

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
DAFTAR SIMBOL.....	xxi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Penelitian.....	8
1.4 Tujuan penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian	13
1.6 Kebaruan Penelitian.....	14
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	19
2.1 Daging Ayam.....	19
2.2 Indikator Kesegaran Daging Ayam.....	21
2.3 Perubahan Daging Ayam Segar Selama Penyimpanan	22
2.3.1. Perubahan biokimiawi.....	23
2.3.1.1 Degradasi protein.	23
2.3.1.2 Perubahan lemak.	24
2.3.1.3 Perubahan karbohidrat.....	24
2.3.2. Perubahan mikrobiologis	26
2.3.3. Perubahan fisiko-kimia	27
2.3.3.1. Perubahan pH.....	27
2.3.3.2. Perubahan warna	32
2.3.3.3. Perubahan aroma.....	37
2.3.3.4. Perubahan tekstur.....	40
2.3.3.5. perubahan kemampuan menahan air (<i>Water Holding Capacity</i>).....	42
2.4. Standard Mutu Daging Ayam Segar	43

2.5. Pengawetan Daging Ayam Segar.....	46
2.5.1. Pengawetan daging ayam segar yang diperbolehkan.....	47
2.5.1.1. Pengawetan Secara Fisik.....	47
2.5.1.2. Pengawetan Secara Kimia.....	49
2.5.2. Pengawetan daging ayam segar yang dilarang.....	52
2.5.2.1. Pengawetan daging ayam dengan formalin.....	52
2.5.2.2. Pengawetan daging ayam dengan borak	58
2.5.2.3. Parameter yang berpotensi sebagai penanda (<i>marker</i>).....	59
2.6.1. Metode pengujian destruktif	60
2.6.1.1 Metode pengujian kualitatif	60
2.6.1.2 Metode pengujian kuantitatif	63
2.6.2. Metode pengujian <i>non</i> destruktif	65
2.6.2.1 Metode <i>spektroskopi</i>	66
2.6.2.2 Metode Kolorimeter	67
2.6.2.3 Pengujian menggunakan sensor	69
2.6.2.4 Pengujian dengan Computer vision system/Image Processing	74
III. LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	75
3.1 Landasan Teori	75
3.1.1 Landasan pengambilan topik penelitian.....	75
3.1.2 Kinetika perubahan parameter kualitas daging	77
3.1.3 Analisis <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	82
3.1.4 Penelitian terdahulu mengenai pengujian kualitas daging	83
3.1.5 <i>Realtime detection</i> pada pengamatan pola kerusakan daging	89
3.2 Hipotesis.....	92
IV. METODE PENELITIAN	94
4.1 Lokasi Penelitian	94
4.2 Bahan Penelitian	94
4.2.1 Sampel daging dada ayam.....	94
4.2.2 Pengawet formalin	96
4.2.3 Boraks	97
4.3 Peralatan Penelitian.....	98
4.3.1 Peralatan deteksi yang dikonstruksi	98

4.3.1.1 Perangkat sensor pH 98108.....	99
4.3.1.2 Perangkat sensor warna.....	100
4.3.1.3 Perangkat sensor aroma.....	100
4.3.1.4 Arduino	101
4.3.1.5 <i>Raspberry Pi</i>	102
4.3.1.6 Laptop	102
4.3.1.7 Linier aktuator	102
4.3.2 Peralatan analisis sampel.....	103
4.3.2.1 Timbangan digital	103
4.3.2.2 Chromameter Minolta CR 400.....	103
4.3.2.3 Peralatan Gelas.....	104
4.3.2.4 Pengukur pH meter	104
4.3.2.5 <i>Gas Chromatography – Mass Spectrometer (GCMS)</i>	105
4.3.2.6 Detektor gas H ₂ S	106
4.3.2.7 Detektor gas NH ₃	107
4.4 Waktu Penelitian.....	107
4.5 Prosedur penelitian	108
4.5.1 Pelaksanaan penelitian WP 1	112
4.5.1.1 Pembuatan alat deteksi kualitas daging ayam secara nondestruktif.....	112
4.5.1.2 Kalibrasi dan validasi sensor pada perangkat yang dikonstruksi.....	113
4.5.2 Pelaksanaan penelitian WP 2	116
4.5.2.1 Karakterisasi perubahan kualitas daging segar dan berpengawet menggunakan alat yang dikonstruksi	117
4.5.2.1.1 Parameter pH.....	117
4.5.2.1.2 Parameter warna.....	117
4.5.2.1.3 Parameter aroma.....	118
4.5.2.2 Karakterisasi perubahan kualitas daging segar dan berpengawet secara destruktif.....	118
4.5.3 Analisis matematis dan penyusunan model pada WP 3.....	121
4.5.3.1 Analisis kinetika perubahan kualitas.....	122

4.5.4 Validasi alat deteksi untuk pengujian sampel pasar dan klasifikasinya (WP 4).....	126
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	129
5.1. Kualitas Kimiawi Sampel Daging Ayam	129
5.2. Hasil Penelitian WP 1: Pengembangan peralatan deteksi kualitas daging ayam.....	130
5.2.1 Pengembangan peralatan deteksi kualitas daging ayam secara nondestruktif	131
5.2.1.1 Penetapan ukuran ruang sampel (kontainer)	131
5.2.1.2 Penempatan sensor dalam kontainer	132
5.2.2 Kalibrasi sensor dan validasi sensor pada perangkat yang dikonstruksi.....	138
5.2.2.1 Kalibrasi dan validasi sensor pH.....	138
5.2.2.2 Kalibrasi dan validasi sensor warna	141
5.2.2.3 Kalibrasi dan validasi sensor aroma.....	146
5.3. Hasil Penelitian WP 2: Karakterisasi perubahan parameter kualitas daging ayam ...	149
5.3.1 Karakterisasi perubahan parameter kualitas daging ayam dengan pengujian <i>non</i> destruktif menggunakan peralatan yang dikembangkan	149
5.3.1.1 Perubahan nilai pH daging dada ayam	149
5.3.1.2 Perubahan nilai warna daging dada ayam	153
5.3.1.3 Perubahan nilai aroma daging dada ayam.....	167
5.3.1.3.1 Amonia (NH ₃).....	167
5.3.1.3.2 Hidrogen Sulfida (H ₂ S).....	168
5.3.1.4 Pengkelasan kualitas daging ayam segar dan berpengawet	171
5.3.2 Karakterisasi pola penurunan kualitas daging ayam segar dan berpengawet secara destruktif	173
5.3.2.1 Karakteristik perubahan pH daging ayam	173
5.3.2.2 Karakteristik perubahan warna daging ayam	176
5.3.2.3 Karakteristik perubahan aroma daging ayam.....	181
5.3.2.4 Karakterisasi perubahan kualitas secara mikrobiologis	190
5.3.2.5 Karakteristik perubahan kekerasan daging ayam.....	193
5.3.2.6 Karakterisasi perubahan kualitas daging ayam secara organoleptik	196
5.3.2.6.1. Uji kesukaan terhadap warna	198
5.3.2.6.2. Uji kesukaan terhadap aroma	199
5.3.2.6.3. Kesukaan keseluruhan.....	201

5.4. Hasil Penelitian WP 3: Penyusunan Model Kinetika Parameter Hasil Pengukuran Alat Deteksi.....	205
5.4.1. Kinetika perubahan pH daging ayam.....	206
5.4.2. Kinetika perubahan warna.....	210
5.4.2.1 Kinetika perubahan nilai kecerahan (L).....	211
5.4.2.2 Kinetika a*	215
5.4.2.3 Kinetika b*	219
5.4.2.4 Kinetika chroma (c*).....	223
5.4.2.5 Kinetika Total color difference (AE)	226
5.4.3. Kinetika aroma.....	229
5.5. Hasil WP 4: Validasi alat deteksi untuk pengujian sampel pasar dan klasifikasi kondisi daging ayam.....	240
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	246
6.1. Kesimpulan Penelitian	246
6.2. Saran.....	248

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Tahapan kebaruan ontologi, epistemologi, aksiologi.....	16
Tabel 1.2. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengujian boraks dan formalin dan posisi penelitian ini	17
Tabel 2.1. Komposisi kimia daging ayam (Sumber: Departemen Kesehatan RI, 1996).....	20
Tabel 2.2. Berat ayam hidup, tanpa bulu, terproses beserta persentase bagian yang dapat dimakan (Steward, G. F. dan J.C. Abbott, 1972).....	21
Tabel 2.3. Rataan kandungan protein, lemak, abu, dan air bagian dada ayam, paha ayam dan kulit ayam (Triyantini et al., 1997).....	23
Tabel 2.4. Persentase jenis asam amino pada ayam (Asti dan Sukesi, 2013).....	24
Tabel 2.5. Nilai pH pada 3 jam dan 24 jam postmortem di tiga bagian tubuh ayam yang dibudidayakan secara organik dan konvensional (Castromán et al., (2013).....	31
Tabel 2.6. Warna ($L^*a^*b^*$) bagian tubuh ayam yang dibudidayakan secara organik dan konvensional setelah 3 jam dan 24 jam pasca penyembelihan (Castromán et al., 2013).....	35
Tabel 2.7. Rerata nilai keempukan daging dada dan paha ayam ras, ayam buras, itik, dan entok (Triyantini et al., 1997).....	40
Tabel 2.8. Kualitas daging ayam.....	44
Tabel 2.9. Persyaratan tingkatan mutu fisik karkas ayam (SNI 3924 : 2009, 2009)	45
Tabel 2.10. Jenis pengawet alami untuk marinasi daging (Widiastuti, 2016)	50
Tabel 2.11. Penggunaan formalin pada produk pangan.....	56
Tabel 3.1. Resume penelitian terdahulu mengenai pengujian kualitas dan deteksi pengawet berbahaya	85
Tabel 4.1. Pengukuran gas aroma (Prasojo, 2017).....	115
Tabel 4.2. Kode sampel uji sensoris	119
Tabel 5.1. Analisis proksimat daging ayam bagian dada dalam 100 gram.....	129
Tabel 5.2. Persamaan kalibrasi warna dalam format RGB	142
Tabel 5.3. Hasil perbandingan rata-rata dengan menggunakan DMRT terhadap nilai keasaman (pH) daging ayam	151
Tabel 5.4 Hasil perbandingan rata-rata dengan menggunakan DMRT terhadap nilai warna daging ayam.....	164
Tabel 5.5 Hasil perbandingan rata-rata nilai gas NH_3 dan H_2S dengan menggunakan DMRT	169
Tabel 5.6. Hasil perbandingan rata-rata dengan menggunakan DMRT terhadap nilai pH	175
Tabel 5.7. Hasil perbandingan rata-rata dengan menggunakan DMRT terhadap nilai L, a^* , dan b^*	180
Tabel 5.8. Senyawa Volatil dari daging ayam tanpa pengawet, daging ayam....	184

Tabel 5.9. Hasil perbandingan rata-rata dengan menggunakan DMRT terhadap nilai aroma	189
Tabel 5.10. Hasil perbandingan rata-rata dengan menggunakan DMRT terhadap nilai kekerasan	196
Tabel 5.11. Pengujian pengaruh variabel perlakuan terhadap warna daging.....	198
Tabel 5.12. Perbandingan pengaruh perlakuan terhadap aroma	200
Tabel 5.13. Pengujian pengaruh perlakuan terhadap kesukaan keseluruhan daging	201
Tabel 5.14. Perbandingan nilai kinetika pH untuk berbagai orde reaksi dan model	208
Tabel 5.15. Perbandingan nilai kinetika L untuk berbagai orde reaksi.....	212
Tabel 5.16. Perbandingan nilai kinetika a* untuk berbagai orde reaksi	216
Tabel 5.17. Perbandingan nilai kinetika b* untuk berbagai orde reaksi	220
Tabel 5.18. Perbandingan nilai kinetika c* untuk berbagai orde reaksi	223
Tabel 5.19. Perbandingan nilai kinetika AE untuk berbagai orde reaksi.....	226
Tabel 5.20. Perbandingan nilai kinetika NH ₃ untuk berbagai orde reaksi	230
Tabel 5.21. Perbandingan nilai kinetika H ₂ S untuk berbagai orde reaksi.....	232
Tabel 5.22. Kinetika parameter kualitas daging ayam.....	235
Tabel 5.23. Data sampel uji coba model klasifikasi	243

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Penelusuran topik hubungan antara daging ayam, bahan pengawet	15
Gambar 2.1. Otot-otot dan tensor utama ayam	19
Gambar 2.2. Proses Rigor Mortis dalam daging (Schreurs, 2019)	25
Gambar 2.3. Penurunan pH filet dada ayam pada fase rigor pada penyimpanan dingin (Santos et al., 2004)	28
Gambar 2.4. Perubahan pH filet dada ayam selama penyimpanan dingin (Santos et al., 2004).	29
Gambar 2.5. Penurunan pH bagian pektoralis ayam selama proses penyimpanan daging (H. L. Lee et al., 2008)	30
Gambar 2.6. Perubahan warna daging selama penyimpanan (Hhm et al., 2017). 34	
Gambar 2.7. Reaksi pembentukan NH ₃ (Erdag et al, 2018).....	37
Gambar 2.8. Reaksi pembentukan H ₂ S (Yulistiani, 2010).....	38
Gambar 2.9. Perubahan shear force selama penyimpanan (Santos et al., 2004)..	41
Gambar 2.10. Atribut Kualitas Daging (Peng & Dhakal, 2015).....	46
Gambar 2.11. Reaksi antara asam amino dan formalin	54
Gambar 2.12. Sampel negatif (kanan) dan sampel positif (kiri) (Drastini & Widiasih, 2009).....	63
Gambar 2.13. Bagan warna CIELAB dengan tiga koordinat yakni L*, a*, b*	68
Gambar 2.14. Bentuk fisik sensor MQ 136 dan skematik rangkaian (Simamora, 2017)	70
Gambar 2.15. Bentuk fisik sensor MQ 137 dan skematik rangkaian (Simamora, 2017)	71
Gambar 2.16. Sensor TCS3200 dan blok diagram sensor warna TCS 3200	72
Gambar 2.17. pH meter tipe PH-98108	73
Gambar 3.1. Analisis Kemometrik (Gredilla et al., 2016).....	76
Gambar 3.2. Tipe kurva kinetika yang memiliki Orde 0	79
Gambar 3.3. Tipe kurva kinetika yang memiliki Orde 1	80
Gambar 3.4. Tipe kurva kinetika yang memiliki Orde 2	80
Gambar 3.5. Tipe kurva model logistik	81
Gambar 3.6. a. Tipe kurva Gompertz dimana titik awal menjaga asimtot konstan, b. Tipe kurva Gompertz dimana titik awal mengubah bentuk asimtot.....	82
Gambar 3.7. Kurva perubahan kualitas pH pada daging sapi	89
Gambar 3.8. Susunan rangkaian alat pendeteksi keberadaan bahan pengawet di daging ayam.....	90
Gambar 3.9. Algoritma kerja alat deteksi formalin pada daging ayam	91
Gambar 3.10. Output status daging di pasar	92
Gambar 4.1. Bagian dada ayam (pectoralis major muscle) non-fillet dan fillet ..	95
Gambar 4.2. Bahan pengawet formalin.....	96
Gambar 4.3. Bahan pengawet boraks.....	97

Gambar 4.4 Rangkaian alat untuk penentuan kualitas daging	98
Gambar 4.5. Skema sensor pH pada rangkaian alat deteksi yang dikonstruksi....	99
Gambar 4.6. Skema sensor warna TCS 3200 pada rangkaian alat deteksi yang dikonstruksi.....	100
Gambar 4.7. Skema konfigurasi sensor gas pada rangkaian alat deteksi yang dikonstruksi.....	101
Gambar 4.8. Linier aktuator (sumber: awallaptop).....	103
Gambar 4.9. Timbangan Digital	103
Gambar 4.10. Chromameter Minolta CR 400	104
Gambar 4.11. pH meter untuk padatan	105
Gambar 4.12. Gas Chromatography – Mass Spectrometer (GCMS).....	105
Gambar 4.13. Alat detektor gas H ₂ S	106
Gambar 4.14 Alat detector gas NH ₃	107
Gambar 4.15. Tahapan penelitian yang dibagi ke dalam a. Beberapa Work Package (WP) penelitian, b. Alur penelitian pengujian daging ayam.....	111
Gambar 4.16. Rangkaian perangkat penentuan kualitas daging	112
Gambar 4.17. Skema cara kerja perangkat lunak alat deteksi.....	113
Gambar 4.18. Kalibrasi sensor pH	114
Gambar 4.19. Grafik kalibrasi sensor pH.....	114
Gambar 4.20. Kalibrasi sensor gas.....	115
Gambar 4.21. Kalibrasi sensor TCS 3200.....	116
Gambar 4.22 Diagram alir penyusunan library data uji.....	126
Gambar 4.23. Diagram alir penelitian tahap validasi.....	128
Gambar 5.1. Dimensi ruang sampel (kontainer)	131
Gambar 5.2. Penempatan sensor dalam kontainer	132
Gambar 5.3. Posisi sensor pH pada saat pengukuran pH daging ayam	134
Gambar 5.4. Pemasangan sensor aroma pada rangkaian alat deteksi	135
Gambar 5.5.Rangkaian alat deteksi kualitas daging ayam.....	137
Gambar 5.6. Dimensi alat deteksi kualitas daging ayam	138
Gambar 5.7. Grafik Kalibrasi sensor pH.....	139
Gambar 5.8. Grafik validasi sensor pH.....	140
Gambar 5.9. Grafik Kalibrasi sensor warna, a. frekuensi merah, b. frekuensi hijau, c. frekuensi biru	141
Gambar 5.10. Peneraan sensor TCS 3200 untuk berbagai tingkatan intensitas dan saturasi warna.....	143
Gambar 5.11. Pengujian sensitivitas sensor warna TCS 3200 pada sampel homogen (patties)	144
Gambar 5.12. Validasi kinerja sensor warna TCS 3200	145
Gambar 5.13. Kalibrasi sensor gas (a). NH ₃ dan (b). H ₂ S.....	147
Gambar 5.14. a, b. Validasi sensor NH ₃ (MQ 137) dan c, d. validasi sensor H ₂ S (MQ 136).....	148

Gambar 5.15. Perubahan nilai pH daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang	150
Gambar 5.16. Biplot perubahan pH daging ayam akibat perlakuan penambahan bahan pengawet selama penyimpanan 24 jam pada suhu ruang....	152
Gambar 5.17. Nilai L daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	154
Gambar 5.18. Nilai a* daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	156
Gambar 5.19. Nilai b* daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	157
Gambar 5.20. Nilai hue angle daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	158
Gambar 5.21. Nilai Chroma daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	159
Gambar 5.22. Nilai CI daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	160
Gambar 5.23. Nilai DE daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	161
Gambar 5.24. Nilai AE daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	162
Gambar 5.25. Nilai WI daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	163
Gambar 5.26. Pengelompokan perubahan warna daging ayam akibat perlakuan penambahan bahan pengawet selama penyimpanan 24 jam pada suhu ruang	165
Gambar 5.27. Nilai NH ₃ daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	168
Gambar 5.28. Nilai H ₂ S daging ayam segar, daging ayam berformalin dan daging ayam berboraks selama 24 jam pada suhu ruang.....	169
Gambar 5.29. Pengelompokan/pengkelasan perubahan aroma daging ayam akibat perlakuan penambahan bahan pengawet selama penyimpanan 24 jam pada suhu ruang.....	170
Gambar 5.30. PCA parameter kualitas daging ayam segar, daging ayam dengan penambahan formalin, dan daging ayam dengan penambahan boraks selama penyimpanan pada suhu ruang.....	172
Gambar 5.31. Pola perubahan pH daging dada ayam segar dan berpengawet selama penyimpanan 24 jam pada suhu ruang.....	174
Gambar 5.32. Pola perubahan warna daging dada ayam segar dan berpengawet selama penyimpanan 24 jam pada suhu ruang untuk parameter (a) L, (b) a*, (c) b*	177
Gambar 5.33. Profil aroma daging ayam tanpa pengawet, daging berformalin dan berboraks	183
Gambar 5.34. Jumlah bakteri sampel daging ayam pada uji TPC	190

Gambar 5.35. Grafik model pertumbuhan mikrobial (log 10) pada daging ayam	192
Gambar 5.36. Perubahan kekerasan daging dada ayam selama penyimpanan pada suhu ruang	194
Gambar 5.37. Diagram laba-laba uji sensoris kesukaan terhadap daging dada ayam pada suhu ruang.....	197
Gambar 5.38. Uji berpasangan warna daging ayam (post hoc)	199
Gambar 5.39. Uji berpasangan aroma daging dada ayam.....	200
Gambar 5.40. Uji berpasangan kesukaan keseluruhan daging ayam (post hoc) .	202
Gambar 5.41. Pengelompokan perubahan kualitas daging ayam hasil pengujian sensoris dan non destruktif selama penyimpanan 24 jam pada suhu ruang.....	203
Gambar 5.42. Model terbaik pada kinetika perubahan pH daging dada a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang..	209
Gambar 5.43. Model terbaik pada kinetika perubahan warna (L) daging dada ayam a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang.....	213
Gambar 5.44 Model terbaik pada kinetika perubahan warna (a*) daging dada ayam a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang.....	217
Gambar 5.45. Model terbaik pada kinetika perubahan warna b* daging dada ayam a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang.....	221
Gambar 5.46. Model terbaik pada kinetika perubahan nilai c* daging dada ayam a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang	224
Gambar 5.47. Model terbaik pada kinetika perubahan nilai AE daging dada ayam a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang.....	227
Gambar 5.48. Model terbaik pada kinetika perubahan nilai NH ₃ daging dada ayam a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang.....	231
Gambar 5.49. Model terbaik pada kinetika perubahan nilai H ₂ S daging dada ayam a. ayam segar, b. ayam berformalin, c. ayam berboraks pada suhu ruang.....	233
Gambar 5.50. Grafik validasi model kinetika daging ayam segar, daging ayam berformalin, dan daging ayam berboraks	239
Gambar 5.51. Proses kerja MindsDB.....	241
Gambar 5.52. Pembuatan model pada machine learning.....	241
Gambar 5.53. Perintah dalam machine learning untuk pemilihan model terbaik	242
Gambar 5.54. Hasil validasi model dengan sampel uji.....	244
Gambar 5.55. Tampilan prediksi model pada machine learning terhadap kondisi sampel daging dada ayam.....	245

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis statistik parameter pH dengan pengujian non-destruktif	268
Lampiran 2. Analisis statistik parameter L dengan pengujian non-destruktif.....	270
Lampiran 3. Analisis statistik parameter a dengan pengujian non-destruktif	272
Lampiran 4. Analisis statistik parameter b dengan pengujian non-destruktif	274
Lampiran 5. Analisis statistik parameter Hue dengan pengujian non-destruktif.....	276
Lampiran 6. Analisis statistik parameter Chroma dengan pengujian non-destruktif.....	278
Lampiran 7. Analisis statistik parameter CI dengan pengujian non-destruktif	280
Lampiran 8. Analisis statistik parameter DE dengan pengujian non-destruktif.....	282
Lampiran 9. Analisis statistik parameter AE dengan pengujian non-destruktif.....	284
Lampiran 10. Analisis statistik parameter WI dengan pengujian non-destruktif	286
Lampiran 11. Analisis statistik parameter NH ₃ dengan pengujian non-destruktif	288
Lampiran 12. Analisis statistik parameter H ₂ S dengan pengujian non-destruktif.....	290
Lampiran 13. Analisis statistik parameter pH dengan pengujian destruktif.....	292
Lampiran 14. Analisis statistik parameter L dengan pengujian destruktif.....	294
Lampiran 15. Analisis statistik parameter a* dengan pengujian destruktif.....	296
Lampiran 16. Analisis statistik parameter b* dengan pengujian destruktif	298
Lampiran 17. Analisis statistik parameter tekstur dengan pengujian destruktif.....	300
Lampiran 18. Hasil Uji Sensoris Atribut Warna	302
Lampiran 19. Hasil Uji Sensoris Atribut Aroma.....	304
Lampiran 20. Hasil Uji Sensoris Atribut Kesukaan Keseluruhan.....	306

DAFTAR SIMBOL

A	
AE	<i>total colour different</i>
a*	tingkat warna bahan (hijau-merah)
B	
B	blue (biru)
b*	tingkat warna bahan (biru-kuning)
b	boraks (kondisi daging berboraks)
C	
CI	Colour index (indeks warna)
c*	chroma warna
D	
DE	<i>color different to true red</i>
F	
f	formalin (kondisi daging berformalin)
G	
G	<i>Green</i> (hijau)
H	
H ⁰	hue angle
L	
L	Derajat kecerahan warna
M	
M	molaritas
R	
R	red (merah)
S	
s	segar (kondisi daging tanpa pengawet)
V	
V	Volume (liter)
v	voltase (volt)
W	
WI	Whiteness Index (derajat keputihan)
α	taraf signifikansi