

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Ekstrusi.....	7
2.1.1. Proses Ekstrusi	7
2.1.2. Karakteristik Ekstrudat	9
2.2. Evaluasi Nondestruktif.....	12
2.3. <i>X-Ray</i>	12
2.3.1. <i>X-Ray computed tomography</i> (CT) scan	13
2.3.2. Persamaan Beer-Lambert	15
2.3.3. Rekonstruksi Gambar.....	17
2.3.4. Analisis Citra <i>X-Ray</i>	18
2.4. Parameter Fisik.....	20
2.5. <i>Grayscale</i> dan pemetaan porositas.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.2. Alat dan Bahan	23
3.2.1. Alat	23
3.2.2. Bahan.....	25
3.3. Rancangan Percobaan	26
3.4. Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1. Analisis Citra Menggunakan Avizo	30
3.4.2. <i>Median Filter</i>	31

3.4.3.	<i>Adaptive Threshold</i>	32
3.4.4.	<i>Closing</i>	34
3.4.5.	<i>Fill Holes</i>	34
3.4.6.	<i>Remove Small Spots</i>	36
3.4.7.	<i>Label Analysis</i>	37
3.4.8.	<i>Invert</i>	38
3.4.9.	<i>Masking</i>	40
3.4.10.	<i>Generate Surface</i>	41
3.4.11.	<i>Analisis Grayscale</i>	42
3.4.12.	Pembuatan Peta Distribusi Porositas.....	44
3.4.13.	Pengukuran <i>Sphericity</i> Manual	44
3.4.14.	Pengukuran Densitas Manual.....	44
3.4.15.	Analisis Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1.	Rekonstruksi Gambar <i>X-Ray</i> CT Scan	46
4.1.1.	Raw Images	46
4.1.2.	Rekonstruksi Citra 3D NRecon.....	47
4.2.	Karakteristik Mikrostruktur dan Makrostruktur Ekstrudat	50
4.2.1.	Total Volume Pori.....	50
4.2.2.	Porositas	54
4.2.3.	Rerata Diameter Pori-Pori.....	55
4.2.4.	Rerata Volume Pori-Pori	56
4.2.5.	<i>Sphericity</i>	57
4.2.6.	Sebaran Nilai Pori-Pori	58
4.3.	Uji Validasi Porositas Potongan	62
4.4.	Densitas Ekstrudat.....	64
4.5.	Analisis Citra Radiografi.....	66
4.5.1.	Hubungan nilai <i>Grayscale</i> Terhadap Porositas	66
4.5.2.	Peta Porositas	67
4.5.3.	Nilai <i>Grayscale</i> Terhadap Kekerasan.....	69
4.5.4.	Peta Kekerasan	69
BAB V PENUTUP.....		72
5.1.	Kesimpulan	72
5.2.	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN.....		80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Rancangan percobaan berdasarkan variasi kadar air dan suhu barrel ..	26
Tabel 4.1. Perbandingan <i>sphericity</i> perhitungan <i>X-Ray</i> dan manual	58
Tabel 4.2. Perbandingan nilai densitas <i>X-Ray</i> dengan densitas manual.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses ekstrusi untuk pembuatan bahan pangan makanan ringan.....	8
Gambar 2.2. Contoh produk ekstrusi Cheetoz	10
Gambar 2.3. Diagram spektrum elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang dan frekuensi	13
Gambar 2.4. Set up skema pemindaian <i>X-Ray</i> CT scan.....	15
Gambar 2.5. Contoh rekonstruksi gambar bahan ekstrudat hasil <i>X-Ray</i> CT scan	17
Gambar 2.6. Contoh pemetaan <i>grayscale</i> pada gambar.....	22
Gambar 3.1. Bruker Micro-CT Skyscan 1173	24
Gambar 3.2. Proses pembuatan bahan ekstrudat dengan empat perlakuan.....	28
Gambar 3.3. Sampel bahan yang direkatkan dengan <i>foam</i> untuk menyatukan dan menjaga sampel agar tidak bergerak	28
Gambar 3.4. Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3.5. Diagram alir pengolahan gambar <i>X-Ray</i> CT dengan Avizo	31
Gambar 3.6. Contoh matriks nilai abu-abu	32
Gambar 3.7. Ilustrasi gambar sebelum dan sesudah penggunaan modul Adaptive Threshold	33
Gambar 3.8. Efek dari modul <i>Closing</i> terhadap gambar <i>Grayscale</i>	34
Gambar 3.9. Ilustrasi proses perintah modul <i>Fill Holes</i>	35
Gambar 3.10. Hasil modul <i>Fill Holes</i> pada sampel ekstrudat.....	36
Gambar 3.11. Hasil modul Remove Small Spots pada sampel ekstrudat	37
Gambar 3.12. Penggunaan modul Invert pada sampel ekstrudat	39
Gambar 3.13. Penggunaan modul <i>Masking</i> pada sampel ekstrudat.....	41
Gambar 3.14. Hasil penggunaan modul <i>Generate Surface</i> pada sampel ekstrudat	42
Gambar 3.15. Analisis <i>grayscale</i> melalui hubungan antara nilai abu-abu dan potongan rekonstruksi dari Avizo.....	43
Gambar 3.16. Tampilan <i>user interface</i> Avizo	90
Gambar 4.1. Proyeksi makanan ringan ekstrudat hasil <i>X-Ray</i> CT scan sebelum direkonstruksi	47
Gambar 4.2. Hasil rekonstruksi proyeksi gambar dua dimensi menggunakan NRecon.....	48
Gambar 4.3. Proyeksi ekstrudat dari sudut pandang XY, XZ, dan YZ	49
Gambar 4.4. Hasil rekonstruksi tiga dimensi dari keempat perlakuan pada sampel	50
Gambar 4.5. Perbandingan volume pori pada ekstrudat dengan perbedaan suhu barrel dan kadar air.....	52
Gambar 4.6. Perbandingan volume pori-pori dan volume total ekstrudat dengan perbedaan suhu barrel dan kadar air.....	53
Gambar 4.7. Nilai porositas dari empat sampel ekstrudat yang berbeda	54
Gambar 4.8. Rerata diameter pori-pori dari empat perlakuan pada sampel ekstrudat	56
Gambar 4.9. Nilai rerata volume pori-pori pada empat perlakuan	56
Gambar 4.10. Perbandingan nilai <i>sphericity</i> pada ekstrudat dengan empat perlakuan	58

Gambar 4.11. Sebaran nilai pori-pori secara keseluruhan	59
Gambar 4.12. Persebaran volume pori-pori pada sampel setiap perlakuan	61
Gambar 4.13. Skema uji validasi antara porositas potongan ekstrudat dengan porositas ekstrudat keseluruhan	63
Gambar 4.14. Uji validasi porositas dengan potongan melintang	63
Gambar 4.15. Skema uji manual densitas ekstrudat	64
Gambar 4.16. Korelasi nilai porositas dari nilai rata-rata <i>grayscale</i> dari gambar radiografi	67
Gambar 4.17. <i>Colormap</i> porositas ekstrudat dari keempat perlakuan	68
Gambar 4.18. Perubahan nilai <i>hardness</i> dari nilai rata-rata <i>grayscale</i>	69
Gambar 4.19. <i>Colormap</i> kekerasan ekstrudat dari keempat perlakuan	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Karakteristik hasil analisis ekstrudat melalui Avizo	80
Lampiran 2. Histogram jumlah pori besar per volume	86
Lampiran 3. <i>User interface</i> dan proses pada perangkat lunak Avizo.....	90
Lampiran 4. Data pembuatan <i>colormap</i> dari nilai <i>grayscale</i> terhadap porositas..	90
Lampiran 5. Data validasi metode konvensional	95
Lampiran 6. Data peta kekerasan ekstrudat	98