

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
INTISARI .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang .....	1
Rumusan Masalah .....	6
Tujuan Penelitian.....	7
Manfaat Penelitian.....	7
Keaslian Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	13
<i>Escherichia coli</i> .....	13
Morfologi <i>E. coli</i> .....	14
Reaksi dan Karakteristik Biokimiawi <i>E. coli</i> .....	15
Patogenesitas <i>E. coli</i> .....	16
<i>Salmonella typhimurium</i> .....	18
Morfologi <i>S. typhimurium</i> .....	18
Patogenesitas <i>S. typhimurium</i> .....	21
Metabolisme Mikroba .....	22
<i>Volatile Organic Compounds (VOCs)</i> yang Berhubungan dengan Pertumbuhan Bakteri .....	24
<i>Electronic Nose</i> .....	28
<i>E-nose</i> yang dikembangkan Fismatel, Departemen Fisika, FMIPA UGM.....	31
Sensor Gas yang Digunakan pada <i>E-nose</i> .....	34
Sensor Tipe TGS 813.....	34
Sensor Tipe TGS 822.....	35

Sensor Tipe TGS 823 .....	36
Sensor Tipe TGS 826 .....	37
Sensor Tipe TGS 2600 .....	37
Sensor Tipe TGS 2603 .....	38
Sensor Tipe TGS 2612 .....	38
Sensor Tipe TGS 2620 .....	39
Landasan Teori .....	44
Hipotesis .....	47
<b>BAB III MATERI DAN METODE .....</b>	<b>50</b>
Waktu dan Tempat Penelitian .....	50
Materi .....	50
Bahan .....	50
Alat .....	51
Metode .....	52
Persiapan sampel .....	52
Re-identifikasi .....	52
<i>E. coli</i> pada media selektif <i>BECA</i> , <i>BGA</i> , dan <i>EMBA</i> .....	52
<i>S. typhimurium</i> pada media selektif <i>BGA</i> , <i>SSA</i> , dan <i>XLDA</i> .....	53
Uji Biokimiawi .....	53
Uji Produksi <i>Indole</i> .....	53
Uji <i>MR</i> .....	54
Uji <i>VP</i> .....	55
Uji <i>Citrate</i> .....	56
Uji <i>LDB</i> .....	56
Uji <i>ODB</i> .....	57
Uji <i>H<sub>2</sub>S</i> .....	57
Uji <i>Urease</i> .....	58
Pewarnaan Gram .....	58
Analisis <i>volatile organic compounds (VOCs)</i> menggunakan <i>e-nose</i> ..	61
Preparasi sampel .....	61
Pengumpulan data .....	62
Pengolahan dan analisis data .....	62
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>68</b>
Re-identifikasi <i>Escherichia coli</i> dan <i>Salmonella typhimurium</i> .....	68
Inokulasi pada media selektif dan diferensial .....	68
Uji biokimiawi dan gula-gula .....	72
Pewarnaan Gram .....	78
<i>Total Plate Count</i> .....	80
Analisis <i>volatile organic compounds (VOCs)</i> menggunakan <i>e-nose</i> .....	81
Respon sensor <i>e-nose</i> .....	81
Normalisasi <i>baseline</i> .....	83
Ekstraksi Ciri .....	86
Hasil analisis data dengan metode <i>chemometrics</i> .....	88
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>97</b>
Kesimpulan .....	97

Saran .....	97
RINGKASAN .....	100
DAFTAR PUSTAKA .....	100
LAMPIRAN .....	108

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b>	Pewarnaan <i>Gram</i> pada biakan murni <i>E. coli</i> .....	14
<b>Gambar 2.</b>	<i>Escherichia coli</i> pada <i>Sheep Blood Agar</i> .....	15
<b>Gambar 3.</b>	Bagan hasil pengujian biokimiawi <i>E. coli</i> . ....	17
<b>Gambar 4.</b>	Pewarnaan <i>Gram</i> pada biakan murni <i>S. typhimurium</i> .....	19
<b>Gambar 5.</b>	Media <i>Eosin Methylene Blue Agar (EMBA)</i> diinokulasi dengan <i>E. coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>S. typhimurium</i> , dan <i>Enterococcus faecalis</i> .....	20
<b>Gambar 6.</b>	Bagan hasil pengujian biokimiawi <i>Salmonella</i> spp. ....	21
<b>Gambar 7.</b>	Asam piruvat .....	24
<b>Gambar 8.</b>	<i>Electronic nose</i> alat peniru sistem indera penciuman pada manusia .....	30
<b>Gambar 9.</b>	Diagram blok pada sistem <i>electronic nose</i> .....	32
<b>Gambar 10.</b>	Diagram alir pengambilan data menggunakan <i>e-nose</i> .....	33
<b>Gambar 11.</b>	Komponen utama pada <i>e-nose</i> .....	33
<b>Gambar 12.</b>	Contoh hasil dari analisis <i>PCA</i> .....	41
<b>Gambar 13.</b>	Klasifikasi <i>E-tongue</i> dari sampel susu .....	42
<b>Gambar 14.</b>	Perbandingan prediksi <i>LDA</i> dan <i>QDA</i> .....	44
<b>Gambar 15.</b>	Contoh gambaran hasil pengumpulan data dan normalisasi <i>baseline</i> .....	63
<b>Gambar 16.</b>	Contoh gambaran hasil ekstraksi ciri. ....	66
<b>Gambar 17.</b>	Bagan penelitian. ....	67
<b>Gambar 18.</b>	Pertumbuhan koloni <i>E. coli</i> pada media <i>BECA</i> , <i>EMBA</i> , dan <i>BGA</i> .....	69
<b>Gambar 19.</b>	Pertumbuhan koloni <i>S. typhimurium</i> pada media <i>BGA</i> , <i>SSA</i> , dan <i>XLDA</i> .....	71
<b>Gambar 20.</b>	Hasil uji biokimiawi dan gula-gula <i>E. coli</i> .....	73
<b>Gambar 21.</b>	Hasil uji biokimiawi dan gula-gula <i>S. typhimurium</i> .....	75
<b>Gambar 22.</b>	Hasil pengujian pada media <i>SIM</i> , <i>TSIA</i> , dan <i>Urease</i> pada <i>E. coli</i> dan <i>S. typhimurium</i> .....	77
<b>Gambar 23.</b>	Hasil pewarnaan <i>Gram</i> .....	79
<b>Gambar 24.</b>	Hasil <i>TPC</i> pada stok kultur <i>E. coli</i> yang dilakukan secara <i>duplo</i> pada media <i>PCA</i> .....	81
<b>Gambar 25.</b>	Respon sensor <i>e-nose</i> pada sampel <i>E. coli</i> yang diinkubasi setelah 2 jam .....	82
<b>Gambar 26.</b>	Hasil normalisasi <i>baseline</i> pada sampel E dengan masa inkubasi 16 jam .....	84
<b>Gambar 27.</b>	Perbandingan respon sensor <i>e-nose</i> TGS 822 dan TGS 2620 ..	85
<b>Gambar 28.</b>	Perbandingan respon sensor <i>e-nose</i> TGS 2620 pada sampel E, pada masa inkubasi 2, 8, 16, 24, 32, dan 48 jam. ....	86
<b>Gambar 29.</b>	Gambaran grafik <i>glyphplot</i> .....	87
<b>Gambar 30.</b>	Gambaran diagram <i>LDA</i> sampel E vs N dan sampel S vs N ..	89
<b>Gambar 31.</b>	Gambaran diagram <i>LDA</i> sampel E dan S .....	90
<b>Gambar 32.</b>	Gambaran diagram <i>LDA</i> sampel E, S, dan N .....	91

<b>Gambar 33.</b>	Gambaran hasil <i>confussion matrix</i> dengan menggunakan metode <i>SVM</i> .....	93
<b>Gambar 34.</b>	Gambaran diagram <i>PCA</i> berdasarkan masa inkubasi.....	94
<b>Gambar 35.</b>	Gambaran diagram <i>LDA</i> berdasarkan masa inkubasi.....	94
<b>Gambar 36.</b>	Gambaran <i>confussion matrix</i> dengan menggunakan metode <i>LDA</i> pada masa inkubasi 8 jam.....	96

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b>	Keaslian Penelitian.....	10
<b>Tabel 2.</b>	Karakteristik Biokimiawi <i>Escherichia</i> .....	16
<b>Tabel 3.</b>	Identifikasi <i>VOCs</i> yang dihasilkan oleh <i>S. typhimurium</i> dan <i>E. coli</i> pada <i>TSB</i> .....	26
<b>Tabel 4.</b>	Identifikasi metabolit dalam sampel <i>headspace SPME</i> setelah pertumbuhan bakteri <i>S. typhimurium</i> dan <i>E. coli</i> pada media <i>TSB</i> . ....	27
<b>Tabel 5.</b>	Identifikasi <i>VOCs</i> yang dihasilkan oleh mikroorganisme pada <i>Super Broth</i> . ....	28
<b>Tabel 6.</b>	Jenis gas yang dihasilkan media <i>TSB</i> steril, pada awal masa inkubasi awal, <i>E. coli</i> dan <i>S. typhimurium</i> dan jenis sensor yang mendeteksi. ....	47
<b>Tabel 7.</b>	Gambaran Reaksi Koloni Spesifik <i>Salmonella</i> spp. (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2008) .....	54
<b>Tabel 8.</b>	Hasil Uji Produksi <i>IMViC</i> .....	58
<b>Tabel 9.</b>	Hasil re-identifikasi <i>E. coli</i> dan <i>S. typhimurium</i> . ....	79
<b>Tabel 10.</b>	Hasil <i>TPC</i> pada masing-masing sampel <i>E. coli</i> dan <i>S. typhimurium</i> . ....	80
<b>Tabel 11.</b>	Perbandingan tingkat akurasi metode analisis data. ....	92

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b>	Teknik Isolasi Biakan Murni dengan Metode <i>Streak-Plate</i> .....	109
<b>Lampiran 2.</b>	Isolasi Biakan Murni dari Hasil Teknik <i>Streak-plate</i> yang telah Disiapkan .....	111
<b>Lampiran 3.</b>	Teknik Memindahkan Biakan Bakteri.....	113
<b>Lampiran 4.</b>	Interpretasi dan Pelaporan Hasil TPC.....	114
<b>Lampiran 5.</b>	Sertifikat Biakan Murni <i>E. coli</i> dan <i>S. typhimurium</i> .....	118
<b>Lampiran 6.</b>	Gambaran Sensor dan <i>Electronic Nose</i> yang Digunakan .....	122
<b>Lampiran 7.</b>	Hasil Analisis Data .....	123
<b>Lampiran 8.</b>	Contoh Hasil dengan Menggunakan PyCM .....	126