

# **PANDUAN PRAKTIKUM**

**MODUL BIODIKIMIA  
BLOK III KIMIA DAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KODE MODUL TLM2032 SEMESTER II  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS JENJANG D4  
TAHUN AKADEMIK 2020/2021**



## **PENYUSUN:**

**Nazula Rahma Shafriani, S.Si., M.Biomed.  
Isnin Aulia Ulfah Mu'awanah, S.Si., M.Sc.  
Titin Aryani, S.Si., M.Sc.  
Dhiah Novalina, S.Si., M.Si.  
Dhewinta Anggita Sari, S.ST.  
Loan Awalian Nahdliyah, S.ST.  
Eko Suyanto, S.Si., M.Sc.  
Arif Yusuf Wicaksana, S.Farm., Apt.  
dr. Woro Umi Ratih, M.Kes., Sp.PK  
dr. Wahid Syamsul Hadi, M.Sc., Sp.PK.  
dr. Aji Bagus Widyantara, M.M.R.  
dr. Suryanto, Sp.PK.**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS JENJANG DIPLOMA 4  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN**

**UNIVERSITAS 'AISYIYAH YOGYAKARTA  
JL. RING ROAD BARAT NO. 63 PUNDUNG, NOGOTIRTO, GAMPING, SLEMAN, DIY  
2021**

# **PANDUAN PRAKTIKUM**

## **MODUL BIOKIMIA BLOK III KIMIA DAN KESEHATAN LINGKUNGAN KODE MODUL TLM2032 SEMESTER II PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS JENJANG D4 TAHUN AKADEMIK 2020/2021**

### **PENYUSUN:**

**Nazula Rahma Shafriani, S.Si., M.Biomed.  
Isnin Aulia Ulfah Mu'awanah, S.Si., M.Sc.  
Titin Aryani, S.Si., M.Sc.  
Dhiah Novalina, S.Si., M.Si.  
Dhewinta Anggita Sari, S.ST.  
Loan Awalia Nahdliyah, S.ST.  
Eko Suyanto, S.Si., M.Sc.  
Arif Yusuf Wicaksana, S.Farm., Apt.  
dr. Woro Umi Ratih, M.Kes., Sp.PK  
dr. Wahid Syamsul Hadi, M.Sc., Sp.PK.  
dr. Aji Bagus Widyantera, M.M.R.  
dr. Suryanto, Sp.PK.**

**DISAHKAN:  
DI YOGYAKARTA  
TANGGAL 10 FEBRUARI 2021**

**OLEH:  
KETUA PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS D4**

**Isnin Aulia Ulfah Mu'awanah, S.Si., M.Sc.  
8009151504291**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT dapat menyusun panduan praktikum modul Biokimia sebagai upaya untuk mendukung pembelajaran mencapai kompetensi mampu mengaplikasikan keilmuan Teknologi Laboratorium Medis dalam penyelesaian masalah serta mampu beradaptasi terhadap situasi yang dihadapi sesuai dengan nilai, norma, dan etika akademik.

Panduan praktikum ini berisi tentang uji aktivitas enzim, uji kualitatif karbohidrat, lipid, protein, aktivitas enzim. Panduan praktikum ini diperuntukkan bagi mahasiswa D4 Teknologi Laboratorium Medis semester 2.

—Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan panduan praktikum ini. Semoga dapat menjadi panduan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan mendukung tercapainya kompetensi Ahli Teknologi Laboratorium Medis dalam kaitannya tentang Biokimia serta bermanfaat bagi kita semua. Amin.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, Februari 2021

Tim Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
A. Tata Tertib.....	1
B. Pembuatan video .....	2
C. Deskripsi .....	4
D. Pembelajaran Praktikum .....	5
E. Evaluasi dan Penilaian Praktikum .....	6
F. Acara Praktikum .....	7
DAFTAR PUSTAKA.....	24



## A. TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Setiap mahasiswa wajib hadir pada semua acara praktikum (100 %)
2. Mahasiswa yang izin karena sakit harus disertai surat keterangan sakit dari dokter atau bila berhalangan hadir karena sebab lain juga harus disertai surat ijin
3. Mahasiswa yang tidak hadir dalam praktikum, **WAJIB** mengganti praktikum dengan menghubungi instruktur masing-masing untuk meminta tugas pengganti
4. Toleransi keterlambatan hadir 30 menit
5. Sebelum acara praktikum dimulai, mahasiswa **WAJIB** mengikuti *pre-test*
6. Mahasiswa mengisi presensi pada kolom *Google Classroom* yang disediakan
7. Apabila terkendala jaringan saat praktikum berlangsung, silahkan menghubungi instruktur untuk mendapatkan tugas tambahan
8. Mahasiswa **WAJIB** menyerahkan hasil praktikum sementara kepada instruktur praktikum untuk disahkan, setiap kali selesai praktikum
9. Mahasiswa membuat video pelaksanaan praktikum mandiri sebagai pengganti laporan praktikum
10. Video di upload di kanal Youtube mahasiswa dan memberikan link nya ke GC kelompok masing-masing
11. Pengumpulan video maksimal 1 minggu setelah praktikum

Apabila sebelum memulai praktikum tidak ada mahasiswa yang mengajukan keberatan terhadap tata tertib tersebut, maka tata tertib tersebut dianggap telah disetujui oleh mahasiswa.

Mengetahui,  
Ketua Prodi D4 Teknologi Laboratorium  
Medis

Yogyakarta, Februari 2021  
Koordinator Praktikum Biokimia

(Isnin Aulia Ulfah Mu'awanah, S.Si., M.Sc.)  
8009151504291

(Nazula Rahma Shafriani, S.Si., M.Biomed)  
9108281810474

## B. PEMBUATAN VIDEO PRAKTIKUM

Video Praktikum berisi:

### 1. Part 1

Perkenalan : nama, nim, kelompok

### 2. Part 2

**A. Judul praktikum** : sebutkan nama pemeriksaan

**B. Tujuan**

Berisi pernyataan kalimat yang menjelaskan tujuan acara praktikum yang dilakukan.

**C. Dasar teori**

Berisi telaah materi seputar acara praktikum yang telah dikerjakan.

**D. Metode** : jelaskan atau berisi tulisan tentang alat, bahan, dan cara kerja praktikum yang dilakukan

**E. Hasil dan pembahasan**

1. **Hasil**, berupa sajian data praktikum berupa tabel atau gambar.

2. **Pembahasan**, berisi uraian singkat dan ilmiah dari hasil praktikum serta dibandingkan dengan teori yang relevan.

**F. Kesimpulan**

Berupa pernyataan yang merupakan simpulan dari hasil dan pembahasan yang disesuaikan dengan tujuan praktikum.

**G. Daftar pustaka**

Berisi pustaka acuan yang digunakan dalam penyusunan video praktikum, dicantumkan di akhir video sebelum penutup.

Contoh :

Sumber buku :

Baron, D.N. 1990. *Kapita Selekta Patologi Klinik edisi 4*. Penerbit EGC. Jakarta.

Boehringer, M. 1993. *Pemantapan Kualitas Cara Mengatasi Kesulitan (Trouble Shooting) Cetakan 3*. Boehringer Mannheim Indonesia. Jakarta.

Artikel jurnal :

Cartlidge, J. 2012. Crossing boundaries: Using fact and fiction in adult learning. *The Journal of Artistic and Creative Education*. 6(1):94-111.

Prosiding seminar/conference:

Suyanto, E.,S. Ratnakomala, Fahrurrozi, MN Sari, NF Gusmawati, P. Lisdiyanti. 2011. Bacterial induced carbonate precipitation by biogrouting bacteria for sand biocementation. *Proceeding in National Seminar for Applied Chemistry of Indonesia 2011*. 24 Mei 2011. ISSN : 2088-9828.

**FORMAT FORMULIR HASIL PRAKTIKUM SEMENTARA**

<b>HASIL PRAKTIKUM SEMENTARA PRAKTIKUM BIOKIMIA PRODI D4 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS UNIVERSITAS 'AISYIYAH YOGYAKARTA</b>	
Nama	
Kelompok/ NIM	
Judul Praktikum	
Hasil Praktikum	

Instruktur  
(.....)

### C. DESKRIPSI

Praktikum ini berisi tentang praktikum daring biokimia, terdiri dari 7 kali praktikum, 3 kali evaluasi, 3 kali diskusi, serta 1 kali responsi. Adapun kegiatan praktikum meliputi: uji kualitatif karbohidrat, uji kualitatif lipid, uji kualitatif protein, dan uji aktivitas enzim



#### D. PEMBELAJARAN PRAKTIKUM

Pembelajaran praktikum dilaksanakan dengan metode daring dengan distribusi sebagai berikut:

<b>Pert.</b>	<b>Acara</b>	<b>Metode</b>
1	Penjelasan materi uji kualitatif karbohidrat	Google Meet
2	Uji Kualitatif Karbohidrat (uji iodine)	Praktikum
3	Diskusi dan pemaparan hasil praktikum	Google Meet/GC
4	Evaluasi praktikum 1-2	GC
5	Penjelasan materi uji kualitatif lipid	Google Meet
6	Uji Kualitatif lipid (uji ketidakhayunan dan uji emulsi lemak)	Praktikum
7	Diskusi dan pemaparan hasil praktikum	Google Meet/GC
8	Evaluasi praktikum 5-6	GC
9	Penjelasan materi uji kualitatif protein	Google Meet
10	Uji Kualitatif protein (uji koagulasi dan uji kandungan protein)	Praktikum
11	Penjelasan materi uji aktivitas enzim amilase pada saliva	Google Meet
12	Uji aktivitas enzim amilase pada saliva	Praktikum
13	Review Materi	Google Meet/GC
14	Responsi	GC

## E. EVALUASI & PENILAIAN PRAKTIKUM

Evaluasi praktikum berisi tentang diskusi mengenai materi yang menjadi bahan praktikum, meliputi: Uji aktivitas enzim, analisis kualitatif karbohidrat dan lipid, uji kolesterol dan deteksi gliserol, Identifikasi protein/asam amino, dan pengendapan protein.

Adapun penilaian pada praktikum Biokimia ini adalah sebagai berikut:

### 1. Penilaian *Softskills*

Sumber penilaian: sikap saat menjalankan aktivitas praktikum daring

Kriteria: Menjalankan tugas pokok sarjana terapan analisis kesehatan yang memiliki keunggulan dalam validasi pemeriksaan laboratorium kesehatan (S11)

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
		1	2	3	4
1	Being on time				
2	<i>Team work</i>				
<b>Jumlah Skor</b>					

Keterangan

Sangat Baik (SB)/ 4	selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
Baik (B)/3	sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukannya
Cukup (C) / 2	kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukannya
Kurang (K)/1	tidak pernah, apabila tidak pernah melakukannya

### 2. Penilaian *Hardskills*

Sumber penilaian: aktivitas praktikum daring

Kriteria: Mampu bekerja mandiri, bermutu, dan terukur (KU2)

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
		1	2	3	4
1	Keaktifan diskusi				
2	Feedback				
3	Laporan sementara				
<b>JUMLAH SKOR</b>					

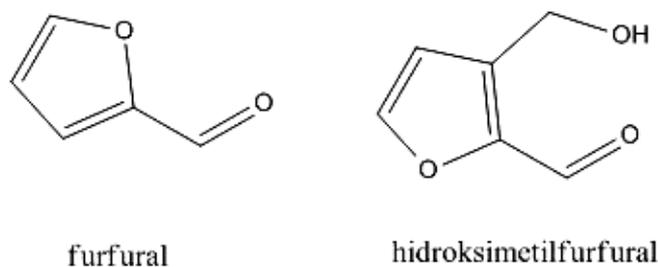
## F. ACARA PRAKTIKUM

### PERTEMUAN 1-3 ANALISIS KUALITATIF KARBOHIDRAT

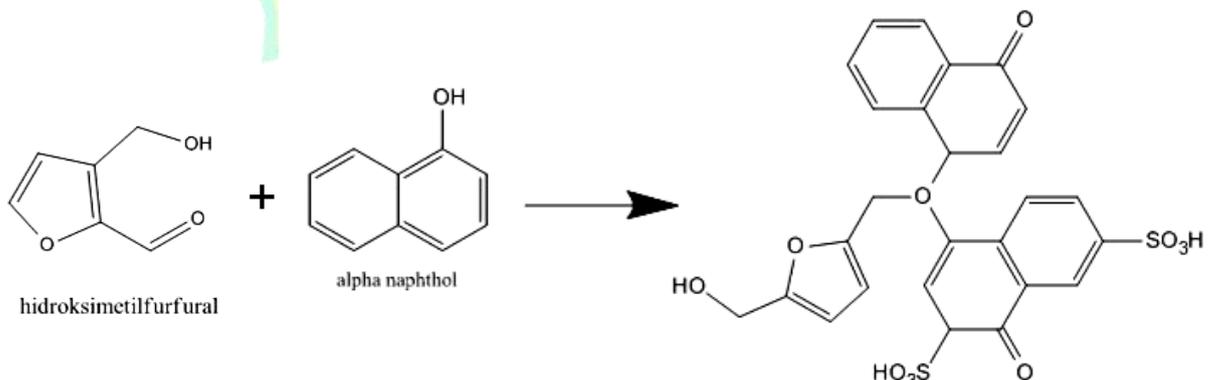
#### A. PENDAHULUAN

Karbohidrat tersusun dari unsur O, H, dan C. Rumus umum senyawa ini adalah  $C_n(H_2O)_m$ . Disebut nama karbohidrat karena perbandingan antara H dan O dalam rumus senyawa tersebut sama dengan perbandingan H dan O dalam molekul air. Akan tetapi sebenarnya tidak dijumpai adanya molekul  $H_2O$  dalam molekul karbohidrat. Oleh sebab itu nama karbohidrat lebih baik dinyatakan dalam polihidroksi aldehyd atau polihidroksi keton. Hal ini berarti bahwa gugus fungsi yang selalu terdapat dalam molekul karbohidrat adalah aldehyd, atau keton dan gugus alkohol (Lehninger, 2004). Berdasarkan jumlah molekul gula sederhana pembentuknya, karbohidrat digolongkan menjadi monosakarida, disakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Sedangkan berdasarkan gugus fungsi yang dimiliki, karbohidrat terbagi menjadi aldosa dan ketosa.

Identifikasi karbohidrat secara umum dilakukan dengan uji Molisch, Benedict, Barfoed, Iodin, dan Bial. Uji Molisch dinamai sesuai penemunya yaitu Hans Molisch, seorang ahli botani dari Australia. Uji Molisch sangat efektif untuk senyawa-senyawa yang dapat di dehidrasi oleh asam pekat menjadi senyawa furfural atau senyawa furfural yang tersubstitusi, seperti hidroksimetil furfural.

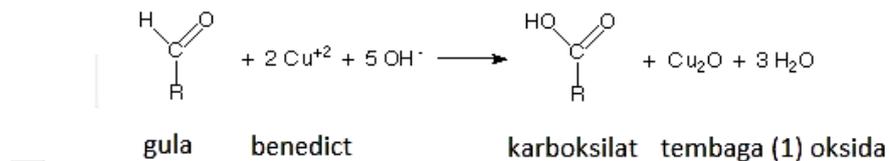


Reaksi positif yang disebabkan oleh kondensasi furfuran atau derivatnya dengan  $\alpha$ -naftol ditandai dengan munculnya cincin merah-ungu dipermukaan antara lapisan asam dan lapisan sampel (Sumardjo, 2009).



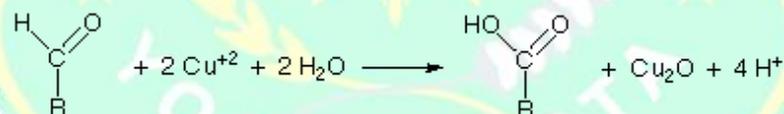
Uji Benedict pertama kali ditemukan oleh seorang ahli kimia Amerika bernama Stanley Rossiter Benedict. Uji Benedict digunakan untuk mendeteksi gula (karbohidrat)

pereduksi. Gula pereduksi meliputi semua jenis monosakarida dan beberapa disakarida seperti laktosa dan maltosa. Pada uji Benedict, pereaksi ini akan bereaksi dengan gugus aldehid, kecuali gugus aldehid dalam gugus aromatik dan  $\alpha$ -hidroksi keton. Oleh karena itu, meskipun fruktosa bukan gula pereduksi tetapi memiliki gugus  $\alpha$ -hidroksi keton, maka fruktosa akan berubah menjadi glukosa dan mannososa dalam suasana basa dan memberikan hasil positif dengan pereaksi benedict. Tidak seperti maltosa dan laktosa, sukrosa tidak dapat mereduksi Benedict, karena ia tidak memiliki gugus aldehida atau gugus keto bebas. Prinsip uji Benedict adalah reaksi antara larutan  $\text{CuSO}_4$  dalam suasana alkali dengan gula pereduksi, sehingga  $\text{CuO}$  tereduksi menjadi  $\text{Cu}_2\text{O}$  (endapan) berwarna merah bata.



Uji Barfoed digunakan untuk membedakan monosakarida dan disakarida dengan mengontrol kondisi pH serta waktu pemanasan (Gultom dan Sulistyowati, 2006). Prinsipnya berupamekanisme  $\text{Cu}^{2+}$  dari pereaksi Barfoed dalam suasana asam akan direduksi lebih cepat oleh gula reduksi monosakarida dari pada disakarida dan menghasilkan endapan  $\text{Cu}_2\text{O}$  (kupro oksida) berwarna merah bata. Reaksi positif ditunjukkan dengan munculnya endapan berwarna merah. Reaksi ini terjadi dalam suasana asam (sekitar pH 4,6), oleh karena itu digunakan asam asetat dalam pembuatan reagen barfoed. Hasil negatif ditandai dengan tidak munculnya endapan merah dan larutan tetap berwarna biru.

Reaksi pada monosakarida lebih cepat membentuk warna merah bata daripada senyawa disakarida karena pada senyawa disakarida harus diubah menjadi monosakarida terlebih dahulu. Oleh karena itu, ketepatan waktu dalam uji ini sangat penting untuk membuahkan hasil yang valid. Uji barfoed ditemukan oleh kimiawan Denmark yang bernama Christen Thomsen Barfoed.



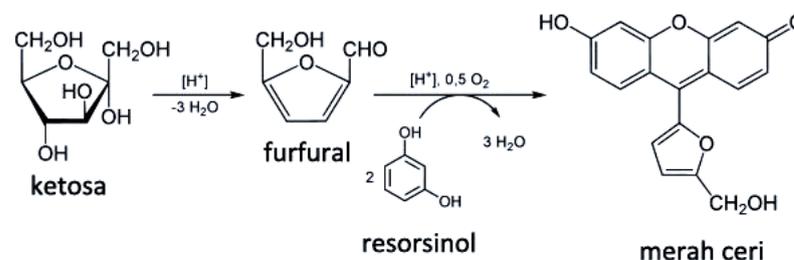
Uji iodine pada analisis karbohidrat digunakan untuk mengidentifikasi polisakarida. Reagen yang digunakan adalah larutan iodine yang merupakan  $\text{I}_2$  terlarut dalam potassium iodide. Reaksi antara polisakarida dengan iodin membentuk rantai poliiodida. Polisakarida umumnya membentuk rantai heliks (melingkar), sehingga dapat berikatan dengan iodin, sedangkan karbohidrat berantai pendek seperti disakarida dan monosakarida tidak membentuk struktur heliks sehingga tidak dapat berikatan dengan iodin. Amilum dengan iodin dapat membentuk kompleks biru, amilopektin dengan iodin akan memberi warna merah ungu sedangkan dengan glikogen dan dekstrin akan membentuk warna merah coklat.

Amilum yang berikatan dengan iodin akan menghasilkan warna biru. Sifat ini dapat digunakan untuk menganalisis adanya amilum. Hal ini disebabkan oleh struktur molekul iodin dan terbentuklah warna biru. Namun, setelah dilakukan pemanasan, warna larutan menjadi bening. Hal ini disebabkan karena adanya pemutusan ikatan Iod dengan glukosa tadi atau terjadi penguraian ion (pelepasan iod dari amilum) karena adanya perubahan suhu yang tinggi. Setelah didinginkan, larutan kembali berwarna biru. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan

antara iod dan amilum berupa ikatan semu karena dapat putus saat dipanaskan dan terbentuk kembali pada saat didinginkan.

Pada uji Bial, didasarkan pada dehidrasi pentose oleh HCl pekat akan menghasilkan furfural. Furfural yang terbentuk akan bereaksi dengan 3,5-dihidroksi toluene(orsinol) dan ion  $Fe^{3+}$ , membentuk senyawa kompleks berwarna hijau-kebiruan. Reaksi ini tidak absolut untuk pentose, karena adanya perpanjangan pemanasan beberapa hexosa membentuk hidroksi metil furfural juga akan bereaksi dengan orsinol yang memberikan warna kuning coklat. Sehingga uji Bial umum digunakan untuk membedakan adanya pentose dan heksosa dalam suatu sampel.

Identifikasi karbohidrat selain dengan metode uji Molisch, Benedict, Barfoed, Iodin, dan Bial, dapat dilakukan dengan uji Seliwanoff dan uji Fenilhidrazin. Uji Seliwanoff ditemukan oleh ahli kimia Rusia bernama Theodore Seliwanoff pada tahun 1887. Uji ini digunakan untuk membedakan gula (karbohidrat) yang diuji masuk kategori ketosa atau aldosa. Gula aldosa memiliki gugus aldehida, sedangkan ketosa memiliki gugus keton. Dasar dari uji ini adalah bahwa ketosa lebih cepat terdehidrasi dibandingkan aldosa saat dipanaskan. HCl dalam reagen Seliwanoff akan mendehidrasi gula menjadi furfural yang akan bereaksi dengan resorsinol membentuk senyawa berwarna merah ceri. Dengan uji ini, gula ketosa seperti fruktosa akan menghasilkan warna merah ceri, sedangkan gula aldosa seperti glukosa akan memberikan hasil negatif dengan tidak muncul warna merah pada larutan. Namun apabila pemanasan tidak sesuai dengan prosedur (lebih dari 5 menit), gula aldosa kadang akan menghasilkan warna merah muda. Sedangkan sukrosa (gabungan antara fruktosa dan glukosa) akan menghasilkan warna merah ceri karena adanya fruktosa di dalamnya. Reaksi Seliwanoff disebabkan perubahan fruktosa oleh asam klorida panas menjadi asam levulinat dan hidroksimetilfurfural, selanjutnya kondensasi hidroksimetilfurfural dengan resorsinal menghasilkan senyawa berwarna merah (Sumardjo, 2009).



Uji fenilhidrazin ditujukan untuk mengenal gugus hidroksil dan hidrogen yang memberikan Kristal yang berbeda. Semua karbohidrat (kecuali manosa) yang memberikan gugus fungsional aldehida atau keton, akan membentuk osazon bila dipanaskan dengan fenilhidrazin berlebih. Reaksi antar senyawaan tersebut merupakan reaksi oksido-reduksi atom C yang mengalami reaksi adalah atom C nomor satu dan dua dari aldosa atau ketosa. Kristal yang terbentuk berwarna kuning dan dinamakan hidrazon (osazon)(Soedarmo, 1989).Osazan yang terjadi mempunyai bentuk kristal dan titik lebur yang khas bagi masing-masing karbohidrat. Glukosa dan fruktosa memberikan osazon yang sama karena monosakarida-monosakarida tersebut mempunyai letak susunan gugus  $-H$  dan  $-OH$  yang sama pada atom karbon 3, 4, 5, dan 6. Manosa tidak membentuk osazon di dalam larutan air, tetapi membentuk fenilhidrazin yang tidak larut (Gultom dan Sulistyowati, 2006). Menurut Yusuf (2013), osazon dari disakarida larut dalam air mendidih dan terbentuk kembali bila didinginkan, namun sukrosa tidak membentuk osazon karena gugus aldehida dan keton

yang terikat pada monomernya sudah tidak bebas., sebaliknya osazon monosakarida tidak larut dalam air mendidih.

## **B. TUJUAN**

Tujuan dari praktikum ini adalah mahasiswa mampu melakukan analisis kualitatif karbohidrat dengan metode Iodine.

## **C. ALAT**

Alat yang digunakan antara lain: sendok/garpu, batang pengaduk (*lidi/cotton bud*), cawan/piring.

## **D. BAHAN**

Bahan yang dibutuhkan dalam praktikum ini adalah tahu, kentang, nasi, tepung terigu, mentega, betadine/iodium.

## **E. CARA KERJA**

Lihat link berikut : <https://www.youtube.com/watch?v=cIb9qrRfmCs>



**PERTEMUAN 4**  
**EVALUASI PERTEMUAN 1 DAN 2**

**1. TUJUAN**

- a. Memantapkan keahlian praktikan terhadap suatu acara praktikum di laboratorium
- b. Mengevaluasi persentase pemahaman praktikan terhadap uji kualitatif karbohidrat

**1. BENTUK PEMBELAJARAN**

- a. Evaluasi dilakukan secara daring menggunakan *google form*

**2. KRITERIA PENILAIAN**

- a. Penilaian diperoleh dari: hasil evaluasi
- b. Nilai evaluasi masuk dalam penilaian praktikum
- c. Batas minimal nilai kelulusan evaluasi adalah 75

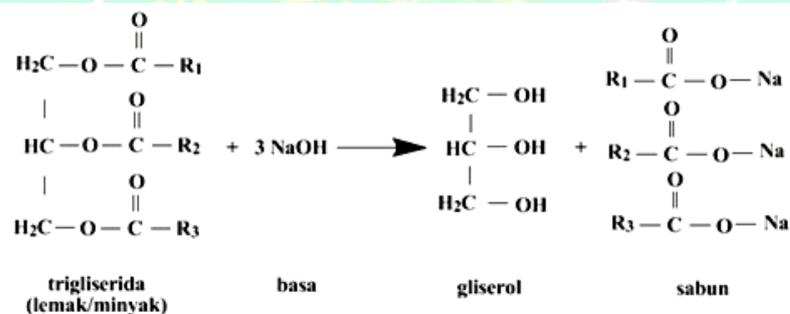


## PERTEMUAN 5-7 UJI KUALITATIF LIPID

### A. Pendahuluan

Lipid adalah sekelompok senyawa organik yang terdapat dalam tumbuhan, hewan, atau manusia dan memegang peranan penting dalam struktur dan fungsi sel. Secara bahasa lipid merupakan lemak, sedangkan kalau dilihat dari strukturnya, lipid merupakan senyawa trimer yang dibentuk dari senyawa gliserol dan berbagai asam karboksilat rantai panjang. Lipid memiliki peranan penting dalam tubuh, yaitu berperan sebagai pelarut vitamin yang tidak larut air, sebagai sumber energi yang efisien, serta sebagai sumber asam lemak esensial. Jenis lipid yang paling banyak terdapat di alam ialah lemak atau triasilgliserol yang bersifat hidrofobik nonpolar (Lehninger, 2004). Triasilgliserol yang banyak mengandung asam lemak jenuh, bentuknya padat pada suhu ruang, dan memiliki titik cair tinggi yang disebut lemak. Triasilgliserol yang banyak mengandung asam lemak tak jenuh, bentuknya cair pada suhu ruang, dan memiliki titik cair rendah yang disebut minyak (Boyer, 2002).

Lemak/minyak dapat dihidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol. Proses hidrolisis salah satunya bisa dilakukan dengan penambahan basa kuat, seperti NaOH dan KOH, melalui pemanasan. Reaksi ini berguna untuk menunjukkan adanya asam-asam lemak yang berbeda dalam suatu minyak. Hasil reaksi tersebut berupa campuran sabun dan gliserol yang mudah larut dalam air dan alkohol. Proses hidrolisis minyak oleh alkali disebut reaksi penyabunan atau saponifikasi. Jumlah mol basa yang digunakan dalam proses penyabunan ini tergantung pada jumlah mol asam lemak. Untuk lemak dengan berat tertentu, jumlah mol asam lemak tergantung pada panjang rantai karbon pada asam lemak tersebut. Apabila rantai karbon pendek, maka jumlah mol asam lemak besar, sedangkan jika rantai karbon panjang, jumlah mol asam lemak kecil. Jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menyabunkan 1 gram lemak disebut bilangan penyabunan (Salirawati, dkk., 2007).



Lemak digolongkan berdasarkan kejenuhan ikatan pada asam lemaknya. Adapun penggolongannya adalah asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Perbedaan sifatnya bergantung pada panjang rantai C, ada tidaknya ikatan rangkap, jumlah dan letak ikatannya. Lemak yang mengandung asam-asam lemak jenuh, yaitu asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap. Dalam lemak hewani misalnya lemak babi dan lemak sapi, kandungan asam lemak jenuhnya lebih dominan. Asam lemak tidak jenuh adalah asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap. Jenis asam lemak ini dapat diidentifikasi dengan reaksi adisi, dimana ikatan rangkap akan terputus sehingga terbentuk asam lemak jenuh (Salirawati, dkk., 2007). Untuk mengetahui ada tidaknya ikatan tak jenuh dalam suatu lemak dapat dilakukan uji ketidakjenuhan dengan menggunakan pereaksi Iod Hubl atau larutan brom. Pereaksi ini digunakan sebagai indikator perubahan. Reaksi positif ketidakjenuhan asam lemak ditandai dengan timbulnya warna merah ketika Iod Hubl/larutan brom diteteskan ke asam lemak, lalu warna kembali lagi ke warna awal. Prinsip dari reaksi ini adalah iodium/brom akan memutus ikatan rangkap yang terdapat molekul zat, kemudian akan menggantikan posisi dari ikatan

rangkap tersebut melalui reaksi adisi sehingga jumlah ikatan rangkap dalam molekul zat akan berkurang atau menjadi tidak ada sama sekali (jika semuanya teradisi oleh iodium/brom). Adanya reaksi ini, maka warna larutan iodium/brom akan hilang. Warna merah yang kembali pudar menandakan bahwa terdapat banyak ikatan rangkap pada rantai hidrokarbon asam lemak.

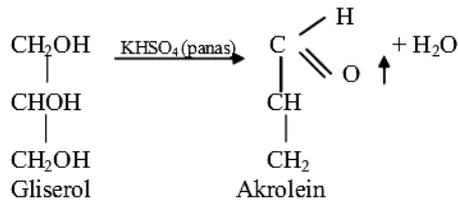
Lipid yang mengandung asam-asam lemak tidak jenuh dapat teroksidasi oleh oksigen yang menghasilkan suatu senyawa peroksida, atau disebut proses oksidasi. Proses oksidasi dapat menyebabkan kerusakan lipid. Untuk mengetahui tingkat kerusakan lipid dapat dilakukan uji peroksida. Suatu lipid dikatakan mengandung peroksida, apabila terdapat pembebasan iodium. Uji positif peroksida ditunjukkan dengan tidak terbentuknya warna merah kehitaman.

Kolesterol sebagai pembangun sel merupakan golongan sterol dari steroid yang tidak dapat tersabunkan (Bintanah dan Muryati, 2010). Untuk mengetahui adanya kolesterol dalam suatu sampel, dapat dilakukan uji Lieberman-Burchard dan uji Salkowski. Pada uji Lieberman-Burchard, prinsipnya adalah mengidentifikasi kolesterol dengan penambahan  $H_2SO_4$  ke dalam campuran. Mekanisme yang terjadi dalam uji ini adalah ketika  $H_2SO_4$  ditambahkan maka molekul air dari gugus kolesterol akan berpindah. Kolesterol kemudian teroksidasi membentuk 3,5-kolesteroldiena. Produk ini dikonversi menjadi polimer yang mengandung kromofor yang menghasilkan warna hijau.

Uji Salkowski merupakan uji kualitatif yang dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan kolesterol. Prinsip uji Salkowski, kolesterol dengan konfigurasi tidak jenuh direaksikan dengan asam kuat dalam kondisi bebas air atau anhidrat akan membentuk kompleks warna yang karakteristik. Warna yang timbul dibagian kloroform adalah biru yang kemudian berubah menjadi merah, sedangkan warna di bagian asam berwarna kuning dengan fluoresensi hijau bila dilihat melalui sinar refleksi (Bintang, 2010). Hasil uji Salkowski ini menunjukkan hasil positif dengan adanya warna merah pada kloroform dan warna kuning pada bagian asam.

Gliserol yang ada pada lipid merupakan senyawa alkohol dengan 3 gugus hidroksil sebagai bahan baku pembentukan trigliserida dan dapat membentuk ikatan ester dengan asam lemak. Gliserol (propana-1, 2, 3-triol), dalam bentuk murni adalah bening, tidak berwarna, tidak berbau, cairan kental manis, larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam banyak pelarut umum seperti eter dan dioksan, dan tidak larut dalam hidrokarbon (Daintith, 1997). Pengujian adanya gliserol bisa diidentifikasi dari bau yang dihasilkan ketika larutan uji dipanaskan sampai mendidih dan menghasilkan asap yang beraroma tertentu. Apabila aroma asap larutan uji sama dengan aroma asap dari gliserol maka larutan tersebut mengandung gliserol. Deteksi gliserol dapat dilakukan dengan tes akrolein dan kolorimetri.

Pada uji akrolein, terjadi dehidrasi gliserol dalam bentuk bebas atau dalam lemak/minyak menghasilkan aldehid akrilat atau akrolein (Bintang, 2010). Menurut Scy Tech Encyclopedia, uji akrolein digunakan untuk menguji keberadaan gliserin atau lemak. Ketika lemak dipanaskan setelah ditambahkan agen pendehidrasi ( $KHSO_4$ ) yang akan menarik air, maka bagian gliserol akan terdehidrasi ke dalam bentuk aldehid tidak jenuh atau dikenal sebagai akrolein ( $CH_2=CHCHO$ ) yang memiliki bau seperti lemak terbakar dan ditandai dengan asap putih (Ketaren, 2005). Reaksi yang terjadi pada uji akrolein adalah sebagai berikut (Bintang, 2010):



Sedangkan hasil positif pada tes kolorimetri ditandai dengan terbentuknya warna hijau zamrud.

## B. Tujuan

Tujuan dari praktikum ini adalah mahasiswa mampu memahami uji ketidakjenuhan dan uji emulsi lemak.

## C. Alat

Alat yang dibutuhkan adalah gelas dan sendok

## D. Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam praktikum uji ketidakjenuhan: iodium/betadine, mentega, minyak jelantah, minyak baru, air gula. Uji emulsi lemak: minyak yang masih baru, air, soda kue, air sabun, putih telur.

## E. Cara Kerja

### 1. Uji Ketidakjenuhan

Masing-masing bahan (mentega, minyak jelantah, minyak yang masih baru, dan air gula) dimasukkan ke dalam gelas, kemudian ditetaskan iodium sebanyak 5 tetes, dicampur, lalu amati perubahan (Jika warna iodium menghilang → lemak tak jenuh, jika warna iodium tidak segera hilang → lemak jenuh)

Lihat youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=1ND4OcpVhv0>

### 2. Uji Emulsi Lemak

Disiapkan 4 gelas, masing-masing diisi dengan minyak yang masih baru, lalu semua gelas ditambahkan 2 sendok makan air, gelas 2 ditambahkan 1,5 sendok makan soda kue, gelas 3 ditambahkan 1,5 sendok makan air sabun, gelas 4 ditambahkan 1,5 sendok makan putih telur, kemudian dicampur dan amati perubahan.

Lihat Youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=vBZ1BkCr6jc> menit ke 6-8

## PERTEMUAN 8 EVALUASI 5 DAN 6

### 1. TUJUAN

- a. Memantapkan keahlian praktikan terhadap suatu acara praktikum di laboratorium
- b. Mengevaluasi persentase pemahaman praktikan terhadap uji kualitatif lemak

### 2. BENTUK PEMBELAJARAN

Evaluasi dilakukan secara daring menggunakan *google form*

### 3. KRITERIA PENILAIAN

- a. Penilaian diperoleh dari: hasil evaluasi
- b. Nilai evaluasi masuk dalam penilaian praktikum
- c. Batas minimal nilai kelulusan evaluasi adalah 75

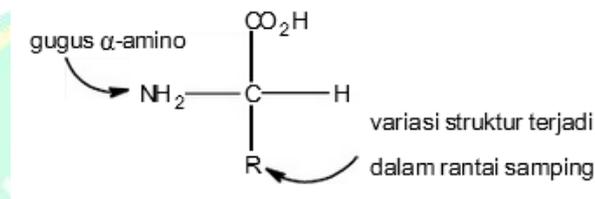


## PERTEMUAN 9-10 IDENTIFIKASI PROTEIN KUALITATIF

### A. Pendahuluan

Protein merupakan senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Molekul protein mengandung komposisi rata-rata unsur kimia yaitu karbon 50%, hidrogen 7%, oksigen 23%, nitrogen 26%, dan kadang kala sulfur 0-3% serta fosfor 0-3%. Semua protein, baik berasal dari bakteri yang paling tua atau yang berasal dari bentuk kehidupan tertinggi, dibangun dari rangkaian dasar yang sama dari 20 asam amino yang berikatan kovalen dalam urutan yang khas (Lehninger, 2004).

Semua asam amino (20) yang di tentukan mempunyai ciri sama, atom hydrogen, gugus karboksil dan gugus amino yang diikat pada atom karbon yang sama. Masing-masing berbeda satu dengan yang lain pada rantai sampingnya, atau gugus R, yang bervariasi dalam struktur, ukuran, muatan listrik dan kelarutan dalam air (Fessenden dan Fessenden, 2010).

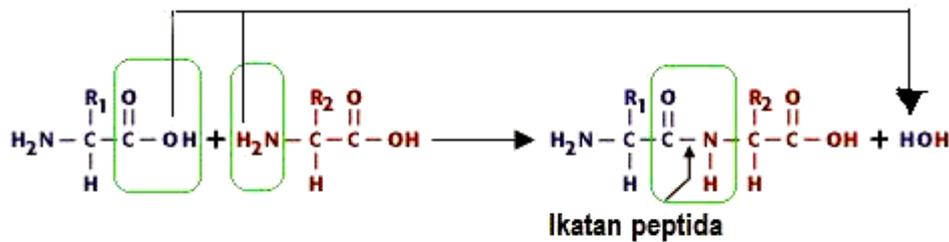


Gambar 1. Struktur molekul asam amino

Fungsi protein ditentukan oleh konformasinya, atau pola lipatan tiga dimensinya, yang merupakan pola dari rantai polipeptida. Beberapa protein seperti keratin rambut dan bulu, berupa serabut, dan tersusun membentuk struktur linear atau struktur seperti lembaran dengan pola lipatan berulang yang teratur. Protein lainnya, seperti kebanyakan enzim, terlipat membentuk konformasi globular yang padat dan hampir menyerupai bentuk bola. Konformasi akhir bergantung pada berbagai macam interaksi yang terjadi (Girindra, 1986).

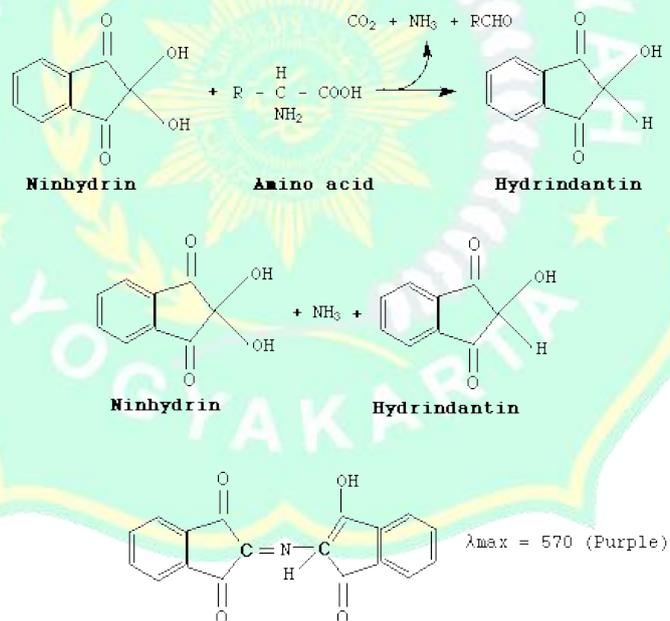
Dalam ilmu Kimia, pencampuran atau penambahan suatu senyawa dengan senyawa yang lain dikatakan bereaksi bila menunjukkan adanya tanda terjadinya reaksi, yaitu: adanya perubahan warna, timbul gas, bau, perubahan suhu, dan adanya endapan. Pencampuran yang tidak disertai dengan tanda demikian, dikatakan tidak terjadi reaksi kimia. Ada beberapa reaksi khas dari protein yang menunjukkan efek/tanda terjadinya reaksi kimia, yang berbeda-beda antara pereaksi yang satu dengan pereaksi yang lainnya. Semisal reaksi uji protein (albumin) dengan uji Biuret yang menunjukkan perubahan warna, belum tentu sama dengan pereaksi uji lainnya, seperti uji Ninhidrin dan uji Millon.

Pada uji Biuret digunakan untuk mengetahui adanya ikatan peptida dari protein. Reaksi biuret positif terhadap dua buah ikatan peptida atau lebih tetapi negatif untuk asam amino bebas. Ikatan peptida merupakan ikatan yang terbentuk ketika atom karbon dari gugus karboksil suatu molekul berikatan dengan atom nitrogen dari gugus amina molekul lain.



Gambar di atas menunjukkan adanya dua molekul asam amino yang berikatan dengan ikatan peptida dan membentuk molekul protein. Ikatan peptida tersebut yang akan bereaksi dengan reagen biuret menghasilkan perubahan warna. Reaksi positif uji biuret ditunjukkan dengan munculnya warna ungu atau merah muda akibat adanya persenyawaan antara  $\text{Cu}^{2+}$  dari reagen biuret dengan  $\text{NH}$  dari ikatan peptida dan  $\text{O}$  dari air. Semakin panjang ikatan peptida (banyak asam amino yang berikatan) akan memunculkan warna ungu, semakin pendek ikatan peptida (sedikit asam amino yang berikatan) akan memunculkan warna merah muda (Panji<sup>a</sup>, 2013).

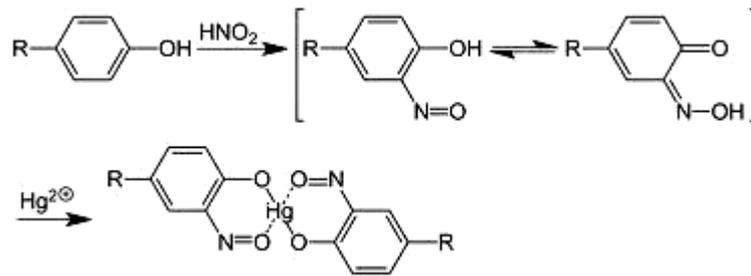
Untuk mengetahui adanya asam amino bebas dalam protein dapat dilakukan dengan uji Ninhidrin. Ninhidrin merupakan zat pengoksidasi yang kuat dan dapat bereaksi dengan asam amino pada pH 4-8. Ninhidrin yang telah bereaksi akan membentuk hidrindantin, membentuk senyawa ungu, kecuali pada asam amino prolin dan hidroksiprolin menghasilkan senyawa berwarna kuning (Panji<sup>b</sup>, 2013).



Gambar 2. Reaksi Uji Ninhidrin

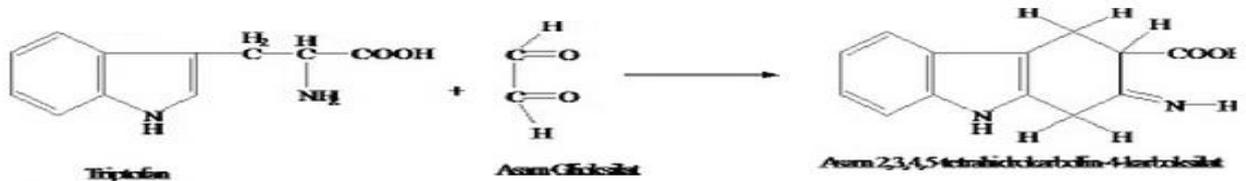
Uji millon umumnya digunakan untuk menunjukkan adanya asam amino tirosin pada suatu zat. Uji millon bekerja terhadap derivat-derivat monofenol seperti tirosin. Pereaksi yang digunakan merupakan larutan merkuri (Hg) dalam asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Tirosin akan ter-nitrasi oleh asam nitrat sehingga memperoleh penambahan gugus  $\text{N}=\text{O}$ , gugus tersebut secara reversibel (bolak-balik) dapat berubah menjadi  $\text{N}-\text{OH}$  (hidroksifenil). Merkuri dalam reagen millon akan bereaksi dengan gugus hidroksifenil dari tirosin membentuk warna merah

(Panji<sup>c</sup>, 2013).



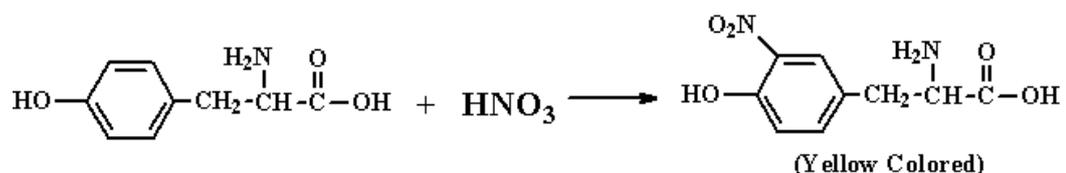
Gambar 3. Reaksi Uji Millon

Uji hopkins cole atau tes hopkins cole merupakan uji kimia yang digunakan untuk menunjukkan inti indol asam aminotriptofan yang ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna ungu pada sampel percobaan. Jadi reaksi Hopkins-Cole merupakan cara untuk menguji keberadaan Asam amino tryptofan pada bahan makanan. Pereaksi Hopkins Cole mengandung asam gliksilat ( $\text{HgSO}_4$ ). Prinsip uji Hopkins-Cole adalah kondensasi inti indol dengan aldehyd dimana jika terdapat asam kuat yang menyebabkan terbentuknya cincin ungu pada bidang batas. Reaksi tersebut hanya akan berhasil jika ada oksidator kuat, seperti senyawa  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang digunakan pada percobaan ini. Fungsi penambahan asam sulfat ini adalah sebagai oksidator agar terbentuk cincin ungu pada larutan sampel (Poedjadi dan Soepriyanti, 2006).



Gambar4. Reaksi Hopkins-Cole

Uji xanthoprotein digunakan untuk menunjukkan adanya asam amino tirosin, fenilalanin, dan triptofan dalam protein. Inti benzen yang terdapat di dalam molekul tirosin, fenilalanin, dan triptofan akan ter-nitrasi dengan penambahan  $\text{HNO}_3$ . Senyawa nitro yang terbentuk berwarna kuning dan dalam lingkungan alkalis akan terionisasi dengan bebas dan warnanya menjadi lebih tua atau berubah menjadi jingga (Panji<sup>d</sup>, 2013).



Gambar 4. Reaksi Xantoprotein

Uji nitropruside merupakan uji kimia yang digunakan untuk mendeteksi adanya asam amino sistein. Gugus tiol ( $-\text{SH}$ ) dalam sistein akan bereaksi dengan sodium nitropruside dalam keadaan amonia berlebih membentuk senyawa berwarna merah (Panji<sup>e</sup>, 2013).



Gambar 5. Reaksi nitroprusida

## B. Tujuan

Tujuan dari praktikum ini adalah mahasiswa mampu memahami reaksi protein melalui uji kualitatif dengan metode koagulasi dan uji kandungan protein.

## C. Alat

Alat yang digunakan antara lain: kompor, panci, gelas, cawan/mangkuk, *cotton bud*

## D. Bahan

Bahan yang dibutuhkan dalam praktikum uji koagulasi : minyak, susu sapi, kecap, putih telur, cuka, air. Uji Kandungan protein : susu sapi, larutan gula, sari jeruk, telur, pewarna makanan (merah, kuning, hijau), sabun cuci piring, cuka, garam.

## E. Cara Kerja

### 1. Uji Koagulasi

Panaskan air dalam panci, kemudian tunggu beberapa menit agar suhunya turun, masukkan bahan-bahan (minyak, susu sapi, kecap, putih telur) ke dalam gelas ke dalam air yang ada di panci, lalu dimasukkan cuka beberapa tetes ke dalam bahan-bahan tersebut, amati perubahan (adanya gumpalan menandakan adanya protein)

Lihat youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=1n6ocswuTAE>

### 2. Uji Kandungan Protein

Siapkan 3 cawan/mangkuk, masukkan bahan yang akan diuji (susu sapi, larutan gula, telur). Tetesi masing-masing cawan dengan pewarna makanan (merah, kuning, hijau). Cawan 1 ditambahkan sabun cuci piring, cawan 2 ditambahkan cuka, cawan 3 ditambahkan garam. Masukkan *cotton bud* pada cawan 1. Amati perubahan.

Lihat youtube : [https://www.youtube.com/watch?v=tIUrCFz\\_B1w](https://www.youtube.com/watch?v=tIUrCFz_B1w)

## PERTEMUAN 11-12 UJI AKTIVITAS ENZIM

### A. Pendahuluan

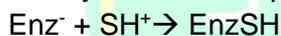
Enzim dikenal pertama kalinya sebagai protein oleh Sumner pada tahun 1926 yang telah berhasil mengisolasi urease dari “kara pedang” (Jack Bean). Sejak tahun 1926, pengetahuan tentang enzim berkembang pesat. Menurut para ahli biokimia, enzim mempunyai gugus bukan protein, sehingga termasuk golongan protein majemuk. Gugus bukan protein ini disebut dengan kofaktor ada yang terikat kuat pada protein (gugus prostetik) dan ada yang tidak terikat kuat oleh protein (koenzim). Keduanya dapat memungkinkan enzim bekerja terhadap substrat (Lehninger, 2004).

Kerja enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah derajat keasaman (pH), temperatur, konsentrasi enzim dan substrat, kofaktor dan inhibitor. Tiap enzim memerlukan pH optimum yang berbeda-beda, karena enzim adalah protein yang mengalami perubahan bentuk jika keasaman berubah. Diluar pH yang sesuai, enzim tidak dapat bekerja secara optimal atau strukturnya akan mengalami kerusakan. Hal ini menyebabkan enzim kehilangan fungsinya sama sekali.

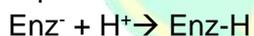
Bila aktivitas enzim diukur pada pH yang berlainan, maka sebagian besar enzim didalam tubuh akan menunjukkan aktivitas optimum antara pH 5-9, kecuali beberapa enzim misalnya pepsin (pH optimum = 2). Ini disebabkan oleh:

1. Pada pH rendah atau tinggi, enzim akan mengalami denaturasi.
2. Pada pH rendah atau tinggi, enzim maupun substrat dapat mengalami perubahan muatan listrik dengan akibat perubahan aktivitas enzim.

Misalnya suatu reaksi enzim dapat berjalan bila enzim tadi bermuatan negatif ( $\text{Enz}^-$ ) dan substratnya bermuatan positif ( $\text{SH}^+$ ):



Pada pH rendah  $\text{Enz}^-$  akan bereaksi dengan  $\text{H}^+$  menjadi enzim yang tidak bermuatan.



Demikian pula pada pH tinggi,  $\text{SH}^+$  yang dapat bereaksi dengan  $\text{Enz}^-$ , maka pada pH yang ekstrem rendah atau tinggi konsentrasi efektif  $\text{SH}^+$  dan  $\text{Enz}^-$  akan berkurang, karena itu kecepatan reaksinya juga berkurang.

Enzim mempunyai suhu tertentu yang menyebabkan aktivitasnya mencapai keadaan optimum. Suhu yang sangat rendah akan menyebabkan terhentinya kerja enzim secara reversible, karena dalam keadaan tersebut tidak terjadi benturan antara partikel enzim (E) dan substrat (S). Akibatnya kompleks ES dalam reaksi enzimatik tidak terbentuk. Akan tetapi, jika suhu dinaikkan sedikit demi sedikit maka kompleks ES akan terbentuk. Kondisi ini akan terjadi sampai pada suhu optimum. Bertambahnya suhu yang melebihi batas optimum dapat menyebabkan enzim terdenaturasi dan mematikan aktivitas katalisnya (Iswari dan Yuniastuti, 2006).

Enzim bekerja dalam rentang suhu tertentu pada tiap jenis mikroorganisme. Menurut Meryandini (2009), enzim yang masuk dalam golongan termozim merupakan enzim yang memiliki aktivitas optimum diatas suhu 50-80°C, sedangkan enzim yang masuk dalam hipertermozim adalah enzim yang memiliki aktivitas optimum diatas 80°C.

## **B. Tujuan**

Tujuan dari praktikum ini adalah mahasiswa mampu membuktikan aktivitas enzim amilase pada saliva berdasarkan perbedaan suhu.

## **C. Alat**

Alat yang digunakan antara lain: gelas, sendok, alu, baskom, panci, kompor

## **D. Bahan**

Bahan yang dibutuhkan dalam praktikum ini adalah saliva, air, betadine/iodium, nasi

## **E. Cara Kerja**

### **1. Uji Aktivitas Enzim Amilase**

Nasi dihaluskan dengan alu. Masukkan nasi ke dalam masing-masing gelas, tambahkan saliva. Gelas 1 didiamkan dalam suhu ruang, gelas 2 direndam di air dingin, gelas 3 dimasukkan ke dalam air yang sudah dipanaskan selama 5 menit. Lalu ditambahkan betadine/iodine pada masing-masing gelas, tunggu 20 menit, amati perubahan

Lihat youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=4HGToZoEFRI>



## PERTEMUAN 13 DISKUSI MATERI PRAKTIKUM

### 1. TUJUAN

- a. Memantapkan keahlian praktikan terhadap suatu acara praktikum di laboratorium

### 2. BENTUK PEMBELAJARAN

- a. Diskusi tentang praktikum
- b. Review tentang materi praktikum



## PERTEMUAN 14 RESPONSI

### 1. TUJUAN

- a. Memantapkan keahlian praktikan terhadap suatu acara praktikum di laboratorium
- b. Mengevaluasi persentase pemahaman praktikan terhadap seluruh acara praktikum di laboratorium

### 2. BENTUK PEMBELAJARAN

- a. Responsi merupakan ujian praktikum

### 3. KRITERIA PENILAIAN

- a. Nilai responsi masuk dalam penilaian praktikum
- b. Batas minimal nilai kelulusan responsi adalah 75



## DAFTAR REFERENSI

- Bintanah, S. dan Muryati. 2010. Hubungan Konsumsi Lemak dengan Kejadian Hiperkolesterolemia pada Pasien Rawat Jalan di Poliklinik Jantung Rumah Sakit Umum Daerah Kraton Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Vol. 6(1): 85-90.
- Bintang, M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Boyer, R.F. 2002. *Concepts in Biochemistry*. Edisi 2. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., dan Mitchell, L.G. 2002. *Biologi* (diterjemahkan oleh: Lestari, R.). Edisi Kelima. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Daintith, J. 1997 *Kamus Lengkap Kimia* (Diterjemahkan oleh: Achmadi, S.). Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 2010. *Dasar-Dasar Kimia Organik*. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Girindra, A. 1986. *Biokimia I*. Penerbit Gramedia. Jakarta.
- Iswari, S.R. dan Yuniastuti. A. 2006. *Biokimia*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Ketaren, S. 2005. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Kristianingrum, S. dan Handayani, S. 2005. Penentuan Angka Iod Minyak Jagung dan Minyak Kelapa Sawit dengan Metode Wijs dan Hanus. *Jurnal Kimia. Hasil Penelitian Kimia, Teori dan Penerapannya*. J. Kim. No.3. Th. IV. Januari 2005. Hal. 45-53.
- Lehninger, A.L. 2004. *Dasar-dasar Biokimia* (Diterjemahkan oleh: Thenawidaja, M.). Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Meryandini, A. 2009. Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. *Jurnal Makara Sains*. Vol. 13. No. 1. Hal. 33-38.
- Panji<sup>a</sup>, 2013, *Uji Biuret*, <http://www.edubio.info/2013/11/uji-biuret.html> (diakses Desember 2016).
- Panji<sup>b</sup>, 2013, *Uji Ninhidrin*, <http://www.edubio.info/2013/11/uji-ninhidrin.html> (diakses Desember 2016).
- Panji<sup>c</sup>, 2013, *Uji Millon*, <http://www.edubio.info/2013/12/uji-millon.html>(diakses Desember 2016).
- Panji<sup>d</sup>, 2013, *Uji Xanthoprotein*, <http://www.edubio.info/2013/12/uji-xanthoprotein.html> (diakses Desember 2016).\
- Panji<sup>e</sup>, 2015,*Uji Nitroprusside*,<http://www.edubio.info/2013/11/uji-nitroprusside.html> (diakses Desember 2016).
- Poedjiadi, A. dan Supriyanti, F.M.T. 2006. *Dasar-Dasar Biokimia*. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Salirawati, D., Kartikasari, F.M., dan Suprihatiningrum, J. 2007. *Belajar Kimia secara Menarik*, Grasindo. Jakarta.
- Sukmawaty, E. 2015. *Penuntun Praktikum Biokimia*, Universitas Islam Negeri Alaudin, Makasar.
- Sumardjo, D. 2009. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Fakultas Bioeksakta*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Soedarmo, D. 1989. *Biokimia Umum II*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Yusuf, M., 2013, *Laporan Penelitian: Pengaruh Alkali dan Pembentukan Osazon*, Politeknik Negeri Jember, Jember.