

BIOETANOL DARI LIMBAH BIJI ALPOKAT DI KABUPATEN SEMARANG

Sukaryo¹ dan Sri Subekti²

¹Program Studi D3 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Pandanaran
Jl. Banjarsari Barat No. 1 Semarang

²Program Studi D3 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pandanaran
Jl. Banjarsari Barat No. 1 Semarang
Email: sukaryo.iyok@yahoo.com

ABSTRAK

Alpoklat merupakan tanaman tropis yang buahnya sangat bergizi. Tumbuhan ini sangat cocok tumbuh di Indonesia. Namun demikian bijinya banyak di kesampingkan sehingga dianggap sebagai limbah. Padahal kandungan biji alpokat banyak bermanfaat bagi manusia, salah satu kandungan biji alpokat adalah karbohidrat. Salah satu bahan baku pembuatan bioetanol adalah bahan yang mengandung karbohidrat. Dalam hal ini biji alpokat merupakan salah satu bahan alternatif yang cocok di gunakan sebagai pembuatan bioetanol. Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang di peroleh melalui proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Dalam proses pembuatan bioetanol dari bahan baku biji alpokat diproses dengan fermentasi. Sebagai yest menggunakan ragi (*Saccharomyces cerevisia*), sebagai nutrientnya adalah urea dan NPK. Variabel yang digunakan waktu fermentasi (5 hari, 7 hari, 9 hari, 11 hari dan 13 hari) dan menggunakan bahan baku basah dan kering untuk membandingkan hasil bioetanol yang di peroleh. Pada bahan basah diperoleh hasil bioetanol sebesar 3 % selama fermentasi 7 hari. Sedangkan pada bahan yang kering bioetanol yang di peroleh sebesar 4 % selama fermentasi 9 hari. Dapat disimpulkan bahwa bahan antara baku biji alpokat yang basah dan kering, bioetanol lebih banyak diperoleh dari biji alpokat kering yaitu sebesar 4 %. Dari hasil studi, biji buah alpokat dapat di gunakan sebagai bahan baku bioetanol sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan.

Kata kunci : bioetanol, biji alpokat, fermentasi

PENDAHULUAN

Negara Indonesia adalah salah satu negara yang jumlah penduduknya sangat besar di dunia. Sehingga akan memberikan dampak yang sangat signifikan dalam penggunaan energi. Energi yang digunakan oleh rakyat Indonesia kebanyakan diperoleh dari sumber yang tidak dapat di perbaharui. Dalam penggunaan yang tak terkendali ketersediaannya semakin lama semakin habis. Energi tersebut adalah energi yang berbasis fosil. Bila negara Indonesia pembangunannya berhasil maka energinya harus terpenuhi, sebab energi merupakan syarat mutlak untuk tercapai pembangunan di masa sekarang maupun pada masa mendatang. Untuk menanggulangi masalah energi fosil ini yang semakin lama semakin habis haruslah dilakukan upaya-upaya

diversifikasi dan intensifikasi masalah energi secara terus menerus. Namun penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Permasalahan ini perlu dilakukan pencarian sumber daya alam lain yang berkelanjutan untuk mencukupi kebutuhan energi tersebut sebagai solusinya. Sumber bahan energi alternatif yang dapat diperbaharui antara lain sumber energi alternatif terbarukan yang berbasis sumber energi hayati seperti bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang potensial dan cocok untuk dikembangkan khususnya di negara Indonesia. Energi dari bioetanol ini bahan bakunya sangat mudah di peroleh di wilayah Indonesia, sebab negara kita adalah negara agraris. Bahan dasar bioethanol adalah tumbuhan-tumbuhan yang menghasilkan karbohidrat terutama tanaman yang menghasilkan umbi-umbian (Sukaryo dkk.,

2013 dan Mursyidin, 2007). Selain tanaman umbi-umbian, biji-bijian juga mengandung karbohidrat, misalnya biji buah rambutan, biji buah nangka, biji buah durian dan masih banyak lagi. Biji – biji tersebut biasanya dibuang begitu saja, sehingga akan menjadi sampah. Ada yang dikonsumsi sebagai makanan cemilan, misalnya biji nangka dan biji durian. Alternatif yang digunakan agar tidak mengurangi bahan makanan adalah biji alpukat yang seringkali dijumpai keberadaannya hanya sebagai sampah. Biji alpukat mempunyai kandungan karbohidratnya tinggi sekitar 29,6 % yang sangat cocok digunakan sebagai sumber bahan baku energi yaitu bioetanol.

Alpukat (*Perseaamericana mill*) merupakan tanaman yang tumbuh subur di daerah tropis seperti di Indonesia dan merupakan salah satu jenis buah yang digemari masyarakat karena selain rasanya yang enak juga memiliki kandungan antioksidan yang tinggi (Afrianti, 2010). Alpukat merupakan buah yang sangat bergizi, mengandung 3-30% minyak dengan komposisi yang sama dengan minyak zaitun dan banyak mengandung vitamin B (Samson, 1980). Namun demikian, biji alpukat yang merupakan salah satu hasil produk pertanian masih belum dimanfaatkan dengan maksimal dan hanya dibuang sebagai limbah. Kebanyakan orang hanya memakan daging buahnya saja, sedangkan biji alpukat dibuang dan menjadi limbah begitu saja. Menurut Sunarjono (1998), alpukat termasuk tanaman hutan yang tingginya mencapai 20 meter. Alpukat secara umum terbagi atas tiga tipe: tipe *West Indian*, tipe *Guatemalan*, dan tipe *Mexican*. Daging buah berwarna hijau di bagian bawah kulit dan menguning ke arah biji. Warna kulit buah bervariasi, warna hijau karena kandungan klorofil atau hitam karena pigmen antosianin (Lopez, 2002).

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang dapat mengurangi dampak negatif pada pemakaian bahan bakar fosil (Cardona dan Sanchez, 2007). Di Brazil pada tahun 1990-an, etanol telah menggantikan 50% kebutuhan bensin untuk keperluan transportasi. Dari angka ini, bioetanol telah mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18%. Bioetanol

tidak menimbulkan efek dari rumah kaca karena kadar Karbondioksida yang kurang dari 22 % kalau dibandingkan dengan bahan bakar berbasis fosil yang menghasilkan gas-gas pencemar sangat berbahaya (Milan, 2005).

Bioetanol dapat diproduksi dengan bahan baku yang berpati. Produksi bioethanol dilakukan dengan 2 tahap proses yaitu proses hidrolisa pati dan proses fermentasi. Teknologi yang di pakai pada proses hidrolisis adalah menggunakan enzim, sebab enzim lebih spesifik terhadap substrat yang ada di bandingkan hidrolisis asam. Pada proses hidrolisa dibutuhkan waktu yang lama. Dengan waktu hidrolisa semakin lama maka konsentrasi glukosa yang terbentuk akan semakin besar pula konsentrasi glukosa yang di peroleh.

Bioetanol diproses dengan menggunakan proses fermentasi yang sering di pakai, dimana glukosa yang digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri pada proses fermentasi pertama kali. Dalam pembuatan tape, brem, anggur minuman lain-lain sering menggunakan reaksi :



Sacharomyces cereviseae akan menghasilkan enzyme zimase invertase yang akan memproses glukosa dengan cara fermentasi (Fessenden and Fessenden, 1982). Alkohol yang diperoleh untuk minuman kadarnya antara 3 % - 18 % (Sintha, 2008).

Proses fermentasi bertujuan untuk mengaktifkan kegiatan mikroba dengan tujuan mengubah sifat bahan baku agar menjadi hasil. Supaya mikroba hidup dengan baik pada proses fermentasi, maka perlu dilakukan pada suhu antara kamar dan juga pHnya, sehingga alkohol dapat diperoleh lebih besar. Ragi melakukan fermentasi melalui sel-selnya yang akan mengubah gula menjadi alkohol dalam kondisi anaerob. Apabila ada udara yang masuk proses fermentasi akan terganggu dalam pembentukan alkohol. Gas CO₂ yang terbentuk dialirkan melalui selang kecil dan tidak terjadi peningkatan suhu. Dalam fermentasi,

mikroorganisme mempunyai peranan yang sangat penting. Mikroorganisme yang sering digunakan *Sacharomyces Cerevisiae*. Mikroorganisme ini tahan terhadap kadar alkohol yang tinggi bahkan melakukan aktivitasnya pada suhu 4–32° C. Waktu fermentasi yang sering digunakan 3 – 14 hari. Waktu terlalu cepat alkohol yang terbentuk baru sedikit karena masa pertumbuhan dan jika terlalu lama alkohol yang terbentuk tidak maksimal karena pada konsentrasi alkohol 15 % mikroba sudah tidak dapat tumbuh (Bulawayo, 1996). Dalam proses fermentasi variabel yang mempengaruhi antara lain waktu fermentasi, enzim yang digunakan, jumlah nutrisi dan sebagainya. Pada proses untuk memproduksi bioetanol secara umum menggunakan dua proses pertama proses hidrolisa. Proses ini adalah untuk memecah senyawa-senyawa yang ada pada biomassa atau pati yang digunakan sebagai bahan baku dengan menggunakan air. Untuk mempercepat proses pemecahan senyawa menggunakan enzim. Enzim mempunyai sifat katalis yang dapat mengaktifkan senyawa lain yang dapat mempercepat reaksi yang akan berlangsung. Enzim yang digunakan untuk menghidrolisa ikatan α -1,4-glukosida adalah enzim α -amilase dalam proses liquifikasi. Proses hidrolisa dengan menggunakan enzim α -amilase, amilosa terurai menjadi maltosa dan maltotriosa. Pada tahap berikutnya maltosa dan glukosa terbentuk kembali dengan terurainya maltotriosa Untuk menghasilkan glukosa lebih banyak ditambahkan enzim glucoamilase. Ikatan yang terdapat pada pati dapat di putus oleh enzim glucoamilase dari sisa pemutusan enzim α -amilase yang belum sempurna (Sutikno dkk., 2016)

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Penelitian pembuatan alkohol ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Pandanaran Semarang. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji alpokot yang diperoleh dari pasar tradisional dan pasar buah maupun di tempat orang berjualan jus di Kab. Semarang, Enzim α -

amilase dan *glukoamilase*, Ragi, HCl 0,1 N, NaOH 0,1 N, NPK dan Urea.

Alat yang digunakan adalah panci ompreng, pengaduk, drigen, selang, kompor, kertas PH, Alkoholimeter, thermometer, penyaring, gelas ukur, erlemeyer dan beaker glass. Optimasi yang dilakukan pada tahap proses waktu fermentasi, enzim α -amilase yang ditambahkan, glucoamilase yang ditambahkan dalam proses pengolahan biji alpokot

Prosedur Penelitian

Liquifikasi dan Sakarifikasi.

Kandungan tepung atau pati pada bahan baku dikonversi menjadi gula sederhana (glukosa) menggunakan Enzim α -amilase dan glucoamilase melalui proses pemanasan (pemasakan) pada suhu 90 derajat celcius. Pada kondisi ini tepung akan mengalami gelatinasi (mengental seperti Jelly). Pada kondisi optimum Enzim bekerja memecahkan struktur tepung secara kimia menjadi gula kompleks (dextrin). Proses Liquefaction selesai ditandai dengan parameter dimana bubur yang diproses berubah menjadi lebih cair seperti sup. Tahap sakarifikasi (pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana) melibatkan proses sebagai berikut :

- Pendinginan bubur sampai mencapai suhu optimum enzim sakarifikasi bekerja.
- Pengaturan pH optimum enzim.
- Penambahan enzim gluco-amilase secara tepat dan mempertahankan pH serta temperatur pada suhu 60 °C hingga proses sakarifikasi selesai (dilakukan dengan melakukan pengetesan kadar gula sederhana yang dihasilkan).

Proses fermentasi. Fermentasi adalah suatu proses perubahan-perubahan kimia dalam suatu substrat organik yang dapat berlangsung karena aksi katalisator biokimia, yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikroba tertentu (Tjokroadikoesoemo, 1986). Fermentasi biasanya dilakukan dengan menggunakan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur ini dapat disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan. Berbagai macam jasad renik dapat digunakan untuk proses fermentasi antara lain yeast. Yeast tersebut dapat berbentuk bahan murni pada

media agar-agar atau dalam bentuk *dry yeast* yang diawetkan (Winarno,1984).

Fermentasi gula oleh ragi, misalnya *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂. Reaksi ini merupakan dasar dari pembuatan tape, brem, tuak, anggur minuman, bir, roti dan lain-lain (Winarno, 1984). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi: Keasaman (pH), Mikroba, Suhu, Oksigen dan makanan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Gaman, 1992).

Proses Pemurnian. Distilasi adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali, yang dimaksudkan untuk memisahkan campuran dan atau lebih zat cair ke dalam fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didihnya. Pada umumnya pemisahan hasil fermentasi glukosa/dektrosa menggunakan sistem uap-cairan, yang terdiri dari komponen-komponen tertentu yang mudah tercampur. Umumnya distilasi berlangsung pada tekanan atmosfer, contoh dalam hal ini adalah sistem alkohol-air, yang pada tekanan atmosfer memiliki titik didih sebesar 78,6°C (Tjokroadikoesoemo,1986). Dalam rangka menghasilkan bioetanol yang mempunyai kadar yang lebih besar, hasil fermentasi ini dimurnikan dengan cara destilasi.

Analisa Kadar Air. Cawan kosong dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan dinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang (cawan porselin didinginkan selama 20 menit). Ditimbang dengan cepat ± 5 gr yang sudah dihomogenkan dalam cawan. Tutup cawan diangkat dan cawan ditempatkan beserta isi dan tutupnya selama 6 jam. Hindarkan kontak antara cawan dengan dinding oven. Produk yang tidak mengalami dekomposisi dengan pengeringan yang lama, dikeringkan selama 1 malam (16 jam). Cawan dipindahkan ke dalam desikator, tutup dengan penutup cawan, lalu dinginkan. Timbang kembali setelah dingin. Keringkan kembali ke dalam oven sampai diperoleh berat yang tetap. Hitung kadar air dari sampel.

$$\text{Kd air} = \frac{\text{Bearat basah}-\text{berat kering}}{\text{Bearat basah}} \times 100 \%$$

Analisa Kadar Abu. Kurs porselin dikeringkan selama 2 jam dalam oven pada suhu ± 40°C didinginkan dan ditimbang, sampel sebanyak 40 gr dimasukan kedalam kurs lalu ditimbang dan dipanaskan diatas api langsung sampai berpijar . Pengabuan dilanjutkan dalam furnice pada suhu ± 600 °C selama 4 jam sampai sampel berubah warna putih, krus dikeluarkan dan didinginkan kemudian di timbang

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu dari sampel}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \%$$

Analisa Kadar Pati. Sepuluh gr pati dilarutkan dalam 100 ml HCl 1N. Larutan dipanaskan pada suhu ± 100 °C selama 1 jam. Setelah itu didinginkan, diencerkan dengan aquades sampai 500 ml, dan dinetralkan. Diambil 5 ml, diencerkan sampai 100 ml, diambil 5 ml. Kemudian dititras : 5 ml sampel + 5 ml fehling A + 5 ml fehling B + 5 ml glukosa standar, dipanaskan sampai mendidih ditambahkan 3 tetes indikator MB. 2 menit dari mendidih, larutan dititras dengan glukosa standar hingga warna berubah menjadi merah. Catat kebutuhan titran (M ml). Hitung kadar pati. Yang diperhatikan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih, titrasi efektif dilakukan maksimal 1 menit.

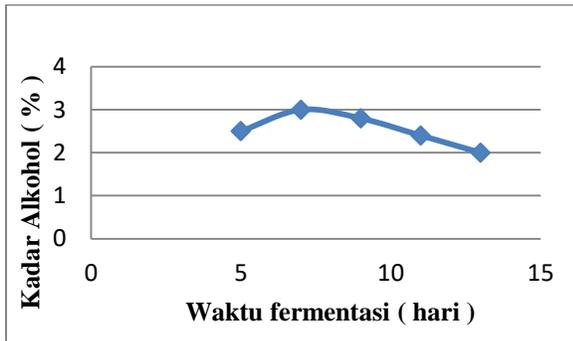
Analisa Kadar Alkohol. Ambil 100 ml larutan hasil fermentasi dari masing-masing wadah untuk setiap kalinya di analisa kadar etanol yang terbentuk dengan cara, Masukkan alkoholmeter ke dalam gelas ukur 100 ml, amati kadar etanol yang terbentuk dengan membaca skala pada alkoholmeter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh waktu fermentasi dan bahan basah terhadap alkohol yang terbentuk

Pada proses fermentasi waktu adalah sangat berpengaruh sekali terhadap terbentuknya alkohol. Dalam mengkaji pengaruh waktu dalam pembentukan alkohol tersebut dengan memvariasikan waktu fermentasi 5,7, 9, 11, dan 13 hari. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan enzim α-amilase 0,05 % untuk

proses liquifikasi dan glukoamilase 0,05 % dengan menggunakan sampel basah.

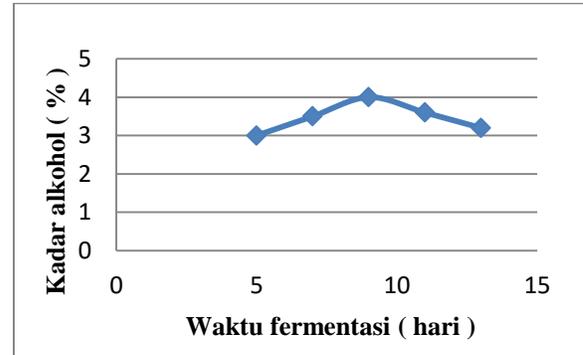


Gambar 1. Hubungan Antara Waktu Fermentasi dengan Alkohol pada sampel basah

Akohol hasil fermentasi disajikan dalam bentuk gambar 1. Waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap pembentukan alkohol. Berdasarkan gambar 1 di atas terlihat dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu fermentasi semakin naik alkohol yang terbentuk. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu fermentasi gula yang tereduksi semakin banyak membentuk alkohol seperti yang dikemukakan oleh Edi dkk. (2009). Pada hari ke-7 diperoleh alkohol sebesar 3 %. Setelah waktu fermentasi mencapai 7 hari terlihat dalam gambar 1 bahwa alkohol yang terbentuk semakin menurun, disebabkan tumbuhnya *Acetobacter aceti* yang merubah alkohol menjadi asam acetat dan gula yang tereduksi menjadi alkohol semakin habis.

Pengaruh waktu fermentasi dan bahan kering terhadap alkohol yang terbentuk

Pada proses fermentasi waktu adalah sangat berpengaruh sekali terhadap terbentuknya alkohol. Dalam mengkaji pengaruh waktu dalam pembentukan alkohol tersebut dengan memvariasikan waktu fermentasi 5,7, 9, 11, dan 13 hari. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan enzim α -amilase 0,05 % untuk proses liquifikasi dan glukoamilase 0,05 % dengan menggunakan sampel kering.



Gambar 2. Hubungan Antara Waktu Fermentasi dengan Alkohol pada sampel kering

Berdasarkan gambar 1 dan 2, dapat dijelaskan bahwa semakin banyak kadar pati yang di gunakan semakin banyak alkohol yang diperoleh sebab bahan kering kandungan patinya lebih besar di dibandingkan berat basah, sehingga bila dihidrolisis menghasilkan gula pereduksi semakin banyak gulanya. Dalam gambar 2, ditunjukkan bahwa alkohol yang dihasilkan 4 % pada waktu fermentasi 9 hari. Waktu yang digunakan lebih lama di dibandingkan yang bahan basah sebab bahan baku kering kalau dihidrolisa luas permukaannya masih kecil dibanding dengan bahan yang masih basah, sehingga pembentukan *yeast* akan semakin lama. penurunan yield ini disebabkan tumbuhnya *Acetobacter aceti* yang tumbuh akan merubah alkohol menjadi asam acetat Juga dikarenakan konsentrasi glukosa terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan yeast sehingga produksi etanol akan menurun. Menurut Fessenden dan Fessenden (1997), tinggi rendahnya kadar etanol tergantung pada aktivitas yeast.

KESIMPULAN

Dalam pembuatan bioetanol yang berbahan baku biji alpukat dengan menggunakan proses fermentasi, memvariasikan waktu dan perbedaan bahan baku yaitu bahan yang basah dan kering disimpulkan bahwa yield tertinggi pada waktu fermentasi 9 hari dimana alkohol yang diperoleh 4 % pada bahan dasar kering. Sedangkan pada bahan dasar basah diperoleh alkohol 3 % tapi waktu fermentasi lebih pendek yaitu 7 dibandingkan dengan berbahan baku yang kering.

DAFTAR PUSTAKA.

- Afrianti, 2010. *Macam Buah-buahan untuk Kesehatan*, Alfabeta, Bandung.
- Bulawayo. B., 1996, Ethanol Production by Fermentation of Sweet-Stem Shorgum Juice Using Various Yeast Strains. *World Journal Microbiology & Biotechnology* .12: 357 – 360.
- Cardona A. and Sanchez, O.J., 2007 Feul ethanol production. Process design trends and integration opportunities. *Bioresour Technol* 2007.sep,98(12):2415-57 Epub 2007 Mar 1
- Edi, M., Mu'tasim, B. dan Novel, K., 2009, Proses Produksi Bioetanol Berbasis Singkong, *Seminar Nasional UPN Veteran Jawa Timur*, Surabaya.
- Fessenden & Fessenden, 1997, *Dasar-dasar Kimia Organik*, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Gaman, 1992, *Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi Edisi II*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lopez, 2002. Fruit Charaterization of High Oil Content Avocado Varieties , *Scientia Agricola* v.59, n.2, p. 403 – 406, abr/jun.2002
- Milan JM. 2005, Bioethanol production status and prospects. *J. Sci. Food Agric.* 10;42-56.
- Mursyidin, HD,2007, Ubi kayu dan bahan bakar terbarukan. Banjarmasin Post Online. Hhttp://www.banjarmasinpost.co.id.
- Samson,1980, *Tropical Fruits*, Longman Inc., New York.
- Sintha S., Santi, 2008. Pembuatan Alkohol Dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mete Oleh Khami Sacharomices Cerevisiae. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*,8(2): 104 - 111
- Sukaryo, S., Jos, B., Hargono, H., 2013, Pembuatan Bioetanol dari Pati Umbi Kimpul (*Xanthasoma Sagittifolium*), *Tesis*, Universitas Wahid Hasyim Semarang. Momentum, 9(2):41-45.
- Sunarjono, 1998. *Budidaya untuk Menghasilkan Buah Prima*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sutikno, Marniza, Selviana, Nanti Musita, 2016. Pengaruh Konsentrasi Enzim Selulase, α -amilase dan Glukoamilase Terhadap Kadar Gula Reduksi Dari Ongguk, *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 21(1) :1 – 12, Maret 2016
- Tjokroadikoesomo, 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu lainnya*. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, 1984, *Pengantar Teknologi Pangan*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.