

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>PERNYATAAN</b>	iii
<b>PERSEMBAHAN</b>	iv
<b>PRAKATA</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xiii
<b>INTISARI</b>	xvi
<b>ABSTRACT</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan	7
I.3 Manfaat	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS</b>	8
II.1 Tinjauan Pustaka	8
II.1.1 Bioplastik, serta pengembangannya sebagai <i>polybag biodegradable</i>	8
II.1.2 Karboksimetil selulosa (KMS) sebagai bahan dasar dalam pembuatan bioplastik	12
II.1.3 Bentonit dan karbon aktif sebagai <i>filler</i> bioplastik	13
II.1.4 Pupuk NPK lepas-lambat	16
II.1.5 Titanium dioksida (TiO <sub>2</sub> ) sebagai agen antibakteri terhadap penyakit layu bakteri	20
II.1.6 Model kinetika pelepasan pupuk lepas-lambat	24
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	26
II.2.1 Perumusan hipotesis I	26
II.2.2 Perumusan hipotesis II	27
II.2.3 Perumusan hipotesis III	28
II.2.4 Perumusan hipotesis IV	28
II.2.5 Rancangan penelitian	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	30
III.1 Bahan	30
III.2 Peralatan	30
III.3 Prosedur Penelitian	30
III.3.1 Preparasi bentonit	30
III.3.2 Sintesis bioplastik KMS/NPK	31
III.3.3 Sintesis bioplastik KMS/bentonit/NPK	32
III.3.4 Sintesis bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	33
III.3.5 Sintesis bioplastik KMS/karbon aktif/bentonit/NPK	33
III.3.6 Sintesis bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> /karbon aktif/bentonit/NPK	34
III.3.7 Uji sifat mekanik	34

III.3.8	Uji lepas-lambat dan kadar N terserap	34
III.3.9	Uji lepas-lambat dan kadar P terserap	35
III.3.10	Uji lepas-lambat dan kadar K terserap	37
III.3.11	Uji sifat antibakteri	37
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	39
IV.1	Bioplastik KMS/NPK	39
IV.1.1	Karakterisasi bioplastik KMS/NPK menggunakan spektroskopi FTIR	41
IV.1.2	Analisis difraktogram XRD bioplastik KMS/NPK	43
IV.1.3	Analisis sifat mekanik bioplastik KMS/NPK	46
IV.1.4	Penentuan kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK	50
IV.2	Bioplastik KMS/Bentonit/NPK	54
IV.2.1	Karakterisasi bioplastik KMS/bentonit/NPK menggunakan spektroskopi FTIR	55
IV.2.2	Analisis difraktogram XRD bioplastik KMS/bentonit/NPK	57
IV.2.3	Analisis sifat mekanik bioplastik KMS/bentonit/NPK	60
IV.2.4	Penentuan kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/bentonit/NPK	61
IV.3	Bioplastik KMS/Karbon Aktif/NPK	63
IV.3.1	Karakterisasi bioplastik KMS/karbon aktif/NPK menggunakan spektroskopi FTIR	64
IV.3.2	Analisis difraktogram XRD bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	65
IV.3.3	Analisis sifat mekanik bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	67
IV.3.4	Penentuan kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	68
IV.4	Bioplastik KMS/Karbon Aktif/Bentonit/NPK	70
IV.4.1	Karakterisasi bioplastik KMS/karbon aktif/bentonit/NPK menggunakan spektroskopi FTIR	71
IV.4.2	Analisis difraktogram XRD bioplastik KMS/karbon aktif/bentonit/NPK	72
IV.4.3	Analisis sifat mekanik bioplastik KMS/karbon aktif/bentonit/NPK	75
IV.4.4	Penentuan kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/karbon aktif/bentonit/NPK	77
IV.5	Bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> /Karbon Aktif/Bentonit/NPK	80
IV.5.1	Karakterisasi bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> /karbon aktif/bentonit/NPK menggunakan spektroskopi FTIR	81
IV.5.2	Analisis difraktogram XRD bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> /karbon aktif/bentonit/NPK	83
IV.5.3	Analisis sifat mekanik bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> /karbon aktif/bentonit/NPK	87

IV.5.4	Penentuan kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> /karbon aktif/bentonit/NPK	89
IV.6	Uji Lepas-Lambat Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada Bioplastik	92
IV.6.1	Uji lepas-lambat nitrogen	93
IV.6.2	Uji lepas-lambat fosfor	95
IV.6.2	Uji lepas-lambat kalium	97
IV.7	Analisis Sifat Antibakteri pada Bioplastik	101
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN</b>	107
V.1	Kesimpulan	107
V.2	Saran	107
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	108
	<b>LAMPIRAN</b>	121

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur Na-KMS	13
Gambar II.2	Struktur lempung kelompok smektit	14
Gambar II.3	Mekanisme $\text{TiO}_2$ dalam inaktivasi bakteri setelah dikenai sinar UV	23
Gambar IV.1	Foto bioplastik (a) KMS/NPK 0,5 g, (b) KMS/NPK 1 g, (c) KMS/NPK 2 g, (d) KMS/NPK 4 g, (e) KMS/NPK 8 g	40
Gambar IV.2	Foto bioplastik KMS/NPK 0,5 g (a) temperatur pengadukan 40 °C, (b) temperatur pengadukan 50 °C, (c) temperatur pengadukan 70 °C	41
Gambar IV.3	Spektra inframerah (a) serbuk KMS, (b) serbuk urea, (c) serbuk $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , (d) serbuk KCl, (e) bioplastik KMS, dan (f) bioplastik KMS/NPK 0,5 g	42
Gambar IV.4	Difraktogram XRD (a) serbuk KMS, (b) serbuk urea, (c) serbuk amonium dihidrogen fosfat, (d) serbuk kalium klorida, (e) bioplastik KMS, dan (f) bioplastik KMS/NPK 0,5 g	44
Gambar IV.5	Difraktogram XRD (a) serbuk KMS, (b) bioplastik KMS, dan (c) bioplastik KMS/NPK 0,5 g	45
Gambar IV.6	Perkiraan interaksi KMS, urea, amonium dihidrogen fosfat, dan kalium klorida	46
Gambar IV.7	Histogram kekuatan tarik dan elongasi bioplastik KMS, KMS/NPK 0,5 g, dan KMS/NPK 1 g	47
Gambar IV.8	Histogram kekuatan tarik dan elongasi bioplastik KMS/NPK 0,5 g yang dibuat dengan temperatur pengadukan 40, 50, 70 °C, dan temperatur ruang (28,5 °C)	48
Gambar IV.9	Histogram modulus Young bioplastik KMS/NPK 0,5 g yang dibuat dengan temperatur pengadukan 40, 50, 70 °C, serta temperatur ruang (28,5 °C)	50
Gambar IV.10	Histogram kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK dengan variasi massa NPK 0,5; 1; 2; 4; dan 8 g	51
Gambar IV.11	Histogram efisiensi NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK dengan variasi massa NPK 0,5; 1; 2; 4; dan 8 g	52
Gambar IV.12	Histogram kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g dengan variasi temperatur pengadukan 40 °C, 50 °C, 70 °C, dan temperatur ruang (28,5 °C)	53
Gambar IV.13	Histogram efisiensi NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g dengan variasi temperatur pengadukan 40 °C, 50 °C, 70 °C, dan temperatur ruang (28,5 °C)	53
Gambar IV.14	Foto bioplastik KMS/bentonit/NPK	55
Gambar IV.15	Spektra inframerah (a) serbuk bentonit, (b) bioplastik KMS/NPK 0,5 g, dan (c) bioplastik KMS/bentonit/NPK	55
Gambar IV.16	Difraktogram XRD (a) serbuk bentonit, (b) bioplastik KMS/NPK 0,5 g, dan (c) bioplastik KMS/bentonit/NPK	57
Gambar IV.17	Perkiraan interaksi KMS, bentonit, urea, amonium	59

	dihidrogen fosfat, dan kalium klorida	
Gambar IV.18	Histogram kuat tarik dan elongasi bioplastik KMS/NPK 0,5 g dan KMS/bentonit/NPK	60
Gambar IV.19	Histogram kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g dan KMS/bentonit/NPK	61
Gambar IV.20	Histogram efisiensi NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g dan KMS/bentonit/NPK	61
Gambar IV.21	Foto bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	63
Gambar IV.22	Spektra inframerah (a) serbuk karbon aktif, (b) bioplastik KMS/NPK 0,5 g, dan (c) bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	64
Gambar IV.23	Difraktogram XRD (a) serbuk karbon aktif, (b) bioplastik KMS/NPK 0,5 g, dan (c) bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	65
Gambar IV.24	Perkiraan interaksi KMS, karbon aktif, urea, amonium dihidrogen fosfat, dan kalium klorida	67
Gambar IV.25	Histogram kuat tarik dan elongasi bioplastik KMS/NPK 0,5 g dan KMS/karbon aktif/NPK	68
Gambar IV.26	Histogram kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g dan KMS/karbon aktif/NPK	69
Gambar IV.27	Histogram efisiensi NPK terserap pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g dan KMS/karbon aktif/NPK	69
Gambar IV.28	Foto bioplastik (a) KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK, (b) KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, dan (c) KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	70
Gambar IV.29	Spektra inframerah (a) bioplastik KMS/NPK 0,5 g, (b) bioplastik KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK, (c) bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, dan (d) bioplastik KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	71
Gambar IV.30	Difraktogram XRD (a) bioplastik KMS/NPK 0,5 g, (b) bioplastik KMS/bentonit/NPK, (c) bioplastik KMS/karbon aktif/NPK, dan (d) bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK	73
Gambar IV.31	Perkiraan interaksi KMS, karbon aktif, bentonit, urea, amonium dihidrogen fosfat, dan kalium klorida	75
Gambar IV.32	Histogram kuat tarik dan elongasi bioplastik KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK, KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, dan KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	76
Gambar IV.33	Histogram kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/bentonit/NPK; KMS/karbon aktif/NPK; KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK; KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK; dan KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	78
Gambar IV.34	Histogram efisiensi NPK terserap pada bioplastik KMS/bentonit/NPK; KMS/karbon aktif/NPK; KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK; KMS/karbon aktif 0,05 g/	78

	bentonit/NPK; dan KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	
Gambar IV.35	Foto bioplastik (a) KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, (b) KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan (c) KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	81
Gambar IV.36	Spektra inframerah (a) serbuk TiO <sub>2</sub> , (b) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, (c) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan (d) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	82
Gambar IV.37	Difraktogram XRD serbuk TiO <sub>2</sub>	83
Gambar IV.38	Difraktogram XRD (a) bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, (b) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, (c) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan (d) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	84
Gambar IV.39	Perkiraan interaksi KMS, TiO <sub>2</sub> , karbon aktif, bentonit, urea, amonium dihidrogen fosfat, dan kalium klorida	86
Gambar IV.40	Histogram kuat tarik dan elongasi bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	88
Gambar IV.41	Histogram modulus Young bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	89
Gambar IV.42	Histogram kadar NPK terserap pada bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	90
Gambar IV.43	Histogram efisiensi NPK terserap pada bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	90
Gambar IV.44	Grafik pelepasan nitrogen pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g, KMS/bentonit/NPK, KMS/karbon aktif/NPK, KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, dan KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK	94
Gambar IV.45	Grafik pelepasan fosfor pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g, KMS/bentonit/NPK, KMS/karbon aktif/NPK, KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, dan KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK	95
Gambar IV.46	Grafik pelepasan kalium pada bioplastik KMS/NPK 0,5 g, KMS/bentonit/NPK, KMS/karbon aktif/NPK, KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, dan KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK	97

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Standar kualitas bioplastik komersil	11
Tabel II.2	Mekanisme pelepasan berdasarkan nilai n model Korsmeyer-Peppas	26
Tabel III.1	Massa urea, amonium dihidrogen fosfat, dan kalium klorida yang digunakan pada setiap variasi massa NPK	31
Tabel IV.1	Perbandingan hasil analisis spektra inframerah serbuk KMS, bioplastik KMS, dan KMS/NPK 0,5 g	43
Tabel IV.2	Hasil analisis spektra inframerah serbuk bentonit	56
Tabel IV.3	Perbandingan hasil analisis spektra inframerah bioplastik KMS/bentonit/NPK dengan KMS/NPK 0,5 g	56
Tabel IV.4	Hasil analisis spektra inframerah serbuk karbon aktif	64
Tabel IV.5	Perbandingan hasil analisis spektra inframerah bioplastik KMS/ karbon aktif/NPK dengan KMS/NPK 0,5 g	65
Tabel IV.6	Perbandingan hasil analisis spektra inframerah bioplastik KMS/ karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK, KMS/karbon aktif 0,05 g/ bentonit/NPK, dan KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	72
Tabel IV.7	Perbandingan hasil analisis spektra inframerah bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/ karbon aktif/bentonit/NPK	82
Tabel IV.8	Kinetika lepas-lambat nitrogen	100
Tabel IV.9	Kinetika lepas-lambat fosfor	100
Tabel IV.10	Kinetika lepas-lambat kalium	101
Tabel IV.11	Kategori kekuatan daya antibakteri	103
Tabel IV.12	Hasil pengukuran diameter zona hambat dan kategorinya	103



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Bioplastik: (a) KMS, (b) KMS/NPK 0,5 g, (c) KMS/NPK 1 g, (d) KMS/NPK 2 g, (e) KMS/NPK 4 g, (f) KMS/NPK 8 g, (g) KMS/NPK 0,5 g variasi temperatur pengadukan 40 °C, (h) KMS/NPK 0,5 g variasi temperatur pengadukan 50 °C, dan (i) KMS/NPK 0,5 g variasi temperatur Pengadukan 70 °C	121
Lampiran 2	Bioplastik: (a) KMS/bentonit/NPK, (b) KMS/karbon aktif/NPK, (c) KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK, (d) KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, dan (e) KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	121
Lampiran 3	Bioplastik: (a) KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, (b) KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan (c) KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	122
Lampiran 4	Hasil uji antibakteri dengan bakteri uji <i>Ralstonia solanacearum</i> : (a) standar, (b) bioplastik KMS, (c) bioplastik KMS/NPK 0,5 g, (d) bioplastik KMS/bentonit/NPK, (e) bioplastik KMS/karbon aktif/NPK, (f) bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK, (g) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK, (h) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK, dan (i) bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	122
Lampiran 5	Perhitungan massa bahan dasar NPK (urea, NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , dan KCl) yang ditambahkan berdasarkan perbandingan kandungan N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , dan K <sub>2</sub> O pada NPK komersial 15:15:15	123
Lampiran 6	Spektra inframerah serbuk karboksimetil selulosa	128
Lampiran 7	Spektra inframerah serbuk urea	128
Lampiran 8	Spektra inframerah serbuk amonium dihidrogen fosfat	129
Lampiran 9	Spektra inframerah serbuk kalium klorida	129
Lampiran 10	Spektra inframerah serbuk bentonit	130
Lampiran 11	Spektra inframerah serbuk karbon aktif	130
Lampiran 12	Spektra inframerah serbuk titanium dioksida	131
Lampiran 13	Spektra inframerah bioplastik KMS	131
Lampiran 14	Spektra inframerah bioplastik KMS/NPK 0,5 g	132
Lampiran 15	Spektra inframerah bioplastik KMS/bentonit/NPK	132
Lampiran 16	Spektra inframerah bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	133
Lampiran 17	Spektra inframerah bioplastik KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK	133
Lampiran 18	Spektra inframerah bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK	134
Lampiran 19	Spektra inframerah bioplastik KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	134
Lampiran 20	Spektra inframerah bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK	135



Lampiran 21	Spektra inframerah bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK	135
Lampiran 22	Spektra inframerah bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	136
Lampiran 23	Difraktogram sinar-X serbuk karboksimetil selulosa	137
Lampiran 24	Difraktogram sinar-X serbuk urea	137
Lampiran 25	Difraktogram sinar-X serbuk amonium dihidrogen fosfat	138
Lampiran 26	Difraktogram sinar-X serbuk kalium klorida	138
Lampiran 27	Difraktogram sinar-X serbuk bentonit	139
Lampiran 28	Difraktogram sinar-X serbuk karbon aktif	139
Lampiran 29	Difraktogram sinar-X serbuk titanium dioksida	140
Lampiran 30	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS	140
Lampiran 31	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS/NPK 0,5 g	141
Lampiran 32	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS/bentonit/NPK	141
Lampiran 33	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	142
Lampiran 34	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK	142
Lampiran 35	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK	143
Lampiran 36	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK	143
Lampiran 37	Difraktogram sinar-X bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	144
Lampiran 38	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS	145
Lampiran 39	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/NPK 0,5 g	146
Lampiran 40	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/NPK 1 g	147
Lampiran 41	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/NPK 0,5 g (temperatur pengadukan 40 °C)	148
Lampiran 42	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/NPK 0,5 g (temperatur pengadukan 50 °C)	149
Lampiran 43	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/NPK 0,5 g (temperatur pengadukan 70 °C)	150
Lampiran 44	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/bentonit/NPK	151
Lampiran 45	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	152
Lampiran 46	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/karbon aktif 0,01 g/bentonit/NPK	153
Lampiran 47	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK	154
Lampiran 48	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/karbon aktif 0,1 g/bentonit/NPK	155
Lampiran 49	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,01 g/karbon aktif/bentonit/NPK	156
Lampiran 50	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK	157
Lampiran 51	Hasil uji sifat mekanik bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,1 g/karbon aktif/bentonit/NPK	158

Lampiran 52	Kadar nitrogen yang terserap dalam bioplastik	159
Lampiran 53	Kadar fosfor yang terserap dalam bioplastik	161
Lampiran 54	Kadar kalium yang terserap dalam bioplastik	163
Lampiran 55	Kinetika pelepasan nitrogen dari bioplastik KMS/NPK 0,5 g	165
Lampiran 56	Kinetika pelepasan nitrogen dari bioplastik KMS/bentonit/ NPK	166
Lampiran 57	Kinetika pelepasan nitrogen dari bioplastik KMS/karbon aktif/NPK	167
Lampiran 58	Kinetika pelepasan nitrogen dari bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK	169
Lampiran 59	Kinetika pelepasan nitrogen dari bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/karbon aktif/bentonit/NPK	170
Lampiran 60	Kinetika pelepasan fosfor dari bioplastik KMS/NPK 0,5 g	171
Lampiran 61	Kinetika pelepasan fosfor dari bioplastik KMS/bentonit/ NPK	173
Lampiran 62	Kinetika pelepasan fosfor dari bioplastik KMS/karbon aktif/ NPK	174
Lampiran 63	Kinetika pelepasan fosfor dari bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK	175
Lampiran 64	Kinetika pelepasan fosfor dari bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/ karbon aktif/bentonit/NPK	177
Lampiran 65	Kinetika pelepasan kalium dari bioplastik KMS/NPK 0,5 g	178
Lampiran 66	Kinetika pelepasan kalium dari bioplastik KMS/bentonit/ NPK	179
Lampiran 67	Kinetika pelepasan kalium dari bioplastik KMS/karbon aktif/ NPK	181
Lampiran 68	Kinetika pelepasan kalium dari bioplastik KMS/karbon aktif 0,05 g/bentonit/NPK	182
Lampiran 69	Kinetika pelepasan kalium dari bioplastik KMS/TiO <sub>2</sub> 0,05 g/ karbon aktif/bentonit/NPK	183