

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penelitian laboratorium

1. Isolasi Protein

Tahap awal dari isolasi protein adalah ekstraksi protein. Pada ekstraksi protein terlebih dahulu dilakukan pengeringan sampel buah *J.multifida L* , hal ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang ada di sampel dengan cara diangin-anginkan bukan dengan pemanasan agar protein tidak terdenaturasi atau rusak karena pengaruh suhu. Selanjutnya sampel buah *J.multifida L* digerus atau dihaluskan dengan tujuan untuk memperluas permukaan sampel yang akan mempermudah proses ekstraksi karena kontak antara sampel dan pelarut akan semakin luas.

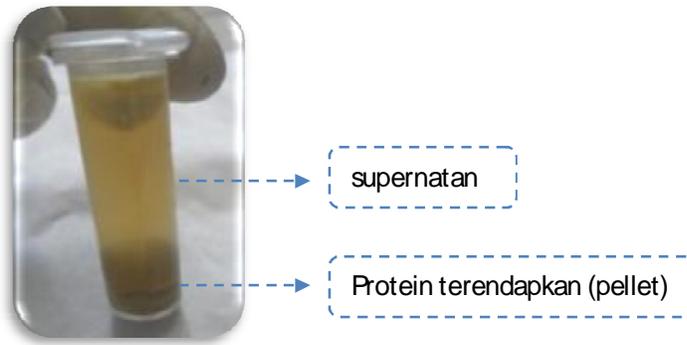
Tahap selanjutnya yaitu sampel direndam dengan pelarut Buffer Tris-HCl pada pH 7,4. Penggunaan buffer selama proses ekstraksi dimaksudkan untuk mempertahankan pH selama ekstraksi. Perubahan, khususnya penurunan pH akan mempengaruhi jumlah protein yang akan terekstrak. Pemilihan pH 7,4 (suasana basa) sebagai pH selama ekstraksi berdasarkan pada kenyataan bahwa sebagian besar asam amino akan bermuatan negatif pada pH di atas titik isoelektriknya, muatan yang sejenis akan cenderung untuk tolak menolak, hal ini menyebabkan minimumnya interaksi antara residu asam amino yang berarti kelarutan protein akan meningkat.

Pada titik isoelektriknya muatan total masing-masing asam amino dalam protein sama dengan nol, yang artinya terjadi keseimbangan antara gugus yang bermuatan positif dan negatif. Fenomena yang terjadi pada penggumpalan protein disebabkan oleh interaksi elektrostatik yang maksimum antara asam amino karena muatan yang tidak sejenis akan cenderung tarik-menarik.

Hasil homogenasi dari sampel dan buffer berupa larutan keruh yang selanjutnya akan dipisahkan antara protein dan residunya dengan cara sentrifugasi. Sentrifugasi pertama pada kecepatan 4500 rpm selama 15 menit yang dapat memisahkan protein dari larutannya. Prinsip utama sentrifugasi adalah memisahkan substansi berdasarkan berat jenis molekul dengan cara memberikan gaya sentrifugal sehingga substansi yang lebih berat akan berada di dasar, sedangkan substansi yang lebih ringan akan terletak di atas.

Setelah tahap awal sentrifugasi dilanjutkan dengan penambahan amonium sulfat 70% pada supernatan yang dihasilkan. Penambahan amonium sulfat 70% lebih dikenal dengan metode *salting out*. *Salting out* merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan protein yang didasarkan pada prinsip bahwa protein kurang terlarut ketika berada pada daerah yang konsentrasi kadar garamnya tinggi. Konsentrasi garam dibutuhkan oleh protein untuk mempercepat keluarnya larutan yang berbeda dari protein satu ke protein yang lainnya. Zat-zat penggaraman dapat memperbaiki hasil ekstraksi. Pengaruh penambahan garam terhadap kelarutan protein berbeda-beda, tergantung pada konsentrasi dan jumlah muatan ionnya dalam larutan. Semakin tinggi konsentrasi dan jumlah muatan ionnya, semakin efektif garam dalam mengendapkan protein.

Sentrifugasi tahap kedua dilanjutkan dengan kecepatan 14.000 rpm selama 30 menit untuk mendapatkan protein yang terendapkan (pellet) seperti pada gambar 4. Pellet protein yang di dapatkan dipisahkan dari supernatan dan digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu penentuan konsentrasi protein, sedangkan supernatan dibuang. Dari hasil sentrifugasi ekstrak buah *J. multifida L* diperoleh 4,062% ekstrak protein atau 1,219 g protein dari 30 g ekstrak buah *J. multifida L*. Hasil ekstraksi protein buah *J. multifida L* ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 4. Hasil ekstraksi protein buah *J. multifida L*

Tabel 2. Hasil ekstraksi protein

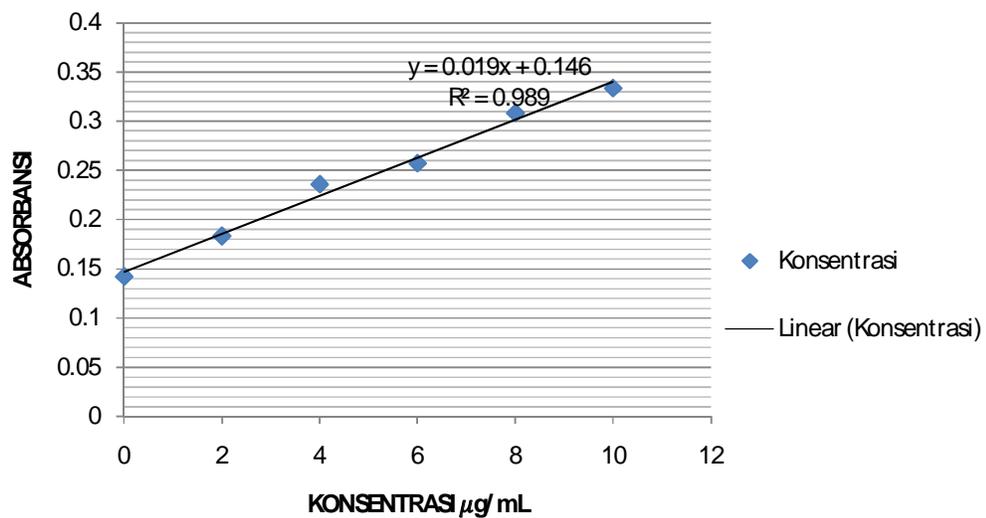
No	Bahan	Berat awal	Berat ekstrak protein	% hasil ($\frac{W_{akhir}}{W_{awal}} \times 100\%$)	Ket
1	buah	30 g	1,219 gram	4,062	

2. Penentuan Konsentrasi Protein Buah *J. multifida.L*

Penentuan konsentrasi (kadar) protein menggunakan metode biuret pada panjang gelombang (λ) 540 nm dengan spektrofotometer uv-vis. Keuntungan penggunaan metode ini adalah tidak adanya gangguan dari senyawa yang menyerap pada panjang gelombang yang lebih rendah. Sebagai larutan standar digunakan albumin murni dengan variasi konsentrasi yaitu 2 $\mu\text{g/mL}$, 4 $\mu\text{g/mL}$, 6 $\mu\text{g/mL}$, 8 $\mu\text{g/mL}$, 10 $\mu\text{g/mL}$. Tahap awal adalah membuat larutan protein standar dengan berbagai konsentrasi. Hasil absorbansi protein standar di sajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil absorbansi protein standar

Konsentrasi (w/v)	Absorbansi
0	0.1420
2	0.1833
4	0.2360
6	0.2574
8	0.3086
10	0.3338



Gambar 5. Kurva standar protein

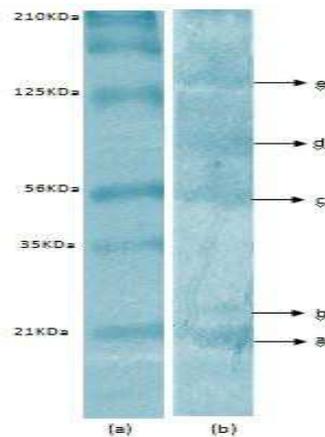
Hasil pencampuran antara larutan albumin murni dengan biuret serta larutan sampel dengan biuret menghasilkan warna violet. Warna violet yang terbentuk disebabkan oleh ion Cu^{2+} berinteraksi dengan ikatan peptida dalam suasana basa. Prinsip metode biuret adalah mengukur ikatan peptide dari protein yang membentuk kompleks dengan pereaksi Cu sehingga membentuk warna biru yang kemudian diukur absorbansinya.

Konsentrasi protein didapat dari kurva standar albumin murni hasil interpolasi data absorban yang diperoleh seperti pada gambar 5. Berdasarkan hasil spektro tersebut dihitung konsentrasi/kadar protein buah *J. multifida L* dengan persamaan linier yaitu $y = 0,0194x + 0,1466$, maka dapat diketahui konsentrasi protein adalah $10,232 \mu\text{g/mL}$ dari berat sampel yang diujikan sebanyak $0,176 \text{ mg}$ ($176 \mu\text{g}$) (Lampiran 2b).

3. Elektroforesis Protein Buah *J. Multifida L*

Pada elektroforesis, laju pergerakan molekul protein bergantung pada densitas muatan, yaitu rasio antara muatan protein dengan berat molekulnya. Pada waktu elektroforesis sampel akan bergerak dari kutub negatif (katoda) menuju kutub positif (anoda). Muatan protein yang seragam menyebabkan pergerakan kecepatan hanya tergantung pada berat molekulnya, sehingga protein dengan berat molekul yang lebih rendah akan bermigrasi lebih jauh dibandingkan dengan protein yang berat molekulnya lebih besar. Dengan kata lain menurut Stryer (2000) protein kecil bergerak cepat dalam gel, sedangkan protein besar tinggal di atas, berdekatan dengan titik aplikasi campuran.

Pada waktu staining, akan terjadi ikatan antara molekul protein dengan pewarna commasie blue membentuk kompleks stabil yang berwarna biru, kompleks inilah yang akan dicirikan sebagai pita protein hasil elektroforesis. Hasil elektroforesis protein standar dan protein lektin buah *J. multifida L* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pola hasil elektroforesis SDS-PAGE: (a) standar protein, (b) protein buah *J. multifida L*

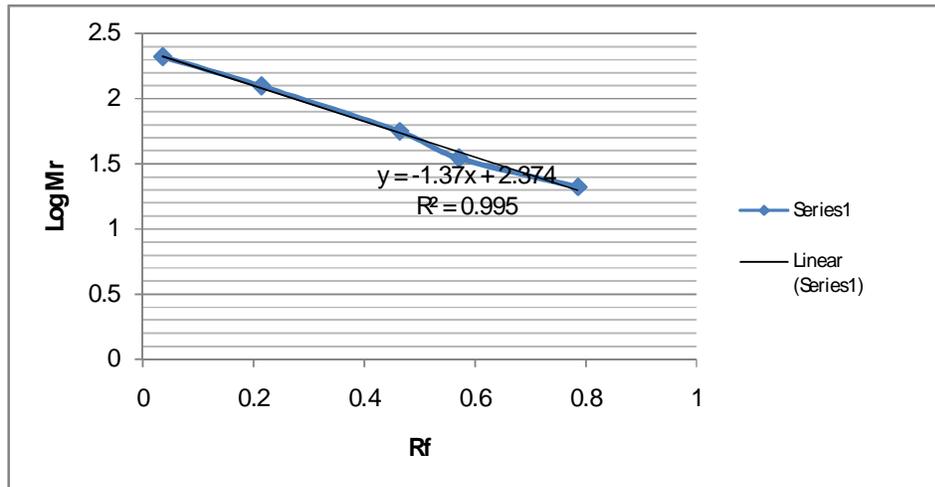
Sebagai standar protein digunakan protein standar *broad range prestained SDS-PAGE standard BIO-RAD* dengan kandungan protein setiap pita yang terlihat yaitu myosin (210 KDa), β -Galactosidase (125 KDa), Ovalbumin (56KDa) Carbonic anhydrase (35KDa), lysozyme (21 KDa). Data mobilitas relative (Rf) dan berat molekul protein standar dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data mobilitas relative (Rf) dan berat molekul protein standar

Protein standar	Jarak pergerakan (cm)	Rf	Mr (KDa)	Log Mr
Myosin	0,5	0,036	210	2,322
β-Galactosidase	3	0,214	125	2,097
Ovalbumin	6,5	0,464	56	1,748
Carbonic anhydrase	8	0,571	35	1,544
lysozyme	11	0,786	21	1,322

Dari data tersebut dapat dibuat regresi linier hubungan antara Rf (sumbu x) dengan nilai logaritma molekul (sumbu y). Persamaan linier yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 7. Kurva tersebut digunakan

sebagai kurva standar untuk menghitung berat molekul protein sampel berdasarkan nilai Rf-nya.



Gambar 7. kurva standar untuk penentuan nilai berat molekul isolate protein

Nilai mobilitas relatif (Rf) dan hasil perhitungan berat molekul isolat protein buah *J.multifida L* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Mobilitas relative (Rf) dan berat molekul isolate protein Buah *J.multifida L*

Jarak pergerakan (cm)	Rf	BM (KDa)
2,5	0,179	134,728
4,5	0,321	85,851
7	0,500	48,876
10,5	0,750	22,213
12	0,857	15,842

Pada gambar 6 dan tabel 5 terlihat bahwa isolat protein lektin buah *J.multifida L* terdiri dari 5 pita protein dengan berat molekul yaitu pita a 15,842 KDa, pita b 22,213 KDa, pita c 48,876 KDa, pita d 85,851 KDa,

pita e 134,728 KDa (Lampiran 3). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa protein buah *J. multifida L* mempunyai kisaran berat protein yang termasuk lebar yaitu antara 15,842 Kda sampai dengan 134,728 KDa. Dengan kata lain, protein yang ada pada buah *J. multifida L* tidak hanya satu jenis melainkan bervariasi.

4. Uji aktivitas Protein Lektin Buah *J. multifida L*

a) Uji Hemaglutinasi Lektin Terhadap Sel Darah Merah Manusia

Uji hemaglutinasi merupakan salah satu cara untuk melihat apakah protein yang diperoleh bersifat lektin. Berdasarkan rujukan dari hasil penelitian terdahulu lektin memiliki sifat spesifik mampu menggumpalkan semua sel darah merah golongan A,B, AB dan O maupun spesifik hanya mampu menggumpalkan golongan tertentu saja. Uji hemaglutinasi dicobakan pada darah normal golongan A, B, AB dan O. Ekstrak sel darah merah yang digunakan adalah sel darah merah yang telah dicuci dengan larutan NaCl 0,9% yang telah bebas dari protein/globulin.

Protein yang diperoleh mampu mengaglutinasi sel darah merah normal golongan A, B, dan AB dengan waktu yang berbeda (Tabel 6.). Menurut Tanner dan Anstee dalam Erniati (2012) ciri hemaglutinasi adalah saling merapat antar sel darah merah, kemudian diikuti dengan tidak ada lagi gerak sel darah tersebut. Maka, dapat dinyatakan bahwa protein yang diperoleh berlaku sebagai lektin jika pada perlakuan protein mampu menggumpalkan sel darah merah, dan ekstrak protein yang dihasilkan tidak berperilaku sebagai lektin jika tidak ada salah satu sel darah yang menggumpal.

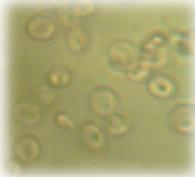
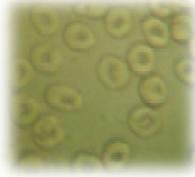
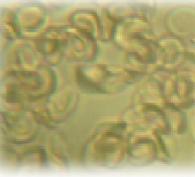
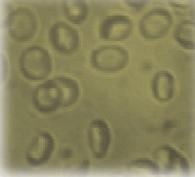
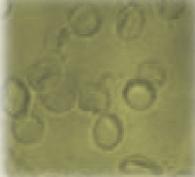
Uji hemaglutinasi dilakukan dengan 5 kali pengulangan, ulangan merupakan ulangan tetesan dengan sampel golongan darah orang yang sama yang dilakukan pada suhu kamar dengan perbandingan tetesan darah : hayem : ekstrak protein yaitu 1 : 2 : 1. Perbandingan waktu

penggumpalan sel darah merah pada setiap golongan darah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji pendahuluan ekstrak daun *J. multifida L* terhadap penggumpalan sel darah merah

No	Golongan darah	Pengamatan Penggumpalan	Waktu kecepatan Hemaglutinasi X±SD
1	A	+	59,6 ± 1,123
2	B	+	58,2 ± 1,317
3	AB	+	61,2 ± 1,414
4	O	-	

Tabel 7. Penampakan Hemaglutinasi Sel Darah Merah Terhadap Lektin protein Daun *J.multifida* L Dengan Mikroskop perbesaran 40x10.

Golongan Darah	Jumlah Pengulangan	Sebelum pencampuran dengan ekstrak protein	Setelah pencampuran dengan protein (Sel darah merah yang saling merapat)
A	5		
B	5		
AB	5		
O	5		

Pada Tabel 7. tersebut terlihat ekstrak protein mampu menghemaglutinasi darah golongan A, B, dan AB sedangkan pada darah golongan O tidak terjadi hemaglutinasi. Kemampuan menghemaglutinasi ini memiliki variasi waktu untuk masing-masing golongan darah seperti yang terlihat pada tabel 6. Pada golongan darah

A selang waktu penggumpalan adalah antara 59-62 detik, golongan darah B selang waktu penggumpalan adalah 56-60 detik dan golongan darah AB selang waktu penggumpalan 61-63 detik yang kesemuanya dihitung mulai dari waktu tetesan pertama ekstrak dicampurkan (Lampiran 4).

Sel darah manusia dikelompokkan menjadi empat golongan yaitu golongan A, B, AB dan O. Faktor yang membedakan antar masing-masing kelompok adalah antigen dan antibodi. Golongan A terdapat antigen A dan antibodi β (b), sedangkan pada darah golongan B terdapat antigen B dan antibodi α (a). Darah golongan O tidak mempunyai antigen tetapi mengandung antibodi α (a) dan β (b) sekaligus, sedangkan pada darah golongan AB terdapat antigen A dan B sekaligus, tetapi tidak mempunyai antibodi.

Hasil penelitian menunjukkan golongan darah A mengalami hemaglutinasi. Darah A akan teraglutinasi jika bereaksi dengan anti bodi α (a), tetapi tidak menggumpal jika ditambah antibodi β (b) (Erniati, 2012). Dengan demikian, ekstrak protein diperkirakan berperilaku sebagai lektin yang memiliki sifat fisiologis yang mirip dengan sifat antibodi α .

Pengujian pada Golongan darah B menunjukkan ekstrak protein mampu menghemaglutinasi sel darah merah. Gol darah B akan teraglutinasi jika bereaksi dengan anti bodi β (b), tetapi tidak menggumpal jika ditambah antibodi α (a), maka diperkirakan bahwa protein lektin yang terkandung pada buah *J. multifida L* memiliki sifat fisiologis yang mirip dengan sifat antibodi β (b).

Uji hemaglutinasi pada darah golongan AB menunjukkan hasil yang sama dengan golongan darah A dan B yaitu protein lektin buah *J. multifida L* mampu menggumpalkan sel darah merah golongan AB. Golongan AB yang memiliki antibodi α (alfa) dan β (beta) secara sendiri-sendiri, ataupun bersama-sama dapat menghemaglutinasi darah

golongan dapat AB maka dikatakan bahwa Lektin buah *J.multifida L* memiliki sifat yang mirip dengan antibodi α (a) dan β (b).

Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh golongan darah O, yaitu tidak terjadi hemaglutinasi sel darah merah oleh lektin buah *J.multifida L*. Diketahui bahwa, golongan darah O tidak akan mengaglutinasi jika bereaksi dengan kedua antibodi (α (a) maupun β (b)). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dapat menyimpulkan bahwa protein lektin dari buah *J.multifida L* memiliki sifat yang mirip dengan antibodi α (a) dan β (b).

b) Uji Proliferasi Limfosit

Hasil penelitian memperlihatkan rata-rata persentase jumlah hitung limfosit kelompok kontrol adalah 54, 167%. Pemberian *lektin* dengan dosis 0,1 mg/30 g BB meningkatkan jumlah rata-rata hitung limfosit menjadi 60,833%, pemberian lektin dengan dosis 0,3 mg/30 g BB dan 0,6 mg/30 g BB juga meningkatkan rata-rata hitung limfosit menjadi 66, 333% dan 73, 167%. Jumlah normal limfosit mencit adalah 55% - 85% maka dapat dikatakan bahwa peningkatan jumlah limfosit masih dalam kondisi normal. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

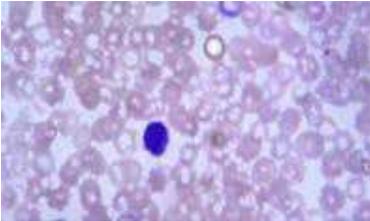
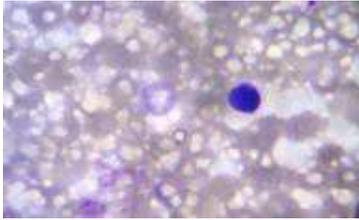
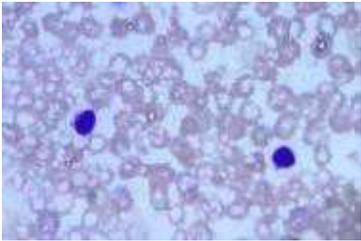
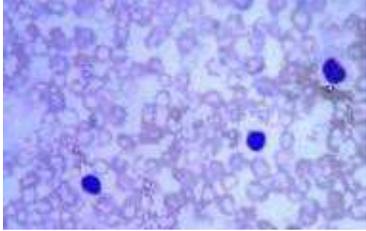
Tabel 8. Rata-rata dan Persentase Jumlah Sel Limfosit

Kelompok	[rata-rata(minimum-maksimum)	Persentase Limfosit (%)
Kontrol(P0)	54,167(47-65)	54,167
Perlakuan 1	60,833(52-68)	60,833
Perlakuan 2	66,333(61-82)	66,333
Perlakuan 3	73,167(62-82)	73,167

Gambaran morfologi dari limfosit mencit diamati dibawah mikroskop cahaya perbesaran 100x dan dihitung perseratus sel leukosit dapat dilihat

pada preparat apusan darah tepi yang diwarnai dengan pewarna giemsa sebagai berikut

Tabel 9. Gambaran limfosit mencit yang telah diberi lektin dengan pewarnaan giemsa pada perbesaran mikroskop 100x

Perlakuan	Gambar limfosit pada perbesaran 100x	Keterangan
P0		Limfosit mencit tanpa pemberian lektin.
P1		Limfosit mencit dengan pemberian lektin dosis 0,1 mg/30 g bb mencit
P2		Limfosit mencit dengan pemberian lektin dosis 0,3 mg/30 g bb mencit
P3		Limfosit mencit dengan pemberian lektin dosis 0,6 mg/30 g bb mencit

Data yang dihasilkan pada penelitian diuji dengan uji Kruskal-Wallis terhadap masing-masing kelompok. Hal ini dikarenakan hasil data yang diperoleh homogen namun tidak berdistribusi normal (lampiran 6) sehingga tidak memenuhi syarat uji One Way annova. Dari hasil uji Kruskal-Wallis diperoleh hasil $p=0,007$ oleh karena $p<0,05$, maka dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat perbedaan jumlah limfosit antara keempat kelompok karena pemberian lektin buah *J. multifida L.* Setelah dilakukan uji Kruskal wallis dilanjutkan uji Mann-Whitney untuk mengetahui letak perbedaan antara keempat kelompok perlakuan.

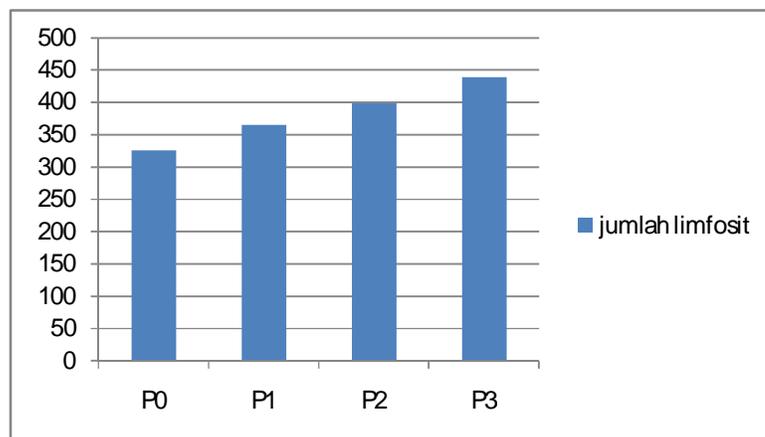
Dari hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol (P0) dengan kelompok P2 dan P3 dengan nilai p berturut-turut yaitu $p=0,026$ dan $P=0,004$, begitu juga dengan kelompok P3 terdapat perbedaan bermakna dengan kelompok P1 yang memiliki nilai $p= 0,015$, sedangkan antara kelompok P0 dengan P1 tidak memiliki perbedaan yang bermakna, sama halnya antara kelompok P1 dan P2 serta P2 dan P3 tidak memiliki perbedaan yang bermakna, dengan nilai sig berturut-turut yaitu $p=0,132$, $P=0,124$ dan $p=0,132$. Kriteria uji mann-whitney menunjukkan perbedaan nyata antar kelompok jika $P<0,05$.

Proliferasi merupakan fungsi fisiologis yaitu proses pembelahan secara mitosis dan diferensiasi sel sebagai respon terhadap antigen atau mitogen (Zakaria et al. 2003). Proliferasi limfosit merupakan suatu proses yang dapat mengindikasikan aktivitas respon imun spesifik yang berkaitan dengan suatu sistem imun. Sel limfosit yang dapat berproliferasi adalah sel B dan sel T. Pada awal proses proliferasi ini, sel B bertambah banyak dan berdiferensiasi menjadi sel plasma (efektor) dan sel memori, sedangkan sel T berdiferensiasi menjadi sel Th, Tc dan Ts. Sel B dan T merupakan bagian dari sel limfosit yang memiliki peranan dalam sistem imun spesifik. Sel T akan menghasilkan sitokin yang menginduksi sistem imun yang lain. Sel B akan menghasilkan antibodi dari sel plasmanya untuk

melawan benda asing (antigen) yang dapat merugikan bagi kesehatan (Hoffbrand, 2005).

Hal ini berarti dengan adanya proliferasi maka dapat memperbanyak jumlah sel B dan sel T atau sel limfosit sehingga kemampuan menghasilkan sitokin dan antibodi yang diperlukan untuk melawan antigen meningkat dan pertahanan tubuh (sistem imun) pun meningkat. Menurut Delves dan Roitt (2000) sistem imun itu bekerja secara terintegrasi atau tidak sendiri-sendiri.

Penentuan aktivitas proliferasi sel limfosit darah tepi mencit menggunakan pewarnaan giemsa dan dihitung perseratus sel darah putih yang diamati dibawah mikroskop pada perbesaran 100x10.



Gambar 8. Grafik rerata jumlah limfosit

Gambar 8. menunjukkan bahwa pemberian protein lektin dengan 3 dosis berbeda hasil ekstrak lektin buah *J. multifida L* dapat meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit dibandingkan kontrol.

Seperti yang diungkapkan oleh Virella (2006) mitogen adalah agen yang mampu menginduksi pembelahan sel, baik sel T maupun sel B dalam presentase tinggi. Mitoge dikenal sebagai aktivator poliklonal karena dapat mengaktivasi banyak klon sel T sel B tanpa tergantung spesifitas antigennya. Sejumlah mitogen yang umum digunakan adalah

protein (lektin) yang berasal dari tumbuhan dan gula terikat. Lektin mengenali permukaan glikoprotein pada permukaan setiap sel, termasuk limfosit.

Proliferasi limfosit terjadi diduga karena protein lektin merangsang limfosit untuk membelah. Pembelahan limfosit terjadi karena mitogen dapat merangsang terjadinya transformasi blast subpopulasi sel limfosit T. Transformasi blast atau perubahan menjadi blast adalah sederetan peristiwa dimana sel-sel bertambah besar, nucleolus membesar, reticulum endoplasmic menjadi kasar dan tubulus mikro menjadi jelas, kecepatan sintesis DNA bertambah, dan terjadi mitosis. Dengan kata lain lektin dari buah *J. multifida L* bersifat mitogen yang mampu meningkatkan jumlah sel limfosit (proliferasi limfosit), dimana dengan dosis 0,1 mg/30 g bb meningkatkan limfosit menjadi 60,83%, dosis 0,3 mg/30 g bb meningkatkan limfosit menjadi 66,83 %, dan 0,6 mg/30 gr bb merupakan dosis optimum peningkatan jumlah limfosit pada mencit sebesar 73,617%. Peningkatan jumlah limfosit mencit ini masih berada pada kriteria normal sehingga tidak akan memberikan pengaruh terhadap proporsi jumlah leukosit mencit. Namun untuk jangka waktu pemberian lektin buah *J. multifida L* dalam waktu yang lebih lama perlu dilakukan penelitian lanjutan.

Dari hasil uji aktivitas ini maka dapat disimpulkan lektin dari buah *J. multifida L* mampu meningkatkan proliferasi limfosit mencit dan diduga bersifat sebagai mitogen untuk membelah limfosit. Aplikasi lektin buah *J. multifida L* ini diharapkan mampu menjadi salah satu mitogen lektin yang bermanfaat dalam studi mitogenik limfosit, mengkarakterisasi sel normal dan sel ganas, seperti lektin con-a yang dapat mengumpulkan sel kanker sementara sel normal tidak.

B. Penelitian Pembelajaran

1. Pengembangan Modul

Hasil dari penelitian laboratorium diimplementasikan dalam pembelajaran berupa modul. Materi yang dikemas di dalam modul adalah pengenalan protein dan lektin untuk siswa kelompok sains SMA Muhammadiyah 4 Kota Bengkulu.

Tahap pertama dalam pengembangan modul sebagai bahan ajar adalah analisis kebutuhan modul. Berdasarkan analisis modul ini berupa penyajian materi awal pengenalan protein dan lektin yang disajikan dalam beberapa sub bab. Tahap selanjutnya adalah pengembangan desain modul berupa pemetaan standar kompetensi dan kompetensi dasar dan pengembangan materi modul.

Secara keseluruhan modul berisi : judul modul, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, pengantar, prasyarat, petunjuk penggunaan modul, tujuan akhir, kompetensi, cek kemampuan, rencana belajar siswa, kegiatan belajar, evaluasi dan daftar pustaka. Pada kegiatan belajar terdiri dari dua kegiatan belajar. Pada kegiatan belajar 1 berisi tentang materi protein dan pada kegiatan belajar 2 berisi materi uji kualitatif protein dan lektin.

a) Validasi Modul

Validasi modul oleh ahli bertujuan untuk mengetahui apakah modul layak digunakan dan dapat dipercaya. Uji panelis pada validasi modul ini terdiri dari 5 orang ahli yang terdiri dari 2 orang dosen dan 3 orang guru. Dari hasil validasi ahli dilakukan perbaikan berdasarkan saran yang diperoleh untuk penyempurnaan modul. Hasil validasi diuji kesamaan serta taraf kepercayaan hasil uji antar panelis menggunakan persamaan *Intraclass Correlation Coefficient (ICC)*.

Hasil uji statistik jika kelima panelis memberikan penilaian yang tidak jauh berbeda (varian yang sama) maka hasil tes tersebut bias diterima dan hal ini menyatakan bahwa modul yang telah disusun

merupakan modul yang baik. Hasil penilaian diuji statistik dengan menggunakan persamaan *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC). Hasil uji ICC menggunakan SPSS 16.0 untuk validasi modul ini adalah 0,665 (Lampiran 9). Hasil ICC ini menunjukkan bahwa hasil tes dapat dipercaya. Hal ini sesuai dengan kriteria ICC bawa, jika nilai $ICC \leq 0,6$ (tes tidak dapat dipercaya), $ICC = 0,6$ (tes dapat dipercaya), $ICC \geq 0,6$ (tes dapat dipercaya). Oleh Karena ICC hasil validasi $\geq 0,6$ maka hasil tes panelis untuk validasi ahli ini dapat dipercaya.

Validasi ahli juga dilakukan untuk instrument test yang terdiri dari hasil 5 orang ahli. Nilai ICC yang dihasilkan adalah 0,753. Berdasarkan kriteria ICC jika hasil validasi $\geq 0,6$ maka hasil tes panelis untuk validasi ahli ini dapat dipercaya (Lampiran 8).

b) Analisis butir soal

Analisis butir soal dilakukan untuk analisis instrument tes hasil belajar berupa tes pilihan. Instrument tes yang disiapkan berupa tes pilihan ganda berjumlah 20 soal dan pilihan jawaban berjumlah lima butir. Sebelum digunakan sebagai alat ukur hasil belajar maka instrument tes harus memenuhi syarat yaitu valid, reliabilitas, memenuhi kriteria daya beda dan memenuhi kriteria taraf kesukaran.

Selanjutnya, instrument tes ini diujicobakan kepada 20 siswa kelas 3 IPA yang diambil secara acak. Hasil uji tes ini dianalisa validitas, reabilitas, taraf kesukaran, daya beda soal dan distraktor. Dari hasil uji tersebut akan didapat soal-soal yang dapat digunakan untuk instrument tes penilaian hasil belajar sampel penelitian.

Uji validitas menggunakan koefisien korelasi biserial, dengan tujuan untuk mengetahui soal yang valid dan tidak valid. Hasil uji validitas butir soal disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji validitas butir soal

No butir	$R_{p.bis}$	Kriteria	No butir	$R_{p.bis}$	Kriteria
1	0,193	Tidak Valid	11	0,558	Valid
2	0,418	Valid	12	0,150	Tidak Valid
3	0,595	Valid	13	0,273	Tidak Valid
4	0,636	Valid	14	0,245	Tidak Valid
5	0,606	Valid	15	0,516	Valid
6	0,455	Valid	16	0,504	Valid
7	0,478	Valid	17	0,201	Tidak Valid
8	0,498	Valid	18	0,489	Valid
9	0,219	Tidak Valid	19	0,193	Tidak Valid
10	0,504	Valid	20	0,193	Tidak Valid

Ket : $R_{pbis} \geq 0,3$: Valid

Dari hasil uji validitas (Lampiran 11), soal no 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16, dan 18 dinyatakan valid karena $R_{pbis} \geq 0,3$ dan soal no 1, 12, 13, 17, dan 19 dinyatakan tidak valid karena R_{pbis} kurang dari 0,3 sesuai dengan kriteria untuk menentukan butir instrumen tes dinyatakan valid dan dapat digunakan sebagai alat ukur hasil belajar jika nilai $R_{pbis} \geq 0,3$ dengan taraf signifikan 0,05. Maka dapat disimpulkan bahwa 12 soal dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk instrument tes penelitian.

Syarat kedua tes dapat digunakan sebagai instrument tes pada penelitian adalah memenuhi uji reliabilitas. Jika instrument telah memenuhi syarat uji validitas dan reliabilitas maka instrumen bisa digunakan untuk pengumpulan data penelitian. Hasil uji reliabilitas pada Tabel 12.

Tabel 11. Uji Reliabilitas Instrumen

Instrument	Alpha
Tes	0,728

Hasil uji reliabilitas menunjukkan alpha sebesar 0,728 Berdasarkan kriteria dapat dikatakan bahwa instrument tes berada dalam kategori baik dan reliable. Jika nilai korelasi sama dengan atau lebih besar dari 0,7 maka instrument tes dinyatakan reliable dan dapat digunakan. Sehingga instrument tes ini dapat digunakan sebagai alat ukur hasil belajar.

Analisis butir soal selanjutnya adalah tingkat kesukaran. Tingkat kesukaran ini dilakukan untuk melihat taraf kesukaran setiap butir soal. Hasil uji tingkat kesukaran disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji tingkat kesukaran butir soal

No butir	P	Kriteria	No butir	P	Kriteria
1	0,500	Sedang	11	0,650	Sedang
2	0,550	Sedang	12	0,150	Sukar
3	0,600	Sedang	13	0,550	Sedang
4	0,550	Sedang	14	0,700	Sedang
5	0,500	Sedang	15	0,600	Sedang
6	0,550	Sedang	16	0,450	Sedang
7	0,450	Sedang	17	0,750	Mudah
8	0,700	Sedang	18	0,600	Sedang
9	0,450	Sedang	19	0,500	Sedang
10	0,600	Sedang	20	0,500	Sedang

Kriteria P = 0,2 s.d 0,70 (sedang)
P = 0,10 – 0,19 (sukar) atau 0,71 – 0,90 (mudah),
P = < 0,10 (sangat sukar) atau > 0,90 (sangat mudah).

Hasil uji tingkat kesukaran butir soal menunjukkan bahwa soal no 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, dan 20 memiliki nilai p antara 0,2 - 0,7. Sesuai dengan kriteria uji maka soal-soal tersebut memiliki tingkat kesukaran sedang yang baik untuk digunakan pada instrument tes penelitian. Dan untuk butir soal 12 nilai p berada lebih dari 0,70 yang menandakan bahwa butir soal tersebut memiliki tingkat kesukaran tinggi dan soal no 17 berada pada tingkat kesukaran mudah tidak baik untuk digunakan.

Analisis berikutnya untuk butir soal adalah daya pembeda soal. Hasil uji daya beda soal disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil uji daya beda setiap butir soal

No butir	DP	Kriteria	No butir	DP	Kriteria
1	0,242	Kurang Baik	11	0,710	Sangat Baik
2	0,604	Baik	12	0,229	Kurang Baik
3	0,754	Sangat Baik	13	0,344	Baik
4	0,799	Sangat Baik	14	0,323	Baik
5	0,759	Sangat Baik	15	0,654	Baik
6	0,572	Baik	16	0,633	Baik
7	0,601	Baik	17	0,274	Kurang Baik
8	0,656	Baik	18	0,621	Baik
9	0,275	Kurang Baik	19	0,242	Kurang baik
10	0,649	Baik	20	0,242	Kurang Baik

Kriteria : 0 - 0,3 : kurang baik
0,3-0,7 : baik
>0,7 : sangat baik

Hasil uji daya beda soal menunjukkan bahwa soal no 1, 9, 12, 17, 19,dan 20 berada pada kriteria kurang baik. Dan untuk butir soal 2, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 16, dan 18 memiliki daya beda soal yang baik sesuai dengan kriteria yang ada. Serta butir soal no 3, 4, 5, dan 11 berada pada

kriteria daya beda sangat baik. Maka dari hasil analisis butir soal maka pada penelitian ini digunakan 12 butir soal yang memenuhi syarat untuk instrument tes pada penelitian yaitu butir soal nomor 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16, dan 18.

Analisa butir soal selanjutnya adalah pengujian distraktor. Distraktor merupakan soal pengecoh. Pengujian ini untuk mengetahui apakah soal pengecoh akan berfungsi dengan baik atau tidak. Hasil distraktor tiap butir soal disajikan pada tabel berikut :

Tabel 14. Hasil uji distraktor

No butir soal	DISTRACTOR					No Butir soal	DISTRACTOR				
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	Kunci	Baik	Baik	Baik	Baik	11	Kunci	Baik	Baik	Baik	Baik
2	Baik	Baik	Baik	Baik	Kunci	12	Baik	Baik	Baik	baik	Kunci
3	Kunci	Baik	Baik	buruk	Baik	13	Baik	Baik	Baik	baik	kunci
4	buruk	Baik	Baik	kunci	buruk	14	Baik	kunci	Baik	Baik	Baik
5	Baik	Baik	Baik	kunci	buruk	15	kunci	Baik	Baik	buruk	buruk
6	Baik	Baik	Kunci	Baik	buruk	16	buruk	Baik	Baik	baik	kunci
7	Baik	Baik	Baik	Kunci	buruk	17	Baik	Baik	Kunci	buruk	buruk
8	Baik	Kunci	Baik	Baik	Baik	18	Baik	kunci	Baik	baik	Buruk
9	Baik	Baik	Kunci	Baik	Baik	19	Baik	Baik	Baik	kunci	Buruk
10	Baik	Kunci	Baik	buruk	Baik	20	Baik	Baik	Kunci	baik	Baik

Dari hasil uji distraktor, rata-rata pengecoh berfungsi dengan baik. Ada beberapa pengecoh yang buruk artinya pilihan jawaban pengecoh ini tidak dipilih oleh seluruh peserta uji. Dari uji yang dilakukan untuk setiap butir soal yaitu uji validitas, reabilitas, tingkat kesukaran serta daya beda dan distraktor dapat dianalisa untuk menentukan soal-soal yang dapat digunakan. Berdasarkan analisa tersebut, soal yang digunakan sebagai instrument tes pada penelitian ini adalah butir soal nomor 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16, dan 18 berjumlah 12 butir soal.

2. Implementasi Modul

Implementasi modul pada pembelajaran kimia kelompok sains bertujuan untuk melihat apakah “modul berkenalan dengan protein dan lektin” dapat meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan dengan standar KKM kimia di sekolah. Siswa diberikan 2 perlakuan yaitu pretes dan postes. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *one-group eksperiment* artinya hanya ada satu kelompok atau grup yang digunakan pada penelitian ini. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 20 orang siswa. Soal pretes dan postes yang digunakan sebanyak 12 butir soal yang telah diuji validitas, reliabilitas, daya pembeda dan taraf kesukarannya.

Kegiatan awal pada penelitian ini adalah pemberian soal pretes kepada siswa. Data hasil pretes ini dapat dilihat pada tabel 15. Pretes bertujuan untuk mengetahui sejauh mana materi yang telah diketahui oleh siswa.

Tabel 15. Hasil pretes siswa

No	Interval	Frekuensi Pretes
1	25-32	5
2	33-40	3
3	41-48	4
4	49-56	4
5	57-64	2
6	65-72	2

Pemberian soal pretes dilakukan sebelum proses pembelajaran siswa menggunakan modul yakni dihari pertama penelitian. Dari hasil belajar siswa terlihat bahwa pengetahuan siswa masih sangat rendah. Setelah pretes, setiap siswa diberikan modul dan siswa diminta untuk membaca isi modul di rumah serta membentuk kelompok diskusi untuk pembelajaran keesokan harinya.

Penelitian hari kedua, dimulai dengan pertanyaan-pertanyaan awal yang diberikan oleh guru berkenaan dengan materi. Selanjutnya siswa berdasarkan kelompoknya diberikan kesempatan untuk maju mempresentasikan hasil diskusi kelompok mereka secara bergantian. Pada waktu diskusi kelompok siswa terlihat aktif dalam belajar dan saling bekerja sama. Mereka mengumpulkan banyak sumber materi berdasarkan isi modul. Guru dalam pembelajaran membimbing siswa dalam berdiskusi sehingga dalam pembelajaran ini siswa yang berperan aktif. Diakhir pembelajaran guru menyimpulkan materi ajar dan memberikan penguatan kepada siswa. Setelah proses pembelajaran dengan menggunakan modul selesai, dilakukan postes untuk mengetahui hasil belajar siswa. Hasil postes akan dibandingkan dengan hasil pretes untuk mengetahui pengaruh dari modul dalam pembelajaran kelompok sains. Nilai postes siswa dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil postes siswa

No	Interval	Frekuensi Postes
1	65-71	1
2	72-78	7
3	79-85	9
4	86-92	3

Tabel 17. Rata-rata nilai dari pretes dan postes siswa

	Pretes	Postes
rata-rata nilai	42,083	80,940

Dari tabel diatas dapat dilihat rata-rata nilai pretes adalah 42, 083 sedangkan rata-rata nilai postes adalah 80,94. Hal ini berarti bahwa rata-rata nilai pretes lebih kecil dari rata-rata nilai postes siswa. Besarnya nilai postes ini dimungkinkan dipengaruhi oleh penggunaan modul dalam pembelajaran. Selama pembelajaran berlangsung juga terlihat aktivitas

siswa menjadi lebih aktif dibanding kegiatan ekstrakurikuler sains seperti biasanya. Sumber belajar berupa modul pada penelitian ini berfungsi membantu guru untuk menggunakan waktu secara lebih baik dan memberikan kesempatan bagi siswa untuk berkembang sesuai dengan kemampuannya. Seperti penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lokaria (2012) dengan judul Isolasi dan Uji Aktivitas Ekstrak *J.multifida L* Terhadap Leukosit *M.musculus* Diinduksi Imunos Serta Aplikasinya pada Pembelajaran Kimia dengan Menggunakan Modul yang memberikan perbedaan signifikan antara kelas yang belajar menggunakan modul dibandingkan kelas yang tidak menggunakan modul.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan menguji hipotesis penelitian maka dilakukan analisa statistik dari data yang diperoleh. Syarat utama pengujian hipotesis adalah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas seperti yang terlihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil uji normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		Prestes	Postes
N		20	20
Normal Parameters ^a	Mean	44.5830	80.9365
	Std. Deviation	1.30441E1	6.45791
Most Extreme Differences	Absolute	.188	.245
	Positive	.188	.221
	Negative	-.154	-.245
Kolmogorov-Smirnov Z		.842	1.094
Asymp. Sig. (2-tailed)		.477	.183

Test berdistribusi normal.

Tabel 19. Hasil Uji Homogenitas nilai pretes-postes
Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
10.197	1	38	.003

Dari Tabel 18. disimpulkan bahwa data berdistribusi normal namun pada Tabel 19. Didapatkan nilai sig untuk uji homogenitas adalah 0,003. Kriteria suatu tes dikatakan homogen jika nilai sig > 0,05, maka uji homogenitas pretes dan postes adalah kedua data tidak homogen sehingga tidak dapat dilakukan uji-t statistik parametrik untuk penentuan hipotesis pada penelitian ini. Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji statistik non parametrik yaitu uji dua sampel berhubungan Wilcoxon. Dengan SPSS 16.0 didapat nilai sig untuk uji Wilcoxon adalah 0,000. Kriteria uji Wilcoxon dengan taraf kepercayaan 95 % yaitu jika nilai sig < 0,05 maka Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat disimpulkan berdasarkan uji Wilcoxon Ho ditolak dan Ha diterima karena nilai sig 0,000 < 0,05. Artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa kelompok sains antara nilai pretes dan postes setelah diberikan modul.

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil postes siswa dengan KKM (kriteria ketuntasan minimal) mata pelajaran kimia di sekolah. KKM untuk mata pelajaran kimia di SMA Muhammadiyah 4 adalah 70,05, maka dapat dilakukan perhitungan hipotesis uji satu sampel. Uji yang digunakan adalah uji t satu sampel. Hasil uji hipotesis ini disajikan pada tabel

Tabel 4.20. Hasil uji t satu sampel

	Kelas	Uji-t			Kesimpulan
		Df	t _{hitung}	t _{tabel}	
tes	Eksperimen	19	7,539	2,093	H _a : diterima

Dari hasil perhitungan uji-t hasil postes (lampiran 11) pada taraf signifikansi 0,05 dan derajat kebebasan (df) = 19 diperoleh $t_{hitung} = 7,539$ dan $t_{tabel} = 2,093$. Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka hipotesis nol (H_0) ditolak. Berarti hasil pembelajaran dengan menggunakan modul lebih tinggi dari pada KKM.

Dari hasil dua uji hipotesis ini menguatkan bahwa pada penelitian ini dapat dilihat modul memberikan pengaruh pada proses pembelajaran. Dimana hasil belajar siswa menjadi lebih baik. Hal ini sejalan dengan fungsi modul itu sendiri yaitu untuk meningkatkan motivasi dan konsentrasi siswa dalam belajar. Dengan menggunakan modul yang merupakan salah satu media pembelajaran mandiri bagi siswa akan membuat siswa belajar lebih baik dengan cara sendiri yang terfokus langsung pada penguasaan tujuan khusus atau seluruh tujuan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berat Molekul relatif lektin buah *J.multifida L* dari kelima pita yang diperoleh dari elektroforesis SDS 1-D secara berturut-turut yaitu pita a (15,842 KDa), pita b (22,213 KDa), pita c (48,876 KDa), pita d (85,851 KDa), pita e (134,728 KDa).
2. Uji aktivitas protein lektin dari buah *J.multifida L* menunjukkan bahwa lektin berlaku sebagai mitogen proliferasi limfosit yang dapat menaikkan jumlah limfosit mencit pada variasi dosis lektin dan pada dosis 0,6 mg/30 g bb merupakan dosis optimum peningkatan jumlah limfosit pada mencit sebesar 73,617%.
3. Pembelajaran menggunakan modul hasil implementasi dari penelitian sains dapat meningkatkan hasil belajar siswa dari nilai rata-rata hasil pretes siswa adalah 42,083 mengalami peningkatan pada postes menjadi 80,940 lebih besar dari standar KKM kimia di sekolah.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan protein yang lebih murni sehingga dapat dilakukan elektroforesis 2 dimensi, karena pada penelitian ini belum dilakukannya proses dialisis.
2. Pada uji hemaglutinasi pengulangan yang dilakukan adalah ulangan tetes, untuk selanjutnya perlu dilakukan variasi ulangan orang.
3. Pada uji aktivitas lektin hanya dikhususkan pada jumlah limfosit, maka penelitian selanjutnya dapat melihat aktivitas lektin terhadap bagian leukosit lainnya maupun lebih spesifik terhadap sel T atau sel B limfosit.

4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk dilakukan penggunaan modul pada kelompok sains sekolah lainnya.
5. Pembuatan modul yang lebih lengkap berisi hasil penelitian secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Delves and Root. 2000. *The Immune System*. The New England Journal of Medicine. Volume 343-2
- Dennis, D.T., D.B. Layzell, D.D. LefeBvre and D.H. Turpin. 1997. *Plant Metabolism. Book. Second Edition*. Addison Wesley Longman Limited. Essex, England. 631 pp.
- Diniah. 2012. *Uji Aktivitas Lektin Biji Jatropha multifida. L terhadap Kecepatan Penggumpalan Sel Darah Merah serta Implementasinya pada Pembelajaran dengan Media Power Point Beranimasi [tesis]*. Bengkulu : Universitas Bengkulu
- Erniati, 2012. *Uji Lektin embrio Padi (Oriza Sativa L) terhadap Kecepatan Hemaglutinasi Darah dan Implementasinya dalam Pembelajaran Menggunakan Media Power Point Animasi*. Bengkulu : FKIP Universitas Bengkulu.Tesis
- Fapitri, Y. 2007. *Pengaruh Ekstrak Protein dari Kotiledon Biji Kepayang (Pangium edule) Terhadap Kecepatan Hemaglutinasi Sel Darah Merah Kelinci Sebelum dan Sesudah Dialisis [SKRIPSI]*.Bengkulu : Universitas Bengkulu.
- Fawcett, DW. 2002. *Buku Ajar Histologi*. Jakarta : EGC
- Hamid, R., and Masood, A. 2009. *Dietary lectins as disease causing toxicants*. Pakistan Journal of Nutrition 8 (3) ISSN 1680-5194 pp. 293-303.
- Hariana, Arief. 2006. *Tumbuhan Obat Dan Khasiatnya*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Haryanto, H. 2002. *Hemaglutinasi Sel Darah Merah Oleh Protein Lektin Yang Diekstrak Dari Jamur Yang Dapat Dimakan*. FMIPA. Universitas Bengkulu : Bengkulu.

- Hoffbrand, A.V., J.E. Pettit, P.A.H. Moss. 2005. *Hematologi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Janeway, C., P. Travers, M. Walport, dan M. Shlomchik. 2001. *Immunobiology*; Fifth Edition. *Garland Science, New York and London*
- Lie dan Chang. 2008. *Lectin of Concanavalin A as an anti-hepatoma therapeutic*. *Jurnal Biomedis, Ilmu* 2009 16: 10 DOI: 10.1186/1423-0127-16-10
- Lokaria, Eka. 2012. *Isolasi, Uji Aktivitas Ekstrak J.multifida L Terhadap Leukosit M.musculus Diinduksi Imunos dan Aplikasinya Pada Pembelajaran Kimia Dengan Menggunakan Modul (tesis)*. Bengkulu : Unuversitas Bengkulu
- Miksusanti. 2010. *Proliferasi Sel Limfosit Secara In Vitro oleh Minyak Atsiri Temu Kunci dan Film Edibel Anti Bakteri*. *Jurnal Penelitian Sains*. Edisi khusus Juni 2010(C):10-06-07
- Mulyasa, E.C. 2002. *Kurikulum Berbasis Kompetensi, Konsep, Karakteristik Dan Implementasi*. Rosdakarya : Bandung
- Musser, G., Amori, G., Hutterer, R., Krystufek, B., Yigit, N and Mitsain, G. 2008. *Mus musculus*. In : IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011. 1. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/13972/0> [10 Desember 2012]
- Ronald dan Richard, 2000. *Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium*. Jakarta : EGC
- Sardiman. dkk. 2001. *Media Pendidikan*. Pustekkan Depdikbud: Rajawali Press
- Stryer, Lubert. 2000. *Biokimia I*. Jakarta: EGC
- Subana dan Sudrajat. 2005. *Dasar-Dasar Penelitian Ilmiah*. Bandung: Pustaka Setia
- Sudjana, Nana. 2006. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya

- Swanson, D, Michael, dkk. 2010. *A Lectin Isolated from Banana is a Potent Inhibitor of HIV Replication*. Michigan : The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, The Journal of Biological Chemistry.
- Virella, Gabriel. 2005. *Medical Immunology*. New York: Marcel Dekker, Inc
- Wilson, K dan Walker, J. 2000. *Principles and Techniques of Practical Biochemistry*. Fifth ed. Cambridge University Press.
- Zhang, et al. 2009. *Biological Properties and Characterization of Lectins of Red Kidney Bean (Phaseolus vulgaris)*. Food Reviews International, 25:1-16. ISSN: 8755-9129 cetak / 1525-6103

L

A

M

P

I

R

A

N

Lampiran 1. Jadwal kegiatan

Kegiatan	Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				Mei							
	Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu											
	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Persiapan : 1.1. Persiapan 1.2. Pertemuan dengan pembimbing 1.3. Membuat rencana 1.4. Menetapkan desain penelitian 1.5. Menyusun format pengumpulan data																																
2. Operasional di Lapangan/Lab 2.1. Mempersiapkan dan menyediakan alat/bahan 2.2. Mengadakan kerja Lab 2.3. Mengumpulkan data 2.4. Analisa data 2.5. Diskusi dan evaluasi hasil analisa 2.6. Membuat kesimpulan hasil/pembahasan																																
3. Implementasi di universitas/masyarakat																																
4. Menyusun laporan hasil penelitian 4.1. Menyusun konsep laporan 4.2. Diskusi hasil dengan pembimbing 4.3. Penyusunan Laporan akhir 4.4. Penyusunan bahan ujian																																
5. Penggandaan laporan hasil 5.1. penggandaan laporan 5.2. Pengiriman laporan ke penguji																																
6. Ujian Tesis																																
7. Jumlah waktu yang dibutuhkan																																

Lampiran 2.

A. Hasil ekstraksi protein buah *J. multifida L*

No	Bahan	Beratawal	Beratekstrak protein	% hasil ($\frac{W_{akhir}}{W_{awal}} \times 100\%$)	Ket
1	Buah	30 gram	1.2187	4.062	

B. Penentuan konsentrasi protein

Pembuatan kurva standar

12 mg Albumin murni dimasukkan ke dalam labu reaksi 10 mL, kemudian ditambahkan aquadest hingga tanda batas.

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi awal larutan BSA} &= 120 \mu\text{g} / 10 \text{ mL} \\ &= 12 \mu\text{g} / 1\text{mL} \\ &= 12 \mu\text{g/mL} \end{aligned}$$

Dibuatkan pengenceran konsentrasi awal larutan albumin murni menjadi, 2 $\mu\text{g/mL}$, 4 $\mu\text{g/mL}$, 6 $\mu\text{g/mL}$, 8 $\mu\text{g/mL}$, 10 $\mu\text{g/mL}$ dengan menggunakan persamaan:

$$V1. M1 = V2. M2$$

Diketahui :

- V1 = Volume awal larutan Albumin murni
- V2 = Volume larutan Albumin murni yang ingin dicapai (akhir)
- M1 = Konsentrasi larutan Albumin murni awal
- M2 = Konsentrasi larutan Albumin murni akhir

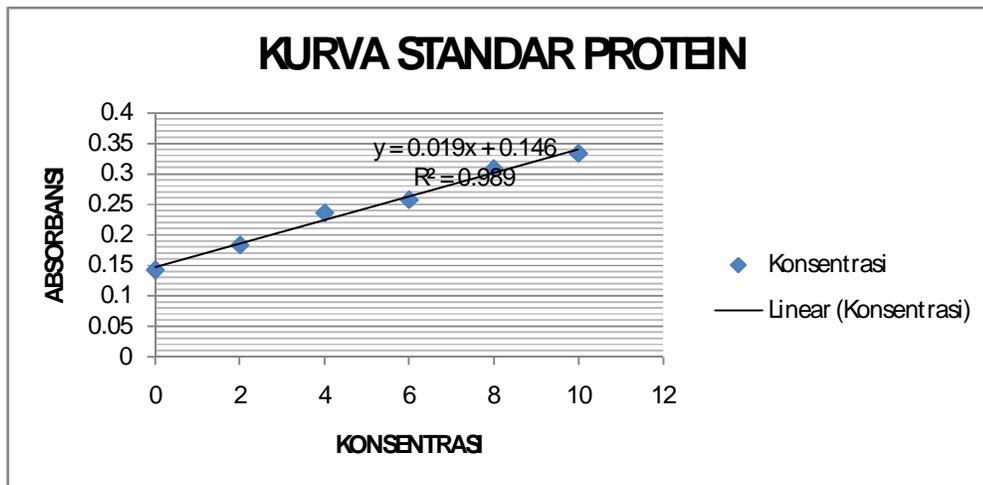
Perhitungan pengenceran

2 $\mu\text{g/mL}$	$V1. M1 = V2. M2$ $V1 (12 \mu\text{g/mL}) = 1\text{mL} (2\mu\text{g/mL}) \text{ mL}$ $V1 = 0,167 \text{ mL}$ <p>(0,167 mL dilarutkan hingga 1mL aquadest)</p>	4	$V1. M1 = V2. M2$ $V1 (12 \mu\text{g/mL}) = 1\text{mL} (4\mu\text{g/mL})$ $V1 = 0,333 \text{ mL}$ <p>(0,333 mL dilarutkan hingga 1mL aquadest)</p>
6 $\mu\text{g/mL}$	$V1. M1 = V2. M2$ $V1 (12 \mu\text{g/mL}) = 1\text{mL} (6\mu\text{g/mL}) \text{ mL}$ $V1 = 0,5\text{mL}$ <p>(0,5 mL dilarutkan hingga 1mL aquadest)</p>	8	$V1. M1 = V2. M2$ $V1 (12 \mu\text{g/mL}) = 1\text{mL} (8\mu\text{g/mL})$ $V1 = 0,667 \text{ mL}$ <p>(0,667 mL dilarutkan hingga 1mL aquadest)</p>
	$V1. M1 = V2. M2$		

10µg/mL $V_1 (12 \mu\text{g/mL}) = 1\text{mL} (10\mu\text{g/mL})$
 $V_1 = 0,8 \text{ mL}$
 (0,8 mL dilarutkan hingga 1mL aquadest)

Hasil absorbansi

Konsentrasi (µg/mL)	Absorbansi
0	0.1420
2	0.1833
4	0.2360
6	0.2574
8	0.3086
10	0.3338



Hasil analisis regresi

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995 ^a	.989	.986	.008494

a. Predictors: (Constant), konsentrasi

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.026	1	.026	364.273	.000 ^a
	Residual	.000	4	.000		
	Total	.027	5			

a. Predictors: (Constant), konsentrasi

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.026	1	.026	364.273	.000 ^a
	Residual	.000	4	.000		
	Total	.027	5			

b. Dependent Variable: absorbansi

Tabel *Summary output* ini melaporkan kekuatan hubungan antara model (variabel bebas) dengan variabel terikat. **Multiple R** (R majemuk) adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat (keeratan) hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama-sama. Pada kasus ini yaitu dua variabel (satu variabel bebas (x) dan satu variabel terikat (y)), Nilai R yang lebih besar (+ atau -) menunjukkan hubungan yang lebih kuat. Jadi dapat dilihat dari tabel *Summary output* di atas nilai r adalah sebesar 0,989 atau 98,9 %. Nilai tersebut mendekati nilai 1 jadi dapat dikatakan bahwa hubungan variabel antara konsentrasi dengan absorbansi sangat erat kaitannya.

Uji Signifikansi Simultan (Uji F) untuk menunjukkan apakah semua variabel Independen/bebas yang dimasukkan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel dependen/terikat. Nilai $F_{hitung} = 364.273$ dan $F_{tabel 0,05 (4:1)} = 7,74$.

Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka dapat dinyatakan bahwa variabel independen (konsentrasi) secara simultan (bersama-sama) berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (absorbansi).

No	Bahan	Absorbansi	Konsentrasi (µg/mL)	Ket
1	Buah	0.3404	10.2316	

Perhitungan Konsentrasi:

Buah

Absorbansi = 0.3404

$$y = 0.019x + 0.1466$$

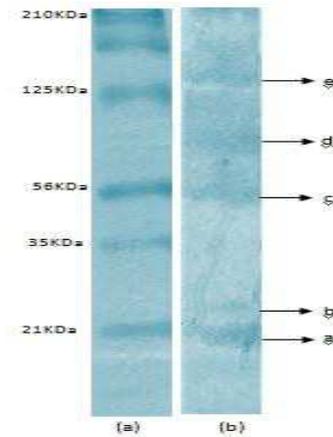
$$x = \frac{y - 0.146}{0.019}$$

$$x = \frac{0.3404 - 0.146}{0.019}$$

$$x = 10.2316 \text{ (}\mu\text{g/ mL)}$$

Lampiran 3. Hasil elektroforesis

1. Gambar gel hasil elektroforesis



Gambar Gel hasil elektroforesis (a : protein standar, b:protein buah)

2. Perhitungan massa molekul relatif protein :

Analisa perkiraan berat molekul

a. Tentukan Jarak dan Mr protein standar

Jarak	Mr
0.5	210
3	125
6.5	56
8	35
11	21

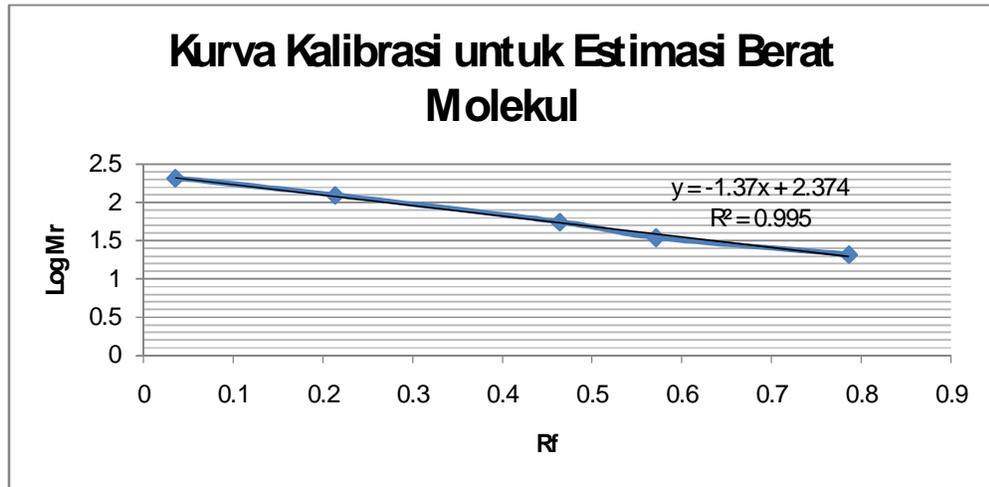
b. Menentukan Rf dan anti log Mr protein standar

$$Rf = \frac{\text{Jarak pergerakan pita protein dari tempat awal}}{\text{jarak pergerakan warna pelacak dari tempat awal}}$$

Jarak pergerakan warna pelacak pada gel adalah 14 skala (jarak pergerakan diukur pada gambar dengan skala 1:2). Hasil perhitungan adalah :

Rf	Log Mr
0.036	2.322
0.214	2.097
0.464	1.748
0.571	1.544
0.786	1.322

Hubungkan Rf dan log Mr tersebut pada kurva linier. Kurva yang diperoleh adalah :



Analisis regresi linier

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.998 ^a	.995	.993	.032949

a. Predictors: (Constant), Rf

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.654	1	.654	602.370	.000 ^a
	Residual	.003	3	.001		
	Total	.657	4			

a. Predictors: (Constant), Rf

b. Dependent Variable: Mr

Tabel *Summary output* ini melaporkan kekuatan hubungan antara model (variabel bebas) dengan variabel terikat. **Multiple R** (R majemuk) adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat (keeratan) hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama-sama. Pada kasus ini yaitu dua

variabel (satu variabel bebas (x) dan satu variable terikat (y)), Nilai R yang lebih besar (+ atau -) menunjukkan hubungan yang lebih kuat. Jadi dapat dilihat dari table Summary output diatas nilai r adalah sebesar 0,995 atau 99,5%. Nilai tersebut mendekati nilai 1 jadi dapat dikatakan bahwa hubungan variabel antara Rf dengan Log Mr sangat erat kaitannya.

Uji Signifikansi Simultan (Uji F) untuk menunjukkan apakah semua variabel Independen/bebas yang dimasukkan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel dependen/terikat. Nilai $F_{hitung} = 602.370$ dan $F_{tabel 0,05 (3:1)} = 10,13$

Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka dapat dinyatakan bahwa variabel independen (konsentrasi) secara simultan (bersama-sama) berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (absorbansi).

Persamaan regresi linier adalah : $y = -1.37x + 2.3741$

jarak	Rf
2.500	0.179
4.500	0.321
7.000	0.500
10.500	0.750
12.000	0.857
log Mr	Anti log Mr
2.129	134.728
1.934	85.851
1.689	48.876
1.347	22.213
1.200	15.842

Maka, akan diperoleh Mr lektin pada keempat bercak adalah a (15,842 KDa); b(22,213 KDa), c (48,876KDa), d(85,818 KDa) dan e(134,728 KDa)

Lampiran 4. Uji hemaaglutinasi darah normal (sehat)

Protein buah *J. multifida L*

No	Golongan Darah	Konsentrasi lektin (w/v)	Pengulangan (tetesan)	Aktifitas			Rata-rata
				Gumpal	Tidak	Waktu pengumpalan	
1	A	8%	1	√		0:59	59,6
			2	√		1:00	
			3	√		1:02	
			4	√		0:59	
			5	√		0:58	
2	B	8%	1	√		0:56	58,2
			2	√		0:59	
			3	√		0:58	
			4	√		1:00	
			5	√		0:58	
3	AB	8%	1	√		1:01	61,2
			2	√		1:01	
			3	√		1:01	
			4	√		1:00	
			5	√		1:03	
4	O	8%	1		√	-	
			2		√	-	
			3		√	-	
			4		√	-	
			5		√	-	

Lampiran 5. Hasil perjitungan Jumlah Limfosit mencit

Tabel Hasil Perlakuan pemberian Lektin Buah Jatropah Multifida L. terhadap Jumlah

Komponen Sel Darah Putih Mencit

P0	Basofil	eosinofil	netrofil batang	netrofil segmen	limfosit	Monosit	jml
P01	0	0	3	35	57	5	100
p02	0	0	2	22	65	11	100
p03	0	0	0	45	54	1	100
p04	0	0	2	44	54	0	100
p05	0	0	7	42	47	4	100
p06	0	2	6	37	48	7	100
jumlah	0	2	20	225	325	28	600

Rata-rata Limfosit : 54.166667

P1	Basofil	eosinofil	netrofil batang	netrofil segmen	limfosit	monosit	jumlah
P11	0	3	3	23	64	7	100
P12	0	4	9	32	52	3	100
P13	0	1	6	25	68	0	100
P14	0	2	2	27	65	4	100
P15	0	3	6	33	57	1	100
P16	0	3	7	30	59	1	100
Jumlah	0	16	33	170	365	16	600

rata-rata limfosit : 60.833333

P2	Basofil	eosinofil	netrofil batang	netrofil segmen	limfosit	monosit	jumlah
P21	0	0	1	17	82	0	100
P22	0	2	5	31	61	1	100
P23	0	1	8	26	61	4	100
P24	0	1	2	31	64	2	100
P25	0	1	4	29	62	4	100
P26	0	1	1	29	68	1	100
Jumlah	0	6	21	163	398	12	600

Rata-rata Limfosit : 66.333333

P3	basofil	eosinofil	netrofil batang	netrofil segmen	limfosit	monosit	jumlah
P31	0	0	10	26	62	2	100
P32	0	0	4	19	74	3	100
P33	0	0	5	23	71	1	100
P34	0	0	6	19	74	1	100
P35	0	1	6	17	76	0	100
P36	0	2	2	12	82	2	100
Jumlah	0	3	33	116	439	9	600

Rata-rata Limfosit : 71.4

perlakuan	jumlah pengulangan	sel darah putih						Jmlh
		Basofil	eosinofil	netrofil batang	netrofil segmen	limfosit	Monosit	
P0	6	0	2	20	225	325	28	600
P1	6	0	16	33	170	365	16	600
P2	6	0	6	21	163	398	12	600
P3	6	0	3	33	116	439	9	600

Lampiran 6. Hasil uji statistic pengaruh pemberian lektin terhadap jumlah limfosit

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
jumlah_limfosit P0	.177	6	.200*	.925	6	.545
P1	.204	6	.200*	.963	6	.841
P2	.280	6	.155	.743	6	.017
P3	.217	6	.200*	.938	6	.645

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
jumlah_limfosit Based on Mean	.125	3	20	.944
Based on Median	.033	3	20	.992
Based on Median and with adjusted df	.033	3	14.454	.992
Based on trimmed mean	.092	3	20	.964

Kruskal wallis

Ranks

	perlakuan	N	Mean Rank
jumlah_limfosit	P0	6	5.67
	P1	6	10.67
	P2	6	14.17
	P3	6	19.50
	Total	24	

Test Statistics^{a,b}

	jumlah_limfosit
Chi-Square	12.268
df	3
Asymp. Sig.	.007

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan

Ranks

	perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit	P0	6	3.67	22.00
	P3	6	9.33	56.00
	Total	12		

Uji mann whitney

Ranks

	perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit	P0	6	3.67	22.00
	P3	6	9.33	56.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	22.000
Z	-2.732
Asymp. Sig. (2-tailed)	.006
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Ranks

perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit P0	6	4.83	29.00
P1	6	8.17	49.00
Total	12		

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	8.000
Wilcoxon W	29.000
Z	-1.610
Asymp. Sig. (2-tailed)	.107
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.132 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Ranks

perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit P0	6	4.17	25.00
P2	6	8.83	53.00
Total	12		

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	4.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-2.250
Asymp. Sig. (2-tailed)	.024
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.026 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Ranks

perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit P0	6	3.67	22.00
P3	6	9.33	56.00
Total	12		

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	22.000
Z	-2.732
Asymp. Sig. (2-tailed)	.006
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.004 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Ranks

perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit P1	6	5.50	33.00
P2	6	7.50	45.00
Total	12		

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	12.000
Wilcoxon W	33.000
Z	-.966
Asymp. Sig. (2-tailed)	.334
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.394 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Ranks

Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit P1	6	4.00	24.00
P3	6	9.00	54.00
Total	12		

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	24.000
Z	-2.406
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.015 ^a

a. Not corrected for ties.

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	24.000
Z	-2.406
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.015 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Ranks

perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
jumlah_limfosit P2	6	4.83	29.00
P3	6	8.17	49.00
Total	12		

Test Statistics^b

	jumlah_limfosit
Mann-Whitney U	8.000
Wilcoxon W	29.000
Z	-1.613
Asymp. Sig. (2-tailed)	.107
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.132 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: perlakuan

Lampiran 7 . Lembar validasi modul

**INSTRUMEN PENILAIAN KUALITAS MODUL
UNTUK PANELIS / VALIDATOR**

Judul Modul : Berkenalan dengan Protein dan Lektin
 Mata Pelajaran : Kimia (kelompok Sains)
 Penulis : Vovy Voesvita Sary
 Validator :
 Bidang Keahlian :

Petunjuk pengisian.

Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan tanda check (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian yang diminta dalam instrumen penilaian berikut.

- 1 = kurang baik/sesuai
- 2 = cukup
- 3 = ragu-ragu
- 4 = baik
- 5 = sangat baik/sesuai

No	Komponen	1	2	3	4	5	Saran
	KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar						
2	Kebenaran substansi materi						
3	Keluasan materi						
4	Kedalaman materi						
5	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan						
	KEBAHASAAN						
6	Pesan yang disampaikan mudah dan langsung dipahami peserta didik						
7	Struktur kalimat efektif (mohon langsung dibetulkan)						
	SAJIAN						
8	Kejelasan Tujuan						
9	Urutan Penyajian						
10	Kesesuaian Ilustrasi (teks, gambar dan tabel)						

Saran Validator:

.....

Bengkulu,2013
 Validator

 NIP.

TABEL DAFTAR ISI INSTRUMEN VALIDITAS MODUL OLEH AHLI

Kriterin Nilai

- Nilai 5 : sangat setuju
- Nilai 4 : Setuju
- Nilai 3 : Kurang Setuju
- Nilai 2 : Tidak setuju
- Nilai 1 : Sangat tidak setuju

NO	KOMPONEN	Nilai				
		V1	V2	V3	V4	V5
	KELAYAKAN ISI					
1	Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar	4	4	4	4	4
2	Kebenaran substansi materi	5	5	5	5	5
3	Keluasan materi	3	3	4	4	4
4	Kedalaman materi	4	4	4	4	4
5	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan	5	5	5	5	5
	KEBAHASAAN					
6	Pesan yang disampaikan mudah dan langsung dipahami peserta didik	4	4	5	5	5
7	Struktur kalimat efektif (mohon langsung dibetulkan)	4	5	4	4	4
	SAJIAN					
8	Kejelasan Tujuan	4	4	4	4	4
9	Urutan Penyajian	5	5	5	5	5
10	Kesesuaian Ilustrasi (teks, gambar dan tabel)	5	5	5	4	4

$$Rata - rata = \frac{Total}{Skor Maksimal opsi} = \frac{220}{50} = 4,4$$

Jadi, rata-rata respon validator terhadap modul adalah 4,4 berada pada kategori baik.

$$Persentase = \frac{Total}{Skor Maksimum} = \frac{220}{250} \times 100\% = 88\%$$

*) Dari ke 5 panelis di uji kesamaan dengan uji statistik ICC

Lampiran 8. Instrumen validasi soal evaluasi

INSTRUMEN VALIDASI SOAL

Nama Panelis :
Jabatan :
Tanggal Penilaian :

Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan tanda check (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian yang diminta dalam instrumen penilaian berikut.

Aspek penilaian soal:

1. Materi sesuai dengan silabus dan aspek berfikir
2. Konstruksi (gambar, grafik, tabel dan soal) dirumuskan secara jelas
3. Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD, komunikatif dan santun
4. Kunci soal ada dan benar / tidak salah ketik.

Kriteria penilaian:

1. Jika soal memenuhi empat aspek maka mempunyai nilai 5
2. Jika soal memenuhi tiga aspek maka mempunyai nilai 4
3. Jika soal memenuhi dua aspek maka mempunyai nilai 3
4. Jika soal memenuhi satu aspek maka mempunyai nilai 2
5. Jika soal tidak memenuhi keempat 4 aspek maka mempunyai nilai 1

Butir soal	Aspek Penilaian				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Keterangan: Soal terlampir

Bengkulu,2013
Validator

NIP.

Hasil validasi soal oleh ahli

TABEL DAFTAR ISIAN INSTRUMEN VALIDASI SOAL OLEH AHLI

butir soal	Panelis				
	1	2	3	4	5
1	4	4	4	4	4
2	5	5	5	5	5
3	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	4	4	4	4	4
7	4	4	5	5	5
8	4	5	4	4	4
9	4	4	4	4	4
10	5	5	5	5	5
11	3	3	4	4	4
12	4	4	4	4	4
13	5	5	5	5	5
14	4	4	4	4	4
15	3	3	4	4	4
16	5	5	5	5	5
17	4	4	5	5	5
18	4	4	4	4	4
19	5	5	5	4	4
20	5	5	5	5	5

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Total}}{\text{Skor Maksimal opsi}} = \frac{436}{100} = 4,36$$

Jadi, rata-rata respon validator terhadap soal adalah 4,36 berada pada kategori baik.

Keterangan :

Panelis 1 : Eka Lokaria, M.Pd.Si

Panelis 2 : Amir Hamzah M.Pd.Si

Panelis 3 : Ferly Kristian, S.Pd

Panelis 4 : Yoza Fitriadi, S.Pd

Panelis 5 : Agus Wahyudi, S.Pd

Lampiran 9. Perhitungan ICC validasi modul

Validasi modul

Data hasil uji panelis :

No	p1	p2	p3	p4	p5	T	T ²	rata-rata
1	4	4	4	4	4	20	400	4
2	5	5	5	5	5	25	625	5
3	4	4	4	4	3	19	361	3.8
4	4	4	4	4	4	20	400	4
5	5	5	5	5	5	25	625	5
6	4	4	5	5	5	23	529	4.6
7	4	5	4	4	4	21	441	4.2
8	4	4	4	4	4	20	400	4
9	5	5	5	5	5	25	625	5
10	5	5	5	4	4	23	529	4.6

Perhitungan ICC modul

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.909	5

ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between People	10.180	9	1.131		
Within People					
Between Items	.280	4	.070	.677	.612
Residual	3.720	36	.103		
Total	4.000	40	.100		
Total	14.180	49	.289		

Grand Mean = 4.4200

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^a	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.665 ^b	.404	.883	10.946	9	36	.000
Average Measures	.909 ^c	.772	.974	10.946	9	36	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- a. Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition-the between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- b. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Lampiran 10. Perhitungan ICC validasi instrument tes

Validasi Butir soal oleh Ahli :

Data hasil uji panelis :

butir soal	Panelis							
	1	2	3	4	5	T	T ²	rata-rata
1	4	4	4	4	5	21	441	4.2
2	5	5	5	5	5	25	625	5
3	4	4	4	4	4	20	400	4
4	4	4	4	3	3	18	324	3.6
5	5	5	5	5	5	25	625	5
6	4	4	4	4	4	20	400	4
7	4	4	5	5	5	23	529	4.6
8	4	5	4	4	4	21	441	4.2
9	4	4	4	4	4	20	400	4
10	5	5	5	5	5	25	625	5
11	3	3	4	4	4	18	324	3.6
12	4	4	4	4	4	20	400	4
13	5	5	5	5	5	25	625	5
14	4	4	4	4	4	20	400	4
15	3	3	3	4	4	17	289	3.4
16	5	5	5	5	5	25	625	5
17	4	4	4	4	5	21	441	4.2
18	4	4	4	4	4	20	400	4
19	4	4	4	4	4	20	400	4
20	5	5	5	5	5	25	625	5

Perhitungan ICC validasi instrument tes

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.938	5

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between People	27.390	19	1.442		
Within People Between Items	.440	4	.110	1.237	.303
Residual	6.760	76	.089		
Total	7.200	80	.090		
Total	34.590	99	.349		

Grand Mean = 4.2900

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^a	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.753 ^b	.599	.876	16.207	19	76	.000
Average Measures	.938 ^c	.882	.972	16.207	19	76	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- a. Type C intraclass correlation coefficients using a consistency definition-the between-measure variance is excluded from the denominator variance.
- b. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Lampiran 11. Analisis butir soal

MicroCAT (tm) Testing System
 Copyright (c) 1982, 1984, 1986, 1988 by Assessment Systems Corporation

Item and Test Analysis Program -- ITEMAN (tm) Version 3.00

Item analysis for data from file VOFI.TXT

Page 1

Item Statistics					Alternative Statistics				
Seq. No.	Scale	Prop. Correct	Point Biser.	Point Biser.	Alt. Prop.	Endorsing	Point Biser.	Point Biser.	Key
1	0-1	0.500	0.242	0.193	A	0.500	0.242	0.193	*
					B	0.250	0.132	0.097	
					C	0.150	-0.434	-0.283	
					D	0.050	-0.494	-0.234	
					E	0.050	0.131	0.062	
					Other	0.000	-9.000	-9.000	
2	0-2	0.550	0.604	0.481	A	0.050	-0.494	-0.234	
					B	0.200	-0.221	-0.155	
					C	0.150	-0.268	-0.175	
					D	0.050	-0.619	-0.293	
					E	0.550	0.604	0.481	*
					Other	0.000	-9.000	-9.000	
3	0-3	0.600	0.754	0.595	A	0.600	0.754	0.595	*
					B	0.100	0.228	0.133	
					C	0.200	-0.820	-0.574	
					D	0.000	-9.000	-9.000	
					E	0.100	-0.580	-0.339	
					Other	0.000	-9.000	-9.000	
4	0-4	0.550	0.799	0.636	A	0.050	-0.494	-0.234	
					B	0.200	-0.727	-0.509	
					C	0.150	-0.323	-0.211	
					D	0.550	0.799	0.636	*
					E	0.050	0.131	0.062	
					Other	0.000	-9.000	-9.000	
5	0-5	0.500	0.759	0.606	A	0.150	-0.379	-0.247	
					B	0.200	-0.543	-0.380	
					C	0.100	-0.213	-0.125	
					D	0.500	0.759	0.606	*
					E	0.050	-0.244	-0.115	
					Other	0.000	-9.000	-9.000	
6	0-6	0.550	0.572	0.455	A	0.250	-0.558	-0.409	
					B	0.100	0.007	0.004	
					C	0.550	0.572	0.455	*
					D	0.100	-0.286	-0.168	
					E	0.000	-9.000	-9.000	
					Other	0.000	-9.000	-9.000	

MicroCAT (tm) Testing System
 Copyright (c) 1982, 1984, 1986, 1988 by Assessment Systems Corporation

Item and Test Analysis Program -- ITEMAN (tm) Version 3.00

Item analysis for data from file VOV1.TXT

Page 2

Item Statistics					Alternative Statistics			
Seq. No.	Scale	Prop. Correct	Prop. Biser.	Point Biser.	Alt. Prop.	Endorsing	Prop. Biser.	Point Biser. Key
7	0-7	0.450	0.601	0.478	A	0.100	-0.140	-0.082
					B	0.300	-0.100	-0.076
					C	0.150	-0.766	-0.500
					D	0.450	0.601	0.478 *
					E	0.000	-9.000	-9.000
					Other	0.000	-9.000	-9.000
8	0-8	0.700	0.656	0.498	A	0.050	-0.244	-0.115
					B	0.700	0.656	0.498 *
					C	0.100	-0.580	-0.339
					D	0.100	-0.654	-0.382
					E	0.050	0.131	0.062
					Other	0.000	-9.000	-9.000
9	0-9	0.450	0.275	0.219	A	0.100	-0.433	-0.253
					B	0.250	-0.274	-0.201
					C	0.450	0.275	0.219 *
					D	0.150	0.119	0.078
					E	0.050	0.256	0.121
					Other	0.000	-9.000	-9.000
10	0-10	0.650	0.649	0.504	A	0.200	-0.635	-0.445
					B	0.650	0.649	0.504 *
					C	0.100	-0.066	-0.039
					D	0.000	-9.000	-9.000
					E	0.050	-0.494	-0.234
					Other	0.000	-9.000	-9.000
11	0-11	0.650	0.719	0.558	A	0.650	0.719	0.558 *
					B	0.100	-0.654	-0.382
					C	0.150	-0.655	-0.428
					D	0.050	0.506	0.240
					E	0.050	-0.494	-0.234
					Other	0.000	-9.000	-9.000
12	0-12	0.150	0.229	0.150	A	0.200	0.101	0.071
					B	0.200	-0.221	-0.155
					C	0.200	0.055	0.039
					D	0.250	-0.112	-0.082
					E	0.150	0.229	0.150 *
					Other	0.000	-9.000	-9.000

MicroCAT (tm) Testing System
 Copyright (c) 1982, 1984, 1986, 1988 by Assessment Systems Corporation

Item and Test Analysis Program -- ITEMAN (tm) Version 3.00

Item analysis for data from file VOV1.TXT

Page 3

Item Statistics					Alternative Statistics			
Seq. No.	Scale	Prop. Correct	Point Biser.	Point Biser.	Alt. Prop.	Endorsing	Biser.	Point Biser. Key
13	0-13	0.550	0.344	0.273	A	0.050	-0.494	-0.234
					B	0.200	-0.129	-0.090
					C	0.050	-0.619	-0.293
					D	0.150	0.064	0.042
					E	0.550	0.344	0.273 *
					Other	0.000	-9.000	-9.000
14	0-14	0.700	0.323	0.245	A	0.100	-0.066	-0.039
					B	0.700	0.323	0.245 *
					C	0.100	-0.507	-0.296
					D	0.050	-0.244	-0.115
					E	0.050	0.131	0.062
					Other	0.000	-9.000	-9.000
15	0-15	0.600	0.654	0.516	A	0.600	0.654	0.516 *
					B	0.300	-0.582	-0.442
					C	0.100	-0.286	-0.168
					D	0.000	-9.000	-9.000
					E	0.000	-9.000	-9.000
					Other	0.000	-9.000	-9.000
16	0-16	0.450	0.633	0.504	A	0.000	-9.000	-9.000
					B	0.150	-0.655	-0.428
					C	0.250	-0.112	-0.082
					D	0.150	-0.268	-0.175
					E	0.450	0.633	0.504 *
					Other	0.000	-9.000	-9.000
17	0-17	0.750	0.274	0.201	A	0.100	0.448	0.262 ?
					B	0.150	-0.710	-0.464
					C	0.750	0.274	0.201 *
					D	0.000	-9.000	-9.000
					E	0.000	-9.000	-9.000
					Other	0.000	-9.000	-9.000
18	0-18	0.600	0.621	0.489	A	0.050	0.131	0.062
					B	0.600	0.621	0.489 *
					C	0.250	-0.477	-0.350
					D	0.100	-0.580	-0.339
					E	0.000	-9.000	-9.000
					Other	0.000	-9.000	-9.000

CHECK THE KEY

C was specified, A works better

Item and Test Analysis Program -- ITEMAN (tm) Version 3.00

Item analysis for data from file VOVI.TXT

Page 4

Seq. No.	Item Statistics			Alternative Statistics				
	Scale	Prop. Correct	Point Biser.	Prop. Alt.	Point Endorsing	Prop. Biser.	Point Biser.	Key
19	0-19	0.500	0.242	0.193	A	0.150	0.008	0.005
					B	0.250	-0.233	-0.171
					C	0.100	-0.140	-0.082
					D	0.500	0.242	0.193 *
					E	0.000	-9.000	-9.000
					Other	0.000	-9.000	-9.000
20	0-20	0.500	0.242	0.193	A	0.050	0.131	0.062
					B	0.150	-0.047	-0.031
					C	0.500	0.242	0.193 *
					D	0.150	0.174	0.114
					E	0.150	-0.600	-0.392
					Other	0.000	-9.000	-9.000

There were 20 examinees in the data file.

Scale Statistics

Scale: 0
 N of Items 20
 N of Examinees 20
 Mean 10.950
 Variance 15.048
 Std. Dev. 3.879
 Skew 0.105
 Kurtosis -1.432
 Minimum 6.000
 Maximum 18.000
 Median 12.000
 Alpha 0.728
 SEM 2.024
 Mean P 0.548
 Mean Item-Tot. 0.399
 Mean Biserial 0.510

Nama :

Sekolah :

Lampiran 12.

Soal Pretes dan soal postes:

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

1. Di antara pereaksi berikut yang tidak termasuk uji untuk protein adalah ...
 - a. Xantoprotein
 - b. Hopkin-cole
 - c. Millon
 - d. Tauber
 - e. Sakaguchi
2. Pereaksi yang cocok untuk menguji adanya tirosin, fenilalanin dan triptofan (mengandung cincin benzena) di dalam protein adalah ...
 - a. Xantoprotein
 - b. Hopkin-cole
 - c. Millon
 - d. Nitroprusida
 - e. Sakaguchi
3. Pernyataan berikut yang tidak tepat untuk protein adalah ...
 - a. protein terbentuk dari asam amino melalui polimerisasi
 - b. protein dengan larutan NaOH dan CuSO_4 memberi warna ungu
 - c. protein jika dihidrolisis akan menghasilkan asam amino
 - d. asam amino penyusun protein adalah asam α -amino, asam β -amino, dan asam γ -amino.
 - e. terjadi ikatan peptida di antara tiap dua monomer protein.
4. Suatu protein dapat memiliki struktur α -heliks. Hal ini disebabkan adanya ...
 - a. muatan positif dan negatif sama
 - b. ikatan hidrogen intramolekul
 - c. ikatan hidrogen antarmolekul
 - d. ikatan peptide
 - e. gaya van der Waals
5. Suatu protein dapat memiliki struktur sekunder karena memiliki ...
 - a. muatan positif dan negatif sama
 - b. ikatan hidrogen intramolekul
 - c. ikatan hidrogen antarmolekul
 - d. ikatan peptide
 - e. gaya van der Waals
6. Berikut ini yang bukan tergolong jenis protein adalah ...
 - a. Hemoglobin
 - b. Kasein

- c. Enzim
 - d. Insulin
 - e. glikogen
7. Peristiwa denaturasi protein terjadi jika protein, **kecuali** ...
- a. Dipanaskan
 - b. dilarutkan ke dalam asam pekat
 - c. dibakar
 - d. dilarutkan ke dalam basa kuat
 - e. didinginkan hingga beku
8. Dalam organisme hidup terdapat :
1. enzim 2. protein 3. lemak
4. karbohidrat 5. hormon
- Zat yang berfungsi sebagai pembentuk sel-sel baru, yaitu :
- a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
9. Berikut ini cirri dari lektin ,kecuali.....
- a. Dapat menyerap nutrisi makanan dengan baik.
 - b. Kadang sangat toksik.
 - c. Beberapa lektin dengan valensi rendah, meskipun tidak menyebabkan aglutinasi kadang
 - d. Memiliki berat molekul 100.000 – 150.000
 - e. Disusun dari 4 subunit yang identik atau tidak identik
10. Lektin memiliki banyak manfaat, namun bersifat anti nutrisi yang disebabkan oleh....
- a. Lektin merupak serat
 - b. Lektin mudah hancur dalam asam lambung
 - c. Lektin dapat dihancurkan oleh enzim pencernaan
 - d. Lektin dapat terikat pada lapisan glycocalyx
 - e. Lektin bereaksi dengan asam lambung
11. Manakah diantara pernyataan berikut yang bukan merupakan sifat lektin....
- a. Memiliki kemampuan mengaglutinasi sel darah
 - b. Mampu mengikat semua jenis gula yang terdapat pada permukaan sel
 - c. Bervalensi rendah, dan kadang-kadang sangat toksik
 - d. Hampir semua lektin adalah glikoprotein
 - e. Memiliki berat molekul yang besar antara 100.000-150.000
12. Lektin adalah protein yang berikatan dengan gula tertentu dan membentuk salah satu biomolekul yaitu...
- a. Asam nukleat
 - b. Lemak esensial
 - c. asam amino
 - d. protein
 - e. Polisakarida

Lampiran 13. Hasil pretes dan postes siswa

nama	pretes	Postes
1	33.33	75
2	41.67	83.33
3	50	91.67
4	50	83.33
5	25	75
6	58.33	91.67
7	50	83.33
8	33.33	75
9	50	83.33
10	41.67	83.33
11	66.67	91.67
12	25	75
13	66.67	83.33
14	58.33	83.33
15	25	75
16	41.67	83.33
17	25	75
18	41.67	83.33
19	33.33	75
20	25	68.75
Rata-rata	42.0835	80.9365

ket : nama siswa disimbolkan dengan angka.

Lampiran 14. Perhitungan hipotesis pendidikan

Uji normalitas : One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		prestes	Postes
N		20	20
Normal Parameters ^a	Mean	44.5830	80.9365
	Std. Deviation	1.30441	6.45791
	E1		
Most Extreme Differences	Absolute	.188	.245
	Positive	.188	.221
	Negative	-.154	-.245
Kolmogorov-Smirnov Z		.842	1.094
Asymp. Sig. (2-tailed)		.477	.183
a. Test distribution is Normal.			

Uji normalitas : One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		prestes	Postes
N		20	20
Normal Parameters ^a	Mean	44.5830	80.9365
	Std. Deviation	1.30441	6.45791
	E1		
Most Extreme Differences	Absolute	.188	.245
	Positive	.188	.221
	Negative	-.154	-.245
Kolmogorov-Smirnov Z		.842	1.094
Asymp. Sig. (2-tailed)		.477	.183

Uji 2 sampel berhubungan wilcoxon utnuk nilai pretea dan postes

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
postes - pretes Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
Positive Ranks	20 ^b	10.50	210.00
Ties	0 ^c		
Total	20		

a. postes < pretes

b. postes > pretes

c. postes = pretes

Test Statistics^b

	postes - pretes
Z	-3.932 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Uji hipotesis :

One-Sample Statistics

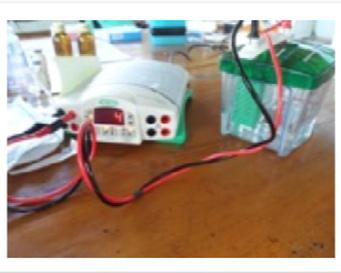
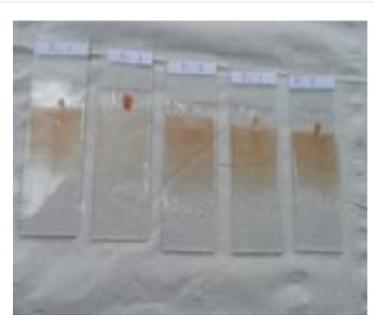
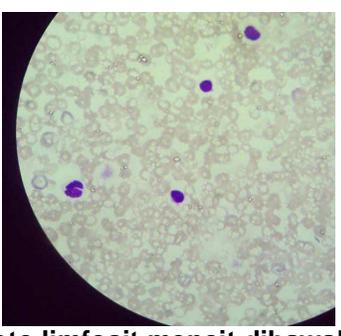
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
nilai postes	20	80.9365	6.45791	1.44403

One-Sample Test

	Test Value = 70.05					
	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
nilai postes	7.539	19	.000	10.88650	7.8641	13.9089

Lampiran 15. Foto penelitian

a. Foto penelitian sains

		
<p>buah <i>J. multifida L</i></p>	<p>bubur buah <i>J. multifida L</i></p>	<p>hasil sentrifugasi ke-1</p>
		
<p>alat sentrifugasi</p>	<p>hasil sentrifugasi ke-2</p>	<p>pembuatan gel elektroforesis</p>
		
<p>rangkaian alat elektroforesis</p>	<p>pemberian ekstrak lektin ke mencit</p>	<p>apusan darah mencit</p>
		
<p>pewarnaan dengan giemsa</p>	<p>pengamatan limfosit</p>	<p>foto limfosit mencit dibawah mikroskop</p>

b. Foto penelitian laboratorium



Lampiran 16.

SILABUS PEMBELAJARAN

Nama Sekolah : SMA Muhammadiyah 4 kota Bengkulu
 mata Pelajaran : KIMIA
 Kelas/Semester : XII/2
 Standar Kompetensi : Memahami senyawa organik dan reaksinya, benzena dan turunannya dan makromolekul
 Alokasi waktu : 40 JP (UH 6 JP)

Kompetensi dasar	Materi pembelajaran	Nilai dan Karakter Bangsa	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian kompetensi	Penilaian	Alokasi waktu	Sumber/ Bahan/alat
Mendeskripsikan pengertian, komposisi, struktur, klasifikasi protein, uji kualitatif protein, dan lektin.	Protein	<ul style="list-style-type: none"> ⑧ Jujur ⑧ Kerja keras ⑧ Toleransi ⑧ Rasa ingin tahu ⑧ Komunikatif ⑧ Menghargai prestasi ⑧ Tanggung Jawab ⑧ Peduli lingkungan 	Menentukan pengertian protein, komposisi protein, struktur protein, uji kualitatif dan pengenalan protein lektin melalui diskusi kelas	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menjelaskan pengertian protein ○ Menentukan gugus peptida pada protein ○ Menentukan komposisi protein ○ Menjelaskan struktur protein ○ Menjelaskan uji kualitatif protein ○ Menjelaskan pengertian lektin ○ Menjelaskan sifat dan fungsi lektin 	<p><u>Jenis tagihan:</u> Tugas individu Kuis Tugas kelompok Responsi Ulangan</p> <p><u>Bentuk instrumen:</u> Performans Laporan tertulis Tes tertulis</p>	4 JP	Sumber : Modul berkenalan dengan protein dan lektin

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA
Mata Pelajaran : KIMIA
Kelas/ Semester : Kelompok Sains
Materi Pokok : Senyawa Organik
Sub Materi Pokok : Protein
Alokasi Waktu : 2 jam pelajaran (2 x 45 menit)

I. Standar Kompetensi : Memahami senyawa organik dan reaksinya, benzena dan turunannya, dan makromolekul.

II. Kompetensi Dasar : Mendeskripsi-kan pengertian, , komposisi, struktur, klasifikasi , uji kualitatif protein,dan lektin.

III. Indikator & Tujuan

Indikator : 1. Menjelaskan pengertian protein
2. Menentukan gugus peptida pada protein
3. Menentukan komposisi protein
4. Menjelaskan struktur protein

Tujuan : 1. Siswa dapat menjelaskan pengertian protein
2. Siswa dapat menentukan gugus peptida pada protein
3. Siswa dapat menentukan komposisi protein
4. Siswa dapat menjelaskan struktur protein

IV. Materi Ajar : Senyawa Organik

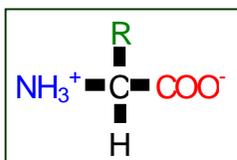
a. Protein

Protein adalah 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 karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan kadang kala sulfur serta fosfor. Protein berperan penting dalam struktur dan fungsi semua sel makhluk hidup dan virus. Kebanyakan protein merupakan enzim atau subunit enzim. Jenis protein lain berperan dalam fungsi struktural atau mekanis, seperti misalnya protein yang membentuk batang dan sendi sitoskeleton. Protein terlibat dalam sistem kekebalan (imun) sebagai antibodi, sistem kendali dalam bentuk hormon, sebagai komponen penyimpanan (dalam biji) dan juga dalam transportasi hara. Sebagai salah satu sumber gizi, protein berperan sebagai sumber asam amino bagi organisme yang tidak mampu membentuk asam amino tersebut (heterotrof).

b. Asam amino

Asam-asam amino adalah senyawa-senyawa yang mengandung gugus karboksil (-COOH) dan gugus amina (-NH₂). Asam amino merupakan monomer dari protein. Sebanyak 20 asam amino ditemukan sebagai penyusun protein. Rumus Umum asam amino adalah :



Oleh karena gugus amina terikat pada atom C alfa (atom C yang berdampingan pada gugus karboksil), maka nama yang tepat adalah asam α -amino. Gugus R pada asam amino beraneka ragam jenisnya, tidak hanya sebatas pada gugus alkil. Berdasarkan struktur gugus R yang dikandung, asam-asam amino dapat dikelompokkan sebagai berikut :

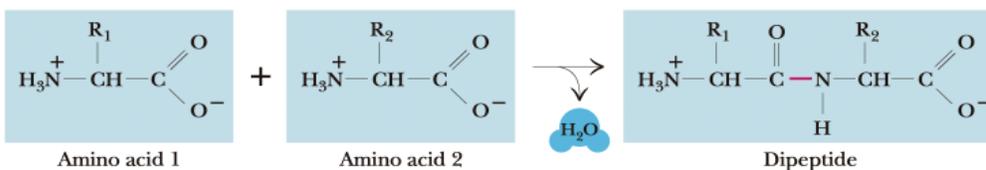
1. Asam amino yang gugus R-nya berupa hidrogen atau rantai karbon : glisin, alanin, valin, leusin, isoleusin, dan fenil alanin.
2. Asam amino yang gugus R-nya mengandung gugus hidroksil (-OH) : serin, treonin, dan tirosin
3. Asam amino yang gugus R-nya mengandung gugus karboksil (-COOH) : asam aspartat dan asam glutamat.
4. Asam amino yang gugus R-nya mengandung nitrogen (N) : asparagin, glutamin, lisin, arginin, histidin, dan triptofan.
5. Asam amino yang gugus R-nya mengandung belerang (S) : sistein dan metionin.

6. Asam amino yang gugus R-nya membentuk ikatan siklik dengan gugus amina : prolin.

Dari 20 macam asam amino, ada 10 macam yang disebut asam amino esensial, yaitu asam amino yang tidak dapat dibuat oleh tubuh manusia, sehingga harus dipasok dari luar tubuh (dari spesies lain) bersama-sama makanan. Asam-asam amino esensial meliputi : fenil alanin arginin, histidin, isoleusinlisin, metionin, leusin, treonin, valin,dan triptofan.

Dua molekul asam amino dapat bergabung dengan melepaskan molekul air. Ikatan yang terbentuk antara dua molekul asam amino disebut ikatan peptida (ikatan kovalen).

Figure 5.1



c. Struktur Protein

Struktur protein dapat dilihat sebagai hirarki, yaitu berupa struktur primer (tingkat satu), sekunder (tingkat dua), tersier (tingkat tiga), dan kuartener (tingkat empat). Struktur primer protein merupakan urutan asam amino penyusun protein yang dihubungkan melalui ikatan peptida (amida). Sementara itu, struktur sekunder protein adalah struktur tiga dimensi lokal dari berbagai rangkaian asam amino pada protein yang distabilkan oleh ikatan hidrogen. Berbagai bentuk struktur sekunder misalnya ialah sebagai berikut :

- alpha helix* (α -*helix*, "puntiran-alfa"), berupa pilinan rantai asam-asam amino berbentuk seperti spiral;
- beta-sheet* (β -*sheet*, "lempeng-beta"), berupa lembaran-lembaran lebar yang tersusun dari sejumlah rantai asam amino yang saling terikat melalui ikatan hidrogen atau ikatan tiol (S-H);
- beta-turn*, (β -*turn*, "lekukan-beta"), dan

d. *gamma-turn*, (γ -turn, "lekukan-gamma").

Gabungan dari aneka ragam dari struktur sekunder akan menghasilkan struktur tiga dimensi yang dinamakan struktur tersier. Struktur tersier biasanya berupa gumpalan. Beberapa molekul protein dapat berinteraksi secara fisik tanpa ikatan kovalen membentuk oligomer yang stabil (misalnya dimer, trimer, atau kuartomer) dan membentuk struktur kuartener. Contoh struktur kuartener yang terkenal adalah enzim Rubisco dan insulin.

V. Strategi Pembelajaran

- Model : Deduktif
- Pendekatan : Konsep
- Metode : Ceramah dan Diskusi.

VI. Sumber & Media

- Sumber : 1. Modul Berkenalan dengan Protein dan Lektin
2. Buku Kimia
3. Internet
- Media : Website (Internet)

VII. Penilaian

- Jenis Tagihan : Tugas individu
- Bentuk Instrumen Tes : Tes Tertulis

VIII. Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah Pembelajaran

Tahap Kegiatan	Kegiatan	Waktu (menit)
Kegiatan	Apersepsi :	15'

awal	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam kepada siswa. • Siswa menjawab salam dari guru. • Siswa berdo'a dipimpin oleh ketua kelompok sains. • Guru mengecek kehadiran siswa serta menceklist daftar nama siswa yang hadir dan yang tidak hadir. • Siswa menyimak tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru. • Guru menanyakan bahan makanan yang mengandung protein. <p>Guru : "Anak-anak, coba sebutkan apa saja makanan yang mengandung protein?"</p> <p>Siswa A : "Contoh makanan yang mengandung protein yaitu daging dan susu"</p> <p>Guru : " Benar sekali. Ada lagi yang ingin menambahkan ?"</p> <p>Siswa B : "Ikan, telur dan tumbuhan polong-polongan."</p> <p>Guru : " Ya Benar. Nah, sekarang sebelum ibu melanjutkan pembahasan mengenai protein, tolong kumpulkan dahulu tugas rangkuman mengenai materi protein ini ya.."</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru meminta siswa-siswi untuk mengumpulkan tugas rangkuman mengenai protein melalui sumber modul yang sudah ditugaskan pada pertemuan sebelumnya. 	10'
------	--	-----

<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Guru : “Baiklah anak-anak, setelah kalian mencari informasi tentang protein di berbagai sumber termasuk modul, adakah yang ingin berbagi informasi kepada teman-teman kalian di depan kelas?”</p> <p>Siswa C:” Saya Bu.”</p> <p>Guru :” Ya, Silakan.”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa C menjelaskan apa yang diketahuinya tentang protein dari sumber modul. <p>Guru :” Ada lagi yang ingin menjelaskan ?”</p> <p>Siswa D :” Saya Bu.”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa D menjelaskan apa yang diketahuinya tentang protein dari sumber modul. • Guru memverifikasi informasi mengenai protein melalui diskusi kelas.” 	<p>20’</p> <p>30’</p>
<p>Kegiatan Penutup</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seluruh siswa mencatat hasil diskusi kelas. • Siswa dan guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan doa dan salam. 	<p>15’</p>

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA
Mata Pelajaran : KIMIA
Kelas/ Semester : Kelompok Sains
Materi Pokok : Protein
Sub Materi Pokok : Lektin
Alokasi Waktu : 2 jam pelajaran (2 x 45 menit)

I. Standar Kompetensi : Memahami senyawa organik dan reaksinya, benzena dan turunannya, dan makromolekul.

II. Kompetensi Dasar : Mendeskripsi-kan pengertian, , komposisi, struktur, klasifikasi , uji kualitatif protein,dan lektin.

III. Indikator & Tujuan

Indikator : 1. Menjelaskan uji kualitatif protein
2. Menjelaskan pengertian lektin
3. Menjelaskan sifat dan fungsi lektin

Tujuan : 1. Siswa dapat menjelaskan uji kualitatif protein
2. siswa dapat menjelaskan pengertian lektin
3. Siswa dapa menjelaskan sifat dan fungsi lektin

IV. Materi Ajar : Uji kualitatif protein, dan Protein Lektin

a. Reaksi Identifikasi Protein

Keberadaan senyawa protein dapat diidentifikasi dengan cara nerekiksikannya dengan pereaksi Xantoprotein, Hopkins-Cole, dan Millon. Protein yang mengandung tirosin, fenil alanin, dan triptofan akan menghasilkan reaksi positif untuk uji Xantoprotein yakni menghasilkan endapan kuning. Untuk pereaksi Hopkins-Cole akan menunjukkan hasil positif dengan menghasilkan cincin ungu.

Sedangkan protein yang mengandung tirosin akan menghasilkan reaksi positif jika direaksikan dengan pereaksi Millon yakni dihasilkan endapan putih yang akan berubah menjadi merah bila dipanaskan.

b. Protein Lektin

Lektin merupakan kelompok protein yang secara spesifik dapat berikatan dengan bagian karbohidrat tertentu dari molekul glikolipid atau glikoprotein. Mayoritas lektin adalah protein non enzim sehingga tidak mempunyai fungsi katalitik, tetapi ada beberapa lektin yang berlaku sebagai protein enzim dengan peranan katalitiknya. Lektin terdapat pada berbagai macam bagian tumbuhan, terutama biji, namun juga dapat dijumpai pada berbagai hewan, terutama invertebrata. Dari hasil penelitian lektin terdapat pada Tanaman kedelai (*Glicine max*), dry bean (*Phaseous vulgaris*), lima bean (*P.limatus*), kacang hijau (*P.aureus*), white tipary bean (*P.acutifolius*), scarlet runner bean (*P.coccineus*), biji jarak (*Risinus communis*), jack bean (*Canavalia ansiformis*), kapri (*Pisium sativum*), kacang lapangan (*Dolichoslablab*), horse gram (*Dolicjos biflorus*), kacang lebar (*Vicia faba*), Lentil (*Leusesculenta*), kacang tanah (*Arachis hypogaca*), dll. Lektin juga terdapat pada makanan kita bijian (padi, oat, rye, barley, millet, jagung), kacang-kacangan/ leguminoceae, buah dalam kelompok nighshade (terung-terungan, kentang, tomato, cabai).

1) Sejarah lektin

Mulanya diekstrak dari castor bean oleh Stillmark (1888) dan digunakan untuk aglutinasi eritrosit, makanya dikenal sebagai phytohaemagglutines Lektin juga ditemukan pada organ beberapa hewan invertebrata, namun tidak semua dapat menggumpalkan eritrosit. W.C.BOYD & E. SLAPEIGH menggunakan istilah Lektin (1954) (dari bahasa latin. legere = to choose, ..memilih sel yang diaglutinasi).

2) Sifat-sifat umum Lektin

- Mempunyai sifat multivalensi yang menyebabkan lektin mempunyai kemampuan mengaglutinasi sel darah merah.

- Mampu mengikat macam gula khusus yang terdapat pada permukaan sel yang menimbulkan pengaruh stimulasi mitogenik, aglutinasi preferensial sel tumor dan pengaruh immunosupresif
- Lektin yang bervalensi rendah, meskipun tidak mampu menyebabkan aglutinasi, kadang-kadang sangat toksik.
- Mempunyai berat molekul berkisar 100.000-150.000 dan di susun dari 4 subunit yang dapat identik atau tidak identik.
- Hampir semua lektin adalah Glikoprotein yang mengandung 4-10 % Karbohidrat. Namun, ada perkecualian di mana ada lektin dari lembaga gandum, jack bean dan kacang tanah yang tidak mengandung karbohidrat dan sebaliknya lektin dari beras dan kentang mengandung 25 dan 50 % karbohidrat.

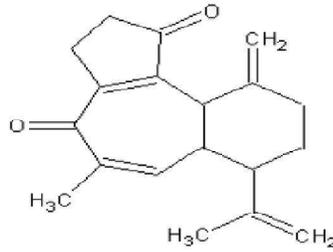
3) Ciri-ciri Lektin

- Beberapa lektin dengan valensi rendah, meskipun tidak menyebabkan aglutinasi kadang
- Kadang sangat toksik.
- Memiliki berat molekul 100.000 – 150.000
- Disusun dari 4 subunit yang identik atau tidak identik

4) Fungsi lektin

Lektin berfungsi dengan baik sebagai alergen dan hemaglutinin. Lektin ditemukan bersifat aglutinin (hemaglutinin) yaitu menggumpalkan sel darah merah (eritrosit) manusia. Ketika dikonsumsi secara berlebihan oleh individu yang sensitif, lektin dapat menyebabkan reaksi fisiologis utama, yaitu kerusakan usus dan gangguan pencernaan. Beberapa lektin relatif tahan terhadap pemanasan.

Lektin bahkan dapat mendorong pertumbuhan bakteri yang merugikan di dalam usus sehingga menyebabkan peradangan dan terhentinya produksi enzim proteinase. Lektin dapat mengurangi penyerapan glukosa dalam usus hingga 50 persen bahkan dapat mengikat reseptor insulin.



Gambar3. Struktur kimia lektin (Mahajati, 2008)

Secara umum fungsi dari lektin yaitu sebagai berikut :

- Sebagai molekul penanda pada sel (cell-cell-recognition)
- Interaksi serbuk sari-kepala putik (pollen-stigma interactions)
- Hubungan interaksi simbiosis (recognition of symbiotic partners), contoh interaksi antara Rhizobium dengan tumbuhan inang leguminoseae spesifik.
- Mekanisme pertahanan tumbuhan.
- Agen mitogenesis → memicu terjadi mitosis pada sel.
- Bidang biologi molekuler, misal untuk mempelajari komunikasi antar sel
- Bidang kimia terapan, misal untuk pemurnian protein secara kromatografi dimana pada fase stasioner dikonjugasikan dengan lektin, sehingga protein spesifik terhadap lektin terkonjugasi tersebut akan terikat, sementara protein lain akan terelusikan.
- Bidang medis, misal untuk membedakan sel normal dengan sel patologis (sel kanker), drug delivery system.
- Kontraseptik untuk program keluarga berencana (herbal spermicide).

V. Strategi Pembelajaran

- Model : Deduktif
- Pendekatan : Konsep
- Metode : Ceramah dan Diskusi.

VI. Sumber & Media

- Sumber : 1. Modul Berkenalan dengan Protein dan Lektin
- 2. Buku Kimia

	<p>dikonsumsi untuk diet?</p> <p>Siswa A : “contoh uji yaitu uji biuret bu, dan contoh makanan yang mengandung protein yaitu pisang”</p> <p>Guru : ” Benar sekali. Ada lagi yang ingin menambahkan ?”</p> <p>Siswa B :”uji belerang dan kacang-kacangan ”</p> <p>Guru : ” Ya Benar. Nah, sekarang sebelum ibu melanjutkan pembahasan mengenai uji kualitatif protein dan apa protein lektin itu,</p> <p>Guru : “Baiklah anak-anak, setelah kalian mencari informasi tentang protein lektin di berbagai sumber termasuk modul, adakah yang ingin berbagi informasi kepada teman-teman kalian di depan kelas?”</p>	20’
Kegiatan Inti	<p>Siswa C :” Saya Bu.”</p> <p>Guru :” Ya, Silakan.”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa C menjelaskan apa yang diketahuinya tentang protein lektin dari sumber modul. <p>Guru :” Ada lagi yang ingin menjelaskan ?”</p> <p>Siswa D :” Saya Bu.”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa D menjelaskan apa yang diketahuinya tentang protein protein dari sumber modul. • Guru memverifikasi informasi mengenai protein lektin melalui diskusi kelas.” 	

	<ul style="list-style-type: none">• Seluruh siswa mencatat hasil diskusi kelas.• Siswa dan guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan doa dan salam.	30'
Kegiatan Penutup		15'

MODUL PROTEIN DAN LEKTIN

TINJAUAN MATA PELAJARAN

A. Relevansi

Siswa kelompok sains kimia adalah siswa yang memiliki minat khusus di dalam mata pelajaran kimia. Dalam kegiatan belajar mereka memiliki rasa ingin tahu yang besar khususnya dalam bidang kimia dan mereka memiliki motivasi belajar yang baik. Dengan memahami hal tersebut siswa diharapkan mempunyai bekal untuk mengembangkan pengetahuan dasar mereka tentang ilmu kimia dan perkembangan ilmu kimia yang ada sekarang. Hal ini penting karena bermanfaat bagi siswa sendiri maupun lingkungannya.

B. Deskripsi

Modul ini membahas tentang konsep umum protein yang meliputi pengertian protein, fungsi protein, komposisi protein, klasifikasi protein, uji kualitatif protein dan lektin. Materi di dalam modul ini disajikan dalam 2 kegiatan belajar yaitu : kegiatan belajar 1; protein, dan kegiatan belajar 2; uji kualitatif protein dan lektin.

C. Prasyarat

Untuk dapat mempelajari materi protein dan lektin siswa diharapkan telah memiliki konsep awal tentang protein yang berkaitan dengan kehidupan mereka sehari-hari.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Petunjuk cara mempelajari modul ini sebagai berikut :

- a. Baca dan telaah modul dengan seksama terutama pada uraian materi dan istilah teknis
- b. Baca dan pelajari secara teliti bahan bacaan wajib yang dapat ditemui di ruang perpustakaan atau took buku.

- c. Kerjakan setiap tugas/ soal latihan untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang telah saudara miliki terhadap materi-materi yang disajikan pada setiap kegiatan belajar.
- d. Cocokkan hasil pekerjaan anda dengan jawaban yang telah tersedia di halaman berikutnya. Mencocokkan jawaban dengan pekerjaan anda dapat anda lakukan setelah semua soal anda kerjakan dahulu. Lembar jawaban dibuat terpisah dengan lembar soal anda agar anda dapat mengukur penguasaan anda terhadap materi dengan lebih baik.
- e. Bila belum menguasai level materi yang diharapkan, pelajari lagi materi pada kegiatan yang bersangkutan, atau tanyakanlah kepada guru mata pelajaran.

E. Tujuan Akhir

Tujuan akhir yang harus dicapai setelah menyelesaikan modul ini tertuang pada table sebagai berikut :

Tabel 1. Tujuan akhir yang harus dicapai siswa

Kompetensi yang diharapkan	Kriteria Keberhasilan	Kondisi/ Variabel yang diberikan	Indikator
1) Terampil menjelaskan dan menyimpulkan pengertian protein, dan fungsinya , komposisi dan klasifikasi protein, uji kualitatif protein lektin definisi lektin , ciri-ciri lektin dan manfaat lektin secara cermat dan benar	1) Konsep dasar protein dan lektin dikuasai minimal 80% 2) Menunjukkan proses dan hasil kerja yang cermat dan benar.	1) Unit kompetensi ini menjelaskan dan menyimpulkan pengertian protein, fungsi protein, jenis-komposisi dan klasifikasi protein, uji protein, definisi lektin dan ciri-ciri lektin serta manfaat lektin. 2) Dalam melaksanakan prosedur dan membuat kesimpulan hasil harus sesuai.	<ul style="list-style-type: none"> o Menjelaskan pengertian protein o Menentukan gugus peptida pada protein o Menentukan komposisi protein o Menjelaskan struktur protein o Menjelaskan uji kualitatif protein o Menjelaskan pengertian lektin o Menjelaskan sifat dan fungsi lektin

PEMBELAJARAN
KEGIATAN BELAJAR 1
PROTEIN

1. Tujuan

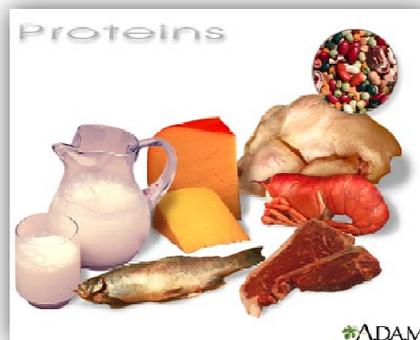
Setelah mempelajari kegiatan belajar ini, anda diharapkan dapat :

- a. Menjelaskan pengertian protein
- b. Menjelaskan dan menyimpulkan ciri-ciri protein
- c. Menjelaskan dan menyimpulkan jenis-jenis protein.
- d. Menjelaskan dan menyimpulkan reaksi uji protein.

2. Uraian Materi

A. Pengertian Protein

Protein berasal dari bahasa Yunani yaitu *protos* yang berarti "yang paling utama". Protein adalah 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 karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan beberapa sulfur serta fosfor. Protein berperan penting dalam struktur dan fungsi semua sel makhluk hidup dan virus. Beberapa makanan yang dapat menjadi sumber protein adalah: daging, telur, ikan, susu, biji-bijian, kentang, kacang, dan polong-polongan.



Gambar 1. Makanan Sumber Protein

Sumber : [http:// www.scrippsorg/ artides/ 2681-protein-in-diet](http://www.scrippsorg/artides/2681-protein-in-diet)

Protein memiliki berbagai fungsi seperti:

1. Protein merupakan enzim atau subunit enzim, misal ribonuklease, tripsin
2. Protein berperan dalam fungsi struktural atau mekanis, misal protein yang membentuk batang dan sendi sitoskeleton
3. Protein juga terlibat dalam sistem kekebalan (imun) sebagai antibodi, misal Trombin
4. Protein sebagai sistem pengendali dalam bentuk hormon, misal insulin, hormon tumbuh (auksin),
5. Protein sebagai komponen penyimpanan/ nutrient, misal kasein (susu), ovalgumin (telur), gliadin (gandum) dan transportasi hara di tumbuhan
6. Protein sebagai salah satu sumber gizi dan berperan sebagai sumber asam amino bagi organisme yang tidak mampu membentuk asam amino tersebut (heterotrof).
7. Pada organisme lain, protein memiliki fungsi lain seperti *Mondin*, pada suatu tanaman di Afrika yang mempunyai rasa yang amat manis ataupun protein anti beku pada ikan.

Protein yang merupakan komponen tak berair di dalam sel dan begitu banyak dijumpai di dalam makhluk hidup mempunyai fungsi yang sangat mengagumkan. Protein berdasarkan bentuk, dibedakan menjadi 2 macam yaitu protein serabut dan globular. Protein apabila dihidrolisis dengan asam atau basa akan menjadi asam amino. Hal ini membuktikan bahwa molekul penyusun protein adalah asam amino.

Ciri-ciri utama molekul protein yaitu ;

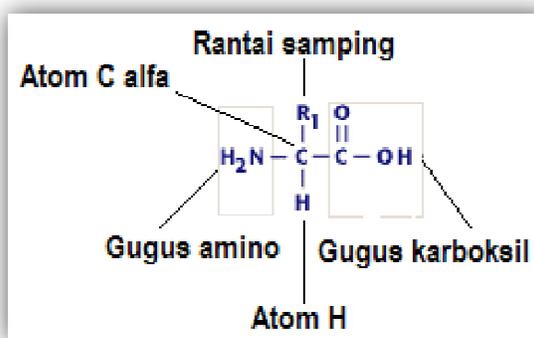
1. Umumnya terjadi atas 20 macam asam amino yang berikatan secara kovalen dalam variasi urutan yang bermacam-macam, membentuk suatu rantai polipeptida
2. Terdapat ikatan kimia lain yang menyebabkan terbentuknya lengkungan-lengkungan rantai polipeptida menjadi struktur tiga dimensi protein.
3. Strukturnya tidak stabil terhadap beberapa faktor seperti pH, dll.

4. Umumnya reaktif sangat spesifik, hal ini disebabkan karena adanya gugus samping yang reaktif dan susunan khas struktur makromolekulnya

B. Komposisi Protein

Protein terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan, dalam beberapa kasus, belerang. Protein adalah satu-satunya senyawa organik yang mengandung nitrogen, sebuah fakta yang menjadikannya penting dan berpotensi beracun. Asam amino merupakan unit dasar struktur protein. Beberapa dari asam amino ini dapat disintesis dari asam amino lain (disebut sebagai nonessential asam amino), sementara beberapa harus diperoleh dari makanan (disebut sebagai asam amino esensial).

Asam amino yang terjadi secara alami sebagai penyusun protein mempunyai gugus amino (NH_2) dan gugus karboksilat (COOH) yang terikat pada atom yang sama yaitu pada atom karbon alfa. Oleh karena itu asam amino ini disebut asam α -amino dan secara umum rumus strukturnya dapat digambarkan seperti dibawah ini.

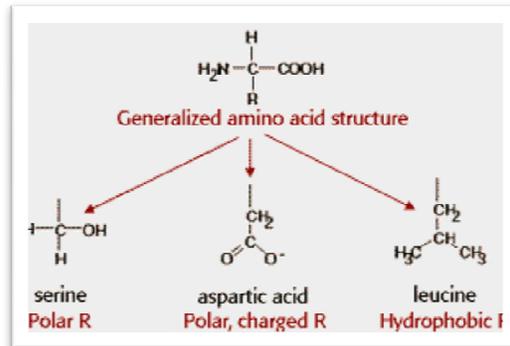


Gambar 2. Struktur asam amino α .

Suatu asam amino- α terdiri atas

- Atom C α . Disebut α karena bersebelahan dengan gugus karboksil (asam).
- Atom H yang terikat pada atom C α .
- Gugus karboksil yang terikat pada atom C α .

- d) Gugus amino yang terikat pada atom C α .
- e) Gugus R yang juga terikat pada atom C α .



Gambar 3. Contoh struktur dari beberapa asam amino

Perbedaan antara asam amino yang satu dengan asam amino yang lain disebabkan oleh perbedaan gugus R yang disebut rantai samping. Ada 20 asam amino yang bertindak sebagai pembangun molekul protein, yang terbagi menjadi dua kelompok, asam amino non-esensial dan asam amino esensial. 12 jenis asam amino non-esensial di produksi oleh tubuh. Sedangkan 8 sisanya, berupa asam amino esensial yang harus didapatkan melalui makanan.

Fungsi Asam Amino antara lain :

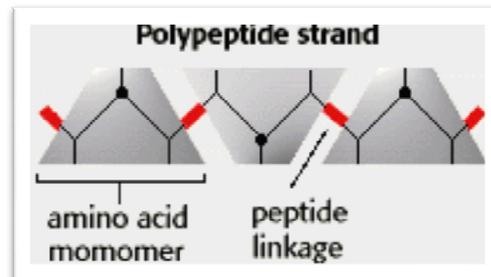
1. Penyusun protein, termasuk enzim.
2. Kerangka dasar sejumlah senyawa penting dalam metabolisme (terutama vitamin, hormon, dan asam nukleat)
3. Pengikat logam penting yang di perlukan dalam reaksi enzimatik (kofaktor).

C. Struktur protein

Ada 4 tingkat struktur protein yaitu struktur primer, struktur sekunder, struktur tersier dan struktur kuartener.

1) Struktur primer

Struktur primer adalah urutan asam-asam amino yang membentuk rantai polipeptida

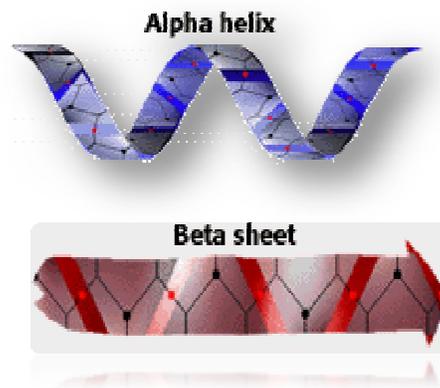


Gambar 4. Struktur primer protein

Sumber: www.biology.arizona.edu/biochemistry/biochemistry.html, 2013, The Biology Project-Biochemistry

2) Struktur sekunder

Struktur sekunder protein bersifat reguler, pola lipatan berulang dari rangka protein. Dua pola terbanyak adalah alpha helix dan beta sheet. Lihat Gambar 5.



Gambar 5. Alpha helix dan beta sheet sebagai struktur sekunder protein

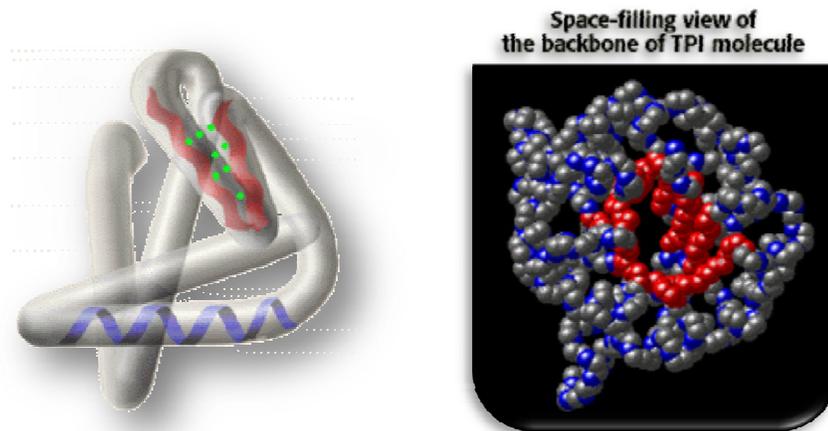
Sumber: www.biology.arizona.edu/biochemistry/biochemistry.html, 2013, The Biology Project-Biochemistry

Berbagai bentuk struktur sekunder misalnya ialah sebagai berikut:

- *alpha helix* (α -*helix*, "puntiran-alfa"), berupa pilinan rantai asam-asam amino berbentuk seperti spiral;
- *beta-sheet* (β -*sheet*, "lempeng-beta"), berupa lembaran-lembaran lebar yang tersusun dari sejumlah rantai asam amino yang saling terikat melalui ikatan hidrogen atau ikatan tiol (S-H);
- *beta-turn*, (β -*turn*, "lekukan-beta"); dan
- *gamma-turn*, (γ -*turn*, "lekukan-gamma").

3) Struktur tersier

Struktur tersier protein adalah lipatan secara keseluruhan dari rantai polipeptida sehingga membentuk struktur 3 dimensi tertentu. Sebagai contoh, struktur tersier enzim sering padat, berbentuk globuler. Lihat contoh Gambar 6.



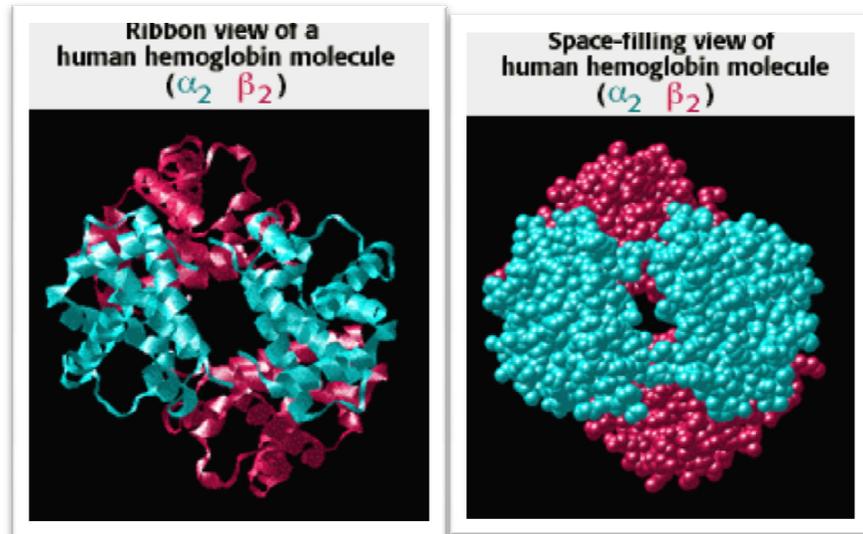
Gambar 6. Struktur tersier dari protein enzim triosa fosfat isomerase (TPI)

Sumber: www.biology.arizona.edu/biochemistry/biochemistry.html,
2013, The Biology Project-Biochemistry

4) Struktur kuartener

Beberapa protein tersusun atas lebih dari satu rantai polipeptida. Struktur kuartener menggambarkan subunit-subunit yang berbeda dipak bersama-sama membentuk struktur protein. Sebagai contoh adalah

molekul hemoglobin manusia yang tersusun atas 4 subunit, yang dipaparkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur hemoglobin yang merupakan struktur kuartener protein
Sumber: www.biology.arizona.edu/biochemistry/biochemistry.html, 2013,
The Biology Project-Biochemistry

D. Klasifikasi protein

- 1) Berdasarkan komposisi protein dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu ;
 - a) Protein sederhana adalah protein yang pada hidrolisis hanya menghasilkan asam amino.
 - b) Protein konjugasi adalah protein yang pada hidrolisis tidak hanya menghasilkan asam amino.
- 2) Berdasarkan struktur molekulnya, protein dapat dibagi menjadi 3 golongan utama, yaitu :
 - a) Protein Bentuk Serabut (fibrous)

Protein bentuk serabut terdiri atas beberapa rantai peptida berbentuk spiral yang terjalin satu sama lain sehingga menyerupai batang yang kaku. Karakteristik protein serabut adalah rendahnya daya larut, mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi dan tahan terhadap

enzim pencernaan. Protein ini terdapat dalam unsur-unsur struktur tubuh (kolagen, elastin, keratin, dan myosin).

b) Protein Globular

Protein globular berbentuk bola, terdapat dalam cairan jaringan tubuh. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, mudah berubah dibawah pengaruh suhu. Yang termasuk dalam protein globular adalah (Albumin, Globulin, Histon, dan Protamin).

c) Protein Konjugasi

Protein konjugasi adalah protein sederhana yang terikat dengan bahan-bahan non asam amino. Yang termasuk dalam protein globular adalah (Nukleoprotein, Lipoprotein, Fosfoprotein dan Metaloprotein)

3. Rangkuman 1

Protein adalah 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 karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan beberapa sulfur serta fosfor. Protein berperan penting dalam struktur dan fungsi semua sel makhluk hidup dan virus. Protein adalah satu-satunya senyawa organik yang mengandung nitrogen, sebuah fakta yang menjadikannya penting dan berpotensi beracun. Asam amino merupakan unit dasar struktur protein. Beberapa dari asam amino ini dapat disintesis dari asam amino lain (disebut sebagai nonessential asam amino), sementara beberapa harus diperoleh dari makanan (disebut sebagai asam amino esensial). Ada 4 tingkat struktur protein yaitu struktur primer, struktur sekunder, struktur tersier dan struktur kuartener. Klasifikasi protein berdasarkan komposisi protein dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu protein sederhana dan protein konjugasi. Berdasarkan struktur molekulnya, protein dapat dibagi menjadi 3 golongan utama, yaitu protein bentuk serabut (fibrous), protein globular, protein konjugasi.

4. Tugas 1

Jelaskan fungsi dan struktur 3 jenis protein yang biasa kita konsumsi!

5. Tes Formatif 1

- 1) Jelaskan apa yang anda ketahui tentang protein!
- 2) Jelaskan fungsi dari protein bagi kehidupan!
- 3) Berikan penjelasan mengenai komposisi dari protein!
- 4) Sebutkan beberapa struktur protein beserta contohnya!
- 5) Jelaskan klasifikasi dari beberapa jenis protein!

Catatan : setiap soal memiliki skor 20.

6. Kunci jawaban tes formatif 1

- 1) Protein berasal dari bahasa Yunani yaitu *protos* yang berarti "yang paling utama". Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida.
- 2) Protein memiliki berbagai fungsi seperti:
 - Protein merupakan enzim atau subunit enzim, misal ribonuklease, tripsin
 - Protein berperan dalam fungsi struktural atau mekanis, misal protein yang membentuk batang dan sendi sitoskeleton
 - Protein juga terlibat dalam sistem kekebalan (imun) sebagai antibodi, misal Trombin
 - Protein sebagai sistem pengendali dalam bentuk hormon, misal insulin, hormon tumbuh (auksin),
 - Protein sebagai komponen penyimpanan/ nutrient, misal kasein (susu), ovalgumin (telur), gliadin (gandum) dan transportasi hara di tumbuhan
 - Protein sebagai salah satu sumber gizi dan berperan sebagai sumber asam amino bagi organisme yang tidak mampu membentuk asam amino tersebut (heterotrof).
 - Pada organisme lain, protein memiliki fungsi lain seperti *Mondin*, pada suatu tanaman di Afrika yang mempunyai rasa yang amat manis ataupun protein anti beku pada ikan.
- 3) Protein terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan, dalam beberapa kasus, belerang. Protein adalah satu-satunya senyawa organik yang mengandung

nitrogen, sebuah fakta yang menjadikannya penting dan berpotensi beracun. Asam amino merupakan unit dasar struktur protein. Beberapa dari asam amino ini dapat disintesis dari asam amino lain (disebut sebagai nonessential asam amino), sementara beberapa harus diperoleh dari makanan (disebut sebagai asam amino esensial).

- 4) Ada 4 tingkat struktur protein yaitu struktur primer, struktur sekunder, struktur tersier dan struktur kuartener. Struktur primer adalah urutan asam-asam amino yang membentuk rantai polipeptida. Struktur sekunder protein bersifat reguler, pola lipatan berulang dari rangka protein. Dua pola terbanyak adalah alpha helix dan beta sheet. Struktur tersier protein adalah lipatan secara keseluruhan dari rantai polipeptida sehingga membentuk struktur 3 dimensi tertentu. Sebagai contoh, struktur tersier enzim sering padat, berbentuk globuler. Beberapa protein tersusun atas lebih dari satu rantai polipeptida. Struktur kuartener menggambarkan subunit-subunit yang berbeda dipak bersama-sama membentuk struktur protein. Sebagai contoh adalah molekul hemoglobin manusia yang tersusun atas 4 subunit.
- 5) Berdasarkan komposisi protein dibagi menjadi dua kelompok utama yaitu Protein sederhana adalah protein yang pada hidrolisis hanya menghasilkan asam amino. Protein konjugasi adalah protein yang pada hidrolisis tidak hanya menghasilkan asam amino. Berdasarkan struktur molekulnya, protein dapat dibagi menjadi 3 golongan utama, yaitu, Protein Bentuk Serabut (fibrous), Protein bentuk serabut terdiri atas beberapa rantai peptida berbentuk spiral yang terjalin satu sama lain sehingga menyerupai batang yang kaku. Protein globular berbentuk bola, terdapat dalam cairan jaringan tubuh. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, mudah berubah dibawah pengaruh suhu. Yang termasuk dalam protein globular adalah (Albumin, Globulin, Histon, dan Protamin). Protein konjugasi adalah protein sederhana yang terikat dengan bahan-bahan non asam amino. Yang termasuk dalam protein globular adalah (Nukleoprotein, Lipoprotein, Fosfoprotein dan Metaloprotein)

7. Umpan balik

Cocokkanlah jawaban saudara dengan kunci jawaban Tes Formatif yang terdapat di bagian belakang modul ini. Hitunglah jawaban saudara yang benar kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan saudara terhadap materi kegiatan belajar ini.

$$\text{Rumus : Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor total}} \times 100$$

Arti tingkat penguasaan yang saudara capai:

80 % – 100% = baik sekali

70 % - 79% = baik

56% - 69% = cukup

45% - 55% = kurang

0% - 44% = sangat kurang

Dengan Catatan: saudara dianggap lulus jika minimal memperoleh nilai 70

KEGIATAN BELAJAR 2
UJ KUALITATIF PROTEIN & LEKTIN

1. Tujuan

Setelah mempelajari kegiatan belajar 2 ini, anda diharapkan dapat :

- a. Menjelaskan dan menyimpulkan uji kualitatif protein
- b. Menjelaskan dan menyimpulkan definisi lektin
- c. Menjelaskan dan menyimpulkan ciri-ciri/ sifat lektin.
- d. Menjelaskan manfaat dari lektin

2. Uraian Materi

A. Uji Kualitatif Protein

uji kualitatif protein terdiri dari beberapa macam yaitu:

1) Uji Millon

Apabila pereaksi millon ditambahkan pada larutan protein, akan menghasilkan endapan putih yang dapat berubah menjadi merah oleh pemanasan.

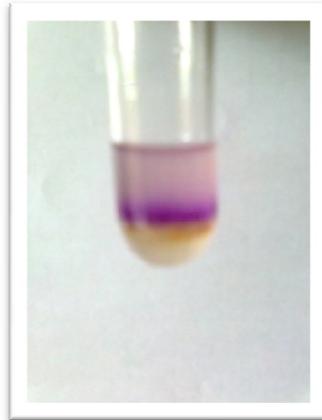


Gambar 8. Uji positif protein dengan pereaksi millon

2) Uji Hopkins-Cole

Larutan protein yang mengandung triptofan dapat direaksikan dengan pereaksi Hopkins-Cole yang mengandung asam glioksilat. Pereaksi ini

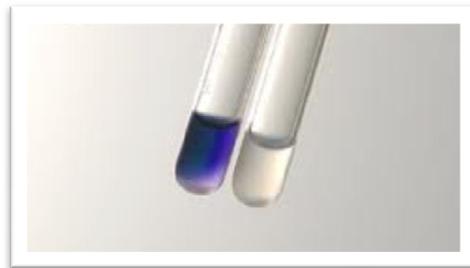
dibuat dari asam oksalat dengan serbuk magnesium dalam air. Setelah dicampur dengan pereaksi Hopkins-Cole, asam sulfat dituangkan perlahan-lahan sehingga membentuk lapisan di bawah larutan protein. Beberapa saat kemudian akan terjadi cincin ungu pada batas antara kedua lapisan tersebut.



Gambar 9. Uji positif protein Hopkins Cole

3) Uji Ninhidrin

Ninhidrin beraksi dengan asam amino bebas dan protein menghasilkan warna biru. Reaksi ini termasuk yang paling umum dilakukan untuk analisis kualitatif protein dan produk hasil hidrolisisnya. Reaksi ninhidrin dapat pula dilakukan terhadap urin untuk mengetahui adanya asam amino atau untuk mengetahui adanya pelepasan protein oleh cairan tubuh.



Gambar 10. Uji positif protein pada uji ninhidrid

4) Uji belerang

Reaksi ini dapat dilakukan dengan penambahan timbale asetat dan basa. Reaksi Pb-asetat dengan asam-asam amino tersebut akan membentuk

endapan berwarna kelabu, yaitu garam PbS. Penambahan NaOH dalam hal ini adalah untuk mendenaturasikan protein sehingga ikatan yang menghubungkan atom S dapat terputus oleh Pb-asetat membentuk PbS. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa kasein dan sistein mengandung unsur S dalam molekulnya. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan warna pada sistein yang menjadi hitam bening dan terbentuk endapan hitam serta pada kasein yang berwarna putih keruh kehitaman yang mengindikasikan adanya timbale sulfida yang berwarna hitam.



Gambr 11. Uji positif protein pada uji belerang

5) Uji Xantoproteat

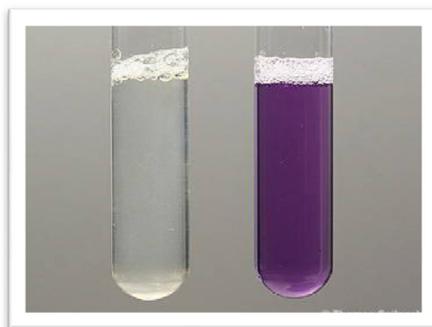
Larutan asam nitrat pekat ditambahkan dengan hati-hati ke dalam larutan protein. Setelah dicampur terjadi endapan putih yang dapat berubah menjadi kuning apabila dipanaskan. Reaksi yang terjadi ialah nitrasi pada inti benzena yang terdapat pada molekul protein. Reaksi ini positif untuk protein yang mengandung tirosin, fenilalanin dan triptofan.



Gambar 12 . Uji positif protein pada uji xantoproteat

6) Uji Biuret

Biuret adalah senyawa dengan dua ikatan peptida yang terbentuk pada pemanasan dua molekul urea. Ion Cu^{2+} dari reaksi Biuret dalam suasana basa akan bereaksi dengan polipeptida atau ikatan-ikatan peptida yang menyusun protein membentuk senyawa kompleks berwarna ungu atau violet. Reaksi ini positif terhadap dua buah ikatan peptida atau lebih, tetapi negatif untuk asam amino bebas atau dipeptida. Semua asam amino, atau peptida yang mengandung asam- α amino bebas akan bereaksi dengan ninhidrin membentuk senyawa kompleks berwarna biru-ungu. Namun, prolin dan hidroksiprolin menghasilkan senyawa berwarna kuning.



Gambar 13. Uji positif protein pada uji biuret

B. Lektin

Lektin merupakan kelompok protein yang secara spesifik dapat berikatan dengan bagian karbohidrat tertentu dari molekul glikolipid atau glikoprotein. Mayoritas lektin adalah protein non enzim sehingga tidak mempunyai fungsi katalitik, tetapi ada beberapa lektin yang berlaku sebagai protein enzim dengan peranan katalitiknya. Lektin terdapat pada berbagai macam bagian tumbuhan, terutama biji, namun juga dapat dijumpai pada berbagai hewan, terutama invertebrata. Dari hasil penelitian lektin terdapat pada Tanaman kedelai (*Glycine max*), dry bean (*Phaseolus vulgaris*), lima bean (*P. limatus*), kacang hijau (*P. aureus*), white tipary bean (*P. acutifolius*), scarlet runner bean (*P. coccineus*), biji jarak (*Risinus communis*), jack bean (*Canavalia ensiformis*), kapri

(*Pisum sativum*), kacang lapangan (*Dolichos lablab*), horse gram (*Dolichos biflorus*), kacang lebar (*Vicia faba*), Lentil (*Leucaesculenta*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*), dll. Lektin juga terdapat pada makanan kita bijian (padi, oat, rye, barley, millet, jagung), kacang-kacangan/ leguminosae, buah dalam kelompok nightshade (terung-terungan, kentang, tomato, cabai).

1) Sejarah lektin

Mulanya diekstrak dari castor bean oleh Stillmark (1888) dan digunakan untuk aglutinasi eritrosit, makanya dikenal sebagai phytohaemagglutines. Lektin juga ditemukan pada organ beberapa hewan invertebrata, namun tidak semua dapat menggumpalkan eritrosit. W.C. BOYD & E. SLAPEIGH menggunakan istilah Lektin (1954) (dari bahasa latin. *legere* = to choose, ... memilih sel yang diaglutinasi).

2) Sifat-sifat umum Lektin

- Mempunyai sifat multivalensi yang menyebabkan lektin mempunyai kemampuan mengaglutinasi sel darah merah.
- Mampu mengikat macam gula khusus yang terdapat pada permukaan sel yang menimbulkan pengaruh stimulasi mitogenik, aglutinasi preferensial sel tumor dan pengaruh immunosupresif
- Lektin yang bervalensi rendah, meskipun tidak mampu menyebabkan aglutinasi, kadang-kadang sangat toksik.
- Mempunyai berat molekul berkisar 100.000-150.000 dan di susun dari 4 subunit yang dapat identik atau tidak identik.
- Hampir semua lektin adalah Glikoprotein yang mengandung 4-10 % Karbohidrat. Namun, ada pengecualian di mana ada lektin dari lembaga gandum, jack bean dan kacang tanah yang tidak mengandung karbohidrat dan sebaliknya lektin dari beras dan kentang mengandung 25 dan 50 % karbohidrat.

3) Ciri-ciri Lektin

- Beberapa lektin dengan valensi rendah, meskipun tidak menyebabkan aglutinasi kadang

- Kadang sangat toksik.
- Memiliki berat molekul 100.000 – 150.000
- Disusun dari 4 subunit yang identik atau tidak identik

4) Fungsi lektin

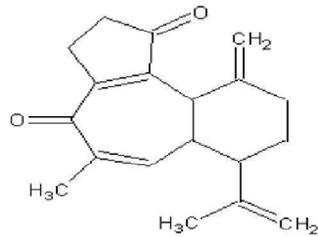
Lektin dapat diisolasi dan hewan maupun tanaman . Lektin asal hewan berfungsi sebagai berikut :

- 1) Imunitas primitif yang tampak jelas pada sistem hemolimfavebrata. Parasit yang menginfeksi hewan ini akan disubungi oleh lektin, sehingga hemosit dapat menelannya.
- 2) Pemantauan komponen darah diperani oleh organ, terutama hati. Adanya protein-protein yang memiliki residu karbohidratasing bagi tubuh, akan cepat ditelan oleh hepatosit untuk dimetabolisme.

Lektin berfungsi dengan baik sebagai alergen dan hemaglutinin. Lektin ditemukan bersifat aglutinin (hemaglutinin) yaitu menggumpalkan sel darah merah (eritrosit) manusia. Ketika dikonsumsi secara berlebihan oleh individu yang sensitif, lektin dapat menyebabkan reaksi fisiologis utama, yaitu kerusakan usus dan gangguan pencernaan. Beberapa lektin relatif tahan terhadap pemanasan.

Kegiatan hemaglutinasi lektin ini stabil pada suhu sampai 65°C dan pada pH berkisar antara 4 dan 8. Beberapa lektin tertentu bahkan tetap stabil melebihi 30 menit pada suhu 70°C. Beberapa lektin juga tahan terhadap asam lambung dan enzim proteolitik, sehingga muncul gejala gastrointestinal akut, seperti mual dan muntah. Dengan kata lain, lektin sangat mengganggu pencernaan dan penyerapan gizi karena lektin dapat menciptakan gas, cairan dan lendir.

Lektin bahkan dapat mendorong pertumbuhan bakteri yang merugikan di dalam usus sehingga menyebabkan peradangan dan terhentinya produksi enzim proteinase. Lektin dapat mengurangi penyerapan glukosa dalam usus hingga 50 persen bahkan dapat mengikat reseptor insulin.



Gambar3. Struktur kimia lektin (Mahajati, 2008)

Lektin dapat berfungsi sebagai agen sehingga memungkinkan protein asing menyerang pertahanan alamiah usus dan menyebabkan kerusakan jaringan, baik di luar usus, pada sendi, otak, kulit maupun kelenjar tubuh. Makanan mengandung lektin merangsang mekanisme pertahanan tubuh, yang bermanifestasi sebagai penyakit menjadi disfungsional. Dengan mikroskop elektron resolusi tinggi, terlihat hubungan langsung antar fungsi lektin sebagai reseptor virus dengan posisinya sebagai situs patogen seperti HIV-1. Lektin juga berfungsi untuk menghambat pertumbuhan sel kanker.

Secara umum fungsi dari lektin yaitu sebagai berikut :

- Sebagai molekul penanda pada sel (cell-cell-recognition)
- Interaksi serbuk sari-kepala putik (pollen-stigma interactions)
- Hubungan interaksi simbiosis (recognition of symbiotic partners), contoh interaksi antara *Rhizobium* dengan tumbuhan inang leguminosae spesifik.
- Mekanisme pertahanan tumbuhan.
- Agen mitogenesis → memicu terjadi mitosis pada sel.
- Bidang biologi molekuler, misal untuk mempelajari komunikasi antar sel
- Bidang kimia terapan, misal untuk pemurnian protein secara kromatografi dimana pada fase stasioner dikonjugasikan dengan lektin, sehingga protein spesifik terhadap lektin terkonjugasi tersebut akan terikat, sementara protein lain akan terelusi.
- Bidang medis, misal untuk membedakan sel normal dengan sel patologis (sel kanker), drug delivery system.
- Kontraseptik untuk program keluarga berencana (herbal spermicide).

Selain memiliki manfaat yang banyak, Lektin bersifat anti-nutrisi karena Lektin tidak mudah hancur oleh asam lambung dan enzim pencernaan dan Lektin mengganggu pencernaan makanan, karena lektin dapat terikat pada lapisan glycocalyx pada microvilli dari interstinum. Sehingga lektin dapat menghambat penyerapan. Oleh karena itu untuk menon-aktifkan lektin pada makanan maka kita perlu : merendam, memanaskan, atau memfermentasikan bahan makanan yang mengandung lektin.

3. Rangkuman 2

Uji kualitatif protein terdiri dari beberapa macam yaitu, Uji Millon, Uji Hopkins Cole, Uji Ninhidrin, Uji belerang, Uji Xantoproteat, Uji Biuret. Lektin merupakan kelompok protein yang secara spesifik dapat berikatan dengan bagian karbohidrat tertentu dari molekul glikolipid atau glikoprotein. Mayoritas lektin adalah protein non enzim sehingga tidak mempunyai fungsi katalitik, tetapi ada beberapa lektin yang berlaku sebagai protein enzim dengan peranan katalitiknya. Sifat-sifat umum Lektin, mempunyai sifat multivalensi, mampu mengikat macam gula khusus yang terdapat pada permukaan sel yang menimbulkan pengaruh stimulasi mitogenik, aglutinasi preferensial sel tumor dan pengaruh immunosupresif, Lektin yang bervalensi rendah, meskipun tidak mampu menyebabkan aglutinasi, kadang-kadang sangat toksik, Mempunyai berat molekul berkisar 100.000-150.000 , hampir semua lektin adalah Glikoprotein yang mengandung 4-10 % Karbohidrat. Fungsi lektin yaitu , sebagai molekul penanda pada sel , hubungan interaksi simbiosis (recognition of symbiotic partners, mekanisme pertahanan tumbuhan, agen mitogenesis → memicu terjadi mitosis pada sel, dan kontraseptik untuk program keluarga berencana (herbal spermicide).

4. Tugas 2

Lakukanlah uji protein terhadap beberapa sampel makanan yang biasa kita konsumsi!

5. Tes Formatif 2

- 1) Jelaskan 3 uji protein yang anda ketahui?
- 2) Apa yang dimaksud dengan lektin?
- 3) Berikan contoh sumber-sumber yang mengandung lektin?

- 4) Jelaskan manfaat dari lektin?
- 5) Jelaskan kerugian lektin jika tidak dengan pengolahan yang baik?

6. Kunci jawaban tes formatif 2

- 1) uji kualitatif protein terdiri dari beberapa macam yaitu:
 - Uji Millon :Apabila pereaksi millon ditambahkan pada larutan protein, akan menghasilkan endapan putih yang dapat berubah menjadi merah oleh pemanasan.
 - Uji Hopkins Cole :Larutan protein yang mengandung triptofan dapat direaksikan dengan pereaksi Hopkins-Cole yang mengandung asam gliksilat. Beberapa saat kemudian akan terjadi cincin ungu pada batas antara kedua lapisan tersebut.
 - Uji Ninhidrin :Ninhidrin beraksi dengan asam amino bebas dan protein menghasilkan warna biru. Reaksi ini termasuk yang paling umum dilakukan untuk analisis kualitatif protein dan produk hasil hidrolisisnya. Reaksi ninhidrin dapat pula dilakukan terhadap urin untuk mengetahui adanya asam amino atau untuk mengetahui adanya pelepasan protein oleh cairan tubuh.
- 2) Lektin merupakan kelompok protein yang secara spesifik dapat berikatan dengan bagian karbohidrat tertentu dari molekul glikolipid atau glikoprotein. Mayoritas lektin adalah protein non enzim sehingga tidak mempunyai fungsi katalitik, tetapi ada beberapa lektin yang berlaku sebagai protein enzim dengan peranan katalitiknya.
- 3) Lektin terdapat pada berbagai macam bagian tumbuhan, terutama biji, namun juga dapat dijumpai pada berbagai hewan, terutama invertebrata. Dari hasil penelitian lektin terdapat pada Tanaman kedelai (*Glicine max*), dry bean (*Phaseous vulgaris*), lima bean (*P.limatus*), kacang hijau (*P.aureus*), white tipary bean (*P. acutifolius*), scarlet runner bean (*P. coccineus*), biji jarak (*Risinus communis*), jack bean (*Canavalia ansiformis*), kapri (*Pisium sativum*), kacang lapangan (*Dolichos ablax*), horse gram (*Dolichos biflorus*), kacang lebar (*Vicia faba*), Lentil (*Leussesoulenta*), kacang tanah (*Arachis hypogaca*), dll. Lektin juga terdapat pada makanan kita bijian (padi, oat, rye, barley, millet,

jagung), kacang-kacangan/ leguminosae, buah dalam kelompok nightshade (terung-terungan, kentang, tomato, cabai).

- 4) Manfaat dari lektin yaitu : Sebagai molekul penanda pada sel (cell-cell-recognition), interaksi serbuk sari-kepala putik (pollen-stigma interactions), hubungan interaksi simbiosis (recognition of symbiotic partners), contoh interaksi antara Rhizobium dengan tumbuhan inang leguminosae spesifik, mekanisme pertahanan tumbuhan. Agen mitogenesis → memicu terjadi mitosis pada sel. Bidang biologi molekuler, misal untuk mempelajari komunikasi antar sel Bidang kimia terapan, misal untuk pemurnian protein secara kromatografi dimana pada fase stasioner dikonjugasikan dengan lektin, sehingga protein spesifik terhadap lektin terkonjugasi tersebut akan terikat, sementara protein lain akan tereluskan. Bidang medis, misal untuk membedakan sel normal dengan sel patologis (sel kanker), drug delivery system.
- 5) Lektin bersifat anti-nutrisi karena Lektin tidak mudah hancur oleh asam lambung dan enzim pencernaan dan Lektin mengganggu pencernaan makanan, karena lektin dapat terikat pada lapisan glycocalyx pada microvilli dari interstinum. Sehingga lektin dapat menghambat penyerapan. Oleh karena itu untuk menon-aktifkan lektin pada makanan maka kita perlu : merendam, memanaskan, atau memfermentasikan bahan makanan yang mengandung lektin.

7. Umpan balik

Cocokkanlah jawaban saudara dengan kunci jawaban Tes Formatif yang terdapat di bagian belakang modul ini. Hitunglah jawaban saudara yang benar kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan saudara terhadap materi kegiatan belajar ini.

$$\text{Rumus : Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor total}} \times 100$$

Arti tingkat penguasaan yang saudara capai:

80 % – 100% = baik sekali

70 % - 79% = baik

56% - 69% = cukup

45% - 55% = kurang

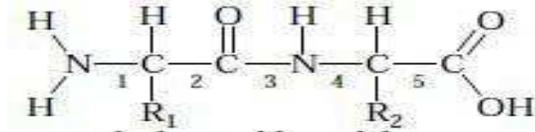
0% - 44% = sangat kurang

Dengan Catatan: saudara dianggap lulus jika minimal memperoleh nilai 70

EVALUAS

A. Soal evaluasi :

1. Perhatikan struktur dipeptida berikut.



Ikatan peptida ditunjukkan oleh nomor

- a. 4
 - b. 5
 - c. 1
 - d. 2
 - e. 3
2. Di antara reaksi berikut yang tidak termasuk uji untuk protein adalah
 - a. Sakaguchi
 - b. Hopkin-cole
 - c. Millon
 - d. Tauber
 - e. Xantoprotein
 3. Reaksi yang cocok untuk menguji adanya tirosin, fenilalanin dan triptofan (mengandung cincin benzena) di dalam protein adalah
 - a. Xantoprotein
 - b. Hopkin-cole
 - c. Millon
 - d. Nitroprusida
 - e. Sakaguchi
 4. Pernyataan berikut yang tidak tepat untuk protein adalah

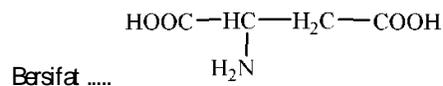
- a. protein terbentuk dari asam amino melalui polimerisasi
 - b. protein dengan larutan NaOH dan CuSO₄ memberi warna ungu
 - c. protein jika dihidrolisis akan menghasilkan asam amino
 - d. asam amino penyusun protein adalah asam α-amino, asam β-amino, dan asam γ-amino.
 - e. terjadi ikatan peptida di antara tiap dua monomer protein.
5. Suatu protein dapat memiliki struktur α-heliks. Hal ini disebabkan adanya
- a. muatan positif dan negatif sama
 - b. gaya van der Waals
 - c. ikatan hidrogen antarmolekul
 - d. ikatan peptide
 - e. ikatan hidrogen intramolekul
6. Suatu protein dapat memiliki struktur sekunder karena memiliki
- a. muatan positif dan negatif sama
 - b. ikatan hidrogen intramolekul
 - c. ikatan hidrogen antarmolekul
 - d. ikatan peptide
 - e. gaya van der Waals
7. Berikut ini yang bukan tergolong jenis protein adalah
- a. Hemoglobin
 - b. Kasein
 - c. Enzim
 - d. glikogen
 - e. Insulin
8. Hemoglobin merupakan salah satu contoh struktur protein berupa struktur
- a. Primer
 - b. kuartener
 - c. β-sheets

- d. a-hidiks
- e. tersier

9. Peristiwa denaturasi protein terjadi jika protein, **kecuali**

- a. Dipanaskan
- b. dilarutkan ke dalam asam pekat
- c. didinginkan hingga beku
- d. dilarutkan ke dalam basa kuat
- e. dibakar

10. Asam amino yang mempunyai struktur



- a. asam
- b. netral
- c. basa
- d. aromatik
- e. hidrofobik

11. Data percobaan uji protein sebagai berikut :

Nomor Percobaan	Bahan Makanan	Perubahan Warna Dengan		
		Biuuret	Xantoproteat	Timbal (Ih Asetat)
1	Putih Telur	Ungu	Jingga	Hitam
2	Susu	Ungu	-	-
3	Tahu	Ungu	-	-
4	Ikan	Ungu	Jingga	-

Berdasarkan data di atas, maka protein yang mengandung gugus inti benzena adalah

- a. susu dan tahu
- b. susu dan ikan
- c. putih telur dan ikan
- d. tahu dan ikan
- e. susu dan putih telur

12. Larutan protein dapat bereaksi dengan asam maupun basa. Ini menunjukkan bahwa protein bersifat

- a. Kovalen
- d. Netral

- b. Basa lemah
- c. Asam lemah
- e. Amfoter

13. Uji coba terhadap bahan makanan dengan pereaksi biuret dan xantoproteat memberikan data sebagai berikut :

Nomor Percobaan	Bahan Makanan	Perubahan warna dengan	
		Biuret	Xantoproteat
1	K	Biru muda	Jingga
2	L	Ungu	Kuning
3	M	Biru muda	Kuning
4	N	Ungu	Tak berwarna
5	O	Biru muda	Tak berwarna

Bahan makanan yang mengandung ikatan peptida adalah

- a. K dan L
- b. N dan O
- c. L dan N
- D. M dan O
- E. L dan M

14. Dalam organisme hidup terdapat :

- 1. enzim
- 2. protein
- 3. lemak
- 4. karbohidrat
- 5. hormon

Zat yang berfungsi sebagai pembentuk sel-sel baru, yaitu :

- a. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

15. Berikut ini cirri dari lektin , kecuali.....

- a. Dapat menyerap nutrisi makanan dengan baik.
- b. Kadang sangat toksik.
- c. Beberapa lektin dengan valensi rendah, meskipun tidak menyebabkan aglutinasi kadang
- d. Memiliki berat molekul 100.000 – 150.000
- e. Disusun dari 4 subunit yang identik atau tidak identik

16. Lektin memiliki banyak manfaat, namun bersifat anti nutrisi yang disebabkan oleh.....

- a. Lektin merupakan serat
 - b. Lektin mudah hancur dalam asam lambung
 - c. Lektin dapat dihancurkan oleh enzim pencernaan
 - d. Lektin dapat terikat pada lapisan glycocalyx
 - e. Lektin bereaksi dengan asam lambung
17. Lektin memiliki banyak manfaat, kecuali.....
- a. Untuk membedakan sel normal dan sel kanker
 - b. Untuk mempelajari komunikasi antar sel
 - c. Memicu terjadi mitosis pada sel
 - d. Memicu terjadi penggumpalan sel
 - e. Mekanisme pertahanan tubuh
18. Manakah diantara pernyataan berikut yang bukan merupakan sifat lektin.....
- a. Memiliki kemampuan mengaglutinasi sel darah
 - b. Mampu mengikat semua jenis gula yang terdapat pada permukaan sel
 - c. Bervalensi rendah, dan kadang-kadang sangat toksik
 - d. Hampir semua lektin adalah glikoprotein
 - e. Memiliki berat molekul yang besar antara 100.000-150.000
19. Berdasarkan hasil penelitian, lektin banyak terdapat pada berbagai tanaman yang biasa kita konsumsi, kecuali.....
- a. Kedelai dan kacang hijau
 - b. Kacang tanah dan terong
 - c. Jagung dan padi
 - d. Oat dan jeruk
 - e. Kacang dan jagung
20. Lektin adalah protein yang berikatan dengan gula tertentu dan membentuk salah satu biomolekul yaitu....
- a. Asam nukleat
 - b. Lemak esensial
 - c. Protein
 - d. asam amino
 - e. Polisakarida

B Kunci Jawaban :

- | | |
|-------|-------|
| 1. A | 13. E |
| 2. E | 14. B |
| 3. A | 15. A |
| 4. D | 16. E |
| 5. D | 17. C |
| 6. C | 18. B |
| 7. D | 19. D |
| 8. B | 20. C |
| 9. C | |
| 10. B | |
| 11. A | |
| 12. E | |

A. Tindak Lanjut

Berikut ini adalah langkah yang dapat dilakukan untuk mengetahui apakah siswa telah mencapai kelulusan yaitu sebagai berikut :

- 1) Memeriksa jawaban dengan kunci jawaban evaluasi yang terdapat pada akhir modul
- 2) Menghitung jawaban yang benar dengan menggunakan rumus :

Rumus :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor total}} \times 100$$

Arti tingkat penguasaan yang saudara capai:

80 % – 100% = baik sekali

70 % - 79% = baik

56% - 69% = cukup

45% - 55% = kurang

0% - 44% = sangat kurang

B. Harapan

Dalam modul ini tentunya masih banyak kekurangan dan kelemahannya karena terbatasnya pengetahuan dan kurangnya rujukan atau referensi yang berhubungan dengan judul modul. Penulis banyak berharap para pembaca dapat memberikan kritikan, masukan dan saran yang membangun kepada penulis demi kesempurnaan modul ini dan penulisan modul ini di kesempatan berikutnya. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

GLOSARIUM

- Polimer : molekul besar yang dibangun oleh pengulangan kesatuan kimia yang kecil dan sederhana
- Monomer : struktur molekul yang dapat berikatan secara kimia dengan monomer lainnya untuk menyusun molekul polimer yang panjang dan berulang-ulang, monomer dapat berupa hidrokarbon, gula, asam amino, atau asam lemak.
- Hidrolisis : reaksi kimia yang memecah molekul air (H_2O) menjadi kation hidrogen (H^+) dan anion hidroksida (OH^-) melalui suatu proses kimia. Proses ini biasanya digunakan untuk memecah polimer tertentu, terutama yang dibuat melalui polimerisasi tumbuh bertahap (*step-growth polymerization*).
- Glikoprotein : protein yang mengandung polisakarida. Karbohidrat ini terikat pada protein melalui ikatan glikosidik- ke serin, treonin, hidrosilisin atau hidroksiprolin. Glikoprotein ialah suatu protein yang mengikat unit karbohidrat dengan ikatan kovalen.
- Imunitas : sistem mekanisme pada organisme yang melindungi tubuh terhadap pengaruh biologis luar dengan mengidentifikasi dan membunuh patogen serta sel tumor. Sistem ini mendeteksi berbagai macam pengaruh biologis luar yang luas, organisme akan melindungi tubuh dari infeksi, bakteri, virus sampai cacing parasit, serta menghancurkan zat-zat asing lain dan memusnahkan mereka dari sel organisme yang sehat dan jaringan agar tetap dapat berfungsi seperti biasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Devi, Nirmala. 2010. *Nutrition and Food Gizi Untuk keluarga*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara
- Lie dan Chang. 2008. *Lectin of Concanavalin A as an anti-hepatoma therapeutic*. *Jurnal Biomedis Ilmu* 2009 16: 10 DOI: 10.1186/ 1423-0127-16-10
- Mahajati, Ratna. 2008. *Efektivitas Bungkil Biji Jarak Pagar (Jatropha curcas L.) yang difermentasi berbagai Jenis Kapang sebagai Pakan mencit (mus musculus)* [skripsi]. Bogor: IPB
- Marks, Dwan B dkk. *Biokimia Kedokteran Dasar: Sebuah Pendekatan Klinis*. Jakarta: EGC
- Utama, Iwan Harjono. 1996. *Lektin-sifat dan aplikasinya dalam biologis dan biomedis*. Cermir Dunia Kedokteran ISSN: 0125 – 913X
- Watson, Roger. 2002. *Anatomi dan Fisiologi untuk Keperawatan Edisi 10*. Jakarta : penerbit Buku Kedokteran EGC
- www.biology.arizona.edu/biochemistry/biochemistry.html, 2013, The Biology Project-Biochemistry (diakses Februari 2013)
- www.scripps.org/artides/2681-protein-in-diet (diakses Februari 2013)