



PERBANDINGAN SIFAT-SIFAT REOLOGI ANTARA JACK BEAN PROTEIN ISOLATE (JBPI) DAN WHEY PROTEIN ISOLATE (WPI)

SINTA HARDIANI



**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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Sifat-Sifat Reologi antara *Jack Bean Protein Isolate* (JBPI) dan *Whey Protein Isolate* (WPI)” 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

Sinta Hardiani
F1401201081



ABSTRAK

SINTA HARDIANI. Perbandingan Sifat-Sifat Reologi antara *Jack Bean Protein Isolate* (JBPI) dan *Whey Protein Isolate* (WPI). Dibimbing oleh NANIK PURWANTI.

WPI adalah protein dengan sifat-sifat fungsional berkualitas tinggi tetapi memiliki dampak negatif terhadap peningkatan gas emisi rumah kaca (GERK) dalam proses produksinya. Sebagai alternatif, *jack bean protein isolate* (JBPI) dikembangkan untuk mensubstitusi peran WPI dalam formulasi pangan. Namun, sifat-sifat fungsional JBPI belum diketahui saat ini khususnya sifat-sifat reologi. Tujuan penelitian ini adalah mengeksplorasi, menganalisis, dan mengevaluasi sifat-sifat reologi JBPI, serta membandingkannya dengan sifat-sifat reologi WPI pada berbagai konsentrasi, pH, dan suhu. *Rotational rheological measurement* digunakan untuk mengkarakterisasi perilaku aliran JBPI dan WPI. Profil pembentukan gel kedua protein diamati secara kuantitatif menggunakan *dynamic oscillatory measurement* dan diamati secara kualitatif dengan pembuatan gel dalam *waterbath*. Perilaku *shear thinning* pada dispersi JBPI pH 2 mulai terjadi pada konsentrasi 2,5% w/w suhu 30 °C, sedangkan pH 7 dan 9 terjadi pada konsentrasi 5% w/w di suhu 30 °C. Adapun perilaku *shear thinning* pada larutan WPI pH 2 mulai teramati pada konsentrasi 7,5% w/w pH 2 di suhu 90 °C, sedangkan pH 7 dan 9 teramati pada konsentrasi 10% w/w pH 2 di suhu 90 °C. Nilai *hysteresis area* mayoritas terdeteksi pada dispersi JBPI yang bersifat *shear thinning*, sedangkan pada larutan WPI hanya terdeteksi pada konsentrasi dan suhu yang tinggi. Pemodelan perilaku aliran menggunakan *power law model* mampu merepresentasikan hubungan antara *shear stress* dan *shear rate* secara akurat (*good fit*) karena hampir semua pengukuran nilai memiliki nilai R^2 di atas 0,9. Perilaku tiksotropi pada dispersi JBPI mulai terdeteksi pada konsentrasi 2,5% w/w pH 2 di suhu 30 °C sedangkan sifat tiksotropi pada larutan WPI tidak teramati. Larutan WPI terindikasi bersifat *rheopexy* pada konsentrasi 12,5% w/w di suhu 90 °C untuk semua pH yang diukur. JBPI menunjukkan kemampuan pembentukan gel yang kuat pada konsentrasi 10% w/w pH 7, sedangkan WPI di pH 7 membutuhkan konsentrasi minimal 12,5% w/w. Secara visual, pembentukan gel JBPI mulai terbentuk pada konsentrasi 7,5% w/w pH 2 sedangkan WPI terbentuk pada konsentrasi 10% w/w pH 2. Berdasarkan sifat-sifat reologi tersebut, JBPI memiliki sifat-sifat yang mengungguli WPI dalam hal pembentukan gel maupun sebagai bahan pengental.

Kata kunci: *gelling properties*, *jack bean protein isolate*, perilaku aliran, reologi, *whey protein isolate*

ABSTRACT

SINTA HARDIANI. Comparison of Rheological Properties between Jack Bean Protein Isolate (JBPI) and Whey Protein Isolate (WPI). Supervised by NANIK PURWANTI.

WPI is a protein with high-quality functional properties but has a negative impact on increasing greenhouse gas emissions (GHG) in its production process. As an alternative, jack bean protein isolate (JBPI) was developed to substitute the role of WPI in food formulations. However, the functional properties of JBPI are currently unknown, especially the rheological properties. The aim of this study was to explore, analyze, and evaluate the rheological properties of JBPI, and compare them with the rheological properties of WPI at various concentrations, pH, and temperature. Rotational rheological measurement was used to characterize the flow behavior of JBPI and WPI. The gel formation profiles of both proteins were observed quantitatively using dynamic oscillatory measurement and observed qualitatively by gel formation in a waterbath. Shear thinning behavior in JBPI dispersion pH 2 began to occur at a concentration of 2,5% w/w at 30 °C, while pH 7 and 9 occurred at a concentration of 5% w/w at 30 °C. The shear thinning behavior in WPI pH 2 solution began to be observed at a concentration of 7,5% w/w pH 2 at 90 °C, while pH 7 and 9 were observed at a concentration of 10% w/w pH 2 at 90 °C. The majority of hysteresis area values were detected in the shear thinning dispersion of JBPI, while the WPI solution was only detected at high concentrations and temperatures. Modeling of flow behavior using a power law model is able to represent the relationship between shear stress and shear rate accurately (good fit) because almost all measurements R^2 value above 0,9. The thixotropic behavior of the JBPI dispersion was detected at a concentration of 2,5% w/w pH 2 at 30 °C while the thixotropic properties of the WPI solution were not observed. The WPI solution indicated rheopexy at a concentration of 12,5% w/w at 90 °C for all pHs measured. JBPI showed strong gel-forming ability at a concentration of 10% w/w pH 7, while WPI at pH 7 required a minimum concentration of 12,5% w/w. Visually, the gel formation of JBPI began to form at a concentration of 7,5% w/w pH 2 while WPI formed at a concentration of 10% w/w pH 2. The cooling method and storage duration proved to have an influence on the gel strength of JBPI and WPI. Based on these rheological properties, JBPI has properties that outperform WPI in terms of gel formation and as a thickening agent.

Keywords: gelling properties, jack bean protein isolate, flow behavior, rheology, whey protein isolate



© 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.

PERBANDINGAN SIFAT-SIFAT REOLOGI ANTARA JACK BEAN PROTEIN ISOLATE (JBPI) DAN WHEY PROTEIN ISOLATE (WPI)

SINTA HARDIANI

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 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:

1. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr

2. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si

Judul Skripsi : Perbandingan Sifat-Sifat Reologi antara *Jack Bean Protein Isolate* (JBPI) dan *Whey Protein Isolate* (WPI)

Nama : Sinta Hardiani

NIM : F1401201081

Disetujui oleh

Pembimbing :

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

NIP. 198101082005012004



Diketahui oleh

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, 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

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2023 sampai bulan November 2024 ini berjudul “Perbandingan Sifat-Sifat Reologi antara *Jack Bean Protein Isolate* (JBPI) dan *Whey Protein Isolate* (WPI)”. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh studi di Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian.
2. Dr. Nanik Purwanti, S.T.P., M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi saran kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
3. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr. dan Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si. selaku dosen penguji, serta Lilis Sucahyo, S.T.P., M.Si. selaku moderator yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi.
4. Prof. Dr. Eng. Azis Boing Sitanggang yang telah memberi izin penelitian di Measure Hub sekaligus memfasilitasi penggunaan peralatan laboratorium selama pelaksanaan penelitian,
5. Keluarga tercinta yang telah memberikan doa, motivasi, kasih sayang dan dukungan penuh kepada penulis selama menempuh studi perkuliahan,
6. Pak Baskara dan Bu Kania selaku teknisi yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian,
7. Bayu dan Habib selaku rekan perjuangan, Frisilia, Khaifa, Tina, Putri, Fayza, Fathiya, Bang Reynaldi, Kak Alliqs serta teman-teman Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 57 yang telah menemani dan membantu penulis, baik selama penelitian maupun selama menempuh studi,
8. Seluruh pihak yang telah terlibat memberikan dukungan dan semangat selama penyusunan.

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

Bogor, Januari 2025

Sinta Hardiani



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiiiiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Jackbean Protein Isolate (JBPI)</i>	3
2.2 <i>Whey Protein Isolate (WPI)</i>	3
2.3 Sifat Fungsional Protein	4
2.4 <i>Rheological Properties</i>	5
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.4 Analisis Sifat Reologi Larutan JBPI	21
3.5 Analisis Statistik	26
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 <i>Jack Bean Protein Isolate (JBPI) dan Whey Protein Isolate (WPI)</i>	27
4.2 Karakterisasi Perilaku Aliran Larutan JBPI dan WPI	33
4.3 <i>Small Scale Deformation Test (Quantitative Gelling)</i>	54
4.4 Analisis Sifat Gelasi Secara Kualitatif (<i>Qualitative Gelling</i>)	65
V SIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Simpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	78



DAFTAR TABEL

1	Hasil analisis proksimat <i>Jack Bean Protein Isolate</i> (JBPI)	3
2	Konstituen <i>Whey Protein Isolate</i> (WPI) dan komposisinya	4
3	Nilai rata-rata rendemen pada proses pembuatan JBPI dihitung dari biji KKP utuh (<i>raw material</i>)	28
4	Nilai rata-rata analisis proksimat JBPI dan WPI	29
5	Rata-rata berat molekul (kDa) dan intensitas relatif (%) berbagai fraksi protein penyusun JBPI	32
6	Rata-rata berat molekul (kDa) dan intensitas relatif (%) berbagai fraksi protein penyusun WPI	32
7	Hubungan sifat perilaku aliran dan nilai <i>hysteresis area</i> pada dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 30 °C	43
8	Hubungan sifat perilaku aliran dan nilai <i>hysteresis area</i> pada dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 60 °C	43
9	Hubungan sifat perilaku aliran dan nilai <i>hysteresis area</i> pada dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 90 °C	44
10	Parameter reologi dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 30 °C berdasarkan <i>power law model</i>	46
11	Parameter reologi dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 60 °C berdasarkan <i>power law model</i>	47
12	Parameter reologi dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 90 °C berdasarkan <i>power law model</i>	48
13	Perbandingan nilai rata-rata pengukuran 3ITT dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 30 °C	51
14	Perbandingan nilai rata-rata pengukuran 3ITT dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 60 °C	52
15	Perbandingan nilai rata-rata pengukuran 3ITT dispersi JBPI dan larutan WPI pada suhu 90 °C	53
16	Indikasi ketahanan struktur protein berdasarkan pengujian <i>frequency sweep</i>	58
17	Visualisasi gel yang terbentuk setelah <i>temperature ramp</i> dalam <i>rheometer</i>	62
18	Indikasi ketahanan struktur JBPI dan WPI pada rentang LVR	64
19	Indikasi pembentukan gel secara kualitatif	71

DAFTAR GAMBAR

1	Geometri pengukuran reologi (Manchon <i>et al.</i> 2023)	6
2	Diagram alir penelitian	14
3	Proses pembuatan isolat protein KKP	16
4	Bentuk geometri yang digunakan untuk pengukuran reologi (a) silinder konsentris CC17, (b) CP50-1, dan (c) modifikasi lingkungan pengukuran	22
5	(a) Biji KKP, (b) <i>Jack Bean Meal</i> (JBM), (c) <i>Defatted Jack Bean Meal</i> (DJBM), (d) <i>Jack Bean Protein Isolate</i> (JBPI), dan (e) <i>Whey Protein Isolate</i>	27
6	Profil SDS-PAGE JBPI dan WPI: <i>lane</i> M merepresentasikan <i>marker</i> , <i>lane</i> 1 WPI pH 2, <i>lane</i> 2 JBPI pH 2, <i>lane</i> 3 WPI pH 7, <i>lane</i> 4 JBPI pH 7, <i>lane</i> 5 WPI pH 9, dan <i>lane</i> 6 JBPI pH 9	30
7	Kurva viskositas sebagai fungsi <i>shear rate</i> dispersi JBPI dan larutan WPI konsentrasi 2,5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C).	34
8	Kurva viskositas terhadap <i>shear rate</i> dispersi JBPI dan larutan WPI konsentrasi 5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C).	35
9	Kurva viskositas sebagai fungsi <i>shear rate</i> dispersi JBPI dan WPI konsentrasi 7,5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C).	36
10	Kurva viskositas sebagai fungsi <i>shear rate</i> dispersi JBPI dan larutan WPI konsentrasi 10% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C)	37
11	Kurva viskositas sebagai fungsi <i>shear rate</i> larutan WPI konsentrasi 12,5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) WPI (30 °C), (b) WPI (60 °C), dan (c) WPI (90 °C)	38
12	Kurva <i>apparent</i> viskositas sebagai fungsi suhu dispersi JBPI dan larutan WPI pada berbagai variasi suhu dan konsentrasi: (a) JBPI pH 2, (b) WPI pH 2, (c) JBPI pH 7, (d) WPI pH 7, (e) JBPI pH 9, dan (f) WPI pH 9	40
13	Grafik <i>temperature sweep</i> dispersi JBPI dan WPI pada berbagai konsentrasi dan pH: (a) JBPI (pH 2), (b) WPI (pH 2), (c) JBPI (pH 7), (d) WPI (pH 7), (e) JBPI (pH 9), dan (f) WPI (pH 9).	57

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.



14	Grafik <i>frequency sweep</i> larutan JBPI dan WPI pada berbagai konsentrasi dan pH: (a) JBPI (pH 2), (b) WPI (pH 2), (c) JBPI (pH 7), (d) WPI (pH 7), (e) JBPI (pH 9), dan (f) WPI (pH 9)	60
15	Grafik <i>strain sweep</i> larutan JBPI dan WPI pada berbagai konsentrasi dan pH: (a) JBPI (pH 2), (b) WPI (pH 2), (c) JBPI (pH 7), (d) WPI (pH 7), (e) JBPI (pH 9), dan (f) WPI (pH 9)	61
16	Visualisasi pembentukan gel JBPI pada berbagai konsentrasi dan pH berdasarkan metode pendinginan cepat: (a) 2,5%, (b) 5,0%, (c) 7,5%, dan (d) 10,0% (w/w)	66
17	Visualisasi pembentukan gel JBPI pada berbagai konsentrasi dan pH berdasarkan metode pendinginan lambat: (a) 2,5%, (b) 5,0%, (c) 7,5%, dan (d) 10,0% (w/w)	67
18	Visualisasi pembentukan gel WPI pada berbagai konsentrasi dan pH berdasarkan metode pendinginan cepat: (a) 2,5%, (b) 5,0%, (c) 7,5%, (d) 10,0%, dan (e) 12,5% (w/w)	69
19	Visualisasi pembentukan gel WPI pada berbagai konsentrasi dan pH berdasarkan metode pendinginan lambat: (a) 2,5%, (b) 5,0%, (c) 7,5%, (d) 10,0%, dan (e) 12,5% (w/w)	70
20	Kurva 3ITT dispersi JBPI dan larutan WPI konsentrasi 2,5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C)	84
21	Kurva 3ITT dispersi JBPI dan larutan WPI konsentrasi 5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C)	85
22	Kurva 3ITT dispersi JBPI dan larutan WPI konsentrasi 7,5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C)	86
23	Kurva 3ITT dispersi JBPI dan larutan WPI konsentrasi 10% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C)	87
24	Kurva 3ITT larutan WPI konsentrasi 12,5% (w/w) pada berbagai variasi pH dan suhu: (a) JBPI (30 °C), (b) WPI (30 °C), (c) JBPI (60 °C), (d) WPI (60 °C), (e) JBPI (90 °C), dan (f) WPI (90 °C)	88



DAFTAR LAMPIRAN

1	Visualisasi larutan JBPI dan WPI pada berbagai konsentrasi dan pH	79
2	Data Mentah Analisis Proksimat JBPI dan WPI	80
3	Data Mentah Analisis Bradford JBPI dan WPI	81
4	Data Mentah Analisis kadar HCN JBPI	81
5	Perbandingan nilai rata-rata <i>apparent</i> viskositas dispersi JBPI dan larutan WPI pada <i>shear rate</i> 100 s ⁻¹	82
6	Kurva 3ITT JBPI dan WPI pada berbagai konsentrasi, suhu, dan pH	84
7	Dokumentasi pelaksanaan penelitian	89

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.