

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	5
I.3 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	6
II.1 Tinjauan Pustaka	6
II.1.1 Zeolit alam	6
II.1.2 Komposit zeolit-lempung	10
II.1.3 Komposit zeolit-lempung-semen putih	11
II.1.4 Komposit zeolit-lempung-semen putih-karboksimetil selulosa	18
II.1.5 Pupuk urea lepas-lambat	21
II.1.6 Kinetika pelepasan nutrisi pupuk	28
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	32
II.2.1 Perumusan hipotesis 1	32
II.2.2 Perumusan hipotesis 2	33
II.2.3 Perumusan hipotesis 3	33
II.2.4 Perumusan hipotesis 4	34
II.2.5 Rancangan penelitian	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
III.1 Bahan Penelitian	37
III.2 Peralatan Penelitian	37
III.3 Prosedur Penelitian	39
III.3.1 Preparasi zeolit dan lempung alam	39
III.3.2 Preparasi stik urea	39
III.3.3 Optimasi preparasi komposit dengan variasi rasio zeolit:lempung, massa semen putih, dan konsentrasi karboksimetil selulosa	39
III.3.4 Preparasi silinder komposit zeolit-lempung termodifikasi semen putih dan karboksimetil selulosa optimum dengan penambahan stik urea	40

	III.3.5	Karakterisasi silinder komposit zeolit-lempung termodifikasi semen putih dan karboksimetil selulosa	41
	III.3.6	Uji performa pelepasan pupuk urea dari komposit optimum	43
BAB IV		HASIL DAN PEMBAHASAN	45
	IV.1	Komposit Zeolit-Lempung	45
	IV.1.1	Karakterisasi komposit zeolit-lempung menggunakan FTIR	46
	IV.1.2	Karakterisasi komposit zeolit-lempung menggunakan XRD	47
	IV.1.3	Perkiraan interaksi zeolit-lempung	50
	IV.2	Komposit Zeolit-Lempung-Semen Putih	51
	IV.2.1	Karakterisasi komposit zeolit-lempung-semen putih menggunakan FTIR	52
	IV.2.2	Karakterisasi komposit zeolit-lempung-semen putih menggunakan XRD	54
	IV.2.3	Karakterisasi semen putih menggunakan XRF	57
	IV.2.4	Perkiraan interaksi zeolit-lempung-semen putih	58
	IV.3	Kajian Pengaruh Variabel Kondisi Preparasi Komposit	61
	IV.3.1	Kajian variasi rasio zeolit alam terhadap lempung alam	61
	IV.3.2	Kajian variasi massa semen putih	67
	IV.3.3	Kajian variasi konsentrasi larutan karboksimetil selulosa	74
	IV.4	Kajian Uji Pelepasan Pupuk Urea pada Komposit	83
BAB V		KESIMPULAN DAN SARAN	90
	V.1	Kesimpulan	90
	V.2	Saran	91
		DAFTAR PUSTAKA	92
		LAMPIRAN	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur kerangka aluminosilikat pada zeolit (Moshoeshoe dkk., 2017)	6
Gambar II.2	Struktur penyusun zeolit (a) unit pembangun primer berupa SiO_4^{4-} dan AlO_4^{5-} , (b) unit pembangun sekunder, (c) unit pembangun komposit, dan (d) struktur zeolit (Masoudian dkk., 2013)	7
Gambar II.3	Struktur lapisan lempung (Zhu dkk., 2012)	10
Gambar II.4	Struktur kalsium silikat hidrat (Kurdowski, 2014)	15
Gambar II.5	Efek reaksi pozzolan antara semen dengan aluminosilikat (Singh dan Singh, 2015)	16
Gambar II.6	Struktur karboksimetil selulosa (Habib dkk., 2018)	18
Gambar II.7	Reaksi mineral <i>portlandite</i> dengan karboksimetil selulosa (Liu dkk., 2016)	19
Gambar II.8	Interaksi antara semen dengan karboksimetil selulosa (a) ikatan hidrogen, (b) ikatan kompleks, (c) interaksi hidrofobik, dan (d) interaksi elektrostatis (Nguyen dkk., 2013)	20
Gambar II.9	Kapasitas serapan air pada varian konsentrasi karboksimetil selulosa (Mishra dkk., 2003)	21
Gambar II.10	Mekanisme difusi nutrisi dari pupuk terlapisi polimer, (a) pupuk dengan polimer pelapis, (b) air memasuki polimer pelapis dan inti, (c) pelarutan nutrisi pupuk dan pembentukan tekanan osmosis, dan (d) pelepasan nutrisi melewati membran yang mengembang (Azeem dkk., 2014)	25
Gambar II.11	Pola pelepasan lambat pupuk yang terlapisi polimer organik (Ni dkk., 2011)	26
Gambar III.1	Desain cetakan silinder komposit (a) <i>syringe pump</i> 3 mL, (b) <i>syringe</i> 3 mL, (c) ring akrilik ketebalan 5 mm, (d) <i>syringe</i> 3 mL + ring akrilik, (e) <i>syringe</i> 10 mL, (f) <i>syringe</i> 3 mL + ring akrilik + <i>syringe</i> 10 mL, (g) <i>syringe pump</i> 5 mL + ring akrilik, dan (h) cetakan silinder	38
Gambar III.2	Proses pembuatan silinder komposit (a) cetakan silinder terisi komposit dan urea, (b) komposit ditekan dengan <i>syringe pump</i> 5 mL, (c) silinder komposit berisi urea yang telah jadi, dan (d) dimensi silinder komposit yang telah terbentuk	41
Gambar IV.1	Spektra inframerah dari (a) zeolit alam, (b) lempung alam, dan (c) komposit zeolit-lempung	46
Gambar IV.2	Difraktogram sinar-X dari (a) zeolit alam, (b) lempung alam, dan (c) komposit zeolit-lempung	48
Gambar IV.3	Perkiraan interaksi zeolit dengan lempung (Abukhadra dkk., 2019)	51

Gambar IV.4	Spektra inframerah dari (a) semen putih, (b) komposit zeolit-lempung, dan (c) komposit zeolit-lempung-semen putih	53
Gambar IV.5	Difraktogram sinar-X dari (a) semen putih, (b) komposit zeolit-lempung, dan (c) komposit zeolit-lempung-semen putih	54
Gambar IV.6	Ilustrasi perkiraan reaksi hidrasi dan pozzolan pada komposit (Singh dkk., 2013)	61
Gambar IV.7	Spektra inframerah dari komposit zeolit-lempung termodifikasi semen putih dengan variasi rasio zeolit:lempung (a) 1:3; (b) 2:3; (c) 3:3; (d) 5:3; dan (e) 7:3	62
Gambar IV.8	Difraktogram sinar-X dari komposit zeolit-lempung termodifikasi semen putih dengan variasi rasio zeolit:lempung (a) 1:3; (b) 2:3; (c) 3:3; (d) 5:3; dan (e) 7:3 (▲: <i>montmorillonite</i> ; □: <i>mordenite</i> ; ♠: <i>jennite</i> ; ♣: <i>tobermorite</i> ; ◇: <i>calcite</i> ; ■: <i>illite</i>)	63
Gambar IV.9	Uji kuat tekan komposit dengan variasi rasio zeolit:lempung	65
Gambar IV.10	Uji kapasitas serapan air terhadap komposit variasi zeolit:lempung	66
Gambar IV.11	Kapasitas serapan air komposit dengan variasi rasio zeolit:lempung	67
Gambar IV.12	Spektra inframerah dari komposit zeolit-lempung termodifikasi semen putih dengan variasi massa semen putih (a) 5; (b) 10; (c) 15; (d) 20; dan (e) 30% (b/b)	68
Gambar IV.13	Difraktogram sinar-X dari komposit zeolit-lempung termodifikasi semen putih dengan variasi massa semen putih (a) 5; (b) 10; (c) 15; (d) 20; dan (e) 30% (b/b) (▲: <i>montmorillonite</i> ; □: <i>mordenite</i> ; ♠: <i>jennite</i> ; ♣: <i>tobermorite</i> ; ◇: <i>calcite</i> ; ■: <i>illite</i>)	70
Gambar IV.14	Uji kuat tekan komposit dengan variasi massa semen putih	71
Gambar IV.15	Uji kapasitas serapan air terhadap komposit variasi massa semen putih	72
Gambar IV.16	Kapasitas serapan air komposit dengan variasi massa semen putih	73
Gambar IV.17	Spektra inframerah dari komposit zeolit-lempung termodifikasi semen putih dengan variasi konsentrasi larutan karboksimetil selulosa (a) serbuk karboksimetil selulosa; (b) 1; (c) 2; dan (d) 4% (b/v)	75

Gambar IV.18	Difraktogram sinar-X dari komposit zeolit-lempung-semen putih termodifikasi karboksimetil selulosa dengan variasi konsentrasi karboksimetil selulosa (a) serbuk karboksimetil selulosa; (b) 1; (c) 2; dan (d) 4% (b/v) (▲: <i>montmorillonite</i> ; □: <i>mordenite</i> ; ♠: <i>jennite</i> ; ♣: <i>tobermorite</i> ; ◇: <i>calcite</i> ; ■: <i>illite</i>)	77
Gambar IV.19	Ilustrasi perkiraan interaksi antara komposit zeolit-lempung-semen putih dengan karboksimetil selulosa (Singh dkk., 2013; Liu dkk., 2016)	79
Gambar IV.20	Uji kuat tekan komposit dengan variasi konsentrasi karboksimetil selulosa	80
Gambar IV.21	Uji kapasitas serapan air terhadap komposit variasi konsentrasi larutan karboksimetil selulosa	82
Gambar IV.22	Kapasitas serapan air komposit dengan variasi konsentrasi larutan karboksimetil selulosa	82
Gambar IV.23	Interaksi urea dengan para-dimetilamino benzaldehid (Basova dkk., 2011)	84
Gambar IV.24	Pelepasan urea melalui komposit A (▲), B (◇), dan kontrol/C (●)	85
Gambar IV.25	Mekanisme difusi air dan pupuk urea dalam komposit (Azeem dkk., 2014)	88

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Kandungan mineral penyusun semen abu-abu dan semen putih	13
Tabel II.2	Mekanisme pelepasan zat aktif berdasarkan nilai n (eksponen pelepasan) (Bruschi, 2008)	31
Tabel IV.1	Identifikasi mineral pada zeolit dan lempung	49
Tabel IV.2	Identifikasi mineral pada semen putih dan komposit	56
Tabel IV.3	Hasil analisis XRF terhadap semen putih	57
Tabel IV.4	Hasil perhitungan kinetika pelepasan urea dari berbagai komposit	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Spektra inframerah	100
Lampiran 2	Difraktogram sinar-X	109
Lampiran 3	Data JCPDS	115
Lampiran 4	Data karakterisasi XRF dan perhitungan mineral semen putih	127
Lampiran 5	Hasil kuat tekan	128
Lampiran 6	Data kapasitas serapan air	132
Lampiran 7	Panjang gelombang maksimum dan kurva standar urea	133
Lampiran 8	Data efisiensi enkapsulasi urea dalam komposit optimum	134
Lampiran 9	Data pelepasan urea dari komposit	135
Lampiran 10	Perhitungan kinetika pelepasan pupuk urea	138
Lampiran 11	Dokumentasi pembuatan komposit	142