

FORMULASI ADITIF BIODIESEL B50 BERBASIS GLISEROL ESTER DAN UJI STABILITAS PENYIMPANAN

FIRDA DIMAWARNITA



**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Formulasi Aditif Biodiesel B50 berbasis Gliserol Ester dan Uji Stabilitas Penyimpanan adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2021

Firda Dimawarnita
NIM F351190071

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

FIRDA DIMAWARNITA. Formulasi Aditif Biodiesel B50 Berbasis Gliserol Ester dan Uji Stabilitas Penyimpanan Dibimbing oleh ERLIZA HAMBALI, MUSLICH, dan TRI PANJI

Fatty Acid Methyl Ester (FAME) merupakan biodiesel yang saat ini digunakan di Indonesia. Pencampuran FAME dan diesel oil masih terdapat kendala: FAME terpisah dengan *diesel oil* pada suhu rendah. Penurunan kualitas biodiesel disebabkan perubahan sifat fisiko kimia selama penyimpanan, karena adanya oksigen terlarut yang berpotensi merusak mesin. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan aditif gliserol ester (GE). Penelitian ini terdiri atas dua tahap. Pertama, sintesis GE dengan mereaksikan gliserol 99,9% dan asam oleat (1:1 mol/mol) menggunakan katalis PTSA dialiri gas nitrogen 100 cc/menit. Reaksi esterifikasi dilakukan pada suhu 140, 160, 180, dan 240°C pengadukan 400 rpm selama 180 menit. Analisis fisiko kimia GE meliputi: rendemen, angka asam, densitas, viskositas kinematis, dan FTIR. Tahap kedua adalah GE terbaik digunakan sebagai aditif pada biodiesel B50. Jenis aditif divariasikan yaitu GE dan aditif komersial dietil eter (DEE) konsentrasi 1000, 2000, dan 3000 ppm, suhu penyimpanan 25, 12, dan 42°C. Pengujian stabilitas penyimpanan selama 3 bulan, meliputi: angka asam, viskositas, laju korosifitas, dan kadar air.

Sintesis gliserol ester suhu terbaik berdasarkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah suhu 160°C dengan atribut rendemen, pH, angka asam, viskositas kinematis, densitas. Rendemen pada suhu 160°C sebesar 95,66%, pH 7, nilai angka asam 11,28 mg KOH/g sampel, viskositas kinematis 75,76 cst, dan densitas 0,944 g/cm³. Hasil sintesis gliserol ester terbaik digunakan untuk aditif biodiesel B50 dengan uji stabilitas penyimpanan selama 3 bulan pada suhu 25, 12, dan 42°C. Parameter ujinya adalah angka asam, viskositas kinematis, korosifitas, dan kadar air. Nilai angka asam dari variasi jenis dan konsentrasi aditif masih memenuhi standar SNI 7182-2015 (0,5 mg KOH/g sampel) dengan rentang nilai 0,148-0,392 mg KOH/g sampel. Viskositas kinematis memiliki rentang nilai 3,12-3,58 cst yang juga memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6 cst). Laju korosifitas tertinggi ada pada minggu ke-1 sebesar 0,447 mpy (GE) dan 0,261 mpy (DEE). Kadar air tertinggi pada hari ke-18 (0,046%), aditif GE 1000 ppm dan kontrol, yang artinya penambahan aditif dapat mempertahankan kadar air pada biodiesel B50. Secara keseluruhan variasi jenis aditif dan konsentrasi memenuhi standar SNI biodiesel 7182-2015.

Berdasarkan hasil uji ANOVA dan Duncan ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa suhu sintesis berpengaruh nyata pada rendemen. Suhu sintesis 140°C menghasilkan rendemen yang berbeda nyata, sedangkan suhu 160°C, 180°C, dan 240°C tidak berbeda nyata. Suhu sintesis berpengaruh nyata terhadap angka asam dan viskositas. Uji stabilitas penyimpanan menunjukkan perlakuan jenis, konsentrasi aditif, dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata pada angka asam dan viskositas. Uji laju korosifitas menunjukkan bahwa jenis aditif berpengaruh nyata terhadap laju korosifitas. Faktor jenis dan konsentrasi aditif juga berpengaruh nyata pada kadar air, interaksi kedua faktor tersebut mulai terlihat pada hari ke 24.

Kata kunci: *diesel oil, FAME, fisiko kimia, higroskopis, pencampuran*

SUMMARY

FIRDA DIMAWARNITA. *Formulation of Biodiesel B50 Additive Based on Glycerol Ester and Storage Stability Test* Supervised by ERLIZA HAMBALI, MUSLICH, dan TRI PANJI

Fatty Acid Methyl Ester (FAME) is a biodiesel currently used in Indonesia. However, the obstacles of mixing FAME with diesel oil: FAME separates from diesel oil at low temperatures. Physicochemical properties also lead to a decrease in the quality of biodiesel during storage due to dissolved oxygen can possibly damage the engine. The addition of glycerol ester (GE)-based additives can solve this problem. This investigation consists of two phases. The first step is to synthesize GE by reacting 99.9% glycerol with oleic acid (1:1 mol/mol) using a PTSA catalyst flowing at 100 cc/min N₂ gas. The esterification reaction was carried out at temperatures of 140, 160, 180, and 240°C with a stirring of 400 rpm for 180 minutes. The physicochemical properties of GE were analyzed: yield, acid number, density, kinematic viscosity, and FTIR. The second stage is the best GE from the first stage is used as an additive to biodiesel B50. The types of additives were varied GE and diethyl ether (DEE) with concentrations of 1000, 2000, and 3000 ppm, storage temperatures of 25, 12, and 42°C. The storage stability test was carried out for three months for: acid number, viscosity, corrosion rate, and water content.

The best temperature synthesis of GE based on AHP was at 160°C from yield, pH, acid number, kinematic viscosity, density. The result at 160°C was 95.66%, pH 7, acid number 11.28 mg KOH/g sample, kinematic viscosity was 75.76 cst and density 0.944 g/cm³. The best results of the synthesis of GE were used for the biodiesel additive B50 with a storage stability test for 3 months at temperatures of 25, 12, and 42°C. The test parameters are acid number, kinematic viscosity, corrosiveness, and water content. The value of the acid number from the variation of the type and concentration of the additives still corresponds to the SNI 7182-2015 (0.5 mg KOH/g sample) with a value range of 0.148-0.392 mg KOH/g sample. The kinematic viscosity has a value range of 3.12-3.58 cst corresponds to the SNI 7182-2015 (2.3-6 cst). The highest corrosivity rate at week 1 was 0.447 mpy (GE) and 0.261 mpy (DEE). On the 18th day, the highest water content of 0.046% was found in the 1000 ppm GE and control, which means that the addition of the additive can maintain the water content of the B50. Overall, the type and concentration of additive still met the biodiesel standard SNI 7182-2015.

The results of the ANOVA and Duncan's tests ($\alpha = 0.05$), it was shown that the synthesis temperature had a significant influence on the yield. The synthesis temperature of 140°C led to significantly different yields, but another temperatures didn't. The synthesis temperature of GE, types, additive concentrations, and storage temperatures significantly affected the acid number and viscosity. The type of additive had a significant influence on the corrosion rate. The factor type and concentration of the additives also influenced the water content significantly, with the interaction of the two factors becoming visible from the 24th day.

Keywords: *diesel oil, FAME, hygroscopic, mixing, physicochemical*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

FORMULASI ADITIF BIODIESEL B50 BERBASIS GLISEROL ESTER DAN UJI STABILITAS PENYIMPANAN

FIRDA DIMAWARNITA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Ir. Sapta Raharja, DEA

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Formulasi Aditif Biodiesel B50 berbasis Gliserol Ester dan Uji Stabilitas Penyimpanan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

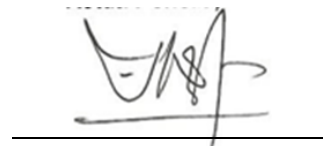
Nama : Firda Dimawarnita
NIM : F351190071

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Erliza Hambali



Pembimbing 2:
Dr. Tri Panji, M.S, APU



Pembimbing 3:
Dr. Ir. Muslich, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Illah Sailah, M.S
NIP. 19580521 198211 2 001



Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Anas Miftah Fauzi, M.Sc
NIP. 19600419 198503 1 002



PRAKATA

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga tesis dengan judul "Formulasi Aditif Biodiesel B50 berbasis Gliserol Ester dan Uji Stabilitas Penyimpanan" berhasil diselesaikan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Erliza Hambali, Dr. Tri Panji, MS, dan Dr. Ir. Muslich, M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dorongan semangat serta ilmu kepada penulis selama penelitian dan penyusunan karya tulis ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Priyono, DIRS sebagai pimpinan di institusi Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia tempat penulis bekerja atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh pendidikan S2, Dr. Laksmi Prima Santi dan Dr. Turhadi atas dorongan semangat, arahan dan bimbingan selama penulis melakukan penelitian ini, Yora Faramitha, M.Sc, Ibu Ida Farida, Putri, Ipan, dan Indriana penghuni lab spirulina yang juga banyak membantu dan memberikan semangat selama penulis melakukan penelitian. Secara khusus, ungkapan terima kasih tak terhingga disampaikan kepada suami Fuad Alfarisi dan ananda tersayang Ghazia Krasivyy Aisha yang selalu mendampingi dan memberikan cinta kasih, dorongan semangat, kesabaran, dan doa. Begitu pula kepada orang tua (papa dan almh mama) dan seluruh keluarga yang selalu mengirimkan doa, semangat dan kasih sayangnya kepada penulis. Penulis juga menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada staf manajemen dan peneliti di SBRC LPPM-IPB Univerity. Khususnya sahabat penelitian seperjuangan Afaz, Amal, Roza, dan Arsat terimakasih atas segala dukungan dan kebersamaan selama menyelesaikan penelitian.

Terimakasih kepada seluruh rekan mahasiswa pascasarjana S2 TIP IPB University angkatan 2019 atas segala dukungan dan kebersamaan selama menempuh kuliah dan menyelesaikan studi. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada Pak Candra sebagai staff di Departemen S2 TIP IPB University yang tidak pernah bosan membantu.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat kepada kita semua.

Bogor, Juni 2021

Firda Dimawarnita

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gliserol Ester	4
2.2 Biodiesel Teremulsi	5
2.3 Efek Air Pada <i>Biofuel</i> Teremulsi	7
2.4 Formulasi Emulsifier untuk Biodiesel	8
2.5 <i>State of The Art</i> Penelitian	9
III METODE	12
3.1 Kerangka Pemikiran	12
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.3 Alat dan Bahan	12
3.4 Rancangan Percobaan dan Analisis Data	12
3.5 Metode Sintesis Gliserol Ester	13
3.6 Metode Pencampuran Aditif dengan Biodiesel B50	14
3.7 Metode Pengujian Sifat Fisiko Kimia Gliserol Ester	14
3.8 Metode Penentuan Gliserol Ester Terbaik	14
3.9 Metode Pengujian Stabilitas Produk	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Sintesis Gliserol Ester	15
4.2 Sifat Fisiko Kimia Katalis <i>P-Toluene Sulfonic Acid</i> (PTSA)	17
4.3 Sifat Fisiko Kimia Gliserol Ester	18
4.3.1 Rendemen	18
4.3.2 Angka asam	19
4.3.3 Viskositas Kinematis	20
4.3.4 Densitas	21
4.4 Hasil Pengambilan Keputusan berdasarkan AHP	22
4.5 Hasil Karakterisasi Spektrum FTIR	25
4.6 Uji Stabilitas Penyimpanan GE dan DEE sebagai Aditif Biodiesel B50	27
4.6.1 Angka Asam	28
4.6.2 Viskositas Kinematis	30
4.7 Korosifitas	32
4.8 Kadar Air	34
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	101

5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	101

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

2.1 Surfaktan yang digunakan untuk formulasi pada biofuel	9
2.2 State of the art penelitian	10
4.1 Sifat fisiko kimia katalis PTSA	18
4.2 Pembobotan pada masing-masing kriteria dan atribut	23
4.3 Bobot total pemilihan GE terbaik	24
4.4 Hasil analisa bilangan asam pada biodiesel B50 yang telah ditambah aditif	29
4.5 Hasil analisa viskositas pada biodiesel B50 yang telah ditambah aditif	31

DAFTAR GAMBAR

2.1 Proses pemecahan emulsi pada <i>water in oil</i> (W/O)	6
3.1 Diagram alir pembuatan gliserol ester	13
4.1 Rangkaian Alat Pembuatan Gliserol Ester	15
4.2 Reaksi pembentukan gliserol ester	16
4.3 Produk gliserol ester yang terbentuk	16
4.4 Gliserol ester hasil esterifikasi dengan suhu (a) 140 ⁰ C; (b) 160 ⁰ C; (c) 180 ⁰ C; dan (d) 240 ⁰ C	17
4.5 Hasil perhitungan rendemen produk gliserol ester	19
4.6 Pengaruh suhu sintesis gliserol ester terhadap hasil analisis angka asam	20
4.7 Pengaruh suhu sintesis gliserol ester terhadap viskositas	21
4.8 Pengaruh suhu sintesis gliserol ester terhadap nilai densitas	22
4.9 Hirarki pemilihan GE terbaik	23
4.10 Spektrum FTIR: (a) gliserol 99%; (b) asam oleat; (c) gliserol ester suhu 160 ⁰ C	26
4.11 Penampakan visual biodiesel B50 dengan aditif pada suhu penyimpanan a) 25 ⁰ C; b) 12 ⁰ C; dan c) 42 ⁰ C	27
4.12 Perbandingan jenis aditif terhadap laju korosifitas	32
4.13 Plat tembaga sebelum dan sesudah imersi	33
4.14 Pengaruh faktor jenis dan konsentrasi aditif terhadap kadar air biodiesel B50	34

DAFTAR LAMPIRAN

1	Prosedur analisis	42
2	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon rendemen terhadap suhu sintesis gliserol ester	48
3	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon angka asam terhadap suhu sintesis gliserol ester	49
4	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon viskositas terhadap suhu sintesis gliserol ester	51
5	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon densitas terhadap suhu sintesis gliserol ester	52
6	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon angka asam terhadap jenis aditif , konsentrasi aditif, dan suhu penyimpanan	53
7	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon viskositas terhadap jenis aditif , konsentrasi aditif, dan suhu penyimpanan	67
8	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon laju korosifitas terhadap jenis aditif dan konsentrasi aditif	83
9	Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk peubah percobaan respon kadar air terhadap jenis aditif dan konsentrasi aditif	92
10	Kegiatan pengambilan data di laboratorium	98
11	Kegiatan pelaksanaan penelitian	100

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.