

Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Onggok Industri Besar Dan Industri Kecil

Study Of Physicochemical Properties Of Large Industry And Small Industry

Nanti Musita

Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung
Jl by pass Soekarno Hatta KM 1 Rajabasa

Abstrak

Onggok merupakan limbah padat dari industri tapioka yang masih mengandung karbohidrat yang cukup tinggi (63-68%). Produknya cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal yang sebenarnya masih dapat dimanfaatkan sebagai substrat untuk pertumbuhan mikroba yang dapat menghasilkan produk lain yang bernilai ekonomis. Makalah ini bertujuan untuk melihat perbedaan karakteristik onggok dari sumber bahan baku yang berbeda (industri besar dan kecil) dan setelah dihidrolisis dengan asam sulfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Tepung onggok dari industri besar mengandung kadar air, abu, lemak, protein dan pati lebih rendah, namun lebih tinggi kadar serat kasar dibandingkan tepung onggok industri kecil. Konsentrasi asam sulfat yang optimum untuk menghidrolisis onggok Ittara dan industri besar pada konsentrasi 0,4 M selama 30 menit pada suhu 121°C, menghasilkan gula reduksi sebesar 3,89 mg/ml (industri kecil) dan 2,47 mg/ml (industri besar).

Kata kunci : tepung onggok, fisikokimia, industri kecil, industri besar

Abstract

Onggok is a solid waste from tapioca industry which still contains high enough carbohydrate content (63-68%). The product is quite abundant and has not been utilized optimally which actually can still be used as substrate for microbial growth that can produce other products that have economic value. This paper aims to examine the diverse characteristic characteristics of different sources of raw materials (large and small industries) and after being hydrolyzed with sulfuric acid. The results showed that the flour onggok from large industries contain lower moisture content, ash, fat, protein and starch, but higher crude fiber content than small industry flour. The optimum concentration of sulfuric acid to hydrolyze the Ittara and large industrial clusters at concentrations of 0.4 M for 30 minutes at 121°C, resulting in reducing sugar of 3.89 mg/ml (small industry) and 2.47 mg/ml (large industry).

Keywords : onggok flour, physicochemistry, small industry, large industry

Pendahuluan

Latar Belakang

Limbah yang dikeluarkan oleh industri pengolahan tepung tapioka berupa limbah cair dan limbah padat (sekitar 80%). Limbah padat industri pengolahan tapioka berasal dari proses pengupasan kulit singkong dan ampas (onggok) yang dihasilkan dari proses pamarutan dan pengepresan singkong. Dalam keadaan kering onggok mengeluarkan bau tidak sedap, apalagi dalam keadaan basah yaitu saat musim hujan. Bau tidak sedap ini muncul akibat terjadinya proses pembusukkan onggok yang sangat cepat sering menimbulkan masalah lingkungan, karenanya berpotensi sebagai polutan di daerah sekitar pabrik.

Onggok merupakan limbah padat dari industri tapioka yang masih mengandung karbohidrat (63-68%) dan air 20%. Produknya cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Onggok dalam keadaan kering mengandung abu 1,18%, protein kasar 2,80%, lemak kasar 0,76%, serat kasar 4,26%, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETA-N) 91,00%, Total digestible nutrient (TDN) 85,99% (Amalia, 2012). Badan Penelitian dan Pengkajian Teknologi Indonesia menyatakan bahwa kandungan pati pada ampas tapioka sebesar 67,8 % (Puspitasari, 2009). Komposisi onggok bervariasi tergantung jenis ubi kayu, daerah asal serta cara yang dipergunakan dalam pembuatan tepung tapioka.

Ketersediaan ongkok terus meningkat sejalan dengan meningkatnya produksi tapioka. Hal ini diindikasikan dengan semakin meluasnya areal penanaman dan produksi ubikayu. Jumlah ongkok tapioka yang dihasilkan dari industri kecil dengan bahan baku lima kg per hari menghasilkan ongkok tapioka sebanyak 3,75 kg. Sedangkan industri menengah dengan bahan baku rata-rata sebanyak 20 kg per hari menghasilkan 15 kg ongkok tapioka dan industri besar dengan bahan baku 600 kg per hari dapat menghasilkan ongkok tapioka sebanyak 450 kg (Puspitasari, 2009). Dari data tersebut terlihat bahwa jumlah ongkok yang dihasilkan dari industri tepung tapioka sangat besar dan ongkok ini merupakan limbah pertanian yang berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi produk lain

Dengan memperhatikan komposisi kimia dan ketersediaannya, ongkok sebenarnya masih dapat dimanfaatkan sebagai substrat untuk pertumbuhan mikroba yang dapat menghasilkan produk lain seperti asam cuka dan etanol dan yang lainnya yang dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai guna serta nilai ekonomis ongkok. Proses awal yang dapat diterapkan pada ongkok adalah proses hidrolisis menggunakan asam.

Hidrolisis adalah proses pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dengan bantuan air. Proses hidrolisis pati dengan asam ditemukan pertama kali oleh Kirchoff pada tahun 1812, namun produksi secara komersial baru terlaksana pada tahun 1850. Pada proses hidrolisis sejumlah pati diasamkan sekitar pH 2 dipanasi memakai uap di dalam suatu tangki bertekanan yang disebut konverter sampai suhu 120-140°C. Derajat konversi yang diperoleh bergantung pada konsentrasi asam, waktu konversi, suhu dan tekanan selama reaksi. Karena hasil hidrolisis ongkok berupa gula pereduksi, maka pengukuran kandungan gula pereduksi tersebut dapat dijadikan alat pengontrol kualitas. Pada hidrolisis yang sempurna, dimana pati seluruhnya dikonversikan menjadi dekstrosa. Dekstrosa Ekuivalen (DE) dari larutan tersebut diberi indeks 100, dan pati yang sama sekali belum terhidrolisis memiliki DE 0 (Winarno, 2004; Anonim, 2017).

Hidrolisis dengan menggunakan asam menghasilkan pati yang strukturnya lebih renggang, sehingga air lebih mudah menguap pada waktu pengeringan. Struktur pati yang agak rapat akan lebih tinggi daya ikat airnya dan terjadi pemutusan ikatan hidrogen pada rantai linier, serta

berkurangnya daerah amorf yang mudah. Suspensi pati dalam air yang dipanaskan pada suhu gelatinasi, menyebabkan pati akan dimasuki air. Suhu awal gelatinasi adalah saat terjadinya pembekuan granula pati sewaktu suhu dinaikkan. Suspensi pati dapat dihidrolisis dengan penambahan asam encer. Selama pemanasan granula pati akan mengembang dan akan terjadi penekanan antar granula, sehingga viskositas pati akan naik. Hidrolisis dihentikan setelah dicapai kekentalan yang diinginkan. Pati yang termodifikasi asam dibuat dengan mengontrol hidrolisis pati dengan asam dalam suatu suspensi. Konversi berlangsung pada suhu 50°C di bawah suhu gelatinasi pati dan prinsipnya adalah memotong ikatan α -1,4-glukosida, dan α -1,6-glukosida dari amilopektin sehingga ukuran pati menjadi lebih kecil (Winarno, 2004).

Makalah ini ditulis dengan tujuan untuk melihat sifat fisikokimia ongkok dari sumber bahan baku yang berbeda (industri besar dan kecil) dan setelah dihidrolisis dengan asam sulfat, diharapkan dapat dijadikan dasar dalam melakukan pengolahan ongkok menjadi produk lain.

Metodologi

Bahan dan Alat

Bahan-bahan lain yang digunakan antara lain ongkok dari industri besar dan industri kecil, H_2SO_4 , dan bahan kimia lain.

Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik, pH meter, autoklaf, oven, dan alat analisa lainnya.

Metoda Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap dan menggunakan sumber bahan baku yang berbeda. Perlakuan yang diterapkan pada penelitian ini adalah sumber ongkok dan konsentrasi H_2SO_4 . Sumber ongkok berasal dari Industri Besar (A1) dan Industri Kecil/Industri Tepung Tapioka Rakyat/Ittara (A2). Konsentrasi H_2SO_4 terdiri dari 4 taraf yaitu B1 (0,2 M), B2 (0,3 M), B3 (0,4 M), B4 (0,5 M)

Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan Tepung ongkok

Pengeringan dan penggilingan ongkok untuk mendapatkan tepung ongkok. Tepung ongkok kemudian dianalisa, kadar air, abu, pati, serat kasar, protein, dan lemak.

2. Proses Hidrolisa Asam.

Hidrolisa tepung onggok dengan larutan H_2SO_4 konsentrasi 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M, dan 0,5 M, menggunakan outoklaf pada suhu $121^\circ C$ selama 30 menit tekanan 1 atm. Hasil hidrolisa disaring. Filtrat hasil saringan dianalisa pH dan kadar glukosanya. Sedangkan endapannya dianalisa kadar pati dan serat kasar.

Hasil Dan Pembahasan

1. Karakteristik Tepung Onggok

Tepung onggok yang dipergunakan pada penelitian ini berasal dari onggok basah yang dikeringkan selama 2-3 hari, digiling kemudian di ayak, sehingga diperoleh tepung yang halus (Gambar 1).



Gambar 1. Tepung onggok industri besar (kiri) dan industri kecil (kanan)

Gambar 1 memperlihatkan bentuk tepung onggok yang dihasilkan. Tepung onggok dari industri besar berwarna lebih gelap (agak coklat) dibandingkan tepung onggok dari industri kecil. Perbedaan ini diduga disebabkan beberapa hal yaitu varietas singkong dan perbedaan proses yang dilakukan untuk memperoleh tepung tapioka. Menurut Rahmaresti (2007) banyaknya onggok yang dihasilkan dipengaruhi oleh varietas singkong, umur singkong, lokasi, dan kasar halusnya parutan yang digunakan serta skala industri yang memproduksi tepung tapioka tersebut. Singkong yang digunakan industri tapioka sebagian besar berasal dari kiriman petani singkong dan sebagian lagi dari kebun perusahaan sendiri. Singkong tersebut berbeda varietasnya dan ini menyebabkan keragaman bahan baku tepung tapioka.

Berdasarkan warna daging umbi, singkong dibedakan menjadi dua macam, yaitu singkong kuning dan singkong putih. Berdasarkan rasa umbinya, singkong dibedakan menjadi dua golongan, yaitu singkong pahit dan singkong manis

(Winarno, 2004). Darjanto dan Murjati (1980) menyatakan, berdasarkan kandungan racun dalam umbi, singkong dapat dibedakan menjadi tiga golongan. Pertama yaitu golongan yang tidak beracun, dengan kadar HCN kurang dari 40 ppm (rasa tidak pahit). Yang kedua adalah golongan yang beracun sedang, dengan kadar HCN 40-100 ppm (agak pahit). Ketiga adalah golongan yang sangat beracun, mengandung HCN lebih dari 100 ppm (rasa pahit). Ada korelasi antara kadar HCN singkong segar dengan kandungan pati, yaitu semakin tinggi kadar HCN maka semakin pahit dan kadar pati meningkat dan sebaliknya. Oleh karenanya, industri tapioka umumnya menggunakan varietas berkadar HCN tinggi (varietas pahit) (BKP3 Bantul, 2012).

Produksi tepung tapioka skala rakyat banyak dikerjakan dengan alat sederhana. Pada beberapa tahap proses masih digunakan tenaga manusia. Karakteristik industri tersebut adalah modal relatif kecil, biaya perawatan relatif tinggi, teknologi yang digunakan umumnya sederhana, dan kualitas produk umumnya rendah (Damardjati, 1995).

Sedangkan pada proses secara industri atau secara teknologi yang pada dasarnya sama namun berbeda dalam penggunaan peralatan dan bahan lainnya. Prosesnya meliputi proses pembersihan (dilakukan dalam 3 tahap dengan bak cucian berbeda). Proses penggilingan. Pada tahap ini ada 2 proses yaitu pencacahan dan pamarutan. Proses pemisahan. Di tahap ini ada 3 proses yaitu pertama adalah proses di mesin ekstraktor yaitu memeras bubur singkong diambil airnya kemudian ampasnya di buang. Proses yang kedua adalah proses pemisahan air tapioka dengan air getah singkong menggunakan mesin sparator setrifugal sehingga cairan menjadi kental. Proses yang ketiga ialah pemisahan tapioka dengan air menggunakan mesin peras atau biasa orang pabrik menyebutnya senterfius. Selanjutnya proses pengeringan, yang menggunakan udara panas. Terakhir proses pengepakan. Pada proses ini tapioka dibungkus berdasarkan kebutuhan biasanya dipak dengan berat 25 kg dan 50 kg. Pada proses pembuatan tapioka secara industri, hasil rendemen terbaik biasanya 25 persen (Direktorat Pengolahan Pangan Hasil Pertanian, 2005; Anonim, 2005). Selain itu pada industri besar juga menggunakan gas sulfur untuk menghasilkan tepung yang lebih putih.

Adanya perbedaan proses dan peralatan yang digunakan menyebabkan onggok yang dihasilkan juga berbeda. Pada industri kecil, produksi yang

tidak besar membantu penanganan ongkok lebih baik dibandingkan pada industri besar. Pada beberapa industri tapioka skala kecil di Lampung yang sudah menerapkan proses produksi yang terkendali (seperti pada industri tempat pengambilan sampel penelitian ini) mampu menghasilkan tepung ongkok yang bermutu yang banyak diminati industri saus sambal.

Karakteristik tepung ongkok dapat dilakukan dengan menganalisa kandungan tepung ongkok melalui uji proksimat. Analisis proksimat adalah suatu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan nutrisi suatu bahan seperti protein, lemak, karbohidrat. Analisis ini bermanfaat sebagai penilaian kualitas bahan terutama pada standar zat makanan yang terkandung di dalamnya. Hasil analisis tepung ongkok dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar proksimat tepung ongkok

Parameter	Industri Besar (rerata)	Industri Kecil (rerata)
Kadar air (%)	4,17	6,86
Kadar abu (%)	1,93	1,95
Kadar protein (%)	1,04	1,42
Kadar lemak (%)	0,11	0,17
Kadar pati (%)	40,8	46,5
Kadar serat kasar (%)	23,93	14,08

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar proksimat tepung ongkok industri besar dan Ittara tidak jauh berbeda khususnya untuk kadar air, abu, protein dan lemak. Namun untuk kadar pati dan serat kasar agak berbeda diantar keduanya. Ongkok dari industri besar (disimbolkan PT) mengandung kadar pati lebih rendah dan serat kasar lebih tinggi dibandingkan ongkok dari industri kecil (disimbolkan Ittara/Industri Tepung Tapiok Rakyat). Kondisi ini disebabkan proses produksi tepung tapioka pada industri besar lebih efisien dengan mesin yang baik. Proses produksi tepung tapioka pada Ittara kurang efisien karena mesin yang digunakan, sehinggaisa pati pada ongkok masih lebih besar dibandingkan ongkok industri besar.

Komponen utama pada tepung ongkok adalah pati. Pati yang dihidrolisis akan berubah menjadi gula. Semakin banyak pati yang terhidrolisis maka akan semakin banyak kadar gula yang diperoleh untuk selanjutnya menjadi sumber makanan dalam

proses fermentasi. Sehingga bila proses ini akan diteruskan melalui bantuan mikroba fermentatif diharapkan akan menghasilkan bioetanol. Banyaknya gula akan mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan.

Pada ongkok terdapat juga terdapat serat kasar, lemak, protein, kadar abu, dan kadar air. Menurut Widayatnim (2015) serat kasar terdiri atas selulosa dan hemiselulosa yang sifatnya sulit terhidrolisis, sehingga jika semakin banyak kandungan serat kasar maka mempengaruhi kadar gula yang diperoleh lebih sedikit. Begitu juga dengan kadar lemak. Menurut Anna dkk. (2005) lemak yang terhidrolisis akan berubah menjadi asam lemak dan gliserol, bukan gula, sehingga kandungan lemak yang tinggi akan mempengaruhi kadar gula yang diperoleh menjadi lebih sedikit. Namun lain halnya dengan kandungan protein. Menurut Slamet (1989) protein yang terhidrolisis akan melepas asam-asam amino penyusunnya. Asam amino yang sesuai bagi enzim dapat berfungsi sebagai energi enzim untuk bekerja, diantaranya enzim amilase yang bekerja merombak pati menjadi gula. Meskipun hasil hidrolisis protein bukan berupa gula, namun dengan protein yang banyak terhidrolisis maka energi bagi enzim bekerja juga semakin banyak, sehingga enzim dapat bekerja maksimal sesuai tugasnya.

abu merupakan zat organik sisa hasil pembakaran bahan organik yang erat kaitannya dengan mineral bahan berupa garam organik dan anorganik, sehingga abu memiliki sifat konduktivitas (kemampuan menghantarkan panas). Artinya, meskipun abu tidak dapat dijadikan bahan yang dapat dirombak menjadi etanol, namun dengan sifat konduktivitasnya tersebut, abu dapat membantu mempercepat proses pemasakan tepung ongkok menjadi bubur, serta proses hidrolisis untuk membantu memecah rantai kompleks karbohidrat menjadi monomer yang lebih sederhana (Slamet, 1989).

2. Proses Hidrolisa H₂SO₄

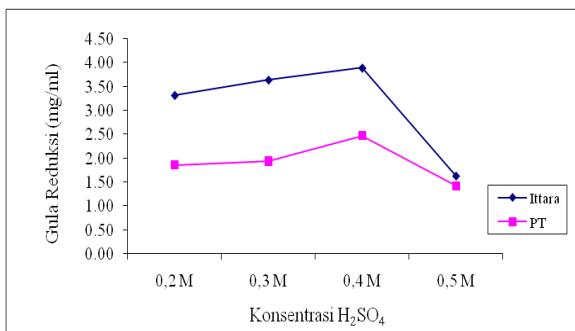
Proses hidrolisa biasanya digunakan untuk membantu pemecahan bahan menjadi komponen yang lebih sederhana dan mudah digunakan untuk tahap selanjutnya seperti proses fermentasi, didahului dengan proses hidrolisa asam selama 30 menit pada suhu 121°C tekanan 1 atm dengan autoklaf. Pada penelitian ini menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) dengankonsentrasi 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M, dan 0,5 M. Hasil hidrolisa kemudian diamati pH,

kadar gula reduksi (mg/ml), dan pati (%) seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisa ongkok setelah dihidrolisa dengan H₂SO₄

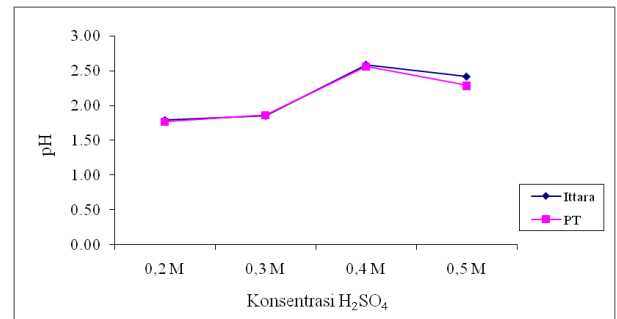
H ₂ SO ₄	Gula Reduksi (mg/ml)		pH
	Industri kecil	Industri besar	
0,2 M	3.32	1.86	1.79
0,3 M	3.64	1.94	1.86
0,4 M	3.89	2.47	2.59
0,5 M	1.63	1.43	2.42

Tabel 2 menunjukkan kadar gula reduksi, pH, dan pati ongkok masing-masing konsentrasi H₂SO₄. Pada keseluruhan proses hidrolisa ini kadar gula reduksi tertinggi yaitu 3,89 mg/ml (industri kecil) dan 2,47 mg/ml (industri besar) yang berasal dari penggunaan H₂SO₄ sebesar 0,4 M. Penggunaan H₂SO₄ 0,4 M menghasilkan glukosa paling tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya. Jumlah H₂O dalam larutan H₂SO₄ 0,2 M dan 0,3 M lebih banyak dari konsentrasi 0,4 M sehingga berpengaruh terhadap viskositas larutan yang dihidrolisa. Semakin besar viskositas larutan, tumbukan antar reaktan menjadi berkurang sehingga reaksi berjalan lebih lambat. Hal ini disebabkan H₂SO₄ berfungsi sebagai katalis, sehingga semakin besar konsentrasi katalis maka semakin cepat pula reaksi berlangsung yang akan menghasilkan kadar glukosa yang besar. Katalis berguna untuk mempercepat jalannya reaksi hidrolisa dimana yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi adalah ion H⁺-nya (Anonim, 2018)

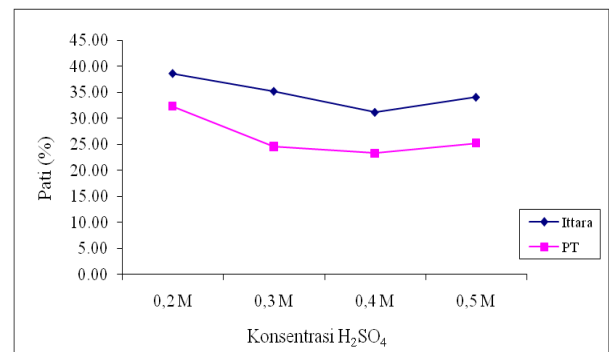


Gambar 2. Kurva perubahan kadar gula reduksi ongkok hasil hidrolisa pada berbagai konsentrasi H₂SO₄

Gambar 2 menunjukkan kadar gula reduksi terbanyak hasil hidrolisa dicapai pada saat konsentrasi larutan 0,4 M. Dalam proses hidrolisa gugus H⁺ dari asam akan mengubah gugus serat dari ongkok menjadi gugus radikal bebas. Gugus radikal bebas serat yang terikat akan berikatan dengan gugus OH⁻ industri dan industri besar menghasilkan gula reduksi. Pada saat konsentrasi larutan asam 0,2 M kebutuhan H⁺ dari asam belum memenuhi sehingga tidak terbentuk gugus radikal bebas, tidak ongkok 2,332 gula reduksi yang dihasilkan sebesar 2,47 maksimum 2,5. Namun jika dilakukan penambahan konsentrasi larutan asam terlalu banyak (0,5 M) justru gula reduksi yang dihasilkan semakin menurun. Penambahan konsentrasi larutan asam akan terbentuk lebih banyak gugus radikal bebas, tetapi penambahan konsentrasi larutan asam menyebabkan semakin sedikit air dalam komposisi larutan hidrolisa. Sehingga kebutuhan OH⁻ sebagai pengikat radikal bebas serat berkurang dan glukosa yang dihasilkan semakin sedikit (Lavarack *et al.*, 2002) Dengan demikian konsentrasi asam yang paling optimum saat reaksi hidrolisa untuk menghidrolisa ongkok menjadi gula reduksi yang terbanyak adalah 0,4 M.



Gambar 3. Kurva perubahan pH ongkok hasil hidrolisa pada berbagai konsentrasi H₂SO₄



Gambar 4. Kurva perubahan kadar pati ongkok hasil hidrolisa pada berbagai konsentrasi H₂SO₄

Gambar 3 dan 4 menunjukkan perubahan kadar gula reduksi dan pH onggok dengan bertambahnya konsentrasi H_2SO_4 . Bentuk perubahan tersebut berbanding terbalik dengan perubahan kadar pati onggok hasil hidrolisa (Gambar 4). Gambar 2 sampai dengan 4 juga menunjukkan perbedaan kadar gula reduksi, pati, dan pH karena perbedaan sumber onggok. Onggok dari industri kecil menghasilkan gula reduksi yang lebih tinggi dibandingkan onggok dari industri besar.

Kesimpulan

Tepung onggok dari industri besar mengandung kadar air, abu, lemak, protein dan pati lebih rendah, namun lebih tinggi kadar serat kasar dibandingkan tepung onggok industri kecil. Konsentrasi asam sulfat yang optimum untuk menghidrolisis onggok industri kecil dan industri besar pada konsentrasi 0,4 M selama 30 menit pada suhu $121^{\circ}C$, menghasilkan gula reduksi sebesar 3,89 mg/ml (industri kecil) dan 2,47 mg/ml (industri besar).

Daftar Pustaka

- Amalia S. 2012. Pengaruh level penggunaan cassabio dalam konsentrat terhadap fermeabilitas dan pencernaan ransum ruminansia (In Vitro) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Anna, P., Titin, S., dan P. Soemodimedjo. 2005. Dasar-Dasar Biokimia. Universitas Indonesia. Jakarta. 469 hal.
- Anonim. 2005. Proses Pembuatan Tapioka di Pabrik. ssidiqiu.blogspot.com/.../proses-pembuatan-tapioka-di-pabrik.html. [21 Juni 2018]
- Anonim. 2017. Hidrolisis. <https://id.wikipedia.org/wiki/Hidrolisis>. [21 Juni 2018].
- Anonim. 2018. Laju reaksi. https://id.wikipedia.org/wiki/Laju_reaksi. [21 Juni 2018].
- BKP3 Bantul. 2012. Cara pembuatan tepung MOCAF. bkppp.bantulkab.go.id/documents/20121105140749-MOCAF.pdf. diakses tanggal 17 april 2016.
- Damardjati, D.S. 1995. *Food Processing in Indonesia: the Development of SmallScale Industri*. Bogor Research Institute for Food Crops Biotechnology Agency for Agricultural Research and Development, Bogor. 13 hlm
- Darjanto dan Murjati. 1980. *Khasiat, Racun dan Masakan Ketela Pohon*. Bogor: Yayasan Dewi Sri
- Direktorat Pengolahan Pangan Hasil Pertanian. 2005. *Pengembangan Usaha Pengolahan Tepung Tapioka*. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Lavarack, B.P., G.J. Griffin, D. Rodman. 2002. Measured kinetics of acid-catalysed hydrolysis of sugar cane bagasse to produce xylose, *Catalysis Today*, 63: 257 – 265.
- Puspitasari, R.P. 2009. Pembuatan Etanol dari Nira Sorgum dengan Proses Fermentasi. Skripsi Sarjana Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rahmarestia, E. 2007. *Onggok Terfermentasi dan Pemanfaatannya*. (Skripsi). FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Slamet, S. 1989. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Widayatnim. 2015. Bioetanol. Digilib.itb.ac.id. [23 Juni 2016]
- Winarno, FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia