

TESIS

**ISOLASI LEKTIN BUAH *Jatropha multifida* L DAN UJI AKTIVITAS
TERHADAP PROLIFERASI SEL LIMFOSIT MENCIT SERTA
IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN KELOMPOK SAINS
DENGAN MENGGUNAKAN MODUL**



Konsentrasi Pendidikan Kimia

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Pendidikan Sains (M.Pd.Si)
Pada Program Pascasarjana S2 Pendidikan IPA
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu**

OLEH :

VOVY VOESVITA SARY

A2L011035

**PROGRAM PASCASARJANA S2 PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS BENGKULU
2013**

PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP
"Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life"
UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU
PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP
"Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life"
UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU
PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP
"Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life"

TESIS

ISOLASI LEKTIN BUAH *Jatropha multifida* L. DAN UJI AKTIVITAS TERHADAP PROLIFERASI SEL LIMFOSIT MENCIT SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN KELOMPOK SAINS DENGAN MENGGUNAKAN MODUL

Konsentrasi Pendidikan Kimia

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Pendidikan Sains (M.Pd.Si)
pada Program Pascasarjana S2 Pendidikan IPA FKIP Universitas
Bengkulu

Oleh :

VOVY VOESVITA SARY
A2L011035

Pembimbing Utama



Dr. Agus Sundaryono, M.Si
NIP. 19600806 198703 1 005

Pembimbing Pendamping 1

Pembimbing Pendamping 2

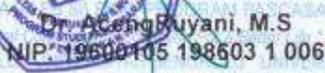


Dr. Aceng Ruyani, M.S
NIP. 19600105 198603 1 006



Dr. Zamzaili, M.Pd
NIP. 19580805 198603 1 001

Mengetahui
Ketua Program Pascasarjana s2 Pendidikan IPA
FKIP Universitas Bengkulu



Dr. Aceng Ruyani, M.S
NIP. 19600105 198603 1 006

UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU
PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP
"Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life"
UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU UNIVERSITAS BENGKULU
PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP PROGRAM PASCASARJANA (S2) PENDIDIKAN IPA (M.Pd.Si) FKIP
"Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life" "Natural Conservation Education For a Better Life"

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawahini :

Nama : Vovy Voesvita Sary

NPM : A2L011035

Program studi : Pascasarjana S2 pendidikan IPA

Dengan ini menyatakan bahwa tesis ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya orang lain. Pendapat dan temuan orang lain yang terdapat dalam tesis ini dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah yang tertulis dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh isi tesis ini bukan karya sendiri, saya bersedia menanggung resiko dan mendapat sanksi berupa pencabutan gelar kesarjanaan (M.Pd.Si) yang saya miliki.

Bengkulu Juni 2013

Saya yang bertandatangan

Vovy Voesvita Sary

NPM. A2L011035

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

- ☞ *Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang dia usahakannya. (QS 53:39)*
- ☞ *Ketika anda diremehkan orang lain tegakkan kepala anda dan tatap mereka dengan tersenyum.(Vv)*
- ☞ *Semakin anda bisa bermimpi, semakin anda bisa melakukannya. (MK)*

PERSEMBAHAN:

Terimakasih ya Allah SWT atas semua rahmat dan hidayahMu, pertolonganMu, cinta kasihMu. Terimakasih telah memberi diriku kesempatan meneruskan kuliah ini yang hanya berawal dari mimpi. Syukurku tak akan pernah habis atas segala nikmat dan rezeki yang telah Engkau berikan padaku hingga saat ini wahai Rabb-ku, hingga kebahagiaan ini aku dapatkan. Kupersembahkan karya kecil ini untuk mereka yang telah memberikanku kebahagiaan :

- ❖ *Terimakasih ibu tersayang (Inil Husna) dan ayahku tersayang (Supandi, S.Sos) atas semua yang telah ibu dan ayah beri untukku, tak henti menyanyangi, membakanku, membimbingku, menyemangati, memberiku kepercayaan dan kebahagiaan yang tak ternilai harganya oleh apapun juga.*
- ❖ *Adik-adikku (Suni Rima Putri & Fitri Wulandari) tersayang semoga kalian diberikan kemudahan dalam mencapai cita-cita dan kakakku (Malik Krisbudianto) terimakasih atas semua bantuannya selama ini.*
- ❖ *Sahabat-sahabat terbaikku ante (Winda), Amir, Resti, Dani, Reren, Yuni, Ibu Yunita, Ayuk Dini, Uni ria, Mb Roza.*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan S2 IPA UNIB angkatan 3.*
- ❖ *Almameterku.*

ISOLASI LEKTIN BUAH *Jatropha multifida* L DAN UJI AKTIVITAS TERHADAP PROLIFERASI SEL LIMFOSIT MENCIT SERTA IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN KELOMPOK SAINS DENGAN MENGGUNAKAN MODUL

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berat molekul relatif lektin hasil isolasi buah *Jatropha multifida* L dan aktivitas lektin terhadap proliferasi limfosit mencit serta pengaruh modul pada pembelajaran kimia siswa kelompok sains . Isolasi lektin menggunakan buffer Tris-HCl dingin pH 7,4 dengan metode pemisahan sentrifugasi. Sentrifugasi dilakukan dua tahap untuk mendapatkan protein terpresipitasi. Penentuan konsentrasi protein menggunakan metode biuret dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540nm dan karakterisasi penentuan berat molekul protein menggunakan elektroforesis SDS-PAGE 1D. Uji aktivitas lektin terhadap hemaglutinasi sel darah merah menggunakan sel darah merah gol A, B, AB, dan O. Aktivitas lektin terhadap proliferasi limfosit dilihat dari jumlah hitung limfosit mencit yang telah diberi lektin dengan bantuan pewarnaan giemsa pada apusan darah. Materi umum dari penelitian ini dikemas dalam bentuk modul. Ekstrak Isolasi lektin yang dihasilkan sebesar 4,062% dari berat awal sampel dengan konsentrasi protein yang terkandung adalah 10, 232 $\mu\text{g/mL}$. Dari hasil elektroforesis diperoleh 5 pita berat molekul relatif lektin buah *J.multifida* L yaitu antara 15,842 Kda-134,728 Kda. Lektin yang diperoleh mampu menggumpalkan eritrosit golongan darah A, B, dan AB. Uji aktivitas lektin terhadap proliferasi limfosit mencit menunjukkan lektin dengan dosis 0,6 mg/30 g mampu meningkatkan jumlah limfosit mencit menjadi 73,617% yang lebih tinggi dari dosis lainnya. Pembelajaran menggunakan modul hasil implementasi dari penelitian dapat meningkatkan hasil belajar siswa dari nilai rata-rata pretes adalah 42,083 mengalami peningkatan pada postes menjadi 80,940 dan lebih tinggi dari standar KKM yang ada.

Kata kunci : *Jatropha multifida* L, lektin, proliferasi, limfosit, modul

LECTIN ISOLATION OF *Jatropha multifida* L FRUIT AND ACTIVITY TEST ON PROLIFERATION OF LYMPHOCYTES OF MICE AND THE IMPLEMENTATION ON SCIENCE GROUP LEARNING BY USING MODULE

ABSTRACT

This research purpose to know relative molecular mass of lectin from isolation *Jatropha Multifida* L fruit and lectin activity on proliferation of lymphocytes of mice and the effect by using module on science group for chemistry learning. Lectin isolation is using buffer Tris-DCI with 7.4 pH through centrifugation separation method. Sentrifugation performed by two step to get precipitated protein. Protein concentration is determined by using biuret method with spectrophotometer on wavelength 540 nm and characterization of molecular weight determination of protein is using electrophoresis SDS-PAGE 1D. Lectin activity test on hemagglutination of erythrocytes is using erythrocytes blood type A, B, AB, and O. Lectin activity on lymphocyte proliferation is seen from the number of lymphocytes of mice which has been given lectin by coloring giemsa on blood smear. General study from this research is arranged in a module. The resulting extract from lectin isolation is 4,062% from initial weight of sample and content of protein concentration is 10,232 $\mu\text{g/mL}$. The result of electrophoresis is 5 bands of relative molecular weight of *J. multifida* L is between 15,842 kDa-134,728 kDa. That lectin is able to agglutinate erythrocytes blood type A, B, and AB. Lectin activity test on proliferation lymphocytes of mice showed that lectin with doses 0,6 mg/30 g is able to increase the number of lymphocytes of mice to 73,617%. Learning by module from the result of implementation of this research is able to increase learning outcomes of students. From average value on pretest is 42,083 that increase on posttest to 80,940 and that is higher than KKM standard value.

Keywords : *Jatropha multifida* L, lectin, proliferation, lymphocytes, module

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr, Wb

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT atas segala nikmat dan rahmat yang selalu tercurah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini yang berjudul “Isolasi Lektin Buah *Jatropha multifida* L dan Uji Aktivitas terhadap Proliferasi Sel Llmfosit Mencit serta Implementasinya pada Pembelajaran Kelompok Sains dengan Menggunakan Modul”.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Dua di Program Studi S2 Pendidikan IPA, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu. Dalam menyelesaikan tesis ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, dalam kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Rambat Nur Sasongko, M.Pd selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu.
2. Bapak Dr. Aceng Ruyani, M.S, selaku Ketua Program Pascasarjana S2 Pendidikan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu, yang juga pembimbing pendamping 1 tesis.
3. Bapak Dr. Agus Sundaryono, M.Si selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama penelitian dan penyusunan tesis ini.
4. Bapak Dr. Zamzaili M.Pd selaku pembimbing pendamping 2 yang telah banyak membimbing dan meluangkan waktu selama penyusunan tesis ini.
5. Bapak Dr. Kancono sebagai dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberi masukan dalam masa perkuliahan.

6. Bapak Dr. M. Lutfi Firdaus, S.Si, MT yang telah memberikan banyak bantuan sehingga penulis bisa melanjutkan kuliah di jenjang Sarjana Strata Dua ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Pascasarjana S2 Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu, yang telah membekali penulis dengan ilmu dan membimbing selama perkuliahan.
8. Semua pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa S2 Pendidikan IPA angkatan 2011.

Penulis menyadari dalam penulisan tesis ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan baik dari segi isi maupun penulisannya. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca semua yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan tesis ini sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan semua pihak yang telah mebantunya. Penulis mendoakan semoga mendapatkan balasan dari Allah SWT, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr, Wb

Bengkulu, Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Keaslian Penelitian.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Kegunaan Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
Tinjauan Pustaka	6
2.1 <i>Jatropha multifida L.</i>	6
2.2 Lektin.....	8
2.3 Limfosit.....	11
2.4 Proliferasi limfosit	13
2.5 Pemisahan dan Pemurnian Protein.....	14
2.6 Mencit (<i>M. musculus</i>).....	18
2.7 Modul Pembelajaran	19
2.8 Hasil Belajar	22
2.9 Hipotesis	23
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3 Alat dan Bahan.....	24
3.4 Sampel dan Populasi	25
3.5 Tahapan Penelitian	25
3.6 Prosedur Penelitian	26
3.7 Teknik Pengumpulan Data	28
3.8 Teknik Analisa Data	34

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Penelitian Laboratorium.....	45
B. Penelitian Pendidikan.....	61
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	72
B. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN-LAMPIRAN	77
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Interpretasi koefisien ICC.....	36
Tabel 2. Hasil ekstraksi protein.....	47
Tabel 3. Hasil absorbansi protein standar.....	48
Tabel 4. Data mobilitas relative (Rf) dan BM protein standar.....	50
Tabel 5. Mobilitas relative (Rf) dan berat molekul isolate protein Buah <i>J.multifida L</i>	51
Tabel 6. Hasil uji pendahuluan ekstrak daun <i>J. multifida L</i> terhadap penggumpalan sel darah merah.....	53
Tabel 7. Penampakan Hemaglutinasi Sel Darah Merah Terhadap Lektin protein Daun <i>J.multifida L</i> Dengan Mikroskop.....	54
Tabel 8. Rata-rata dan Persentase Jumlah Sel Limfosit.....	56
Tabel 9. Gambaran limfosit menciit yang telah diberi lektin dengan pewarnaan giemsa.....	57
Tabel 10. Hasil uji validitas butir soal.....	63
Tabel 11. Uji Reliabilitas Instrumen.....	64
Tabel 12. Hasil uji tingkat kesukaran butir soal.....	64
Tabel 13. Hasil uji daya beda setiap butir soa.....	65
Tabel 14. Hasil uji distraktor.....	66
Tabel 15. Hasil pretes siswa.....	67
Tabel 16. Hasil postes siswa.....	68
Tabel 17. Rata-rata nilai pretes dan postes siswa.....	68
Tabel 18. Hasil uji normalitas.....	69
Tabel 19. Hasil uji homogenitas.....	70
Tabel 20. Hasil uji t satu sampel.....	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman <i>Jatropha multifida</i> L.....	7
Gambar 2. Struktur kimia protein primer lektin.....	10
Gambar 3. Desain penelitian laboratorium.....	27
Gambar 4. Hasil ekstraksi protein.....	47
Gambar 5. Kurva standar protein.....	48
Gambar 6. Pola hasil elektroforesis.....	50
Gambar 7. Kurva standar penentuan BM protein.....	51
Gambar 8. Grafik rerata jumlah limfosit.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian	77
Lampiran 2a. Hasil ekstraksi protein	78
Lampiran 2b. Penentuan konsentrasi protein.....	78
Lampiran 3. Hasil elektroforesis.....	82
Lampiran 4. Hasil uji hemaaglutinasi darah normal	85
Lampiran 5. Hasil perhitungan jumlah Limfosit mencit.....	86
Lampiran 6. Hasil uji statistik pengaruh pemberian lektin	88
Lampiran 7. Lembar validasi modul	94
Lampiran 8. Instrumen validasi soal.....	96
Lampiran 9. Perhitungan ICC validasi modul	99
Lampiran 10. Perhitungan ICC validasi tes	101
Lampiran 11. Analisis butir soal	103
Lampiran 12. Soal pretes dan postes	107
Lampiran 13. Hasil pretes dan postes siswa	109
Lampiran 14. Perhitungan hipotesis pendidikan	110
Lampiran 15. Foto penelitian.....	113
Lampiran 16. Silabus dan RPP penelitian.....	115
Lampiran 17. Modul Pembelajaran	130

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak tumbuhan dikenal sebagai sumber bahan obat, diantaranya *Jatropha multifida L* (jarak tintir). Tanaman ini di Bengkulu di budidayakan sebagai tanaman hias. Selain itu jarak tintir dimanfaatkan secara tradisional oleh masyarakat sebagai obat penyembuh luka dengan cara mengoleskan getah batang atau buah pada luka baru, sehingga masyarakat Bengkulu mengenal tanaman ini dengan nama betadine. Jarak tintir memiliki rasa agak pahit dan bersifat netral. Beberapa bahan kimia yang terkandung di dalam jarak tintir diantaranya α -amirin, kompesterol, 7 α -diol, stigmaterol, β -sitosterol, dan HCN. Batangnya mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, dan tannin. Efek farmakologis tanaman ini diantaranya, penurun panas, anti-inflamasi, dan penghambat peradangan (Hariana, 2006).

Berdasarkan penelitian yang telah dilaporkan diketahui bahwa *J. multifida L* mengandung senyawa metabolit sekunder yang dapat mengaglutinasi darah (Lokaria, 2012). Salah satu senyawa yang memiliki aktivitas aglutinasi terhadap darah adalah lektin. Diniyah (2012) telah melakukan uji aktivitas aglutinasi lektin yang terkandung pada biji *J. multifida L* terhadap kecepatan penggumpalan sel darah merah.

Lektin tumbuhan adalah protein atau glikoprotein yang memiliki afinitas kuat terhadap oligosakarida pada membran plasma dari sel-sel mamalia. Pada penelitian imunologik dengan hewan percobaan dapat ditarik manfaat dari kenyataan bahwa lektin tidak merangsang semua limfosit secara sama. *Phytohematoglutinin* (PHA), yang diekstraksi dari kacang merah dan *concanavalin-A* (Con-A), yang diekstraksi dari sejenis buncis merangsang limfosit-T (Fawcett, 2002).

Ketahanan tubuh terhadap penyakit dipengaruhi oleh sistem imun. Sistem imun merupakan suatu sistem kompleks yang memberikan respon imun untuk menanggapi agen asing spesifik seperti bakteri, virus, toksin, atau zat lain yang dianggap oleh tubuh bukan bagian dari tubuh kita. Respon imun yang buruk akan meningkatkan resiko terkena penyakit. Respon imun dapat ditingkatkan dengan memperhatikan pola konsumsi makanan dan jenis asupan makanan yang berpengaruh terhadap sistem imun tubuh.

Menurut Ronald dan Richad (2000) sel limfosit merupakan komponen esensial dalam sistem pertahanan imun, fungsi utamanya adalah berinteraksi dengan antigen dan menimbulkan respon imun. Respon imun spesifik terdiri dari respon humoral dan seluler. Respon humoral dilakukan oleh sel limfosit B, dimana sel ini menghasilkan antibodi sebagai respon imunnya, sedangkan respon imun seluler dilakukan oleh sel limfosit T, dimana sel ini menghasilkan limfokinase yang dapat menolak keberadaan benda asing .

Kerusakan membran pada sel limfosit, yang antara lain dapat disebabkan oleh senyawa radikal, berdampak pada penurunan responnya, antara lain penurunan proliferasi limfosit. Proliferasi limfosit merupakan penanda adanya fase aktivasi dari respon imun tubuh. Proliferasi limfosit ini berupa peningkatan produksi limfoblas yang kemudian akan menjadi limfosit di limpa. Respon dari antigen dan faktor Proliferasi sel limfosit dapat terjadi akibat rangsangan mitogen tertentu seperti lektin yang merupakan salah satu glikoprotein asal tumbuhan.

Proses pembelajaran pada hakekatnya merupakan interaksi antara peserta didik dengan obyek yang dipelajari. Oleh karena itu peranan sumber dan media belajar sangat diperlukan dalam proses pembelajaran guna pencapaian pemahaman yang utuh. Peranan dan penggunaan sumber belajar secara terencana dan terprogram akan berpengaruh pada pencapaian tujuan pembelajaran yang ditargetkan. Salah satu sumber belajar yakni modul. Modul merupakan paket belajar mandiri yang meliputi

serangkaian pengalaman belajar yang direncanakan dan dirancang secara sistematis untuk membantu peserta didik mencapai tujuan belajar (Mulyasa, 2002).

Kegiatan pembelajaran sains sekarang tidak hanya dilakukan dalam jam belajar kurikulum standar di kelas, tetapi sudah berkembang ke dalam kegiatan ekstrakurikuler dengan pembentukan kelompok sains. Kelompok sains memberikan banyak manfaat bagi siswa, dimana mereka akan mendapatkan pengetahuan yang lebih luas dengan cara belajar yang menyenangkan. Banyak sekolah yang telah memiliki ekstrakurikuler kelompok sains, salah satunya SMA Muhammadiyah 4 kota Bengkulu. Dalam kegiatan belajar kelompok sains, salah satu sumber belajar yang dapat digunakan oleh siswa adalah modul. Namun, dilihat dari pelaksanaannya pembelajaran pada kelompok sains belum menggunakan modul sebagai sumber belajar.

Melihat permasalahan-permasalahan di atas dan banyaknya manfaat dari tanaman ini khususnya manfaat lektin yang terkandung di dalamnya, maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengisolasi lektin buah *J. multifida L* dan melihat hasil uji aktivitas terhadap proliferasi sel limfosit mencit serta implementasinya pada pembelajaran kelompok sains dengan menggunakan modul pembelajaran kimia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah yaitu:

- a. Berapa massa molekul relatif lektin hasil isolasi buah *J. multifida L*?
- b. Bagaimana pengaruh lektin buah *J. multifida L* terhadap aktivitas proliferasi sel limfosit mencit ?
- c. Bagaimana pengaruh modul dari hasil isolasi lektin buah *J. multifida L* pada pembelajaran kimia siswa kelompok sains?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

- a. Sampel yang diekstraksi adalah buah tanaman *J. multifida L*
- b. Penentuan massa molekul relatif lektin yang terkandung dalam ekstrak biji *J. multifida L* digunakan elektroforesis 1-D.
- c. Uji aktivitas senyawa yang diekstraksi dilakukan pada sel sel limfosit mencit.
- d. Implementasi terhadap pembelajaran yaitu pembuatan dan pemanfaatan modul dalam pembelajaran kimia kelompok sains.

1.4 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai isolasi lektin biji *J. multifida L* dan uji aktivitasnya terhadap penggumpalan darah sudah pernah dilakukan. Akan tetapi biji yang digunakan adalah biji dari buah *J. multifida L* yang sudah tua, maka pada penelitian ini peneliti menggunakan buah muda yang utuh *J. multifida L* sebagai sumber isolasi lektin dan menguji aktivitasnya terhadap proliferasi limfosit mencit yang diimplementasikan sebagai modul pembelajaran kelompok sains yang belum pernah dilakukan oleh peneliti lain dan belum pernah ditemukan dalam publikasi ilmiah.

1.5 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui massa molekul relatif lektin hasil isolasi buah *J. multifida L*
- b. Mengetahui pengaruh lektin buah *J. multifida L* terhadap aktivitas proliferasi sel limfosit mencit.
- c. Mengetahui pengaruh modul dari hasil isolasi lektin buah *J. multifida L* pada pembelajaran kimia siswa kelompok sains?

1.6 Kegunaan Penelitian

a. Bagi peneliti

Dapat menambah wawasan, pengetahuan dan keterampilan sesuai dengan bidang ilmu yang ditekuni.

b. Bagi masyarakat

Memberikan informasi mengenai manfaat buah *J. multifida* L terhadap imunitas tubuh dilihat dari jumlah limfosit.

c. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan

Memberikan informasi bahwa buah *J. multifida* L mengandung lektin yang dapat digunakan proliferasi limfosit.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Diniah (2012) telah melakukan uji aktivitas lektin biji *Jatropha multifida*. L terhadap kecepatan penggumpalan sel darah merah serta implementasinya pada pembelajaran dengan media powerpoint beranimasi. Pemberian lektin dengan perbedaan konsentrasi memberikan pengaruh terhadap perbedaan kecepatan penggumpalan sel darah merah dan lektin dari biji *J. multifida* L dapat mengaglutinasi sel darah merah golongan A. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lei dan Chang (2009) terhadap lektin Concanavalin-A sebagai agen anti-terapi hepatoma dalam mencari terapi baru untuk tumor hati, menemukan bahwa Concanavalin A (Con A), lektin dari biji kacang Jack, dapat memiliki efek anti hepatoma yang kuat. Setelah Con A mengikat ke bagian mannose pada glikoprotein membran sel diinternalisasikan secara spesifik pada mitokondria. Autophagy dipicu sehingga menyebabkan kematian sel. Con A sebagai mitogen sel T kemudian mengaktifkan respon imun di hati dan hasil dalam pemberantasan tumor di dalam model murine hepatoma. Sejalan dengan penelitian tersebut, Zhang *et al.* (2008) sebelumnya juga telah meneliti tentang karakterisasi protein lektin dari kacang merah, diketahui bahwa lektin adalah stimulasi mitogenik bagi limfosit, yang biasanya tidak membagi. Lektin yang paling mitogenik, seperti *concanavalin A* dan PHA, hanya merangsang timus dan limfosit (T-sel). Tidak seperti antigen yang hanya mampu merangsang 0,1% dari total jumlah limfosit, lektin mitogenik merangsang sebanyak 80% dari rentang sel.

2.1 *Jatropha multifida* L

Jatropha multifida L termasuk golongan *Euphorbiaceae*. Tanaman ini dikenal dengan jarak tintir, jarak gurita (sunda), jarak tintir (jawa tengah), balacai batai (ternate). Tanaman ini banyak dimanfaatkan oleh

masyarakat sebagai tanaman hias karena memiliki bunga yang sangat indah. Tanaman ini memiliki kandungan minyak dengan kadar 32-40% (Prihandana dan Rio, 2006).

Tanaman *J. multifida* L merupakan jenis tanaman tahunan, berbentuk semak berakar tunggang, tinggi tanaman sekitar 2 meter dengan batang ulat berkayu, pangkalnya membesar, bergetah dan tampak jelas bekas menempelnya daun. Ketika masih muda batang berwarna hijau dan setelah tua berwarna putih kehijauan. Jarak tintir berdaun tunggal, berdaun hijau, ujung runcing, berbentuk hati, pangkal membulat, panjangnya 15-20 cm, lebar 2,5-4 cm bercangap, pertulangan menjari, tepi rata. Adapun klasifikasi tanaman *J. multifida* L adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta

Super Divisi : Spermatophyta

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Sub Kelas : Rosidae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : *Jatropha*

Spesies : *Jatropha multifida* Linn



Gambar 1. Tanaman *J. multifida* L

J. multifida L banyak dibudidayakan sebagai tanaman hias karena memiliki bunga yang sangat indah. Getah batang dan daun *J. multifida L* berkhasiat sebagai obat luka baru. Buah *J. multifida L* biasanya digunakan sebagai obat kumur untuk mencegah dan mengobati kerusakan gigi (Hariana, 2006).

Semua bagian *J. multifida L* dianggap beracun tetapi khususnya buah berisi minyak pencahar dan phytotoxin atau toxalbumin (curcin) mirip dengan risin di Ricinis. Curcin merupakan suatu phytotoxin (toxalbumin), ditemukan terutama dalam buah dan juga dalam buah dan getah. Minyak pencahar pada buah *atau oleum ricini Majoris*, yang mengandung sejumlah kecil asam curcanoleic iritasi, yang terkait dengan asam ricinoleic dan asam crotonoleic, bahan aktif dari minyak jarak dan minyak masing-masing puring.

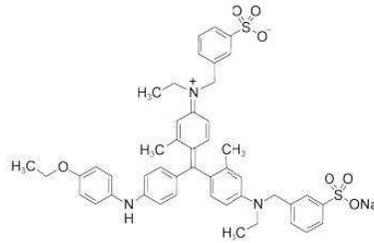
J. multifida L memiliki rasa agak pahit dan bersifat netral. Beberapa bahan kimia yang terkandung dalam tanaman ini diantaranya a -amirin, kampesterol, 7 α -diol, stigmaterol, β -sitosterol dan HCN. Batangnya mengandung alkaloid, saponin, flavonoid dan tanin. Efek farmakologis *J. multifida L* diantaranya penurun panas, anti-inflamasi dan menghambat pendarahan (Hariana, 2006).

2.2 Lektin

Istilah lektin berasal dari kata Yunani yaitu *legere* yang artinya menjemput atau mengambil. Lektin telah dikenal sejak satu abad yang lalu, ketika bioproduk ini ditemukan dalam buah jarak oleh Stillmark pada tahun 1888, dan pada tanaman kacang-kacangan pada tahun 1907. Lektin lebih umum dikenal sebagai protein pengikat karbohidrat yang terdapat pada tumbuhan, terutama biji-bijian dan umbi-umbian seperti sereal, kentang dan buncis (Hamid dan Masood, 2009).

Lektin adalah protein yang reversibel mengikat karbohidrat. Lektin ada pada sebagian besar organisme hidup tapi pertama kali diidentifikasi sebagai protein tanaman yang mengaglutinasi sel darah merah manusia (Van Damme, 2004). Meskipun lektin tanaman memiliki keragaman aktivitas, termasuk kemampuan untuk mengenali sel dengan cara mengidentifikasi permukaan sel-gula tertentu, dan berfungsi sebagai antimikroba dan antitumor agen pada hewan heterolog atau sistem in vitro, peran lektin dalam sel tanaman tidak jelas. Karena lektin tumbuhan yang paling tampak hanya mampu mengikat struktur karbohidrat eksogen tetapi tidak untuk tanaman berasal yang endogen.

Lektin dapat juga mematikan ternak karena bersifat racun. Tetapi ada juga lektin yang tidak bersifat racun dikarenakan terdapat pepsin. Lektin adalah protein yang mempunyai ketinggian afinitas untuk molekul gula tertentu. Lektin pertama-tama diisolasi dari kacang *castor*, dengan kandungan lektin yang biasa disebut ricin. Jadi, lektin adalah protein yang sangat mempengaruhi gula dan gabungan gliko dengan pengaruh yang tinggi. Lektin berinteraksi dengan karbohidrat tertentu yang sangat spesifik. Interaksi ini spesifik enzim-substrat, atau interaksi antigen-antibodi. Lektin berikatan dengan gula bebas atau residu gula polisakarida, glikoprotein atau glikolipid yang dapat dibebaskan atau diikat dalam membran sel. Selain itu, lektin ini ada yang bersifat toksik pada beberapa varietas tertentu. Karena efek lektin dalam proses seperti immunosuppression, mitogenesis dan sitotoksitas, lektin telah digunakan sebagai alat dalam imunologi, biologi seluler dan penelitian kanker .



Gambar 2. Contoh Struktur Kimia Protein Primer Berpotensi Sebagai Lektin. Protein Dengan kisaran Berat Molekul Antara 100Kda dan 20 KDa Lebih Berpotensi Sebagai Lektin (Sumber: Dennis et al., 1997).

Lektin sebelumnya digunakan untuk mendefinisikan agglutinasinya yang dapat membedakan antara jenis sel darah merah, tetapi sekarang istilah ini digunakan lebih umum untuk memasukkan gula-mengikat protein dari banyak sumber terlepas dari kemampuan mereka untuk mengaglutinasi sel. Lektin telah ditemukan dalam tanaman, virus, mikroorganisme dan hewan. Mereka telah diklasifikasikan menurut gula-mengikat kekhususan mereka. Sebagai contoh, Concanavalin A (Con A), Lens Culinaris agglutinin (LCA), dan Pisum sativum agglutinin (PSA) memiliki spesifisitas untuk glukosa; Con A, LCA, Narcissus Pseudonarcissus (NPA), dan PSA memiliki spesifisitas untuk mannose.

Lektin sejenis protein nonimmunogenic atau glikoprotein yang selektif mengikat karbohidrat. Banyak lektin dapat mengenali antigen spesifik pada permukaan sel. Lektin melimpah di mikroba, tumbuh-tumbuhan, dan hewan termasuk serangga. Penyelidikan ekstensif menunjukkan bahwa lektin berpartisipasi dalam berbagai fenomena biologis seperti pencegahan dan pengobatan kanker dan menunjukkan imunomodulator, antiproliferatif, antitumor / sitotoksik, serta mitogenik.

Hamid dan Masood (2009) menemukan bahwa 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 disfungsi. Dengan mikroskop elektronresolusi tinggi, terlihat hubungan langsung antar fungsi lektin sebagai reseptor virus dengan posisinya sebagai situs patogen seperti HIV-1. HIV adalah akronim dari Human Immunodeficiency Virus. Virus ini adalah jenis virus yang melemahkan sistem kekebalan tubuh manusia. HIV menempel dan merusak sel – sel darah putih tertentu (sel T dan CD-4). Virus HIV memiliki dua jenis. Jenis pertama adalah HIV-1, yang merupakan penyebab utama AIDS di seluruh dunia. AIDS adalah singkatan dari Acquired Immunodeficiency Syndrome. AIDS membuat sistem kekebalan tubuh terlalu lemah untuk melawan infeksi.

2.3 Limfosit

Limfosit adalah golongan leukosit yang kedua terbanyak, berkisar 20-35% dari sel darah putih beredar. Pada sediaan darah, limfosit berupa sel bulat kecil berdiameter 7-12 μm dengan nucleus berlekuk yang terpusat gelap dan sedikit sitoplasma biru terang. Limfosit adalah agen utama bagi respon imun tubuh. Sistem imun menyediakan mekanisme untuk pengenalan mikroorganisme dan benda asing lain yang memasuki tubuh dan menetralkan kemungkinan pengaruh buruknya (Fawcett, 2002).

Jika dilihat di bawah mikroskop, ada dua jenis limfosit secara umum yaitu limfosit dengan granular besar dan kecil. Fungsi dari sel tersebut berhubungan dengan bentuk masing-masing. Pada umumnya limfosit granular besar disebut sel *natural killer*, dan limfosit granular kecil adalah sel T dan sel B.

a. Sel *Natural Killer*

Sel NK adalah bagian dari sistem imun alami yang ada sejak seseorang dilahirkan dan memiliki fungsi pertahanan utama dari sel tumor dan virus. Sel NK mampu membedakan sel yang terinfeksi dan sel tumor dari sel normal dengan mengenali perbedaan kadar *major histocompatibility complex* (MHC) kelas I pada permukaan sel. MHC

adalah kumpulan gen pada genom vertebrata yang memiliki fungsi penting pada sistem imun, autoimun, dan reproduksi. MHC memiliki protein tertentu pada bagian permukaannya yang dapat mengekspresikan gen diri sendiri, sehingga dapat dibedakan dengan antigen yang berasal dari luar. Istilah '*natural killer*' diberikan karena sel ini tidak memerlukan tahap inisiasi untuk membunuh sel yang kehilangan MHC kelas I. Sel ini diaktivasi oleh respon terhadap sitokin interferon. Sel NK yang telah diaktivasi akan melepaskan granula yang bersifat sitotoksik yang menghancurkan sel abnormal (Janeway *et. al.*, 2001).

b. Sel B

Sel limfosit B adalah komponen selular utama dalam respon imunitas adaptif. Sel B bertanggung jawab dalam imunitas humoral dan menghasilkan antibodi. Limfosit B mampu menghasilkan berbagai jenis antibodi yang digunakan untuk melawan antigen. Limfosit B merupakan sel yang berasal dari sel *stem* di dalam sumsum tulang dan tumbuh menjadi sel plasma. Sel ini memiliki reseptor-reseptor pada permukaannya untuk antigen tertentu dan hanya sekali setelah mengenali antigen tertentu maka informasi ini akan tersimpan dalam bentuk sel memori.

c. Sel T

Sama seperti sel limfosit-B, sel limfosit-T merupakan komponen selular dalam sistem imunitas adaptif dan berfungsi dalam imunitas selular. Sel ini terbentuk saat sel *stem* dari sumsum tulang pindah ke kelenjar timus lalu mengalami pembelahan dan pendewasaan di dalam kelenjar thymus. Limfosit T meninggalkan kelenjar thymus dan masuk ke dalam pembuluh getah bening dan berfungsi sebagai bagian dari sistem pengawasan kekebalan tubuh. Di bawah mikroskop, morfologi limfosit-T dan B tidak dapat dibedakan. Limfosit-T berpartisipasi dalam respon imun dengan mengatur aktivitas limfosit-B. Pengaturan ini terlaksana dengan

mensekresi limfokin yang mempengaruhi kegiatan limfosit-B (Fawcett, 2002).

2.4 Proliferasi Limfosit

Proliferasi adalah proses diferensiasi dan pembelahan sel secara mitosis yang merupakan fungsi biologis tubuh. Respon proliferasi sel limfosit yang diuji pada sistem *in vitro* dapat digunakan untuk menggambarkan fungsi limfosit dan status imun individu. Proliferasi dari sel limfosit dapat diinduksi oleh suatu senyawa yang disebut mitogen. Mitogen adalah senyawa yang mampu menginduksi pembelahan sel limfosit, baik sel T maupun sel B dalam presentase tinggi. Stimulasi limfosit dengan antigen atau mitogen mengakibatkan berbagai reaksi biokimia dalam sel, yaitu fosforilasi nukleoprotein, pembentukan DNA dan RNA, dan peningkatan metabolisme lemak.

Beberapa mitogen hanya mampu menginduksi proliferasi sel limfosit B, beberapa yang lain hanya mampu menginduksi sel limfosit T, tetapi ada juga sebagian kecil yang mampu menginduksi keduanya secara bersamaan. Beberapa contoh dari mitogen adalah PHA (*Phytohaemagglutinin*), PWM (*Pokeweed*), Concanavalin A (Con A), dan Lipopolisakarida (LPS). Sejumlah mitogen yang umum digunakan adalah protein lektin yang berasal dari tumbuhan dan mengandung gula terikat, yaitu PHA (*Phytohaemagglutinin*) dan PWM (*Pokeweed*). Lektin mampu mengenali perbedaan glikoprotein pada permukaan setiap sel, termasuk limfosit. PWM adalah senyawa mitogen yang diekstrak dari tanaman *pokeweed* (*Phytolacca americana*). Dimana mitogen *pokeweed* dapat menginduksi terhadap proliferasi sel limfosit T dan B secara bersamaan. Namun tidak semua senyawa mitogen adalah lektin. Mitogen LPS berasal dari komponen dinding sel bakteri gram negatif, yaitu *Salmonella* atau *Eschericia* sp, dan mampu menginduksi sel B (Miksusanti, 2010).

Pengukuran pengujian proliferasi sel limfosit dapat dilakukan dengan pewarnaan giemsa dengan prinsip Ramanowsky. Pada prinsipnya

pewarnaan Romanowsky adalah penggunaan dua zat warna yang berbeda, yaitu azur B (trimetil tionin) yang bersifat basa dan Eosin yang bersifat asam. Azur B akan mewarnai komponen sel yang bersifat asam seperti kromatin sedangkan eosin Y akan mewarnai komponen sel yang bersifat basa seperti granula eosinofil. Ikatan eosin Y pada azur B dapat menimbulkan warna ungu, dan keadaan ini dikenal sebagai efek Romanowsky.

2.5 Pemisahan dan Pemurnian Protein

Pengambilan protein dari buah *J. multifida L* dilakukan dengan proses ekstraksi. Yang dimaksud ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Pemisahan terdiri atas dasar kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran. Seringkali campuran bahan padat dan cair (misalnya bahan alami) tidak dapat atau sukar dipisahkan dengan metode mekanis atau termis. Berlawanan dengan proses reaktifasi, pada ekstraksi tidak terjadi pemisahan segera dari bahan-bahan yang akan diperoleh (ekstrak) melainkan mula-mula hanya terjadi penggumpalan ekstrak (dalam pelarut).

2.5.1 Teknik Elektroforesis Protein

Elektroforesis merupakan suatu proses bergeraknya molekul yang bermuatan di dalam suatu medan listrik dimana molekul yang bergerak ini tergantung pada muatan yang dimiliki, bentuk dan ukurannya. Sehingga dengan elektroforesis ini dapat digunakan untuk separasi makromolekul seperti asam nukleat dan protein. Protein merupakan molekul penyusun tubuh kita yang terbesar setelah air, dimana molekul protein mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan kadang kala sulfur serta fosfor.

Secara umum, elektroforesis digunakan untuk memisahkan, mengidentifikasi, dan memurnikan protein. Kecepatan molekul yang

bergerak pada medan listrik tergantung pada muatan, bentuk dan ukuran sehingga elektroforesis dapat digunakan untuk separasi makromolekul (seperti protein dan asam nukleat). Posisi molekul yang terseparasi pada gel dapat dideteksi dengan pewarnaan atau autoradiografi atau pun dilakukan kuantifikasi dengan densitometer.

Elektroforesis dapat berlangsung dalam beberapa tipe berdasarkan mediana yaitu media gel dan media paper. Elektroforesis ini berguna dalam kehidupan manusia, misalnya: penentuan kadar kemurnian suatu protein, menganalisis protein plasma dan lain-lain. Elektroforesis juga dapat digunakan untuk memperkirakan berat molekul protein yang belum diketahui.

Elektroforesis untuk makromolekul memerlukan matriks penyangga untuk mencegah terjadinya difusi karena timbulnya panas dari arus listrik yang digunakan. Gel poliakrilamid dan agarosa merupakan matriks penyangga yang banyak dipakai untuk separasi protein dan asam nukleat. Koloid protein enzim menunjukkan mobilitas elektroforesis spesifik dan titik isoelektrik yang dapat digunakan untuk identifikasi zat-zat spesifik. Pemisahan dapat dilakukan bila senyawa-senyawa yang telah terpisah tidak secara spontan bercampur kembali akibat sirkulasi konvektif (Erniati, 2012).

a. Elektroforesis Gel Poliakrilamid

Poliakrilamid dibentuk dari polimerisasi akrilamid dengan sejumlah kecil metilen bisakrilamid sebagai cross-linking agent yang diinisiasi oleh TEMED (tetrametilen-etilendiamin) dan APS (ammonium persulfat) (Wilson & Walker, 2000). Penggunaan gel poliakrilamid sebagai medium penyangga elektroforesis memiliki beberapa keuntungan, yaitu :

- 1) Gel yang transparan, sehingga dapat dilihat pada sinar tampak maupun ultraviolet.

- 2) Dapat diperoleh resolusi atau pemisahan yang baik, disebabkan karena matriks gel tidak bermuatan.
- 3) Ukuran pori gel dapat diatur sehingga pemisahan senyawa-senyawa dapat didasarkan pada perbedaan ukuran, bentuk dan muatan molekul.
- 4) Secara kimiawi gel bersifat fleksibel dan stabil pada kisaran pH yang luas, kekuatan ion dan suhu.

Poliakrilamid gel elektroforesis dapat dilakukan pada dua macam gel yaitu gel yang berbentuk batang atau lempeng tipis diantara dua plat kaca (*slab gel*). Penggunaan mini *slab gel* memiliki keuntungan dapat memisahkan sampel lebih dari satu dalam satu kali elektroforesis yang berbeda dengan gel batang yang hanya memuat satu sampel (Wilson & Walker, 2000).

b. SDS-PAGE (*Sodium Dodecyl Sulfat - Polyacrylamide Gel Elektrophoresis*)

Metode ini merupakan cara yang relatif murah, mudah dan cepat untuk melakukan kuantifikasi, perbandingan dan karakterisasi protein. Pemisahan yang dilakukan didasarkan pada berat molekul protein yang dipisahkan.

Ada 2 teknik SDS-PAGE, yaitu :

- 1) Teknik SDS-PAGE 1-D.

Memisahkan protein berdasarkan Mr (Massa relatif), dapat menggunakan alat elektroforesis Desaga (93482) dan Marysol (SE- 8020).

- 2) Teknik Diskontinyu SDS-PAGE 2-D.

Memisahkan protein berdasarkan PI (point of isoelectrofocusing) dan Mr menggunakan alat Mini-Protein II 2-D Cell

Dalam proses elektroforesis, sampel molekul ditempatkan ke dalam sumur (*well*) pada gel yang ditempatkan di dalam larutan penyangga, dan listrik dialirkan kepadanya. Molekul-molekul sampel tersebut akan bergerak di dalam matriks gel ke arah salah satu kutub listrik sesuai dengan muatannya. Dalam hal asam nukleat, arah pergerakan adalah menuju elektroda positif, disebabkan oleh muatan negatif alami pada rangka gula-fosfat yang dimilikinya. Untuk menjaga agar laju perpindahan asam nukleat benar-benar hanya berdasarkan ukuran (yaitu panjangnya), zat seperti natrium hidroksida atau formamida digunakan untuk menjaga agar asam nukleat berbentuk lurus. Sementara itu, protein didenaturasi dengan deterjen (misalnya sodium dodesil sulfat, SDS) untuk membuat protein tersebut berbentuk lurus dan bermuatan negatif.

Setelah proses elektroforesis selesai, dilakukan proses pewarnaan (*staining*) agar molekul sampel yang telah terpisah dapat dilihat. Etidium bromida, perak, atau pewarna "biru Coomassie" (*Coomassie blue*) dapat digunakan untuk keperluan ini. Jika molekul sampel berpendar dalam sinar ultraviolet (misalnya setelah diwarnai dengan etidium bromida), gel difoto di bawah sinar ultraviolet. Jika molekul sampel mengandung atom radioaktif, autoradiogram gel tersebut dibuat.

Pita-pita (*band*) pada lajur-lajur (*lane*) yang berbeda pada gel akan tampak setelah proses pewarnaan; satu lajur merupakan arah pergerakan sampel dari sumur gel. Pita-pita yang berjarak sama dari sumur gel pada akhir elektroforesis mengandung molekul-molekul yang bergerak di dalam gel selama elektroforesis dengan kecepatan yang sama, yang biasanya berarti bahwa molekul-molekul tersebut berukuran sama. "Marka" atau penanda (*marker*) yang merupakan campuran molekul dengan ukuran berbeda-beda dapat digunakan untuk menentukan ukuran molekul dalam pita sampel dengan meng-elektroforesis marka tersebut pada lajur di gel yang paralel dengan sampel. Pita-pita pada lajur marka tersebut dapat dibandingkan dengan pita sampel untuk menentukan ukurannya. Jarak pita dari sumur gel berbanding terbalik terhadap logaritma ukuran molekul.

2.6 Mencit (*M. musculus*)

a) Taksonomi dan morfologi

Menurut Musser *et al.* (2008), taksonomi mencit (*M. musculus*) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Chordata

Class : Mammalia

Ordo : Rodentia

Family : Muridae

Genus : Mus

Spesies : *Mus musculus* Linnaeus

Beberapa sub-spesies dari *M. musculus* yaitu *M. musculus bactrianus* (mencit Asia bagian barat daya); *M. musculus castaneus* (mencit Asia bagian tenggara); *M. musculus domesticus* atau *M. domesticus* (mencit Eropa bagian barat); *M. musculus gentilulus*; *M. musculus homourus*; *M. musculus molossinus*; *M. musculus musculus* (mencit Eropa bagian timur); *M. musculus praetextus*; dan *M. musculus wagneri*.

b) Tingkah laku

Mencit berjalan, berlari dan berdiri dengan menggunakan keempat kakinya, tetapi ketika makan dan berkelahi mencit akan berdiri menggunakan kedua kaki belakang yang ditopang oleh ekor. Ekor mencit akan berada pada posisi horizontal apabila sedang berlari dan pada posisi vertikal apabila terkejut (Musser *et al.*, 2008).

Mencit merupakan hewan *nocturnal*, sehingga aktivitas hidupnya (makan, minum dan kawin) banyak terjadi pada sore dan malam hari. Menurut Musser *et.al.* (2008) mencit sangat aktif pada malam hari dan tidak menyukai cahaya yang terang. Rasio periode terang dan gelap yang

dibutuhkan oleh mencit dalam satu hari (24 jam) adalah 10 jam terang dan 14 jam gelap. Mencit juga merupakan hewan teritorial dan seekor jantan yang dominan (memiliki tingkat hirarki yang lebih tinggi) biasanya hidup bersama dengan beberapa ekor mencit betina. Seekor jantan yang dominan bertanggungjawab terhadap teritorialnya dan beberapa betina yang didominasinya. Dua atau lebih mencit jantan dewasa yang disatukan dalam satu kandang akan menunjukkan sifat agresif (*peck order*) dan berkelahi satu sama lain.

2.7 Modul pembelajaran

Dalam Kamus Bahasa Indonesia Lengkap, modul diartikan sebagai kegiatan program belajar mengajar dengan memberikan banyak tugas sesuai dengan aturan yang dipakai. Tugas yang diberikan sudah mencakup petunjuk, tujuan, serta materi pelajaran dan evaluasinya. Modul adalah alat ukur yang lengkap. Modul adalah satu kesatuan program yang dapat mengukur tujuan. Modul dapat dipandang sebagai paket program yang disusun dalam bentuk satuan tertentu guna keperluan belajar. Modul sebagaimana pengertian di atas merupakan salah satu media cetak lainnya perbedaannya dapat dilihat dari ciri-ciri yang dimiliki oleh modul itu sendiri.

Dari beberapa pendapat tentang modul dapat disimpulkan bahwa modul merupakan salah satu media pembelajaran dalam bentuk buku paket mandiri yang meliputi serangkaian pengalaman belajar yang direncanakan dan disusun secara sistematis dengan tujuan membantu peserta didik. Tujuan utama sistem modul adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas pembelajaran di sekolah, baik waktu, dana, fasilitas, maupun tenaga guna mencapai tujuan secara optimal.

Pemilihan belajar mandiri melalui modul didasari anggapan bahwa siswa akan lebih baik belajar jika dilakukan dengan cara sendiri yang terfokus langsung pada penguasaan tujuan khusus atau seluruh tujuan. Modul bisa berisi berbagai macam kegiatan belajar dan dapat

menggunakan berbagai media untuk lebih mengefektifkan proses belajar mengajar.

Modul ialah satu unit program belajar-mengajar terkecil yang secara terinci menggariskan (1) tujuan instruksional umum, (2) tujuan-tujuan instruksional khusus, (3) pokok-pokok materi yang akan dipelajari dan diajarkan, (4) kedudukan dan fungsi satuan dalam kesatuan program yang lebih luas, (5) peranan guru di dalam proses belajar-mengajar, (6) alat dan sumber yang akan dipakai, (7) kegiatan belajar-mengajar yang akan/harus dilakukan dan dihayati murid secara berurutan, (8) lembaran-lembaran kerja yang akan dilaksanakan selama berjalannya proses belajar ini.

Pembelajaran dengan sistem modul memiliki karakteristik (Mulyasa, 2002) sebagai berikut:

- a. Setiap modul harus memberikan informasi dan petunjuk pelaksanaan yang jelas.
- b. Modul merupakan pembelajaran individual. Dalam hal ini modul harus:
 - 1) Memungkinkan peserta didik mengalami kemajuan belajar sesuai dengan kemampuannya.
 - 2) Memungkinkan peserta didik mengukur kemajuan belajar yang diperolehnya.
 - 3) Memfokuskan peserta didik pada tujuan pembelajaran yang spesifik dan dapat diukur.
- c. Pengalaman belajar dalam modul disediakan untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran seefektif dan seefisien mungkin serta memungkinkan peserta didik melakukan pembelajaran secara aktif. Modul memberikan kesempatan untuk bermain peran, simulasi, dan berdiskusi.
- d. Materi pembelajaran disajikan secara logis dan sistematis.

- e. Setiap modul mempunyai mekanisme untuk mengukur pencapaian tujuan belajar terutama untuk memberikan umpan balik bagi peserta didik dalam ketuntasan belajar.

Komponen modul meliputi, lembaran petunjuk guru untuk bahan persiapannya, lembaran kegiatan siswa sebagai teks bacaan modul, lembaran kerja sebagai tempat pengerjaan tugas-tugas, menjawab pertanyaan, atau melakukan penelitian, kunci lembaran kerja sebagai alat untuk mencocokkan hasil pekerjaan siswa di lembaran kerja, lembaran tes berisi pertanyaan-pertanyaan dan kunci lembaran-lembaran tes sebagai pegangan guru dalam menetapkan angka hasil belajar.

Komponen modul di berbagai negara tidak sama. Di Australia, misalnya, modul itu hanya terdiri dari lembaran tugas. Teks bacaannya berupa buku-buku pelajaran di sekolah. Di Universitas Terbuka, komponen modul lebih bervariasi. Di samping teks bacaan modul, terdapat komponen lainnya, antara lain lembaran tugas, lembaran jawaban.

Fungsi modul antara lain sebagai berikut:

- 1) Adanya peningkatan motivasi belajar secara maksimal
- 2) Adanya peningkatan kreativitas guru dalam mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dan pelayanan individual yang lebih mantap.
- 3) Dapatnya mewujudkan prinsip maju berkelanjutan secara tidak terbatas
- 4) Dapatnya mewujudkan belajar yang lebih berkonsentrasi.

Sistem pengajaran modul dikembangkan di berbagai Negara dengan maksud untuk mengatasi kelemahan-kelemahan sistem pengajaran tradisional, prinsip penyusunan modul antara lain:

- 1) Modul disusun sebaiknya menurut prosedur pengembangan sistem instruksional (PPSI).
- 2) Modul disusun hendaknya berdasar atas tujuan-tujuan instruksional khusus.
- 3) Penyusunan modul harus lengkap dan dapat mewujudkan kesatuan bulat antara lain jenis-jenis kegiatan yang harus ditempuh.
- 4) Bahasa modul harus menarik dan selalu merangsang peserta didik untuk berfikir.
- 5) Dalam hal-hal tertentu, informasi tentang materi pelajaran dilengkapi oleh gambar atau alat-alat peraga lainnya.
- 6) Modul harus memungkinkan penggunaan multimedia yang relevan dengan tujuan.
- 7) Waktu penggunaan modul sebaiknya berkisar antara 4 sampai dengan 8 jam pelajaran.
- 8) Modul harus disesuaikan dengan tingkat kemampuan peserta didik, dan modul memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menyelesaikannya secara individual.

2.8 Hasil belajar

Hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya. Howard Kingley dalam Sudjana (2006) membagi tiga macam hasil belajar, yakni (a) keterampilan dan kebiasaan, (b) pengetahuan dan pengertian, (c) sikap dan cita-cita. Masing-masing jenis hasil belajar dapat diisi dengan bahan yang telah ditetapkan dalam kurikulum. Sedangkan Gagne dalam Sudjana (2006) membagi lima kategori hasil belajar, yakni (a) informasi verbal, (b) keterampilan intelektual, (c) strategi kognitif, (d) sikap, dan (e) keterampilan motoris.

Dalam sistem pendidikan nasional, rumusan tujuan pendidikan, baik tujuan kurikuler maupun tujuan instruksional, menggunakan klasifikasi hasil belajar dari Benyamin Bloom yang secara garis besar membaginya menjadi tiga ranah, yakni ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotoris. Menurut Sardiman (2001), menyatakan agar perolehan hasil belajar dapat optimal, maka proses belajar mengajar harus dilakukan dengan sadar dan sengaja serta terorganisasi dengan baik.

2.9 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian eksperimen laboratorium yaitu :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan persentase jumlah limfosit antar perlakuan.

H_1 : Terdapat perbedaan persentase jumlah limfosit antar perlakuan.

Hipotesis pada penelitian pendidikan yaitu :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa kelompok sains yang menggunakan modul dengan standar nilai KKM kimia di sekolah.

H_a : Ada perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa kelompok sains yang menggunakan modul dengan standar nilai KKM kimia di sekolah.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium yang selanjutnya diimplentasikan ke dalam penelitian pendidikan. Penelitian eksperimen laboratorium bertujuan untuk mengisolasi senyawa lektin yang terkandung dalam buah *J. multifida L* dan melihat uji aktifitas ekstrak lektin terhadap proliferasi limfosit mencit. Kemudian dilanjutkan dengan mengimplementasikan penggunaan modul pembelajaran pada proses pembelajaran kimia kelompok sains di SMA Muhammadiyah 4 Kota Bengkulu.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2013, bertempat di Laboratorium Kimia Basic Science, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) dan Kebun Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Bengkulu.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, lumpang dan alu, corong, gelas ukur, gelas piala, mikropipet 5 μ L, Pipet tipis T-200Y, tabung eppendof, sentrifuge 4500 rpm, sentrifuge 14.000 rpm, mortal, mikroskop, beaker gelas, labu pengencer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet ukur 2 mL, 5 mL, dan 10 mL, bola hisap, batang pengaduk, kaca objek, timbangan analitik, spatula, jarum suntik (*spef*), *vortex mixer*, baju laboratorium, kamera, tabung sampel, statif, dan seperangkat alat elektroforesis 1 dimensi. Alat yang digunakan dalam analisis proliferasi limfosit adalah plat tetes dan mikroskop cahaya.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : buah *Jatropha multifida* L, sel darah merah manusia golongan A, B, AB dan O, larutan NaOH 0,1 M , CuSO₄ 1 % larutan Buffer (terdiri dari : 50 mM Tris-HCl, 50 mM NaHCO₃. 10 mM MgCl₂, 5 mM Na₂S₂O₃), EDTA, dan amonium sulfat 60 %, Bahan untuk elektroforesis 1-D yaitu : buffer sampel, akrilamida/bis (30%), 4 x Tris- HCl/SDS pH 6,8, 4 x Tris-HCl/SDS pH 8,8, 5 x bufer elektroforesis untuk SDS-PAGE, Amonium persulfat 10 %, Standar Protein, Larutan pewarna Coomassie Brilliant Blue R-250, Larutan penghilang warna, PAGE-bawah 10 % dan PAGE-atas. Bahan untuk analisis proliferasi limfosit, yaitu darah mencit pewarna giemsa, methanol, dan aquades.

3.4 Sampel dan Populasi

Dalam penelitian ini sampel untuk eksperimen laboratorium yakni buah *J. multifida* L, darah sehat manusia golongan A, AB, B,dan O serta darah tepi mencit, populasinya yaitu tumbuhan *J. multifida* L, manusia dan mencit. Dan untuk penelitian dan pengembangan pendidikan sampel adalah siswa kelompok sains, populasi adalah seluruh siswa SMA Muhamaddiyah 4 Kota Bengkulu.

3.5 Tahapan penelitian.

a) Penelitian Eksperimen Laboratorium.

Penelitian di Laboratorium terdiri dari: 1) isolasi lektin buah *Jatropha Multifida* L, 2) Uji hemaglutinasi, 3) menentukan berat molekul protein menggunakan alat elektroforesis 1-D, dan 4) uji aktivitas lektin terhadap proliferasi limfosit mencit.

b) Penelitian pembelajaran.

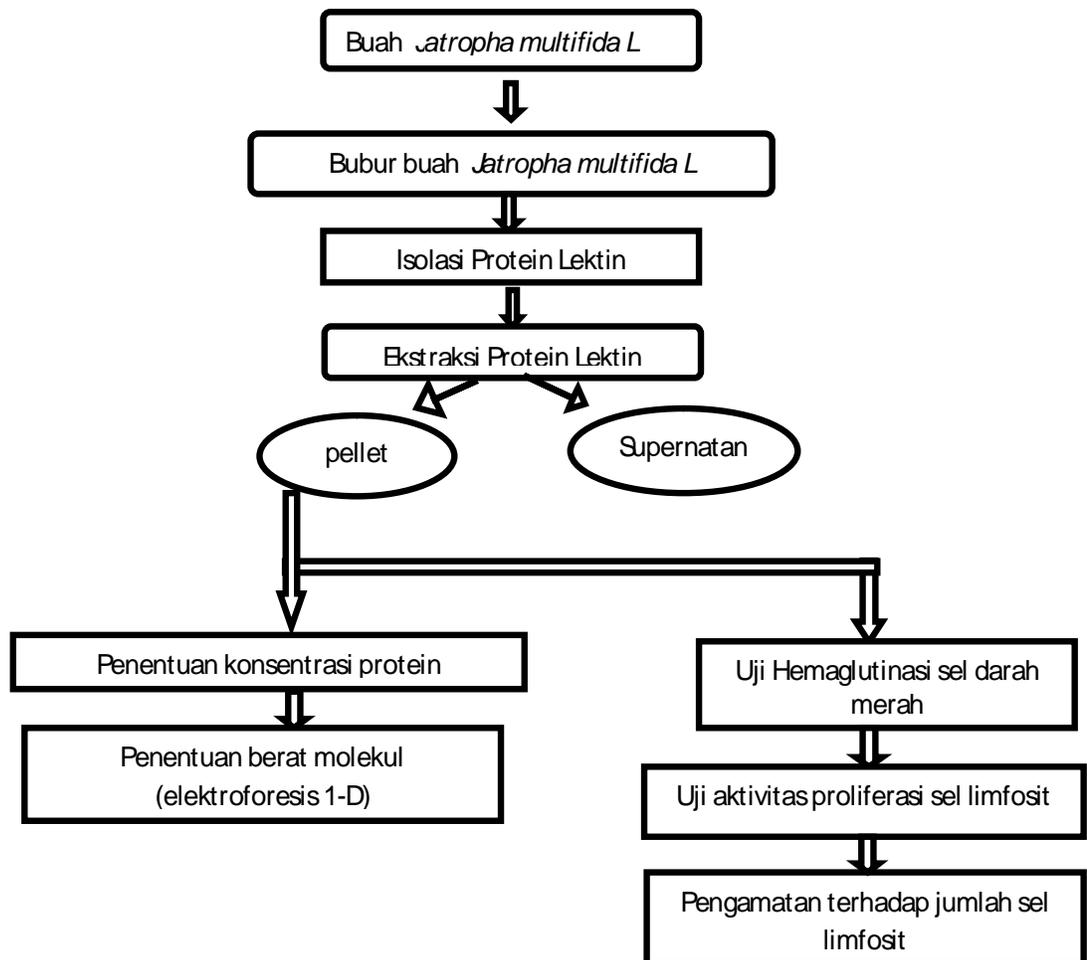
Implementasi pada pembuatan modul pembelajaran kimia kelompok sains di SMA Muhammadiyah 4 kota Bengkulu. Fokus penelitian di kelas yaitu apakah terdapat perbedaan hasil belajar siswa setelah menggunakan modul pembelajaran.

3.6 Prosedur Penelitian

a) **Penelitian di laboratorium**

Pada penelitian di laboratorium dilakukan ekstraksi protein dan isolasi lektin buah *J. multifida L*, pemisahan sel darah merah dari serum dan plasmanya, pembuatan kultur limfosit dari mencit, uji aglutinasi lektin, dan uji aktivitas lektin terhadap proliferasi limfosit mencit dengan berbagai variasi konsentrasi lektin serta elektroforesis SDS-PAGE 1D.

Tahapan penelitian tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Desain penelitian laboratorium

b) **Penelitian pembelajaran.**

Pada penelitian pembelajaran di kelas yaitu dimulai dengan pembuatan modul pembelajaran kelompok sains dan mencakup 2 perlakuan , pertama siswa kelompok sains diberi pretes dan selanjutnya dilakukan proses pembelajaran dengan menggunakan modul dan diakhiri dengan pemberian postes kepada siswa.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

1. Penelitian Eksperimen di Laboratorium

a. Persiapan Sampel

Sampel tanaman *J. multifida* L diambil di Kota Bengkulu. Buah *J. multifida* L yang telah dipilih, dan dipotong kecil-kecil lalu dikeringkan dengan cara diangin-anginkan tanpa cahaya matahari langsung.

b. Identifikasi protein

Uji pendahuluan dilakukan dengan menggunakan metode Biuret. Buah *J. multifida* L dibersihkan, dipotong-potong dan digiling sehingga menjadi bubuk. Ambil dengan spatula bubuk tersebut masukkan dalam tabung reaksi tambahkan 2 mL larutan NaOH 0,1 M dan teteskan CuSO_4 1% sampai terbentuk warna lembayung. Jika terbentuk warna lembayung, berarti dalam sampel tersebut positif mengandung protein.

c. Isolasi lektin

1) Ekstraksi Protein

30 g buah digerus halus dengan mortal. Sampel yang telah halus dihomogenasikan dalam larutan bafer dingin pH 7,4 yang berisi 50 mM Tris-Hydroxymethyl-amino methane A, 50 mM NaCO_3 , 10 mM $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5mM $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 5 mM EDTA. Homogenat disentrifugasi pada 4500 rpm selama 30 menit. Supernatan dipresipitasi dengan ammonium sulfat 70% (Fapitri, 2007). Selanjutnya disentrifugasi pada 14.000 rpm selama 30 menit untuk memisahkan protein terpresipitasi dengan larutannya, pelletnya

diambil karena merupakan protein presipitasi, kemudian pellet tersebut digunakan untuk penentuan konsentrasi protein.

2) Penentuan konsentrasi protein

Konsentrasi protein ditujukan untuk mengetahui kadar protein total secara kuantitatif pada setiap tahap ekstraksi. Penentuan konsentrasi protein menggunakan metode Biuret dengan albumin murni sebagai protein standar. Larutan standar albumin murni dibuat dalam larutan biuret dengan berbagai konsentrasi, kemudian dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Dari data absorban yang diperoleh diinterpolasikan sebagai kurva standar. Konsentrasi protein dilakukan sebagai berikut: 0,5 mL sampel ditambahkan dengan 9,5 mL larutan biuret, divortex mixer, kemudian diletakkan pada penangas air (*water bath*) dengan suhu 40°C selama 10 menit, setelah itu dibaca pada spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm sehingga diperoleh data absorbannya. Data absorban yang diperoleh diinterpolasikan pada kurva standar Albumin murni untuk mengetahui konsentrasi protein yang terkandung.

d. Uji kualitatif hemaglutinasi sel darah merah

1) Sampel sel darah merah.

Sampel sel darah merah yang digunakan yaitu sel darah merah manusia sehat golongan A, B, AB, dan O, yang diambil dari pembuluh vena pada bagian lengan. Sampel darah yang diperoleh dimasukkan ke dalam botol EDTA.

2) Pemisahan sel darah merah dengan plasma.

Sampel sel darah merah manusia diletakkan dalam tabung kemudian disentrifugasi pada 4500 rpm selama 15 menit. Supernatan yang berupa plasma darah dibuang, sedangkan pellet yang berupa hematokrit dicuci dengan garam fisiologis NaCl 0,9% (W/V). Pencucian dilakukan dengan cara hematokrit tersebut ditambahkan dengan NaCl fisiologis kemudian disentrifugasi pada kecepatan 1500 rpm selama 2 menit. Proses pencucian darah ini dilakukan sebanyak 3 kali (Haryanto, 2002). Pellet yang diperoleh digunakan untuk pengujian hemaglutinasi.

3) Pengujian hemaglutinasi

Lima mikroliter darah ditambah dengan 5 μ L ekstrak protein, diletakkan di atas kaca objek cekung kemudian dihomogenkan dengan cara diaduk dengan menggunakan tusuk gigi. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Untuk mengetahui adanya aglutinasi dapat dilihat terbentuknya gumpalan sel-sel darah merah tersebut.

e. Penentuan massa molekul relatif dengan elektroforesis SDS-PAGE 1-D

Dibuat PAGE-bawah dan PAGE-atas keping dengan sejumlah sumur yang siap diisi sampel protein. Sampel protein kontrol dan perlakuan dengan konsentrasi sama dimasukkan ke dalam sumur. Standar protein yang dipakai pada analisis ini adalah *pure whey* dengan kriteria sebagai berikut : high molecular weight 141 KDa *whey* protein, lactoperoxidase (75 KDa), casein (35 KDa), β -lactoglobulin (18 KDa) dimasukkan ke dalam sumur secara terpisah. Elektroforesis dilakukan pada tegangan konstan 220 V dan dihentikan ketika warna pelacak (bromfenol biru) telah bergerak mencapai ujung bawah gel. PAGE 1-D yang dihasilkan kemudian diwarnai dengan pewarna *Commasie Blue* dan

dicuci menggunakan larutan *staining*. Pita protein diamati dan difoto secara langsung menggunakan kamera digital. Jumlah komponen ditentukan dari banyaknya bercak yang didapatkan dari hasil pemisahan. Untuk menunjukkan bahwa protein yang berperilaku sebagai lektin pada buah *J. multifida L*, maka hasil elektroforesis SDS PAGE 1-D dianalisis rentangan berat molekulnya (Diniah, 2012).

f. Proliferasi limfosit

Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah mencit sebanyak 24 ekor dengan empat perlakuan (P0, P1, P2, P3). P0 merupakan kontrol yaitu mencit yang tidak diberi suntikan lektin. P1 adalah mencit yang diberi suntikan lektin dengan dosis 0,1 mg/30 g bb. P2 adalah mencit yang diberikan lektin dengan dosis 0,3 mg/30 g bb dan P3 adalah mencit yang diberikan lektin dengan dosis 0,6 mg/30 g bb. Lama pemberian lektin selama 6 hari berturut-turut dan pada hari ke-7 dihitung jumlah limfosit dengan pewarnaan giemsa di bawah mikroskop perbesaran 100x. Cara pembuatan preparat dan hitung limfosit adalah seperti berikut:

- a. Darah diambil dari darah tepi ekor mencit yang dibuat apusan di atas slide kaca dan dikeringkan
- b. Slide ditetesi dengan *Methanol absolut 90%* dan dibiarkan selama 1- 2 menit.
- c. Kemudian slide ditetesi dengan pewarna Giemsa dan dibiarkan selama 10-15 menit. Larutan Giemsa dibuat dari Giemsa induk dan buffer dengan perbandingan 1:9. Slide dicuci dan dikeringkan
- d. Limfosit dihitung di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 10x100. Jumlah limfosit ditentukan dengan menghitung limfosit yang dapat dilihat pada setiap 100 sel leukosit.
- e. Proliferasi limfosit dilihat dari perbandingan jumlah limfosit darah mencit yang diberikan lektin dengan limfosit darah mencit kontrol.

2. Penelitian Pembelajaran

a) Pembuatan Modul Pembelajaran

Adapun langkah-langkah penelitian, sebagai berikut :

1. Studi pustaka tentang modul dan hasil belajar

Dalam penyusunan Bahan Ajar dalam bentuk Modul, terlebih dahulu dicari literatur mengenai Modul. Untuk mengukur manfaat Modul dalam pembelajaran dianalisis melalui hasil belajar.

2. Menyusun draf modul dan instrument penelitian.

Ada tiga teknik yang dapat dipilih dalam menyusun modul. Ketiga teknik tersebut, yaitu menulis sendiri, pengemasan kembali informasi, dan penataan informasi

3. Menulis Sendiri (*Starting from Scratch*)

Penulis/dosen dapat menulis sendiri modul yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Asumsi yang mendasari cara ini adalah bahwa dosen adalah pakar yang berkompeten dalam bidang ilmunya, mempunyai kemampuan menulis, dan mengetahui kebutuhan mahasiswa dalam bidang ilmu tersebut. Untuk menulis modul sendiri, disamping penguasaan bidang ilmu, juga diperlukan kemampuan menulis modul sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran, yaitu selalu berlandaskan kebutuhan peserta belajar, yang meliputi pengetahuan, keterampilan, bimbingan, latihan, dan umpan balik. Pengetahuan itu dapat diperoleh melalui analisis pembelajaran, dan silabus. Jadi, materi yang disajikan dalam modul adalah

pokok bahasan dan sub pokok bahasan yang tercantum dalam silabus.

4. Pengemasan Kembali Informasi (*Information Repackaging*)

Penulis/dosen tidak menulis modul sendiri, tetapi memanfaatkan buku-buku teks dan informasi yang telah ada di pasaran untuk dikemas kembali menjadi modul yang memenuhi karakteristik modul yang baik. Modul atau informasi yang sudah ada dikumpulkan berdasarkan kebutuhan (sesuai dengan kompetensi, silabus dan RPP/SAP), kemudian disusun kembali dengan gaya bahasa yang sesuai. Selain itu juga diberi tambahan keterampilan atau kompetensi yang akan dicapai, latihan, tes formatif, dan umpan balik.

5. Penataan Informasi (*Compilatio*)

Cara ini mirip dengan cara kedua, tetapi dalam penataan informasi tidak ada perubahan yang dilakukan terhadap modul yang diambil dari buku teks, jurnal ilmiah, artikel, dan lain-lain. Dengan kata lain, materi materi tersebut dikumpulkan, digandakan dan digunakan secara langsung. Materi-materi tersebut dipilih, dipilah dan disusun berdasarkan kompetensi yang akan dicapai dan silabus yang hendak digunakan.

6. Validasi atau pertimbangan ahli tentang modul dan instrument penelitian, yang terdiri dari ahli materi sekaligus praktisi dan ahli pembelajaran. Validasi modul dan validasi instrumen test dilakukan dengan uji antar rater (uji ahli) menggunakan rumus ICC. Dan untuk validasi instrument tes dilakukan dengan uji coba ke siswa untuk melihat taraf kesukaran butir, validitas butir, daya beda butir, keberfungsian distraktor, dan koefisien realibilitas test.

7. Revisi modul dilakukan berdasarkan hasil validasi dari tim ahli berupa masukan untuk penyempurnaan modul sehingga layak untuk digunakan.
8. Uji coba kelompok besar untuk melihat pengaruh modul terhadap hasil belajar siswa.

b) Penggunaan Modul dalam pembelajaran Kelompok Sains

Modul yang telah siap digunakan dijadikan sebagai sumber belajar bagi siswa. Setiap siswa yang ada pada kelompok sains diberikan satu modul, selanjutnya proses pembelajaran berlangsung dengan mengacu pada modul yang ada. Dari kegiatan belajar ini maka akan dilihat bagaimana sikap dan hasil belajar siswa setelah proses pembelajaran mereka divariasikan dengan menggunakan modul.

3.8 Analisa Data

1) Analisis Data Eksperimen Laboratorium

Dari data hasil eksperimen laboratorium yang diperoleh diuji normalitasnya dengan uji Saphiro Wilk. Jika data terdistribusi normal, maka dilakukan uji beda nyata dengan menggunakan uji statistik parametrik One Way Anova. Jika data yang didapat tidak berdistribusi normal, maka dilakukan uji statistic non parametric Kruskal Wallis dan uji Mann Whitney jika ada perbedaan bermakna.

2) Analisis Data Pembelajaran

a) Data Berupa Tes (Pretest dan Posttest)

Data berupa tes (*pretest dan posttest*) dihitung nilainya untuk menentukan rata-rata hasil belajar siswa, yaitu dengan:

$$X = \frac{\sum X}{n}$$

Keterangan:

X = Rata-rata hasil belajar

$\sum X$ = Jumlah nilai siswa

N = Jumlah siswa

(Arikunto, 2006)

b) Validasi Modul dan Validasi Instrument Test :

1) Uji Antar Rater (Uji Ahli)

Validasi modul dilakukan dengan uji antar rater (uji ahli) menggunakan rumus ICC :

$$ICC = \frac{RKb + RKc}{NRKb + (P - 1)RKc}$$

Ket :

ICC = Intracorelation class coefisien

RK_e = Rata-rata Kuadrat error

RK_b = Rata- rata kuadrat butir

P = panelis

Dengan interpretasi koefisien ICC pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi koefisien ICC

Koefisien ICC	Interpretasi ICC
ICC < 0,40	Jelek
0,41 ≤ ICC ≤ 0,60	Cukup
0,61 ≤ ICC ≤ 0,80	Baik
0,81 ≤ ICC ≤ 1,00	Sangat Baik

2) Uji Coba ke Siswa

Validasi instrument test dilakukan dengan uji coba ke siswa untuk melihat :

a. Taraf Kesukaran Butir

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui soal-soal yang mudah, sedang dan sukar. Cara melakukan analisis untuk menentukan tingkat kesulitan soal adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{B}{N}$$

Keterangan :

I = indeks kesulitan untuk tiap butir soal

B = banyak siswa yang menjawab benar setiap butir soal

N = banyaknya siswa yang memberikan jawaban pada soal yang dimaksudkan

Kriteria yang digunakan adalah semakin kecil indeks yang diperoleh, makin sulit soal tersebut. Sebaliknya, makin besar

indeks yang diperoleh makin mudah soal tersebut. Kriteria indeks kesulitan soal itu adalah sebagai berikut :

- 0 – 0,30 = soal kategori sukar,
- 0,31 – 0,70 = soal kategori sedang.
- 0,71 – 1,00 = soal kategori mudah.

(Sudjana, 2006)

b. Validitas Butir

Validitas tes dalam penelitian ini bertujuan untuk melihat validitas internal diukur dengan besaran yang menggunakan tes sebagai suatu kesatuan (keseluruhan butir tes) sebagai kriteria. Persamaan yang digunakan adalah :

$$r_{bis} = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_t}{S_t} \sqrt{\frac{P_i}{q_i}}$$

Ket :

R_{bis} = koefisien korelasi biserial

\bar{X}_i = rerata jawaban benar pada butir tes nomor i

\bar{X}_t = rerata skor total

S_t = simpangan baku skor total

P_i = proporsi jawaban benar untuk butir nomor i

q_i = proporsi jawaban salah untuk butir nomor i (1-p)

Semakin tinggi r_{bis} suatu butir tes semakin tinggi kontribusinya dalam memprediksi kriteria. Suatu butir tes dapat dipertahankan apabila nilai $r_{bis} \geq 0,3$.

c. Daya Beda Butir

Daya pembeda soal adalah kemampuan suatu butir soal dapat membedakan antara warga belajar/siswa yang telah menguasai materi yang ditanyakan dan warga belajar/siswa yang tidak/kurang/belum menguasai materi yang ditanyakan. Menentukan daya pembeda (DP) digunakan rumus sebagai berikut.:

$$DP = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B}$$

Dimana:

J = Jumlah peserta tes

J_A = Banyaknya peserta kelompok atas

J_B = Banyaknya peserta kelompok bawah

J_{B_A} = Banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

d. Keberfungsian Distraktor

Suatu pengecoh dapat dipertahankan apabila memenuhi syarat : (a) kunci jawaban harus dipilih lebih banyak oleh kelompok atas dari pada kelompokbawah, (b) setiap penggagal harus dipilih minimal 2% dari keseluruhan

peserta tes dan dipilih minimal 5% oleh kelompok bawah, (c) indeks daya beda penggal harus negatif.

Cara menganalisis fungsi distraktor dapat dilakukan dengan menganalisis pola penyebaran jawaban butir. Pola penyebaran jawaban sebagaimana dikatakan sudijono adalah suatu pola yang dapat menggambarkan bagaimana peserta tes dapat menentukan pilihan jawabannya terhadap kemungkinan-kemungkinan jawaban yang telah dipasangkan pada setiap butir.

e. Koefisien Reliabilitas Test

Reliabilitas berhubungan dengan konsistensi hasil tes. Rumus yang digunakan untuk realibilitas tes ini adalah Kuder Richadson (KR-20), yaitu:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right)$$

Keterangan :

r_{11} = realibilitas tes secara keseluruhan

p = proporsi subjek yang menjawab item yang benar

q = proporsi subjek yang menjawab item yang salah

($q = 1 - p$)

$\sum pq$ = jumlah hasil perkalian antara p dan q

n = banyaknya item

S = standar deviasi dari tes

Klasifikasi koefisien realibilitas adalah sebagai berikut :

Kurang dari 0,20: tidak ada korelasi

0,20 – 0,40 : korelasi rendah

0,40 – 0,70 : korelasi sedang

0,70 – 0,90 : korelasi tinggi

0,90 – 1,00 : korelasi sangat tinggi

> 1,00 : korelasi sempurna

(Arikunto, 2006)

c) Uji Hipotesis

Analisis yang digunakan dalam pengujian hipotesis ini yaitu uji t. Uji t digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan antara dua rata-rata secara signifikan dalam penelitian, dengan demikian maka dapat dilihat perbedaan hasil belajar siswa antara yang menggunakan modul dengan KKM, pada taraf probabilitas yang ditentukan sebesar 5 % dengan pengujian sebagai berikut : H_0 ditolak jika : $t_{hitung} > t_{(n_1 + n_2 - 2)} \alpha = 0,05$ dengan $dk = (n_2 + n_1 - 2)$

Adapun rumus yang digunakan :

a. Menentukan Standar Deviasi Gabungan

$$dsg = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)V_1 + (n_2 - 1)V_2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Keterangan:

n_1 = banyaknya data kelompok 1

n_2 = banyaknya data kelompok 2

$V_1 = \text{varians data kelompok 1 } (Sd_1)^2$

$V_2 = \text{varians data kelompok 2 } (Sd_2)^2$

(Subana dan Sudrajat, 2005)

b. Menentukan t hitung

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{dsg \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Keterangan:

\bar{X}_1 = rata-rata kelompok 1

\bar{X}_2 = rata-rata kelompok 2

Dsg = nilai deviasi standar gabungan

(Subana dan Sudrajat, 2005)

Uji prasyarat analisis yaitu :

a. Uji Normalitas

Uji normalitas data digunakan untuk mengetahui kenormalan distribusi data variabel terikat. Uji normalitas data pada penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis yaitu:

H_0 : data berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan bantuan SPSS untuk memudahkan dalam memperoleh hasil akhir. Kriteria dalam penggunaan

SPSS ini adalah jika nilai signifikansi $\geq 0,05$ (α), maka H_0 diterima dan jika nilai signifikansi $< 0,05$ (α), maka H_0 ditolak.

Rumus yang dipakai untuk perhitungan uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut.

$$D = \text{maksimum} |F_0(x) - S_N(x)|$$

Keterangan:

$F_0(x)$: fungsi berdistribusi frekuensi kumulatif yang sepenuhnya ditentukan, yakni distribusi kumulatif teoritis di bawah H_0 artinya untuk harga N yang sebesar besarnya, harga $F_0(x)$ adalah proporsi kasus yang diharapkan mempunyai skor yang sama atau kurang dari x .

$S_N(x)$: distribusi frekuensi yang diobservasi dari suatu sampel random dengan N observasi. Dimana x adalah sembarang skor yang mungkin, $S_N(x) = \frac{k}{N}$, dimana k sama dengan banyak observasi yang sama atau kurang dari x .

b. Uji Homogenitas Varians

Uji *Levene* juga merupakan metode pengujian homogenitas varians yang hampir sama dengan uji Bartlett. Pada uji Levene data yang diuji dengan tidak harus berdistribusi normal:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 \text{ (data homogen)}$$

H_1 : paling sedikit ada satu σ_i^2 yang tidak sama

Formula Lavene adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{(n-k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2}$$

dimana:

n adalah jumlah observasi

k adalah banyaknya kelompok

$$Z_{ij} = |Y_{ij} - \bar{Y}_i|$$

\bar{Y}_i adalah rata-rata dari kelompok ke i

\bar{Z}_i adalah rata-rata kelompok dari Z_i

$\bar{Z}_{..}$ adalah rata-rata menyeluruh (*overall mean*) dari Z_{ij}

Daerah kritis:

Tolak H_0 jika $W > F_{(\alpha, k-1, n-k)}$

Jika syarat untuk uji parametrik tidak terpenuhi, maka uji hipotesis menggunakan uji non parametrik. Data interval dianalisis dengan SPSS versi 16.0 dengan non parametrik berupa *Mann whitney*. Rumus uji statistik mann-whitney adalah :

$$u_1 = n_1 n_2 + \frac{1}{2} n_1 (n_1 + 1) - \sum R_1$$

Dan

$$u_1 = n_1 n_2 + \frac{1}{2} n_1 (n_1 + 1) - \sum R_2$$

$$z = \frac{U - \frac{1}{2} n_1 n_2}{\sqrt{\frac{1}{2} n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}}$$

Pengambilan keputusan : Ho ditolak jika nilai U hitung \leq U table dengan Tingkat signifikansi (α) adalah 5%.