

POLARIMETRI

A. Pendahuluan

Cahaya putih merupakan cahaya polikromatik yang terdiri dari berbagai panjang gelombang yang dapat bervibrasi ke segala arah. Cahaya putih dapat diubah menjadi cahaya monokromatik (hanya terdiri dari satu panjang gelombang) dengan menggunakan suatu filter atau sumber cahaya yang khusus. Cahaya monokromatik ini disebut cahaya terpolarisasi.

Interaksi suatu senyawa organik tertentu dengan cahaya terpolarisasi dianalisis dengan polarimeter. Sedangkan polarimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besaran yang terjadi akibat interaksi suatu senyawa organik dengan cahaya terpolarisasi.

Polarimeter dalam kimia organik dapat digunakan untuk menentukan rotasi optik, konsentrasi, dan komposisi isomer optis dalam campuran rasemiknya.

Setelah mempelajari modul ini dan melakukan percobaan-percobaannya, diharapkan anda dapat memahami cara menentukan besaran-besaran yang terjadi akibat interaksi isomer optis aktif dengan cahaya terpolarisasi. Secara khusus diharapkan anda dapat:

- Menentukan konsentrasi isomer optis aktif dalam larutan yang tidak diketahui konsentrasinya.
- Menentukan rotasi optis/rotasi spesifik suatu isomer optis aktif.
- Menentukan komposisi enantiomer dalam campuran rasemiknya.

Percobaan-percobaan dalam modul ini dapat dilakukan secara individu atau secara berkelompok. Secara berkelompok akan lebih baik, karena dalam melakukan percobaan dapat terjadi diskusi mengenai prosedur kerja, pengamatan, dan mengenai pengolahan data.

B. Kegiatan Praktikum: Polarimetri

1. Tujuan Praktikum

Praktikum polarimetri ini bertujuan:

- a. Mengamati gejala yang timbul akibat interaksi antara isomer optis aktif dengan cahaya terpolarisasi.
- b. Menentukan rotasi optis suatu isomer optis aktif.
- c. Menentukan konsentrasi suatu larutan isomer optis aktif.
- d. Menentukan komposisi enantiomer dalam campuran rasemiknya.

2. Landasan Teori

Bila cahaya polikromatik dilewatkan pada prisma Nicol akan diperoleh suatu cahaya monokromatik dan cahaya ini disebut cahaya terpolarisasi.

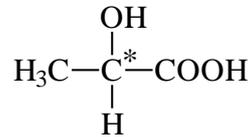
Suatu isomer optis aktif dapat berinteraksi dengan cahaya terpolarisasi dan memutar bidang cahaya terpolarisasi dengan suatu sudut yang dilambangkan dengan α dan disebut rotasi optik. Alat yang digunakan untuk mengukur besaran α adalah polarimeter.

Isomer optis merupakan senyawa-senyawa dengan rumus molekul sama tetapi tatanan atom-atomnya dalam ruang berbeda. Isomer-isomer optis dapat mengalami reaksi yang sama, mempunyai sifat fisika yang mirip, perbedaan isomer-isomer tersebut terletak pada interaksinya dengan bidang cahaya terpolarisasi. Bila cahaya terpolarisasi dilewatkan pada larutan isomer optis, maka isomer aktif ini akan memutar bidang cahaya terpolarisasi dengan arah tertentu.

Isomer optis mengandung atom karbon asimetris (atom karbon yang mengikat empat atom/gugus yang berbeda) dalam strukturnya.

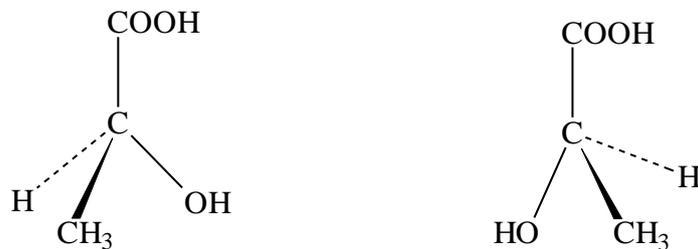
Molekul dengan satu atom karbon asimetris merupakan molekul kiral (tidak simetris), molekul demikian dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi. Molekul/senyawa tersebut dinamakan senyawa/isomer optis aktif. Molekul dengan dua atau lebih atom karbon asimetris, tidak selalu membentuk molekul kiral. Dengan

demikian mungkin saja terdapat molekul yang mempunyai atom-atom karbon asimetris tetapi tidak optis aktif. Contoh isomer dengan satu atom karbon asimetris adalah asam laktat.



Atom C dengan tanda * adalah atom karbon asimetris, atom karbon tersebut mengikat empat atom/gugus yang berbeda (H, CH₃, OH, dan COOH).

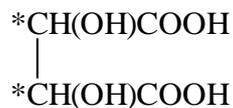
Berikut struktur asam laktat dalam bentuk geometri tetrahedral.



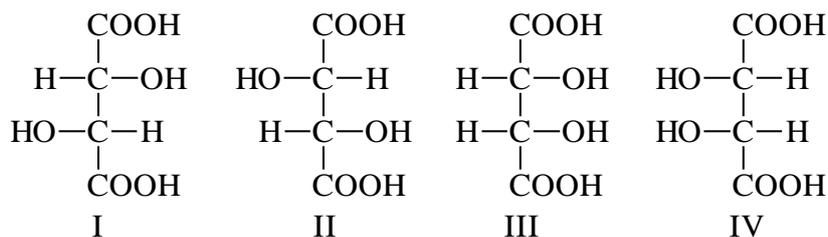
d dan l-asam laktat

Satu isomer asam laktat akan memutar bidang cahaya terpolarisasi kekanan/senyawa dekstro (d-asam laktat), sedangkan yang lainnya memutar bidang cahaya terpolarisasi ke kiri/senyawa levo (l-asam laktat).

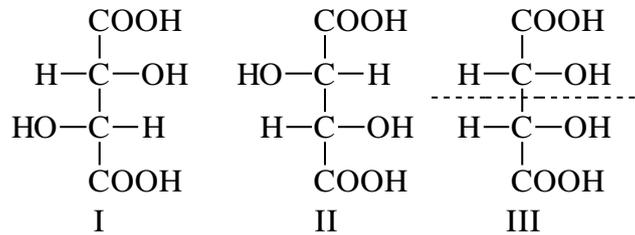
Contoh isomer optis dengan dua atom karbon asimetris adalah asam tartrat.



Asam tartrat mempunyai dua (n) atom karbon asimetris, maka terdapat 2ⁿ atau 2² isomer.



Bila senyawa III diputar 180°C maka akan menjadi sama dengan senyawa IV. Dengan demikian untuk asam tartrat hanya terdapat tiga isomer.

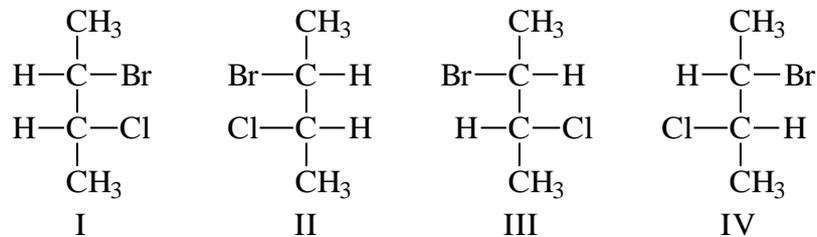


Senyawa I dan II merupakan bayangan cermin satu sama lain, tetapi kedua senyawa tersebut tidak dapat diimpitkan, dinamakan enantiomer. Senyawa I dan II bersifat optis aktif, dapat merupakan d-asam tartrat dan l-asam tartrat.

Senyawa III mempunyai molekul yang simetris karena senyawa tersebut mempunyai suatu bidang simetris (garis terputus-putus). Senyawa demikian tidak optis aktif, dinamakan meso (m-asam tartrat).

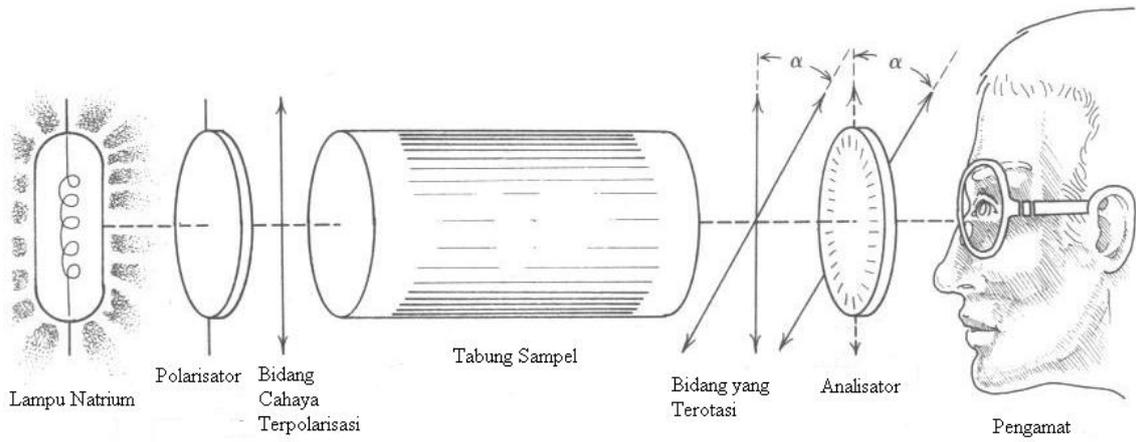
Contoh lain isomer optis dengan dua atom karbon asimetris adalah 2-bromo-3-kloro butana.

Isomer-isomernya adalah:

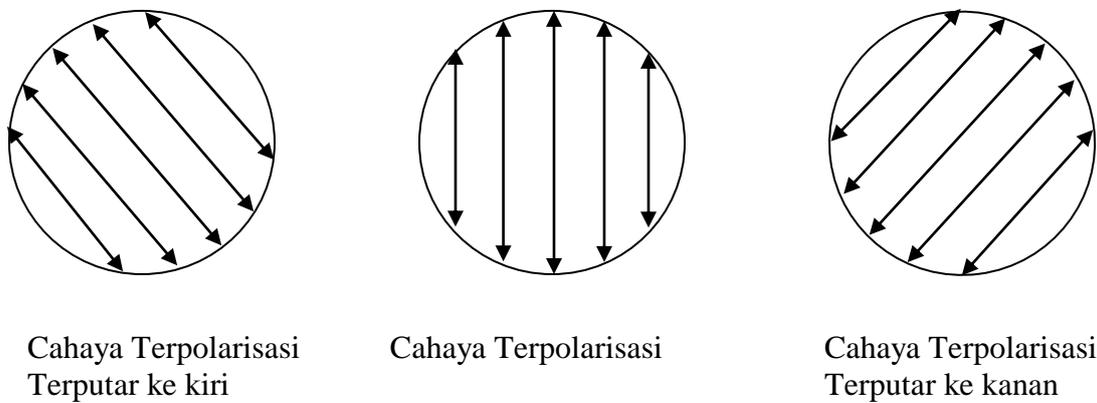
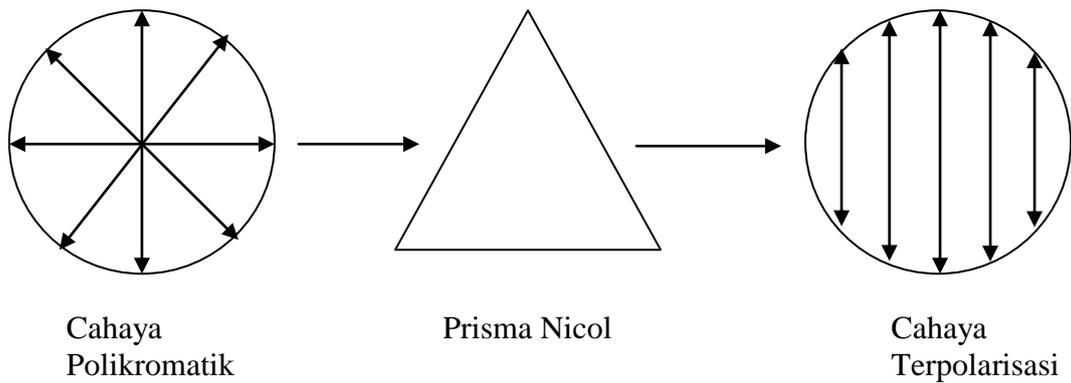


Senyawa I dan II merupakan pasangan enantiomer senyawa III dan IV juga sepasang enantiomer. Sedangkan I dan III atau IV bukan enantiomer tetapi diastereoisomer, senyawa-senyawa tersebut bukan merupakan bayangan cermin satu sama lain.

Skema dari alat polarimeter dapat dilihat pada gambar berikut.



Cahaya dari lampu sumber, terpolarisasi setelah melewati prisma Nicol pertama yang disebut polarisator. Cahaya terpolarisasi kemudian melewati senyawa optis aktif yang akan memutar bidang cahaya terpolarisasi dengan arah tertentu. Prisma Nicol kedua yang disebut analisator akan membuat cahaya dapat melalui celah secara maksimum.



Rotasi optis yang diamati/diukur dari suatu larutan bergantung kepada jumlah senyawa dalam tabung sampel, panjang jalan/larutan yang dilalui cahaya, temperatur pengukuran, dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Untuk mengukur rotasi optik, diperlukan suatu besaran yang disebut rotasi spesifik yang diartikan suatu rotasi optik yang terjadi bila cahaya terpolarisasi melewati larutan dengan konsentrasi 1 gram per mililiter sepanjang 1 desimeter. Rotasi spesifik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{c l}$$

α = rotasi optik (yang teramati)

c = konsentrasi larutan gram/mL larutan

l = panjang jalan/larutan yang dilalui cahaya dalam desimeter

λ = panjang gelombang cahaya (bila menggunakan lampu natrium dilambangkan dengan "D")

t = temperatur ($^{\circ}\text{C}$).

Rotasi optik yang teramati dapat berupa rotasi yang searah jarum jam, rotasi ini disebut putar kanan dan diberi tanda (+), sedangkan senyawa yang diukurinya disebut senyawa dekstro (d). Rotasi yang berlawanan dengan arah jarum jam disebut putar kiri dan diberi tanda (-), senyawanya disebut senyawa levo (l).

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada penggunaan polarimeter, yaitu:

1. Larutan sampel harus jernih atau tidak mengandung partikel yang tersuspensi di dalamnya. Partikel tersebut akan menghamburkan cahaya yang melewati larutan.
2. Tidak terdapat gelembung udara pada tabung sampel saat diisi larutan.
3. Selalu dimulai dengan menentukan keadaan nol untuk mengoreksi pembacaan.
4. Pembacaan rotasi optik dilakukan beberapa kali, sampai didapat data yang dapat dihitung rata-ratanya.

Polarimetri dapat digunakan untuk mengukur rotasi optik, konsentrasi sampel, dan juga untuk menghitung komposisi isomer optik dalam campuran rasemik. Untuk menentukan persentase salah satu enantiomer dapat digunakan persamaan berikut.

$$\text{Kemurnian optikal (optical purity)} = \frac{\text{rotasi spesifik enantiomer murni}}{\text{rotasi spesifik campuran rasemik}} \times 100\%$$

Walaupun persamaan di atas tidak akurat tetapi dapat digunakan secara sederhana.

Cara Penggunaan Polarimeter

Cara penggunaan berikut adalah cara pada Zeiss Polarimeter, tetapi secara umum cara penggunaan polarimeter manapun adalah sama.

Untuk memulai penggunaan polarimeter pastikan tombol power pada posisi on dan biarkan selama 5-10 menit agar lampu natriumnya siap digunakan.

Selalu mulai dengan menentukan keadaan nol (zero point) dengan mengisi tabung sampel dengan pelarut saja. Keadaan nol ini perlu untuk mengkoreksi pembacaan atau pengamatan rotasi optik. Tabung sampel harus dibersihkan sebelum digunakan agar larutan yang diisikan tidak terkontaminasi zat lain.

Pembacaan/pengamatan bergantung kepada tabung sampel yang berisi larutan/pelarut dengan penuh. Perhatikan saat menutup tabung sampel, harus dilakukan hati-hati agar di dalam tabung tidak terdapat gelembung udara.

Bila sebelum tabung diisi larutan didapat keadaan terang, maka setelah tabung diisi larutan putarlah analisator sampai didapat keadaan terang kembali. Sebaliknya bila awalnya keadaan gelap harus kembali kekeadaan gelap.

Catat besarnya rotasi optik yang dapat terbaca pada skala. Tetapi jangan hanya besar rotasi optiknya, arah rotasinya juga harus dicatat searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam.

Lakukan pembacaan berkali-kali sampai diperoleh nilai yang dapat dirata-ratakan.

1. Percobaan 1 : Menentukan konsentrasi larutan sukrosa dengan polarimeter

a. Alat dan Bahan

Alat:

Polarimeter	1 buah
Botol timbang	1 buah
Corong gelas	1 buah
Botol semprot	1 buah
Labu takar 100 mL	1 buah
Oven	1 buah
Desikator	1 buah

Bahan:

Sukrosa

Air suling

b. Prosedur Kerja

1. Panaskan sukrosa dalam oven dengan suhu 105°C
2. Dinginkan dalam desikator.
3. Buat larutan sukrosa dalam labu takar menggunakan masing-masing 5 gram, 10 gram, dan 15 gram sukrosa.
4. Isi tabung sampel dengan air suling sepenuh mungkin sampai tidak ada gelembung udara dalam tabung.
5. Putar prisma analisator sampai terlihat bidang terang. Lakukan pengukuran ini beberapa kali. Keadaan ini dicatat sebagai keadaan nol (zero point).
6. Ganti isi tabung dengan larutan sukrosa.
7. Putar analisator sampai terlihat bidang yang terang. Lakukan pengukuran ini beberapa kali. Rata-ratakan data hasil pengamatan.

8. Hitung rotasi optik larutan sukrosa dari perbedaan rata-rata rotasi larutan sukrosa dengan zero point.
9. Ganti isi tabung sampel dengan larutan sukrosa yang tidak diketahui konsentrasinya.
10. Buat grafik antara rotasi optik dengan konsentrasi sukrosa.
11. Tentukan konsentrasi larutan sukrosa dengan memasukkan harga rotasi optiknya pada grafik yang telah dibuat.
12. Hitung konsentrasi larutan sukrosa dengan menghitung rotasi spesifiknya.
 - a. Hitung rotasi spesifik dari pengamatan rotasi optik setiap larutan menggunakan rumus $[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{c l}$
 - b. Hitung rotasi spesifik rata-rata.
 - c. Gunakan nilai rotasi spesifik tersebut untuk menghitung konsentrasi larutan sukrosa unknown (tidak diketahui konsentrasinya).

c. *Pengamatan*

Zero point =

Rotasi optik larutan sukrosa 1 = - zero point

Rotasi optik larutan sukrosa 2 = - zero point

Rotasi optik larutan sukrosa 2 = - zero point

Rotasi optik larutan sukrosa unknown = - zero point

Rotasi spesifik 1 =

Rotasi spesifik 2 =

Rotasi spesifik 3 =

Rotasi spesifik rata-rata =

Konsentrasi larutan sukrosa =

d. Pertanyaan

1. Tuliskan rumus struktur sukrosa.
2. Dilihat dari struktur sukrosas, jelaskan mengapa sukrosa mempunyai rotasi optik?

e. Kesimpulan

Konsentrasi larutan sukrosa = mgram/mL

2. Percobaan 2 : Menentukan konsentrasi larutan fruktosa dengan polarimeter

a. Alat dan Bahan

Alat:

Polarimeter	1 buah
Botol timbang	1 buah
Corong gelas	1 buah
Botol semprot	1 buah
Labu takar 100 mL	1 buah
Oven	1 buah
Desikator	1 buah

Bahan:

Fruktosa
Air suling

b. Prosedur Kerja

1. Panaskan fruktosa dalam oven.
2. Dinginkan dalam desikator.

3. Buat larutan fruktosa dalam labu takar menggunakan masing-masing 5 gram, 10 gram, dan 15 gram.
4. Isi tabung sampel dengan air suling sepenuh mungkin sampai tidak ada gelembung udara dalam tabung.
5. Putar prisma analisator sampai terlihat bidang terang. Lakukan pengukuran ini beberapa kali. Keadaan ini dicatat sebagai keadaan nol (zero point).
6. Ganti isi tabung dengan larutan furktosa.
7. Putar analisator sampai terlihat bidang yang terang. Lakukan pengukuran ini beberapa kali. Rata-ratakan data hasil pengamatan.
8. Tentukan rotasi spesifik dari tiga larutan fruktosa.
9. Hitung rotasi spesifik rata-ratanya.
10. Tentukan rotasi optik larutan fruktosa yang tidak diketahui konsentrasinya.
11. Hitung konsentrasi larutan fruktosa dengan menggunakan rumus rotasi spesifik.

c. *Pengamatan*

Zero point =

Rotasi optik larutan fruktosa 1 = - zero point

Rotasi optik larutan fruktosa 2 = - zero point

Rotasi optik larutan fruktosa 2 = - zero point

Rotasi optik larutan fruktosa unknown = - zero point

Rotasi spesifik 1 =

Rotasi spesifik 2 =

Rotasi spesifik 3 =

Rotasi spesifik rata-rata =

Konsentrasi larutan fruktosa =

d. Pertanyaan

1. Tuliskan rumus struktur fruktosa.
2. Mengapa fruktosa dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi?

e. Kesimpulan

Konsentrasi larutan fruktosa = gram/mL

3. Percobaan 3 : Menentukan komposisi enantiomer kamfora dengan polarimeter

a. alat dan Bahan

Alat:

Polarimeter	1 buah
Botol timbang	1 buah
Corong gelas	1 buah
Botol semprot	1 buah
Labu takar	1 buah

Bahan:

(+) Kamfora

Campuran rasemik kamfora

Etanol absolut

b. Prosedur Kerja

1. Buat larutan (+) kamfora dengan komposisi tertentu dalam etanol absolut menggunakan labu takar.
2. Tentukan zero point alat polarimeter menggunakan etanol absolut.
3. Ganti isi tabung sampel dengan larutan (+) kamfora.

4. Putar prisma analisator hingga diperoleh bidang terang. Tentukan rotasi optik larutan (+) kamfora dengan beberapa kali pengukuran. Tentukan rotasi spesifiknya. Harga rotasi optik (+) kamfora dapat juga dilihat pada handbook tidak perlu ditentukan dengan polarimeter.
5. Ganti isi tabung sampel dengan larutan campuran rasemik kamfora dengan konsentrasi tertentu.
6. Putar prisma analisator hingga diperoleh bidang terang. Tentukan rotasi optik larutan ini dengan beberapa kali pengukuran. Tentukan rotasi spesifiknya.
7. Hitung kemurnian optik dan persentase masing-masing enantiomer kamfora yang diukur.

c. Pengamatan

Rotasi spesifik (+) kamfora =

Rotasi spesifik campuran rasemik =

d. Pertanyaan

1. Tuliskan rumus struktur kamfora!
2. Tuliskan enantiomer kamfora!
3. Bila rotasi optik campuran rasemik menunjukkan harga positif, tentukan jumlah enantiomer kamfora yang lebih banyak dalam campuran rasemiknya.

e. Kesimpulan

% (+) kamfora = %

% (-) kamfora = %

C. Daftar Pustaka

1. Atkins, RC & Francis AC., (1997), Organic Chemistry : A Brief Course, New York : The Mc-Grow Hill Co. Inc.
2. Badwin, J., (1964), Experiment Organic Chemistry, 2nd Edition, Tokyo: Kogakusha Company LTD.
3. Boxer, R., (1997), Essentials of Organic Chemistry, USA : WmC Brown Publisher.
4. Daniel F., & Robert A., Alberty, (1975), Physical Chemistry, fourth edition, New York: John Willey & Sons, Inc.
5. Pavia, D.L., Garry M., Lampman, George S., Kriz., Jr., (1976), Introduction to Organic Laboratory Techniques, London: W.B., Saunders Company.
6. Shoemaker, David P., at.al., (1996). Experiments in Physical Chemistry, Sixth Edition, New York: Mc Graw-Hill Inc.
7. Vogel, Arthur I, (1961), A Text-book of Practical Organic Chemistry, 3rd Edition, Londod : Longmans Green and Co. LTD.
8. Williamson, K.L., (1989), Macro Scale and Micro Scale Organic Experiments, Lexington : D. C. Heath & Co.

D. Glossarium

1. Polarimetri adalah suatu cara/metoda untuk menganalisa gejala yang timbul akibat interaksi senyawa tertentu dengan cahaya terpolarisasi.
2. Polarimeter merupakan alat yang digunakan dalam polarimetri.
3. Isomer optis aktif adalah senyawa-senyawa organik yang mempunyai atom karbon asimetris dan dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi.
4. Enantiomer adalah isomer optis aktif yang berupa banyangan cermin satu sama lain.
5. Rotasi optik adalah besarnya sudut putar bidang cahaya terpolarisasi disebabkan oleh interaksi isomer optis aktif dengan cahaya terpolarisasi.

FORMAT PEDOMAN PENILAIAN

Kegiatan Praktikum : Polarimeter

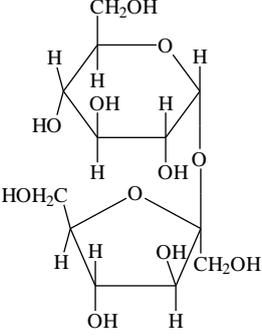
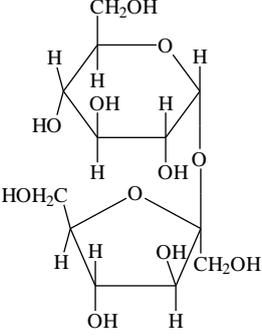
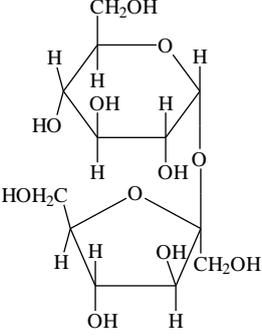
Percobaan 1 : Menentukan konsentrasi larutan sukrosa dengan polarimeter

No.	Indikator/Aspek yang dinilai
A	B
1.	Pengamatan Zero point = Rotasi optik larutan sukrosa 1 = - zero point Rotasi optik larutan sukrosa 2 = - zero point Rotasi optik larutan sukrosa 2 = - zero point Rotasi optik larutan sukrosa unknown = - zero point Rotasi spesifik 1 = Rotasi spesifik 2 = Rotasi spesifik 3 = Rotasi spesifik rata-rata = Konsentrasi larutan sukrosa =
2.	Pengolahan Data: <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung konsentrasi larutan sukrosa yang dibuat dalam satuan mgram/mL larutan. • Menentukan konsentrasi larutan sukrosa dengan memasukkan harga rotasi optiknya pada grafik antara rotasi optik ketiga larutan sukrosa dengan konsentrasinya. • Rotasi spesifik setiap larutan dihitung menggunakan rumus: <div style="margin-left: 20px;"> $[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{c \cdot l}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="text-align: center;"> \uparrow rotasi spesifik </div> <div style="text-align: center;"> \uparrow Konsentrasi larutan diketahui </div> <div style="text-align: center;"> \rightarrow rotasi optik (pengamatan) \rightarrow panjang larutan yang dilalui cahaya (diketahui) </div> </div> </div> • Menghitung rotasi spesifik rata-rata. • Menggunakan nilai rotasi spesifik dan rotasi optik (dari pengamatan) untuk menghitung konsentrasi larutan sukrosa unknown.

3.	Jawaban pertanyaan:
	<p>No. Jawaban</p> <p>Pertanyaan</p> <p>1 Rumus struktur sukrosa:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>2 Sukrosa mempunyai beberapa atom karbon asimetris yang molekulnya merupakan molekul kiral.</p>
4.	<p>Kesimpulan</p> <p>Konsentrasi larutan sukrosa = mgram/mL</p>

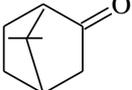
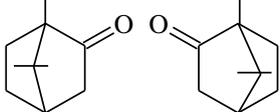
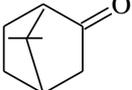
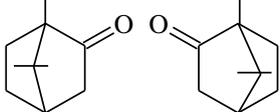
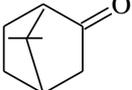
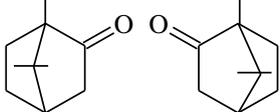
Percobaan 1 : Menentukan konsentrasi larutan fruktosa dengan polarimeter

No.	Indikator/Aspek yang dinilai
A	B
1.	<p>Pengamatan</p> <p>Zero point =</p> <p>Rotasi optik larutan fruktosa 1 = - zero point</p> <p>Rotasi optik larutan fruktosa 2 = - zero point</p> <p>Rotasi optik larutan fruktosa 2 = - zero point</p> <p>Rotasi optik larutan fruktosa unknown = - zero point</p> <p>Rotasi spesifik 1 =</p> <p>Rotasi spesifik 2 =</p> <p>Rotasi spesifik 3 =</p> <p>Rotasi spesifik rata-rata =</p> <p>Konsentrasi larutan fruktosa =</p>
2.	<p>Pengolahan Data:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung konsentrasi larutan fruktosa yang dibuat dalam satuan gram/mL larutan. • Rotasi spesifik setiap larutan dihitung menggunakan rumus:

	$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{c \cdot l}$ <p> α → rotasi optik (pengamatan) c → panjang larutan yang dilalui cahaya (diketahui) l → konsentrasi larutan diketahui </p> <ul style="list-style-type: none"> • Hitung rotasi spesifik rata-rata. • Setelah didapat rotasi spesifik, konsentrasi larutan fruktosa dapat dihitung dengan menggunakan rumus di atas. 								
3.	Jawaban pertanyaan:								
	<table border="0"> <tr> <td>No. Pertanyaan</td> <td>Jawaban</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Struktur sukrosa:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>  </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Fruktosa mempunyai atom karbon asimetris dan molekulnya kiral.</td> </tr> </table>	No. Pertanyaan	Jawaban	1	Struktur sukrosa:			2	Fruktosa mempunyai atom karbon asimetris dan molekulnya kiral.
No. Pertanyaan	Jawaban								
1	Struktur sukrosa:								
									
2	Fruktosa mempunyai atom karbon asimetris dan molekulnya kiral.								
4.	<p>Kesimpulan</p> <p>Konsentrasi larutan fruktosa = gram/mL</p>								

Percobaan 3 : Menentukan komposisi enantiomer kamfora dengan polarimeter.

No.	Indikator/Aspek yang dinilai
A	B
1.	Pengamatan Rotasi spesifik (+) kamfora = Rotasi spesifik campuran rasemik =

2.	Pengolahan Data:								
	<ul style="list-style-type: none"> Menghitung kemurnian optikal dengan rumus. $\text{Kemurnian optikal} = \frac{\text{rotasi spesifik (+) kamfora}}{\text{rotasi spesifik campuran}} \times 100\%$ $= x \%$ $\% (+) \text{ kamfora} = x + \left(\frac{100 - x}{2} \right) = \dots\dots\dots \%$ $\% (-) \text{ kamfora} = \left(\frac{100 - x}{2} \right) = \dots\dots\dots \%$								
3.	Jawaban pertanyaan:								
	<table border="0"> <thead> <tr> <th data-bbox="296 775 448 842">No. Pertanyaan</th> <th data-bbox="448 775 1318 842">Jawaban</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="296 864 448 898">1</td> <td data-bbox="448 864 1318 898">Rumus struktur kamfora:</td> </tr> <tr> <td data-bbox="296 920 448 1189"></td> <td data-bbox="448 920 1318 1189"> <div style="text-align: center;">   </div> <p style="text-align: center;">enantiomer kamfora</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="296 1256 448 1335">2</td> <td data-bbox="448 1256 1318 1335">Rotasi spesifik campuran ditentukan oleh jumlah enantiomer yang lebih banyak, maka (+) kamfora jumlahnya lebih banyak.</td> </tr> </tbody> </table>	No. Pertanyaan	Jawaban	1	Rumus struktur kamfora:		<div style="text-align: center;">   </div> <p style="text-align: center;">enantiomer kamfora</p>	2	Rotasi spesifik campuran ditentukan oleh jumlah enantiomer yang lebih banyak, maka (+) kamfora jumlahnya lebih banyak.
No. Pertanyaan	Jawaban								
1	Rumus struktur kamfora:								
	<div style="text-align: center;">   </div> <p style="text-align: center;">enantiomer kamfora</p>								
2	Rotasi spesifik campuran ditentukan oleh jumlah enantiomer yang lebih banyak, maka (+) kamfora jumlahnya lebih banyak.								
4.	<p>Kesimpulan</p> <p>% (+) kamfora = %</p> <p>% (-) kamfora = %</p>								