

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR PUBLIKASI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
DAFTAR SINGKATAN	xxiv
ABSTRAK	xxvii
ABSTACT	xxviii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	10
1.5 Kebaharuan Penelitian.....	10
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Sturktur Pati.....	13
2.2 Pati Jagung	15
2.3 Nanopartikel Pati.....	21
2.4 Teknologi Pembuatan Nanopartikel Pati.....	24
2.4.1 Hidrolisis Asam.....	26
2.4.2 Hidrolisis Enzimatis	29
2.4.3 Kombinasi Hidrolisis Enzimatis dan Hidrolisis Asam.....	30
2.4.4 Homogenisasi dengan Tekanan Tinggi	31
2.4.5 Ekstrusi Reaktif	32

2.4.6	Iradiasi Sinar Gama	33
2.4.7	Ultrasonikasi.....	34
2.4.8	Hidrolisis Enzimatis dan Ultrasonikasi	35
2.4.9	Hidrolisis Enzimatis dan Rekristalisasi.....	36
2.4.10	Kombinasi hidrolisis asam dan Ultrasonikasi	37
2.4.11	Nanopresipitasi.....	40
2.4.12	Emulsi Ikatan Silang	42
2.4.13	Kombinasi Teknik Oksidasi dan Ultrasonikasi.....	43
2.5	Oksidasi Pati Menggunakan Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂).....	46
2.6	Sinar Ultraviolet (Sinar UV)	51
2.7	Pengaruh Sinar UV pada Proses Oksidasi Pati	52
2.8	Pengaruh Sinar UV terhadap Karakteristik Pati.....	54
2.9	Pengaruh konsentrasi pati terhadap karakteristik nanopartikel pati.....	56
2.10	Aplikasi Nanopartikel pada Sistem <i>Aqueous</i> Larutan Garam.....	58
2.11	Aplikasi Nanopartikel Pada Sistem Emulsi	59
2.12	Landasan Teori	63
2.13	Hipotesis.....	66
2.14	Matrik Hubungan antara Permasalahan, Tujuan, Dasar Teori, Hipotesis, Pendekatan dan Parameter	68
III.	METODE PENELITIAN.....	73
3.1	Bahan dan Alat	73
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	73
3.3	Penyiapan Alat Fotooksidasi.....	74
3.4	Penyiapan Alat Ultrasonikasi	77
3.5	Pelaksanaan Penelitian	79
3.5.1	Tahap 1: Evaluasi pengaruh perlakuan H ₂ O ₂ pada foto UV-C terhadap keseragaman ukuran partikel pada pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium.....	80
3.5.2	Tahap 2: Penentuan perlakuan terbaik konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi untuk menghasilkan nanopartikel pati	86
3.5.3	Tahap 3: Penentuan perlakuan terbaik konsentrasi H ₂ O ₂ dan lama fotooksidasi untuk menghasilkan nanopartikel pati jagung	88
3.5.4	Tahap 4: Penentuan perlakuan terbaik proses oksidasi – ultrasonikasi dalam menghasilkan nanopartikel pati jagung	92
3.5.5	Pengujian nanopartikel pati jagung pada sistem emulsi O/W dan sistem aqueous larutan garam	93
3.6	Rancangan Percobaan	95
3.7	Parameter Pengujian.....	100

3.7.1	Distribusi ukuran dengan <i>Dynamic Light Scattering</i> (DLS)	100
3.7.2	Morfologi partikel menggunakan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	101
3.7.3	Kekeruhan	101
3.7.4	Viskositas dengan RVA (<i>Rapid Visco Analyzer</i>).....	101
3.7.5	Kemampuan pati menahan air dan minyak	102
3.7.6	Sifat termal gelatinisasi (DSC).....	102
3.7.7	Kapasitas pembengkakan dan kelarutan dalam air.....	103
3.7.8	Tegangan permukaan	103
3.7.9	Indeks <i>creaming</i>	104
3.7.10	Visualisasi droplet emulsi	104
3.7.11	Viskositas Suspensi	105
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	106
4.1	Preparasi pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium ...	106
4.2	Tahap 1: Evaluasi perlakuan H ₂ O ₂ dan perlakuan foto UV-C pada pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium.....	108
4.2.1	Kadar Karbonil dan Karboksil	108
4.2.2	Distribusi ukuran dengan <i>Dynamic Light Scattering</i> (DLS).....	111
4.2.3	Morfologi partikel dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	113
4.2.4	Nilai kekeruhan	115
4.2.5	Viskositas pasta dengan <i>Rapid Visco Analyzer</i> (RVA).....	119
4.3	Tahap 2: Penentuan perlakuan terbaik konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi untuk menghasilkan nanopartikel pati jagung	123
4.3.1	Kadar Karbonil dan Karboksil	123
4.3.2	Distribusi ukuran dengan <i>Dynamic Light Scattering</i> (DLS).....	127
4.3.3	Morfologi partikel dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	129
4.3.4	Nilai kekeruhan	131
4.3.5	Kemampuan mengikat air dan kemampuan mengikat minyak ...	134
4.3.6	Sifat gelatinisasi (DSC)	136
4.3.7	Daya pembengkakan dan kelarutan.....	138
4.4	Tahap 3: Penentuan perlakuan terbaik konsentrasi H ₂ O ₂ dan lama fotooksidasi untuk menghasilkan nanopartikel pati jagung	141
4.4.1	Kadar Karbonil dan Karboksil	141
4.4.2	Distribusi ukuran dengan <i>Dynamic Light Scattering</i> (DLS).....	144
4.4.3	Morfologi partikel dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	147
4.4.4	Nilai kekeruhan	148

4.4.5	Viskositas pasta pati hasil uji dengan <i>Rapid Visco Analyzer</i> (RVA).....	151
4.4.6	Daya pembengkakan dan kelarutan nanopartikel pati komersial	156
4.4.7	Tegangan permukaan / <i>InterFacial Tension</i> (IFT).....	158
4.5	Tahap 4: Oksidasi dan Ultrasonikasi.....	161
4.5.1	Distribusi ukuran partikel pati kontrol (tanpa perlakuan)	161
4.5.2	Distribusi ukuran nanopartikel pati yang dibuat dengan teknik oksidasi-ultrasonikasi dengan perlakuan variasi power amplitudo.....	163
4.5.3	Distribusi ukuran nanopartikel pati yang dibuat dengan teknik ultrasonikasi dengan perlakuan lama proses	165
4.5.4	Distribusi ukuran nanopartikel pati yang dibuat dengan teknik ultrasonikasi dengan perlakuan variasi suhu	168
4.5.5	Distribusi ukuran nanopartikel pati yang dibuat menggunakan teknik ultrasonikasi dengan perlakuan variasi konsentrasi pati	170
4.5.6	Morfologi nanopartikel pati yang dibuat dengan teknik ultrasonikasi	172
4.6	Tahap 5: Uji nanopartikel pati jagung pada sistem emulsi O/W dan sistem <i>aqueous</i> larutan garam	174
4.6.1	Uji nanopartikel pati jagung pada sistem emulsi O/W.....	174
4.6.2	Pengujian nanopartikel pati jagung pada sistem <i>aqueous</i> larutan garam	179
4.7	Pembahasan umum.....	182
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	185
5.1.	Kesimpulan.....	185
5.2.	Saran.....	187
	RINGKASAN.....	188
	SUMMARY	201
	DAFTAR PUSTAKA.....	212
	LAMPIRAN	228

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik pati dari berbagai sumber tanaman	15
Tabel 2.2	Kandungan kimia berbagai varietas pati jagung.....	17
Tabel 2.3	Sifat amilograf pati beberapa jenis jagung.....	19
Tabel 2.4	Persyaratan mutu tepung jagung (SNI 01-3727-1995).....	20
Tabel 2.5	Persyaratan mutu pati jagung (SNI 8523-2018)	21
Tabel 2.6	Karakterisasi beberapa pati alami (tanpa modifikasi) dan pati nanopartikel yang dihasilkan	22
Tabel 2.7	Perkembangan teknologi hidrolisis asam untuk produksi nanopartikel pati.....	27
Tabel 2.8	Hubungan antara permasalahan, tujuan, dasar teori, hipotesis, parameter dan pendekatan.....	68
Tabel 3.1	Parameter proses pembuatan pati jagung dengan perlakuan perlakuan H_2O_2 dan perlakuan foto UV-C pada pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium	84
Tabel 3.2	Parameter proses pembuatan nanopartikel pati jagung dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi.....	88
Tabel 3.3	Parameter proses pembuatan nanopartikel pati jagung dengan variasi konsentrasi H_2O_2 dan lama fotooksidasi	91
Tabel 3.4	Evaluasi perlakuan H_2O_2 dan foto UV-C pada pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium selama fotooksidasi...	95
Tabel 3.5	Penentuan perlakuan terbaik konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi untuk menghasilkan nanopartikel pati	96
Tabel 3.6	Penentuan perlakuan terbaik konsentrasi H_2O_2 untuk menghasilkan nanopartikel pati.....	96
Tabel 3.7	Penentuan perlakuan terbaik lama fotooksidasi untuk menghasilkan nanopartikel pati	96
Tabel 3.8	Penentuan perlakuan terbaik proses oksidasi dan proses ultrasonikasi (kontrol).....	97
Tabel 3.9	Penentuan perlakuan terbaik proses oksidasi-ultrasonikasi dengan perlakuan variasi kekuatan amplitudo untuk menghasilkan nanopartikel pati jagung.....	98
Tabel 3.10	Penentuan perlakuan terbaik proses oksidasi-ultrasonikasi dengan perlakuan variasi lama waktu proses untuk menghasilkan nanopartikel pati.....	98
Tabel 3.11	Penentuan perlakuan terbaik proses oksidasi-ultrasonikasi dengan variasi suhu proses untuk menghasilkan nanopartikel pati.....	98

Tabel 3.12	Penentuan perlakuan terbaik proses oksidasi-ultrasonikasi dengan perlakuan variasi konsentrasi suspensi pati untuk menghasilkan nanopartikel pati.....	98
Tabel 3.13	Pengujian stabilitas nanopartikel pati jagung pada sistem emulsi O/W.....	99
Tabel 3.14	Pengujian stabilitas pati jagung tanpa modifikasi dan nanopartikel pati jagung hasil fotooksidasi pada suspensi sistem aqueous larutan garam.....	99
Tabel 4.1	Komposisi kimia jagung pipil.....	106
Tabel 4.2	Komposisi kimia pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium.....	107
Tabel 4.3	Presentase ukuran partikel pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium.....	113
Tabel 4.4	Nilai absorbansi kekeruhan pati jagung komersial	118
Tabel 4.5	Nilai absorbansi kekeruhan pati jagung laboratorium	119
Tabel 4.6	Nilai viskositas pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium dengan dan tanpa perlakuan H ₂ O ₂ dan foto	122
Tabel 4.7	Distribusi ukuran nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi.....	129
Tabel 4.8	Nilai absorbansi kekeruhan pasta kontrol dan nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi pati pada suhu 10°C.....	133
Tabel 4.9	Nilai absorbansi kekeruhan pasta kontrol dan nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi pati pada suhu ruang	134
Tabel 4.10	Sifat gelatinisasi/ Differential Scanning Calorimetry (DSC) dari kontrol dan nanopartikel pati yang dibuat dengan suspensi pati 1, 5, dan 10% (b/v) pada suhu 10°C dan suhu ruang. Nanopartikel pati disiapkan dengan H ₂ O ₂ 1% (v/v) dan diberi perlakuan fotooksidasi selama 1 jam	137
Tabel 4.11	Distribusi ukuran nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi H ₂ O ₂	146
Tabel 4.12	Distribusi ukuran nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi lama fotooksidasi.....	146
Tabel 4.13	Nilai kekeruhan suspensi nanopartikel pati jagung komersial dengan perlakuan variasi konsentrasi H ₂ O ₂ (0,5 – 2%, v/v).....	150
Tabel 4.14	Nilai kekeruhan suspensi nanopartikel pati jagung komersial dengan perlakuan variasi waktu fotooksidasi	150
Tabel 4.15	Viskositas pasta nanopartikel pati jagung komersial dengan perlakuan variasi konsentrasi H ₂ O ₂ dan lama fotooksidasi	154

Tabel 4.16 Tegangan permukaan nanopartikel pati jagung komersial dengan perlakuan variasi konsentrasi H_2O_2 dan lama fotooksidasi 160

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur pati : (a) granula pati jagung normal (30 μm), (b) cincin pertumbuhan amorfus semi kristalin (120-500 nm), (c) lamella amorfus dan lamela kristalin (9 nm), (d) bloklet (20-50 nm), (e) dobel helik amilopentin membentuk lamella kristalin penyusun bloklet, (f) partikel nano, (g) struktur molekul amilopektin, dan (h) struktur molekul amilosa (0,1-1 nm) (Dufresne, 2014)	14
Gambar 2.2	Perbedaan kristal pati tipe A dan tipe B. tipe A molekul air berada diantara setiap struktur dobel helik, sedangkan tipe B mempunyai struktur lebih terbuka dan molekul air terletak di bagian tengah cavity yang terbentuk dari enam dobel helik (LeCorre et al., 2010)	15
Gambar 2.3	Perbandingan kenampakan hasil pengujian SEM pati jagung (a) dan nanopartikel pati (b) (Zhou et al., 2014)	23
Gambar 2.4	Penggunaan nanopartikel chitosan tanpa perlakuan sonikasi (a) dan dengan perlakuan sonikasi (b) sebagai penstabil emulsi Pickering pada sistem emulsi dengan variasi konsentrasi minyak berturut-turut dari kiri ke kanan 30, 40, 50, 60, dan 70% pada sistem emulsi. Emulsi tersebut telah disimpan selama 7 hari pada suhu ruang (Ho et al., 2016)	24
Gambar 2.5	Pengaruh ultrasonikasi pada distribusi ukuran partikel pati yang dihidrolisis selama 7 hari (a: 3 hari; b: 5 hari; c: 7 hari). Ultrasonikasi dilakukan pada amplitudo (20 dan 40%) dan lama proses (30 dan 60 menit) (Kim et al., 2013)	38
Gambar 2.6	Hubungan ukuran partikel dengan kelarutan pati jagung tinggi amilopektin terasetilasi dengan konsentrasi 5 mg/ml di dalam larutan organik (aseton) (Tan et al., 2009).....	42
Gambar 2.7	Mekanisme reaksi oksidasi pati oleh H_2O_2 (Lukasiewicz et al., 2007)	50
Gambar 2.8	Uji SEM pada pati jagung tanpa modifikasi (a), pati jagung tergelatinisasi (b) dan pati jagung teroksidasi (c)	51
Gambar 2.9	Pembagian gelombang elektromagnetik (Masschelein, 2002) .	52
Gambar 2.10	Ilustrasi emulsi klasik (surfaktan) dan emulsi pikering (partikel padat).....	61
Gambar 2.11	Ilustrasi kerusakan fisik granula pati dikarenakan proses fotooksidasi yang menggunakan kombinasi perlakuan H_2O_2 dan foto UV-C menghasilkan nanopartikel pati yang memiliki kejernihan suspensi mendekati kejernihan air	64

Gambar 3.1	Desain alat fotooksidasi dengan UV-C dan bagian-bagiannya. Bagian tabung sampel dan tabung jaket (a), bagian depan alat fotooksidasi (b), bagian kanan alat fotooksidasi (c), bagian kiri alat fotooksidasi (d)	76
Gambar 3.2	Kenampakan alat ultrasonikasi (a), proses pengaturan sebelum menjalankan alat ultrasonikasi (b)	78
Gambar 3.3	Tahapan penelitian	79
Gambar 3.4	Diagram alir pembuatan pati jagung laboratorium	82
Gambar 3.5	Diagram alir penelitian pada evaluasi perlakuan H ₂ O ₂ dan foto UV-C pada pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium	85
Gambar 3.6	Diagram alir pada penentuan perlakuan terbaik konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi untuk menghasilkan nanopartikel pati	87
Gambar 3.7	Diagram alir proses pembuatan nanopartikel pati jagung dengan variasi konsentrasi H ₂ O ₂ dan lama fotooksidasi	90
Gambar 3.8	Diagram alir proses pembuatan nanopartikel pati jagung dengan teknik ultrasonikasi hasil oksidasi	93
Gambar 4.1	Kadar karbonil (a) dan karboksil (b) pada kontrol, pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium dengan dan tanpa perlakuan H ₂ O ₂ 1% (v/v) dan perlakuan foto UV-C. Konsentrasi suspensi pati jagung sebanyak 1% (b/v) dan proses fotooksidasi berlangsung pada suhu ruang selama 1 jam.....	109
Gambar 4.2	Distribusi ukuran pati jagung komersial (a) dan pati jagung laboratorium (b) dengan dan tanpa perlakuan H ₂ O ₂ 1% (v/v) dan perlakuan foto UV-C. Konsentrasi suspensi pati jagung sebanyak 1% (b/v) dan proses fotooksidasi berlangsung pada suhu ruang selama 1 jam	112
Gambar 4.3	SEM partikel pati jagung komersial tanpa perlakuan (a), pati jagung laboratorium tanpa perlakuan (b) pati jagung komersial dengan fotooksidasi (c) dan pati jagung laboratorium dengan fotooksidasi (d). Proses fotooksidasi dengan H ₂ O ₂ 1% dan foto UV-C dilakukan pada suhu ruang selama 1 jam dengan suspensi pati jagung sebanyak 1%	114
Gambar 4.4	Nilai kekeruhan pada air, kontrol (NCS dan NLS), pati jagung komersial (a) dan pati jagung laboratorium (b) dengan dan tanpa perlakuan H ₂ O ₂ 1% (v/v) dan foto UV-C. Konsentrasi suspensi pati jagung sebanyak 1% (b/v) dan proses fotooksidasi berlangsung pada suhu ruang selama 1 jam	116
Gambar 4.5	Nilai viskositas kontrol (NCS dan NLS), pati jagung komersial (a) dan pati jagung laboratorium (b) dengan dan tanpa perlakuan H ₂ O ₂ 1% (v/v) dan perlakuan foto UV-C. Konsentrasi suspensi pati	

	jagung sebanyak 1% (b/v) dan proses fotooksidasi berlangsung pada suhu ruang selama 1 jam	120
Gambar 4.6	Kadar Karbonil (a) dan karboksil (b) nanopartikel pati jagung hasil fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi. Proses fotooksidasi dilakukan selama 1 jam dengan konsentrasi H ₂ O ₂ yang ditambah sebesar 1%.....	124
Gambar 4.7	Distribusi ukuran nanopartikel pati jagung dengan suhu fotooksidasi 10°C (a) dan suhu ruang (b) dengan variasi konsentrasi pati. Proses fotooksidasi dilakukan selama 1 jam dengan konsentrasi H ₂ O ₂ yang ditambah sebesar 1%	128
Gambar 4.8	SEM dari nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 1% (a), 5% (b) dan 10% (c) pada perlakuan suhu 10°C. Nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 1% dan perlakuan suhu ruang (d). Proses fotooksidasi dilakukan selama 1 jam dengan konsentrasi H ₂ O ₂ yang ditambah sebesar 1%	130
Gambar 4.9	Nilai kekeruhan pada kontrol, air dan nanopartikel pati jagung dengan variasi konsentrasi pati dan perlakuan suhu 10°C (a) dan suhu ruang (b). Proses fotooksidasi dilakukan selama 1 jam dengan konsentrasi H ₂ O ₂ yang ditambah sebesar 1%	132
Gambar 4.10	Kemampuan menyerap air (a) dan kemampuan menyerap minyak (b) nanopartikel pati jagung dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi. Proses fotooksidasi dilakukan selama 1 jam dengan konsentrasi H ₂ O ₂ yang ditambah sebesar 1%.....	135
Gambar 4.11	DSC kontrol dan nanopartikel pati jagung dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi. Proses fotooksidasi dilakukan selama 1 jam dengan konsentrasi H ₂ O ₂ yang ditambah sebesar 1%	137
Gambar 4.12	Daya pembengkakan (%) dan kelarutan (%) nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi. Proses fotooksidasi dilakukan selama 1 jam dengan konsentrasi H ₂ O ₂ yang ditambah sebesar 1%.....	139
Gambar 4.13	Nilai karbonil dan karboksil pati jagung selama fotooksidasi dengan variasi konsentrasi H ₂ O ₂ (a), dan lama fotooksidasi (b). Nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 1% (b/v) difotooksidasi pada suhu ruang.....	142
Gambar 4.14	Distribusi ukuran nanopartikel pati jagung dengan variasi konsentrasi H ₂ O ₂ (a), dan lama fotooksidasi (b). Nanopartikel pati jagung disiapkan dengan konsentrasi pati 1% (b/v) dengan proses fotooksidasi pada suhu ruang.....	145

- Gambar 4.15 SEM dari nanopartikel pati jagung pada konsentrasi H_2O_2 1% (A), 2% (B), selama 1 jam. Lama fotooksidasi 2 jam (C), 3 jam (D) dengan perlakuan 1% H_2O_2 . Nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 1% dan perlakuan suhu ruang..... 147
- Gambar 4.16 Nilai kekeruhan pada pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi H_2O_2 (a), dan lama fotooksidasi (b). Nanopartikel pati jagung 1% (b/v) difotooksidasi pada suhu ruang. (Natif = kontrol)..... 149
- Gambar 4.17 Viskositas pasta nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi H_2O_2 (a), dan lama fotooksidasi (b). Nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi 1% (b/v) difotooksidasi pada suhu ruang. (Natif = kontrol)..... 152
- Gambar 4.18 Daya pembengkakan dan kelarutan nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi H_2O_2 (a), dan lama fotooksidasi (b). Nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi 1% (b/v) difotooksidasi pada suhu ruang. (Natif = kontrol) 157
- Gambar 4.19 Tegangan permukaan nanopartikel pati jagung dengan perlakuan variasi konsentrasi H_2O_2 (a), dan lama fotooksidasi (b). Nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi 1% (b/v) difotooksidasi pada suhu ruang. (Natif = kontrol) 159
- Gambar 4.20 Distribusi ukuran partikel pati yang diultrasonikasi dengan power 50% (ultrasonikasi) (a) dan partikel pati jagung yang dioksidasi dengan H_2O_2 1% (b) pada suhu 10°C selama 1 jam 161
- Gambar 4.21 Distribusi ukuran partikel (a) dan rata-rata ukuran (b) partikel pati yang diultrasonikasi dengan perlakuan variasi power amplitudo (20, 35 dan 50%). Partikel pati disiapkan sebanyak 1% suspensi pati dengan perlakuan H_2O_2 1% yang berlangsung pada suhu 10°C selama 1 jam 163
- Gambar 4.22 Distribusi ukuran partikel pati yang diultrasonikasi dengan perlakuan variasi power amplitudo 20% (a), 35% (b), 50% (c) dengan variasi lama proses 1 dan 3 jam. Partikel pati disiapkan sebanyak 1% suspensi pati dengan perlakuan H_2O_2 1% yang berlangsung pada suhu 10°C..... 167
- Gambar 4.23 Distribusi ukuran partikel pati yang diultrasonikasi dengan perlakuan variasi suhu 10°C dan 30°C dan variasi power amplitudo 20% (a), 35% (b) dan 50% (c) menggunakan perlakuan H_2O_2 1% selama 1 jam 169
- Gambar 4.24 Distribusi ukuran partikel pati yang diultrasonikasi dengan perlakuan variasi konsentrasi pati 1% dan 5% (a) dan konsentrasi

- pati 1% dan 10% (b) dengan power amplitudo 50% menggunakan perlakuan H_2O_2 1% selama 1 jam pada suhu $10^\circ C$ 171
- Gambar 4.25 FE-SEM dari pati jagung dan nanopartikel pati jagung komersial. (a) kontrol. (b) nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 1%, 1% H_2O_2 , dan ultrasonikasi pada power amplitudo 20% selama 3 jam. (c) nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 1%, 1% H_2O_2 , dan ultrasonikasi pada power amplitudo 35% selama 3 jam. (d) nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 1%, 1% H_2O_2 , dan ultrasonikasi pada power amplitudo 50% selama 3 jam. (e) nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 5%, 1% H_2O_2 , dan ultrasonikasi pada power amplitudo 50% selama 3 jam. (f) nanopartikel pati jagung dengan konsentrasi pati 10%, 1% H_2O_2 , dan ultrasonikasi pada power amplitudo 50% selama 3 jam. Scale bar untuk a adalah $10\ \mu m$, c,d, and e adalah $1\ \mu m$, kemudian b dan f adalah $500\ nm$ 173
- Gambar 4.26 Ilustrasi emulsi pikering menggunakan nanopartikel pati 175
- Gambar 4.27 Kenampakan emulsi dari pati kontrol dengan 20% minyak pada hari ke-1 (a), nanopartikel pati dengan 40% minyak di hari ke-4 (b), nanopartikel pati dengan 20% minyak (c) dan 40% minyak (d) pada hari ke-14. Emulsi dibuat dengan 1, 3 dan 5% nanopartikel pati..... 177
- Gambar 4.28 Kenampakan emulsi dan droplet emulsi pati kontrol dengan perlakuan 20% minyak selama penyimpanan 1 hari (1), pati jagung nanopartikel dengan perlakuan 20% minyak pada penyimpanan 14 hari (2) dan pati jagung nanopartikel dengan perlakuan 40% minyak pada penyimpanan 30 hari (3). Emulsi dibuat dengan variasi 1% (a); 3% (b), 5% (c) suspensi pati..... 179
- Gambar 4.29 Viskositas suspensi nanopartikel pati jagung dalam larutan garam selama penyimpanan 0; 15 dan 30 hari dengan perlakuan variasi konsentrasi pati (3% and 6%) dan konsentrasi NaCl (5%, 10%, 15%)..... 181

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Deskripsi jagung pipil varietas jagung hibrida asia gold 77	228
Lampiran 2.	Uji proksimat pati jagung.....	230
Lampiran 3.	Hasil Uji SPSS kadar karbonil pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium yang diperlakukan dengan dan tanpa perlakuan H ₂ O ₂ dan perlakuan foto UV-C pada proses fotooksidasi	235
Lampiran 4.	Hasil Uji SPSS kadar karboksil pati jagung komersial dan pati jagung laboratorium yang diperlakukan dengan dan tanpa perlakuan H ₂ O ₂ dan perlakuan foto pada proses fotooksidasi	237
Lampiran 5.	Hasil Uji SPSS kadar karbonil nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi	239
Lampiran 6.	Hasil Uji SPSS kadar karboksil nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi	241
Lampiran 7.	Hasil Uji SPSS muatan listrik/zeta potensial nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi	243
Lampiran 8.	Hasil Uji SPSS kemampuan mengikat air nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi	245
Lampiran 9.	Hasil Uji SPSS kemampuan mengikat minyak nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi	246
Lampiran 10.	Hasil Uji SPSS daya pembengkakan nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi	248
Lampiran 11.	Hasil Uji SPSS kelarutan nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi pati dan suhu fotooksidasi	250
Lampiran 12.	Hasil Uji SPSS kadar karbonil nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi H ₂ O ₂	251
Lampiran 13.	Hasil Uji SPSS kadar karboksil nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi H ₂ O ₂	252

Lampiran 14.	Hasil Uji SPSS daya pembengkakan nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi H_2O_2	253
Lampiran 15.	Hasil Uji SPSS kelarutan nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi konsentrasi H_2O_2	254
Lampiran 16.	Hasil Uji SPSS kadar karbonil nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi lama fotooksidasi	255
Lampiran 17.	Hasil Uji SPSS kadar karboksil nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi lama fotooksidasi ...	256
Lampiran 18.	Hasil Uji SPSS kadar daya pembengkakan nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi lama fotooksidasi	257
Lampiran 19.	Hasil Uji SPSS kelarutan nanopartikel pati jagung yang dibuat secara fotooksidasi dengan variasi lama fotooksidasi	258
Lampiran 20.	Hasil Uji SPSS indeks creaming sistem emulsi nanopartikel pati jagung selama penyimpanan 14 hari.....	259
Lampiran 21.	Hasil Uji SPSS viskositas suspensi pati dalam larutan garam setelah penyimpanan 1 hari.....	261
Lampiran 22.	Hasil Uji SPSS viskositas suspensi pati dalam larutan garam setelah penyimpanan 15 hari.....	263
Lampiran 23.	Hasil Uji SPSS viskositas suspensi pati dalam larutan garam setelah penyimpanan 30 hari.....	265
Lampiran 24.	Kenampakan serbuk pati jagung dan nanopartikel pati jagung hasil fotooksidasi	268
Lampiran 25.	Kenampakan emulsi selama penyimpanan	271
Lampiran 26.	Droplet emulsi selama penyimpanan	273