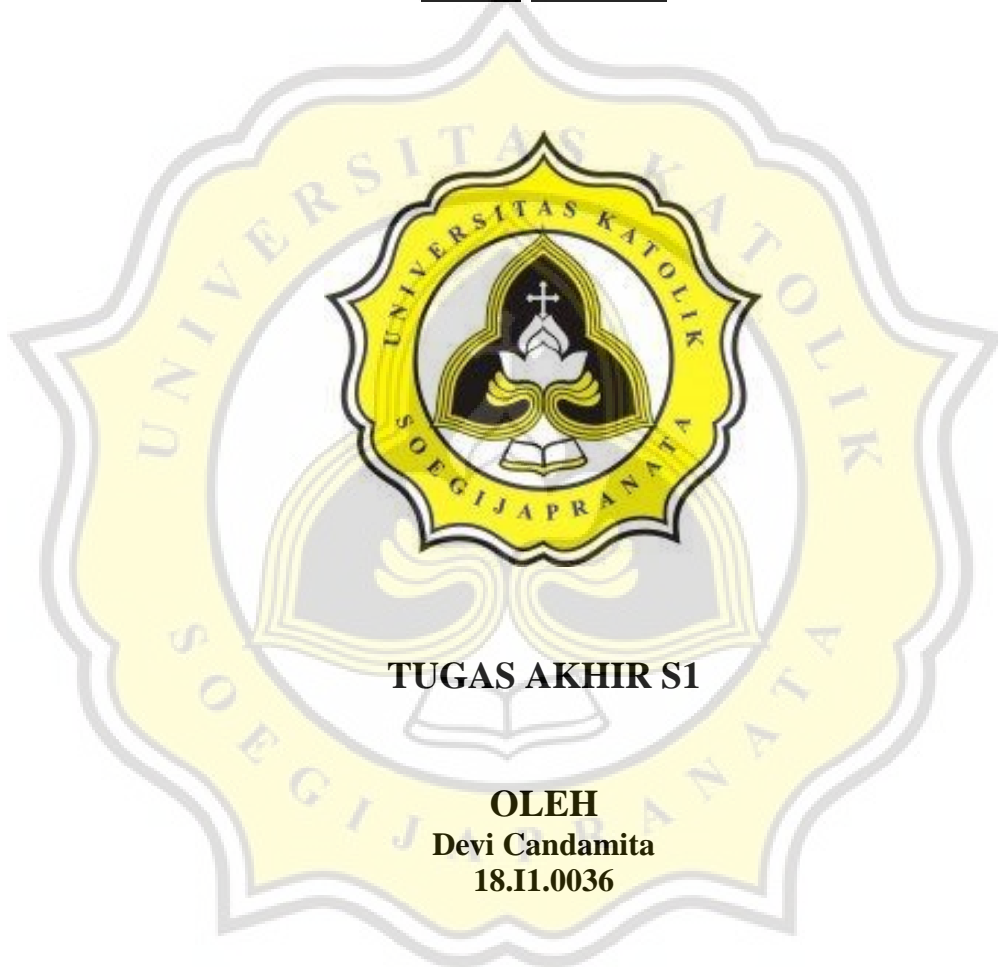


**EFEKTIVITAS METODE SPEKTROSKOPI PADA
DETEKSI PEMALSUAN LADA (*Piper nigrum*)**

***EFFECTIVENESS OF SPECTROSCOPIC METHODS
ON THE DETECTION OF PEPPER ADULTERATION
(Piper nigrum)***



TUGAS AKHIR S1

OLEH
Devi Candamita
18.I1.0036

**KONSENTRASI *FOOD TECHNOLOGY AND INNOVATION*
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2022

**EFEKTIVITAS METODE SPEKTROSKOPI PADA
DETEKSI PEMALSUAN LADA (*Piper nigrum*)**

***EFFECTIVENESS OF SPECTROSCOPIC METHODS
ON THE DETECTION OF PEPPER ADULTERATION
(Piper nigrum)***

TUGAS AKHIR S1

Diajukan untuk
memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan

OLEH
Devi Candamita
18.II.0036

**KONSENTRASI *FOOD TECHNOLOGY AND INNOVATION*
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS METODE SPEKTROSKOPI PADA
DETEKSI PEMALSUAN LADA (*Piper nigrum*)**
***EFFECTIVENESS OF SPECTROSCOPIC METHODS
ON THE DETECTION OF PEPPER ADULTERATION
(Piper nigrum)***

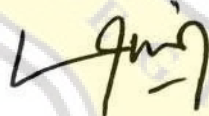
Oleh :
Devi Candamita
18.II.0036

PROGRAM STUDI: SARJANA TEKNOLOGI PANGAN

Tugas Akhir ini telah disetujui dan dipertahankan di hadapan Sidang Penguji
pada tanggal: 29 September 2022
sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan.

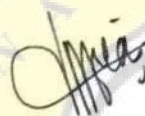
Semarang, 14 Oktober 2022
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Katolik Soegijapranata

Pembimbing I



Inneke Hantoro, S.TP., M.Sc.
NPP. 0581.2002.253

Pembimbing II



Mellia Harumi, S.Si, M.Sc.
NPP. 0581.2019.383

Dekan



Dr. Dra. Laksma Hartajanie, MP.
NPP. 0581.2012.281

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama Lengkap : Devi Candamita
Nomor Induk Mahasiswa : 18.11.0036
Fakultas : Teknologi Pertanian
Program Studi dan Konsentrasi : Teknologi Pangan dan *Food Technology and Innovation*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan Tugas Akhir yang berjudul “Efektivitas Metode Spektroskopi pada Deteksi Pemalsuan Lada (*Piper nigrum*)” ini merupakan karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya, belum terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam tulisan ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa tulisan Tugas Akhir ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka saya bersedia untuk menerima konsekuensi atas ketidakjujuran saya sesuai peraturan di Universitas Katolik Soegijapranata Semarang dan/ atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 14 Oktober 2022
Yang menyatakan,





Devi Candamita
18.11.0036

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devi Candamita
Konsentrasi : Teknologi Pangan
Fakultas : Teknologi Pertanian
Jenis Karya : *Review Jurnal*

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Non eksklusif atas karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Metode Spektroskopi pada Deteksi Pemalsuan Lada (*Piper nigrum*)” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 14 Oktober 2022

Yang menyatakan,



Devi Candamita

RINGKASAN

Lada (*Piper nigrum*) banyak digunakan sebagai bumbu masakan dan bahan baku pembuatan jamu karena manfaatnya seperti antikanker, antioksidan, dan lain-lain. Lada memiliki harga jual dan volume perdagangan yang tinggi menyebabkan bahan pangan ini sering menjadi target pemalsuan untuk memperoleh keuntungan. Salah satu metode analisis yang cepat, murah, tidak membutuhkan keahlian khusus, tidak destruktif, dan preparasi sampel minim dalam mendeteksi pemalsuan lada yaitu metode spektroskopi yang biasanya dikombinasi dengan analisis multivariat. Tujuan dari *review* ini yaitu untuk mengetahui jenis adulteran yang dapat dideteksi dengan metode spektroskopi serta metode spektroskopi yang paling efektif dalam mendeteksi pemalsuan lada. Dalam melakukan *review* pertama-tama dilakukan pengumpulan berbagai literatur sesuai kriteria inklusi dan eksklusi lalu data diolah dalam bentuk tabel. Adulteran pada pemalsuan lada yang dapat dideteksi dengan spektroskopi yaitu sereal dan olahannya, umbi-umbian dan olahannya, lada, bagian lada, limbah lada, rempah-rempah, dan adulteran lainnya. Alasan penggunaan adulteran sebagian besar disebabkan karena murah, visualnya mirip, serta tidak mempengaruhi warna, rasa, dan aroma. Spektroskopi yang dapat digunakan dalam deteksi pemalsuan lada antara lain spektroskopi *Near Infrared* (NIR), *Fourier Transform Near Infrared* (FT-NIR), *Near Infrared Hyperspectral Imaging* (NIR-HSI), *Mid Infrared* (MIR), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared* (ATR-FTIR), dan *Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform* (DRIFT). Analisis spektroskopi dilakukan dengan cara membandingkan spektra sampel lada murni dengan sampel lada yang dipalsukan. Spektroskopi FTIR dan ATR-FTIR dipilih sebagai metode yang paling efektif karena dapat menunjukkan perbedaan spektra lada dan spektra adulteran dengan jelas terutama pada puncak vibrasi gugus fungsi piperin. Analisis multivariat yang dapat digunakan dalam pemalsuan lada antara lain *Partial Least Square* (PLS), *Multiple Linear Regression* (MLR), *Genetic Algorithm Optimized Support Vector Machine* (GA-SVM), *Partial Least Square Discriminant Analysis* (PLS-DA), *Orthogonal Least Square Discriminant Analysis* (OPLS-DA), *Soft Independent Modeling of Class Analogy* (SIMCA), dan *Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve* (AUROC). Analisis multivariat yang paling efektif digunakan yaitu PLS dan AUROC. PLS efektif dalam menentukan tingkat adulteran pada lada dengan menunjukkan nilai R^2 dan RPD lebih yang tinggi serta nilai SEC dan SEV yang lebih rendah dibandingkan metode lainnya dan adanya proses validasi. AUROC dapat menunjukkan tingkat spesifisitas dan sensitivitas yang tinggi serta konsentrasi adulteran terendah yang dapat terdeteksi.

SUMMARY

Pepper (Piper nigrum) is often used as an ingredient for cooking and herbal medicine because of its benefits such as anticancer, antioxidant, and others. Pepper has a high selling price and trading volume, which makes this spice often become a target for adulteration. An analytical method that is fast, cheap, easy, nondestructive, and has minimal sample preparation in detecting pepper adulteration of pepper is the spectroscopic method which is usually combined with multivariate analysis. This review aims to determine the types of adulterants that can be detected by spectroscopic methods that are most effective in detecting adulteration of pepper. In conducting the review, various kinds of literature were collected according to the inclusion and exclusion criteria, and then the data was processed in tabular form. Adulterants in pepper adulteration that can be detected by spectroscopy are cereals and their preparations, tubers and their products, different origin of pepper, pepper parts, pepper waste, other spices, and other adulterants. The reason for using adulterants is that they are cheap, visually similar, and do not affect color, taste, and aroma. Spectroscopy that can detect pepper adulteration includes Near Infrared (NIR), Fourier Transform Near Infrared (FT-NIR), Near Infrared Hyperspectral Imaging (NIR-HSI), Mid Infrared (MIR), Fourier Transform Infrared (FTIR), Attenuated Total Reflectance Infrared Fourier Transform (ATR-FTIR), and Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform (DRIFT). Spectroscopic analysis was carried out by comparing the spectra of pure pepper samples with falsified pepper samples. FTIR and ATR-FTIR spectroscopy were chosen as the most effective methods because they can clearly show differences in pepper spectra and adulterant spectra, especially at the peak of the piperine functional group vibration. A multivariate analysis that can be used in pepper adulteration includes Partial Least Square (PLS), Multiple Linear Regression (MLR), Genetic Algorithm Optimized Support Vector Machine (GA-SVM), Partial Least Square Discriminant Analysis (PLS-DA), Orthogonal Least Square Discriminant Analysis (OPLS-DA), Soft Independent Modeling of Class Analogy (SIMCA), and Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (AUROC). The most effective multivariate analysis used were PLS and AUROC. PLS effectively determines the level of adulterant in pepper by showing higher R^2 and RPD values and lower SEC and SEV values compared to other methods and the existence of a validation process. AUROC can exhibit high levels of specificity and sensitivity and the lowest detectable concentrations of adulterants.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan kasih karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Efektivitas Metode Spektroskopi pada Deteksi Pemalsuan Lada (*Piper nigrum*)”. Pelaksanaan dan penulisan Tugas Akhir dilakukan sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan di Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Selama pelaksanaan dan penulisan Tugas Akhir, penulis dapat menyelesaikan dengan baik karena adanya bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan penyertaan-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga pelaksanaan dan pembuatan Tugas Akhir dapat disusun dengan baik dan selesai tepat waktu.
2. Dr. Dra. Laksmi Hartajanie, MP. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan Tugas Akhir.
3. Inneke Hantoro, S. TP, M. Sc. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, bimbingan, dukungan, dan nasihat selama proses penulisan Tugas Akhir.
4. Mellia Harumi, S. Si, M. Sc. selaku dosen pembimbing II dan koordinator Tugas Akhir Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, bimbingan, dukungan, dan nasihat selama proses penulisan Tugas Akhir.
5. Prof. Dr. Ir. Budi Widianarko, M. Sc. selaku dosen wali yang telah membimbing dan memotivasi penulis selama penulisan Tugas Akhir.
6. Seluruh dosen, pengajar, *staff* dan karyawan FTP yang telah membantu penulis selama proses penulisan maupun proses administrasi.

7. Orang tua, kakak, Oma, dan seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan semangat, dukungan material maupun spiritual kepada penulis selama melaksanakan dan pembuatan Tugas Akhir.
8. Valerina dan Angelia Qalista N. B. selaku rekan dalam kelompok Tugas Akhir yang selalu membantu penulis serta memberikan motivasi kepada penulis selama pelaksanaan dan pembuatan Tugas Akhir.
9. Ko Aldo, Bunga Alodia, Jonathan Felim, Viola, Kezia Ivana, Krisna Wiyarta, Yohanes Candra K., dan Princy Devina J. yang memberikan dukungan dalam suka dan duka serta memberikan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir.
10. Seluruh pihak yang telah memberikan kritik, saran, dan dukungan kepada penulis selama pelaksanaan dan penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan juga pengetahuan bagi pembaca khususnya bagi mahasiswa Universitas Katolik Soegijapranata Semarang. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan serta masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis meminta maaf apabila terdapat kekurangan, kesalahan yang tidak disengaja, ataupun hal-hal yang kurang berkenan bagi para pembaca. Penulis juga menerima kritik dan saran demi kesempurnaan terhadap Tugas Akhir yang telah disusun dan demi kebaikan penulis di masa yang akan datang.

Semarang, 14 Oktober 2022

Penulis,



Devi Candamita

DAFTAR ISI

EFEKTIVITAS METODE SPEKTROSKOPI PADA DETEKSI PEMALSUAN LADA (<i>Piper nigrum</i>).....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Lada (<i>Piper nigrum</i>).....	4
2.2. Standar Mutu Lada.....	6
2.2.1. Standar Nasional Indonesia (SNI) Lada.....	6
2.2.2. Standar Codex Alimentarius Lada	8
2.3. Adulteran pada Pemalsuan Lada	9
2.4. Metode Spektroskopi dalam Mendeteksi Adulteran pada Pemalsuan Lada ..	11
2.5. Analisis Multivariat dalam Mendeteksi Adulteran pada Pemalsuan Lada	16
2.6. Penelitian <i>Review</i> tentang Pemalsuan Lada dan Analisis Kesenjangan.....	18

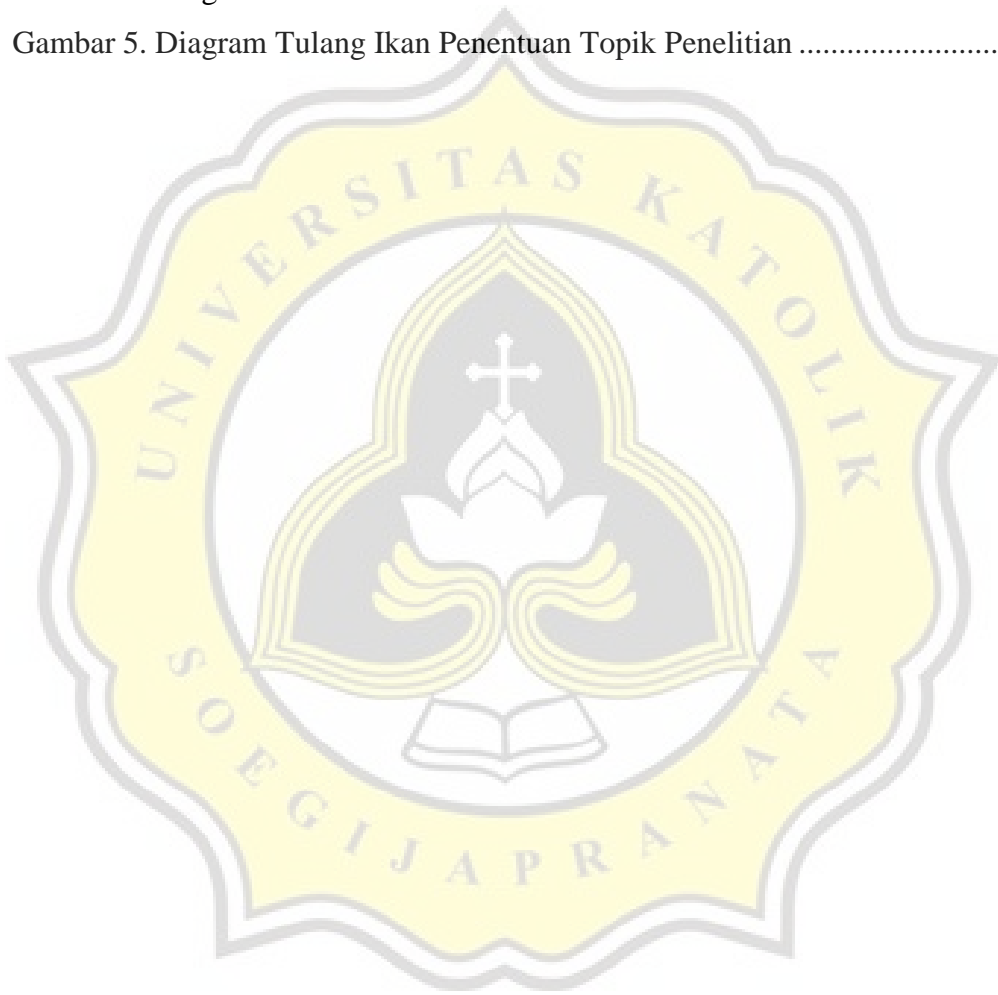
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Analisis Kesenjangan.....	21
3.2. Pengumpulan Literatur.....	22
3.2.1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	23
3.3. Penyaringan Literatur.....	23
3.4. Analisis dan Tabulasi Data	24
3.5. Desain Konseptual	24
BAB IV HASIL PENELITIAN	26
4.1. Adulteran Pada Lada Yang Dapat Dideteksi dengan Metode Spektroskopi..	26
4.2. Deteksi Adulteran pada Lada dengan Metode Spektroskopi	31
4.3. Analisis Multivariat dalam Menginterpretasi Hasil Pengujian Spektroskopi pada Pemalsuan Lada.....	42
BAB V PEMBAHASAN.....	47
5.1. Adulteran Pada Lada Yang Dapat Dideteksi Menggunakan Metode Spektroskopi.....	47
5.2. Deteksi Adulteran Pada Pemalsuan Lada Dengan Metode Spektroskopi.....	51
5.3. Analisis Multivariat dalam Menginterpretasi Hasil Pengujian Spektroskopi pada Pemalsuan Lada.....	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1. Kesimpulan	61
6.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Persyaratan Mutu Lada Hitam	6
Tabel 2. Persyaratan Mutu Lada Putih	7
Tabel 3. Adulteran pada Pemalsuan Lada Hitam.....	9
Tabel 4. Gugus Fungsi yang Umum Terdeteksi di Wilayah NIR Terkait Senyawa Organik.....	13
Tabel 5. <i>Review</i> Tentang Pemalsuan Lada yang Sudah Dipublikasi	19
Tabel 6. Adulteran pada Pemalsuan Lada yang dapat Dideteksi Menggunakan Metode Spektroskopi	28
Tabel 7. Deteksi Adulteran pada Lada dengan Metode Spektroskopi.....	33
Tabel 8. Analisis Multivariat <i>Targeted</i> dalam Mendeteksi Adulteran pada Pemalsuan Lada	43
Tabel 9. Analisis Multivariat <i>Non-Targeted</i> dalam Mendeteksi Adulteran pada Pemalsuan Lada	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Kimia Piperin	4
Gambar 2. Produksi Lada (<i>Piper spp.</i>) di Dunia.....	5
Gambar 3. Produsen Lada (<i>Piper spp.</i>) Terbesar di Dunia	6
Gambar 4. Diagram Alir Metode Penelitian <i>Review</i>	21
Gambar 5. Diagram Tulang Ikan Penentuan Topik Penelitian	25



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Antiplagiasi Laporan Tugas Akhir..... 76

