

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH AIR RENDAMAN REBUSAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr) TERHADAP PENGUMPALAN
LATEKS DI DESA BINA KARSA KECAMATAN MESUJI
MAKMUR DAN SUMBANGSIHNYA PADA
MATERI LIMBAH KELAS
X SMA/MA**



SKRIPSI SARJANA S.1

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan (S.Pd)**

Oleh

**LENIA WATI
NIM. 12222056**

Program Studi Pendidikan Biologi

**FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN FATAH
PALEMBANG
2016**

Hal : Persetujuan Pembimbing
Lamp : -

Kepada Yth.
Bapak Dekan Fakultas Ilmu
Tarbiyah dan Keguruan
UIN Raden Fatah Palembang
Di
Palembang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah melalui proses bimbingan, arahan, dan koreksian baik dari segi isi maupun teknik penulisan terhadap skripsi saudara:

Nama : Lenia Wati
NIM : 12 222 056
Program Studi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : **Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks Di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah Kelas X SMA/MA.**

Maka, kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara tersebut dapat diajukan dalam Sidang Skripsi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.

Demikian harapan kami dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.
Wassalamualaikum Wr. Wb.

Pembimbing I

Palembang, 26 Oktober 2016
Pembimbing II

Dr. Irham Falahuddin, M.Si
NIP. 19711002 199903 1 002

Elfira Rosa Pane, M.Si
NIP. 19811023 200912 2 004

Skripsi Berjudul:

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH AIR RENDAMAN REBUSAN
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr) TERHADAP PENGUMPULAN LATEKS
DI DESA BINA KARSA KECAMATAN MESUJI
MAKMUR DAN SUMBANGSIHNYA PADA
MATERI LIMBAH KELAS
X SMA/MA

Yang ditulis oleh saudara Lenia Wati NIM. 12222056
Telah dimunaqosyahkan dan dipertahankan
Didepan Panitia Penguji Skripsi
Pada tanggal 26 Oktober 2016

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)

Palembang, 26 Oktober 2016
Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Panitia Penguji Skripsi

Ketua Penguji

Sekretaris Penguji

Dr. Munir, M.Ag
NIP. 19710304200112 1 002

Indah Wigati, M.Pd.I
NIP. 19770703 200710 2 004

Penguji Utama : Dr. H. Fajri Ismail, M.Pd.I ()
NIP. 19760323 200501 1 008

Anggota Penguji : Syarifah, S.Si, M.Kes ()
NIP. 19750429 200912 2 001

Mengetahui
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. H. Kasinyo Harto, M. Ag
NIP. 197109111997031004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu).”
(H.R. Muslim)*

Tidak ada kesuksesan yang bisa dicapai seperti membalikkan telapak tangan. Tidak ada keberhasilan tanpa kerja keras, keuletan, kegigihan, dan kedisiplinan.

Chairul Tanjung

Untuk mendapatkan kesuksesan, keberanian harus lebih besar daripada ketakutan.

Kupersembahkan Skripsi ini dengan keikhlasan dan setulus hati untuk:

- ❖ *Mamak tersayang (Samini) dan bapak tercinta (Sugiyanto) yang telah mengorbankan segalanya dan selalu mendoakan, menginspirasi, membimbing, menasehati, dan memotivasi Ananda hingga kini.*
- ❖ *Adikku (Linda Lestari), Sikecil cantik (Azahra) Mbahku tersayang (Alm. Soikromo, Wiji, Alm. Supono, Jumitun), dan seluruh keluarga besarku yang selalu memberi semangat dan motivasi.*
- ❖ *Sahabat tercinta: Nuraini, Leny Aprianita, Lucia Erviana, Halimahtusya'diyah, Gumar, Ira, MelAs, Sangkut, Mubin, Nurfadilah, Liska Wina, Mega Destriani, Ovie, Lilis Sonia, Hedo, Rani Anggraini, Eka, Fitri Astria, Ayu Puji, dan semua teman satu angkatan Biologi 1,2,3 terima kasih atas dukungannya selama ini.*
- ❖ *Adek kost Siti Solekha, sikekbar Wasiroh dan Wansori, Yeni dan Weni terima kasih doa dan semangatnya..*
- ❖ *Untuk seseorang terkasih yang selalu mendengarkan keluh kesahku, memberi keceriaan, dukungan, motivasi, dan doanya....*
- ❖ *Agama, Bangsa, dan Almamater yang aku banggakan...*

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lenia Wati
Tempat dan tanggal lahir : Bina Karsa, 21 Desember 1993
Program Studi : S-1
NIM : 12 222 056

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Seluruh data informasi, Interpretasi serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan pengamatan, penelitian, pengolahan serta pemikiran saya dengan pengarahan para pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di UIN Raden Fatah Palembang maupun perguruan tinggi lainnya.

Demikian Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut diatas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Palembang, 26 Oktober 2016

Yang membuat pernyataan,

Lenia Wati

NIM. 12 222 056

ABSTRACT

The rubber plant is one of potential that could be developed, because rubber play an important role as a source of income the community and raw materials domestic industry. The damage the rubber plant can be caused one of the reasons the use of chemicals like alum, urea, and vinegar as freezing latex. Many research conducted to find more coagulant more environmentally friendly. Waste materials that can be used as coagulant latex are waste water marinade stew soybean (*Glycine max* (L.) Merr). Research aims to understand the influence of the use of waste water marinade stew soybean (*Glycine max* (L.) Merr) of the clumping latex, know the volume of the waste water marinade stew soybean (*Glycine max* (L.) Merr) that can produce long time frozen, pH content, heavy rubber, dry rubber content, and the ash content with good. This research carried out in villages Bina Karsa in Mesuji prosperous, district Ogan Komering Ilir. While to test the rubber dry and the ash content in rubber in implementing in the laboratory Technical unit agency hall supervision and certification quality of the goods (UPTD BPSMB) Palembang. The study used is random design complete (RAL) with 6 treatment and 4 replications. Use latex as many as 200 ml, variation the volume of the waste water marinade soybean namely 140 ml, 160 ml, 180 ml, 200 ml, 220 ml and treatment control the use of acid ants 180 ml. The research results show that waste water marinade stew soybean (*Glycine max* (L.) Merr) impact on the clumping latex that is characterized by latex can clot with good. Treatment can crumple latex with good the treatment P₃ on the volume 180 ml with time frozen 276 seconds, pH content 4,73, heavy rubber 316,25 grams, the dry rubber content 74,46%, and the ash content 0,62%.

Keywords: Coagulant; Latex; Waste; Water marinade stew soybean

ABSTRAK

Tanaman karet merupakan salah satu potensi yang dapat dikembangkan, karena karet berperan penting sebagai sumber pendapatan masyarakat dan bahan baku industri dalam negeri. Rusaknya tanaman karet dapat disebabkan salah satunya karena penggunaan bahan kimia seperti tawas, urea, dan cuka sebagai penggumpal lateks. Banyak penelitian yang dilakukan untuk menemukan bahan koagulan yang lebih ramah lingkungan. Bahan limbah yang dapat digunakan sebagai koagulan lateks adalah limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap penggumpalan lateks, untuk mengetahui volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang dapat menghasilkan lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, serta kadar abu dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur, Kabupaten Ogan Komering Ilir. Sedangkan untuk uji kadar karet kering dan uji kadar abu pada karet di laksanakan di Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Dinas Balai Pengawasan dan Sertifikasi Mutu Barang (UPTD BPSMB) Palembang. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Menggunakan lateks sebanyak 200 ml, variasi volume limbah air rendaman kedelai yaitu 140 ml, 160 ml, 180 ml, 200 ml, 220 ml dan perlakuan kontrol menggunakan asam semut 180 ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh terhadap penggumpalan lateks yang ditandai dengan lateks dapat menggumpal dengan baik. Perlakuan yang dapat menggumpalkan lateks dengan baik yaitu perlakuan P₃ pada volume 180 ml dengan waktu beku 276 detik, pH 4,73, berat karet 316,25 gram, kadar karet kering 74,46%, serta kadar abu 0,62%.

Kata kunci: Air rendaman rebusan kedelai; Koagulan; Lateks; Limbah

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia terindah-Nya kepada seluruh hamba-hambanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks Di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah Kelas X SMA/MA”** diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi.

Meski dalam proses penyusunan skripsi ini banyak kesulitan dan hambatan, namun berkat inayah Allah SWT, serta bantuan dari berbagai pihak semua kesulitan dan hambatan tersebut dapat teratasi hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. H. Sirozi, MA.Ph.D selaku Rektor UIN Raden Fatah Palembang.
2. Prof. Dr. H. Kasinyo Harto, M.Ag selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.
3. Syarifah, M.Si selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang sekaligus Penguji II yang telah memberikan arahan dan saran terbaiknya untuk membangun perbaikan skripsi sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
4. Dr. Fajri Ismail, M.Pd.I selaku Penguji I yang telah memberikan arahan dan saran terbaiknya untuk membangun perbaikan skripsi sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
5. Anita Restu Puji Raharjeng, M.Si,Biomed, Sc selaku Bina Skripsi Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang selalu sabar dan selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar.

6. Dr. Irham Falahuddin, M.Si selaku pembimbing I dan Elfira Rosa Pane, M.Si selaku pembimbing II yang selalu sabar dan selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar.
7. Ahmad Zaki, S.Si selaku Kepala Laboratorium IPA Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah membantu memfasilitasi penelitian penulis dan memberi arahan kerja hingga selesai.
8. Indah Wigati, M.Pd.I dan para Staf Karyawan Perpustakaan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah membantu memfasilitasi kemudahan dalam mencari literatur untuk skripsi ini.
9. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah sabar mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama penulis menempuh studi di UIN Raden Fatah Palembang.
10. Orang tua dan keluarga saya atas doa, cinta, dan kasih sayang yang tulus, serta motivasi tiada henti selama penyelesaian studi.
11. Untuk seseorang terkasih yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam penyelesaian skripsi.
12. Sahabat Biologi seluruh angkatan, khususnya angkatan 2012 dan teman-teman sealmamater yang sama-sama berjuang untuk sukses.
13. Rekan-rekan KKN kelompok 214 di desa Sumber Karya tahun 2016 dan PPLK II di SMPN 46 Palembang tahun 2015 terus semangat.
14. Serta semua pihak yang telah membantu memberikan semangat baik materiil maupun spiritual yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun agar dapat digunakan demi perbaikan skripsi ini nantinya. Penulis juga berharap agar skripsi ini akan memberikan banyak manfaat bagi yang membacanya. Amin.

Palembang, 26 Oktober 2016

Penulis

Lenia Wati

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR GRAFIK	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Batasan Masalah.....	6
F. Hipotesis Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Kedelai	8
B. Proses Pembuatan Tempe	8
C. Limbah	10
1. Limbah Padat	10
2. Limbah Gas	11
3. Limbah Cair	11
a) Limbah Rumah Tangga.....	13
b) Limbah Perkotaan	13
c) Limbah Industri.....	14
D. Limbah Tempe	14
1. Limbah Padat Kering	16
2. Limbah Padat Basah.....	17
3. Limbah Cair	17
E. Sejarah Karet.....	17
F. Klasifikasi Tanaman Karet.....	19
G. Lateks	20
H. Prakoagulasi	21
1. Penyebab Terjadinya Prakoagulasi	22
2. Tindakan Pencegahan Prakoagulasi	23
3. Zat Antikoagulan.....	24

a) Soda/Natrium Karbonat	24
b) Amonia.....	25
c) Formaldehida	25
d) Natrium Sulfit	26
I. Koagulasi	26
1. Asam Semut	27
2. Asam Cuka	27
J. Syarat Mutu Karet Indonesia.....	27
K. Kajian Keislaman Tentang Penanganan Limbah dalam Alquran .	30
L. Kajian Penelitian Terdahulu.....	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 36

A. Waktu dan Tempat Penelitian	36
B. Alat dan Bahan	36
1. Alat.....	36
2. Bahan.....	36
C. Metode Penelitian.....	37
D. Cara kerja	37
E. Analisis Data	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 45

A. Hasil Penelitian	45
1. Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks	45
a) Lama Waktu Beku Lateks.....	45
b) Kadar pH Lateks	47
c) Berat Karet	48
d) Kadar Karet Kering.....	49
e) Kadar Abu	51
2. Hasil Validasi RPP dan LKS	52
B. Pembahasan.....	55
1. Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks	55
a) Deskripsi Penelitian	55
b) Penggumpalan Lateks	56
c) Karakteristik Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr).....	57
d) Lama Waktu Beku Lateks.....	58
e) Kadar pH Lateks	60
f) Berat Karet	63
g) Kadar Karet Kering.....	65
h) Kadar Abu	68
2. Sumbangsih pada Pembelajaran di SMA/MA	71

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
A. Kesimpulan.....	74
B. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	78
RIWAYAT HIDUP	178

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Gizi Kedelai per 100 gram Biji	8
Tabel 2. Kandungan Bahan-Bahan dalam Lateks Segar	21
Tabel 3. Standar Mutu Karet Remah Produksi Indonesia Atau Skema Persyaratan Mutu	29
Tabel 4. Variasi volume limbah air rendaman rebusan kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) untuk menggumpalkan 200 ml lateks	38
Tabel 5. Kombinasi Petak Percobaan (24 perlakuan)	39
Tabel 6. Tabulasi Data Hasil Pengamatan	40
Tabel 7. Analisis Ansira RAL	41
Tabel 8. Analisis Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)	42
Tabel 9. Analisis Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND)	43
Tabel 10. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Lama Waktu Beku Lateks	46
Tabel 11. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Waktu Beku Lateks	46
Tabel 12. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap kadar pH Lateks	47
Tabel 13. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Kadar pH Lateks	48
Tabel 14. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Berat Karet	49
Tabel 15. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Berat Karet	49
Tabel 16. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Kadar Karet Kering	50
Tabel 17. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Kadar Karet Kering	51
Tabel 18. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Kadar Abu	52
Tabel 19. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merr) terhadap Kadar Abu	52
Tabel 20. Hasil Validasi RPP	53
Tabel 21. Hasil Validasi LKPD	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Proses Pembuatan Tempe	15
Gambar 2. Limbah air rendaman rebusan kedelai	17
Gambar 3. Tanaman Karet	20
Gambar 4. Rumus Molekul Lateks Poli Isoprene	20
Gambar 5. Lateks	21
Gambar 6. Alat yang digunakan dalam Penelitian.....	133
Gambar 7. Bahan yang digunakan dalam Penelitian	135
Gambar 8. Proses Pengukuran pH Awal Bahan.....	136
Gambar 9. Proses Penuangan Lateks Dalam Mangkuk	136
Gambar 10. Proses Pembekuan Lateks	137
Gambar 11. Proses Pengukuran Lama Waktu Beku Lateks	137
Gambar 12. Proses Pengukuran pH Lateks.....	137
Gambar 13. Proses Penimbangan Berat Karet	138
Gambar 14. Lateks yang Sudah Digumpalkan.....	138
Gambar 15. Proses Pengeringan Karet.....	138
Gambar 16. Proses Penghitungan Kadar karet kering	139
Gambar 17. Proses Penghitungan Kadar Abu.....	139

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1. Lama Waktu Beku Lateks	45
Grafik 2. Kadar pH Lateks	47
Grafik 3. Berat Karet	48
Grafik 4. Kadar Karet Kering	50
Grafik 5. Kadar Abu	51

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
Ansira	Analisi sidik ragam
BJND	Beda Jarak Nyata Duncan
BNJ	Beda Nyata Jujur
C	Celcius
C ₅ H ₈	Poliisoprene
Ca	Kalsium
cm	Centimeter
COD	Chemical Oxygen Demand
Cu	Tembaga
dll	Dan lain-lain
DB	Derajat Bebas
dkk	dan kawan-kawan
FK	Faktor koreksi
gr	Gram
H ₂ S	Hidrogen Sulfida
JKG	Jumlah Kuadrat Galat
JKP	Jumlah Kuadrat Perlakuan
JKT	Jumlah Kuadrat Total
kg	kilogram
KK	Koefisien Keragaman
KKK	Kadar Karet Kering
KTG	Kuadrat Tengag Galat
KTP	Kuadrat Tengah Perlakuan
LKPD	Lembar Kerja Peserta Didik
mg	miligram
Mg	Magnesium
ml	Mililiter
Na	Natrium
P	Pospor
PRI	Plasticity Retention Index
r	Ulangan
RAL	Rancangan Acak Lengkap
RPP	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran
SIR	Standar Indonesia Rubber
SK	Sumber Keragaman
SNI	Standar Nasional Indonesia
t	Perlakuan
TA	Jumlah Perlakuan
tn	Tidak berbeda nyata
UPTD BPSMB	Unit Pelaksana Teknis Dinas Balai Pengawasan dan Sertifikasi Mutu Barang
Y	Hasil Percobaan

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Denah Penempatan Mangkuk Lateks (Penataan RAL)	78
Lampiran 2 Pengolahan Data Lama Waktu Beku Lateks	79
Lampiran 3. Pengolahan Data Kadar pH Lateks.....	82
Lampiran 4. Pengolahan Data Berat Karet	85
Lampiran 5. Pengolahan Data Kadar Karet Kering.	88
Lampiran 6. Pengolahan Data Kadar Abu.	91
Lampiran 7. Perangkat Pembelajaran	94
Lampiran 7a. Silabus Pembelajaran.....	94
Lampiran 7b. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	97
Lampiran 7c. Materi Pengayaan	114
Lampiran 7d. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	117
Lampiran 7e. Lembar Validasi RPP dan LKPD	121
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	133
Lampiran 9. Surat Keterangan Penunjukkan Pembimbing Skripsi.....	141
Lampiran 10. Surat Keterangan Penunjukkan Tim Penguji Proposal Skripsi.....	142
Lampiran 11. Surat Permohonan Izin Penelitian	143
Lampiran 12. Surat Keterangan Penunjukkan Tim Penguji Hasil Skripsi.....	146
Lampiran 13. Surat Keterangan Perubahan Judul Skripsi	147
Lampiran 14. Surat Keterangan Bebas Laboratorium.....	148
Lampiran 15. Surat Keterangan Lulus Ujian Komprehensif	149
Lampiran 16. Kartu Bimbingan Skripsi	151
Lampiran 17. Surat Keterangan Hafal 10 Surat Juz Amma	165

Lampiran 18. Sertifikat Toefl	166
Lampiran 19. Ijazah Sekolah Menengah Atas (SMA)	167
Lampiran 20. Formulir Pendaftaran Munaqosyah	168
Lampiran 21. Surat Keterangan Kelengkapan dan Keaslian Berkas Munaqosyah	169
Lampiran 22. Formulir Konsultasi Revisi Skripsi	170
Lampiran 23. Transkrip Nilai	175

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman karet merupakan salah satu potensi yang dapat dikembangkan, karena karet berperan penting sebagai sumber pendapatan masyarakat, bahan baku industri dalam negeri, serta sebagai sumber devisa. Pada tahun 2007, Indonesia memiliki areal karet terluas di Asia yaitu mencapai lebih dari 3,4 juta hektar yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Oleh sebab itu tanaman karet merupakan komoditi ekspor yang mampu memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan devisa non migas bagi Indonesia. Ekspor karet Indonesia selama 20 tahun terakhir terus menunjukkan adanya peningkatan dari 1,0 juta ton pada tahun 1985 menjadi 1,3 juta ton pada tahun 1995, 1,9 juta ton pada tahun 2004, 2,2 juta ton pada tahun 2005 dan pada tahun 2007 dengan produksi mencapai 2,76 juta ton. Pendapatan devisa dari komoditi ini pada tahun 2004 mencapai US\$ 2,25 milyar, yang merupakan 5% dari pendapatan devisa non-migas (Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Selatan, 2009).

Oleh sebab itu tanaman karet yang merupakan sumber devisa bagi Indonesia harus dirawat dengan baik agar tidak mudah rusak. Rusaknya tanaman karet dapat disebabkan salah satunya karena penggunaan bahan kimia seperti tawas, urea, dan cuka sebagai penggumpal getah karet (lateks). Jika penggunaan bahan-bahan kimia tersebut dilakukan secara terus-menerus,

maka akan membuat produktivitas karet tersebut akan menurun (Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Selatan, 2009).

Berdasarkan permasalahan tersebut, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menemukan bahan koagulan yang lebih ramah lingkungan dan tidak merusak tanaman karet yang dapat digunakan petani sebagai penggumpal lateks seperti menggunakan bahan yang berasal dari buah-buahan seperti sari buah mengkudu (Hardiyanty *dkk*, 2013), ekstrak buah limpasu (Purnomo *dkk*, 2014), ekstrak buah rambutan dan ekstrak buah jeruk nipis (Ali *dkk*, 2009). Selain menggunakan bahan koagulan yang berasal dari buah-buahan dapat juga menggunakan bahan yang berasal dari limbah yaitu dengan memanfaatkan limbah cair pabrik tahu sebagai penggumpal lateks (Muis, 2004). Salah satu bahan limbah lain yang dapat digunakan sebagai koagulan lateks adalah limbah yang berasal dari air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr).

Limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) adalah salah satu limbah yang berasal dari proses pembuatan tempe. Dalam proses pembuatan tempe dihasilkan limbah berupa limbah padat dan cair. Limbah padat pada umumnya dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak, tetapi limbah cair yang berasal dari perebusan, perendaman, dan pencucian kedelai pada proses pembuatan tempe belum banyak dimanfaatkan dan apabila dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan tercemarnya sungai tersebut dan menimbulkan bau busuk. Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tempe dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi. Dari hasil penelitian,

konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) didalam air limbah proses pembuatan tempe cukup tinggi yakni berkisar antara 7.000–10.000 ppm, serta mempunyai keasaman yakni pH 4–5 dan setiap kuintal kedelai akan menghasilkan 1,55–2 m³ air limbah. Dengan kondisi tersebut, limbah cair yang berasal dari perebusan, perendaman, dan pencucian kedelai merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang berbahaya. Maka dari itu diperlukan upaya untuk mengelola limbah cair proses pembuatan tempe agar memiliki nilai tambah dan dapat dimanfaatkan sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991).

Pemanfaatan limbah cair tempe khususnya limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sebagai bahan koagulan lateks belum banyak dilakukan. Di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur Kabupaten Ogan Komering Ilir terdapat produsen tempe yang setiap harinya menggunakan kedelai dalam pembuatan tempe sebanyak 300 kg kedelai dan menghasilkan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sebanyak 250–300 liter per hari. Limbah tersebut hanya dibuang ke sungai sehingga menyebabkan sungai tersebut tercemar. Menurut Suprpti (2003), limbah yang berasal dari proses pembuatan tempe memiliki keasaman yakni pH 4, mengandung gas H₂S, amoniak yang dapat menimbulkan bau busuk, sehingga akan menimbulkan bau yang tidak sedap apabila dibuang diperairan. Hal ini yang mendorong peneliti untuk memanfaatkan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sebagai penggumpal lateks. Dengan adanya pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sebagai bahan koagulan, petani karet dapat terbantu dengan

dihasilkannya alternatif koagulan yang ramah lingkungan dan aman bagi petani.

Dalam pendidikan, khususnya dalam proses pembelajaran Biologi, terdapat materi yang perlu dibahas secara lebih rinci. Salah satu contoh materi pada pelajaran Biologi yang perlu dibahas secara lebih rinci adalah pokok bahasan limbah yang mempelajari tentang pengelolaan limbah dengan menerapkan konsep 3R yaitu pemanfaatan ulang (*reuse*), mengurangi (*reduce*), dan daur ulang (*recycle*) pada limbah. Menurut Tim Penulis PS (2008), pemanfaatan ulang (*reuse*) adalah kegiatan penggunaan kembali limbah yang masih dapat digunakan tanpa pengolahan baik untuk fungsi yang sama maupun fungsi yang lain. Mengurangi (*reduce*) adalah mengurangi segala sesuatu yang menyebabkan timbulnya limbah, dan daur ulang (*recycle*) adalah penggunaan kembali material atau barang yang sudah tidak terpakai menjadi produk lain yang bermanfaat melalui proses pengolahan.

Materi limbah ini berkaitan erat dengan proses dan hasil penelitian yang peneliti lakukan, yaitu pada penerapan konsep pemanfaatan ulang (*reuse*) dengan cara memanfaatkan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sehingga dapat digunakan sebagai bahan koagulan lateks. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka penelitian tentang “Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks Di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah Kelas X SMA/MA” perlu dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan maka, peneliti membuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh terhadap penggumpalan lateks?
2. Pada volume berapakah limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dapat menghasilkan lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, serta kadar abu dengan baik?

C. Tujuan Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan, tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap penggumpalan lateks.
2. Untuk mengetahui volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang dapat menghasilkan lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, serta kadar abu dengan baik.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Secara teoritis:
Memberikan kontribusi pengetahuan dalam bidang ilmu Ekologi serta pembelajarannya pada pelajaran biologi khususnya pada materi limbah di

kelas X SMA/MA, serta sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

2. Manfaat secara praktis:

- a) Bagi sekolah, guru dapat mengembangkan konsep pemanfaatan ulang (*reuse*) limbah pada materi pengayaan mata pelajaran limbah.
- b) Bagi petani, dengan adanya limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr), dapat dijadikan sebagai bahan koagulan pembeku lateks yang ramah lingkungan dan aman bagi petani sehingga petani tidak lagi menggunakan bahan koagulan kimia seperti tawas, dan cuka.
- c) Bagi lingkungan, limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) tidak lagi dibuang ke sungai sehingga tidak mencemari lingkungan yang ada disekitar sungai.

E. Batasan Masalah Penelitian

Untuk menghindari perluasan masalah, maka perlu adanya batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Subyek penelitian adalah koagulan lateks menggunakan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dengan variasi volume yang berbedabeda pada masing–masing perlakuan.
2. Variasi volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) adalah 140 ml, 160 ml, 180 ml, 200 ml, 220 ml.
3. Perlakuan kontrol menggunakan koagulan asam semut.

4. Obyek penelitian menggunakan lateks sebanyak 200 ml pada masing-masing perlakuan sebanyak 6 perlakuan dengan 4 kali pengulangan.

F. Hipotesis Penelitian

H₀ = Tidak ada pengaruh penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap penggumpalan lateks meliputi lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, serta kadar abu.

H₁ = Ada pengaruh penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap pembekuan lateks meliputi lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, serta kadar abu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kedelai

Kedelai merupakan sumber gizi yang sangat penting. Komposisi gizi kedelai bervariasi tergantung varietas yang dikembangkan dan juga warna kulit maupun *kotiledonnya*. Kandungan protein dalam kedelai kuning bervariasi antara 31–48% sedangkan kandungan lemaknya bervariasi antara 11–21%. Antosianin kulit kedelai mampu menghambat oksidasi kolesterol yang merupakan awal terbentuknya plak dalam pembuluh darah yang akan memicu berkembangnya penyakit tekanan darah tinggi dan berkembangnya penyakit jantung koroner (Astuti, 2003).

Komposisi gizi kedelai per 100 gram biji dapat dilihat pada tabel di bawah ini (Hariyanto, 2010):

Tabel 1. Komposisi Gizi Kedelai per 100 gram Biji

No	Komposisi	Jumlah
1	Energi (kalori)	400,0
2	Air (g)	10,2
3	Protein (g)	35,1
4	Lemak (g)	17,7
5	Karbohidrat (g)	32,0
6	Serat (g)	4,2
7	Kadar abu (g)	4,0
8	Kalsium (mg)	226
9	Besi (mg)	8,5
10	Vitamin B1 (mg)	0,66
11	Vitamin B2 (mg)	0,22

(Sumber: Direktorat Gizi Dep Kesehatan RI)

B. Proses Pembuatan Tempe

Tahapan membuat tempe dimulai dari pemilihan bahan baku kedelai yang baik, perebusan, perendaman, pengupasan kulit kedelai, perebusan lagi

dan penirisan. Setelah itu kedelai direbus kemudian diratakan ditempat yang rata agar dingin. Kemudian ditambahkan ragi tempe sebanyak 2% dari berat kedelai. Disini campuran kedelai dan ragi dapat dibungkus dengan plastik atau daun. Agar ada udara daun atau plastik perlu ditusuk agar proses fermentasi berjalan dengan baik (Hariyanto, 2010).

Berikut ini urutan proses pembuatan tempe (Hariyanto, 2010):

1. Biji kedelai yang telah dipilih/dibersihkan dari kotoran, dicuci dengan air yang bersih selama 1 jam.
2. Setelah bersih, kedelai direbus dalam air selama 2 jam.
3. Kedelai kemudian direndam 12 jam dalam air panas/hangat bekas air perebusan supaya kedelai mengembang.
4. Berikutnya, kedelai direndam dalam air dingin selama 12 jam.
5. Setelah 24 jam direndam, kedelai dicuci dan dikuliti (dikupas).
6. Setelah dikupas, kedelai direbus untuk membunuh bakteri yang kemungkinan tumbuh selama perendaman.
7. Kedelai diambil dari dandang, diletakkan diatas tampah dan diratakan tipis-tipis. Selanjutnya, kedelai dibiarkan dingin sampai permukaan keping kedelai kering dan airnya menetes habis.
8. Sesudah itu, kedelai dicampur dengan laru (ragi 2%) guna mempercepat/merangsang pertumbuhan jamur. Proses mencampur kedelai dengan ragi memakan waktu sekitar 20 menit. Tahap peragian (fermentasi) adalah tahapan penentu keberhasilan dalam membuat tempe kedelai.

9. Bila campuran bahan fermentasi kedelai sudah rata, campuran tersebut dicetak pada loyang atau cetakan kayu dengan lapisan plastik atau daun yang akhirnya dipakai sebagai pembungkus. Sebelumnya, dilubangi/ditusuk–tusuk.
10. Campuran kedelai yang telah dicetak dan diratakan permukaannya dihamparkan diatas rak dan kemudian ditutup selama 24 jam.
11. Setelah 24 jam, tutup dibuka dan campuran kedelai didinginkan/diangan–anginkan selama 24 jam. Setelah itu, campuran kedelai telah menjadi tempe siap jual.

C. Limbah

Limbah adalah suatu bahan yang terbuang atau di buang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia atau proses–proses alam, dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi. Limbah dikatakan memiliki nilai ekonomi negatif karena penanganan untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar, disamping itu juga mencemari lingkungan. Limbah dibedakan menjadi tiga bentuk, yakni limbah yang berbentuk cair (limbah cair), limbah yang berbentuk gas (limbah gas), dan limbah yang berbentuk padat (limbah padat) (Santoso, 1998).

1. Limbah Padat

Limbah padat berupa bahan padat seperti potongan kayu, serpihan logam, kertas–kertas, kain tekstil, tailing, ampas ubi kayu, ampas pabrik tahu dan potongan–potongan karet dan lain-lain yang banyak terproduksi dari pabrik–pabrik (Ginting, 2007).

Limbah padat banyak dijumpai pada industri mesin dan logam serta aneka industri kimia, industri hasil pertanian dan kehutanan demikian juga pada industri kecil. Pabrik–pabrik yang menghasilkan limbah padat erat kaitannya dengan proses daur ulang dalam upaya memanfaatkan limbah yang berdaya guna. Proses daur ulang selain berguna memanfaatkan limbah juga untuk mencegah agar limbah tidak mengganggu lingkungan hidup (Ginting, 2007).

2. Limbah Gas

Limbah gas melalui media udara menyebar kesekitar lingkungan menyebabkan udara menjadi tidak segar, kotor, dan berbau. Terjadi peningkatan kandungan bahan–bahan dalam udara seperti Nitrogen Oksida, Sulfur dioksida, Hidrokarbon, Karbon Monoksida, debu dan partikel lainnya. Penyebab limbah ini adalah pabrik–pabrik pengecoran besi, proses–proses dalam pabrik, pembusukan bahan-bahan organik, pabrik baterai, debu asbes, bahan-bahan pewarna, pembakaran batu bata, sampah, dan lain sebagainya. Limbah gas yang beracun dan berbahaya mengganggu kesehatan manusia yang berada dalam lingkungan itu, dan terganggunya kehidupan flora dan fauna (Ginting, 2007).

3. Limbah Cair

Limbah cair dijumpai pada industri yang menggunakan air dalam proses produksinya. Mulai dari pra pengelolaan bahan baku, seperti pencucian, sampai pada produksi akhir menghasilkan limbah. Limbah cair tidak dapat dinilai hanya dari kandungan zat pencemarnya seperti amonia, sulfat, nitrat, dll, melainkan juga jumlah limbah yang dihasilkannya.

Limbah dengan volume banyak, cenderung menghasilkan pencemaran. Persoalan penting dalam limbah cair adalah bagaimana cara mengolah limbahnya sebelum dilakukan pembuangan dan kemana hasil olahan tersebut dibuang (Ginting, 2007).

Limbah cair mengakibatkan badan penerima menjadi kotor dan senyawa-senyawa pencemar yang terkandung membahayakan terhadap lingkungan. Disamping itu perubahan air menjadi kotor dilapisi bahan-bahan berminyak atau bahan padatan lain yang menyebabkan terjadinya penutupan permukaan air. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam limbah bila melebihi kadar yang ditentukan menyebabkan air tidak dapat dipergunakan untuk keperluan sebagaimana semestinya (Ginting, 2007).

Air tercemar bila salah satu atau lebih kondisi berikut ini terpenuhi yaitu (Ginting, 2007):

- a. Mengakibatkan naik turunnya keasaman air.
- b. Akan terjadi perubahan sifat fisika air misalnya terjadi perubahan warna, air menjadi keruh, berbau, dan perubahan suhu air.
- c. Permukaan air tertutup oleh lapisan terapung, berupa minyak, lemak dan bahan padat lainnya.
- d. Peningkatan kandungan bahan-bahan organik maupun anorganik dalam air.
- e. Meningkatkan zat-zat tersuspensi dalam air.

Terjadinya perubahan sifat fisika dan kimia air disebabkan buangan/limbah dari industri mengandung bahan-bahan beracun dan berbahaya antara lain: merkuri, arsen, amoniak, barium chromium, dan

lain-lain. Bahan-bahan ini ada yang terlarut mengendap maupun tersuspensi. Dengan adanya senyawa-senyawa, melebihi ambang batas yang ditetapkan menyebabkan berbagai akibat antara lain (Ginting, 2007):

- a. Terganggunya kehidupan dalam air.
- b. Cepat timbul karat pada permukaan yang kontak langsung dengan air.
- c. Penurunan daya guna air dan lingkungannya.
- d. Peningkatan pertumbuhan beberapa jenis tumbuhan air.
- e. Terganggunya penggunaan air sebagai air minum, air cuci, air pertanian, air untuk perikanan, air untuk industri.

Limbah cair dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain sebagai berikut:

a) Limbah Rumah tangga

Limbah cair rumah tangga (*sullage*) adalah limbah cair yang dapat berasal dari buangan kamar mandi, dapur, air cuci pakaian, dan lain-lain yang mengandung mikroorganisme patogen. Volume limbah cair rumah tangga tergantung volume pemakaian air penduduk setempat. Penggunaan air untuk keperluan sehari-hari di daerah yang sumber airnya berasal dari sumur pompa kurang dari 10 liter per orang sedangkan sambungan rumah sendiri penggunaan air dapat mencapai 200 liter per orang (Adiprakoso, 2012).

b) Limbah Perkotaan

Limbah cair perkotaan adalah limbah cair yang dapat berasal dari air limbah dari perkantoran, perdagangan, selokan, dan dari tempat-tempat ibadah (Adiprakoso, 2012).

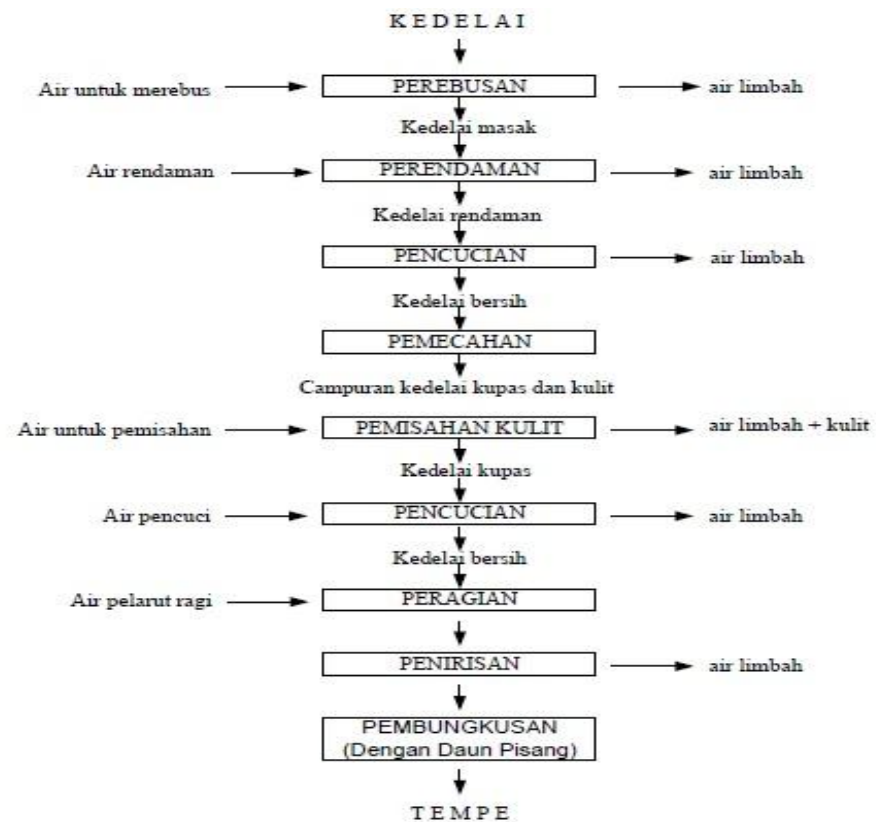
c) Limbah Industri

Limbah industri (*industrial sewage*) yang berbentuk cair dapat berasal dari pabrik yang banyak menggunakan air pada proses produksinya. Selain itu limbah cair juga dapat berasal dari bahan baku yang banyak mengandung air sehingga didalam proses pengolahannya, airnya harus dibuang. Jenis-jenis industri yang menghasilkan limbah cair antara lain yaitu industri *pulp* dan rayon, pengolahan *crumb rubber*, minyak kelapa sawit, baja dan besi, proses pembuatan tahu dan tempe, minyak goreng, kertas, tekstil, dan lain-lain (Adiprakoso, 2012).

D. Limbah Tempe

Limbah tempe adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tempe maupun saat pencucian kedelai. Proses produksi tempe, memerlukan banyak air yang digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian serta pengupasan kulit kedelai. Limbah yang diperoleh dari proses tersebut dapat berupa limbah cair maupun limbah padat. Sebagian besar limbah padat yang berasal dari kulit kedelai, kedelai yang rusak pada proses pencucian serta lembaga yang lepas pada waktu pelepasan kulit, sudah banyak yang dimanfaatkan untuk makanan ternak. Limbah cair berupa air bekas rendaman kedelai dan air bekas rebusan kedelai masih dibuang langsung diperairan disekitarnya. Jika limbah tersebut langsung dibuang keperairan maka dalam waktu yang relatif singkat akan menimbulkan bau busuk dari gas H_2S , dan amoniak sebagai akibat dari terjadinya fermentasi

limbah organik tersebut. Adanya proses pembusukan, akan menimbulkan bau yang tidak sedap, terutama pada musim kemarau dengan debit air yang berkurang. Ketidakseimbangan lingkungan baik fisik, kimia maupun biologis dari perairan yang setiap hari menerima beban limbah dari proses produksi tempe ini, akan dapat mempengaruhi kualitas air dan kehidupan organisme di perairan tersebut. Pada proses pembuatan tempe diperlukan proses perebusan kedelai selama kurang lebih setengah jam kemudian dilakukan perendaman kedelai selama satu malam dan proses fermentasi selama dua hari (Suprpti, 2003).



Gambar 1. Proses Pembuatan Tempe
(Sumber: Wiryani, 2007)

Berdasarkan gambar tersebut tampak bahwa hampir disetiap tahap pembuatan tempe menghasilkan limbah. Dalam banyak hal, akibat nyata dari polutan organik adalah penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air

karena dibutuhkan untuk proses penguraian zat-zat organik. Pada perairan yang tercemar oleh bahan organik dalam jumlah yang besar, kebutuhan oksigen untuk proses penguraiannya lebih banyak dari pada pemasukan oksigen keperairan, sehingga kandungan oksigen terlarut sangat rendah. Hal ini sangat membahayakan kehidupan organisme perairan tersebut. Sisa bahan organik yang tidak terurai secara aerob akan diuraikan oleh bakteri anaerob, sehingga akan tercium bau busuk (Wiryani, 2007).

Diperkirakan untuk industri skala rumah tangga, limbah cair yang dihasilkan sebesar 200–300 liter per hari dari pengolahan 300 kg kedelai. Limbah cair hasil olahan kedelai (baik tahu maupun tempe) yang mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut dapat mengalami perubahan fisik, kimia dan biologi yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman atau bakteri. Kuman ini dapat berupa kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan bagi kesehatan manusia (Wiryani, 2007).

Jenis limbah yang dihasilkan oleh industri tempe adalah limbah padat (kering dan basah) dan limbah cair (Suprapti, 2003).

1. Limbah Padat Kering

Terdiri atas kotoran yang tercampur dalam kedelai, misalnya kerikil, kulit, batang kedelai, serta kedelai cacat fisik/rusak/busuk. Limbah padat kering umumnya lebih mudah diatasi dan tidak menimbulkan masalah, misalnya dengan dibakar atau dikubur dalam tanah (Suprapti, 2003).

2. Limbah Padat Basah

Terdiri atas kulit kedelai setelah mengalami proses perebusan dan perendaman. Limbah ini umumnya berbau asam dan busuk. Limbah padat basah, khususnya kulit kedelai, masih dapat dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak dan pupuk tanaman (Suprpti, 2003).

3. Limbah Cair

Berupa air bekas pencucian, perendaman, dan perebusan kedelai. Limbah ini juga berbau asam dan busuk yang kian hari kian menyengat (Suprpti, 2003).



**Gambar 2. Limbah air rendaman rebusan kedelai
(Sumber: Hariyanto, 2010)**

E. Sejarah Karet

Karet alam merupakan salah satu komoditas pertanian yang penting untuk Indonesia dan lingkup internasional. Di Indonesia, karet merupakan salah satu hasil pertanian yang banyak menunjang perekonomian negara. Indonesia pernah menguasai produksi karet dunia dengan mengungguli hasil dari negara-negara lain dan negara asal tanaman karet sendiri yaitu di daratan Amerika Selatan (Tim Penulis PS, 2013).

Posisi Indonesia sebagai produsen karet nomor satu di dunia akhirnya terdesak oleh dua negara tetangga, Malaysia dan Thailand. Mula-mula Malaysia menggeser posisi Indonesia ke nomor dua. Tetapi secara tak terduga Thailand menyodok Malaysia dan kini menjadi produsen karet terbesar di dunia. Sedangkan Indonesia hingga saat ini tetap bertahan pada posisi kedua. Posisi ketiga diduduki Malaysia yang terlempar dari posisi nomor satu dan dua (Tim Penulis PS, 2013).

Karet adalah tanaman perkebunan tahunan berupa pohon batang lurus. Pohon karet pertama kali hanya tumbuh di Brazil, Amerika Selatan. Namun setelah percobaan berkali-kali oleh Henry Wickham, pohon ini berhasil dikembangkan di Asia Tenggara, dimana sekarang ini tanaman karet banyak dikembangkan. Sampai sekarang, Asia merupakan sumber karet alami. Di Indonesia, Malaysia, dan Singapura, tanaman karet mulai dicoba dibudidayakan pada tahun 1876 (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Tanaman karet mulai dikenal di Indonesia sejak zaman penjajahan Belanda. Awalnya, karet ditanam di Kebun Raya Bogor sebagai koleksi. Selanjutnya, karet dikembangkan menjadi tanaman perkebunan dan tersebar di beberapa daerah. Luas lahan karet yang dimiliki Indonesia mencapai 3–3,5 juta hektar. Ini merupakan lahan karet yang terluas di dunia. Sementara luas lahan karet Thailand sekitar 2 juta hektar, dan Malaysia sekitar 1,3 juta hektar (Tim Penulis PS, 2013).

F. Klasifikasi Tanaman Karet

Klasifikasi tanaman karet adalah sebagai berikut (Tim Karya Tani Mandiri, 2010):

Kingdom : Plantae

Divisi: Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus: *Havea*

Spesies : *Havea brasiliensis* L

Daun karet (*Havea brasiliensis* L) terdiri atas tangkai daun utama dan tangkai anak daun. Panjang tangkai daun utama 3–20 cm. Panjang tangkai anak daun sekitar 3–10 cm dan pada ujungnya terdapat kelenjar. Biasanya, ada tiga anak daun yang terdapat pada sehelai daun karet (*Havea brasiliensis* L). Anak daun berbentuk eliptis, memanjang dengan ujung meruncing, serta tepinya rata dan gundul (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Tanaman karet (*Havea brasiliensis* L) merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Adapun tinggi pohon dewasa mencapai 15–25 meter. Batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi keatas. Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama lateks. Akar tanaman karet (*Havea brasiliensis* L) merupakan akar tunggang. Biji karet (*Havea brasiliensis* L) terdapat dalam setiap ruang buah. Ukuran biji besar dengan kulit keras, warnanya coklat

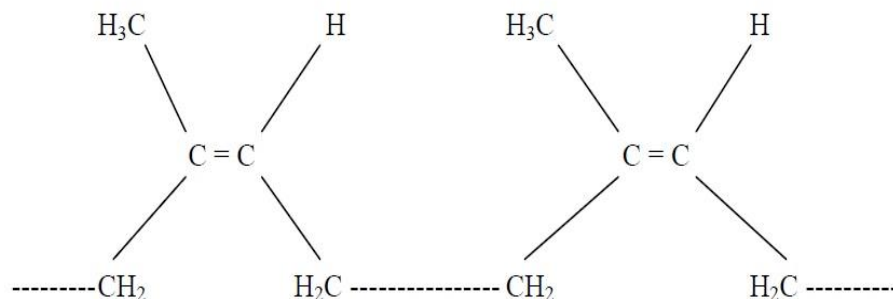
kehitaman dengan bercak–bercak berpola khas. Bunga pada tajuk dengan membentuk mahkota bunga pada setiap bagian bunga yang tumbuh. Bunga berwarna putih, rontok bila sudah membuahi, beserta tangkainya (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).



Gambar 3. Tanaman Karet (Sumber: Tim Karya Tani Mandiri, 2010)

G. Lateks

Lateks merupakan suatu cairan berwarna putih sampai kekuning–kuningan yang diperoleh dengan cara penyadapan (membuka pembuluh lateks) pada kulit tanaman karet (*Havea brasiliensis* L). Partikel karet murni (*isoprene*) tersuspensi dalam serum lateks dan bergabung membentuk rantai panjang yang disebut *poliisoprene* (C_5H_8) (Setyamidjaja, 1993).



Gambar 4. Rumus Molekul Lateks Poli Isoprene (Sumber: Setyamidjaja, 1993)

Berikut ini kandungan bahan–bahan yang terdapat dalam lateks segar (Setyamidjaja, 1993):

Tabel 2. Kandungan Bahan-Bahan dalam Lateks Segar

No	Bahan	Lateks segar (%)
1	Kandungan karet	35,62
2	Resin	1,65
3	Protein	2,03
4	Abu	0,70
5	Zat gula	0,34
6	Air	59,62

(Sumber: Setyamidjaja, 1993)

Untuk dapat mencapai hasil karet yang bermutu tinggi, maka kebersihan dalam bekerja merupakan syarat paling utama yang harus diperhatikan seperti kebersihan peralatan yang digunakan dan kemungkinan terjadinya pengotoran lateks oleh kotoran. Penurunan mutu biasanya terjadi disebabkan oleh proses prakoagulasi (Setyamidjaja, 1993).



Gambar 5. Lateks (Sumber: Tim Karya Tani Mandiri, 2010)

H. Prakoagulasi

Prakoagulasi merupakan pembekuan pendahuluan yang menghasilkan *lumps* atau gumpalan-gumpalan pada cairan getah sadapan. Kejadian ini sering terjadi di areal perkebunan karet sebelum karet sampai ke pabrik atau tempat pengolahan. Bila hal ini terjadi akan timbul kerugian yang

tidak sedikit. Hasil sadapan yang mengalami prakoagulasi hanya dapat diolah menjadi karet yang bukan jenis baku dan kualitasnya pun rendah (Tim Penulis PS, 2013).

1. Penyebab Terjadinya Prakoagulasi

Prakoagulasi terjadi karena kemantapan bagian koloidal yang terkandung dalam lateks berkurang. Bagian-bagian koloidal ini kemudian menggumpal menjadi satu dan membentuk komponen yang berukuran lebih besar. Komponen koloidal yang lebih besar ini akan membeku. Inilah yang menyebabkan terjadinya prakoagulasi (Tim Penulis PS, 2013).

Getah karet atau lateks sebenarnya merupakan suspensi koloidal dari air dan bahan-bahan kimia yang terkandung didalamnya. Susunan bahan lateks dapat dibagi menjadi dua komponen. Komponen pertama adalah bagian yang mendispersikan atau memancarkan bahan-bahan yang terkandung secara merata, biasa disebut serum. Bahan-bahan bukan karet yang larut dalam air, seperti protein, garam-garam mineral, enzim, dan lain-lain termasuk kedalam serum. Komponen kedua adalah bagian-bagian yang didispersikan atau dipancarkan. Komponen kedua ini terdiri dari butir-butir karet yang dikelilingi lapisan tipis protein (Tim Penulis PS, 2013).

Banyak hal yang dapat menyebabkan terjadinya prakoagulasi. Bukan hanya penyebab dari dalam seperti jenis karet yang ditanam atau bahan-bahan enzim saja, melainkan juga hal-hal dari luar seperti keadaan

cuaca dan sistem pengangkutan yang seolah tak berhubungan. Penyebab terjadinya prakoagulasi antara lain (Tim Penulis PS, 2013):

- a) Jenis karet yang ditanam
- b) Enzim
- c) Mikroorganisme atau jasad renik
- d) Faktor cuaca atau musim
- e) Kondisi tanaman
- f) Air sadah
- g) Cara pengangkutan
- h) Kotoran atau bahan–bahan lain yang tercampur

2. Tindakan Pencegahan Prakoagulasi

Prakoagulasi dapat dicegah atau dikurangi dengan menambahkan zat–zat tertentu yang lazim disebut antikoagulan, namun sebelum menggunakan antikoagulan perlu diketahui terlebih dahulu penyebab terjadinya prakoagulasi. Pemeriksaan perlu dilakukan untuk mengetahui penyebabnya. Apabila prakoagulasi disebabkan oleh penyakit fisiologis maka tindakan kultur teknis perlu dilakukan terhadap tanaman karet. Begitu juga apabila ternyata penyebab prakoagulasi adalah masa penyadapan yang belum waktunya atau tanaman karet sudah terlalu tua (Tim Penulis PS, 2013).

Beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya prakoagulasi (Tim Penulis PS, 2013):

- a) Menjaga kebersihan alat–alat yang digunakan dalam penyadapan, penampungan, maupun pengangkutan. Spouts, mangkuk penampung

lateks, ember, dan lain-lain harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Selama pengangkutan dari kebun ke pabrik pengolahan, lateks dijaga agar tidak mengalami banyak guncangan.

- b) Mencegah pengenceran lateks dari kebun dengan air kotor, misalnya air sungai, air saluran, air got.
- c) Memulai penyadapan pada pagi hari sebelum matahari terbit agar lateks dapat sampai ke pabrik atau tempat pengolahan sebelum udara menjadi panas. Keuntungan lain dari penyadapan sebelum matahari terbit adalah mempertinggi jumlah lateks yang dapat dihasilkan oleh pohon karet. Apabila lateks sudah dikumpulkan maka pengangkutan tidak boleh ditunda lagi agar secepat mungkin dapat diolah.

Apabila langkah-langkah pencegahan tersebut sudah dilakukan tetapi hasilnya belum seperti yang diinginkan maka zat antikoagulan dapat digunakan (Tim Penulis PS, 2013).

3. Zat Antikoagulan

Zat antikoagulan ada beberapa macam, tetapi harus dipilih yang paling tepat. Pilihan disesuaikan dengan kondisi lokasi, harga, kadar bahaya zat tersebut, dan yang terpenting adalah kemampuan zat tersebut dalam mencegah prakoagulasi. Berikut ini contoh dari beberapa antikoagulan yang banyak dipakai di perusahaan atau tempat-tempat pengolahan karet (Tim Penulis PS, 2013):

a) Soda atau Natrium Karbonat

Dibanding dengan zat antikoagulan yang lain, harga soda atau Natrium karbonat memang lebih murah. Akan tetapi, zat ini

tidak dianjurkan digunakan pada pabrik yang akan mengolah lateks menjadi *ribbed smoked sheets* atau RSS karena *sheet* kering yang dihasilkan akan mengembang-gelembung. Pemakaian soda aman untuk karet yang akan diolah menjadi *crepe*. Dosis soda yang digunakan adalah 5–10 ml larutan soda tanpa air kristal (*soda ash*) 10% setiap liter lateks. Berarti, dalam 5–10 ml larutan soda tersebut terdapat 0,5–1 gram soda ash.

b) Amonia

Dosis amonia yang dipakai untuk mencegah terjadinya prakoagulasi adalah 5–10 ml larutan amonia 2,5% untuk setiap liter lateks. Misalnya amonia yang digunakan berkadar 20% maka jumlah amonia yang dibutuhkan adalah 0,6–1,2 ml. Bila dengan dosis seperti ini prakoagulasi belum bisa dicegah, dosisnya dapat dinaikkan 2 kali lipat atau menggunakan larutan amonia yang berkadar 5%.

c) Formaldehida

Formaldehida yang dipakai sebagai antikoagulan dalam lateks yang diolah menjadi *sheets* sering menyebabkan *sheets* yang dihasilkan bewarna lebih muda atau pucat. Karet yang rapuh atau *short* sering terjadi akibat pemakaian formaldehida terlalu banyak digunakan. Dosis yang dapat dipakai adalah 5–10 ml larutan dengan kadar 5% untuk setiap liter lateks yang akan dicegah prakoagulasinya. Misalnya menggunakan formaldehida 40% maka jumlah yang dibutuhkan 0,6–1,3 ml.

d) Natrium Sulfit

Natrium Sulfit tidak tahan lama disimpan. Apabila ingin dipergunakan maka harus dibuat terlebih dahulu. Dalam jangka sehari saja akan teroksidasi oleh udara menjadi Natrium Sulfat. Bila sudah teroksidasi maka sifatnya sebagai antikoagulan menjadi lenyap. Selain sebagai antikoagulan, Natrium Sulfit juga bisa memperpanjang waktu pengeringan dan sebagai desinfektan. Dosis yang digunakan adalah 5–10 ml larutan berkadar 10% untuk setiap liter lateks. Untuk membuat larutan seperti itu dibutuhkan Natrium Sulfit tanpa air kristal sebanyak 0,5–1 gram.

Zat antikoagulan harus diberikan secepat mungkin setelah lateks disadap. Apabila mungkin, penambahan antikoagulan pada mangkuk–mangkuk penampungan lateks perlu dilakukan. Dengan cara ini, pencegahan prakoagulasi berjalan lebih efektif (Tim Penulis PS, 2013).

I. Koagulasi

Untuk memperoleh karet, partikel–partikel karet yang terdapat di dalam lateks dipisahkan dari cairannya dengan cara penggumpalan baik secara sengaja maupun alami. Pada prinsipnya, koagulasi terjadi akibat terganggunya faktor penunjang kestabilan sistem koloid lateks, misalnya penurunan pH. Koagulasi bertujuan untuk mempersatukan (merapatkan) butir–butir karet yang terdapat dalam cairan lateks, supaya menjadi satu gumpalan atau koagulum. Koagulasi dapat terjadi dengan penambahan asam (menurunkan pH), sehingga koloid karet mencapai titik isoelektrik

(keseimbangan muatan listrik pada permukaan partikel–partikel karet), sehingga partikel–partikel atau butir–butir karet tersebut dapat menggumpal menjadi satu. Peranan pH sangat menentukan mutu karet. Koagulasi pada pH yang sangat rendah mengakibatkan warna karet semakin gelap dan nilai modulus karet semakin rendah. Penggumpalan sengaja yang lazim dilakukan saat ini adalah dengan penambahan asam, seperti asam formiat dan asetat untuk menurunkan pH lateks. Sedangkan lateks dapat menggumpal secara alami akibat terbentuknya senyawa–senyawa asam hasil perombakan karbohidrat dan lipid yang terdapat di dalam lateks oleh mikroorganisme (Setyamidjaja, 1993).

Berikut ini contoh dari beberapa bahan penggumpal (koagulan) yang banyak dipakai di tempat–tempat pengolahan karet dan petani (Tim Penulis PS, 2013):

1. Asam Semut

Berupa cairan yang jernih dan tidak berwarna, mudah larut dalam air, berbau merangsang, dan masih bereaksi asam pada pengenceran.

2. Asam Cuka

Berupa cairan yang jernih dan tidak berwarna, berbau merangsang, dan mudah diencerkan dalam air.

J. Syarat Mutu Karet Indonesia

Mutu bahan olah karet rakyat sangat menentukan daya saing karet alam Indonesia di pasaran Internasional. Dengan mutu bahan olah karet yang

baik, akan terjamin kesinambungan permintaan pasar dalam jangka waktu panjang. Oleh karena itu untuk memperoleh bahan olah karet yang bermutu tinggi, beberapa persyaratan teknis harus diikuti yaitu tidak ditambahkan bahan–bahan olah non karet, dibekukan dengan asam semut pada dosis yang tepat, segera digiling dalam keadaan segar dan disimpan di tempat yang teduh dan tidak direndam (Suwardin, 2015).

Penilaian mutu secara spesifikasi teknis didasarkan pada hasil analisis dan beberapa syarat uji yang ditetapkan untuk *Standar Indonesia Rubber* (SIR) yaitu Kadar Karet Kering (KKK), *Plasticity Retention Index* (PRI), kadar abu, kadar kotoran, kadar zat menguap (Solichin, 1994 “dalam” Ali, 2009).

Karet remah tidak dapat dinilai secara visual, tetapi harus dinilai atas dasar spesifikasi teknis. Dengan demikian kekurangan–kekurangan dari penilaian visual dapat dihindarkan. Dengan spesifikasi teknis para konsumen karet dapat mengetahui secara objektif sifat–sifat tertentu dari karet. Karet remah disebut juga sebagai SIR yaitu karet alam produksi Indonesia yang dijual dalam bentuk bongkahan dan mutunya dinilai berdasarkan spesifikasi teknis (Solichin, 1994 “dalam” Ali, 2009).

Berikut ini tabel standar mutu karet remah produksi indonesia atau skema persyaratan mutu berdasarkan SNI 06-1903 tahun 2000:

Tabel 3. Standar Mutu Karet Remah Produksi Indonesia Atau Skema Persyaratan Mutu.

No	Jenis uji/ Karakteristik	Jenis Mutu	Persyaratan					
			SIR CV	SIR 3 L	SIR 3 WF	SIR 5	SIR 10	SIR 20
		Bahan Olan Satuan	Lateks		Koagulum Lateks			
1	Kadar Kotoran	%	Maks 0.03	Maks 0.03	Maks 0.03	Maks 0.03	Maks 0.03	Maks 0.03
2	Kadar Abu	%	Maks 0.50	Maks 0.50	Maks 0.50	Maks 0.50	Maks 0.75	Maks 1.00
3	Kadar Zat Menguap	%	Maks 0.80	Maks 0.80	Maks 0.80	Maks 0.80	Maks 0.80	Maks 0.80
4	PRI	-	Min 60	Min 75	Min 75	Min 70	Min 60	Min 50
5	P ₀	-	-	Min 30	Min 30	Min 30	Min 30	Min 30
6	Nitrogen	%	Maks 0.60	Maks 0.60	Maks 0.60	Maks 0.60	Maks 0.60	Maks 0.60
7	Kemampuan Viskositas	-	Maks 8	-	-	-	-	-
8	Viskositas Moony	-	*)	-	-	-	-	-
9	Warna Skala Lovibond	-	-	Maks 6	-	-	-	-
10	Pemasakan (cure)	-	**)	**)	**)	-	-	-
11	Warna Lambang	-	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau Bergaris Coklat	Coklat	Merah
12	Warna Plastik Pembungkus Bandela	-	Transp ar an	Transp ar an	Transp ar an	Transp ar an	Transp ar an	Transp ar an
13	Warna Pita Plastik	-	Jingga	Transp ar an	Putih susu/ Transp ar an	Putih susu/ Transp ar an	Putih susu/ Transp ar an	Putih susu/ Transp ar an
14	Tebal Platik Pembungkus bandela	Mm	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01
15	Titik Leleh Platik Pembungkus bandela	°C	Maks 108	Maks 108	Maks 108	Maks 108	Maks 108	Maks 108

Sumber: SNI 06-1903-2000

Keterangan :

*) Tanda Pengenal Tingkatan

CV - 50

CV - 60

CV - 70

Batasan Viskositas Mooney :

45 - 55

55 - 65

65 - 75

*) Informasi mengenai *cure* diberikan dalam bentuk *Rheograph* sebagai *Standard non mandatory*.

K. Kajian Keislaman Tentang Penanganan Limbah dalam Al-Quran

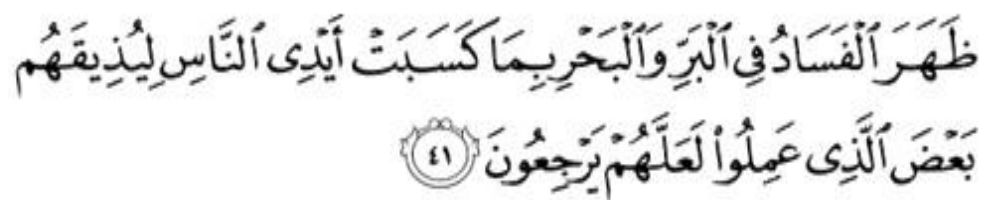
Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomi. Tingkat bahaya keracunan yang disebabkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah, baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Limbah yang mengandung bahan pencemar akan mengubah kualitas lingkungan, bila lingkungan tersebut tidak mampu memulihkan kondisinya sesuai dengan daya dukung yang ada padanya. Oleh karena itu sangat perlu diketahui sifat limbah dan komponen bahan pencemar yang terkandung di dalam limbah tersebut.

Menurut Harahap (1997) keutamaan yang sempurna dari kebanyakan makhluk lain adalah karunia akal yang dimiliki manusia. Dengan akal pikirannya, manusia mampu menaklukkan segala apa yang ada di alam untuk keperluan dirinya. Dengan adanya kenikmatan akal yang luar biasa tersebut menjadi sangat berbahaya jika pada akhirnya mereka tidak menjadi khalifah yang amanah.

Timbulnya kerusakan alam atau lingkungan hidup merupakan akibat perbuatan manusia. Karena manusia yang diberi tanggung jawab sebagai khalifah di bumi telah menyalahgunakan amanah. Manusia mempunyai daya inisiatif dan kreatif, sedangkan makhluk-makhluk lainnya tidak memilikinya. Kelebihan manusia yang disalahgunakan mengakibatkan kerusakan

lingkungan yang semakin bertambah parah. Kelalaian dan dominasi manusia terhadap alam dan pengolahan lingkungan yang tidak beraturan membuat segala unsur harmoni dan sesuatu yang tumbuh alami berubah menjadi kacau dan sering berakhir dengan bencana (Harahap, 1997).

Dalam firman Allah Q.S Ar-Rum ayat 41 menjelaskan bahwa sesungguhnya Allah telah menetapkan dan menggambarkan akibat dari kedurhakaan manusia terhadap syariat. Manusia hanya bisa menguras dan menggali isi bumi saja tanpa memperhatikan dampaknya. Maka terjadilah bencana dan kerusakan di atas muka bumi. Padahal semua itu, menurut Yang Maha Kuasa, adalah akibat dari tangan–tangan manusia itu sendiri:



Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan dilaut disebabkan perbuatan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”(QS.Ar-Rum: 41).

Dapat disimpulkan bahwa kerusakan yang terjadi saat ini merupakan akibat dari keserakahan manusia yang memilih cara pintas mengeksploitasi lingkungannya secara habis–habisan atau besar–besaran. Oleh karena itu, sejak awal Allah telah memperingatkan adanya akibat ulah manusia tersebut yaitu sebagai motivasi, Allah menjanjikan kebahagiaan akhirat bagi orang yang tidak berbuat kerusakan.

Seharusnya umat islam menjaga lingkungannya sesuai dengan firman Allah SWT:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ
رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepadanya rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (QS Al-Araf: 56).

Seharusnya kita sebagai umat Islam kembali kepada ajaran Al-Qur'an dalam hal mengolah lingkungan. Supaya kita dapat lebih bijak dan bertanggung jawab. Sehingga nantinya dengan sendirinya akan lahir prinsip pembangunan berkelanjutan atau pembangunan berwawasan lingkungan. Manusia ditunjuk sebagai khalifah di bumi ini hendaknya merawat dan melestarikan keseimbangan alam yang sudah menjadi tempat tinggal sejak pertama kali bumi ini ada. Apa yang telah ditegaskan Allah dalam firman-firmanNya adalah untuk mengingatkan manusia agar bersyukur. Karena walaupun manusia diciptakan melebihi makhluk lainnya, manusia tidak mampu memenuhi kebutuhannya sendiri tanpa bahan-bahan yang disediakan. Hal ini perlu disadari oleh manusia, sebab tanpa memiliki rasa dan sikap syukur kepada Allah, maka manusia cenderung akan merusak (Harahap, 1997).

Dalam konteks mensyukuri nikmat Allah atas segala sesuatu yang ada di alam ini untuk manusia, menjaga kelestarian alam bagi umat Islam merupakan upaya untuk menjaga limpahan nikmat Allah secara berkesinambungan. Sebaliknya, membuat kerusakan di muka bumi, akan mengakibatkan timbulnya bencana terhadap manusia (Harahap, 1997).

Maka dari itu kita sebagai manusia sudah seharusnya menjaga kelestarian lingkungan salah satunya dengan cara memanfaatkan limbah yang telah dihasilkan sehingga lebih bermanfaat dan tidak menimbulkan pencemaran.

L. Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian Ali (2009) yang berjudul koagulasi lateks dengan ekstrak jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). Hasil penelitian tersebut didapatkan lateks sebanyak 200 ml dicampur dengan ekstrak jeruk nipis dengan perlakuan variasi volume 0; 10; 20; 30; 40; 50 ml untuk mendapatkan volume optimum, variasi waktu kontak 15 menit, 1; 4; 8; 12 jam untuk mendapatkan waktu kontak optimum dan variasi temperatur 30; 60; 90°C untuk mendapatkan temperatur optimum. Karet basah yang maksimal diperoleh pada volume 30 ml, waktu kontak 720 menit atau 12 jam dan suhu 60°C. Untuk kadar karet kering yang tinggi yaitu pada volume 30 ml, waktu kontak 720 menit dan suhu 60°C. PRI (*Plasticity Retention Index*) yang tinggi pada volume 30 ml, waktu kontak 720 menit dan suhu 60°C. Kadar Abu yang rendah pada volume 30 ml, waktu kontak 720 menit dan suhu 60°C. Kadar Karet Kering yang maksimal, plastisitas yang tinggi dan kadar abu/kadar kotoran yang rendah mencerminkan bahwa karet hasil penggumpalan menggunakan ekstrak jeruk nipis tanpa kulit telah sesuai dengan SIR (*Standard Indonesian Rubber*).

Penelitian Purnomo (2004) yang berjudul pemanfaatan buah limpasu (*Baccaurea lanceolata*) sebagai pengental lateks alami. Hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa dari ekstrak limpasu memiliki densitas 0,947 g/ml,

kandungan asam asetat 2,79%, dan rendemen yang dihasilkan 48,77%. Pengaruh penggunaan koagulan terhadap karet yang dihasilkan meliputi waktu beku, kadar karet kering dan kadar abu. Penelitian ini menunjukkan waktu beku lateks yang dibutuhkan rata-rata 3 menit jika koagulan yang dipakai adalah ekstrak limpasu, kadar karet kering sebesar 30% dan kadar abu sebesar 0,86%.

Penelitian Hardiyanty (2013) yang berjudul pemanfaatan sari mengkudu sebagai bahan penggumpal lateks. Hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa volume koagulan optimum adalah 10 ml. Baik untuk sari mengkudu matang maupun sari mengkudu dengan pemeraman. Waktu kontak penggumpalan optimum untuk sari mengkudu matang adalah 36 jam sedangkan untuk sari mengkudu dengan pemeraman 24 jam. Dan temperatur sari mengkudu optimum adalah 30°C, baik untuk sari mengkudu matang maupun dengan pemeraman.

Penelitian Ali (2009) yang berjudul penggunaan ekstrak buah rambutan sebagai penggumpal lateks pasca panen (studi pengaruh volume, waktu dan pH pencampuran). Penelitian ini dilakukan dengan cara membekukan lateks dengan ekstrak rambutan berbiji dan tidak berbiji dengan perlakuan variasi volume ekstrak rambutan (5; 10 dan 20 ml) pada volume lateks 10 ml dan volume lateks (5; 10 dan 20 ml) pada volume ekstrak rambutan 10 ml, variasi waktu pencampuran (1; 4; 8; 12; 16; 20 dan 24 jam), dan variasi pH (3; 6 dan 9) untuk mendapatkan volume, waktu pencampuran dan pH optimum. Volume rambutan 20 ml pada volume lateks 10 ml dan volume rambutan 10 ml pada volume lateks 20 ml, waktu pencampuran 24

jam, dan pH 3 pada saat volume rambutan 20 ml pada volume lateks 10 ml dan pH 6 pada saat volume rambutan 10 ml pada volume lateks 20 ml diperoleh karet kering yang maksimal.

Penelitian Muis (2004) yang berjudul pemanfaatan limbah cair pabrik tahu sebagai penggumpal lateks. Hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa limbah cair pabrik tahu dapat dimanfaatkan sebagai penggumpal lateks dengan cara penambahan limbah cair tahu yang mempunyai pH 4 dan akhirnya akan membentuk koagulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lateks kebun yang digumpalkan dengan limbah cair tahu memenuhi ketentuan Standard Indonesian Rubber.

Dari penelitian yang dilakukan Ali (2009) terdapat kesamaan pada penggunaan beberapa variasi volume koagulan untuk membekukan lateks. Pada penelitian Purnomo (2004) terdapat kesamaan yaitu melihat waktu beku lateks yang dibutuhkan koagulan untuk menggumpalkan lateks. Pada penelitian Hardiyanty (2013) terdapat kesamaan yaitu untuk mengetahui volume koagulan yang dapat membekukan lateks secara optimal. Pada penelitian Ali (2009) terdapat kesamaan pada pengukuran pH lateks. Sedangkan pada penelitian Muis (2004) terdapat kesamaan pada pemanfaatan limbah sebagai penggumpal lateks.

Berdasarkan kelima penelitian tersebut maka peneliti mengambil penelitian dengan judul “Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks Di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah Kelas X SMA/MA”.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dimulai pada tanggal 27 Mei 2016 sampai 31 Juni 2016. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur, Kabupaten Ogan Komering Ilir. Sedangkan untuk uji kadar karet kering dan uji kadar abu pada karet di laksanakan di Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Dinas Balai Pengawasan dan Sertifikasi Mutu Barang (UPTD BPSMB) Palembang.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gunting, neraca analitik, mangkuk karet, timbangan, baskom, ember, pisau sadap, kalkulator, tissue, spidol, penjepit, cawan petri, *muffle furnace*, oven, desikator, double tip, kertas label, saringan, cawan porselin, penggaris, botol bekas, alat tulis, pH meter, pembakar listrik, penjepit krusible, stopwatch, kamera, laptop.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari limbah air rendaman kedelai, asam semut, lateks, karet.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif dimana data penelitian berupa angka–angka dan dianalisis menggunakan statistik (Sugiyono, 2012). Dalam penelitian ini, data diperoleh dari hasil pengukuran volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang dapat menghasilkan lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, serta kadar abu dengan baik. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yaitu suatu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh *treatment* (perlakuan) tertentu (Sugiyono, 2012).

D. Cara Kerja

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahapan yaitu:

1. Tahap pembuatan tempe hingga menghasilkan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). Tahap ini dimulai dengan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) direbus, setelah direbus kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) direndam selama 24 jam hingga lunak dan terasa berlendir, kemudian kedelai dicuci hingga bersih. Limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) diperoleh dari tempat produksi tempe yang ada di desa Bina Karsa.
2. Aplikasi limbah air rendaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sebagai penggumpal lateks. Beberapa variasi volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) digunakan untuk menggumpalkan 200 ml lateks pada setiap perlakuan sebanyak 6 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Variasi volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) *Merr*) untuk menggumpalkan 200 ml lateks

P N	1	2	3	4
P ₍₀₎	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol
P ₍₁₎	140 ml	140 ml	140 ml	140 ml
P ₍₂₎	160 ml	160 ml	160 ml	160 ml
P ₍₃₎	180 ml	180 ml	180 ml	180 ml
P ₍₄₎	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml
P ₍₅₎	220 ml	220 ml	220 ml	220 ml

3. Pengamatan. Aspek yang diamati pada penelitian ini adalah volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) *Merr*) yang dapat menghasilkan lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, serta kadar abu dengan baik. Pengamatan dilakukan pada waktu pagi hari saat proses penyadapan selesai antara pukul 08:00–09:00 WIB.
4. Pengujian kualitas karet. Untuk melihat kualitas atau mutu karet dilakukan beberapa uji berdasarkan SIR (*Standar Indonesian Rubber*) salah satunya yaitu uji kadar karet kering dan uji kadar abu. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Dinas Balai Pengawasan dan Sertifikasi Mutu Barang (UPTD BPSMB) Palembang.

E. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen melalui pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan (t). Menurut Hanafiah, (2012) patokan jumlah ulangan dianggap telah cukup baik bila memenuhi persamaan berikut:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Di mana:

t = jumlah perlakuan

r = jumlah ulangan

Berdasarkan persamaan diatas maka jumlah pengulangan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$(6 - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$5 (r - 1) \geq 15$$

$$5 r - 5 \geq 15$$

$$5 r \geq 15 + 5$$

$$5 r \geq 20$$

$$r \geq 20/5$$

$$r = 4$$

Peneliti melakukan kombinasi volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yaitu sebesar 140 ml, 160 ml, 180 ml, 200 ml, 220 ml. Untuk perlakuan kontrol peneliti menggunakan koagulan asam semut. Jadi, terdapat 24 kombinasi perlakuan. Kombinasi perlakuan pengaruh penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap penggumpalan lateks adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Kombinasi Petak Percobaan (24 perlakuan)

P N	1	2	3	4
P ₍₀₎	P ₍₀₎₁	P ₍₀₎₂	P ₍₀₎₃	P ₍₀₎₄
P ₍₁₎	P ₍₁₎₁	P ₍₁₎₂	P ₍₁₎₃	P ₍₁₎₄
P ₍₂₎	P ₍₂₎₁	P ₍₂₎₂	P ₍₂₎₃	P ₍₂₎₄
P ₍₃₎	P ₍₃₎₁	P ₍₃₎₂	P ₍₃₎₃	P ₍₃₎₄
P ₍₄₎	P ₍₄₎₁	P ₍₄₎₂	P ₍₄₎₃	P ₍₄₎₄
P ₍₅₎	P ₍₅₎₁	P ₍₅₎₂	P ₍₅₎₃	P ₍₅₎₄

Keterangan: n = 1, 2, 3, 4
P_{(0)n} = Kontrol volume 180 ml ulangan ke n
P_{(1)n} = Volume 140 ml ulangan ke n
P_{(2)n} = Volume 160 ml ulangan ke n
P_{(3)n} = Volume 180 ml ulangan ke n
P_{(4)n} = Volume 200 ml ulangan ke n
P_{(5)n} = Volume 220 ml ulangan ke n

Untuk menentukan nomor petak perlakuan dilakukan dengan cara pengacakan dimana terdapat beberapa pola, yaitu menggunakan label bilangan teracak, menggunakan kartu atau dengan cara mengundi (Gomez, 1995). Dalam penelitian ini, pola pengacakan dilakukan dengan cara mengundi.

Data hasil pengamatan disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Tabulasi Data Hasil Pengamatan

No	Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
		1	2	3	4		
1	P ₍₀₎	Y ₍₀₎₁	Y ₍₀₎₂	Y ₍₀₎₃	Y ₍₀₎₄	TA ₀	
2	P ₍₁₎	Y ₍₁₎₁	Y ₍₁₎₂	Y ₍₁₎₃	Y ₍₁₎₄	TA ₁	
3	P ₍₂₎	Y ₍₂₎₁	Y ₍₂₎₂	Y ₍₂₎₃	Y ₍₂₎₄	TA ₂	
4	P ₍₃₎	Y ₍₃₎₁	Y ₍₃₎₂	Y ₍₃₎₃	Y ₍₃₎₄	TA ₃	
5	P ₍₄₎	Y ₍₄₎₁	Y ₍₄₎₂	Y ₍₄₎₃	Y ₍₄₎₄	TA ₄	
6	P ₍₅₎	Y ₍₅₎₁	Y ₍₅₎₂	Y ₍₅₎₃	Y ₍₅₎₄	TA ₅	
Jumlah		Ti ₁	Ti ₂	Ti ₃	Ti ₄	Tij	

Sumber: Hanafiah (2012)

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam (Ansira) melalui rumus sebagai berikut (Hanafiah, 2012):

1. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{T_{ij}^2}{r \times t}$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JK_{Total} = T(Y_{ij}^2) - FK$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JK_{Perlakuan} = \frac{TA^2}{r} - FK$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JK_{Galat} = JK_{Total} - JK_{Hormon}$$

Hasil dari perhitungan tersebut disajikan ke dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 7. Analisis Ansira RAL

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel
					5% 1%
Perlakuan	t-1= V ₁	JKP	JKP/ V ₁	KTP/KTG	F (V ₁ , V ₂)
Galat	(rt-1)-(t-1)= V ₂	JKG	JKG/ V ₂		
Total	rt-1	JKT			

KK =%

(Sumber: Hanafiah, 2012)

5. Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{\text{rerata seluruh data percobaan}} \times 100\%$$

$$\bar{y} \text{ (rerata seluruh data percobaan)} = \frac{\sum T_{ij}}{r \times t}$$

Keterangan:

SK	: Sumber Keragaman	Y	: Hasil Percobaan
DB	: Derajat Bebas	t	: Perlakuan
JKP	: Jumlah Kuadrat Perlakuan	r	: Ulangan
JKG	: Jumlah Kuadrat Galat	i	: Ulangan ke i (1,2,3,...r)
JKT	: Jumlah Kuadrat Total	j	: Perlakuan ke j (0,1,2,...t)
KTK	: Kuadrat Tengah Perlakuan	V ₁	: t – 1
KTG	: Kuadrat Tengah Galat	V ₂	: (rt – 1) – (t – 1)
TA	: Jumlah Perlakuan		

Untuk menentukan pengaruh limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap pembekuan lateks diantara perlakuan dilakukan dengan Uji F, yaitu dengan membandingkan F hitung dengan F tabel dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bila F hitung > F 5% maka H₁ diterima pada taraf uji 5% artinya berbeda nyata. Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan satu bintang (*) pada nilai F hitung dalam sidik ragam.
2. Bila F hitung > F 1% maka H₁ diterima pada taraf uji 1% artinya berbeda sangat nyata. Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan dua bintang (**) pada nilai F hitung dalam sidik ragam.

3. Bila $F_{hitung} \leq F_{5\%}$ maka H_0 diterima pada taraf uji 5% artinya tidak berbeda nyata. Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan tanda (^m) pada nilai F_{hitung} dalam sidik ragam.

Jika H_0 ditolak dan H_1 diterima, untuk membedakan pengaruh dari masing-masing perlakuan dan menentukan perlakuan yang mana yang menunjukkan perbedaan nyata maka selanjutnya dilakukan Uji lanjutan dengan rumus sebagai berikut (Hanafiah, 2012):

1. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

Setelah H_0 ditolak, maka selanjutnya ingin diketahui antar perlakuan (rata-rata) mana yang berbeda nyata, maka untuk mengetahui hal tersebut dalam hal ini dilakukan uji nilai tengah (rata-rata) antar perlakuan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan rumus:

- a. Menghitung standar error

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

- b. Rumus BNJ

$$\omega = Q_{\alpha(p, v)} \cdot S\bar{y}$$

Tabel 8. Analisis Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

Perlakuan	Rataan	Beda dengan					BNJ
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	0,05
P ₅							
P ₄							
P ₃							
P ₂							
P ₁							
P ₀							
Q _{0,05 (p, v)}							
$\omega = Q_{0,05 (p, v)} \cdot S\bar{y}$							
Keterangan *		= berbeda nyata					
**		= berbeda sangat nyata					

1. Jika berbeda rata-rata antar perlakuan $<$ nilai BNJ 0,05 atau 0,01 maka H_0 diterima pada taraf uji 5% atau 1% artinya pengaruh kedua perlakuan yang dibandingkan tidak berbeda nyata.
2. Jika perbedaan rata-rata antar perlakuan $\geq$ nilai BNJ 0,05 atau 0,01 maka H_0 ditolak pada taraf 5% atau 1% berarti pengaruh kedua perlakuan yang dibandingkan berbeda nyata.

Setelah H_0 ditolak, maka selanjutnya ingin diketahui antar perlakuan (rata-rata) mana yang berbeda nyata, maka untuk mengetahui hal tersebut dalam hal ini dilakukan uji nilai tengah (rata-rata) antar perlakuan dengan menggunakan Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) dengan rumus:

- $$S\bar{y} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

- $$\omega = P_{\alpha(p, v)} \cdot S\bar{y}$$

Perlakuan	Rataan	Beda dengan					BJND
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	
P ₅							0,05
P ₄							
P ₃							
P ₂							
P ₁							
P ₀							
P _{0,05 (p, v)}							
BJND = p _{0,05 (p, v)} . S $\bar{y}$							

Keterangan * = berbeda nyata
** = berbeda sangat nyata

Kesimpulan dari Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND):

1. Jika berbeda rata-rata antar perlakuan $<$ nilai BJND 0,05 atau 0,01 maka H_0 diterima pada taraf uji 5% atau 1% artinya pengaruh kedua perlakuan yang dibandingkan tidak berbeda nyata.
2. Jika perbedaan rata-rata antar perlakuan $\geq$ nilai BJND 0,05 atau 0,01 maka H_0 ditolak pada taraf 5% atau 1% berarti pengaruh kedua perlakuan yang dibandingkan berbeda nyata.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

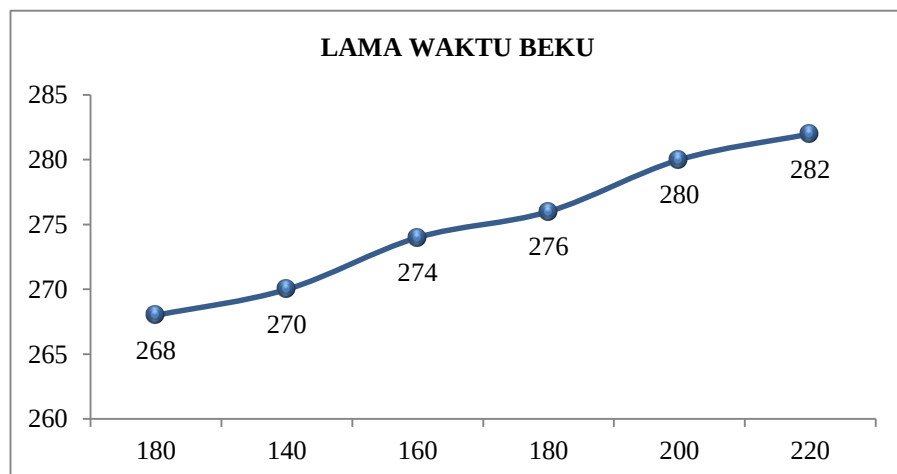
A. Hasil Penelitian

1. Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks diperoleh hasil bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh terhadap penggumpalan lateks, dengan diperoleh hasil penelitian berupa lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, dan kadar abu yang dapat dilihat pada grafik dan tabel berikut ini:

a) Lama Waktu Beku Lateks

Data hasil penelitian waktu beku lateks dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 1. Lama Waktu Beku Lateks

Berdasarkan data hasil lama waktu beku lateks yang telah diperoleh (Grafik 1), kemudian dilakukan analisis sidik ragam dengan pola RAL dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Adapun hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 10 (penghitungan analisis sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 2).

Tabel 10. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Lama Waktu Beku Lateks

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	600	120	14,03*	2,77
Galat	18	154	8,55		
Total	23	754			

KK= 1,06%

Keterangan :

* = berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis seperti tertera pada tabel 10, limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memberikan pengaruh yang nyata terhadap lama waktu beku lateks, selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% seperti pada tabel berikut:

Tabel 11. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Waktu Beku Lateks

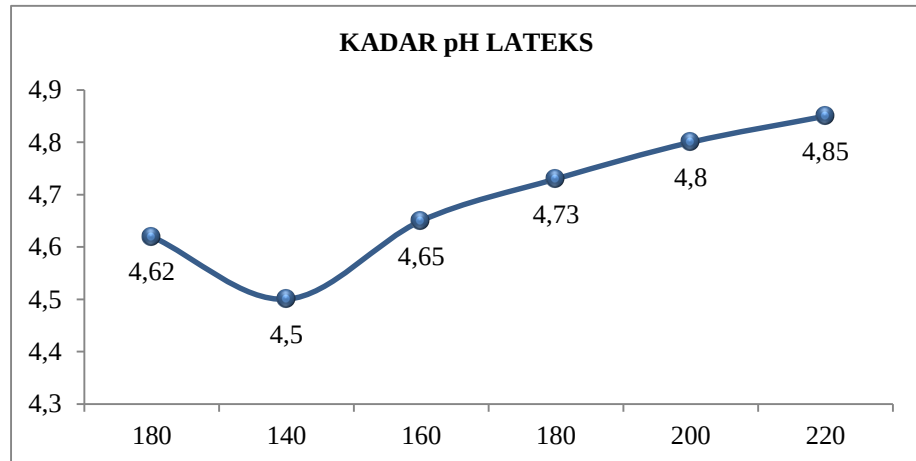
Perlakuan	Rataan	Beda dengan					BNJ
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	
P ₅	282	14*	12*	8*	6	2	d
P ₄	280	12*	10*	6	4	—	cd
P ₃	276	8*	6	2	—	—	bcd
P ₂	274	6	4	—	—	—	abc
P ₁	270	2	—	—	—	—	ab
P ₀	268	—	—	—	—	—	a
Q _{0,05 (p, 18)}		4,49					
$\omega = Q_{0,05 (p, 18)} \cdot S\bar{y}$		6,55					

Keterangan :

* = berbeda nyata

b) Kadar pH Lateks

Data hasil penelitian kadar pH lateks dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 2. Kadar pH Lateks

Berdasarkan data hasil kadar pH lateks yang telah diperoleh (Grafik 2), kemudian dilakukan analisis sidik ragam dengan pola RAL dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Adapun hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 12 (penghitungan analisis sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 3).

Tabel 12. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap kadar pH Lateks

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	0,3	0,06	5*	2,77
Galat	18	0,22	0,012		
Total	23	0,52			

KK = 2,34 %

Keterangan :

* = berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis seperti tertera pada tabel 12, limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar pH lateks setelah digumpalkan, selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh

dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% seperti pada tabel berikut:

Tabel 13. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Kadar pH Lateks

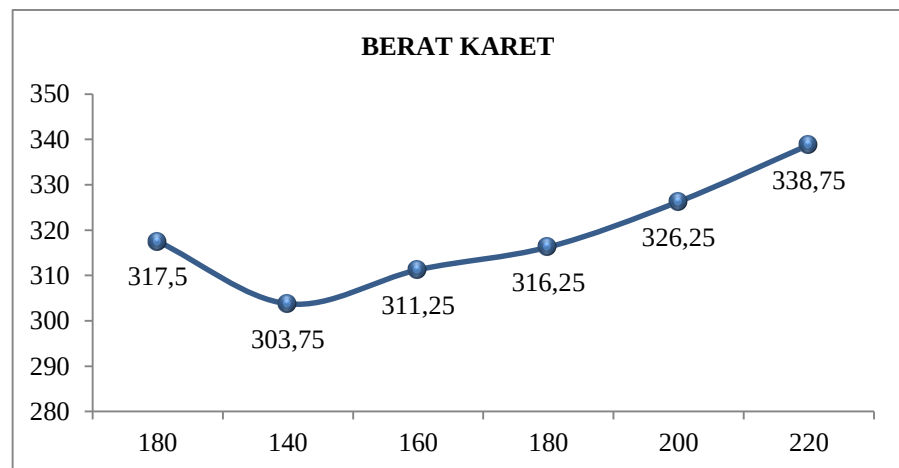
Perlakuan	Rataan	Beda dengan					BNJ
		P ₁	P ₂	P ₀	P ₃	P ₄	
P ₁	4,5	—					a
P ₂	4,62	0,12	—				ab
P ₀	4,65	0,15	0,03	—			ab
P ₃	4,73	0,23*	0,11	0,08	—		b
P ₄	4,8	0,30*	0,18	0,15	0,07	—	b
P ₅	4,85	0,35*	0,23*	0,2	0,12	0,05	b
Q _{0,05 (p, 18)}		4,49					
$\omega = Q_{0,05 (p, 18)} \cdot S\bar{y}$		0,22					

Keterangan :

* = berbeda nyata

c) Berat Karet

Data hasil penelitian berat karet dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 3. Berat Karet

Berdasarkan data hasil berat karet yang telah diperoleh (Grafik 3), kemudian dilakukan analisis sidik ragam dengan pola RAL dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Adapun hasil

analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 14 (penghitungan analisis sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 4).

Tabel 14. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Berat Karet

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	2980,21	596,04	29,12*	2,77
Galat	18	368,75	20,47		
Total	23	3348,96			

KK = 1,4 %

Keterangan :

* = berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis seperti tertera pada tabel 14, limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat karet yang dihasilkan, selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% seperti pada tabel berikut:

Tabel 15. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Berat Karet

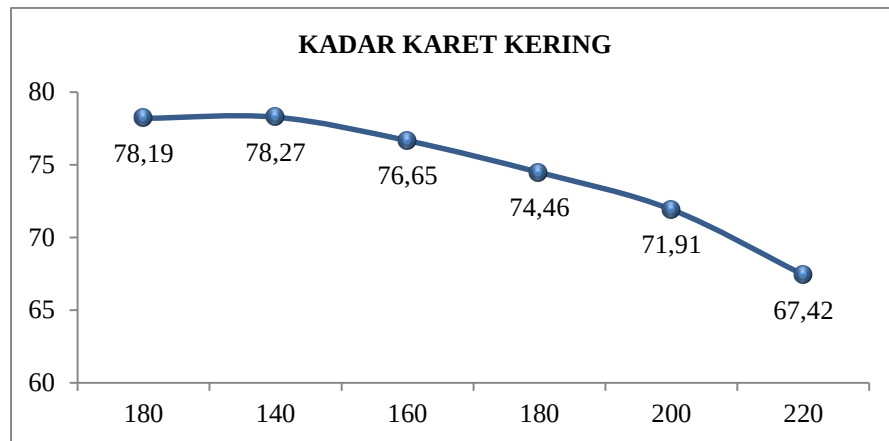
Perlakuan	Rataan	Beda dengan					BNJ
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₄	
P ₁	303,75	—					a
P ₂	311,25	7,5	—				ab
P ₃	316,25	12,5*	5	—			bc
P ₀	317,50	13,75*	6,25	1,25	—		bc
P ₄	326,25	22,5*	15*	10	8,75	—	c
P ₅	338,75	35*	27,5*	22,5*	21,25*	12,5*	d
Q _{0,05 (p, 18)}		4,49					
$\omega = Q_{0,05 (p, 18)} \cdot S\bar{y}$		10,15					

Keterangan :

* = berbeda nyata

d) Kadar Karet Kering

Data hasil penelitian kadar karet kering dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 4. Kadar Karet Kering

Berdasarkan data hasil kadar karet kering yang telah diperoleh (Grafik 4), kemudian dilakukan analisis sidik ragam dengan pola RAL dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Adapun hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 16 (penghitungan analisis sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 5).

Tabel 16. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) terhadap Kadar Karet Kering

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	356,57	71,31	16,09*	2,77
Galat	18	79,81	4,43		
Total	23	436,38			

KK = 2,82 %

Keterangan :

* = berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis seperti tertera pada tabel 16, limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar karet kering, selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% seperti pada tabel berikut:

Tabel 17. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Kadar Karet Kering

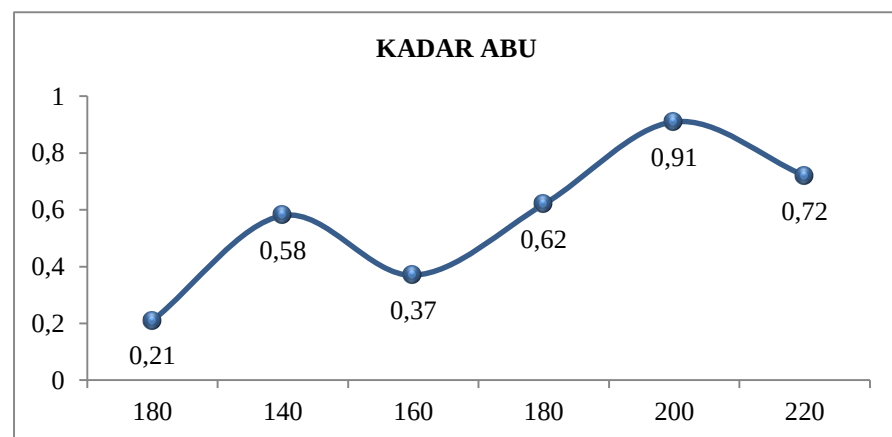
Perlakuan	Rataan	Beda dengan					BNJ
		P ₅	P ₄	P ₃	P ₂	P ₀	
P ₅	67,43	—					a
P ₄	71,91	4,48	—				ab
P ₃	74,46	7,03*	2,55	—			bc
P ₂	76,65	9,22*	4,74*	2,19	—		c
P ₀	78,19	10,76*	6,28*	3,73	1,54	—	c
P ₁	78,27	10,84*	6,36*	3,81	1,62	0,08	c
Q _{0,05 (p, 18)}		4,49					
$\omega = Q_{0,05 (p, 18)} \cdot S\bar{y}$		4,71					

Keterangan :

* = berbeda nyata

e) Kadar Abu

Data hasil penelitian kadar abu yang diperoleh dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Grafik 5. Kadar Abu

Berdasarkan data hasil kadar abu yang telah diperoleh (Grafik 5), kemudian dilakukan analisis sidik ragam dengan pola RAL dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Adapun hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 18 (penghitungan analisis sidik ragam dapat dilihat pada lampiran 6).

Tabel 18. Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Kadar Abu

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	1,24	0,25	10,42*	2,77
Galat	18	0,44	0,024		
Total	23	1,68			

KK = 26,31 %

Keterangan :

* = berbeda nyata

Berdasarkan hasil analisis seperti tertera pada tabel 18, limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu, selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) taraf 5% seperti pada tabel berikut:

Tabel 19. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Kadar Abu

Perlakuan	Rataan	Beda riil pada jarak P =					BJND
		2	3	4	5	6	
P ₄	0,91	0,19	0,29*	0,33*	0,64*	0,84*	d
P ₅	0,72	0,1	0,14	0,35*	0,55*	—	cd
P ₃	0,62	0,04	0,25	0,41*	—	—	bc
P ₁	0,58	0,21	0,37*	—	—	—	bc
P ₂	0,37	0,16	—	—	—	—	ab
P ₀	0,21	—	—	—	—	—	a
P _{0,05 (p, 18)}		2,97	3,12	3,21	3,27	3,32	
BJND = $p_{0,05(p,18)} \cdot S_{\bar{y}}$		0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	

Keterangan :

* = berbeda nyata

2. Hasil Validasi RPP dan LKPD

Validasi RPP dan LKPD penulis lakukan di SMA Muhammadiyah 1 Palembang oleh 2 validator yang merupakan guru bidang studi Biologi untuk kelas X. Hasil validasi RPP dan LKPD dapat dilihat pada Tabel 20 dan 21 berikut ini:

Tabel 20. Hasil Validasi RPP

No	Aspek	Indikator	Penilaian Validator		Rata-Rata	Hasil
			1	2		
1.	Isi (Content)	1. Kebenaran isi/materi	3	3	3	Valid
		2. Pengelompokkan dalam bagian-bagian yang logis	3	4	3,5	Valid
		3. Kesesuaian dengan K13	3	4	3,5	Valid
		4. Kesesuaian dengan prinsip metode pembelajaran pengamatan	3	3	3	Valid
		5. Kelayakan sebagai kelengkapan pembelajaran	3	3	3	Valid
		6. Kesesuaian alokasi waktu	3	3	3	Valid
2.	Struktur dan Navigasi (Construct)	1. Kejelasan pembagian materi	3	4	3,5	Valid
		2. Pengaturan ruang/tata letak	4	3	3,5	Valid
		3. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai	3	3	3	Valid
3.	Bahasa	1. Kebenaran tata bahasa	3	4	3,5	Valid
		2. Menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti	3	4	3,5	Valid
		3. Kejelasan struktur kalimat	3	4	3,5	Valid
		4. Sifat komunikatif bahasa yang digunakan	4	4	4	Sangat valid
Rata-rata					3,35	Valid

Berdasarkan data diatas hasil validasi RPP oleh 2 validator dinyatakan valid, karena skor yang dihasilkan >3. Hal ini diketahui dari pernyataan bahwa skor validasi 1 dinyatakan sangat tidak valid, 2 tidak valid, 3 valid, dan 4 sangat valid.

Tabel 21. Hasil Validasi LKPD

No	Aspek Yang Diminta	Penilaian Validator		Rata-Rata	Hasil
		1	2		
	Format				
1	LKPD memuat: judul, tujuan pembelajaran yang akan dicapai, materi pembelajaran, pertanyaan diskusi dan tempat kosong untuk menulis jawaban.	3	4	3,5	Valid
2	Keserasian tulisan dan tabel pada LKPD	4	4	4	Sangat valid
	Isi				
3	Kebenaran materi	3	3	3	Valid
4	Kesesuaian antara permasalahan yang disajikan dengan sub materi karakteristik limbah air rendaman kedelai dan pemanfaatannya	3	4	3,5	Valid

No	Aspek Yang Diminta	Penilaian Validator		Rata-Rata	Hasil
		1	2		
	Format				
5	Peran LKPD untuk mendorong siswa mencari sendiri jawaban lain dari materi yang dipelajari	4	4	4	Sangat valid
	Bahasa				
6	Kemudahan siswa dalam memahami bahasa yang digunakan	3	3	3	Valid
7	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar	3	4	3,5	Valid
8	Tugas-tugas dalam LKPD tidak menimbulkan makna ganda/ambigu	3	3	3	Valid
Rata-Rata				3,44	Valid

Berdasarkan data diatas hasil validasi LKPD oleh 2 validator dinyatakan valid, karena skor yang dihasilkan >3. Hal ini diketahui dari pernyataan bahwa skor validasi 1 dinyatakan sangat tidak valid, 2 tidak valid, 3 valid, dan 4 sangat valid.

B. Pembahasan

1. Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks

a) Deskripsi Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap prosedur kerja yang terdiri dari proses pembuatan tempe hingga menghasilkan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). Proses pembuatan tempe dilakukan oleh produsen tempe di desa Bina Karsa kecamatan Mesuji Makmur. Kemudian, prosedur selanjutnya yaitu mempersiapkan alat dan bahan. Bahan terdiri dari limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr), koagulan asam semut, dan lateks. Lateks diperoleh melalui proses penyadapan di desa Bina Karsa kecamatan Mesuji Makmur. Setelah semua bahan siap kemudian dilakukan pengukuran pH awal pada masing-masing bahan, setelah itu lateks disaring dan ditimbang sebanyak 200 ml dan kemudian lateks dituang kedalam mangkuk sadap masing-masing 200 ml sebanyak 24 mangkuk sadap. Dalam penelitian ini terdapat 6 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali sehingga dibutuhkan 24 mangkuk sadap. Selanjutnya dilakukan proses penggumpalan lateks menggunakan koagulan asam semut sebagai standar koagulan yang umum dipakai dan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sebagai koagulan alternatif dengan variasi volume yang berbeda-beda, setelah lateks menggumpal dilakukan proses pengukuran lama waktu beku, pH lateks, berat karet, setelah itu karet dikeringkan selama satu minggu lalu dilakukan uji kualitas karet

yang terdiri dari pengukuran kadar karet kering dan kadar abu pada karet di laboratorium UPTD BPSMB pada tanggal 6 Juni 2016 (Lampiran 8).

b) Penggumpalan Lateks

Lateks merupakan suatu cairan berwarna putih sampai kekuning–kuningan yang diperoleh dengan cara penyadapan (membuka pembuluh latek) pada kulit tanaman karet (*Havea brasiliensis* L) (Setyamidjaja, 1993).

Berdasarkan penelitian ini limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memiliki pengaruh terhadap penggumpalan lateks. Lateks yang telah mengalami koagulasi dapat dikatakan menggumpal dengan baik apabila tidak terlihat adanya kotoran atau benda–benda lain seperti daun, kayu atau pasir, lateks tidak dicampur dengan bahan lain seperti kulit bekas sadap, daun–daunan, dan tanah, lateks gumpalan berwarna putih segar berbentuk padat dan kenyal. Hal ini sesuai dengan pendapat Khoironi (2016) bahwa ciri–ciri lateks yang membeku dengan baik adalah sebagai berikut:

- 1) Digumpalkan dengan koagulan yang telah ditentukan.
- 2) Tidak terlihat adanya kotoran atau benda–benda lain seperti daun, kayu atau pasir.
- 3) Lateks tidak dicampur dengan bahan–bahan lain seperti kulit bekas sadap, daun–daunan, tanah, dan pasir.
- 4) Lateks digumpalkan menggunakan air bersih.
- 5) Lateks gumpalan berwarna putih segar dan berbau lateks.

- 6) Lateks gumpalan berbentuk padat dan kenyal tidak terlalu keras, dan tidak terlalu lembek serta tidak terbentuk 2 lapisan pada gumpalan lateks yaitu dimana lapisan atas tidak berbentuk padatan lateks melainkan lateks yang berbentuk bubur bubur, sedangkan lapisan bawah berbentuk gumpalan lateks.
- 7) Lateks berbentuk lump yang telah mengalami koagulasi memiliki kadar karet kering minimal 60%.

c) Karakteristik Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr)

Pada penelitian ini, salah satu karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang dapat digunakan sebagai koagulan lateks adalah kadar pH yang dimiliki air limbah tersebut yang memiliki sifat asam dengan pH 4,24. Untuk memperoleh karet, partikel-partikel karet yang terdapat didalam lateks dipisahkan dari cairannya dengan cara penggumpalan baik secara sengaja maupun alami. Terjadinya proses koagulasi karena adanya penurunan pH dengan menambahkan bahan yang bersifat asam. Lateks segar yang diperoleh dari hasil sadapan mempunyai pH 6,58 pH tersebut harus diturunkan sehingga partikel-partikel karet tersebut dapat menggumpal menjadi satu. Peranan pH sangat menentukan mutu karet. Penggumpalan pada pH yang sangat rendah mengakibatkan warna karet semakin gelap.

Menurut penelitian Hardiyanty (2013) penurunan pH terjadi karena terbentuknya asam hasil penguraian oleh bakteri. Apabila lateks

ditambahkan dengan asam akan terjadi penurunan pH sampai pada titik isoelektrik sehingga partikel karet menjadi tidak bermuatan. Protein pada lateks yang kehilangan muatan akan mengalami denaturasi sehingga selubung protein yang berfungsi melindungi partikel karet akan terjadi tumbukan yang menyebabkan terjadinya koagulasi. Koagulasi akan terjadi di daerah dimana potensial tidak mantap (stabil) yang dinamakan daerah potensial stabilitas kritis yaitu dengan pH sekitar 3,7–5,5. Sedangkan menurut Penelitian Nurhayati dkk., (2011) air limbah rendaman kedelai banyak mengandung bahan–bahan terlarut seperti gula dan protein. Air limbah rendaman kedelai mengandung bakteri penghasil asam laktat seperti *Lactobacillus* sp organik dan bakteri lain seperti bakteri pembusuk yang secara alami terdapat dalam air rendaman kedelai. Air limbah rendaman kedelai bersifat asam (pH 3,5–5,2), karena pada tahap perendaman terjadi pengasaman.

d) Lama Waktu Beku Lateks

Lateks mengalami koagulasi dengan lama waktu beku yang berbeda-beda. limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memberikan pengaruh lama penggumpalan rata–rata selama 276,4 detik (4 menit 61 detik), ini menunjukkan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) mampu menggumpalkan lateks dengan baik sama seperti koagulasi menggunakan asam semut yang memiliki waktu beku 268 detik (4 menit 46 detik).

Pada grafik 1, P_0 yang digumpalkan menggunakan koagulan asam semut diperoleh rata-rata waktu beku lateks yaitu 268 detik. Sedangkan lateks yang digumpalkan dengan menggunakan koagulan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr), pada perlakuan P_1 diperoleh rata-rata waktu beku lateks yaitu 270 detik. Pada perlakuan P_2 diperoleh rata-rata waktu beku lateks yaitu 274 detik. Pada perlakuan P_3 diperoleh rata-rata waktu beku lateks yaitu 276 detik. Pada perlakuan P_4 diperoleh rata-rata waktu beku lateks yaitu 280 detik. Sedangkan pada perlakuan P_5 diperoleh rata-rata waktu beku lateks yaitu 282 detik.

Dari hasil penelitian tersebut diperoleh waktu beku yang baik untuk menggumpalkan lateks yaitu pada perlakuan P_3 dengan volume 180 ml pada waktu 276 detik, karena pada perlakuan P_3 lateks dapat membeku sempurna ditandai dengan lateks gumpalan berbentuk padat dan kenyal. Hal ini sesuai dengan pendapat Khoironi (2016) bahwa lateks yang menggumpal dengan baik adalah karet memiliki tekstur kenyal dan tidak terbentuk 2 lapisan pada gumpalan lateks yaitu dimana lapisan atas tidak berbentuk padatan lateks melainkan lateks yang berbentuk bubur bubur, sedangkan lapisan bawah berbentuk gumpalan lateks. Menurut penelitian Purnomo (2004) kecepatan waktu beku bermanfaat untuk mempermudah pengolahan karet menjadi gumpalan.

Berdasarkan data pada tabel 10 setelah dihitung secara analisis sidik ragam (Ansira) diperoleh hasil analisis sidik ragam bahwa nilai F hitung adalah 14,03 sedangkan nilai F tabel 5% adalah 2,77. Hal tersebut

menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari F tabel sehingga H_1 diterima dan H_0 ditolak. Keadaan tersebut berarti bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh nyata terhadap lama waktu beku lateks. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (2012) yang menyatakan bahwa jika F hitung lebih besar dari F tabel maka ada perbedaan yang nyata pada perlakuan.

Berdasarkan data tabel 11 pada uji BNJ diketahui bahwa perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pengaruhnya. Untuk melihat perlakuan terbaik berdasarkan nilai rata-rata lama waktu beku lateks dapat disimpulkan jika pada perlakuan P_3 diperoleh rata-rata lama waktu beku yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sebab lateks yang menggumpal dengan baik adalah lateks yang mengalami koagulasi dengan tekstur kenyal dan tidak terbentuk 2 lapisan pada gumpalan lateks. Berdasarkan uji BNJ perlakuan P_3 dengan rata-rata waktu beku 276 detik berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

e) Kadar pH Lateks

Koagulasi bertujuan untuk mempersatukan butir-butir karet yang terdapat dalam cairan lateks, agar menjadi suatu koagulum. Salah satu faktor terjadinya koagulasi adalah akibat penurunan pH dengan cara penambahan asam.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, pada grafik 2 lateks yang telah digumpalkan menggunakan koagulan asam semut pada

perlakuan P₀ memiliki pH yaitu 4,62. Sedangkan lateks yang digumpalkan menggunakan koagulan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) pada perlakuan P₁ memiliki pH 4,5. Pada perlakuan P₂ diperoleh pH yaitu 4,65. Pada perlakuan P₃ diperoleh pH yaitu 4,73. Pada perlakuan P₄ memiliki pH 4,8. Sedangkan pada perlakuan P₅ diperoleh pH 4,85.

Dari hasil penelitian tersebut diperoleh kadar pH lateks yang baik setelah digumpalkan dengan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yaitu pada perlakuan P₃ dengan volume 180 ml pada pH 4,73. Hal ini menunjukkan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) mampu menurunkan pH lateks segar yang memiliki pH 6,58 hingga mencapai pH 4,73 sehingga terjadilah koagulasi lateks. Hal ini sesuai dengan pendapat Lukman (1985) “dalam” Purnomo, dkk., (2014) bahwa terjadinya proses koagulasi adalah karena terjadinya penurunan pH. Lateks segar yang diperoleh dari hasil sadapan mempunyai pH 6,8 supaya terjadi pengumpalan, pH yang mendekati netral tersebut harus diturunkan sampai 4,7. Pada kemasaman ini tercapai titik isoelektris atau keseimbangan muatan listrik pada permukaan partikel-partikel karet, sehingga partikel-partikel karet tersebut dapat menggumpal menjadi satu. Penurunan pH ini terjadi dengan menambahkan bahan koagulan yang telah diencerkan. pH berpengaruh terhadap kecepatan pembekuan dan mutu karet yang dihasilkan. Dimana pengumpalan pada pH rendah akan mengakibatkan warna karet semakin gelap.

Sedangkan menurut Ali, *dkk.*, (2009) penurunan pH terjadi apabila lateks ditambahkan dengan asam hingga terjadi penurunan pH sampai pada titik isoelektrik sehingga partikel karet menjadi tidak bermuatan. Protein pada lateks yang kehilangan muatan akan mengalami denaturasi sehingga selubung protein yang berfungsi melindungi partikel karet akan terjadi tumbukan yang menyebabkan terjadinya koagulasi. Koagulasi akan terjadi di daerah dimana potensial tidak mantap (stabil) yang dinamakan daerah potensial stabilitas kritis yaitu dengan pH sekitar 3,7 sampai 5,5.

Berdasarkan data pada tabel 12 setelah dihitung secara analisis sidik ragam (Ansira) diperoleh hasil analisis sidik ragam bahwa nilai F hitung adalah 5 sedangkan nilai F tabel 5% adalah 2,77. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari F tabel sehingga H_1 diterima dan H_0 ditolak. Maka limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar pH lateks. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (2012) yang menyatakan bahwa jika F hitung lebih besar dari F tabel maka ada perbedaan yang nyata pada perlakuan.

Berdasarkan data tabel 13 pada uji BNJ diketahui bahwa perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pengaruhnya. Untuk melihat perlakuan terbaik berdasarkan nilai rata-rata kadar pH lateks dapat disimpulkan jika pada perlakuan P_3 diperoleh kadar pH lateks yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Karena perlakuan P_3 memiliki nilai rata-rata kadar pH lateks yang mencapai titik

isoelektris dimaa pada titik tersebut terjadi keseimbangan muatan listrik pada permukaan partikel–pertikel karet, sehingga partikel–pertikel karet tersebut dapat menggumpal menjadi satu. Berdasarkan uji BNJ perlakuan P_3 dengan rata–rata kadar pH 4,73 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

f) Berat Karet

Berat karet adalah berat yang dihasilkan setelah lateks dibekukan menggunakan koagulan. Berat karet yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki berat yang beragam. Semakin banyak penambahan koagulan maka berat karet semakin tinggi.

Pada grafik 3 diperoleh hasil pada perlakuan P_0 yang digumpalkan menggunakan asam semut diperoleh rata–rata berat karet yaitu 317,50 gr. Sedangkan perlakuan yang digumpalkan menggunakan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) pada perlakuan P_1 memiliki berat dengan rata–rata 303,75 gr. Pada perlakuan P_2 diperoleh rata–rata beratnya yaitu 311,25 gr. Pada perlakuan P_3 diperoleh berat rata–ratanya yaitu 316,25 gr. Pada perlakuan P_4 diperoleh berat dengan rata–rata yaitu 326,25 gr. Sedangkan pada perlakuan P_5 diperoleh rata–rata berat karet yaitu 338,75 gr.

Berdasarkan hasil penelitian terdapat peningkatan berat karet dengan bertambah banyaknya volume koagulan yang ditambahkan tetapi hal ini membuat tekstur karet menjadi lembek sebab kandungan air didalam karet yang tinggi. Dari hasil penelitian diperoleh lateks

dengan hasil penggumpalan yang baik yaitu perlakuan P₃ pada volume 180 ml dengan berat 316,25 gr yang memiliki tekstur kenyal, tidak keras, dan tidak lembek. Menurut Tim Penulis PS (2013) hasil pembekuan yang baik yaitu dihasilkannya karet yang memiliki tekstur yang tidak terlalu keras dan tidak terlalu lembek, jadi tingkat kekerasannya sedang. Apabila hasil pembekuan terlalu keras maka pengerjaannya menjadi lebih susah. Gilingan yang digunakan akan membutuhkan energi listrik yang lebih banyak. Sebaliknya jika hasil pembekuan yang lembek akan mudah sekali rusak atau robek sewaktu dilakukan penggilingan dan sewaktu diasap dan dikeringkan juga akan mudah molor atau memanjang.

Berdasarkan data pada tabel 14 setelah dihitung secara analisis sidik ragam (Ansira) diperoleh hasil analisis sidik ragam bahwa nilai F hitung adalah 29,12 sedangkan nilai F tabel 5% adalah 2,77. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari F tabel sehingga H₁ diterima dan H₀ ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh sangat nyata terhadap berat karet yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (2012) yang menyatakan bahwa jika F hitung lebih besar dari F tabel maka ada perbedaan yang nyata pada perlakuan.

Berdasarkan data tabel 15 pada uji BNJ diketahui bahwa perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pengaruhnya. Untuk melihat perlakuan terbaik berdasarkan nilai rata-

rata dapat disimpulkan jika pada perlakuan P_3 diperoleh rata-rata berat karet yang terbaik dibandingkan dengan rata-rata berat karet yang dihasilkan pada perlakuan lainnya. Karena perlakuan P_3 menghasilkan berat karet yang cukup tinggi dengan tekstur kenyal tidak terlalu keras dan tidak terlalu lembek. Berdasarkan uji BNJ perlakuan P_3 dengan rata-rata berat karet 317,50 gr berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

g) Kadar Karet Kering

Kadar Karet Kering (KKK) adalah kandungan padatan karet per satuan berat (%). Kadar karet kering lateks atau bekuan sangat penting untuk diketahui karena selain dapat digunakan sebagai pedoman penentuan harga juga merupakan standar dalam pemberian bahan kimia untuk pengolahan lateks. Hal ini sesuai dengan pendapat Purbaya, *dkk.*, (2011) bahwa kadar karet kering diperlukan untuk menentukan jumlah bahan yang dibutuhkan dalam proses pengolahan dan taksasi produksi karet olahan. Pengetahuan akan kadar karet kering juga digunakan dalam pengenceran lateks. Pengenceran ini bertujuan untuk mendapatkan keseragaman hasil, memudahkan pencampuran bahan, dan memudahkan proses penggilingan lateks beku. Sedangkan menurut Sari, *dkk.*, (2015) bahwa kadar karet kering merupakan salah satu data yang diperlukan untuk menghitung asam formiat dalam proses penggumpalan. KKK menjadi salah penentu kualitas mutu produk karet.

Berdasarkan hasil penelitian, pada grafik 4 diketahui rata-rata kadar karet kering yang diperoleh pada perlakuan P_0 dengan

menggunakan koagulan asam semut yaitu 78,19%. Sedangkan perlakuan alternatif dengan menggunakan koagulan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang diujikan pada perlakuan P₁ sampai perlakuan P₅ di peroleh hasil yaitu, pada perlakuan P₁ menghasilkan kadar karet kering sebesar 78,27%. Pada perlakuan P₂ menghasilkan kadar karet kering 76,65%. Pada perlakuan P₃ menghasilkan kadar karet kering yaitu 74,46%. Pada perlakuan P₄ menghasilkan kadar karet kering yaitu 71,91%. Sedangkan pada perlakuan P₅ diperoleh rata-rata kadar karet kering yaitu 67,43%.

Hal tersebut menunjukkan bahwa limbah air rendaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memiliki kemampuan menghasilkan kadar karet kering yang cukup tinggi. Dari penelitian ini diperoleh kadar karet kering yang baik yaitu pada perlakuan P₃ dengan volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yaitu 180 ml dengan kadar karet kering sebesar 74,46% karena pada perlakuan ini dihasilkan karet yang memiliki tingkat kekerasan yang sesuai. Menurut Tim Penulis PS (2013) hasil pembekuan yang baik yaitu dihasilkannya karet yang memiliki tekstur yang tidak terlalu keras dan tidak terlalu lembek, jadi tingkat kekerasannya sedang. Dari hasil penelitian diketahui bahwa semakin sedikit penambahan volume koagulan maka dihasilkan kadar karet kering yang semakin tinggi hal ini disebabkan karena kadar air yang terkandung didalam karet sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Sulasri, dkk., (2014) bahwa tingginya nilai kadar karet kering menyatakan kandungan air dalam karet semakin rendah.

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diketahui bahwa karet yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah karet jenis lump yang mengalami koagulasi didalam mangkuk. Karet ini memiliki mutu 1 sebab memiliki kadar karet kering lebih dari 60%. Hal ini sesuai dengan pendapat Pusari (2014) bahwa lump adalah bahan olah karet yang mengalami penggumpalan lateks yang terjadi dalam mangkuk penampungan. Lump mutu 1 mempunyai kadar karet kering minimal 60% dan lump mutu 2 mempunyai kadar karet kering minimal 50%.

Berdasarkan data pada tabel 16 setelah dihitung secara analisis sidik ragam (Ansira) diperoleh hasil analisis sidik ragam bahwa nilai F hitung adalah 16,09 sedangkan nilai F tabel 5% adalah 2,77. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari F tabel sehingga H_1 diterima dan H_0 ditolak. Keadaan tersebut berarti bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar karet kering yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (2012) yang menyatakan bahwa jika F hitung lebih besar dari F tabel maka ada perbedaan yang nyata pada perlakuan.

Berdasarkan data tabel 17 pada uji BNJ diketahui bahwa perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pengaruhnya. Untuk melihat perlakuan terbaik berdasarkan nilai rata-rata kadar karet kering dapat disimpulkan jika pada perlakuan P_3 diperoleh rata-rata kadar karet kering yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sebab pada perlakuan P_3 dihasilkan karet yang memiliki tingkat kekerasan yang sesuai (tidak terlalu keras atau tidak terlalu lembek)

dibandingkan dengan hasil kadar karet kering pada perlakuan lainnya. Berdasarkan uji BNJ perlakuan P_3 dengan rata-rata kadar karet kering 74,46% berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

h) Kadar Abu

Mutu bahan olah karet rakyat sangat menentukan daya saing karet alam Indonesia di pasaran Internasional. Dengan mutu bahan olah karet yang baik, akan terjamin kesinambungan permintaan pasar dalam jangka waktu panjang. Penilaian mutu secara spesifikasi teknis didasarkan pada hasil analisis dan beberapa syarat uji yang ditetapkan untuk SIR (*Standar Indonesia Rubber*) yaitu salah satunya penetapan kadar abu (Suwardin, 2015).

Penetapan syarat uji kadar abu dalam SIR (*Standar Indonesia Rubber*) dimaksudkan untuk menjamin agar karet tidak banyak mengandung bahan asing. Kadar abu dipengaruhi oleh faktor-faktor kontaminasi bahan asing dan jenis bahan pembeku yang digunakan. Abu dalam karet mentah terdiri atas P, Mg, Na, Ca, Cu dan beberapa unsur lain dalam jumlah yang berbeda-beda. Abu dapat pula mengandung silika yang berhubungan dengan cara pengolahan. Abu dari karet memberi gambaran mengenai jumlah mineral dalam karet. Makin tinggi kadar abu berarti makin banyak kandungan ion logamnya.

Berdasarkan hasil penelitian, pada grafik 5 diketahui rata-rata kadar abu yang diperoleh pada perlakuan P_0 yang digumpalkan menggunakan koagulan asam semut yaitu 0,21%. Sedangkan perlakuan

alternatif dengan menggunakan koagulan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang diujikan pada perlakuan P₁ sampai perlakuan P₅ diperoleh hasil yaitu, pada perlakuan P₁ menghasilkan kadar abu dengan rata-rata sebesar 0,58%. Pada perlakuan P₂ menghasilkan kadar abu dengan rata-rata yaitu 0,37%. Pada perlakuan P₃ diperoleh rata-rata kadar abu yaitu 0,62%. Rata-rata kadar abu yang diperoleh pada perlakuan P₄ yaitu 0,91%. Sedangkan pada perlakuan P₅ diperoleh hasil dengan rata-rata 0,72%.

Dari penelitian ini diperoleh hasil kadar abu yang kurang signifikan. Naik turunnya hasil kadar abu pada setiap perlakuan hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya terjadinya kesalahan dalam prosedur pengabuan, keadaan alat yang kurang steril, penimbangan sampel yang kurang teliti sehingga menyebabkan sampel kurang seragam dll. Hal ini sesuai dengan pendapat Khoironi (2016) bahwa faktor yang menyebabkan kadar abu tidak signifikan pada sampel yaitu dipengaruhi oleh adanya kesalahan dalam pengolahan atau pada saat proses pengabuan, alat yang digunakan kurang steril, pengambilan sampel yang kurang seragam, serta faktor yang berhubungan dengan teknik pengabuan seperti menjaga suhu pengabuan sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kehilangan elemen secara mekanis karena penggunaan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya penguapan beberapa unsur sehingga menyebabkan perbedaan kehilangan jumlah zat volatil (zat yang mudah menguap) seperti zat P, Na, Ca yang ada pada sampel. Sedangkan menurut Kartowardoyo (1980) “dalam”

Purnomo, dkk., (2014) tingginya kadar abu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tanah yang mengandung kalsium tinggi, faktor pengolahan yang dapat mempengaruhi kadar abu, dimana makin besar tingkat pengolahan maka kadar abu akan semakin rendah misalnya lateks yang digumpalkan tanpa pengenceran mempunyai kadar abu yang lebih tinggi dari pada dengan pengenceran.

Berdasarkan hasil penelitian, semua lateks yang digumpalkan menggunakan koagulan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) memiliki kadar abu dibawah 1%. Hal ini menunjukkan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dapat digunakan sebagai koagulan lateks sebab lateks yang digumpalkan memiliki kadar abu yang cukup rendah sehingga memenuhi SIR (*Standard Indonesian Rubber*) yaitu SIR 20 dengan kadar abu dibawah 1,00%. Hal ini sesuai dengan SNI 06-1903-2000 yang mengatur tentang SIR (*Standar Indonesia Rubber*) bahwa kadar abu karet SIR 20 maksimum sebesar 1,00%.

Berdasarkan data pada tabel 18 setelah dihitung secara analisis sidik ragam (Ansira) diperoleh hasil analisis sidik ragam bahwa nilai F hitung adalah 10,42 sedangkan nilai F tabel 5% adalah 2,77. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar dari F tabel sehingga H_1 diterima dan H_0 ditolak. Hal tersebut menunjukkan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu lateks. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah

(2012) yang menyatakan bahwa jika F hitung lebih besar dari F tabel maka ada perbedaan yang nyata pada perlakuan.

Berdasarkan data tabel 19 pada uji BJND diketahui bahwa perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pengaruhnya. Untuk melihat perlakuan terbaik berdasarkan nilai rata-rata kadar abu dapat disimpulkan jika pada perlakuan P₃ diperoleh rata-rata kadar abu yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Karena pada perlakuan P₃ memiliki nilai rata-rata kadar abu yang sedang dan masuk dalam SIR (*Standard Indonesian Rubber*) 20. Berdasarkan uji BNJ perlakuan P₃ dengan rata-rata kadar abu 0,62% berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

2. Sumbangsih Pada Pembelajaran di SMA/MA

Penelitian berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Penggumpalan Lateks Di Desa Bina Karsa Kecamatan Mesuji Makmur dan Sumbangsihnya pada Materi Limbah Kelas X SMA/MA” ini akan di sumbangsihkan pada kegiatan pembelajaran di sekolah khususnya pada SMA/MA kelas X semester genap.

Pada materi biologi SMA/MA kelas X semester genap, materi pokok limbah membahas tentang limbah dan daur ulangnya. Salah satu indikator pembelajarannya adalah membuat usulan pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). Materi ini berkaitan erat dengan proses dan hasil penelitian yang telah dilakukan.

Melalui pemberian materi pengayaan ini, peserta didik dapat mempelajari lebih dalam tentang manfaat yang dapat diambil dari limbah yang berasal dari air rendaman rebusan kedelai.

Pengajaran atau proses belajar mengajar adalah proses yang diatur sedemikian rupa menurut langkah–langkah tertentu, agar pelaksanaannya mencapai hasil yang diharapkan. Pengaturan ini dituangkan dalam bentuk perencanaan mengajar, yaitu mengenai tindakan apa yang akan dilakukan pada waktu melaksanakan pengajaran (Hidayah, 2015). Dalam hal ini keberhasilan seorang guru dalam pembelajaran merupakan sesuatu yang sangat diharapkan sehingga untuk memenuhi tujuan yang ingin dicapai diperlukan persiapan yang matang. Seorang guru diharapkan mempersiapkan bahan yang akan diajarkan, mempersiapkan alat–alat peraga atau praktik yang digunakan agar siswa mudah memahami dan mempelajari materi tersebut.

Hidayah (2015) mengemukakan bahwa perangkat pembelajaran adalah sejumlah bahan, alat, media, petunjuk dan pedoman yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Dari uraian tersebut dapatlah dikemukakan bahwa perangkat pembelajaran adalah sekumpulan media atau sarana yang digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran dikelas. Untuk itu dalam hal ini disajikan sumbangsih penelitian berupa perangkat pembelajaran yang memungkinkan untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran meliputi silabus pembelajaran (lampiran 7a), Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) (lampiran 7b),

materi pengayaan (lampiran 7c), dan lembar kerja peserta didik (LKPD) (lampiran 7d).

RPP dan LKPD telah di validasi di SMA Muhammadiyah 1 Palembang, dengan 2 validator yang merupakan guru bidang studi Biologi di kelas X. Validitas berasal dari kata *validity* yang mempunyai arti sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya (Widodo, 2006). Validasi RPP dan LKPD dilakukan untuk mengetahui valid atau tidaknya RPP dan LKPD yang telah dibuat penulis dengan kurikulum, materi, kelayakan sebagai kelengkapan belajar, serta kesesuaian antara pokok bahasan dengan kegiatan pada RPP dan LKPD. Hasil validasi RPP dengan 13 indikator yang mencakup aspek isi (*content*), struktur dan navigasi (*construct*), dan bahasa dari 2 validator dinyatakan valid, karena skor yang dihasilkan >3. Hal ini diketahui dari pernyataan bahwa skor validasi 1 dinyatakan sangat tidak valid, 2 tidak valid, 3 valid, dan 4 sangat valid. Hasil validasi LKPD dari 8 indikator oleh 2 validator dinyatakan valid, karena skor yang dihasilkan >3. Hal ini diketahui dari pernyataan bahwa skor validasi 1 dinyatakan sangat tidak valid, 2 tidak valid, 3 valid, dan 4 sangat valid.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Pengaruh Penggunaan Limbah Air Rendaman Rebusan Kedelai (*Glycine max* (L.) *Merr*) terhadap Penggumpalan Lateks, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) *Merr*) terhadap penggumpalan lateks.
2. Volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) *Merr*) yang dapat menghasilkan lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, dan kadar abu dengan baik yaitu perlakuan P₃ pada volume 180 ml dengan lama waktu beku 276 detik, kadar pH lateks 4,73, berat karet 316,25 gr, kadar karet kering 74,46%, dan kadar abu 0,62%.

B. Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan dalam penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan efektifitas limbah air rendaman kedelai (*Glycine max* (L.) *Merr*) dengan pengolahan yang lebih lanjut agar dapat diperoleh kadar abu yang rendah.
2. Perlu penelitian lebih lanjut untuk melakukan uji standar mutu karet lainnya seperti uji kadar kotoran, kadar zat menguap, dll.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'an al-Karim

Al Hikmah. 2008. *Al-Qur'an dan terjemahannya*. Diterjemahkan oleh Yayasan Penyelenggara Penerjemah Al-Qur'an, Disempurnakan oleh Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an. CV Diponegoro.

Ali, F., M. Helina., dan Yulia. 2009. *Penggunaan Ekstrak Buah Rambutan sebagai Penggumpal Lateks Pasca Panen (Studi Pengaruh Volume, Waktu dan pH Pencampuran)*. Jurnal Teknik Kimia 16 (2): 20-27.

Ali, F., D. Suwardin., M. Purbaya., E.S. Hartati., dan S.Rahutami. 2009a. *Koagulasi Lateks dengan Ekstrak Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia)*. Jurnal Teknik Kimia 16 (2): 11-19.

Astuti, M., A. Meliala., F.S. Dalais., M.L. Wahlqvist. 2003. *Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia*. Asia Pacific J Clin Nutr (2000) 9(4): 322–325.

Adiprakoso, D. 2012. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Tepung Pakan Ayam dari Limbah Tempe Menggunakan Bioaktivator EM4*. [Skripsi]. Program Studi Teknologi Bioproses Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.

Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Selatan, 2009. *Data Perkebunan Karet dan Kelapa Sawit*. Website: <http://dishub.kalselprov.go.id>. Diakses tanggal 22 November 2015 pukul 20:00 WIB.

Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.

Gomez, K., dan A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).

Hanafiah, K.A. 2012. *Rancangan Percobaan: Teori & Aplikasi*. Jakarta: Rajawali Pers.

Harahap, A. 1997. *Islam dan Lingkungan*. Jakarta: Fatma Press.

Hardiyanty, R., A.H. Suheri., dan F. Ali. 2013. *Pemanfaatan Sari Mengkudu sebagai Bahan Penggumpal Lateks*. Jurnal Teknik Kimia 19 (1): 54-59.

Hariyanto, B. 2010. *Peluang Usaha Industri Tempe*. Jakarta: Bentara Cipta Prima.

Hidayah, N. 2015. *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) dan Sumbangsihnya pada Materi*

Pertumbuhan Kelas XII SMA/MA. [Skripsi]. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah UIN Raden Fatah. Palembang.

Khoironi. 2016. UPTD Balai Pengawasan dan Sertifikasi Mutu Barang Dinas Perindustrian dan Perdagangan Palembang.

Nurhasan dan Pramudyanto, B. 1991. *Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu*. Yogyakarta: Yayasan Bina Karya Lestari.

Nurhayati, A. Yuwanto., Hermawan. 2011. *Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe*. Jurnal Ilmiah 4 (2): 42-50.

Muis, Y. 2004. *Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Tahu sebagai Penggumpal Lateks*. Jurnal Sains Kimia 8 (1): 1-3.

Purbaya, M., T.I. Sari., C.A. Saputri., M.T. Fajriaty. 2011. *Pengaruh Beberapa Jenis Bahan Penggumpal Lateks dan Hubungannya dengan Susut Bobot, Kadar Karet Kering dan Plastisitas*. Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3. Palembang 26-27 Oktober 2011. ISBN : 979-587-395-4.

Purnomo, J.L., Nuryati, dan Fatimah. 2014. *Pemanfaatan Buah Limpasu (Baccaurea lanceolata) Sebagai Pengental Lateks Alami*. Jurnal Teknologi Agro-Industri 1 (1): 24-32.

Pusari, D., dan S. Haryanti. 2014. *Pemanenan Getah Karet (Hevea brasiliensis Muell. Arg) dan Penentuan Kadar Karet Kering (KKK) dengan Variasi Temperatur Pengovenan di PT. Djambi Waras Jujuhan Kabupaten Bungo, Jambi*. Buletin Anatomi dan Fisiologi 22 (2): 64-74.

Santoso, H.B. 1998. *Pupuk Kompos*. Yogyakarta: Kanisius.

Sari, I.R.J., dan J.A. Fatkhurahman. 2015. *Kajian Penentuan Kadar Karet Kering pada Pengolahan Karet Sheet*. Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik ke-4. Yogyakarta: Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-1903 tahun 2000 untuk Standar Indonesia Rubber (SIR).

Sulasri, M.B. Malino, B.P. Lapanporo. 2014. *Kadar Karet Kering dan Pengukuran Konstanta Dielektrik Lateks Menggunakan Arus Bolak Balik Berfrekuensi Tinggi*. Jurnal Prisma Fisika 2 (1): 11-14.

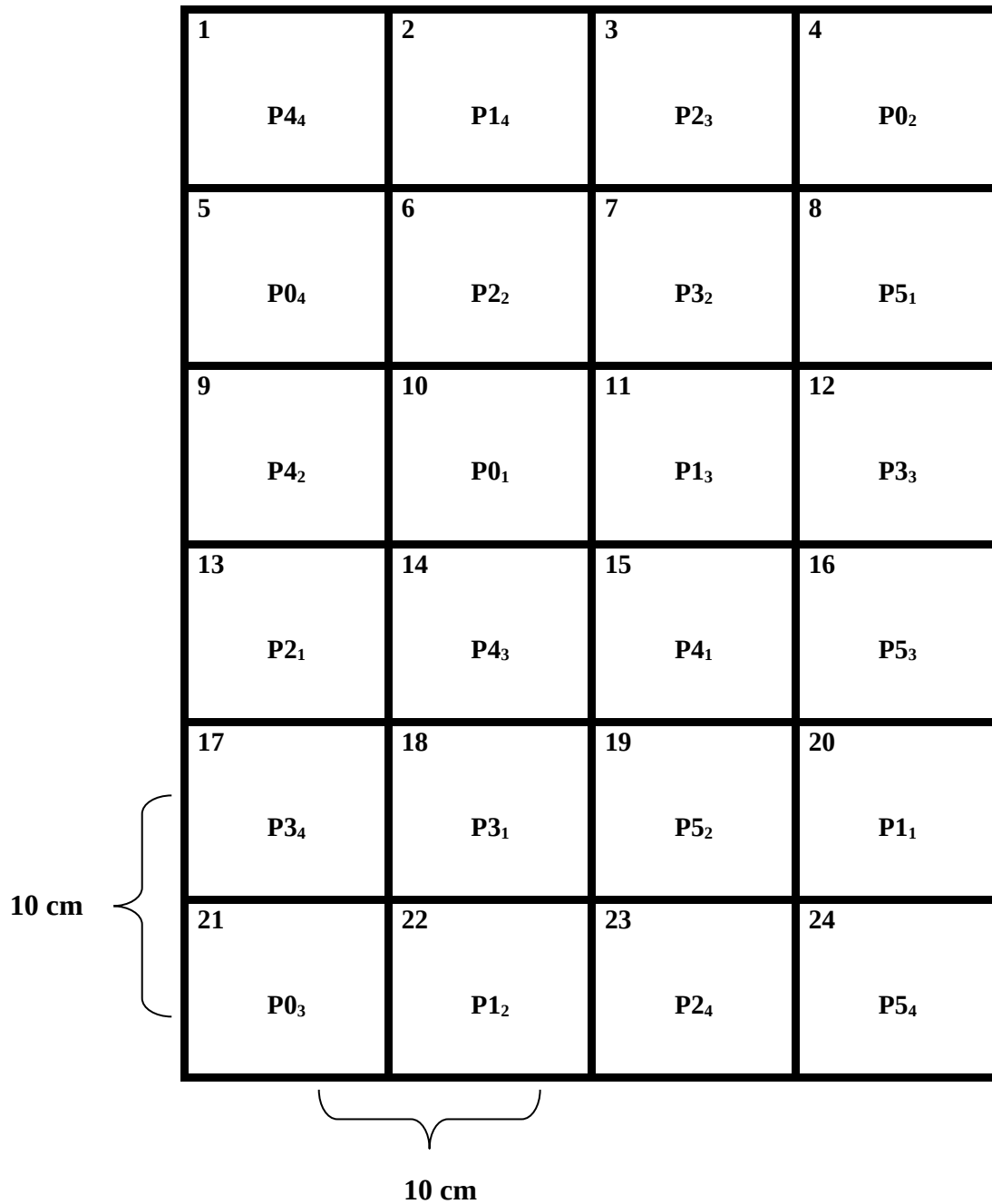
Setyamidjaja, D.1993. *Karet*. Yogyakarta : Kanisius.

Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

- Suprpti, L.M, 2003. *Seputar Penggunaan Kedelai dalam Industri dan Rumah Tangga*. Surabaya: Vidi Ariesta.
- Suwardin, D. 2015. *Laporan Penelitian Koagulasi Lateks*, Palembang: Balai Penelitian Sembawa.
- Tim Karya Tani mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam Karet*. Bandung: CV. Nusa Aulia.
- Tim Penulis PS. 2008. *Penanganan dan Pengolahan Sampah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tim Penulis PS. 2013. *Panduan Lengkap Karet*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Widodo, P. B. 2006. *Reliabilitas dan Validitas Konstruk Skala Konsep Diri untuk Mahasiswa Indonesia*. Jurnal Psikologi Universitas Diponegoro. Vol. 3. No. 1. Hal. 1-9.
- Wiyarni, E. 2007. *Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe*. Semarang: UNDIP Semarang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Penempatan Mangkuk Lateks (Penataan RAL)



Lampiran 2. Pengolahan Data Lama Waktu Beku Lateks

No	Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
		1	2	3	4		
1	P ₍₀₎	272	266	265	269	1072	268
2	P ₍₁₎	269	272	267	272	1080	270
3	P ₍₂₎	277	270	275	274	1096	274
4	P ₍₃₎	277	279	273	275	1104	276
5	P ₍₄₎	277	282	277	284	1120	280
6	P ₍₅₎	278	283	284	283	1128	282
Jumlah						6600	275

Keterangan: Satuan dalam sekon (detik)

Penghitungan Analisis Data

$$1. \text{FK} = \frac{(6600)^2}{6 \times 4}$$

$$= \frac{43560000}{24} = 1815000$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (272)^2 + (266)^2 + (265)^2 + (269)^2 + (269)^2 + (272)^2 + (267)^2 + (272)^2 + \\ &\quad (277)^2 + (270)^2 + (275)^2 + (274)^2 + (277)^2 + (279)^2 + (273)^2 + (275)^2 + \\ &\quad (277)^2 + (282)^2 + (277)^2 + (284)^2 + (278)^2 + (283)^2 + (284)^2 + (283)^2 - \\ &\quad \text{FK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= (73984 + 70756 + 70225 + 72361 + 72361 + 73984 + 71289 + 73984 + \\ &\quad 76729 + 72900 + 75625 + 75076 + 76729 + 77841 + 74529 + 75625 + \\ &\quad 76729 + 79524 + 76729 + 80656 + 77284 + 80089 + 80656 + 80089) - \\ &\quad 1815000 \end{aligned}$$

$$= 1815754 - 1815000$$

$$= 754$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\text{JKP} = \frac{(1072)^2 + (1080)^2 + (1096)^2 + (1104)^2 + (1120)^2 + (1128)^2}{4} - \text{FK}$$

$$= \frac{(1149184) + (1166400) + (1201216) + (1218816) + (1254400) + (1272384)}{4} - 1815000$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{7262400}{4} - 1815000 \\
&= 1815600 - 1815000 \\
&= 600
\end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 754 - 600$$

$$= 154$$

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTP = \frac{JKP}{V_1}$$

$$= \frac{600}{5}$$

$$= 120$$

$$KTG = \frac{JKG}{V_2}$$

$$= \frac{154}{18}$$

$$= 8,55$$

6. F Hitung

$$F \text{ hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{120}{8,55}$$

$$= 14,03$$

7. Koefisien Keragaman

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{8,55}}{275} \times 100\%$$

$$= \frac{2,92}{275} \times 100\%$$

$$= 0,0106 \times 100\%$$

$$= 1,06\%$$

8. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{8,55}{4}}$$

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{2,14} = 1,46$$

$$\omega = Q_{0,05(p, 18)} \cdot S_{\bar{y}}$$

$$\omega = 4,49 \cdot 1,46 = 6,55$$

Lampiran 3. Pengolahan Data Kadar pH Lateks

No	Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
		1	2	3	4		
1	P ₍₀₎	4,7	4,6	4,5	4,7	18,5	4,62
2	P ₍₁₎	4,3	4,4	4,6	4,7	18	4,5
3	P ₍₂₎	4,7	4,6	4,6	4,7	18,6	4,65
4	P ₍₃₎	4,9	4,7	4,6	4,7	18,9	4,73
5	P ₍₄₎	4,8	4,7	4,8	4,9	19,2	4,8
6	P ₍₅₎	4,8	4,9	4,8	4,9	19,4	4,85
Jumlah						112,6	4,69

Penghitungan Analisis Data

$$1. FK = \frac{(112,6)^2}{6 \times 4}$$

$$= \frac{12678,76}{24} = 528,3$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 JKT &= (4,7)^2 + (4,3)^2 + (4,7)^2 + (4,9)^2 + (4,8)^2 + (4,8)^2 + (4,6)^2 + (4,4)^2 + (4,6)^2 + \\
 &\quad (4,7)^2 + (4,7)^2 + (4,9)^2 + (4,5)^2 + (4,6)^2 + (4,6)^2 + (4,6)^2 + (4,8)^2 + \\
 &\quad (4,8)^2 + (4,7)^2 + (4,7)^2 + (4,7)^2 + (4,7)^2 + (4,9)^2 + (4,9)^2 - FK \\
 &= (22,09 + 18,49 + 22,09 + 24,01 + 23,04 + 23,04 + 21,16 + 19,36 + 21,16 + \\
 &\quad 22,09 + 22,09 + 24,01 + 20,25 + 21,16 + 21,16 + 21,16 + 23,04 + 23,04 + \\
 &\quad 22,09 + 22,09 + 22,09 + 22,09 + 24,01 + 24,01) - 528,3 \\
 &= 528,82 - 528,3 \\
 &= 0,52
 \end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{(18,5)^2 + (18)^2 + (18,6)^2 + (18,9)^2 + (19,2)^2 + (19,4)^2}{4} - FK \\
 &= \frac{(342,25) + (324) + (345,96) + (357,21) + (368,64) + (376,36)}{4} - 528,3 \\
 &= \frac{2114,42}{4} - 528,3 \\
 &= 528,6 - 528,3 \\
 &= 0,3
 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 0,52 - 0,3$$

$$= 0,22$$

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTP = \frac{JKP}{V_1}$$

$$= \frac{0,3}{5}$$

$$= 0,06$$

$$KTG = \frac{JKG}{V_2}$$

$$= \frac{0,22}{18}$$

$$= 0,012$$

6. F Hitung

$$F \text{ hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{0,06}{0,012}$$

$$= 5$$

7. Koefisien Keragaman

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,012}}{4,6} \times 100\%$$

$$= \frac{0,11}{4,69} \times 100\%$$

$$= 0,023 \times 100\%$$

$$= 2,34\%$$

8. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{0,012}{4}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{0,003} = 0,05$$

$$\omega = Q_{0,05(p, 18)} \cdot S\bar{y}$$

$$\omega = 4,49 \cdot 0,05 = 0,22$$

Lampiran 4. Pengolahan Data Berat Karet

No	Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
		1	2	3	4		
1	P ₍₀₎	320	315	315	320	1270	317,50
2	P ₍₁₎	300	305	300	310	1215	303,75
3	P ₍₂₎	310	310	315	310	1245	311,25
4	P ₍₃₎	320	320	310	315	1265	316,25
5	P ₍₄₎	330	325	320	330	1305	326,25
6	P ₍₅₎	340	340	330	345	1355	338,75
Jumlah						7655	318,96

Penghitungan Analisis Data

$$1. \quad FK = \frac{(7655)^2}{6 \times 4}$$

$$= \frac{58599025}{24} = 2441626,04$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = (320)^2 + (300)^2 + (310)^2 + 320^2 + (330)^2 + (340)^2 + (315)^2 + (305)^2 +$$

$$(310)^2 + (320)^2 + (325)^2 + (340)^2 + (315)^2 + (300)^2 + (315)^2 + (310)^2 +$$

$$(320)^2 + (330)^2 + (320)^2 + (310)^2 + (310)^2 + (315)^2 + (330)^2 + (345)^2 -$$

$$FK$$

$$= (102400 + 90000 + 96100 + 102400 + 108900 + 115600 + 99225 +$$

$$93025 + 96100 + 102400 + 105625 + 115600 + 99225 + 90000 + 99225 +$$

$$96100 + 102400 + 108900 + 102400 + 96100 + 96100 + 99225 +$$

$$108900 + 119025) - 2441626,04$$

$$= 2444975 - 2441626,04$$

$$= 3348,96$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{(1270)^2 + (1215)^2 + (1245)^2 + (1265)^2 + (1305)^2 + (1355)^2}{4} - FK$$

$$= \frac{(1612900) + (1476225) + (1550025) + (1600225) + (1703025) + (1836025)}{4} -$$

$$2441626,04$$

$$= \frac{9778425}{4} - 2441626,04$$

$$= 2444606,25 - 2441626,04$$

$$= 2980,21$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 3348,96 - 2980,21$$

$$= 368,75$$

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTP = \frac{JKP}{V_1}$$

$$= \frac{2980,21}{5}$$

$$= 596,04$$

$$KTG = \frac{JKG}{V_2}$$

$$= \frac{368,75}{18}$$

$$= 20,47$$

6. F Hitung

$$F \text{ hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{596,04}{20,47}$$

$$= 29,12$$

7. Koefisien Keragaman

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{20,47}}{318,96} \times 100\%$$

$$= \frac{4,52}{318,96} \times 100\%$$

$$= 0,014 \times 100\%$$

$$= 1,4\%$$

8. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{20,47}{4}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{5,12} = 2,26$$

$$\omega = Q_{0,05(p, 18)} \cdot S\bar{y}$$

$$\omega = 4,49 \cdot 2,26 = 10,15$$

Lampiran 5. Pengolahan Data Kadar Karet Kering

No	Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
		1	2	3	4		
1	P ₍₀₎	78,98	77,94	75,42	80,42	312,76	78,19
2	P ₍₁₎	76,27	77,67	77,24	81,9	313,08	78,27
3	P ₍₂₎	76,65	75,95	75,65	78,35	306,6	76,65
4	P ₍₃₎	74,36	73,63	71,93	77,92	297,84	74,46
5	P ₍₄₎	69,45	71,65	72,45	74,09	287,64	71,91
6	P ₍₅₎	64,43	69,03	67,53	68,73	269,72	67,43
Jumlah						1787,64	74,48

Penghitungan Analisis Data

$$\begin{aligned}
 1. \quad FK &= \frac{(1787,64)^2}{6 \times 4} \\
 &= \frac{3195656,77}{24} = 133152,37
 \end{aligned}$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 JKT &= (78,98)^2 + (76,27)^2 + (76,65)^2 + (74,36)^2 + (69,45)^2 + (64,43)^2 + (77,94)^2 + \\
 &\quad (77,67)^2 + (75,95)^2 + (73,63)^2 + (71,65)^2 + (69,03)^2 + (75,42)^2 + (77,24)^2 + \\
 &\quad (75,65)^2 + (71,93)^2 + (72,45)^2 + (67,53)^2 + (80,42)^2 + (81,9)^2 + (78,35)^2 + \\
 &\quad (77,92)^2 + (74,09)^2 + (68,73)^2 - FK \\
 &= (6237,84 + 5817,11 + 5875,22 + 5529,41 + 4823,30 + 4151,22 + 6074,64 + \\
 &\quad 6032,63 + 5768,40 + 5421,38 + 5133,72 + 4765,14 + 5688,18 + 5966,02 + \\
 &\quad 5722,92 + 5173,92 + 5249,00 + 4560,30 + 6467,38 + 6707,61 + 6138,72 + \\
 &\quad 6071,53 + 5489,33 + 4723,81) - 133152,37 \\
 &= 133588,75 - 133152,37 \\
 &= 436,38
 \end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{(312,76)^2 + (313,08)^2 + (306,6)^2 + (297,84)^2 + (287,64)^2 + (269,72)^2}{4} - FK \\
 &= \frac{(97818,82) + (98019,09) + (94003,56) + (88708,66) + (82736,77) + (72748,88)}{4} - \\
 &\quad 133152,37 \\
 &= \frac{534035,78}{4} - 133152,37
 \end{aligned}$$

$$= 133508,94 - 133152,37$$

$$= 356,57$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 436,38 - 356,57$$

$$= 79,81$$

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTP = \frac{JKP}{V_1}$$

$$= \frac{356,57}{5}$$

$$= 71,31$$

$$KTG = \frac{JKG}{V_2}$$

$$= \frac{79,81}{18}$$

$$= 4,43$$

6. F Hitung

$$F \text{ hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{71,31}{4,43}$$

$$= 16,09$$

7. Koefisien Keragaman

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{4,43}}{74,48} \times 100\%$$

$$= \frac{2,104}{74,48} \times 100\%$$

$$= 0,0282 \times 100\%$$

$$= 2,82\%$$

8. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{4,43}{4}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{1,11} = 1,05$$

$$\omega = Q_{0,05(p, 18)} \cdot S\bar{y}$$

$$\omega = 4,49 \cdot 1,05 = 4,71$$

Lampiran 6. Pengolahan Data Kadar Abu

No	Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
		1	2	3	4		
1	P ₍₀₎	0,21	0,15	0,20	0,28	0,84	0,21
2	P ₍₁₎	0,58	0,50	0,48	0,76	2,32	0,58
3	P ₍₂₎	0,40	0,37	0,29	0,42	1,48	0,37
4	P ₍₃₎	0,58	0,62	0,55	0,73	2,48	0,62
5	P ₍₄₎	0,91	0,86	0,90	0,97	3,64	0,91
6	P ₍₅₎	0,72	0,67	0,67	0,82	2,88	0,72
Jumlah						13,64	0,57

Penghitungan Analisis Data

$$1. FK = \frac{(13,64)^2}{6 \times 4}$$

$$= \frac{186,05}{24} = 7,75$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned}
 JKT &= (0,21)^2 + (0,58)^2 + (0,40)^2 + (0,58)^2 + (0,91)^2 + (0,72)^2 + (0,15)^2 + \\
 &\quad (0,50)^2 + (0,37)^2 + (0,62)^2 + (0,86)^2 + (0,67)^2 + (0,20)^2 + (0,48)^2 + \\
 &\quad (0,29)^2 + (0,55)^2 + (0,90)^2 + (0,67)^2 + (0,28)^2 + (0,76)^2 + (0,42)^2 + \\
 &\quad (0,73)^2 + (0,97)^2 + (0,82)^2 - FK \\
 &= (0,044 + 0,34 + 0,16 + 0,34 + 0,83 + 0,52 + 0,022 + 0,25 + 0,14 + 0,38 + \\
 &\quad 0,74 + 0,45 + 0,04 + 0,23 + 0,08 + 0,30 + 0,81 + 0,45 + 0,08 + 0,58 + \\
 &\quad 0,18 + 0,53 + 0,94 + 0,67) - 7,75 \\
 &= 9,43 - 7,75 \\
 &= 1,68
 \end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{(0,84)^2 + (2,32)^2 + (1,48)^2 + (2,48)^2 + (3,64)^2 + (2,88)^2}{4} - FK \\
 &= \frac{(0,705) + (5,38) + (2,19) + (6,15) + (13,25) + (8,29)}{4} - 7,75 \\
 &= \frac{35,97}{4} - 7,75 \\
 &= 8,99 - 7,75 \\
 &= 1,24
 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 1,68 - 1,24$$

$$= 0,44$$

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTP = \frac{JKP}{V_1}$$

$$= \frac{1,24}{5}$$

$$= 0,25$$

$$KTG = \frac{JKG}{V_2}$$

$$= \frac{0,44}{18}$$

$$= 0,024$$

6. F Hitung

$$F \text{ hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{0,25}{0,024}$$

$$= 10,42$$

7. Koefisien Keragaman

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,024}}{0,57} \times 100\%$$

$$= \frac{0,15}{0,57} \times 100\%$$

$$= 0,2631 \times 100\%$$

$$= 26,31\%$$

8. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND)

a. Menghitung Standar Error

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{0,024}{4}}$$

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{0,006} = 0,08$$

b. Mencari Angka RP (p,v) pada Tabel Duncan

P	2	3	4	5	6
RP 5%	2,97	3,12	3,21	3,27	3,32

c. Mencari SSD/BJND = RP x $S_{\bar{y}}$

P	2	3	4	5	6
RP 5%	2,97	3,12	3,21	3,27	3,32
SSD	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27

Lampiran 7. Perangkat Pembelajaran

Lampiran 7a. Silabus Pembelajaran

SILABUS PEMINATAN MATEMATIKA DAN ILMU-ILMU ALAM MATA PELAJARAN BIOLOGI SMA

SEKOLAH :

MATA PELAJARAN : **BIOLOGI**

KELAS/SEMESTER : **X (SEPULUH)/II**

ALOKASI WAKTU : **14 × 45 menit**

- KI 1 : 1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : 2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI 3 : 3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- KI 4 : 4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di

sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

KOMPETENSI DASAR		MATERI POKOK	PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	MEDIA, ALAT, BAHAN
10. Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah						
1.1.	Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang keanekaragaman hayati, ekosistem dan lingkungan hidup.	Limbah dan daur ulang. ▪ Jenis-jenis limbah. ▪ Proses daur ulang/pemanfaatan limbah	Mengamati Siswa dalam kelompok mengamati: - Limbah air rendaman rebusan kedelai yang telah disediakan oleh guru. - Siswa secara individu dalam kelompok mencermati berbagai fakta yang ditemukan di limbah air rendaman rebusan kedelai tersebut. - Siswa mencatat hasil pengamatan yang berkaitan dengan limbah tersebut. - Guru menilai keterampilan siswa. Menanya - Siswa mendiskusikan hasil temuan yang didapat dari proses pengamatan limbah air rendaman rebusan kedelai tersebut. - Siswa mengidentifikasi karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai yang didapat dari pengamatan. - Guru menilai keterampilan siswa	Tugas • Essay pada LKPD • Membuat karya daur ulang limbah dari mulai mendesain, memilih bahan, membuat, menaksir harga satuan produk yang dihasilkan, mengkomunikasikan hasil karya	2 x 45 menit	• Gambar tentang limbah air rendaman rebusan kedelai • Limbah air rendaman rebusan kedelai • Buku yang relevan • Internet • LKPD Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan pemanfaatannya
1.2.	Menyadari dan mengagumi pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses					
1.3.	Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya					
2.1.	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta					

	damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium		dalam mengungkap permasalahan dari lingkungan sekitar. Mengasosiasikan - Siswa dalam kelompok mendiskusikan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan usulan pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai yang dapat dilakukan Mengumpulkan Data (Eksperimen/Eksplorasi) - Masing-masing kelompok membuat usulan pemanfaatan yang dapat dilakukan dari limbah air rendaman rebusan kedelai. - Guru menilai sikap siswa dalam kerja kelompok dan membimbing/menilai keterampilan siswa. Mengkomunikasikan - Siswa mempresentasikan hasil diskusi secara lisan tentang karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan usulan pemanfaatan yang dapat dilakukan.			
2.2.	Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar					
4.10.	Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan.					

Lampiran 7b. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas / Semester	: X IPA / II (Genap)
Tema	: Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah
Sub Tema	: Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan pemanfaatannya
Pertemuan Ke	: 2
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit

A. Kompetensi Inti :

- KI 1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 2.1 Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.
- 2.2 Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.
- 4.10 Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan.

C. Indikator

- 1. Menjelaskan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai.
- 2. Membuat usulan pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai.

D. Tujuan

Setelah mengamati, diskusi, tanya jawab peserta didik dapat:

- 1. Menjelaskan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai.
- 2. Membuat usulan pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai.

E. Materi Ajar

Fakta

Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya	Gambar
Limbah cair	 Gambar 1. Limbah air rendaman rebusan kedelai (Sumber: Hariyanto, 2010)

Konsep

1. Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai.
2. Pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai.

F. Pendekatan/ Metode

Pendekatan : Scientific Learning

Metode : Pengamatan dan Diskusi

Model Pembelajaran : Inquiry Based Learning

G. Media/Alat dan Sumber Belajar

Media : Gambar tentang limbah air rendaman rebusan kedelai dan limbah air rendaman rebusan kedelai.

Sumber : 1. Buku-buku yang relevan.

2. Pratiwi, dkk. 2008. *Biologi untuk SMA kelas X*. Jakarta: Erlangga.

3. Ryana, dkk. 2009. *Biologi 1 untuk SMA*. Jakarta: Pusat Perbukuan departemen pendidikan nasional.

4. Internet.

H. Kegiatan Pembelajaran/ Langkah-Langkah

Kegiatan	Deskripsi	Alokasi waktu
Pendahuluan	1. Salam dan doa (sebagai implementasi nilai religius). 2. Pengkondisian kelas, sebagai implementasi nilai disiplin. 3. Apersepsi a. Guru menanyakan ke siswa pelajaran sebelumnya “apakah kalian dapat mengingat materi pada pertemuan kemarin?” apa yang sudah kita bahas? Jawabannya: Pencemaran lingkungan. Contohnya pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara. b. Mengumpulkan tugas kliping peserta didik tentang pencemaran lingkungan. 4. Motivasi Guru menunjukkan foto produk makanan tempe  Guru bertanya ke peserta didik. “Apakah nama makanan tersebut? Tahukah kalian bagaimana cara membuat tempe? bagaimana tahap pembuatannya?”. Harapan Jawaban : “Tempe. Prosesnya dimulai dari merebus kedelai, merendam kedelainya, ditiriskan dan diberi ragi, kemudian dibungkus”. 5. Penyampaian tema, sub tema dan tujuan pembelajaran.	10 Menit
Kegiatan inti	Guru membagi peserta didik dalam 4 kelompok (setiap kelompok terdiri dari 5 orang) dan membagikan LKPD yang akan dikerjakan.	70 menit

	1. Mengamati (Observing) Siswa dalam kelompok mengamati: - Limbah air rendaman rebusan kedelai yang telah disediakan oleh guru. - Siswa secara individu dalam kelompok mencermati berbagai fakta yang ditemukan di limbah air rendaman kedelai tersebut. - Siswa mencatat hasil pengamatan yang berkaitan dengan limbah tersebut. - Guru menilai keterampilan siswa. 2. Menanya (Questioning) - Siswa mendiskusikan hasil temuan yang didapat dari proses pengamatan limbah air rendaman rebusan kedelai tersebut. - Siswa mengidentifikasi karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai yang didapat dari pengamatan. - Guru menilai keterampilan siswa dalam mengungkap permasalahan dari lingkungan sekitar. 3. Mengasosiasikan (Associating) Siswa dalam kelompok mendiskusikan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan cara penanganan yang dapat dilakukan. 4. Mengumpulkan data (Eksperimen/eksplorasi) - Masing-masing kelompok membuat usulan pemanfaatan yang dapat dilakukan dari limbah air rendaman rebusan kedelai. - Guru menilai sikap siswa dalam kerja kelompok dan membimbing/menilai keterampilan siswa.	
--	---	--

	5. Mengkomunikasikan (Communication) Siswa mempresentasikan hasil diskusi secara lisan tentang karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan usulan pemanfaatan yang dapat dilakukan.	
Penutup	1. Guru mengarahkan peserta didik untuk membuat kesimpulan. 2. Penugasan Membuat karya daur ulang limbah dari mulai mendesain, memilih bahan, membuat, menaksir harga satuan produk yang dihasilkan, mengkomunikasikan hasil karya.	10 Menit

I. Penilaian Proses dan hasil Belajar

1. Penilaian Sikap

Teknik Penilaian : Penilaian Sikap ilmiah

Bentuk Instrumen : Lembar Pengamatan Perilaku Ilmiah

Instrumen : Lampiran 1

2. Penilaian Pengetahuan

Teknik Penilaian : Tes Tertulis

Bentuk Instrumen : Soal uraian

Kisi-kisi

Instrumen : Lampiran 2

3. Penilaian Psikomotor

Teknik Penilaian : Penilaian Psikomotor

Bentuk Instrumen : Lembar Pengamatan Psikomotor

Instrumen : Lampiran 3

Mengetahui
Kepala Sekolah

Palembang, 26 Oktober 2016
Guru Mata Pelajaran

NIP

Lenia Wati

12 222 056

Lampiran 1

INSTRUMEN PENILAIAN SIKAP

Tema : Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah
 Sub Tema : Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan pemanfaatannya
 Kelas/ Semester : X/2
 Tahun Pelajaran :
 Hari/Tanggal :

No.	Nama	Aktif	Disiplin	Kerjasama	Jujur	Tekun	Peduli	Berani	Santun	Teliti	Tanggungjawab	Jumlah Skor	Nilai	Predikat
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														
7.														
8.														
9.														
dst														

***) Ketentuan:**

1. Skor Maksimal = Jumlah aspek sikap yang dinilai x jumlah kriteria dari instrument diatas skor maksimal = $10 \times 4 = 40$.
2. Nilai Sikap = Jumlah skor yang diperoleh : Skor maksimal x 100.
3. Nilai sikap dikualifikasikan menjadi predikat sebagai berikut :
 - a. SB = Sangat Baik = 80-100
 - b. B = Baik = 70-79
 - c. C = Cukup = 60-69
 - d. K = Kurang = <60

FORMAT PENILAIAN

Nilai Sikap (NS):

$\frac{\text{Jumlah Skor perolehan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$

Rubrik Penilaian Sikap

No	Aspek sikap	Indikator	Kriteria	Skor
1	Aktif	Jika peserta didik sangat proaktif dalam mendorong aktivitas kerja kelompok	SB	4
		Jika peserta didik cukup proaktif dalam mendorong aktifitas kerja kelompok	B	3
		Jika peserta didik kurang proaktif dalam mendorong aktifitas kerja kelompok	C	2
		Jika peserta didik tidak pernah proaktif dalam mendorong aktifitas kerja kelompok	K	1
2	Disiplin	Jika peserta didik sangat disiplin dengan waktu dalam berdiskusi dengan kelompoknya	SB	4
		Jika peserta didik cukup disiplin dengan waktu dalam berdiskusi dengan kelompoknya	B	3
		Jika peserta didik kurang disiplin dengan waktu dalam berdiskusi dengan kelompoknya	C	2
		Jika peserta didik tidak pernah disiplin dengan waktu dalam berdiskusi dengan kelompoknya	K	1
3	Kerja sama	Jika peserta didik selalu bekerja sama mencari solusi masalah yang disajikan guru	SB	4
		Jika peserta didik cukup bekerja sama mencari solusi masalah yang disajikan guru	B	3
		Jika peserta didik kurang bekerja sama mencari solusi masalah yang disajikan guru	C	2
		Jika peserta didik tidak pernah bekerja sama mencari solusi masalah yang disajikan guru	K	1

4	Jujur	Jika peserta didik sangat jujur melakukan kegiatan (mengamati, mencatat dan menyimpulkan) dengan obyektif terhadap hasil diskusinya	SB	4
		Jika peserta didik cukup jujur melakukan kegiatan (mengamati, mencatat dan menyimpulkan) dengan obyektif terhadap hasil diskusinya	B	3
		Jika peserta didik kurang jujur melakukan kegiatan (mengamati, mencatat dan menyimpulkan) dengan obyektif terhadap hasil diskusinya	C	2
		Jika peserta didik sangat jujur melakukan kegiatan (mengamati, mencatat dan menyimpulkan) dengan obyektif terhadap hasil diskusinya	K	1
5	Tekun	Jika peserta didik sangat tekun dalam berdiskusi	SB	4
		Jika peserta didik cukup tekun dalam berdiskusi	B	3
		Jika peserta didik kurang tekun dalam berdiskusi	C	2
		Jika peserta didik tidak tekun dalam berdiskusi	K	1
6	Peduli	Jika peserta didik sangat peduli terhadap kesulitan yang dialami sesama teman	SB	4
		Jika peserta didik cukup peduli terhadap kesulitan yang dialami sesama teman	B	3
		Jika peserta didik kurang peduli terhadap kesulitan yang dialami sesama teman	C	2
		Jika peserta didik tidak peduli terhadap kesulitan yang dialami sesama teman	K	1

7	Berani	Jika peserta didik selalu berani mengemukakan pendapatnya saat berdiskusi	SB	4
		Jika peserta didik cukup berani mengemukakan pendapatnya saat berdiskusi	B	3
		Jika peserta didik kurang berani mengemukakan pendapatnya saat berdiskusi	C	2
		Jika peserta didik tidak berani mengemukakan pendapatnya saat berdiskusi	K	1
8	Santun	Jika peserta didik selalu santun dalam bersikap dan bertutur kata kepada guru dan teman	SB	4
		Jika peserta didik cukup santun dalam bersikap dan bertutur kata kepada guru dan teman	B	3
		Jika peserta didik kurang santun dalam bersikap dan bertutur kata kepada guru dan teman	C	2
		Jika peserta didik tidak santun dalam bersikap dan bertutur kata kepada guru dan teman	K	1
9	Teliti	Jika peserta didik sangat teliti terhadap materi yang disajikan	SB	4
		Jika peserta didik cukup teliti terhadap materi yang disajikan	B	3
		Jika peserta didik kurang teliti terhadap materi yang disajikan	C	2
		Jika peserta didik tidak teliti terhadap materi yang disajikan	K	1
10	Tanggung Jawab	Jika peserta didik sangat bertanggung jawab dengan tugas	SB	4
		Jika peserta didik cukup bertanggung jawab dengan tugas	B	3

		Jika peserta didik kurang bertanggung jawab dengan tugas	C	2
		Jika peserta didik tidak bertanggung jawab dengan tugas	K	1

Lampiran 2

Penilaian Kognitif

Teknik Penilaian : Tes Tertulis

Bentuk Instrumen : Soal Uraian

Kisi-kisi

Indikator	Soal	Kunci Jawaban	Skor
1. Menjelaskan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai.	1. Tuliskan bagan proses pembuatan tempe yang menghasilkan limbah!	<pre> graph TD KEDELAI --> PEREBUSAN AirMerebus[Air untuk merebus] --> PEREBUSAN PEREBUSAN --> airLimbah1[air limbah] PEREBUSAN --> KedelaiMasak[Kedelai masak] KedelaiMasak --> PERENDAMAN AirRendaman[Air rendaman] --> PERENDAMAN PERENDAMAN --> airLimbah2[air limbah] PERENDAMAN --> KedelaiRendaman[Kedelai rendaman] KedelaiRendaman --> PENCUCIAN1[PENCUCIAN] PENCUCIAN1 --> airLimbah3[air limbah] PENCUCIAN1 --> KedelaiBersih1[Kedelai bersih] KedelaiBersih1 --> PEMECAHAN PEMECAHAN --> Campuran[Campuran kedelai kupas dan kulit] Campuran --> PEMISAHAN[KULIT] AirPemisahan[Air untuk pemisahan] --> PEMISAHAN PEMISAHAN --> airLimbah4[air limbah + kulit] PEMISAHAN --> KedelaiKupas[Kedelai kupas] KedelaiKupas --> PENCUCIAN2[PENCUCIAN] AirPencuci[Air pencuci] --> PENCUCIAN2 PENCUCIAN2 --> airLimbah5[air limbah] PENCUCIAN2 --> KedelaiBersih2[Kedelai bersih] KedelaiBersih2 --> PERAGIAN AirPelarutRagi[Air pelarut ragi] --> PERAGIAN PERAGIAN --> PENIRISAN PENIRISAN --> airLimbah6[air limbah] PENIRISAN --> PEMBUNGKUSAN["PEMBUNGKUSAN (Dengan Daun Pisang)"] PEMBUNGKUSAN --> TEMPE </pre>	2
	2. Sebutkan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai (4)!	1. Bersifat asam 2. Mempunyai suhu mencapai 75°C 3. Berbau busuk 4. Mengandung gas H₂S, amoniak 5. Mengandung amoniak yang tinggi	2
2. Membuat usulan pemanfaatan	1. Sebutkan dan jelaskan manfaat limbah air	1. Minum ternak Limbah perendaman kacang kedelai dapat dimanfaatkan sebagai minum	6

limbah air rendaman rebusan kedelai.	rendaman rebusan kedelai dalam kehidupan sehari- hari!	ternak. Limbah yang kental dan berbau ini sangat disukai oleh sapi. Oleh karena itu limbah tempe ini akan ditampung di dalam sebuah tempat khusus atau di dalam jerigen penampungan. 2. Mengentalkan lateks Lateks atau getah karet merupakan hasil dari tumbuhan karet. Lateks ini akan cepat mengental apabila kita berikan campuran limbah kedelai. Hasilnya juga akan lebih terlihat putih bersih jika dibandingkan dengan campuran-campuran lainnya. Sehingga para petani dapat terbantu dengan adanya limbah perendaman kacang kedelai ini. Selain itu petani juga akan lebih irit biaya untuk mengentalkan lateks jika dibandingkan harus membeli pupuk atau cuka sebagai campuran lateks. Dalam proses pengentalan lateks ini kita cukup menggunakan limbah murni tanpa ada campuran apapun ke dalamnya. Waktu yang dibutuhkan untuk pengentalan juga relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan campuran-campuran lainnya. 3. Pupuk tanaman Tanaman yang disiram menggunakan	
---	---	--	--

		limbah ini akan lebih subur dan hijau. Cara penggunaannya adalah siramkan sedikit demi sedikit limbah ke bagian dekat akar tanaman. Air limbah ini merupakan limbah organik yang mudah terurai dan baik untuk pertanian. 4. Pembuatan biogas Manfaat lain dari limbah pembuatan tempe adalah untuk membuat gas. Meskipun proses pembuatan gas ini relatif lama, namun pembuatan gas ini tetap dilakukan untuk menyalakan kompor mereka. Dengan demikian pencemaran lingkungan akibat limbah kedelai dapat terhindarkan.	
--	--	--	--

FORMAT PENILAIAN KOGNITIF

NO	Nama Peserta didik	Nomor soal	1	2	3	Jumlah Skor	Nilai
		Skor	2	2	6	10	100
1							
2							
3							
4							
5							
6							
...							

$$NA = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Max}} \times 100$$

Lampiran 3

PENILAIAN PSIKOMOTRIK

Tema	: Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah
Sub Tema	: Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan pemanfaatannya
Kelas/ Semester	: X/2
Tahun Pelajaran	:
Hari/Tanggal	:

Kompetensi Inti:

- KI 3 Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar:

- 4.10 Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan

RUBRIK PENILAIAN PSIKOMOTOR

Nama / Kelompok :

Kelas : X

Tanggal Penilaian :

NO	INDIKATOR	DESKRIPTOR	KRITERIA	SKOR
1	Menyampaikan pendapat	Sesuai dengan masalah dan benar	SB	4
		Sesuai dengan masalah dan hampir benar	B	3
		Sesuai dengan masalah, tapi kurang benar	C	2
		Tidak sesuai masalah	K	1
2	Menanggapi pendapat	Setuju atau menyanggah dengan alasan yang benar dengan didukung referensi	SB	4
		Setuju atau menyanggah dengan alasan yang benar	B	3
		Setuju atau menyanggah dengan alasan yang benar tidak sempurna	C	2
		Langsung setuju atau menyanggah tanpa alasan	K	1
3	Mempertahankan pendapat	Mampu mempertahankan pendapat, alasan benar didukung referensi	SB	4
		Mampu mempertahankan pendapat, alasan benar tidak didukung referensi	B	3
		Mampu mempertahankan pendapat, alasan kurang benar	C	2
		Tidak dapat mempertahankan pendapat	K	1

INSTRUMEN PENILAIAN PSIKOMOTOR

Hasil Penilaian Diskusi

Tema : Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah

Sub Tema : Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan pemanfaatannya

Kelas/ Semester : X/2

Tahun Pelajaran :

Hari/Tanggal :

Jumlah Siswa : orang.

No	Nama Siswa	Menyampaikan pendapat				Menanggapi pendapat				Mempertahankan pendapat				Jumlah skor	Nilai
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
Dst															

Format Penilaian:

$$NA = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Lampiran 7c. Materi Pengayaan

LIMBAH

Limbah adalah suatu bahan yang terbuang atau di buang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia atau proses-proses alam, dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi. Limbah dikatakan memiliki nilai ekonomi negatif karena penanganan untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar, disamping itu juga mencemari lingkungan. Limbah dibedakan menjadi tiga bentuk, yakni limbah yang berbentuk cair (limbah cair), limbah yang berbentuk gas (limbah gas), dan limbah yang berbentuk padat (limbah padat) (Santoso, 1998).

Limbah cair adalah sisa hasil buangan proses produksi atau aktivitas domestik yang berupa cairan. Limbah cair dapat berupa air beserta bahan-bahan buangan lain yang tercampur (tersuspensi) maupun terlarut dalam air, contohnya yaitu air dari industri pengolahan makanan, sisa cucian daging, buah, atau sayur.

Industri pengolahan makanan yang dapat menghasilkan limbah cair yaitu dalam proses pembuatan tempe. Dalam proses pembuatan tempe memerlukan banyak air yang digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian serta pengupasan kulit kedelai. Limbah yang diperoleh dari proses tersebut dapat berupa limbah cair maupun limbah padat. Sebagian besar limbah padat yang berasal dari kulit kedelai, kedelai yang rusak pada proses pencucian serta lembaga yang lepas pada waktu pelepasan kulit, sudah banyak yang dimanfaatkan untuk makanan ternak. Sedangkan limbah cair berupa air bekas rendaman rebusan kedelai masih dibuang langsung

diperairan disekitarnya. Jika limbah tersebut langsung dibuang keperairan maka dalam waktu yang relatif singkat akan menimbulkan bau busuk dari gas H_2S , amoniak sebagai akibat dari terjadinya fermentasi limbah organik tersebut (Suprpti, 2003).

Pemanfaatan limbah cair yang berasal dari proses pembuatan tempe perlu dilakukan. Salah satu pemanfaatan yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah yang berasal dari perendaman kedelai sebagai koagulan lateks. Pengaruh penggunaan limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap penggumpalan lateks telah dibuktikan oleh penelitian Lenia Wati (2016). Penelitian tersebut menyatakan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) berpengaruh terhadap penggumpalan lateks, sehingga limbah tersebut dapat digunakan sebagai koagulan lateks. Hal tersebut dibuktikan dengan dihasilkannya lama waktu beku lateks, pH lateks, berat karet, kadar karet kering, dan kadar abu yang baik.

Pada penelitian tersebut, peneliti menggunakan beberapa volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang berbeda yaitu 140 ml, 160 ml, 180 ml, 200 ml, 220 ml. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dapat menggumpalkan lateks. Volume limbah air rendaman rebusan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang dapat menghasilkan lama waktu beku, kadar pH lateks, berat karet, kadar karet kering, dan kadar abu dengan baik yaitu perlakuan P₃ pada volume 180 ml dengan lama waktu beku 276 detik,

kadar pH lateks 4,73, berat karet 316,25 gr, kadar karet kering 74,46%, dan kadar abu 0,62%.

Lapiran 7d. Lembar Kerja Peserta Didik

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan pemanfaatannya

Nama Anggota kelompok :

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Mata pelajaran : Biologi

Tema : Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah.

Sub Tema : Karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai dan pemanfaatannya.

Kelas/ Semester : X/2

Tahun Pelajaran :

Hari/Tanggal :

A. Kompetensi Inti :

- KI 1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu

pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

- KI 4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 2.1 Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.
- 2.2 Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.
- 4.10 Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan.

C. Indikator

1. Menjelaskan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai.
2. Membuat usulan pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai.

D. Tujuan

Setelah mengamati, diskusi, tanya jawab peserta didik dapat:

1. Menjelaskan karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai.
2. Membuat usulan pemanfaatan limbah air rendaman rebusan kedelai.

KAJIAN TEORI

Sebelum mengolah kedelai menjadi tempe, tahap pertama yang harus dilakukan yaitu merebus kedelai terlebih dahulu, setelah direbus kemudian kedelai direndam selama 24 jam. Perendaman yang dilakukan selama 24 jam akan menghasilkan limbah yang kental. Semakin lama kedelai direndam, semakin kental limbah yang akan dihasilkan. Sehingga kandungan asamnya juga akan semakin banyak. Air rendaman rebusan kedelai inilah yang disebut dengan air limbah. Limbah yang berbentuk cair yang dihasilkan akan mengakibatkan bau yang menyengat. Limbah inilah merupakan campuran air jernih dan zat asam yang terkandung pada kacang kedelai.

Berdasarkan penelitian limbah cair yang berasal dari proses perebusan dan perendaman kedelai, mempunyai nilai suhu mencapai 75°C serta amoniak bebas yang melebihi standar baku mutu limbah cair, sehingga dapat mencemari lingkungan. Limbah cair berupa air bekas rendaman rebusan kedelai ini apabila langsung dibuang ke perairan maka dalam waktu yang relatif singkat akan menimbulkan bau busuk dari gas H_2S dan amoniak sebagai akibat dari terjadinya fermentasi limbah organik.



Gambar 1. Limbah air rendaman rebusan kedelai

Meskipun mengeluarkan bau yang menyengat, namun limbah ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam kegiatan, diantara yaitu sebagai berikut:

1. Minum ternak
2. Mengentalkan lateks
3. Pupuk tanaman
4. Pembuatan biogas

Soal

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

1. Jelaskan pengertian limbah!
2. Tuliskan bagan tiap proses pembuatan tempe yang menghasilkan limbah!
3. Jelaskan 4 karakteristik limbah air rendaman rebusan kedelai!
4. Sebutkan dan jelaskan manfaat limbah air rendaman rebusan kedelai dalam kehidupan sehari-hari minimal 4!

SELAMAT MENGERJAKAN

Lampiran 7e. Lembar Validasi RPP dan LKPD

LEMBAR VALIDASI
TENTANG KEVALIDAN RPP

Nama Validator I :

Petunjuk :

Silakan beri tanda (✓) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas RPP.

No	Aspek	Indikator	Penilaian			
			1	2	3	4
1	Isi (<i>Content</i>)	1. Kebenaran isi/materi				
		2. Pengelompokan dalam bagian-bagian yang logis				
		3. Kesesuaian dengan K 13				
		4. Kesesuaian dengan prinsip metode pembelajaran pengamatan				
		5. Kelayakan sebagai kelengkapan pembelajaran				
		6. Kesesuaian alokasi waktu				
2	Struktur dan Navigasi (<i>Construct</i>)	1. Kejelasan pembagian materi				
		2. Pengaturan ruang/tata letak				
		3. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai				
3	Bahasa	1. Kebenaran tata bahasa				
		2. Menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti.				
		3. Kejelasan struktur kalimat				
		4. Sifat komunikatif bahasa yang				

		digunakan.				
--	--	------------	--	--	--	--

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, Agustus 2016
Validator

()
NIP.

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN RPP

Nama Pelajaran : Biologi

Materi : Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah

Kelas/ Semester : X/ II

Nama Validator :

Hari/Tanggal	Revisi/Saran/Komentar	Tanda Tangan

**LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN LKPD**

Nama Validator I :

Petunjuk :

Silakan beri tanda (✓) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas LKPD.

No	ASPEK YANG DIMINTA	Penilaian			
		1	2	3	4
	Format				
1	LKPD memuat: Judul, Tujuan Pembelajaran yang akan dicapai, Materi Pembelajaran, Pertanyaan Diskusi dan tempat kosong untuk menulis jawaban				
2	Keserasian tulisan pada LKPD				
	Isi				
3	Kebenaran Materi				
4	Kesesuaian antara permasalahan yang disajikan dengan sub materi karakteristik limbah air rendaman kedelai dan pemanfaatannya				
5	Peran LKPD untuk mendorong siswa mencari sendiri jawaban lain dari materi yang dipelajari				
	Bahasa				
6	Kemudahan siswa dalam memahami bahasa yang digunakan				
7	Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar				
8	Tugas-tugas dalam LKPD tidak menimbulkan makna				

	ganda/ambigu				
--	--------------	--	--	--	--

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, Agustus 2016
Validator

(
NIP.)

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN LKPD

Nama Pelajaran : Biologi

Materi : Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah

Kelas/ Semester : X/ II

Nama Validator :

Hari/Tanggal	Revisi/Saran/Komentar	Tanda Tangan

LEMBAR VALIDASI
TENTANG KEVALIDAN RPP

Nama Validator II :

Petunjuk :

Silakan beri tanda (✓) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas RPP.

No	Aspek	Indikator	Penilaian			
			1	2	3	4
1	Isi (<i>Content</i>)	1. Kebenaran isi/materi				
		2. Pengelompokan dalam bagian-bagian yang logis				
		3. Kesesuaian dengan K 13				
		4. Kesesuaian dengan prinsip metode pembelajaran pengamatan				
		5. Kelayakan sebagai kelengkapan pembelajaran				
		6. Kesesuaian alokasi waktu				
2	Struktur dan Navigasi (<i>Construct</i>)	1. Kejelasan pembagian materi				
		2. Pengaturan ruang/tata letak				
		3. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai				
3	Bahasa	1. Kebenaran tata bahasa				
		2. Menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti.				
		3. Kejelasan struktur kalimat				
		4. Sifat komunikatif bahasa yang digunakan.				

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, Agustus 2016
Validator

()
NIP.

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN RPP

Nama Pelajaran : Biologi

Materi : Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah

Kelas/ Semester : X/ II

Nama Validator :

Hari/Tanggal	Revisi/Saran/Komentar	Tanda Tangan

**LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN LKPD**

Nama Validator II :

Petunjuk :

Silakan beri tanda (✓) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas LKPD.

No	ASPEK YANG DIMINTA	Penilaian			
		1	2	3	4
	Format				
1	LKPD memuat: Judul, Tujuan Pembelajaran yang akan dicapai, Materi Pembelajaran, Pertanyaan Diskusi dan tempat kosong untuk menulis jawaban				
2	Keserasian tulisan pada LKPD				
	Isi				
3	Kebenaran Materi				
4	Kesesuaian antara permasalahan yang disajikan dengan sub materi karakteristik limbah air rendaman kedelai dan pemanfaatannya				
5	Peran LKPD untuk mendorong siswa mencari sendiri jawaban lain dari materi yang dipelajari				
	Bahasa				
6	Kemudahan siswa dalam memahami bahasa yang digunakan				
7	Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar				
8	Tugas-tugas dalam LKPD tidak menimbulkan makna				

	ganda/ambigu				
--	--------------	--	--	--	--

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, Agustus 2016
Validator

(
NIP.)

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN LKPD

Nama Pelajaran : Biologi

Materi : Perubahan lingkungan/iklim dan daur ulang limbah

Kelas/ Semester : X/ II

Nama Validator :

Hari/Tanggal	Revisi/Saran/Komentar	Tanda Tangan

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



a. Gunting



b. Neraca Analitik



c. Desikator



d. Mangkuk Karet



e. Timbangan



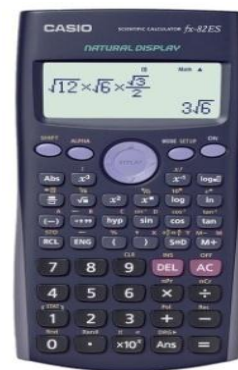
f. Baskom



g. Ember



h. Pisau Sadap



i. Kalkulator



j. Tissue



k. Spidol



l. Penjepit



m. Cawan Petri



n. Muffle Furnace



o. Oven



p. Doubel Tip



q. Kertas Label



r. Saringan



s. Crus Porselin



t. Stopwatch



u. Botol Bekas



v. Alat Tulis



w. pH Meter



x. Pembakar Listrik



y. Penjepit Krusible



z. Kamera



aa. Laptop



ab. Penggaris

Gambar 6. Alat yang digunakan dalam Penelitian (a-ab)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Lateks



b. Limbah Rendaman Kedelai



c. Asam Semut



d. Karet

Gambar 7. Bahan yang digunakan dalam Penelitian (a-d)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. pH Awal Lateks



b. pH Asam Semut



c. pH Limbah Rendaman Kedelai

Gambar 8. Proses Pengukuran pH Awal Bahan (a-b)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Penuangan Lateks dalam Mangkuk Karet

Gambar 9. Proses Penuangan Lateks Dalam Mangkuk (a)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Pembekuan dengan Limbah Rendaman Kedelai



b. Pembekuan dengan Asam Semut

Gambar 10. Proses Pembekuan Lateks (a-b)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



b. Lama Waktu Beku Menggunakan Koagulan Asam Semu



b. Lama Waktu Beku Menggunakan Koagulan Limbah Rendaman Kedelai

Gambar 11. Proses Pengukuran Lama Waktu Beku Lateks (a-b)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Pengukuran pH Lateks Menggunakan Koagulan Asam Semut



b. Pengukuran pH Lateks Menggunakan Koagulan Limbah Air Rendaman Kedelai

Gambar 12. Proses Pengukuran pH Lateks (a-b)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Berat Karet Menggunakan Koagulan Asam Semut



b. Berat Karet Menggunakan Koagulan Limbah Rendaman Kedelai

Gambar 13. Proses Penimbangan Berat Karet (a-b)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Lateks yang Sudah Digumpalkan

Gambar 14. Lateks yang Sudah Digumpalkan (a)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Pengeringan Karet dengan Koagulan Asam Semut (2 hari)



b. Pengeringan Karet dengan Koagulan Limbah Rendaman Kedelai (2 hari)



c. Pengeringan Karet dengan Koagulan Asam Semut (7 hari)



d. Pengeringan Karet dengan Koagulan Limbah Rendaman Kedelai (7 hari)

Gambar 15. Proses Pengeringan Karet (a-d)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Pemotongan Sampel



b. Penimbangan Sampel



c. Peletakan Sampel Pada Cawan petri



d. Proses Pengovenan



e. Proses Pendinginan



f. Proses Penimbangan Kadar Karet Kering

Gambar 16. Proses Penghitungan Kadar Karet Kering (a-f)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)



a. Pemotongan Sampel



b. Penimbangan



c. Peletakkan Sampel pada



d. Proses Pembakaran



e. Sampel Setelah Pembakaran



f. Proses Pengovenan Menggunakan *Muffle Furnace* (suhu 550°C)



g. Sampel Setelah Pengovenan



h. Proses Pendinginan



i. Proses Penimbangan

Gambar 17. Proses Penghitungan Kadar Abu (a-i)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2016)

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Lenia Wati dilahirkan di Bina Karsa pada tanggal 21 Desember 1993 sebagai anak sulung dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sugiyanto dan Ibu Samini. Penulis memulai jenjang pendidikan dasar di SD Negeri Bravo Wahyuni Mandira pada tahun 2000 dan lulus pada tahun 2006. Penulis melanjutkan pendidikan formal di SMP Negeri 2 Mesuji Makmur dan lulus pada tahun 2009. Sekolah Menengah Atas penulis selesaikan pada tahun 2012 di SMA Negeri 1 Belitang. Pada tahun 2012 penulis diterima di Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang dan terdaftar sebagai mahasiswa pada Program Studi Pendidikan Biologi dan lulus pada tahun 2016.