

## 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 LAMPIRAN.....	x
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN .....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
 BAB I PENDAHULUAN .....	 1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Tujuan Penelitian.....	4
I.3 Manfaat Penelitian .....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS.....	 6
II.1 Tinjauan Pustaka .....	6
II.1.1 Pupuk urea .....	6
II.1.2 Bentonit alam.....	7
II.1.3 Karboksimetil selulosa (KMS) .....	8
II.1.4 Kolin klorida (KK)-urea .....	10
II.1.5 Pupuk lepas lambat ( <i>slow release</i> ) Nitrogen .....	12
II.1.6 Faktor-faktor yang mempengaruhi dekomposisi urea di dalam tanah .....	14
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian .....	16
II.2.1 Perumusan hipotesis 1 .....	17
II.2.2 Perumusan hipotesis 2 .....	17
II.2.3 Perumusan hipotesis 3 .....	18
II.2.4 Perumusan hipotesis 4 dan 5 .....	18
II.2.5 Rancangan penelitian.....	19
 BAB III METODE PENELITIAN .....	 20
III.1 Alat dan Bahan .....	20
III.1.1 Alat Penelitian .....	20
III.1.2 Bahan Penelitian.....	20
III.2 Prosedur Penelitian.....	20
III.2.1 Preparasi bentonit.....	20
III.2.2 Preparasi KK-urea .....	21
III.2.3 Pembuatan bioplastik KMS; KMS-urea.....	21
III.2.4 Pembuatan bioplastik KMS-urea-bentonit.....	21
III.2.5 Pembuatan bioplastik KMS-KK-urea .....	22
III.2.6 Pembuatan bioplastik KMS-KK-urea- bentonit.....	22
III.2.7 Uji sifat mekanik .....	22

III.2.8 Uji biodegradabel.....	23
III.2.9 Uji lepas lambat Nitrogen .....	23
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
IV.1 BioplastikKMS-Urea .....	25
IV.1.1 Karakterisasi bioplastik KMS-urea menggunakan spektroskopi FTIR .....	26
IV.1.2 Karakterisasi bioplastik KMS-urea menggunakan difraktometer sinar-X (XRD).....	28
IV.1.3 Analisis kekuatan mekanik bioplastik KMS-urea.....	29
IV.1.4 Uji biodegradasi bioplastik KMS-urea .....	31
IV.2 Bioplastik KMS-Urea-Bentonit.....	32
IV.2.1 Karakterisasi bioplastik KMS-urea-bentonit menggunakan spektroskopi FTIR .....	33
IV.2.2 Karakterisasi bioplastik KMS-urea-bentonit menggunakan difraktometer sinar-X (XRD).....	37
IV.2.3 Analisis kekuatan mekanik bioplastik KMS-urea-bentonit.....	39
IV.2.4 Uji biodegradasi bioplastik KMS-urea-bentonit.....	41
IV.2.5 Pengukuran jumlah urea teradsorb pada bioplastik KMS-urea-bentonit.....	42
IV.3 Bioplastik KMS-KK-Urea-Bentonit .....	44
IV.3.1 Karakterisasi bioplastik KMS-KK-urea- bentonit menggunakan spektroskopi FTIR .....	45
IV.3.2 Karakterisasi bioplastik KMS-KK-urea-bentonit menggunakan difraktometer sinar-X (XRD).....	47
IV.3.3 Analisis kekuatan mekanik bioplastik KMS-KK-urea-bentonit .....	49
IV.3.4 Uji biodegradasi bioplastik KMS-KK-urea-bentonit .....	50
IV.3.5 Pengukuran jumlah urea teradsorb pada bioplastik KMS-KK-urea-bentonit .....	53
IV.3.6 Uji lepas lambat nitrogen pada bioplastik KMS-urea, KMS-urea-bentonit dan KMS-KK-urea-bentonit .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
V.1 Kesimpulan .....	58
V.2 Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Daur transformasi nitrogen di dalam tanah .....	2
Gambar II.1	Struktur mineral bentonit .....	8
Gambar II.2	Struktur karboksimetil selulosa.....	10
Gambar II.3	Struktur KK-urea.....	12
Gambar IV.1	Spektra inframerah (a) KMS, (b) urea, (c) bioplastik KMS-urea 1:0,5, dan (d) bioplastik KMS-urea 1:1.....	26
Gambar IV.2	Difraktogram sinar-X (a) urea, (b) KMS serbuk, (c) bioplastik KMS, (d) bioplastik KMS-urea 1:0,5, dan (e) bioplastik KMS-urea 1:1 .....	28
Gambar IV.3	Histogram kekuatan tarik plastik komersial, plastik biodegradabel, bioplastik KMS, KMS-urea 1:0,5; 1:1	30
Gambar IV.4	Histogram kemuluran plastik komersial, plastik biodegradabel, bioplastik KMS, KMS-urea 1:0,5; 1:1 .....	30
Gambar IV.5	Histogram biodegradasi urea murni, bioplastik KMS, KMS-urea 1:0,5 dan 1:1 .....	32
Gambar IV.6	Spektra inframerah (a) bentonit alam, (b) bioplastik KMS-urea 1:0,5, (c) bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1 g; (d) bioplastik KMS-urea-bentonit 0,5 g; (e) bioplastik KMS-urea-bentonit 1 g, dan (f) bioplastik KMS-urea-bentonit 2 g .....	34
Gambar IV.7	Ilustrasi ineraksi yang terjadi antara KMS, urea, dan bentonit pada pembentukan bioplastik KMS-urea-bentonit ..	36
Gambar IV.8	Difraktogram sinar-X (a) bentonit, (b) bioplastik KMS-urea, (c) bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1 g; (d) bioplastik KMS-urea-bentonit 0,5 g; (e) bioplastik KMS-urea-bentonit 1 g, dan (f) bioplastik KMS-urea-bentonit 2 g .....	38
Gambar IV.9	Histogram kekuatan tarik bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1; 0,5; 1 dan 2 g .....	40
Gambar IV.10	Histogram kemuluran bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1; 0,5; 1 dan 2 g .....	40
Gambar IV.11	Histogram biodegradasi bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1; 0,5; 1 dan 2 g .....	42
Gambar IV.12	Jumlah urea dalam bioplastik KMS-urea 1:1 dan 1:0,5, bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1; 0,5; 1 dan 2 g.....	44
Gambar IV.13	Spektra inframerah (a) bioplastik KMS-KK-urea, (b) bioplastik KMS-KK-urea bentonit 1 g, dan (c) bioplastik KMS-KK-urea bentonit 2 g .....	46
Gambar IV.14	Ilustrasi interaksi yang terjadi antara KMS, KK, urea, dan bentonit pada pembentukan bioplastik KMS-KK-urea-bentonit .....	47

Gambar IV.15	Difraktogram sinar-X (a) bioplastik KMS-KK-urea, (b) bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 1 g, dan (c) bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 2 g .....	48
Gambar IV.16	Histogram kekuatan tarik bioplastik KMS-KK-urea dan KMS-KK-urea-bentonit 1 dan 2 g.....	50
Gambar IV.17	Histogram kemuluran bioplastik KMS-KK-urea dan KMS-KK-urea-bentonit 1 dan 2 g.....	50
Gambar IV.18	Histogram waktu biodegradasi bioplastik KMS-KK-urea dan KMS-KK-urea-bentonit 1 dan 2 g.....	51
Gambar IV.19	Spektra inframerah bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 2 g sebelum pengujian biodegradasi, dan setelah pengujian biodegradasi selama 1080 jam .....	52
Gambar IV.20	Histogram urea total yang terkandung dalam bioplastik KMS-KK-urea dan KMS-KK-urea-bentonit 1 dan 2 g.....	54
Gambar IV.21	Kinetika lepas lambat urea pada urea original, bioplastik KMS-urea 1:0,5 dan 1:1, bioplastik KMS-urea-bentonit 1g, dan bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 1 g.....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Bioplastik KMS-urea .....	64
Lampiran 2	(a) bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1 g dan (b) bioplastik KMS-urea-bentonit 2 g .....	64
Lampiran 3	a) bioplastik KMS-KK-urea dan b) bioplastik KMS-KK-urea-bentonit .....	65
Lampiran 4	JCPDS mineral monmorilonit dari lempung.....	65
Lampiran 5	JCPDS mineral kuarsa dari lempung .....	66
Lampiran 6	Spektra inframerah bentonit alam .....	66
Lampiran 7	Spektra inframerah KMS .....	67
Lampiran 8	Spektra inframerah bioplastik urea .....	67
Lampiran 9	Spektra inframerah bioplastik KMS-urea 1:0,5 .....	68
Lampiran 10	Spektra inframerah bioplastik KMS-urea 1:1 .....	68
Lampiran 11	Spektra inframerah bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1 g.....	69
Lampiran 12	Spektra inframerah bioplastik KMS-urea-bentonit 0,5 g.....	69
Lampiran 13	Spektra inframerah bioplastik KMS-urea-bentonit 1 g.....	70
Lampiran 14	Spektra inframerah bioplastik KMS-urea-bentonit 2 g.....	70
Lampiran 15	Spektra inframerah bioplastik KMS-KK-urea .....	71
Lampiran 16	Spektra inframerah bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 1 g...	71
Lampiran 17	Spektra inframerah bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 2 g...	72
Lampiran 18	Spektra inframerah sisa bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 2 g setelah uji biodegradasi.....	72
Lampiran 19	Difraktogram bentonit alam .....	73
Lampiran 20	Difraktogram KMS serbuk.....	74
Lampiran 21	Difraktogram bioplastik KMS .....	75
Lampiran 22	Difraktogram urea .....	76
Lampiran 23	Difraktogram bioplastik KMS-urea 1:0,5 .....	77
Lampiran 24	Difraktogram bioplastik KMS-urea 1:1 .....	78
Lampiran 25	Difraktogram bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1 g.....	79
Lampiran 26	Difraktogram bioplastik KMS-urea-bentonit 0,5 g.....	80
Lampiran 27	Difraktogram bioplastik KMS-urea-bentonit 1 g.....	81
Lampiran 28	Difraktogram bioplastik KMS-urea-bentonit 2 g.....	82
Lampiran 29	Difraktogram bioplastik KMS-KK-urea .....	83
Lampiran 30	Difraktogram bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 1 g.....	84
Lampiran 31	Difraktogram bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 2 g.....	85
Lampiran 32	Sifat mekanik plastik komersial .....	86
Lampiran 33	Sifat mekanik plastik biodegradabel .....	87
Lampiran 34	Sifat mekanik bioplastik KMS .....	88
Lampiran 35	Sifat mekanik bioplastik KMS-urea 1:0,5.....	89
Lampiran 36	Sifat mekanik bioplastik KMS-urea 1:1 .....	90
Lampiran 37	Sifat mekanik bioplastik KMS-urea-bentonit 0,1 g .....	91
Lampiran 38	Sifat mekanik bioplastik KMS-urea-bentonit 0,5 g .....	92
Lampiran 39	Sifat mekanik bioplastik KMS-urea-bentonit 1 g .....	93
Lampiran 40	Sifat mekanik bioplastik KMS-urea-bentonit 2 g .....	94
Lampiran 41	Sifat mekanik bioplastik KMS-KK-urea.....	95

Lampiran 42	Sifat mekanik bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 1 g .....	96
Lampiran 43	Sifat mekanik bioplastik KMS-KK-urea-bentonit 2 g .....	97
Lampiran 44	Spektra UV-Vis larutan urea 200 ppm dengan $\lambda_{\text{max}}=421 \text{ nm}$ .....	98
Lampiran 45	Kurva standar urea .....	98
Lampiran 46	Konsentrasi urea yang terkandung dalam bioplastik .....	99
Lampiran 47	Contoh perhitungan nilai tetapan laju pelepasan (k) urea dari bioplastik .....	100

## **DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN**

KMS	: Karboksimetil selulosa
KK	: Kolin klorida
KK-urea	: Kolin klorida-urea
PDAB	: <i>p</i> -dimetilamino benzaldehida
<i>Slow-release</i>	: lepas lambat
<i>leaching</i>	: Pencucian
<i>swelling</i>	: Pembengkakan