

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PRAKATA.....	vi
DAFTAR PUBLIKASI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xxi
INTISARI.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan.....	7
1.3. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Kebaruan Penelitian	9
1.5. Manfaat Penelitian.....	11
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Bioplastik Antimikrobia.....	13
2.2. Bahan Baku Bioplastik Antimikrobia	18
2.2.1. Protein	19

2.2.2. Polisakarida	20
2.3. Pati Hidrosksipropil (Hydroxypropyl Starch/HPS) sebagai Bahan Dasar.....	23
2.4. Bungkil Nyamplung (<i>Calophyllum inophyllum</i>) sebagai Bahan Tambahan yang Bersifat Antimikrobia	25
2.4.1. Konstituen kimia dalam biji nyamplung (<i>Calophyllum inophyllum</i>).....	28
2.5. Penambahan Gliserol sebagai Pemlastis	35
2.6. Penambahan sodium hialuronat (SoHA) sebagai Agen Pengikat Silang	38
2.7. Penambahan Polivinil Alkohol (PVA) sebagai Polimer Sintetis	41
2.8. Proses Pembuatan Bioplastik dengan Metode Kering	44
2.9. Landasan Teori	45
2. 10. Hipotesis Penelitian.....	48
3. METODE PENELITIAN.....	53
3.1. Bahan Penelitian.....	53
3.2. Peralatan Penelitian	53
3.3. Lokasi Penelitian	54
3.4. Tahapan Penelitian	54
3.4.1. Karakterisasi bahan penyusun bioplastik	54
3.4.2. Evaluasi spektrum FTIR bioplastik.....	59
3.4.3. Evaluasi sifat fisik bioplastik	63
3.4.4. Analisis antimikrobia bioplastik	65

3. 5. Analisis Data	66
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	69
4.1. Karakterisasi Bahan Penyusun Bioplastik.....	69
4.1.1. Komposisi kimia bungkil nyamplung	69
4.1.2. ¹³ C Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (¹³ C NMR Spectroscopy) ekstrak bungkil nyamplung.....	70
4.1.3. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) bungkil dan ekstrak bungkil nyamplung.....	72
4.1.4. FTIR hidroksipropil starch (HPS).....	75
4.1.5. FTIR sodium hialuronat (SoHA).....	78
4.1.6. Antimikrobia bungkil dan ekstrak nyamplung.....	81
4.2. Spektrum FT-IR Bioplastik.....	84
4.2.1. Efek ekstrak bungkil nyamplung pada bioplastik HPS.....	84
4.2.2. Efek SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung pada bioplastik HPS.....	88
4.2.3. Efek PVA dan kombinasi PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung pada bioplastik HPS.....	92
4.3. Evaluasi Sifat Fisik Bioplastik	97
4.3.1. Evaluasi Sifat Fisik Bioplastik HPS dengan Penambahan Ekstrak Bungkil Nyamplung.....	97
4.3.2. Evaluasi sifat fisik bioplastik HPS dengan penambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung	105

4.3.3. Evaluasi sifat fisik bioplastik PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak nyamplung	116
4.4. Antimikrobia Bioplastik.....	126
4.5. Pembahasan Umum.....	133
4.5.1. Bahan bioplastik.....	134
4.5.2. Sifat fisik dan antimikrobia dari bioplastik.....	193
4.5.3 Mekanisme reaksi.....	197
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	205
5.1. Kesimpulan.....	205
5.2. Saran.....	207
RINGKASAN	209
SUMMARY	221
DAFTAR PUSTAKA	231
LAMPIRAN.....	248

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kesamaan dan kebaruan penelitian dibandingkan penelitian yang pernah dilakukan	10
Tabel 2.1. Klasifikasi respon in vitro dari suatu organisme untuk agen antimikrobia	17
Tabel 2.2. Kandungan amilosa dan amilopektin, ukuran butiran dan kristalinitas untuk beberapa pati	21
Tabel 2.3. Sifat Mekanik Plastik sesuai SNI	23
Tabel 2.4. Matriks hubungan antara rumusan permasalahan, tujuan, hipotesis dan pendekatan	50
Tabel 3.1. Rancangan percobaan untuk bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung	66
Tabel 3.2. Rancangan percobaan untuk bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung	67
Tabel 3.3. Rancangan percobaan untuk bioplastik dengan tambahan PVA dan kombinasi PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung	67
Tabel 4.1. Komposisi bungkil nyamplung	69
Tabel 4.2. Informasi daerah penanda tanin pada spektrum FTIR untuk bungkil nyamplung, ekstrak bungkil nyamplung dan asam galat	74
Tabel 4.3. Informasi spektrum FTIR dari pati hidroksipropil	77
Tabel 4.4. Informasi spektrum FTIR dari sodium hialuronat	80
Tabel 4.5. Analisis antimikrobia terhadap bungkil dan ekstrak bungkil nyamplung	82
Tabel 4.6. Informasi spektrum FTIR dari bioplastik HPS dengan ekstrak bungkil nyamplung	87
Tabel 4.7. Informasi spektrum FTIR dari bioplastik SoHA dan ekstrak bungkil nyamplung	91
Tabel 4.8. Informasi spektrum FTIR dari bioplastik PVA dan ekstrak bungkil nyamplung	96

Tabel 4.9. Data ketebalan bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%)	98
Tabel 4.10 Ketebalan bioplastik SoHA tanpa ekstrak, bioplastik SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung 20% yang dibandingkan bioplastik kontrol dan bioplastik dengan ekstrak bungkil nyamplung 20%.....	109
Tabel 4.11. Ketebalan bioplastik kontrol, bioplastik PVA tanpa ekstrak dan bioplastik PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung 20%, serta bioplastik ekstrak nyamplung 20%	120
Tabel 4.12. Hasil analisis antimikrobia dari bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%)	126
Tabel 4.13. Hasil analisis antimikrobia bioplastik HPS dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung (20%).....	129
Tabel 4.14. Hasil analisis antimikrobia bioplastik HPS – PVA – ekstrak bungkil nyamplung	132
Tabel 4.15. Gugus Fungsional dari Analisa FTIR	135
Tabel 4.16. Sifat fisik dan antimikrobio dari bioplastik terbaik	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Klasifikasi polimer biodegradabel	18
Gambar 2.2. Stuktur Kimia HPS	24
Gambar 2.3. Buah (A), bunga (B), biji (C), dan pohon nyamplung (D).....	26
Gambar 2.4. Stuktur dasar flavonoid	28
Gambar 2.5. Struktur dasar brassinolide	28
Gambar 2.6. Struktur dasar coumarin	29
Gambar 2.7. Struktur dasar xanthone	30
Gambar 2.8. Struktur molekul isoprena	31
Gambar 2.9. Struktur umum tanin terhidrolisa, a) gallotanin dan monomer asam galat dan asam digalik, b) struktur elagitanin dan monomer dari asam heksahidroksidipenik dan asam elagik	32
Gambar 2.10. Struktur umum tanin kental, a) flavan-3-ol (catechinmonomer).....	33
Gambar 2.11. Struktur amina (A) dan amida (B).....	35
Gambar 2.12. Struktur kimia gliserol	37
Gambar 2.13. Struktur sodium hialuronat (SoHA)	40
Gambar 2.14. Struktur kimia polivinil alkohol (PVA)	41
Gambar 3.1. Tahapan penelitian	55
Gambar 3.2. Skema penelitian karakteristik bungkil dan ekstrak nyamplung.....	54
Gambar 3.3. Skema pembuatan bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung	60
Gambar 3.4. Skema pembuatan bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung	61
Gambar 3. 5. Skema pembuatan bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung	62
Gambar 4.1. Spektrum ¹³ C NMR dari ekstrak bungkil nyamplung	71
Gambar 4.2. Spektrum FTIR dari bungkil, ekstrak bungkil nyamplung dan asam galat	72
Gambar 4.3. Spektrum FTIR dari pati hidroksipropil	76
Gambar 4.4. Spektrum FTIR dari sodium hialuronat	79

Gambar 4.5. Kemampuan antimikrobia dari bungkil nyamplung dan ekstraknya	83
Gambar 4.6. Perbedaan spektrum FT-IR dari bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%)	85
Gambar 4.7. Spektrum FTIR dari bioplastik kontrol, bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak, bioplastik SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung dan bioplastik ekstrak bungkil nyamplung 20%	89
Gambar 4.8. Spektrum FTIR dari bioplastik kontrol, bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak, PVA dengan ekstrak dan bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung 20%	93
Gambar 4.9. Bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%).....	97
Gambar 4.10. Sifat mekanik (TS, elongasi dan Y) dari bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%)	99
Gambar 4.11. Hasil analisis kelarutan air dari bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%)	101
Gambar 4.12. Hasil analisis permeabilitas uap air dari bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%)	103
Gambar 4.13. Scanning electron microscopy (SEM) dari bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung (0, 5, 10, 15 dan 20%)	104
Gambar 4.14. Bioplastik HPS dengan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung (20%)	106
Gambar 4.15. Pengaruh penambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung (20%) terhadap sifat mekanik dari bioplastik	107
Gambar 4.16. Pengaruh penambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung (20%) terhadap kelarutan air dari bioplastik	110
Gambar 4.17. Pengaruh penambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung terhadap permeabilitas uap air dari bioplastik ...	112
Gambar 4.18. SEM micrograph dari bioplastik kontrol, bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak, bioplastik SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung dan bioplastik ekstrak bungkil nyamplung 20%	114

Gambar 4.19. Bioplastik PVA tanpa ekstrak dan bioplastik PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung (20%).....	117
Gambar 4.20. Pengaruh PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung 20% terhadap sifat mekanik (TS, elongasi dan Y).....	118
Gambar 4.21. Pengaruh PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung terhadap kelarutan air dari bioplastik HPS	121
Gambar 4.22. Pengaruh penambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung terhadap permeabilitas uap air dari bioplastik HPS	123
Gambar. 4.24. SEM micrograph dari bioplastik kontrol, bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak, bioplastik PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung dan bioplastik ekstrak bungkil nyamplung 20%	124
Gambar 4.24. Mekanisme reaksi pada bioplastik kontrol	141
Gambar 4.25. Mekanisme reaksi pada bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung dan pemlastis gliserol	142
Gambar 4.26. Pembentukan ikatan hidrogen pada HPS dan amida (A), HPS dan tanin (B) dan amida dan tanin (C).....	143
Gambar 4.27. Mekanisme reaksi pada bioplastik dengan penambahan SoHA tanpa ekstrak	144
Gambar 4.28. Mekanisme reaksi pada bioplastik dengan tambahan SoHA dan ekstrak bungkil nyamplung dengan pemlastis gliserol	146
Gambar 4.29. Mekanisme reaksi pada bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak bungkil nyamplung dengan pemlastis gliserol	147
Gambar 4.30. Mekanisme reaksi pada bioplastik dengan tambahan PVA dan ekstrak bungkil nyamplung dengan pemlastis gliserol	148

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1. Sertifikat Analisis dari HPS.....	192
Lampiran 1.2. Sertifikat analisis SoHA	193
Lampiran 1.3. Sertifikat analisis gliserol	198
Lampiran 2.1. Kadar air (AOAC, 2005)	199
Lampiran 2.2. Kadar abu (AOAC, 2005).....	199
Lampiran 2.3. Kadar lemak (AOAC, 2005).....	200
Lampiran 2.4. Kadar protein (AOAC, 2005)	201
Lampiran 2.5. Kadar karbohidrat (by difference)	201
Lampiran 2.6. Kadar serat kasar (SNI 01-2891, 1992).....	202
Lampiran 2.7. Kadar pati metode hidrolisis asam (AOAC, 2005).....	202
Lampiran 2.8. Kadar amilosa (AOAC, 2005).....	203
Lampiran 2.9. Kadar amilopektin (AOAC, 2005)	203
Lampiran 2.10. Kadar Tanin (Chanwitheesuk, et al., 2007).....	204
Lampiran 2.11. Standar pengukuran tensile strength (ASTM D882)	205
Lampiran 3.1.1. Aktivitas antimikrobia bungkil dan ekstrak bungkil nyamplung	206
Lampiran 3.1.2. Hasil analisis proksimat bungkil nyamplung.....	206
Lampiran 3.1.3. Informasi daerah penanda tanin pada spektrum FTIR untuk bungkil nyamplung, ekstrak bungkil nyamplung dan asam galat	207
Lampiran 3.1.4. Informasi spektrum FTIR dari pati hidroksipropil	208
Lampiran 3.1.5. Informasi spektrum FTIR dari sodium hialuronat.....	209
Lampiran 3.2.1. Informasi spektrum FTIR dari bioplastik HPS dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung	210
Lampiran 3.2.2. Informasi spektrum FTIR dari bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	214
Lampiran 3.2.3. Informasi spektrum FTIR dari bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	218
Lampiran 3.3.1.1. Sifat mekanik bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung	216

Lampiran 3.3.1.2. Kelarutan air dari bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung	218
Lampiran 3.3.1.3. Permeabilitas uap air bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung.....	219
Lampiran 3.3.2.1. Sifat mekanik bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	220
Lampiran 3.3.2.2. Kelarutan air bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	227
Lampiran 3.3.2.3. Permeabilitas uap air bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung	229
Lampiran 3.3.3.1. Sifat mekanik bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	232
Lampiran 3.3.3.2. Kelarutan air bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	235
Lampiran 3.3.3.3. Permeabilitas uap air bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak.....	237
Lampiran 3.4.1. Aktivitas antimikrobia bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung.....	240
Lampiran 3.4.2. Aktivitas antimikrobia bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung	240
Lampiran 3.4.3. Aktivitas antimikrobia bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung	240
Lampiran 4.1. Analisis statistik Aktivitas antimikrobia bungkil nyamplung dan ekstraknya.....	242
Lampiran 4.2.1. Analisis statistik sifat mekanik bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung.....	243
Lampiran 4.2.2. Analisis statistik kelarutan air bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung.....	247
Lampiran 4.2.3. Analisis statistik permeabilitas uap air bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung	248

Lampiran 4.2.4. Analisis antimikrobia bioplastik dengan tambahan ekstrak bungkil nyamplung	250
Lampiran 4.3.1. Analisis statistik sifat mekanik bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	253
Lampiran 4.3.2. Analisis statistik kelarutan air bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	259
Lampiran 4.3.3. Analisis statistik permeabilitas uap air bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	261
Lampiran 4.3.4. Analisis antimikrobia bioplastik dengan tambahan SoHA tanpa ekstrak dan SoHA dengan ekstrak bungkil nyamplung	264
Lampiran 4.4.1. Analisis statistik sifat mekanik bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	270
Lampiran 4.4.2. Analisis statistik kelarutan air bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	275
Lampiran 4.4.3. Analisis statistik permeabilitas uap air bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung.....	278
Lampiran 4.4.3. Analisis antimikrobia air bioplastik dengan tambahan PVA tanpa ekstrak dan PVA dengan ekstrak bungkil nyamplung	281