C dan 40°C



Gambar 3. Grafik Rerata Kadar Etanol Hasil Hidrolisat Kulit Ari Kedelai akibat Perlakuan pH 5.5 dan Suhu Fermentasi 30°C, 35°C dan 40°C

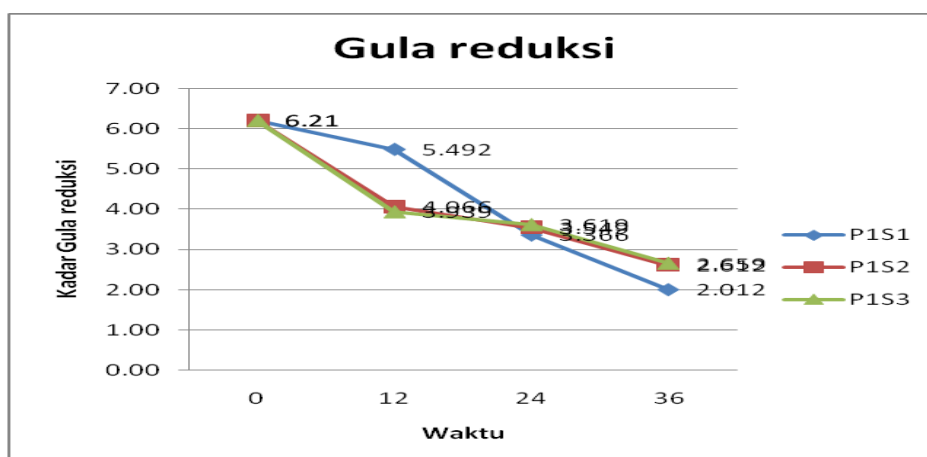
Pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa kadar etanol tertinggi diperoleh dari perlakuan P1S1 yaitu perlakuan pH 4,5 dengan suhu fermentasi 30°C, sementara untuk perlakuan pH diatas 4,5 yaitu antara pH 5 dan 5,5 menghasilkan kadar etanol yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa Nilai pH awal media fermentasi sangat mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan. Menurut Frazier dan Westhoff (1978), menyatakan bahwa pH akan mempengaruhi kecepatan fermentasi, pH optimal untuk pertumbuhan khamir adalah 4,0 - 4,5.

Perlakuan tingkat keasaman hidrolisat dan suhu fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Semakin rendah pH maka akan semakin rendah gula reduksi yang tersisa dan semakin tinggi

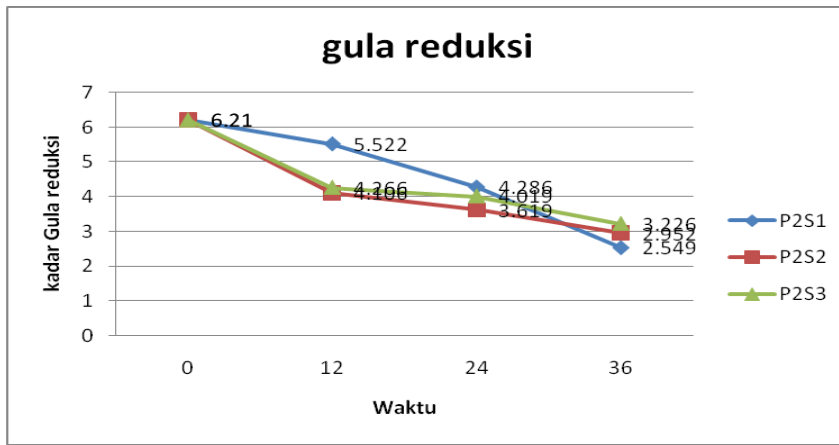
kadar etanol yang dihasilkan, hal ini dikarenakan glukosa digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan *saccharomyces Cerevisiae*. Kadar gula yang terukur adakah kadar gula yang tidak terfermentasi oleh khamir *saccharomyces serevisiae*. Budiyanto, (2003) menjelaskan bahwa Derajat keasamat akan mempengaruhi fermentasi, pH yang optimum untuk pertumbuhan khamir adalah 4-4,5

Kadar Gula Reduksi

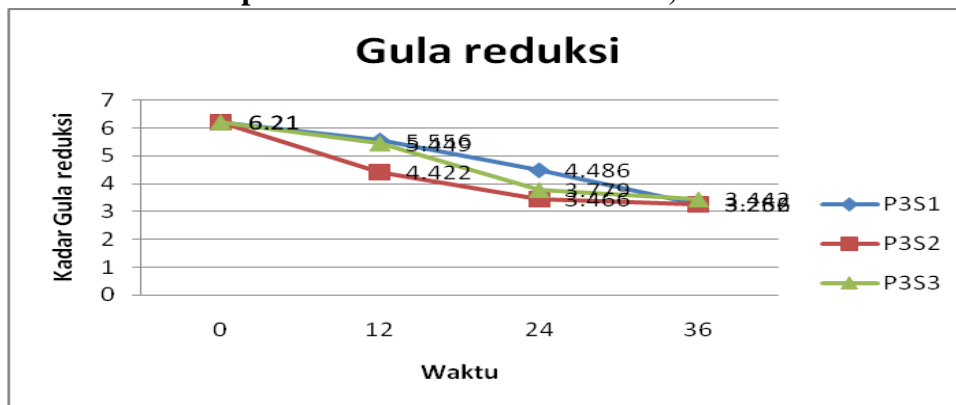
Berdasarkan hasil analisis konsentrasi gula pereduksi menunjukkan bahwa selama proses fermentasi berlangsung kadar gula reduksi cenderung menurun. Pengaruh waktu fermentasi terhadap residu gula reduksi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Residu Gula Reduksi akibat Perlakuan pH 4,5 dan Suhu Fermentasi 30°C, 35°C dan 40°C.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Residu Gula Reduksi Akibat Perlakuan pH 5 dan Suhu Fermentasi 30°C, 35°C dan 40°C.



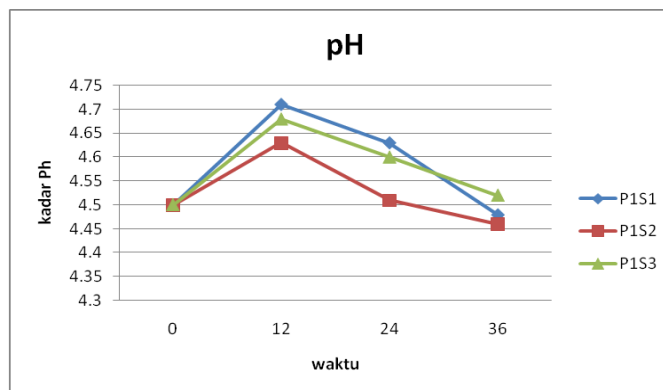
Gambar 6. Grafik Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Residu Gula Reduksi Akibat Perlakuan pH 5,5 dan Suhu Fermentasi 30°C, 35°C dan 40°C.

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui, bahwa perlakuan konsentrasi berpengaruh terhadap kadar gula reduksi pada proses fermentasi pembuatan etanol, semakin lama fermentasi kandungan gula reduksi saat fermentasi semakin kecil. Hal ini sesuai hasil analisa gula reduksi saat fermentasi dari hidrolisat kulit ari kedelai. Kadar gula reduksi cenderung menurun disebabkan gula yang terdapat dalam media digunakan sebagai sumber karbon bagi sel khamir untuk

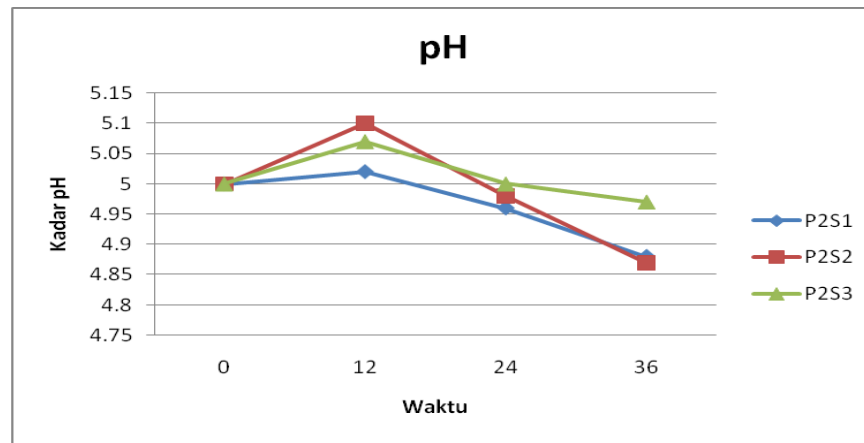
mensintesis energi melalui proses fermentasi etanol (Putri, 2008).

pH

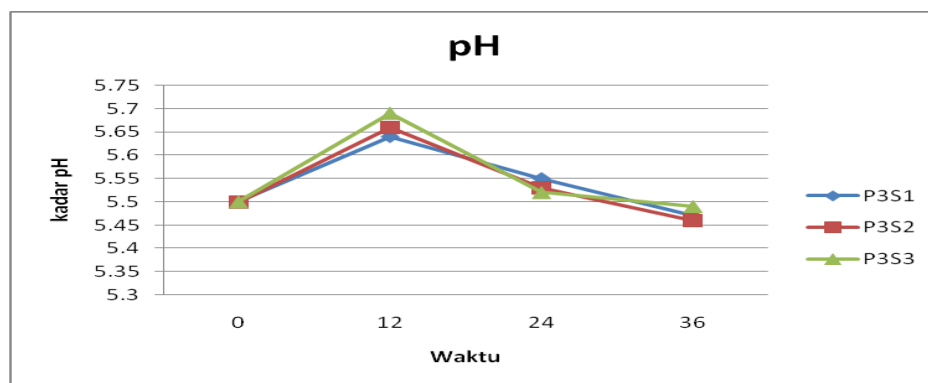
Pada hasil pengamatan nilai derajat keasaman (pH) saat proses fermentasi cenderung mengalami perubahan. Pengaruh fermentasi terhadap nilai pH dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Rerata pH akhir pada Perlakuan pH hidrolisat 4.5 dan Suhu Fermentasi 30°C,35°C dan 40°C



Gambar 8. Grafik Rerata pH akhir pada Perlakuan pH hidrolisat 5 dan Suhu Fermentasi 30°C,35°C dan 40°C



Gambar 9. Grafik Rerata pH akhir pada Perlakuan pH hidrolisat 5 dan Suhu Fermentasi 30°C,35°C dan 40°C

Berdasarkan Gambar 9 dapat diketahui, bahwa rerata pH pada proses fermentasi hidrolisat kulit ari kedelai jam ke 12, pH mengalami peningkatan pada keseluruhan perlakuan, perlakuan pH awal 4,5 mengalami kenaikan menjadi 4,71 ; 4,63 dan 4,68 sementara untuk perlakuan pH awal 5 mengalami kenaikan menjadi 5,02 ; 5,1 dan 5,07 dan untuk perlakuan pH awal 5,5 mengalami kenaikan menjadi 5,64 ; 5,66 dan 5,69. Penurunan terjadi pada jam ke 24 dan 36. Hal ini disebabkan semakin lama fermentasi, mikroba berkembang biak semakin banyak jumlahnya, sehingga kemampuan menghasilkan asam laktat meningkat. Peningkatan asam laktat dapat diukur dengan penurunan pH. Lama fermentasi berpengaruh terhadap pH, karena semakin lama fermentasi semakin banyak mikroorganisme yang aktif berkembang biak dan jumlahnya bertambah, dengan bertambah banyaknya bakteri yang terbentuk dan berkembangbiak, maka kemampuan memecah substrat semakin baik, sehingga menghasilkan asam laktat yang lebih banyak (Anonym, 2012)

Total Mikroba

Sel *S. cerevisiae* yang diamobilisasi adalah sel pada usia pertengahan fase log karena jumlah sel yang hidup optimal dan aktif mengkonversi substrat menjadi produk. *Saccharomyces cerevisiae* melakukan adaptasi (fase log) yang cukup singkat karena sudah inkubasi masing-masing sekitar 24 jam sehingga usia sel relatif seragam. *Saccharomyces cerevisiae* dipanen pada jam ke-24 inkubasi (pertengahan fase log). Diatas 30 jam, *Saccharomyces cerevisiae* telah memasuki fase stasioner. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Sen (1989), dimana pertumbuhan *Saccharomyces serevisiae* memasuki fase stasioner setelah 30 jam inkubasi.

Tabel 4. Total mikroba hidup selama fermentasi selama 36 jam.

Perlakuan	Waktu Fermentasi	Σ Mikroba hidup (Sel/ml)
P1S1	12 Jam	1.55×10^9
	24 Jam	2.2×10^9
	36 Jam	2.3×10^9
P1S2	12 Jam	1.85×10^9
	24 Jam	1.9×10^9
	36 Jam	2.1×10^9
P1S3	12 Jam	1.9×10^9
	24 Jam	2.05×10^9
	36 Jam	2.1×10^9

Tabel 5. Total mikroba hidup selama fermentasi selama 36 jam.

Perlakuan	Waktu Fermentasi	Σ Mikroba hidup (Sel/ml)
P2S1	12 Jam	1.5×10^9
	24 Jam	1.9×10^9
	36 Jam	2.2×10^9
P2S2	12 Jam	1.7×10^9
	24 Jam	1.8×10^9
	36 Jam	2.05×10^9
P2S3	12 Jam	1.8×10^9
	24 Jam	2×10^9
	36 Jam	2.05×10^9
P3S1	12 Jam	1.4×10^9
	24 Jam	1.8×10^9
	36 Jam	2×10^9
P3S2	12 Jam	1.55×10^9
	24 Jam	1.7×10^9
	36 Jam	1.9×10^9
P3S3	12 Jam	1.5×10^9
	24 Jam	1.6×10^9
	36 Jam	1.85×10^9

Sel *S. cerevisiae* yang diamobilisasi adalah sel pada usia pertengahan fase log karena jumlah sel yang hidup optimal dan aktif mengkonversi substrat menjadi produk. *Saccharomyces cerevisiae* melakukan adaptasi (fase log) yang cukup singkat karena sudah inkubasi masing-masing sekitar 24 jam sehingga usia sel relatif seragam. *Saccharomyces cerevisiae* dipanen pada jam ke-24 inkubasi (pertengahan fase log). Diatas 30 jam, *Saccharomyces cerevisiae* telah memasuki fase stasioner. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Sen (1989), dimana pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase stasioner setelah 30 jam inkubasi.

Dari data diatas diketahui bahwa jumlah sel tidak mempengaruhi perbedaan yang sangat besar terhadap kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Rerata total mikroba hidup adalah antara 1.85×10^9 sampai 2.3×10^9 . pada table 8 menunjukkan bahwa total

mikroba hidup terendah adalah pada perlakuan P3S3 yaitu pada perlakuan suhu fermentasi 40 dan pH 5.5 sebesar 1.85×10^9 , hal ini disebabkan karena suhu fermentasi dan pH yang digunakan tidak sesuai dengan lingkungan pertumbuhan *saccharomyces*. Sementara total mikroba hidup paling banyak adalah pada perlakuan P1S1 yaitu perlakuan pH 4.5 dan Suhu 30°C yaitu sebesar 2.3×10^9 . Hal ini disebabkan karena pH dan suhu yang digunakan pada proses fermentasi sesuai dengan syarat pertumbuhan khamir. Menurut Frazier dan Westhoff (1978), menyatakan bahwa pH akan mempengaruhi kecepatan fermentasi, pH optimal untuk pertumbuhan khamir adalah 4,0 - 4,5 Sedangkan Frazier dan Westhoff (1978) menyatakan bahwa suhu optimal pertumbuhan khamir pada fermentasi antara 25 - 30°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Limbah kulit ari kedelai dapat difermentasi menjadi etanol dengan bantuan khamir *saccharomyces serevisiae*
2. pH hidrolisat berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi kulit ari kedelai. Kadar etanol tertinggi dihasilkan dari pH hidrolisat 4,5 dengan lama fermentasi 36 jam yaitu sebesar 4,071%, sementara kadar etanol terendah dihasilkan dari perlakuan pH 5,5 dengan lama fermentasi 36 jam sebesar 2,391%.
3. Suhu fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan dikarenakan khamir *saccharomyces serevisiae* hanya mampu bertahan dan hidup pada suhu tertentu. Kadar etanol tertinggi dihasilkan dari perlakuan suhu 30°C dengan lama fermentasi 36 jam yaitu sebesar 4,071%, sementara kadar etanol terendah dihasilkan dari perlakuan suhu 40°C dengan lama fermentasi 36 jam yaitu sebesar 2,391%.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut pada metode pendahuluan dari proses hidrolisis kulit ari kedelai, sehingga didapat fraksi selulosa yang lebih murni dan konsentrasi gula yang lebih tinggi sehingga menghasilkan etanol yang maksimal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui waktu yang lebih optimal (lama) dalam menghasilkan etanol yang lebih tinggi selama proses fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

Afdi, E.1991. *Karakteristik Pasta Pati Jagung Sebelum dan Sesudah Modifikasi*. Pemberitaan Penelitian Sukarami (19) : 28 – 32.

Anonim, 1995. *Budidaya Kedelai*, AAK. Jakarta.

Anonymous. 2010. *Cellulose Fermentation*. www.wikipedia.com

Guilbert, S., and B. Biquet. 1990. *Edible Films and Coatings, dalam* Bureau, G dan J.L. Multon. 1995. *Food Packaging Volume I*. VCH Publishers Inc. New York.

Hambali E dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agromedia Pustaka. Jakarta

Harris S., Robert dan E. Karmas. 1989. **Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan**. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Hidajat, O.O. 1985. *Morfologi Tanaman Kedelai*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

Hidayat N, Padaga MC, Suhartini S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Prihandana Rama dkk. 2007. *BIOETANOL UBI KAYU: Bahan Bakar Masa Depan*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.

Slamet, S., H. Bambang dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.

Susanto, T., dan B. Saneto. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Bina Ilmu. Surabaya.

Suyitno. 1998. **Pengujian Sifat Fisik Bahan Pangan**. PAU Pangan dan Gizi- Universitas Gadjahmada. Yogyakarta.

TTranggono, Sutardi, Haryadi, Suparmo, A. Mudiarti, S. Sudarmadji, K. Rahayu, S. Haruki dan M. Astuti. 1990. *Bahan Tambahan Pangan (FoodAdditives)*. PAU-Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

_____. 2002. *Kimia, Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Yuwono, S., dan T. Susanto. 1998. *Pengujian Sifat Fisik Bahan Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia. Jakarta.

Wachid, M. 2010. *Proses Fermentasi Etanol Kulit Ari Kedelai Limbah Produksi Tempe oleh *Sacharomyces cereviceae**. P2I. UMM