

Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat *Analysis of Chemical Compounds on Carbohydrates*

Ardhista Shabrina Fitri¹, Yolla Arinda Nur Fitriana²

¹ Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

² Teknologi Pangan, Universitas Ahmad Dahlan

¹ardhista.shabrina.fitri@gmail.com

²yollaanf@gmail.com

ABSTRAK

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh manusia, yang menyediakan 4 kalori (kilojoule) energy pangan per gram. Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Sedangkan dalam tubuh, karohidrat berguna untuk mencegah tumbuhnya ketosis, pemecahan tubuh protein yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein. Karbohidrat terdiri dari monosakarida, disakarida, dan polisakarida, yang memiliki senyawa berbeda-beda. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap karbohidrat yang meliputi perubahan warna, senyawa positif, dan pengelompokannya. Analisis dilakukan menggunakan uji Fehling, Moore, hidrolisa, dan Iod. Penelitian ini menghasilkan bahwa berdasarkan hasil uji Fehling dan Moore, glukosa dan sukrosa merupakan gula sederhana. Sementara pada uji Hidrolisa, sukrosa dan amilum positif terhidrolisis melalui perubahan warna yaitu endapan oren pada sukrosa dan hijau kebiruan pada amilum. Hasil uji Iod menunjukkan amilum termasuk polisakarida terjadi perubahan warna menjadi biru kehitaman. Dengan demikian, klasifikasi karbohidrat yang termasuk monosakarida adalah glukosa, disakarida adalah sukrosa, dan polisakarida adalah amilum.

Kata-kata kunci: analisis, senyawa kimia, karbohidrat.

ABSTRACT

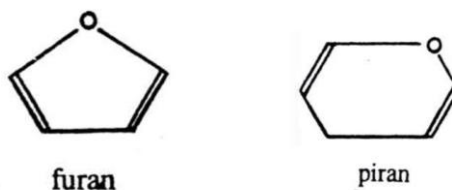
Carbohydrates are the primary source of energy for the human body, providing four calories (kilojoule) of food energy per gram. Carbohydrates also have an essential role in determining the characteristics of food ingredients, such as taste, color, texture, and so on. While in the body, carbohydrates are useful for preventing the growth of ketosis, the body's breakdown of excessive protein, loss of minerals, and are useful for helping metabolize fats and proteins. Carbohydrates consist of monosaccharides, disaccharides, and polysaccharides, which have different compounds. Therefore, in this study, an analysis of carbohydrates was carried out, which included changes in color, positive compounds, and their grouping. Analyzes were performed using the Fehling, Moore, hydrolysis, and Iod tests. This study shows that based on the results of the Fehling and Moore test, glucose and sucrose are simple sugars. While in the hydrolysis test, positive sucrose and starch were hydrolyzed through a color change, namely the orange deposits on sucrose and bluish green on starch. Iod test results show starch, including polysaccharides, changes color to blackish blue. Thus, the classification of carbohydrates, including monosaccharides, is glucose, disaccharides are sucrose, and polysaccharides are starch.

Keywords: analysis, chemical compounds, carbohydrates.

PENDAHULUAN

Karbohidrat merupakan senyawa karbon, hydrogen, dan oksigen yang terdapat dalam alam. Banyak karbohidrat mempunyai rumus empiris CH_2O . Karbohidrat sebenarnya adalah polisakarida aldehyd dan keton atau turunan mereka (Poedjiadi, 2006).

Nama karbohidrat berasal dari kenyataan bahwa kebanyakan senyawa dari golongan ini mempunyai rumus empiris yang menunjukkan bahwa senyawa tersebut adalah karbon “hidrat” dan memiliki nisbah 1:2:1 untuk C, H, dan O. Perbandingan jumlah atom H dan O adalah 2:1 seperti pada molekul air (McGilvery, 1996). Pada senyawa yang termasuk karbohidrat terdapat gugus fungsi yaitu gugus $-\text{OH}$, gugus aldehyd, atau gugus keton. Struktur karbohidrat selain mempunyai hubungan daerah sifat kimia yang ditentukan dengan sifat fisika, dalam hal ini juga aktivitas optik. Sir Walter Norman Haworth (1883-1950) seorang ahli kimia berpendapat bahwa pada molekul glukosa, kelima atom karbon yang pertama dengan atom oksigen, dapat membentuk cincin segi enam (Gambar 1). Oleh karena itu, diusulkanlah penulisan rumus struktur karbohidrat sebagai bentuk cincin furan atau piran.

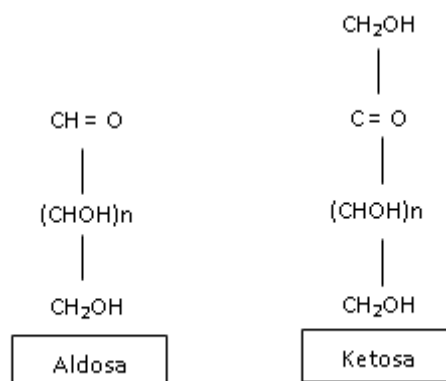


Gambar 1. Struktur karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh manusia, yang menyediakan 4 kalori (kilojoule) energy pangan per gram. Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Sedangkan dalam tubuh, karohidrat berguna untuk mencegah tumbuhnya ketosis, pemecahan tubuh protein yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein (Fessenden, 1990).

Kebanyakan karbohidrat yang dikonsumsi adalah tepung atau amilum atau pati yang ada dalam gandum, jagung, beras, kentang, dan padi-padian lainnya. Karbohidrat juga menjadi komponen struktur penting pada makhluk hidup dalam bentuk serat (fiber), seperti selulosa, pectin, serta lignin (Edahwati, 2010).

Klasifikasi karbohidrat terdiri dari monosakarida, disakarida, dan polisakarida (Fessenden, 1982). Monosakarida adalah karbohidrat yang sederhana, dalam arti molekulnya hanya terdiri atas beberapa atom karbon saja dan tidak dapat diuraikan dengan cara hidrolisis dalam kondisi lunak menjadi karbohidrat lain (McGilvery, 1996). Monosakarida tidak berwarna, bentuk kristalnya larut dalam air tetapi tidak larut dalam pelarut non-polar. Monosakarida digolongkan menurut jumlah karbon yang ada dan gugus fungsi karbonilnya yaitu aldehyd (aldosa) dan keton (ketosa). Glukosa, galaktosa, dan deoksiribosa semuanya adalah aldosa. Monosakarida seperti fruktosa adalah ketosa (Fessenden, 1982), seperti tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur monosakarida

Suatu disakarida adalah suatu karbohidrat yang tersusun dari dua satuan monosakarida yang dipersatukan oleh suatu hubungan glikosida dari karbon 1 dari satu satuan ke suatu OH satuan lain. Suatu cara ikatan yang lazim ialah suatu hubungan glikosida α atau β dari satuan pertama ke gugus 4-hidroksil dari satuan kedua. Hubungan ini disebut suatu ikatan 1,4'- α atau 1,4'- β , tergantung pada stereokimia pada karbon glikosida. Seperti halnya monosakarida, senyawa ini larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol, dan praktis tidak larut dalam eter dan pelarut organik non-olar. Contoh dari disakarida adalah maltose, sukrosa, dan laktosa (Sastroamidjojo & Hardjono, 2005).

Pada umumnya polisakarida mempunyai molekul besar dan lebih kompleks daripada mono dan oligosakarida. Molekul monosakarida terdiri atas banyak molekul monosakarida. Polisakarida yang terdiri dari satu macam monosakarida disebut homopolisakarida, sedangkan yang mengandung senyawa lain disebut heteropolisakarida (Fessenden, 1982).

Polisakarida tersusun dari banyak unit monosakarida yang saling berhubungan melalui ikatan glikosida. Unit gula dapat saling berhubungan membentuk polisakarida lurus, bercabang, atau melingkar. Ikatan 1 \rightarrow 4 dan 1 \rightarrow 6 adalah yang paling banyak ditemui pada polisakarida alam yang terdiri dari heksosa (Antony, 1984). Umumnya, polisakarida berupa senyawa berwarna putih dan tidak berbentuk Kristal, tidak memiliki rasa manis dan tidak memiliki sifat mereduksi. Berat molekul polisakarida yang larut dalam air akan membentuk larutan koloid. Beberapa polisakarida yang penting diantaranya adalah amilum, glikogen, dekstrin, dan selulosa (McGilvery, 1996).

Berdasarkan uraian seperti yang disampaikan sebelumnya, maka perlu diketahui beberapa hal terkait karbohidrat. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) mengetahui perubahan warna pada senyawa glukosa, sukrosa, dan amilum yang mengandung gula sederhana melalui percobaan fehling test dan Moore test, 2) mengetahui senyawa yang positif terhidrolisis di antara glukosa, sukrosa, dan amilum melalui perubahan warna pada percobaan hidrolisa, 3) mengetahui senyawa yang positif polisakarida di antara glukosa, sukrosa, dan amilum melalui perubahan warna pada percobaan Iod test, dan 4) mengetahui pengelompokan senyawa-senyawa yang termasuk monosakarida, disakarida, dan polisakarida pada sampel melalui beberapa percobaan.

METODE

Uji Karbohidrat yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji Fehling, uji Moore, uji hidrolisa, dan uji iod. Alat yang digunakan pada percobaan ini adalah tabung reaksi, pipet ukur 2 ml, propipet, pemanas Bunsen, spatula, penjepit, rak tabung reaksi,

pipet tetes, pipet ukur 1 ml, pelat tetes, dan kaca arloji. Sementara itu, bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan Fehling A, Fehling B, glukosa, sukrosa, amilum, NaOH 10%, indikator phenolphthalein (pp), larutan Iod 0.1N, dan korek api.

Cara kerja pengujian disampaikan sebagai berikut:

1. Fehling Test

Sebanyak 2 mL larutan sampel (fruktosa, glukosa, sukrosa, maltose, dan amilum) diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah diletakkan di rak tabung reaksi. Fehling A dan Fehling B masing-masing 2 mL ditambahkan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu, larutan NaOH 10% sebanyak 4 tetes ditambahkan ke dalam tabung reaksi. Tabung reaksi tersebut dijepit dengan penjepit tabung reaksi lalu dipanaskan di atas Bunsen yang menyala hingga mendidih. Perubahan warna yang terjadi pada larutan diamati. Reaksi positif pada Fehling test adalah adanya endapan merah bata.

2. Moore Test

Sebanyak 5 mL larutan sampel (fruktosa, glukosa, sukrosa, maltose, dan amilum) diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah diletakkan di rak tabung reaksi. Larutan NaOH 10% sebanyak 5 mL ditambahkan ke dalam masing-masing sampel. Tabung reaksi tersebut dijepit dengan penjepit tabung reaksi lalu dipanaskan di atas Bunsen yang menyala hingga mendidih. Perubahan warna yang terjadi pada larutan diamati. Reaksi positif pada Moore test adalah warna kuning tak berendapan.

3. Hidrolisa

Sebanyak 5 mL larutan sampel (fruktosa, glukosa, sukrosa, maltose, dan amilum) diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah diletakkan di rak tabung reaksi. Larutan H_2SO_4 10% sebanyak 1 mL ditambahkan ke dalam masing-masing sampel. Tabung reaksi tersebut dijepit dengan penjepit tabung reaksi lalu dipanaskan di atas Bunsen yang menyala hingga mendidih. Kemudian tabung tersebut didinginkan. Setelah dingin, larutan NaOH 10% sebanyak 2 mL dan indikator PP sebanyak 2 tetes ditambahkan ke dalam masing-masing sampel. Setelah itu, Fehling A dan Fehling B masing-masing sebanyak 2 mL ditambahkan ke dalam masing-masing sampel. Tabung reaksi dipanaskan lagi. Perubahan warna yang terjadi pada larutan diamati. Reaksi positif pada hidrolisa adalah adanya endapan yang berwarna merah bata.

4. Iod Test

Sebanyak 5 mL larutan sampel (fruktosa, glukosa, sukrosa, maltose, dan amilum) diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah diletakkan di rak tabung reaksi. Larutan iod sebanyak 5 tetes ditambahkan ke dalam masing-masing sampel. Perubahan warna yang terjadi pada larutan diamati. Reaksi positif pada iod test adalah warna biru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

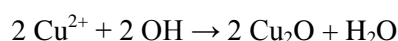
Karbohidrat (dalam hal ini pati, gula, atau glikogen) merupakan zat gizi sumber energi paling penting bagi makhluk hidup karena molekulnya menyediakan unsur karbon yang siap digunakan oleh sel. Secara kimia, karbohidrat dapat didefinisikan sebagai turunan aldehid atau keton dari alkohol polihidrik (karena mengandung gugus hidroksi lebih dari satu), atau sebagai senyawa yang menghasilkan turunan tersebut apabila dihidrolisis (Poedjiadi, 2006).

Sifat-sifat kimia karbohidrat berkaitan dengan gugus fungsional yang terdapat dalam molekul yaitu gugus hidroksi, gugus aldehid, dan gugus keton. Beberapa sifat kimia karbohidrat dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan senyawa

karbohidrat yang satu dengan yang lainnya. Percobaan kali ini dilakukan pengujian karbohidrat dengan uji kualitatif, yaitu Uji Fehling, Uji Moore, Uji Hidrolisa, Dan Uji Iod.

1. Uji Fehling

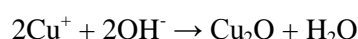
Uji Fehling digunakan untuk menunjukkan sifat khusus karbohidrat dengan adanya karbohidrat pereduksi. Hasil uji menunjukkan bahwa glukosa dan sukrosa merupakan gula yang dapat mereduksi larutan fehling dan sebagai karbohidrat pereduksi. Hal ini dapat dinyatakan bahwa golongan karbohidrat monosakarida dan disakarida positif terhadap kegiatan mereduksi larutan fehling tersebut. Pereaksi fehling ditambah karbohidrat kemudian dipanaskan, akan terbentuk endapan merah bata pada hasil akhir. Berikut adalah reaksi yang terjadi:



Dalam pereaksi ini ion Cu^{2+} direduksi menjadi Cu^+ yang dalam suasana basa akan diendapkan menjadi Cu_2O . Fehling B berfungsi untuk mencegah Cu^{2+} mengendap dalam suasana alkalis.

Sedangkan pada sampel amilum yang tetap berwarna biru disebabkan karena amilum merupakan polisakarida yang tidak dapat bereaksi positif dengan pereaksi Fehling. Amilum bukan gula pereduksi yang tidak mempunyai gugus aldehid dan keton bebas, sehingga tidak terjadi oksidasi antara amilum dengan larutan Fehling.

Pereaksi fehling dapat direduksi selain oleh karbohidrat yang mempunyai siat mereduksi, juga dapat direduksi oleh reduktor lain. Pereaksi fehling terdiri atas dua larutan, yaitu larutan fehling A dan larutan fehling B. Larutan fehling A adalah CuSO_4 dalam air, sedangkan larutan fehling B adalah larutan garam KNa-tartrat dan NaOH dalam air. Dalam pereaksi ini Cu^{2+} direduksi menjadi ion Cu^+ yang dalam suasana basa akan diendapkan sebagai Cu_2O .



Dengan larutan glukosa 1%, pereaksi fehling menghasilkan endapan merah bata, sedangkan apabila digunakan larutan yang lebih encer misalnya larutan glukosa 0.1%, larutan yang terjadi berwarna hijau kekuningan. Hasil uji Fehling disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Fehling

No.	Sampel	Perubahan Warna		Keterangan
		Sebelum	Sesudah	
1.	Glukosa	Biru kehijauan	Endapan merah bata	(+) gula sederhana
2.	Sukrosa	Biru	Endapan merah bata	(+) gula sederhana
3.	Amilum	Biru	Biru	-

Pada uji Fehling, glukosa dan sukrosa menghasilkan perubahan warna menjadi endapan merah bata yang menunjukkan bahwa glukosa dan sukrosa merupakan gula sederhana.

2. Uji Moore

Menurut Stryer (1996), uji Moore dilakukan untuk mengetahui adanya gugus alkali dengan reaksi pendamaran. NaOH sebagai sumber ion OH^- akan berikatan dengan rantai aldehid dan membentuk aldehid dengan cabang gugus alkanol

Pada percobaan ini, hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi coklat. Glukosa dan sukrosa menunjukkan hasil positif. Bau caramel yang khas adalah akibat dari sejumlah hasil fragmentasi dan dehidrasi gula. Warna coklat tetapi tidak berbau caramel karena sampel mengandung konsentrasi gula yang sedikit. Sedangkan jika berbau caramel tetapi berwarna coklat, memiliki konsentrasi gula yang tinggi. Reaksi ini disebut juga reaksi pendamaran. Uji Moore menggunakan NaOH yang berfungsi sebagai sumber ion OH^- (alkali) yang akan berikatan dengan rantai aldehid dan membentuk aldol aldehid yang berwarna kekuningan.

Mekanisme uji Moore yaitu ketika sampel ditambahkan dengan pereaksi NaOH 10% maka NaOH akan mensubstitusi OH^- . Untuk membentuk aldol aldehid yang titik leburnya lebih rendah. Kemudian dengan pemanasan maka membuat glukosa mencapai titik didihnya dan menyebabkan timbulnya aroma caramel yang khas. Pemanasan bertujuan untuk membuat ikatan karbon dengan hydrogen dan menggantikannya dengan gugus $-\text{OH}$. Ketika pemanasan terus berlanjut maka glukosa mencapai titik leburnya dan terbentuklah warna coklat pada larutan glukosa. Timbulnya aroma tetapi tidak menimbulkan warna coklat juga disebabkan karena konsentrasi glukosa. NaOH 10% digunakan sebagai pereaksi yang juga berfungsi memberikan suasana alkali, menghidrolisis, serta menurunkan titik lebur dari glukosa. Jika penggunaan NaOH kurang dari 10% konsentrasinya, maka dikhawatirkan tidak akan terjadi karamelisasi pada larutan glukosa. Tabel 2 menyajikan hasil uji Moore.

Tabel 2. Hasil Moore Test

No.	Sampel	Perubahan Warna		Keterangan
		Sebelum	Sesudah	
1.	Glukosa	Bening	Coklat kehitaman	(+) gula sederhana
2.	Sukrosa	Bening	Kuning	(+) gula sederhana
3.	Amilum	Putih keruh	Bening	-

Sebagaimana hasil pada uji Fehling, pada uji Moore ini, glukosa dan sukrosa mengalami perubahan warna menjadi endapan merah bata yang menunjukkan bahwa glukosa dan sukrosa merupakan gula sederhana.

3. Uji Hidrolisa

Hidrolisa dilakukan dengan tujuan untuk memecah karbohidrat kompleks menjadi sederhana. Penambahan H_2SO_4 10% berfungsi sebagai destruktif dan menghidrolisis ikatan disakarida agar menjadi monosakarida. Pemanasan yang dilakukan bertujuan untuk mempercepat reaksi. Sedangkan, penambahan NaOH 10% bertujuan untuk menangkap senyawa yang tidak ikut bereaksi dan sebagai zat penguji gula. Indikator PP digunakan sebagai indikator. Test Fehling bertujuan untuk mengetahui apakah hidrolisis berlangsung dengan baik. Reaksi akhir yang menunjukkan positif adalah terbentuknya endapan merah bata. Pada percobaan didapatkan bahwa sukrosa dan amilum menunjukkan hasil positif. Pada amilum, didapatkan warna hijau, namun sukrosa masih termasuk walaupun

memiliki kandungan paling kecil. Sedangkan glukosa mengapa tidak positif karena glukosa sudah tidak dapat terhidrolisis lagi walaupun juga memiliki warna hijau pada akhir reaksi.

Proses hidrolisis pati yaitu pengubahan molekul pati menjadi monomernya atau unit-unit penyusunnya seperti glukosa. Hidrolisis pati dapat dilakukan dengan bantuan asam atau enzim pada suhu, pH, dan waktu reaksi tertentu. Pada hidrolisis pati menggunakan asam yaitu HCl, larutan pati ditambahkan HCl dan dipanaskan dengan variasi waktu. Larutan asam campuran dekstrin, maltose, dan glukosa (Ben, 2007). Hasil yang diperoleh menggunakan uji Hidrolisa ini disampaikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Hidrolisa

No.	Sampel	Perubahan Warna				Keterangan
		Sebelum	+ H ₂ SO ₄	+ NaOH	+ Fehling	
1.	Glukosa	Bening	Tetap	Kuning	Hijau	-
2.	Sukrosa	Bening	Coklat	Coklat	Oren	+
3.	Amilum	Putih	Bening	Bening	Hijau	+

Pada uji Hidrolisa, sukrosa dan amilum positif terhidrolisis melalui perubahan warna di akhir percobaan yaitu endapan oren pada sukrosa dan hijau kebiruan pada amilum.

4. Uji Iod

Karbohidrat dengan golongan polisakarida akan memberikan reaksi dengan larutan Iodium dan memberikan warna biru kehitaman yang menunjukkan adanya amilum (pati) pada sampel. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Hasil percobaan menunjukkan hanya amilum yang menunjukkan reaksi positif karena dalam larutan pati terdapat unit-unit glukosa yang membentuk rantai heliks karena adanya ikatan dengan konfigurasi pada tiap unit glukosanya. Hal inilah yang menyebabkan amilum menyebabkan warna biru kehitaman. Percobaan tersebut sesuai dengan pendapat Fessenden (1986) yang menyatakan bentuk rantai heliks ini menyebabkan pati dapat membentuk kompleks dengan molekul iodium yang dapat masuk ke dalam spiralnya sehingga menyebabkan warna biru tua pada kompleks tersebut.

Uji pati-iodium berdasarkan pada penambahan iodium pada suatu polisakarida yang menyebabkan terbentuknya kompleks adsorpsi berwarna spesifik. Amilum atau pati dengan iodium menghasilkan warna biru, dekstran menghasilkan warna merah anggur, glikogen dan sebagian pati yang terhidrolisis bereaksi dengan iodium membentuk warna merah coklat (Sumardjo, 2009). Hasil Uji Iod disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Iod

No.	Sampel	Perubahan Warna		Keterangan
		Sebelum	Sesudah	
1.	Glukosa	Bening	Kuning bening	(-) polisakarida
2.	Sukrosa	Bening	Kuning bening	(-) polisakarida
3.	Amilum	Putih keruh	Biru kehitaman	(+) polisakarida

Pada uji Iod, hanya amilum yang menunjukkan hasil positif termasuk polisakarida dengan menunjukkan perubahan warna menjadi biru kehitaman.

Dalam tubuh manusia, karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian dari gliserol lemak. Tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makan yang dimakan sehari-hari, terutama bahan makanan yang berasal dari tumbuh-

tumbuhan. Dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein (Winarno, 1992).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Pada uji Fehling, glukosa dan sukrosa menghasilkan perubahan warna menjadi endapan merah bata yang menunjukkan bahwa glukosa dan sukrosa merupakan gula sederhana.
2. Pada uji Moore, glukosa dan sukrosa mengalami perubahan warna menjadi endapan merah bata yang menunjukkan bahwa glukosa dan sukrosa merupakan gula sederhana.
3. Pada uji Hidrolisa, sukrosa dan amilum positif terhidrolisis melalui perubahan warna di akhir percobaan yaitu endapan oranye pada sukrosa dan hijau kebiruan pada amilum.
4. Pada uji Iod, hanya amilum yang menunjukkan hasil positif termasuk polisakarida dengan menunjukkan perubahan warna menjadi biru kehitaman.
5. Yang termasuk monosakarida adalah glukosa, sedangkan disakarida adalah sukrosa, dan polisakarida adalah amilum.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony. (1984). *Introduction to Organic and Biological Chemistry*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Ben, E. S. (2007). Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Singkong Dengan Fraksinasi Butanol–Air. *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi*, 12, 21.
- Edahwati, L. (2010). Perpisahan Massa Karbohidrat menjadi Glukosa dari Buah Kersen dengan Proses Hidrolisis. *Jurnal Peneliti Ilmu Teknik*, 10(1), 1–5.
- Fessenden, R. J. (1982). *Kimia Organik* (3rd ed.). Wardsworth.
- Fessenden, R. J. (1990). *Kimia Organik*. Erlangga.
- McGilvery. (1996). *Biokimia: Suatu Pendekatan Fungsional*. Airlangga University Press.
- Poedjiadi. (2006). *Dasar-Dasar Biokimia*. UI Press.
- Sastroamidjojo, & Hardjono. (2005). *Kimia Organik Stereokimia, Karbohidrat, Lemak, dan Protein*. Gadjah Mada University Press.
- Stryer, L. (1996). *Biokimia volume 2*. Buku kedokteran EGC.
- Sumardjo, D. (2009). *Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I*. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Winarno, F. G. (1992). *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama.