

VALORISASI *NON-PROTEIN RESIDUE* KACANG KORO PEDANG DARI PROSES EKSTRAKSI PROTEIN SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK

HABIB NUR ALAMSYAH



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- 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.

Perpustakaan 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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*Valorisasi Non-Protein Residue* Kacang Koro Pedang dari Proses Ekstraksi Protein sebagai Bahan Baku Bioplastik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen 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 skripsi ini.

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

Bogor, Januari 2025

Habib Nur Alamsyah
F1401201025

- 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.



ABSTRAK

HABIB NUR ALAMSYAH. Valorisasi *Non-Protein Residue* Kacang Koro Pedang dari Proses Ekstraksi Protein sebagai Bahan Baku Bioplastik. Dibimbing oleh NANIK PURWANTI.

Produk samping rangkaian proses ekstraksi dan isolasi protein Kacang Koro Pedang (KKP) berupa *non-protein residue* (NPR) memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioplastik. Tujuan penelitian ini adalah melakukan valorisasi NPR KKP dan mengeksplorasi pemanfaatannya sebagai bahan baku bioplastik. Analisis yang dilakukan pada NPR dan turunannya meliputi rendemen, analisis proksimat, kadar pati, amilosa dan amilopektin, kristalinitas melalui *X-ray diffraction* (XRD), dan karakteristik termal melalui *differential scanning calorimeter* (DSC) yang digabung dengan *thermogravimetric analyzer* (TGA). Formulasi bioplastik melibatkan kitosan sebagai *reinforcing agent*. Analisis bioplastik meliputi ketebalan, kadar air, solubilitas, *water vapor transmission rate* (WVTR), kuat tarik, elongasi dan biodegradabilitas. Penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa penggunaan NPR menghasilkan bioplastik yang mengandung *granule-granule* tak larut. Oleh karena itu, NPR diekstrak menggunakan 0,4% b/v natrium hidroksida (NaOH) sehingga diperoleh produk turunan berupa pati KKP. Rendemen pati yang dihasilkan dari biji KKP sebesar 28,29% dengan kadar karbohidrat sebesar 92,58% basis kering (bk). Pati yang dihasilkan memiliki kadar pati 84,09%bk, amilosa 30,17%bk dan amilopektin 67,95%bk. Analisis kristalinitas menunjukkan sebagian besar pati bersifat amorf. Karakteristik termal menunjukkan diperlukan energi lebih besar untuk pati mengalami *glass transition* dibandingkan *crystal transition*. Formulasi rasio pati KKP : akuades sebesar 1:10 b/v menghasilkan bioplastik terbaik secara kualitatif yang diamati dari kemudahan pemrosesannya, kemudahan untuk dilepas dari cetakan, warna dan teksturnya. Pengujian karakteristik bioplastik berbasis pati KKP menunjukkan perlakuan 1,0 gram kitosan menghasilkan bioplastik dengan kualitas terbaik yang dilihat dari ketebalan, kadar air, solubilitas dan WVTR yang paling rendah. Untuk menghasilkan bioplastik dengan kuat tarik yang tinggi cukup ditambahkan 0,5 gram kitosan, sementara itu untuk memperoleh elongasi yang tertinggi perlu ditambahkan 1,0 gram kitosan. Suhu, *relative humidity* (RH), dan waktu penyimpanan berpengaruh pada WVTR, kuat tarik dan elongasi bioplastik pada formulasi bioplastik dengan atau tanpa kitosan. Bioplastik dengan perlakuan kitosan lebih cepat terdegradasi dibandingkan tanpa kitosan dilihat dari laju biodegradabilitasnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa pati KKP dapat digunakan sebagai bahan baku bioplastik.

Kata kunci: bioplastik, kitosan, kacang koro pedang, *non-protein residue*, valorisasi

ABSTRACT

HABIB NUR ALAMSYAH. Valorization of Non-Protein Residue from Jack Bean Protein Extraction Process as Bioplastic Raw Material. Supervised by NANIK PURWANTI.

Non-protein residue (NPR), a by-product of protein extraction and isolation process from jack bean (JB), is a potential raw material for bioplastics. This study aimed to valorize NPR from JB and explored its application as a bioplastic material. NPR and its derivatives were analyzed in terms of their yield, proximate contents, starch content, amylose and amylopectin levels, crystallinity through X-ray diffraction (XRD), and thermal characteristics using differential scanning calorimeter (DSC) combined with thermogravimetric analyzer (TGA). Bioplastic formulation involved chitosan as a reinforcing agent. The resulting bioplastic were analyzed in a term of its thickness, moisture content, solubility, water vapor transmission rate (WVTR), tensile strength, elongation and biodegradability. Preliminary research indicated that NPR resulted bioplastic containing patches of insoluble material. Therefore, NPR was purified using 0,4% b/v sodium hydroxide (NaOH), yielding a derivative product in the form of JB starch. The starch yield, counted from the JB seeds, was 28,29%, with a carbohydrate content 92,58% on a dry basis (db). The starch contained 84,09% db starch, 30,17% db amylose, and 67,95% db amylopectin. Crystallinity analysis showed that most of the starch is amorphous. Thermal characteristics indicated that more energy is required for glass transition than crystal transition. The ratio of JB starch : aquadest of 1:10 b/v produced the best bioplastic in terms of ease of processing, ease of release from the mold, color, and texture. Testing the characteristics of JB starch bioplastics shows that the treatment of 1.0 gram of chitosan produces bioplastics with the best quality as seen from the thickness, moisture content, solubility and the lowest WVTR. To produce bioplastics with high tensile strength, it is sufficient to add 0.5 grams of chitosan, while to obtain the highest elongation, 1.0 grams of chitosan needs to be added. Temperature, relative humidity (RH), and storage time affected the WVTR, tensile strength, and elongation of the bioplastics, with or without chitosan. Bioplastics containing chitosan showed faster degradation compared to those without chitosan. In conclusion, JB starch is a promising raw material for bioplastics.

Keywords: bioplastic, chitosan, jack bean, non-protein residue, valorization



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
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 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.



VALORISASI *NON-PROTEIN RESIDUE* KACANG KORO PEDANG DARI PROSES EKSTRASKI PROTEIN SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK

HABIB NUR ALAMSYAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

Dr. Ir. Emmy Darmawati, M.Si

Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si

Judul Skripsi : *Valorisasi Non-Protein Residue* Kacang Koro Pedang dari Proses Ekstraksi Protein sebagai Bahan Baku Bioplastik

Nama : Habib Nur Alamsyah

NIM : F1401201025

Disetujui oleh

Pembimbing :
Dr. Nanik Purwanti, S.T.P., M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem
Dr. Ir. Edy Hartulistiyo, M.Sc. Agr.
NIP. 196304251989031001



Tanggal Ujian:
19 Desember 2024

Tanggal Lulus:

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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2023 sampai bulan Desember 2024 ini berjudul “Valorisasi *Non-Protein Residue* Kacang Koro Pedang dari Proses Ekstraksi Protein sebagai Bahan Baku Bioplastik”. Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Nanik Purwanti, S.T.P., M.Sc yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Ir. Emmy Darmawati, M.Si dan Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan dalam perbaikan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik. Terima kasih kepada keluarga, Bapak Akhmad Sutohid, Ibu Siti Musringah, dan Dek Alfi yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan kepada penulis. Terima kasih kepada Prof. Dr. Eng. Azis Boing Sitanggung yang telah menyediakan ruangan serta peralatan laboratorium selama pelaksanaan penelitian. Terima kasih kepada Bayu, Sinta, Bang Adam, Ageng, Septi, Fadil, Nara, Pak Dadang dan Esaka selaku rekan laboratorium yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian. Terima kasih kepada Pak Baskara, Pak Iman, Pak Zaenal, Pak Ujang, dan Bu Kania selaku staf dan teknisi yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian. Tak lupa penulis sampaikan terima kasih kepada Pandu, Rafly, Jaka, Firman, Haqi, Teguh, Ruple, Salsa, Tarisa, Fira, Yoga, Uzi, Pablo, Erwin, Cabi, Andi, Charel dan Anaking yang telah menemani dan membantu penulis baik selama penelitian maupun selama melaksanakan studi di Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Terima kasih kepada keluarga besar Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 57 atas kebersamaan, dukungan, bantuan dan semangatnya. Terakhir penulis sampaikan terima kasih kepada seluruh pihak terkait yang telah memberikan saran, bantuan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Habib Nur Alamsyah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kacang Koro Pedang (<i>Canavalia ensiformis</i>)	4
2.2 Pati	5
2.3 Bioplastik	6
2.4 <i>Differential Scanning Calorimetry (DSC) – Thermogravimetric Analysis (TGA)</i>	8
2.5 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	9
2.6 Sifat Mekanis (Kekuatan Tarik dan Elongasi)	10
2.7 Transmisi Uap Air (<i>Water Vapor Transmission Rate</i>)	10
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Pembuatan Pati Kacang Koro Pedang	13
3.5 Karakterisasi NPR dan Pati Kacang Koro Pedang	16
3.6 Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati KKP	19
3.7 Pengujian Karakteristik Bioplastik	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Valorisasi <i>Non Protein Residue</i> dan Formulasi Bioplastik Berbasis NPR	26
4.2 <i>Screening</i> Metode Ekstraksi Pati dari <i>Non-Protein Residue</i>	27
4.3 Karakterisasi Pati Kacang Koro Pedang	29
4.4 Karakteristik Bioplastik	33
V SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Simpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	56
RIWAYAT HIDUP	67



DAFTAR TABEL

1	Standar Nasional Indonesia (SNI) bioplastik	2
2	Hasil analisis kandungan karbohidrat kompleks	4
3	Perbedaan bioplastik dan plastik konvensional	6
4	Formulasi bioplastik tepung NPR	15
5	Formulasi bioplastik pati KKP	19
6	Formula pembuatan larutan jenuh amonium sulfat dan natrium nitrit	22
7	Hasil proses valorisasi tepung NPR	26
8	Pengujian kualitatif bioplastik berdasarkan metode ekstraksi pati	28
9	Perhitungan rendemen proses ekstraksi pati	28
10	Analisis proksimat NPR KKP dan pati KKP	29
11	Hasil analisis kadar pati, amilosa dan amilopektin	30
12	Derajat kristalinitas dan amorf pati KKP	31
13	Hasil <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC)	32
14	Hasil <i>Thermogravimetry Analysis</i> (TGA)	32
15	Ketebalan bioplastik	33
16	Kadar air bioplastik KKP	34
17	Solubilitas bioplastik	34

DAFTAR GAMBAR

1	Bioplastik pati ampas aren (Shavira dan Fuadi 2021)	1
2	Kacang koro pedang	4
3	Struktur kimia amilosa (kiri) dan amilopektin (kanan) (Japar dan Salit 2012)	5
4	Karakteristik termal pati jagung (a) DSC; (b) TGA (Chinnasamy <i>et al.</i> 2022)	8
5	Analisis XRD pada bioplastik pati dengan penambahan kitosan (kiri) dan gliserol (kanan) (Li <i>et al.</i> 2020; Ghozali <i>et al.</i> 2022)	9
6	Diagram alir pengeringan tepung NPR	14
7	Diagram alir proses <i>screening</i> metode ekstraksi pati KKP	16
8	Diagram alir proses pembuatan bioplastik	20
9	Diagram alir pengujian kualitas bioplastik	21
10	Ilustrasi laju transmisi uap air	23
11	(a) Cetakan bioplastik (a); (b) <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	24
12	Metode biodegradabilitas bioplastik	25
13	Tepung NPR	26
14	(a) Bioplastik cetakan berdiameter 9 cm (b) bioplastik cetakan berdiameter 10 cm	27
15	Kerak larutan akibat penambahan (a) suhu; (b) waktu	27
16	Hasil <i>screening</i> pati KKP dan bioplastik setelah perlakuan (a) 0,1% NaOH; (b) 0,2% NaOH; (c) 0,3% NaOH; (d) 0,4% NaOH	28
17	(a) Grafik XRD pati KKP; (b) Grafik XRD setelah <i>smoothing</i> Savitzky-Golay (b)	31

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.

18	Bioplastik untuk setiap perlakuan kitosan (a) tanpa; (b) 0,5 gram kitosan; (c) 1,0 gram kitosan	33
19	Grafik pengaruh perlakuan waktu terhadap nilai WVTR bioplastik dengan suhu penyimpanan 25 °C pada (a) RH 60%; (b) RH 80%	35
20	Grafik pengaruh perlakuan suhu penyimpanan terhadap nilai WVTR bioplastik pada (a) RH 60%, 72 jam ; RH 80%, 72 jam	36
21	Grafik pengaruh perlakuan RH terhadap nilai WVTR bioplastik pada waktu penyimpanan 72 jam	37
22	Grafik pengaruh perlakuan kitosan terhadap WVTR bioplastik pada waktu penyimpanan 72 jam (a) Suhu 5 °C, RH 60%; (b) Suhu 15 °C, RH 60%; (c) Suhu 25 °C, RH 60%; (d) Suhu 5 °C, RH 80%; (e) Suhu 15 °C, RH 80%; (f) Suhu 25 °C, RH 80%	38
23	Grafik pengaruh perlakuan waktu terhadap nilai kuat tarik bioplastik dengan suhu penyimpanan 25 °C pada (a) RH 60% ; (b) RH 80%	39
24	Grafik pengaruh perlakuan suhu penyimpanan terhadap nilai kuat tarik bioplastik pada (a) RH 60%, 72 jam; (b) RH 80%, 72 jam	40
25	Grafik pengaruh perlakuan RH terhadap nilai kuat tarik bioplastik pada waktu penyimpanan 72 jam	41
26	Pengaruh perlakuan kitosan pada kuat tarik bioplastik pada (a) suhu 5 °C; (b) suhu 15 °C; (c) suhu 25 °C	42
27	Pengaruh perlakuan kitosan pada kuat tarik bioplastik pada (a) suhu 5 °C, RH 80%; (b) suhu 15 °C, RH 80%; (c) suhu 25 °C, RH 80%	42
28	Grafik pengaruh perlakuan waktu terhadap nilai elongasi bioplastik dengan suhu penyimpanan 25 °C pada (a) RH 60% ; (b) RH 80%	43
29	Grafik pengaruh perlakuan suhu terhadap nilai elongasi bioplastik pada (a) RH 60%, 72 jam; (b) RH 80%, 72 jam	44
30	Grafik pengaruh perlakuan RH terhadap nilai elongasi bioplastik pada waktu penyimpanan 72 jam	45
31	Pengaruh perlakuan kitosan pada elongasi bioplastik pada (a) suhu 5 °C, RH 60%; (b) suhu 15 °C, RH 60 %; (c) suhu 25 °C, 60%	46
32	Pengaruh perlakuan kitosan pada elongasi bioplastik pada (a) suhu 5 °C, RH 80%; (b) suhu 15 °C, RH 80 %; (c) suhu 25 °C, RH 80%	47
33	Penampakan visual biodegradabilitas (a) tanpa kitosan; (b) 0,5 gram kitosan; (c) 1,0 gram kitosan	47
34	Biodegradabilitas bioplastik	48

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi proses ekstraksi pati KKP	57
2	Dokumentasi pembuatan bioplastik	58
3	Pengujian karakteristik bioplastik	59
4	Grafik WVTR bioplastik di suhu 5 °C (a) RH 60%; (b) RH 80%	61
5	Grafik WVTR bioplastik di suhu 15 °C (a) RH 60%; (b) RH 80%	61
6	Grafik hubungan WVTR bioplastik terhadap suhu penyimpanan di RH 60% (a) 12 jam; (b) 24 jam; (c) 36 jam; (d) 48 jam; (e) 60 jam	61
7	Grafik hubungan WVTR bioplastik terhadap suhu penyimpanan di RH 80% (a) 12 jam; (b) 24 jam; (c) 36 jam; (d) 48 jam; (e) 60 jam	62

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.



8	Grafik hubungan WVTR bioplastik terhadap RH penyimpanan (a) 12 jam; (b) 24 jam; (c) 36 jam; (d) 48 jam; (e) 60 jam	63
9	Grafik kuat tarik bioplastik di suhu 5 °C (a) RH 60%; (b) RH 80%	64
10	Grafik kuat tarik bioplastik di suhu 15 °C (a) RH 60%; (b) RH 80%	64
11	Grafik hubungan kuat tarik terhadap suhu penyimpanan yang disimpan selama 24 jam (a) RH 60%; (b) RH 80%	64
12	Grafik hubungan kuat tarik terhadap suhu penyimpanan yang disimpan selama 48 jam (a) RH 60%; (b) RH 80%	64
13	Grafik hubungan kuat tarik terhadap RH penyimpanan (a) 24 jam; (b) 48 jam	65
14	Grafik elongasi bioplastik di suhu 5 °C (a) RH 60%; (b) RH 80%	65
15	Grafik elongasi bioplastik di suhu 15 °C (a) RH 60%; (b) RH 80%	65
16	Grafik hubungan elongasi bioplastik terhadap suhu penyimpanan yang disimpan selama 24 jam (a) RH 60%; (b) RH 80%	65
17	Grafik hubungan elongasi bioplastik terhadap suhu penyimpanan yang disimpan selama 48 jam (a) RH 60%; (b) RH 80%	66
18	Grafik hubungan elongasi bioplastik terhadap RH penyimpanan (a) 24 jam; (b) 48 jam	66

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 @Hak cipta milik IPB University

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.