

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bengkuang

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) berasal dari daerah Amerika Tengah dan Selatan terutama di daerah Mexico. Suku Aztec menggunakan biji tanaman bengkuang ini sebagai obat-obatan. Kemudian pada abad ke-17, Spanyol menyebarkan tanaman ini ke daerah Philipina sampai akhirnya menyebar ke seluruh Asia Pasifik . Tumbuhan yang berasal dari Amerika tropis ini termasuk dalam suku polong-polongan atau *Fabaceae*. Tanaman ini masuk Indonesia dari Manila melalui Ambon, dan sejak saat itulah bengkuang dibudidayakan diseluruh negeri . Bengkuang sekarang ini lebih banyak dibudidayakan di daerah Jawa dan Madura atau di dataran rendah. Di tempat asalnya, tumbuhan ini dikenal dengan *xicama* atau *jicama*. Orang jawa menyebutnya sebagai *besusu*

Menurut Van Steenis (2005) dalam Hilman (2012), klasifikasi tanaman bengkuang adalah :



Sumber : Setyo Kurniawan (2014)

Gambar 2.1. Bengkuang

Kingdom : *Plantae*

Divisio : *Spermatoph*
Sub Divisio : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledonee*
Ordo : *Fabales*
Famili : *Fabaceae*
Genus : *Pachyrhizus*
Spesies : *Pachyrhizus erosus L. Urban*

Bengkuang (*Pachyrhizys erosus*) dikenal dari umbi (*cormus*) putihnya yang bisa dimakan sebagai komponen rujak dan asinan atau dijadikan masker untuk menyegarkan wajah dan memutihkan kulit. Bagian umbi merupakan bagian yang dikonsumsi dari tanaman bengkuang karena mengandung gula, pati dan oligosakarida yang dikenal dengan nama inulin.

Tanaman ini memiliki panjang 2-6 m, bentuk dan majemuk, dengan 3 sebaran per daun, banyak bunga dan sekali berbunga memiliki panjang hingga 55 cm. Bunga dari jenis polong-polongan ini memiliki kelopak biru atau putih buah legum, dengan panjang 6-13 cm dan lebar 8-17 mm serta berbulu ketika muda. Bentuk benih pipih, bulat atau persegi, bewarna cokelat, hijau atau kemerahan. Ukuran umbi bervariasi sesuai dengan kondisi pertumbuhan.

Walaupun umbinya dapat dimakan, namun bagian bengkuang yang lain seperti biji sangat beracun karena mengandung rotenon, sejenis tuba. Racun ini sering dipakai untuk membunuh serangga atau menangkap ikan. Biji bengkuang yang telah masak kaya akan lipid yaitu lebih kurang 30%, namun tidak dapat dimakan karena mengandung isoflavonoid yang tinggi yaitu rotenon, isoflavanon dari furano-3-fenil kumarin yang sangat beracun bagi manusia (Hilman, 2012).

Umbi bengkuang tidak tahan terhadap suhu rendah, sehingga mudah mengalami kerusakan. Karena itulah, umbi sebaiknya disimpan pada tempat kering bersuhu maksimal 16°C. Umbi bengkuang dapat bertahan sekitar dua bulan dengan penyimpanan pada kelembapan dan suhu yang sesuai (Astawan, 2009).

2.1.1. Manfaat Bengkuang

Bengkuang termasuk umbi-umbian yang memiliki kandungan air tinggi. Bentuknya bulat dengan ujung yang meruncing. Buah ini sering digunakan untuk bahan rujak. Bengkoang kaya akan vitamin C, kalsium, fosfor dan serat makanan (Sekarinda dan Rosalin, 2006).

Komposisi kimia yang seperti itu memungkinkan umbi bengkuang digunakan sebagai obat, baik obat luar maupun obat dalam. Untuk obat luar, bengkuang dijadikan masker wajah yang memberikan kesegaran pada kulit wajah. Untuk obat dalam, bengkuang dapat mengatasi penyakit diabetes melitus, demam, eksim, sariawan dan wasir.

Menurut Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (1992) komposisi bengkuang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Bengkuang dalam 100 gr Bahan

Komposisi	Jumlah
Energi (kkal)	55,00
Protein (g)	1,40
Lemak (g)	0,20
Karbohidrat (g)	12,80
Kalsium (mg)	15,00
Fosfor (mg)	18,00
Besi (mg)	0,60
Vitamin C (mg)	20,00
Vitamin B1 (mg)	0,04
Vitamin A (IU)	0,00
Air (g)	85,10

Sumber : Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (1992)

Bengkuang baik dikonsumsi oleh penderita hiperglikemia. Dengan kandungan air yang sangat besar, mengkonsumsi bengkuang akan memberi perasaan kenyang, tapi tidak memberikan kalori dimana kandungan kalori pada

bengkuang 55 kkal dan tidak berpotensi untuk meningkatkan indeks glikemik. Kandungan air dalam bengkuang sangat baik untuk mempercepat proses pencernaan makanan. Pencernaan yang lancar akan mengurangi penyerapan gula yang harus dihindari oleh penderita hiperglikemia (Hilman, 2012)

Kandungan vitamin C yang cukup tinggi, memungkinkan bengkuang digunakan sebagai sumber antioksidan yang potensial untuk menangkal atau menetralkan serangan radikal bebas yang cenderung meningkat dalam tubuh akibat hiperglikemia (stres oksidatif) sehingga dapat menghambat terjadinya peroksidasi lipid, mencegah penurunan kadar asam askorbat dalam testis dan mencegah penurunan kualitas spermatozoa (Hafiz, 2006 dalam Fithroh dan Sukarjati, 2013).

Umbi bengkuang mengandung isoflavon yang dapat berperan sebagai antioksidan sehingga berguna untuk mencegah kerusakan oksidatif dan membantu penyerapan kalsium lebih kuat ke dalam tulang, sehingga tidak terjadi pengkeroposan tulang atau osteoporosis. Bengkuang merupakan salah satu makanan yang mengandung fitoestrogen, sehingga baik untuk dikonsumsi bagi mereka yang sudah memasuki masa menopause, yang berarti dapat mempertahankan kualitas hidup di usia tua (Lubis, 2012)

2.1.2. Jenis-jenis Bengkuang

Bengkuang termasuk ke dalam Famili *Fabaceae*, Genus *Pachyrhizus*, Spesies *Pachyrhizus*. Menurut Sorensen (1988), genus *Pachyrhizus* terdiri atas lima spesies, yaitu *Pachyrhizus erorus* (L.) Urban, *P. Ahipa* (wedd.) parody, *P.tuberosus* (lam.) spreng, *P.Ferrugineus* (piper), dan *P. Panamensis clausen*. Ketiga spesies yang pertama sudah dibudidayakan, sedang dua spesies lainnya masih merupakan spesies liar.

Varietas yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah bengkuang gajah dan bengkuang badur. Perbedaan di antara kedua jenis bengkuang ini adalah waktu panennya. Varietas bengkuang gajah dapat dipanen ketika usia tanam memasuki empat sampai lima bulan. Varietas bengkuang badur memiliki waktu

panen lebih lama. Jenis ini baru dapat dipanen ketika tanamannya berusia tujuh sampai sebelas bulan

2.2. Kapur

Kapur adalah senyawa kimia dengan rumus kimia Ca(OH)_2 . Kalsium hidroksida dapat berupa kristal tak berwarna atau bubuk putih. Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air. Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl_2) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH). Kapur tersebut memiliki sifat basa kuat.

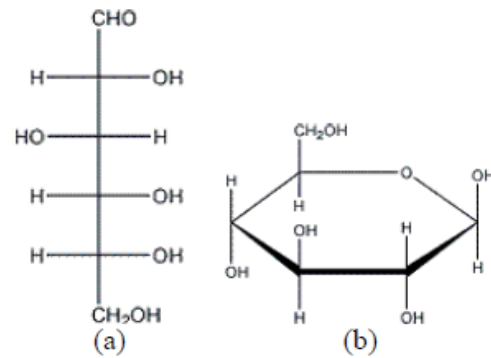
Kapur berasal dari kulit kerang laut atau cangkang dari kerang yang telah dibakar. Kapur sirih biasa ditemukan berwarna putih baik dalam bentuk kering atau basah. Saat kering kapur sirih berumus molekul CaO , sedangkan saat basah/larutan berumus molekul Ca(OH)_2 (Bayani, 2009). Kapur (Ca(OH)_2) yang dilarutkan dalam air akan terionisasi membentuk ion OH^- yang bersifat basa dan dapat menetralkan suasana asam (Ismadi, 1993). Kapur berfungsi untuk menetralkan nira sampai derajat keasaman (pH) berkisar 6,0-7,0 sehingga fermentasi terhambat (Sardjono dan Dahlan, 1968)

2.3. Gula

Menurut Darwin (2013), gula adalah suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energi. Secara umum gula dibedakan menjadi dua, yaitu :

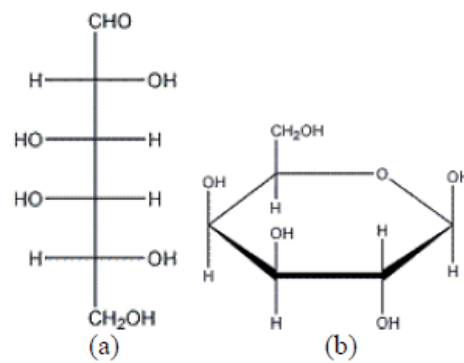
a. Monosakarida

Monosakarida merupakan jenis karbohidrat sederhana, sesuai dengan namanya yaitu mono berarti satu, ia terbentuk dari suatu molekul gula. Yang termasuk monosakarida adalah glukosa, fruktosa, galaktosa



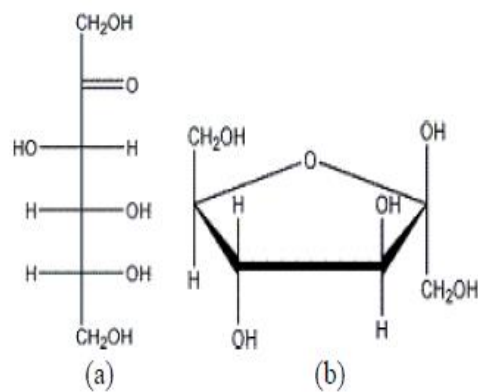
Sumber: Budiman (2009)

Gambar 2.2. (a) Struktur Glukosa Rantai Lurus, (b) Struktur Glukosa Rantai Cincin



Sumber: Budiman (2009)

Gambar 2.3. (a) Struktur Galaktosa Rantai Lurus, (b) Struktur Galaktosa Rantai Cincin

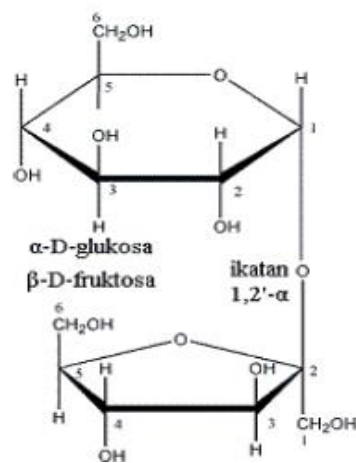


Sumber: Budiman (2009)

Gambar 2.4. (a) Struktur Fruktosa Rantai Lurus, (b) Struktur Fruktosa rantai cincin

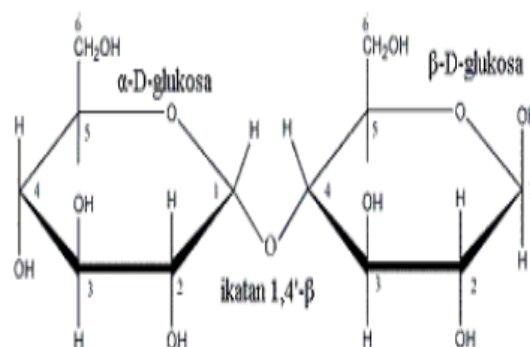
b. Disakarida

Disakarida merupakan jenis karbohidrat yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Berbeda dengan monosakarida, disakarida berarti terbentuk dari dua molekul gula. Yang termasuk disakarida adalah sukrosa (glukosa dan fruktosa), laktosa (gabungan dari glukosa dan galaktosa) dan maltosa (gabungan dari dua glukosa)



Sumber: Budiman (2009)

Gambar2. 5. Struktur Sukrosa



Sumber: Budiman (2009)

Gambar 2.6. Struktur Maltosa

Gula merupakan salah satu pemanis yang umum dikonsumsi masyarakat. Gula biasa digunakan sebagai pemanis dimakanan maupun minuman, dalam bidang makanan selain sebagai pemanis, gula juga digunakan

sebagai stabilizer dan pengawet. (Darwin,2013)

Fungsi gula untuk kesehatan :

a. Gula adalah sumber energi yang instan

Gula merupakan sumber energi yang instan, dimana ketika tubuh kekurangan energi, maka gula yang dikonsumsi dalam tubuh akan dirubah menjadi glukosa. Glukosa akan diserap oleh sel-sel tubuh dan akan menghasilkan energi

b. Meningkatkan tekanan darah

c. Meningkatkan kemampuan otak

Otak tidak dapat berfungsi sepenuhnya tanpa gula. Jika seseorang tidak mengkonsumsu gula, maka akan mengalami penurunan dan kelelahan dalam berpikir atau kinerja otak menurun

d. Obat Depresi

e. Gula untuk terapi

Beberapa ahli medis menyatakan bahwa gula dapat menyembuhkan luka lebih cepat dari obat-obatan medis. Beberapa luka dapat disembuhkan oleh gula pasir lebih cepat dibandingkan obat antibiotik. Tetapi pengobatan menggunakan gula harus dilakukan oleh medis.

Pemanis gula sangat sering kita jumpai di pasaran, yang paling umum kita gunakan adalah gula pasir. Namun, selain gula pasir, masih ada beberapa jenis gula yang lain di pasaran. Menurut Darwin (2013), gula terbagi beberapa jenis, seperti di bawah ini :

a. Gula Pasir

Ini adalah jenis gula yang palung mudah dijumpai, digunakan sehari-hari untuk pemanis makanan dan minuman. Gula pasir berasal dari cairan sari tebu. Setelah dikristalkan, sari tebu akan mengalami kristalisasi dan berubah menjadi butiran gula bewarna putih bersuh atau putih agak kecoklatan (raw sugar).

b. Gula Pasir Kasar (*Crystallized Sugar*)

Gula jenis ini memiliki tekstur yang lebih besar dan kasar dari gula pasir pada umumnya. Biasanya gula jenis ini dijual dengan aneka warna di pasaran. Gula

jenis ini sering digunakan sebagai bahan taburan karena tidak meleleh saat di oven

c. Gula Balo atau Gula Dadu

Gula balok terbuat dari sari tebu. Bentuknya menyerupai balok dadu dengan warna putih bersih. Biasanya gula jenis ini digunakan sebagai campuran minuman kopi atau teh.

d. Gula Icing atau *Icing Sugar* atau *Confection Sugar*

Tipe gula ini memiliki tekstur terhalus dalam jenis gula putih *Icing sugar* merupakan campuran dari gula pasir yang digiling hingga halus sehingga terbentuk tepung gula dan ditambahkan tepung *maizena* agar tidak mudah menggumpal.

e. Gula Batu

Gula batu diperoleh dari pengolahan gula pasir biasa agar mudah larut. Bentuknya merupakan bongkahan gula menyerupai batu berwarna putih, dimana tingkat kemanisan gula batu lebih rendah dibanding gula pasir, hampir 1/3 dari gula pasir. Bagi pankreas dan organ tubuh, gula batu lebih sehat dan bersahabat dibanding dengan gula pasir.

f. *Brown Sugar*

Brown Sugar terbuat dari tetes tebu, namun dalam proses pembuatannya dicampur dengan molase sehingga menghasilkan gula berwarna kecoklatan. Terbagi menjadi 2 jenis yaitu *light* atau *dark brown sugar*. *Light brown sugar* biasanya digunakan dalam pembuatan kue, seperti membuat *butterscotch*, kondimen dan *glazes*. *Dark brown sugar* biasanya digunakan untuk membuat *gingerbread* dan bahan tambahan untuk makanan seperti *mincemeat*, *baked bean*, dan lain-lain.

g. Gula Merah

Gula merah terbuat dari air sadapan bunga pohon kelapa atau air nira kelapa, sering juga disebut dengan gula jawa. Teksturnya berupa bongkahan berbentuk silinder dan berwarna coklat. Biasanya digunakan dalam bahan pemanis makanan dan minuman dengan cara diiris tipis.

h. Gula Aren

Bentuk, tekstur, warna dan rasanya mirip dengan gula merah, yang membedakan bahan bakunya. Gula aren terbuat dari nira yang disadap pohon aren, tanaman dari keluarga palem. Proses pembuatan gula aren umumnya lebih alami, sehingga zat-zat tertentu yang terkandung di dalamnya tidak mengalami kerusakan dan tetap utuh.

Selain gula-gula alami, banyak juga gula-gula yang terbuat dari proses kimiawi yang dijual di pasaran. Banyak orang berusaha untuk menghindari gula, dan beralih ke gula buatan. Namun jenis gula ini bila dikonsumsi secara berkalan akan bertambah tidak baik untuk tubuh. Menurut Darwin (2013) ada 3 jenis gula buatan, seperti:

a. *High Fructose Corn Syrup*

Gula jenis ini terbuat dari tepung jagung sebagai bahan baku, memiliki tekstur cair seperti *syrup*. Gula jagung memiliki tingkat kemanisan yang sangat tinggi 1,8 kali dibanding dengan gula biasa. Dimana rasa manis tersebut akan meninggalkan rasa lapar sehingga tubuh menginginkan karbohidrat berlebih

b. *Sorbitol, saditol, dan Maninitol*

Gula jenis ini terdapat dalam permen bebas gula, obat batuk, serta makanan dan minuman berlabel '*diet*'. Gula buatan ini akan menghambat proses metabolisme alami tubuh kita karena tidak dapat dicerna secara baik oleh tubuh.

c. *Saccharin dan Aspartame*

Gula jenis ini sering digunakan dalam minuman rendah kalori dan rendah gula. Keduanya mengandung kalori yang rendah, namun memiliki tingkat kemanisan yang tinggi.

2.4. Gula Semut

Nira merupakan cairan yang dikeluarkan atau dihasilkan dari pohon aren, tebu, bit, maple, siwalan, bunga dahlia dan memiliki rasa yang manis. Komposisi nira dari suatu jenis tanaman dipengaruhi beberapa faktor antara lain varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim pemupukan,

dan pengairan (Baharudin *dkk*, 2013)

Gula semut adalah gula aren berbentuk bubuk yang dibuat dari nira palma, yaitu suatu larutan gula cetak palmae yang telah dilebur kembali dengan penambahan air pada konsentrasi tertentu.



Sumber : Susila (2009)

Gambar 2.7. Gula Semut

Pemanfaatan gula semut sama dengan gula pasir (tebu) yakni dapat digunakan sebagai bumbu masak, pemanis minuman (sirup, susu, *soft drink*) dan untuk keperluan pemanis untuk industri makanan seperti adonan roti, kue, kolak dan lain-lain (Mustaufik dan Karseno, 2004).

Gula semut atau gula merah yang berbentuk semut atau tepung yang dikenal dengan *Palm Sugar*. Bahan dasar untuk membuat gula semut adalah nira dari pohon kelapa, aren/enau, nipah, lontar maupun tebu. Gula semut memiliki beberapa kelebihan dari gula merah yang sudah lebih dulu dikenal masyarakat

Gula semut memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan gula kelapa pada umumnya, antaranya :

- Bentuknya kristal dan mudah terlarut
- Gula semut dapat ditambahkan berbagai macam flavoring agent alami diantaranya jahe, kencur, temulawak sehingga dapat digunakan sebagai bahan minuman alami

- Nilai ekonomisnya lebih tinggi dan memiliki aroma yang khas
- Gula semut memiliki umur simpan yang lebih panjang (dengan kadar 2-3% dengan pengemasan yang rapat)

Tabel 2.2. Syarat Mutu Gula Semut (SII-2043-87)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan : Bentuk Warna Tanda rasa		Serbuk Kuning kecoklatan Normal dan khas
2.	Gula total (dihitung sebagai sukrosa)	% (b/b)	Min.80
3.	Gula reduksi (dihitung sebagai Glukosa)	% (b/b)	Maks. 6.0
4.	Air	% (b/b)	Maks. 3.0
5.	Abu	% (b/b)	Maks. 2.0
6.	Padatan tidak larut dalam air	% (b/b)	Maks. 0.2
7.	Pati		Tidak Ternyata
8.	Belerang dioksida (SO ₂)		Tidak Ternyata
9.	Cemaran logam berbahaya :		
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0.5
	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0.05
	Arsen (Ar)	mg/kg	Maks. 1.0
	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20

Sumber : Departemen Kesehatan RI (1992)

Gula semut adalah istilah yang digunakan untuk menamakan gula kelapa dalam bentuk kristal. Gula semut mempunyai keunggulan tersendiri yaitu berbentuk kristal kecil-kecil yang mudah larut dalam air panas ataupun air dingin, disamping itu gula kristal (jawa: gula semut) dapat dibuat menjadi berbagai macam rasa dengan khasiat yang berbeda-beda, misalnya gula kristal rasa jahe dapat mencegah dan menyembuhkan masuk angin, batuk, flu, perut kembung, rasa kencur dapat mencegah dan menyembuhkan pegel linu, encok, sakit perut, atau rasa lainnya sehingga apabila dipakai dalam minuman akan memberikan rasa yang khas (Mustaufik, 2010)

Gula semut memiliki prospek untuk dijual di supermarket atau pasar modren bahkan skala ekspor, tergantung pada performa baik kemasan, label dan

volumenya. Gula semut memiliki peluang untuk mengisi kekurangan kebutuhan gula (bahan pemanis) yang selama ini sebagian masih impor dan memiliki peluang untuk menembus pasar luar negeri (ekspor) seperti Singapura, Jepang, Hongkong, USA dan Jerman (Mustaufik, 2010)

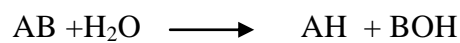
Menurut mustaufik (2010), permintaan ekspor gula semut mencapai 20 ton perbulan, sedangkan kemampuan produksi gula semut sejitar 5-10 ton perbulan. Pengembangan Industri Kecil Menengah (IKM) telah dilakukan di Jawa Tengah yaitu Kabupaten Banyumas dengan 4 kecamatan yang menjadi sentra gula semut yaitu Kecamatan Samogede, Ajibarang, Cilongok dan Wangon (Mustaufik, 2010)

Permintaan akan gula semut terus meningkat dari waktu ke waktu, hal ini tidak lepas dari usaha para produsen gula semut yang terus melakukan pengembangan pasar. Terutama terhadap target pasar industri yang sangat mempertimbangkan efisiensi dan mengutamakan sisi kepraktisan dibandingkan dengan menggunakan gula merah biasa. Saat ini gula semut telah banyak dipasarkan pada beberapa supermarket, bahkan sudag diekspor ke Australia maupun Eropa, kerana digunakan sebagai pemanis minuman kesehatan yang memiliki berbagai manfaat antara lain mencegah perut kembung, masuk angin, flu, batuk. Selain itu gula semut dapat tahan lama tanpa penambahan bahan pengawet (Ningtyas *dkk*, 2014)

Nira yang digunakan sebagai bahan baku utama kualitasnya sangat menentukan kualitas gula semut yang dihasilkan, yang dipengaruhi oleh pH nira aren dan nira yang masih segar yang mempunyai pH sekitar 6-7. Bahan penolong yang digunakan adalah kapur juga berfungsi sebagai larutan penyangga untuk mempertahankan pH sekitar 6-7, sebab nira dikatakan rusak jika pH kurang dari 6 ditandai rasa yang masam. Biasanya nira yang dipanen sore hari akan direbus hingga mendidih yang berguna untuk mematikan mikroorganisme sebelum diproses pada esok harinya. Gula semut yang dijual dipasaran pada umumnya hanya terbuat dari bahan baku nira saja tanpa penambahan atau substitusi bahan lain.

2.5. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan reaksi kimia yang memecah molekul menjadi dua bagian dengan penambahan molekul air (H_2O), dengan tujuan untuk mengkonversi polisakarida menjadi monomer-monomer sederhana. Satu bagian dari molekul memiliki ion hidrogen (H^+) dan bagian lain memiliki ion hidroksil (OH^-). Umumnya hidrolisis ini terjadi saat garam dari asam lemah atau basa lemah (atau keduanya) terlarut di dalam air. Reaksi umumnya yakni sebagai berikut:



Akan tetapi, dalam kondisi normal hanya beberapa reaksi yang dapat terjadi antara air dengan komponen organik. Penambahan asam, basa atau enzim umumnya dilakukan untuk membuat reaksi hidrolisis dapat terjadi pada kondisi penambahan air tidak memberikan efek hidrolisis. Asam, basa maupun enzim dalam reaksi hidrolisis disebut sebagai katalis, yakni zat yang dapat mempercepat reaksi (Lowry, 1987)

2.5.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Hidrolisis

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis antara lain :

a. Kandungan Karbohidrat Bahan Baku

Kandungan karbohidrat pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil hidrolisis asam. Apabila kandungan karbohidratnya sedikit, maka jumlah gula yang terjadi juga sedikit, maka jumlah gula yang terjadi juga sedikit, dan sebaliknya, apabila kandungan karbohidrat terlalu tinggi mengakibatkan kekentalan campuran akan meningkat, sehingga frekuensi tumbukan antara molekul karbohidrat dan molekul air semakin berkurang, dengan demikian kecepatan reaksi pembentukan glukosa semakin berkurang pula.

b. pH Hidrolisis

pH berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisa. pH berkaitan erat dengan konsentrasi asam yang digunakan.

c. Waktu hidrolisis

Semakin lama waktu pemanasan, warna akan semakin keruh dan semakin besar konversi yang dihasilkan.

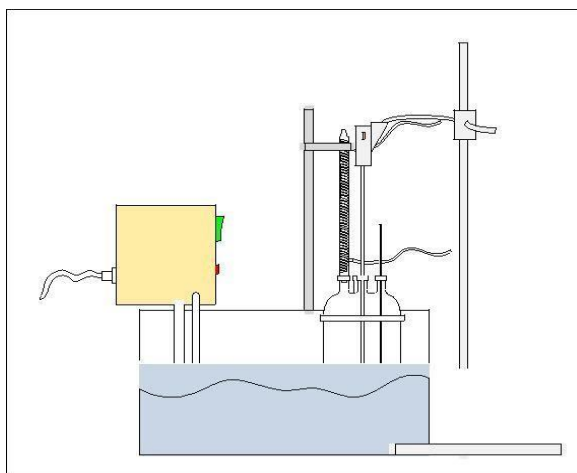
d. Suhu

Pengaruh suhu terhadap kecepatan hidrolisa karbohidrat akan mengikuti persamaan arrhenius yaitu semakin tinggi duhunya akan diperoleh konversi yang cukup berarti, tetapi jika suhu terlalu tinggi konversi yang diperoleh akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang, yang ditunjukkan dengan semakin tuanya warna hasil

2.5.2 Aplikasi Alat Hidrolisis dalam Beberapa Penelitian

1 Pada Penelitian Konversi Tepung Sagu Menjadi Sirup Glukosa Dengan Menggunakan Katalis Asam Klorida

Bahan utama yang digunakandalam penelitian adalah pati sagu yang ada di pasaran. Bahan lainnya yaitu HCl (asam klorida) 0,5 N reagen Nelson-Somogvi, larutan senomolibdat, larutan standar glukosa, kertas saring dan aquades. Peralatan yng digunakan pada penelitia ini adalah jaket pemanas, ketel, spektrofotometer thermal, oven, desikator, timbangan analitik, pH-meter, thermometer, pengaduk listrik, karet penghisap dan seperangkat alat- alat gelas. Rangkaian alat hidrolisis dapat dilihat pada gambar



Keterangan:

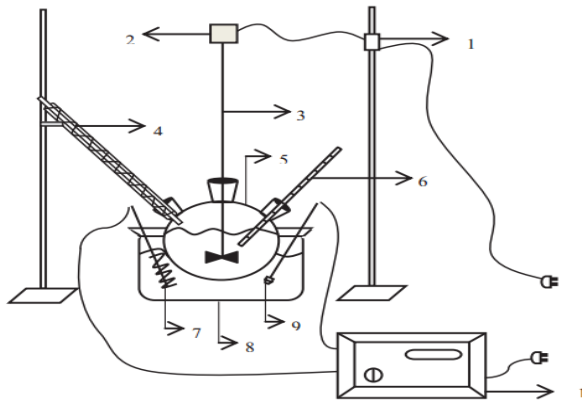
1. Oil Batch
2. ReaktorTermometer
3. Kondenser
4. Pengaduk
5. Statif

Sumber : Sutanto, dkk, 2014

Gambar 2.8. Rangkaian Alat Hidrolisis

2 Pada Penelitian Proses Hidolisis Pati Talas Sente (*Alocasiamacrorrhiza*) menjadi Glukosa

Keterangan:



1. KlemdanStatif
2. Motor Pengaduk
3. Pengaduk
4. PendinginBalik
5. LabuLeherTiga
6. Termometer
7. Heater
8. Water Batch
9. Sensor Temperatur
10. Termostate

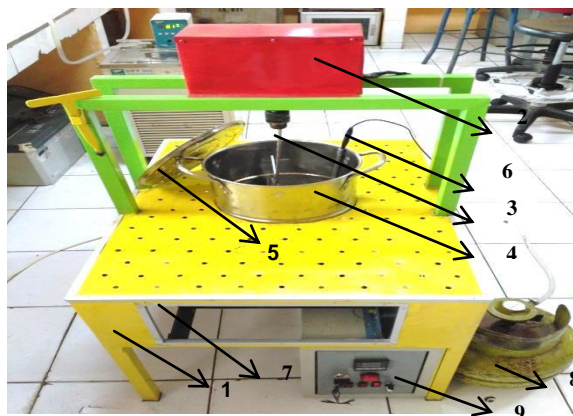
Sumber: Dinasari dan Alfiana, 2013

Gambar 2.9. Rangkaian Alat Hidrolisis Pati Talase Sante (*Alocasia macrorrhiza*) menjadi Glukosa

Bahan yang digunakan adalah talas sente, HCl, aquades digunakan pada proses hidrolisan paraffin sebagai media pemanas.

3 Pada Penelitian Pembuatan Gula Semut dari Bengkuang (*Pachryzus erorus*) dalam Tangki Berpengaduk

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bengkuang (*Pachyrhizus erorus*) yang berasal dari kebun bengkuang di daerah Curup dan kapur sirih.



Keterangan:

1. KerangkaBesi
2. Motor Pengaduk
3. Pengaduk
4. Panci
5. TutupPanci
6. Termostate
7. Kompor
8. Gas
9. Panel Pengendali Suhu

Gambar 2.10. Tangki Berpengaduk

2.6. Evaporasi

Evaporasi adalah suatu proses dimana molekul yang berada dalam fasa cair berubah menjadi fasa gas secara spontan. Tujuan utama dari proses evaporasi adalah meningkatkan konsentrasi suatu zat dalam larutan tertentu. Dalam proses gula aren, proses evaporasi digunakan untuk mengurangi kadar air sehingga volume nira menjadi sekitar 8% dari volume awal. Proses evaporasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

a. Konsentrasi zat terlarut dalam larutan

Pada umumnya, larutan yang masuk ke dalam evaporator berkonsentrasi rendah, memiliki viskositas yang rendah (hampir sama dengan air) dan memiliki nilai koefisien pindah panas yang cukup tinggi. Setelah mengalami proses evaporasi, konsentrasi dan viskositas larutan akan meningkat. Hal ini menyebabkan nilai koefisien pindah panas turun drastis.

b. Kelarutan

Ketika larutan dipanaskan dan konsentrasi zat terlarut meningkat, batas nilai kelarutan suatu zat akan tercapai sebelum terbentuk kristal/padatan. Kondisi ini adalah batas maksimum konsentrasi zat terlarut dalam larutan yang bisa dicapai melalui proses evaporasi. Pada batas kelarutan ini, jika larutan panas didinginkan kembali ke suhu ruang maka akan terbentuk kristal.

c. Temperatur sensitif dari suatu zat

Banyak produk, terutama produk pangan dan produk biologi lainnya sangat sensitif terhadap temperatur dan mudah terdegradasi pada suhu tinggi.

d. Foaming

Beberapa zat yang membentuk larutan kaustik, larutan pangan seperti susu skim, dan beberapa larutan asam lemak akan membentuk busa (foam) selama proses pemanasan. Busa akan mengikuti uap keluar dari evaporator sehingga menyebabkan ada massa yang hilang.

e. Tekanan dan temperatur

Titik didih suatu larutan bergantung pada tekanan dari sistem. Semakin tinggi tekanan dalam sistem, maka titik didih suatu larutan akan semakin tinggi.

Dalam proses evaporasi, semakin tinggi konsentrasi larutan maka temperatur akan semakin tinggi pula. Oleh karena itu, jika ingin menjaga suhu tidak terlalu tinggi digunakan tekanan di bawah 1 atm (keadaan vakum)

Proses evaporasi dapat dipercepat dengan cara :

1. Mempercepat pemasokan panas di atas titik didih
2. Memperluas permukaan cairannya
3. Meningkatkan koefisien perpindahan panasnya
4. Menurunkan tekanan/menurunkan titik didihnya
5. Mempercepat aliran pemindahan uapnya

2.7. Pengadukan dan Pencampuran

Pengadukan (*agitation*) adalah merupakan suatu aktivitas operasi pencampuran dua atau lebih zat agar diperoleh hasil campuran yang homogen dan menciptakan gerakan dari bahan yang diaduk seperti molekul-molekul, zat-zat yang bergerak atau komponennya meyebar (terdispersi).

Tujuan dari pengadukan adalah :

- a. Mencampur dua cairan yang saling melarut
- b. Melarutkan padatan dalam cairan
- c. Mendispersikan gas dalam cairan dalam bentuk gelembung
- d. Untuk mempercepat perpindahan panas antara fluida dan dinding bejana

Pencampuran adalah operasi yang menyebabkan tersebarnya secara acak suatu bahan yang lain dimana bahan-bahan tersebut terpisah dalam dua fase atau lebih. Proses pencampuran bisa dilakukan dalam sebuah tangki berpengaduk. Hal ini dikarenakan faktor-faktor penting yang berkaitan dengan proses ini, dalam aplikasi nyata bisa dipelajari dengan seksama dalam alat ini. Pada dasarnya pencampuran mencakup dua faktor kunci yaitu peralatan yang digunakan dan bahan yang akan dicampur. Kedua faktor tersebut harus memiliki hubungan yang erat untuk memperoleh hasil pencampuran yang baik. Geometri peralatan dapat mempengaruhi produksi secara umum, kondisi operasi proses khususnya aerasi dan pengadukan serta konsumsi energi (Sailah, 1994).

Bentuk pengaduk berpengaruh terhadap pola aliran yang dihasilkan. Berdasarkan pola aliran yang dihasilkan, pengaduk dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu menghasilkan pola aliran radial, axial, laminar dan turbulen. Aliran radial yaitu aliran mendatar dari *blade* pengadukan ke dinding *vessel* (tangki) dan membentuk dua daerah, yaitu daerah atas dan daerah bawah. Sedangkan aliran axial yaitu aliran vertikal ke atas dan bawah pengaduk. Pola aliran yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh sifat reologi dari bahan yang diaduk (Sailah, 1993). Pola aliran laminar adalah pola aliran yang mengalir dalam lapisan dan alirannya tenang (Huges dan Brington, 1967). Aliran turbulen adalah aliran yang bersifat bergejolak (Earle, 1969).

Pada proses pencampuran, salah satu sifat bahan yang sangat penting untuk dipertimbangkan adalah sifat reologi bahan. Reologi menurut Mackay (1988) adalah ilmu tentang sifat aliran suatu bahan. Menurut sifat reologinya, fluida dapat dibagi menjadi dua golongan besar, yaitu Newtonian dan fluida non-Newtonian. Pada fluida Newtonian, nilai kekentalan adalah konstan dan tidak dipengaruhi oleh sifat laju geser, tetapi dipengaruhi oleh suhu dan tekanan. Sedangkan fluida non-Newtonian, nilai kekentalan merupakan fungsi dari laju geser.

Pola aliran suatu tangki berpengaduk sangat dipengaruhi oleh kecepatan pengaduk, jenis pengaduk dan sifat reologi bahan yang diaduk (Ranade dan Joshi, 1990). Meskipun dengan fluida dan kecepatan pengadukan yang sama, penggunaan pengaduk yang berbeda akan menghasilkan pola aliran yang berbeda pula. Menurut aliran yang dihasilkan, pengaduk dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

- a. Pengadukan aliran aksial yang menimbulkan aliran yang sejajar dengan sumbu putaran.
- b. Pengadukan aliran radial yang akan menimbulkan aliran yang berarah tangensial dan radial terhadap bidang rotasi berpengaduk. Komponen aliran tangensial menyebabkan timbulnya vortex dan terjadinta pusaran, dan dapat dihilangkan dengan pemasangan *baffle* atau *cruciform baffle*.
- c. Pengadukan aliran campuran yang merupakan gabungan dari kedua jenis pengadukan di atas.

Pengadukan mekanis adalah metoda pengadukan menggunakan peralatan mekanis yang terdiri atas mortar, proses pengadukan (*shaft*) dan alat pengaduk (*impeller*). Peralatan tersebut digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Pemilihan pengaduk yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam menghasilkan proses dan pencampuran yang efektif. Menurut Mc. Cabe (1993), berdasarkan bentuk pengaduk dapat dibagi menjadi 3 golongan :

1. *Propeller*

Kelompok ini biasa digunakan untuk kecepatan pengadukan tinggi dengan arah aliran aksial. Pengaduk ini dapat digunakan untuk cairan yang memiliki viskositas rendah dan tidak bergantung pada ukuran serta bentuk tangki. Kapasitas sirkulasi yang dihasilkan besar dan sensitif terhadap beban *head*. Pengaduk *propeller* menimbulkan arah aksial, arus aliran meninggalkan pengaduk secara kontinu melewati fluida ke satu arah tertentu sampai dibelokkan oleh dinding atau dasar tangki.

2. *Turbine*

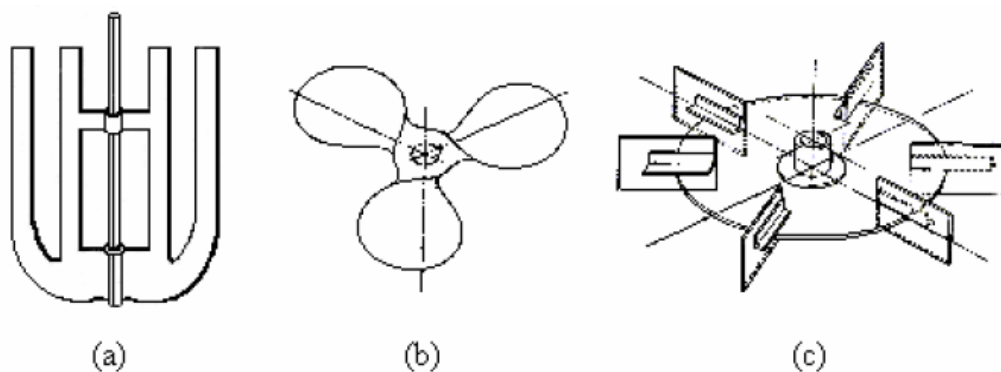
Istilah *turbine* ini diberikan bagi berbagai macam jenis pengaduk tanpa memandang rancangan, arah *discharge* ataupun karakteristik aliran. *Turbine* merupakan pengaduk dengan sudut tegak datar dan bersudut konstan. Pengaduk jenis ini digunakan pada viskositas fluida yang rendah halnya pengaduk jenis *propeller* (Uhl dan Gray 1966). Pengaduk turbin menimbulkan aliran arah radial dan tangensial. Di sekitar turbin terjadi daerah turbulensi yang kuat, arus dan geseran yang kuat antar fluida.

Salah satu jenis pengaduk *turbine* adalah *pitched black*. Pengaduk jenis ini memiliki sudut- sudut konstan. Aliran terjadi pada arah aksial, meski demikian terdapat pola aliran pada arah radial. Aliran ini akan mendominasi jika sudut berada dekat dengan dasar tangki.

3. *Paddles*

Pengaduk jenis ini sangat memegang peranan penting pada proses pencampuran dalam industri. Bentuk pengaduk ini memiliki minimum 2 sudut, horizontal dan vertical, dengan nilai D/T yang tinggi. *Paddle* digunakan pada aliran fluida laminar, transisi atau turbulen tanpa *baffle*.

Pengaduk *Paddle* menimbulkan aliran arah radial dan tangensial dan hampir tanpa gerak vertikal sama sekali. Arus yang bergerak ke arah horisontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah. Bila digunakan pada kecepatan tinggi terjadi pusaran saja tanpa terjadi agitasi.



Sumber: Uhl dan Gray, 1966

Gambar 2.11. Bentuk-Bentuk Pengaduk

(a) Pengaduk *Paddle* (b) Pengaduk *Propeller* (c) Pengaduk *turbine*

Salah satu variasi dasar dalam proses pengadukan dan pencampuran adalah kecepatan putaran pengaduk yang digunakan. Variasi kecepatan putaran pengaduk bisa memberi gambaran mengenai pola aliran yang dihasilkan dan daya listrik yang dibutuhkan dalam proses pengadukan dan pencampuran. Secara umum klasifikasi kecepatan putaran pengaduk dibagi tiga yaitu, kecepatan putaran rendah, sedang dan tinggi. Menurut Soetjipto Reynaldy 2005, dengan penggunaan diameter tangki larutan sebesar 20 cm dan tinggi tangki sebesar 28 cm, maka kecepatan pengadukan rendah yang digunakan sebesar 100 rpm, kecepatan pengadukan sedang sebesar 500 rpm dan kecepatan pengadukan tinggi sebesar 1000 rpm, akan mempengaruhi perbedaan kecepatan pengadukan dapat mempengaruhi *water loss* dan *solid gain*.

Fluida adalah suatu zat yang mempunyai kemampuan berubah secara kontinu apabila mengalami geseran, atau mempunyai reaksi terhadap tegangan geser sekecil apapun. Dalam keadaan diam atau dalam keadaan keseimbangan, fluida tidak mampu menahan gaya geser yang bekerja padanya, oleh sebab itu fluida mudah berubah bentuk tanpa pemindahan massa.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengadukan dan pencampuran diantaranya adalah perbandingan antara geometri tangki dengan geometri pengaduk, bentuk dan jumlah pengaduk, posisi sumbu pengaduk, kecepatan putaran pengaduk, penggunaan sekat dalam tangki dan juga properti fisik fluida yang diaduk yaitu densitas dan viskositas

2.8. Analisis Gula

Analisa gula dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (wet basis) atau berdasarkan berat kering (dry basis). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen (Syarif dan Halid, 1993).

Kadar air merupakan pemegang peranan penting, kecuali temperatur maka aktivitas air mempunyai tempat tersendiri dalam proses pembusukan dan ketengikan. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatik atau kombinasi antara ketiganya. Berlangsungnya ketiga proses tersebut memerlukan air dimana kini telah diketahui bahwa hanya air bebas yang dapat membantu berlangsungnya proses tersebut (Tabrani, 1997).

Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan dalam persentase berat bahan basah, misalnya dalam gram air untuk setiap 100 gr bahan disebut kadar air berat basah. Berat bahan kering adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap (konstan). Pada proses pengeringan air yang terkandung dalam bahan tidak dapat seluruhnya diuapkan (Kusumah, dan Andarwulan, 1989).

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur,

dan cita rasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Winarno, 1997).

Kadar air dalam bahan makanan sangat mempengaruhi kualitas dan daya simpan dari pangan tersebut. Oleh karena itu, penentuan kadar air dari suatu bahan pangan sangat penting agar dalam proses pengolahan maupun pendistribusian mendapat penanganan yang tepat. Kadar air dalam suatu bahan pangan sangat berpengaruh pada mutu produk tersebut, semakin banyak kadar air yang terkandung umur simpannya semakin sebentar, karena kalau suatu bahan mengandung kadar air, maka sangat memungkinkan adanya mikroba yang tumbuh.

2. Kadar Abu

Kadar abu merupakan campuran dari bahan anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan. Bahan pangan terdiri dari 96% bahan anorganik dan air, sedangkan sisanya merupakan unsur – unsur mineral. Unsur itu juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Kadar abu tersebut dapat menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan. Bahan – bahan organik dalam proses pembakaran akan terbakar tetapi komponen anorganiknya tidak, karena itulah disebut sebagai kadar abu. Yang termasuk dalam garam organik misalnya garam – garam asam mallat, oksalat, asetat, pektat. Sedangkan garam anorganiknya antara lain dalam bentuk garam fosfat, karbonat, klorida, sulfat, nitrat. Selain kedua garam tersebut, kadang – kadang mineral berbentuk sebagai senyawa kompleks yang bersifat organis. Apabila akan ditentukan jumlah mineralnya dalam bentuk aslinya sangatlah sulit. Oleh karena itu, biasanya dilakukan dengan menentukan sisa – sisa pembakaran garam mineral tersebut, yang dikenal dengan pengabuan.

Tujuan penentuan kadar abu, yaitu :

- a. Untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan
- b. Untuk mengetahui jenis makanan / bahan yan digunakan

- c. Sebagai parameter nilai bahan pada makanan. Adana kadar abu yang tidak larut pada asam, dalam asam yang cukup tinggi menunjukkan adanya pasir atau kotoran lain.

3. Indeks Bias

Indeks bias adalah perbandingan kecepatan cahaya dalam udara dengan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Indeks bias berfungsi untuk mengidentifikasi zat kemurnian, suhu pengukuran dilakukan pada suhu ruangan dan suhu tersebut harus benar-benar diatur dan dipertahankan karena sangat mempegaruhi indeks bias.

Penentuan indeks bias ini menggunakan refraktometer. Refraktometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar/konsentrasi bahan terlarut. Refraktometer bekerja menggunakan prinsip embiasan cahaya ketika melalui suatu larutan. Ketika cahaya datang dari udara ke dalam larutan maka kecepatannya akan berkurang. Sumber cahaya ditransmisikan oleh serat optic ke dalam salah satu sisi prisma dan secara internal akan dipantulkan ke interface prisma dan sampel larutan. Bagian cahaya ini akan dipantulkan kembali ke sisi yang berlawanan pada sudut tertentu tergantung dari indeks bias larutannya.

4. Kadar Gula

Gula adalah bentuk karbohidrat, jenis gula yang sering digunakan adalah kristal sukrosa padat. Gula digunakan untuk merubah rasa dan keadaan makanan atau minuman. Gula sederhana seperti glukosa (yang diproduksi dari sukrosa dengan enzim dan hidrolisis asam) menyimpan energi yang akan digunakan oleh sel. Penentuan kadar gula pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode refraktometer. Prinsip kerja dari refraktometer yaitu memanfaatkan refraksi cahaya (pembiasan cahaya). Tujuan pengukuran refraktometer adalah untuk menentukan konsentrasi larutan, bukan indeks biasnya, oleh karena itu perlu dibuat kurva standar terlebih dahulu (Wira, 2012).

Refraktometer ditemukan oleh Dr. Ernest abbe seorang ilmuwan dari German

pada permulaan abad 20. Refraktometer Abbe adalah refraktometer untuk mengukur indeks bias cairan, padatan dalam cairan atau serbuk dengan indeks bias dari 1,300 sampai 1,700 dan persentase padatan 0 sampai 95% . Ciri khas refraktometer yaitu dapat dipakai untuk mengukur secara tepat dan sederhana karena hanya memerlukan zat yang sedikit yaitu 0,1 ml dan ketelitiannya sangat tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi harga indeks bias cairan, yaitu:

- a. Berbanding terbalik dengan suhu
- b. Berbanding terbalik dengan panjang gelombang sinar yang digunakan
- c. Berbanding lurus dengan tekanan udara dipermukaan udara
- d. Berbanding lurus dengan kadar atau konsentrasi larutan

5. pH atau derajat keasaman

pH (*potensial of hydrogen*) atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan.

6. % Yield

Persen yield atau persen hasil adalah perbandingan massa produk yang didapat dengan massa bahan awal. Persen yield dapat berada antara 1% sampai 100%.

$$\% \text{ yield} = \frac{\text{massa produk}}{\text{massa bahan awal}} \times 100\%$$

7. Ds
8. Jdsk
9. Fdjs
- 10.