UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv
PRAKATA v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xiii
INTISARI xviii
ABSTRACT xix
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1 Latar belakang 1
I.2 Tujuan 4
I.3 Manfaat 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS 5
II.1 Tinjauan Pustaka 5
II.1.1 Pupuk NPK di pertanian 5
II.1.2 Karboksimetil Selulosa (KMS) 7
II.1.3 Gliserol sebagai pemlastis 8
II.1.4 Pupuk lepas lambat dan kinetikanya 10
II.1.5 Bahan pengisi anorganik dalam pupuk NPK lepas lambat 14
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian 16
II.2.1 Perumusan Hipotesis I 16
II.2.2 Perumusan Hipotesis II 16
II.2.3 Perumusan Hipotesis III 17
II.2.4 Rancangan penelitian 17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 19
III.1 Bahan 19
III.2 Peralatan 19
III.3 Prosedur Penelitian 19
III.3.1 Preparasi zeolit alam 19
III.3.2 Penyiapan pupuk NPK 19
III.3.3 Sintesis bioplastik KMS-NPK 20
III.3.4 Sintesis bioplastik KMS-NPK-zeolit 20
III.3.5 Sintesis bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 20
III.3.6 Uji sifat mekanik 21
III.3.7 Uji lepas lambat nitrogen 21
III.3.8 Uji lepas lambat fosfor 22
III.3.9 Uji lepas lambat kalium 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24
IV.1 Bioplastik KMS-NPK 24
IV.1.1 Karakterisasi bioplastik KMS-NPK menggunakan spekstroskopi FTI 25

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IV.1.2 Karakterisasi bioplastik KMS-NPK menggunakan difraktometer sinar-X (XRD) 27
IV.1.3 Analisis sifat mekanik bioplastik KMS-NPK 29
IV.1.4 Penentuan jumlah NPK terabsorp pada bioplastik KMS-NPK 31
IV.2 Bioplastik KMS-NPK-zeolit 34
IV.2.1 Karakterisasi bioplastik KMS-NPK-zeolit menggunakan spekstroskopi FTIR 35
IV.2.2 Karakterisasi bioplastik KMS-NPK menggunakan difraktometer sinar-X (XRD) 38
IV.2.3 Analisis sifat mekanik bioplastik KMS-NPK-zeolit 40
IV.2.4 Pengukuran jumlah NPK terabsorp pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 42
IV.2.5 Uji lepas lambat nitrogen, fosfor, kalium pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 44
IV.3 Bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 52
IV.3.1 Karakterisasi bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit menggunakan spektroskopi FTIR 52
IV.3.2 Karakterisasi bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit menggunakan difraktometer sinar-X (XRD) 57
IV.3.3 Analisis kekuatan mekanik bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 59
IV.3.4 Pengukuran jumlah NPK terabsorp pada bioplastik KMS-NPK-zeolit-gliserol 63
IV.3.5 Uji lepas lambat nitrogen, fosfor, kalium pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 65
BAB V KESIMPULAN 75
V.1 Kesimpulan 75
V.2 Saran 76
DAFTAR PUSTAKA 77
LAMPIRAN 81

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur dasar karboksimetil selulosa	7
Gambar II.2	Struktur gliserol	9
Gambar II.3	Macam klasifikasi *Controlled Release* Fertilizer	12
Gambar II.4	Struktur dasar zeolit	15
Gambar IV.1	Spektra Inframerah (a) KMS, (b) bioplastik KMS, (c) Pupuk, (d) bioplastik KMS-NPK 1:0,5, dan (e) bioplastik KMS-NPK	26
Gambar IV.2	Ilustrasi interaksi dari KMS dan Pupuk NPK (K^+)dan $(NH_4)_2HPO_4$) dalam bioplastik KMS-NPK	27
Gambar IV.3	Difraktogram sinar-X (a) KMS serbuk, (b) bioplastik KMS, (c) pupuk NPK, (d) bioplastik KMS-NPK 1:0,5, dan (e) bioplastik KMS-NPK 1:1	28
Gambar IV.4	Histogram kekuatan tarik bioplastik KMS, KMS-NPK 1;0,5 dan 1:1	30
Gambar IV.5	Histogram kemuluran bioplastik KMS, KMS-NPK 1;0,5 dan 1:1	30
Gambar IV.6	Histogram konsentrasi pupuk NPK terabsorp pada bioplastik KMS-NPK 1:0,5 dan 1:1	34
Gambar IV.7	Histogram efisiensi pupuk NPK terabsorp pada bioplastik KMS-NPK 1:0,5 dan 1:1	34
Gambar IV.8	Spektra Inframerah (a) zeolit alam, (b) bioplastik KMS-NPK 1:0,5, (c) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,01 g, (d) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, (e) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,08 g, (f) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g, dan (g) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5	36
Gambar IV.9	Ilustrasi interaksi dari KMS, zeolit dan Pupuk NPK (K^+ dan $(NH_4)_2HPO_4$) dalam bioplastik KMS-NPK-zeolit	37
Gambar IV.10	Difraktogram sinar-X (a) zeolit alam, (b) bioplastik KMS-NPK 1:0,5, (c) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,01 g, (d) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, (e) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,08 g, (f) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g, dan (g) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5	39
Gambar IV.11	Kuat tarik bioplastik KMS, bioplastik KMS-NPK 0,5, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,01 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,08 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5	41
Gambar IV.12	Kemuluran bioplastik KMS, bioplastik KMS-NPK 0,5, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,01 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,08 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5	41
Gambar IV.13	Histogram konsentrasi pupuk NPK terabsorp pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,01 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,08 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5	43

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar IV.14 Histogram efisiensi pupuk NPK terabsorp pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,01 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,08 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 44
Gambar IV.15 Grafik pelepasan nitrogen bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 45
Gambar IV.16 Grafik pelepasan kalium bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 48
Gambar IV.17 Grafik pelepasan kalium bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 50
Gambar IV.18 Spektra Inframerah (a) gliserol, (b) bioplastik KMS, (c) bioplastik KMS-gliserol, (d) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g, (e) bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,05 g, (f) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g, (g) bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, (h) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g, dan (i) bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 53
Gambar IV.19 Ilustrasi interaksi dari KMS, gliserol, zeolit dan Pupuk NPK (K^+ dan $(NH_4)_2HPO_4$) dalam bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 55
Gambar IV.20 Spektra Inframerah (a) KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g, (b) bioplastik KMS-gliserol-NPK 1g-zeolit 1 g 56
Gambar IV.21 Difraktogram sinar-X (a) bioplastik KMS-gliserol, (b) KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,05 g (c) KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, (d) KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, (e) KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g, dan (f) KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 57
Gambar IV.22 Histogram kekuatan tarik bioplastik KMS-gliserol, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,05 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g, dan KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 60
Gambar IV.23 Histogram kemuluran bioplastik KMS-gliserol, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,05 g KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, dan KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 61
Gambar IV.24 Histogram kekuatan tarik bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g dan KMS-gliserol-NPK 1g-zeolit 1 g 62
Gambar IV.25 Histogram kemuluran bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g dan KMS-gliserol-NPK 1g-zeolit 1 g 62
Gambar IV.26 Histogram konsentrasi pupuk NPK terabsorp pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,05 g KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g, dan KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 63
Gambar IV.27 Histogram efisiensi pupuk NPK terabsorp pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,05 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g, dan KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 64

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar IV.28 Grafik pelepasan nitrogen bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g dan KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 66
Gambar IV.29 Grafik pelepasan fosfor bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g dan KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 69
Gambar IV.30 Grafik pelepasan kalium bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g, KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g dan KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 71

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Konsentrasi awal pupuk NPK	33
Tabel IV.2	Nilai regresi grafik konsentrasi nitrogen sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g	46
Tabel IV.3	Nilai regresi grafik konsentrasi nitrogen sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g	46
Tabel IV.4	Nilai regresi grafik konsentrasi nitrogen sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g	47
Tabel IV.5	Nilai regresi grafik konsentrasi fosfor sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g	48
Tabel IV.6	Nilai regresi grafik konsentrasi fosfor sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g	49
Tabel IV.7	Nilai regresi grafik konsentrasi fosfor sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g	49
Tabel IV.8	Nilai regresi grafik konsentrasi kalium sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g	51
Tabel IV.9	Nilai regresi grafik konsentrasi kalium sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g	51
Tabel IV.10	Nilai regresi grafik konsentrasi kalium sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g	52
Tabel IV.11	Nilai regresi grafik konsentrasi nitrogen sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g	67
Tabel IV.12	Nilai regresi grafik konsentrasi nitrogen sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g	67
Tabel IV.13	Nilai regresi grafik konsentrasi nitrogen sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g	67
Tabel IV.14	Nilai regresi grafik konsentrasi nitrogen sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g	68
Tabel IV.15	Nilai regresi grafik konsentrasi fosfor sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g	69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel IV.16 Nilai regresi grafik konsentrasi fosfor sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 70
Tabel IV.17 Nilai regresi grafik konsentrasi fosfor sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 70
Tabel IV.18 Nilai regresi grafik konsentrasi fosfor sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 70
Tabel IV.19 Nilai regresi grafik konsentrasi kalium sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 72
Tabel IV.20 Nilai regresi grafik konsentrasi kalium sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 72
Tabel IV.21 Nilai regresi grafik konsentrasi kalium sebagai fungsi waktu untuk persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 72
Tabel IV. 22 Nilai regresi grafik konsentrasi kalium sebagai fungsi waktu untuk beberapa persamaan laju dan konstanta laju pelepasan untuk bioplastik KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 73

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	(a) bioplastik KMS, (b) bioplastik KMS-NPK 0,5 g; (c) bioplastik KMS-NPK 1 g	81
Lampiran 2	(a) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,01 g; (b) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g; (c) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,08 g; (d) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g dan (e) bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g	82
Lampiran 3	(a) bioplastik KMS-Gliserol-NPK-zeolit 0,05 g; (b) bioplastik KMS-Gliserol-NPK-zeolit 0,1 g; (c) bioplastik KMS-Gliserol-NPK-zeolit 0,5 g; (d) bioplastik KMS-Gliserol-NPK-zeolit 1 g dan (e) bioplastik KMS- Gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g	83
Lampiran 4	File JCPDS klinoptilolite dari zeolit alam	84
Lampiran 5	File JCPDS mordenit dari zeolit alam	85
Lampiran 6	File JCPDS kuarsa dari zeolit alam	86
Lampiran 7	File JCPDS dari Kalsit (CaCO3)	87
Lampiran 8	File JCPDS dari Sylvite (KCl)	88
Lampiran 9	Spektra Inframerah dari Karboksimetil Selulosa (KMS)	89
Lampiran 10	Spektra Inframerah dari bioplastik Karboksimetil Selulosa (KMS)	89
Lampiran 11	Spektra Inframerah dari Pupuk NPK	90
Lampiran 12	Spektra Inframerah dari Gliserol	90
Lampiran 13	Spektra Inframerah dari KMS-Gliserol	91
Lampiran 14	Spektra Inframerah dari KMS-NPK 0,5 g	91
Lampiran 15	Spektra Inframerah dari KMS-NPK 1 g	92
Lampiran 16	Spektra Inframerah dari KMS-NPK-Zeolit 0,01 g	92
Lampiran 17	Spektra Inframerah dari KMS-NPK-Zeolit 0,05 g	93
Lampiran 18	Spektra Inframerah dari KMS-NPK-Zeolit 0,08 g	93
Lampiran 19	Spektra Inframerah dari KMS-NPK-Zeolit 0,1 g	94
Lampiran 20	Spektra Inframerah dari KMS-NPK-Zeolit 0,5 g	94
Lampiran 21	Spektra Inframerah dari KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,05 g	95
Lampiran 22	Spektra Inframerah dari KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,1 g	95
Lampiran 23	Spektra Inframerah dari KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,5 g	96
Lampiran 24	Spektra Inframerah dari KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 1 g	96
Lampiran 25	Spektra Inframerah dari KMS-Gliserol-NPK 1 g -Zeolit 1 g	97
Lampiran 26	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS	98
Lampiran 27	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-Gliserol	99
Lampiran 28	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-NPK 0,5 g	100
Lampiran 29	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-NPK 1 g	101
Lampiran 30	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,01 g	102
Lampiran 31	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,05 g	103
Lampiran 32	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,08 g	104
Lampiran 33	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,1 g	105
Lampiran 34	Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,5 g	106

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 35 Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,05 g 107
Lampiran 36 Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,1 g 108
Lampiran 37 Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,5 g 109
Lampiran 38 Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 1 g 110
Lampiran 39 Hasil uji sifat mekanik Bioplastik KMS-Gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 111
Lampiran 40 Difraktogram sinar-X Zeolit Alam 112
Lampiran 41 Difraktogram sinar-X pupuk NPK 112
Lampiran 42 Difraktogram sinar-X KMS 112
Lampiran 43 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS 113
Lampiran 44 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-Gliserol 113
Lampiran 45 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-NPK 0,5 g 113
Lampiran 46 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-NPK 1 g 114
Lampiran 47 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,01 g 114
Lampiran 48 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,05 g 114
Lampiran 49 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,08 g 115
Lampiran 50 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,1 g 115
Lampiran 51 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-NPK-Zeolit 0,5 g 115
Lampiran 52 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,05 g 116
Lampiran 53 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,1 g 116
Lampiran 54 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 0,5 g 116
Lampiran 55 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-Gliserol-NPK-Zeolit 1 117
Lampiran 56 Difraktogram sinar-X Bioplastik KMS-Gliserol-NPK 1 g-Zeolit 0,1 g 117
Lampiran 57 Kurva panjang gelombang optimum kompleks nitrogen 117
Lampiran 58 Kurva kalibrasi standar kompleks nitrogen 118
Lampiran 59 Kurva kalibrasi standar kompleks fosfor 118
Lampiran 60 Kurva kalibrasi standar kalium 118
Lampiran 61 Jumlah kandungan pupuk NPK 119
Lampiran 62 Jumlah nitrogen yang terabsorb dalam bioplastik KMS-NPK 119
Lampiran 63 Jumlah nitrogen yang terabsorb dalam bioplastik KMS-NPK-zeolit 119
Lampiran 64 Jumlah nitrogen yang terabsorb dalam bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 119
Lampiran 65 Jumlah fosfor yang terabsorb dalam bioplastik KMS-NPK 119
Lampiran 66 Jumlah fosfor yang terabsorb dalam bioplastik KMS-NPK-zeolit 119

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 67 Jumlah fosfor yang terabsorb dalam bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 120
Lampiran 68 Jumlah kalium yang terabsorb dalam bioplastik KMS-NPK 120
Lampiran 69 Jumlah kalium yang terabsorb dalam bioplastik KMS-NPK-zeolit 120
Lampiran 70 Jumlah kalium yang terabsorb dalam bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 120
Lampiran 71 Jumlah nitrogen yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g 121
Lampiran 72 Jumlah fosfor yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g 121
Lampiran 73 Jumlah kalium yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g 121
Lampiran 74 Jumlah nitrogen yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g 122
Lampiran 75 Jumlah fosfor yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g 122
Lampiran 76 Jumlah kalium yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g 122
Lampiran 77 Jumlah nitrogen yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g 123
Lampiran 78 Jumlah fosfor yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g 123
Lampiran 79 Jumlah kalium yang terlepas pada bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g 123
Lampiran 80 Jumlah nitrogen yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 124
Lampiran 81 Jumlah fosfor yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 124
Lampiran 82 Jumlah kalium yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 124
Lampiran 83 Jumlah nitrogen yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 125
Lampiran 84 Jumlah fosfor yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 125
Lampiran 85 Jumlah kalium yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 125
Lampiran 86 Jumlah nitrogen yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 126
Lampiran 87 Jumlah fosfor yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 126
Lampiran 88 Jumlah kalium yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 126
Lampiran 89 Jumlah nitrogen yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 127

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 90 Jumlah fosfor yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 127
Lampiran 91 Jumlah kalium yang terlepas pada bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 127
Lampiran 92 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat nitrogen dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g 128
Lampiran 93 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat nitrogen dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g 130
Lampiran 94 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat nitrogen dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g 133
Lampiran 95 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat nitrogen dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 135
Lampiran 96 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat nitrogen dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 138
Lampiran 97 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat nitrogen dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 140
Lampiran 98 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat nitrogen dari bioplastik KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 143
Lampiran 99 Persamaan laju lepas lambat nitrogen kinetika reaksi pseudo dua bioplastik KMS-NPK-zeolit 145
Lampiran 100 Persamaan laju lepas lambat nitrogen kinetika reaksi pseudo dua bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 146
Lampiran 101 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat fosfor dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g 147
Lampiran 102 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat fosfor dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g 149
Lampiran 103 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat fosfor dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g 152
Lampiran 104 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat fosfor dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 154
Lampiran 105 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat fosfor dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 157
Lampiran 106 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat fosfor dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 160
Lampiran 107 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat fosfor dari bioplastik KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 162
Lampiran 108 Persamaan laju lepas lambat fosfor kinetika reaksi pseudo dua bioplastik KMS-NPK-zeolit 165
Lampiran 109 Persamaan laju kinetika reaksi pseudo dua bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 166
Lampiran 110 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat kalium dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g 167
Lampiran 111 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat kalium dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,1 g 169
Lampiran 112 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat kalium dari bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,5 g 171

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PEMBUATAN BIOPLASTIK KARBOKSIMETIL SELULOSA-GLISEROL-NPK-ZEOLIT SEBAGAI MODEL PUPUK LEPAS LAMBAT NPK
MUHAMMAD I'DAD AKBAR, Dr. Indriana Kartini, M.Si.; Dr. Sutarno, M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 113 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat kalium dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,1 g 174
Lampiran 114 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat kalium dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 0,5 g 176
Lampiran 115 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat kalium dari bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 1 g 179
Lampiran 116 Grafik orde reaksi dari uji lepas lambat kalium dari bioplastik KMS-gliserol-NPK 1 g-zeolit 1 g 181
Lampiran 117 Persamaan laju lepas lambat kalium kinetika reaksi pseudo dua bioplastik KMS-NPK-zeolit 0,05 g 183
Lampiran 118 Persamaan laju lepas lambat kalium kinetika reaksi Kosrsmeyer-Peppas bioplastik KMS-NPK-zeolit 184
Lampiran 119 Persamaan laju lepas lambat kalium kinetika reaksi Kosrsmeyer-Peppas bioplastik KMS-gliserol-NPK-zeolit 184