

**ANALISIS KEMOMETRIK
PROFIL SPEKTRUM *FOURIER TRANSFORM INFRARED*
BUAH LADA HITAM (*Piper nigrum L.*)
DARI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

AGUNG NUGRAHA

A 171 056



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2021**

**ANALISIS KEMOMETRIK
PROFIL SPEKTRUM *FOURIER TRANSFORM INFRARED*
BUAH LADA HITAM (*Piper nigrum* L.)
DARI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA**

**AGUNG NUGRAHA
A 171 056**

Juli 2021

Disetujui oleh :

Pembimbing



apt. Melvia Sundalian, M.Si.

Pembimbing



Sri Gustini Husein, S.Si., M.Farm.

KUTIPAN

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

KUTIPAN

Alhamdulillahilahi rabbil'alamin, segala puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberi rahmat, taufik dan hidayah-Nya. Dan shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman modern seperti saat ini.

Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibunda tercinta Imas Sarinngsih dan Ayahanda Ayi Syarifudin. Terima kasih untuk segala do'a dan selalu mendorong saya melakukan yang terbaik.

ABSTRAK

Lada (*Piper nigrum* L.) merupakan salah satu jenis rempah yang paling penting diantara rempah-rempah lainnya (*king of species*), lada juga merupakan tumbuhan yang buahnya berfungsi sebagai bumbu masakan, obat herbal, anti bakteri dan anti oksidan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisis profil spektrum FTIR buah lada hitam dari beberapa daerah di Indonesia dengan menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) serta untuk mengelompokkan kualitas buah lada hitam dari beberapa daerah di Indonesia secara analisis kemometrik dengan metode PCA (*Principal Component Analysis*) dan *cluster analysis*. Buah lada hitam yang digunakan berasal dari 10 Provinsi di Indonesia yaitu dari Provinsi Aceh, Provinsi Bangka Belitung, Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Lampung, Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Tengah, Provinsi Jawa Timur, Provinsi Bali, Provinsi Kalimantan Barat, dan Provinsi Sulawesi Tenggara. Kandungan kimia buah lada hitam dari beberapa daerah di Indonesia yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, fenolat, triterpenoid, saponin, dan kuinon. Analisis profil spektrum IR buah lada hitam dari beberapa daerah di Indonesia di pindai pada daerah 4000-400 cm^{-1} dan menghasilkan 6 puncak khas yang muncul yang dipilih berdasarkan puncak tertinggi dengan intensitas yang beragam diantaranya, terdapat gugus O-H (alkohol), C-H (alkana), CH₃ (alifatik), C=O (ester), C-O (alkohol) dan C-C (alkana). Hasil PCA dengan dua dimensinya diperoleh *plot score* PC-1 (94%) dan PC-2 (5%) dengan jumlah kumulatif total sebesar 99%. Hasil pengelompokan PCA menunjukkan bahwa terdapat 3 kelompok sampel yang diperoleh berdasarkan *Plot score* yang paling berdekatan yaitu antara sampel dari Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Tengah, Provinsi Jawa Timur, dan Provinsi Bali, selanjutnya antara sampel dari Provinsi Lampung dan Provinsi Sumatera Selatan, kemudian antara sampel dari Provinsi Bangka Belitung dan Provinsi Aceh, dan antara sampel dari Provinsi Kalimantan Barat dan Sulawesi Tenggara. Hasil *cluster analysis* menunjukkan sampel dari daerah Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Jawa Tengah memiliki jarak relatif yang paling kecil yang berarti kedua sampel tersebut memiliki kesamaan karakteristik yang tinggi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa metode analisis kemometrik profil spektrum FTIR dapat digunakan untuk mengelompokkan kualitas buah lada hitam dari beberapa daerah di Indonesia.

Kata Kunci: Buah Lada Hitam (*Piper nigrum* L.). FTIR, Kemometrik, PCA, Kluster Analisis.

ABSTRACT

Pepper (*Piper nigrum* L.) is one of the most important spices among other spices (king of spices), pepper is also a plant whose fruit functions as a cooking spice, herbal medicine, anti-bacterial and anti-oxidant. The purpose of this study was to determine and analyze the FTIR spectrum profile of black pepper fruit from several regions in Indonesia using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy and to classify the quality of black pepper fruit from several regions in Indonesia by chemometric analysis using the PCA (Principal Component Analysis) method. and cluster analysis. The black pepper fruit used came from 10 provinces in Indonesia, namely from Aceh Province, Bangka Belitung Province, South Sumatra Province, Lampung Province, West Java Province, Central Java Province, East Java Province, Bali Province, West Kalimantan Province, and Southeast Sulawesi Province. . The chemical content of black pepper fruit from several regions in Indonesia are alkaloids, flavonoids, tannins, phenolics, triterpenoids, saponins, and quinones. The analysis of the IR spectrum profile of black pepper fruit from several regions in Indonesia was scanned in the 4000-400 cm^{-1} area and resulted in 6 distinctive peaks that appeared which were selected based on the highest peaks with varying intensities including OH (alcohol), CH (alkane) groups.), CH₃ (aliphatic), C=O (ester), CO (alcohol) and CC (alkane). The results of PCA with two dimensions obtained plot scores PC-1 (94%) and PC-2 (5%) with a cumulative total of 99%. The results of the PCA grouping show that there are 3 groups of samples obtained based on the closest Plot score, namely between samples from West Java Province, Central Java Province, East Java Province, and Bali Province, then between samples from Lampung Province and South Sumatra Province, then between samples from Bangka Belitung Province and Aceh Province, and between samples from West Kalimantan and Southeast Sulawesi Provinces. The results of the cluster analysis show that samples from the West Java and Central Java provinces have the smallest relative distances, which means that the two samples have high similarity in characteristics. The results showed that the FTIR spectrum profile chemometric analysis method could be used to classify the quality of black pepper fruit from several regions in Indonesia.

Keywords: Black Pepper Fruit (*Piper nigrum* L.). FTIR, Chemometrics, PCA, Cluster Analysis.

KATA PENGANTAR

Bissmillahirrahmanirrahim.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat segala rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **Analisis Kemometrik Profil Spektrum *Fourier Transform Infrared* Buah Lada Hitam (*Piper Nigrum L.*) dari Beberapa Daerah di Indonesia**. Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak apt. Melvia Sundalian, M.Si. dan ibu Sri Gustini Husein, S.Si, M.Farm selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasihat, dukungan dan semangat yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam menyelesaikan skripsi ini juga, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak akan sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si. Selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
2. apt. Dewi Astriany, M.Si. Selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
3. apt. Revika Rachmaniar, M.Farm. Selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi SekolahTinggi Farmasi Indonesia.
4. apt. Novi Irwan Fauzi, S.Farm.,M.SI. Selaku Dosen Wali yang telah membimbing dan memberi nasehat selama melaksanakan perkuliahan di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
5. Seluruh dosen, staf administrasi, serta seluruh karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan bantuan yang telah diberikan selama penulis berkuliah.
6. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2017 yang telah berjuang bersama

hingga akhir program S1 Farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

7. Semua pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu yang telah memberikan perhatiannya dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga penelitian ini akan memberikan manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi pihak lain yang berkepentingan untuk pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang farmasi.

Bandung, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Lata Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Taksonomi Tumbuhan Lada	4
2.2 Morfologi Tumbuhan Lada	4
2.3 Lada (<i>Piper nigrum L.</i>)	5
2.2.1. Syarat Tumbuh	5
2.2.2. Manfaat Lada Hitam	6
2.4 Determinasi Tumbuhan	7
2.5 Penetapan Kadar Air	7
2.6 Skrining Fitokimia	8
2.7 Spektroskopi FT-IR	8
2.8 Kemometrik	11
BAB III	
TATA KERJA	14
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	14

3.2 Bahan	14
3.3 Instrumen	14
3.4 Perangkat Lunak	14
3.5 Determinasi Tanaman Sampel Buah Lada Hitam.....	14
3.6 Preparasi Sampel dan Pembuatan Serbuk Buah Lada Hitam	14
3.7 Skrining Fitokimia Serbuk Buah Lada Hitam.....	15
3.8 Penetapan Kadar Air Serbuk Buah Lada Hitam	16
3.9 Penentuan Spektrum FTIR dan Analisis Gugus Fungsi Serbuk Buah Lada Hitam	17
3.10 Analisis Spektrum Dengan Metode Kemometrik Menggunakan Aplikasi <i>The Unscrambler X</i>	17
3.11 <i>Cluster Analysis</i> Sampel Buah Lada Hitam.....	18
 BAB IV	
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Pengumpulan Bahan Baku dan Hasil Determinasi Buah Lada Hitam	19
4.2 Preparasi Sampel dan Pembuatan Serbuk Buah Lada Hitam	19
4.3 Penetapan Kadar Air Serbuk Buah Lada Hitam	19
4.4 Skrining Fitokimia Serbuk Buah Lada Hitam.....	20
4.5 Pengukuran Spektrum FTIR dan Analisis Gugus Fungsi Serbuk Buah Lada Hitam	22
4.6 Analisis Spektrum Dengan Metode Kemometrik Menggunakan <i>The Unscrambler X</i>	24
4.7 <i>Cluster Analysis</i> Buah Lada Hitam	29
 BAB V	
SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Alur Penelitian Selanjutnya	31
DAFTAR PUSTAKA	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Pembagian Daerah Spektra Inframerah (Watson,1999).	9
4. 1 Hasil Penetapan Kadar Air Serbuk Buah Lada Hitam dari Beberapa Daerah di Indonesia.....	20
4.2 Hasil Skrining Fitokimia Serbuk Buah Lada Hitam dari Beberapa Daerah di Indonesia.....	21
4. 3 Hasil Analisis Gugus Fungsi Spektrum FTIR Buah Lada Hitam dari Beberapa Daerah di Indonesia	22
4. 4 Hasil Absorbansi Analisis Gugus Fungsi Spektrum FTIR Buah Lada Hitam Dari Beberapa daerah di Indonesia	23
4. 5 Hasil Pemrosesan PCA Dengan Menggunakan Beberapa Opsi	25
4. 6 Data Matriks Hasil (Principal Component Analysis, PCA) PC-1, PC-2, PC-3, PC-4, PC-5, PC-6 dan PC-7 Dengan Pemrosesan Menggunakan Opsi <i>Baseline</i>	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Tanaman Lada (<i>Piper nigrum L.</i>).....	4
4. 1 Hasil Pengukuran Spektrum FTIR Serbuk Buah Lada Hitam dari Beberapa Daerah di Indonesia.....	22
4. 2 Salah satu Koreksi Baseline (Gambar diambil dari Stuart, 2004).....	26
4.3 Hasil Grafik Plot Score PCA Dengan Pemrosesan Menggunakan Opsi Baseline	28
4.4 Hasil Cluster Analysis Buah Lada Hitam dari Beberapa Daerah di Indonesia	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Determinasi Sampel Buah Lada Hitam Di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Mipa, Universitas Padjajaran.	35
2. Hasil Preparasi Sampel Dan Pembuatan Serbuk Buah Lada Hitam.....	36
3. Hasil Penetapan Kadar Air Serbuk Buah Lada Hitam Dari Beberapa Daerah Di Indonesia.....	39
4. Hasil Skrining Fitokimia Serbuk Buah Lada Hitam Dari Beberapa Daerah Di Indonesia	42
5. Hasil Pemrosesan Dengan Menggunakan Beberapa Opsi	47
6. Hasil <i>Plot Score</i> Dari Masing-Masing PC (<i>Principal Component</i>)	50

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Sry, Ruslan dan Agrippina Wiranintyas. 2016. "Skrining Fitokimia Tanaman Obat di Kabupaten Bima". Vol 4. (1) : 72 - 76.
- Ahmad, N., H. Fazal, Abbasi, B.H., Farooq, S., Ali, M., dan Khan, M.A. 2012. "Biological Role of *Piper Nigrum* L. (Black Pepper)". A Riview. *Departemen of Biotechnology*. Islambad. Pakistan.
- Aloisius, M.K., Anselmus, B.B., Erly G, Boelan. 2020. "Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Asal Pulau Timor". *Skripsi*. Universitas Katolik Widya Mandira Kupang. Hal. 5.
- Bagheri, H., Moh. Yazid., Solati Z. 2014. "Antioxidant Activity of *Piper nigrum* L. Essential Oil Extracted by Supercritical CO₂ Extraction and Hydro-distillation". P. 121.
- Bunaciu, A.A., Aboul-Enein, H.Y., dan Fleschin, S. 2011. "Recent Applications of Fourier Transform Infrared Spectrophotometry in Herbal Medicines Analysis". *Applied Spectroscopy Reviews* (46): 251-260.
- Chandra, F. 2014. "Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik *Thea Herbal* Pare (*Momordica charantina* L.)". *Skripsi*. Universitas Pasundan Bandung. Hal. 8.
- Che, Y.B., Rohman, M.A., dan Mansor, T.S.,T. 2011. "Differentiation of Lard From Other Edible Fats and Oils by Means of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics". P.187-192.
- Damayanto, I., Putu. Dede, P., Sri, M., dan Baiq, Farhatul Wahidah. 2019. "Inventarisasi, Kunci Identifikasi, Pemetaan dan Rekomendasi Pengelolaan Jenis-Jenis Bambu di *Ecology Park*, Pusat Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya-LIPI, Kabupaten Bogor, Jawa Barat". *Jurnal Arsitektur Lansekap*, Vol. 5. (1) : 114-124.
- Dekes RI. 2000. Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Dikjen POM. Direktorat Pengawasan Obat Tradisional. Ed 1. Hal 3-11; 17-19.
- Depkes RI. 1989. *Materia Medika Indonesia*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta. Vol 5. Hal. 5-6.
- Depkes RI. 1995. *Farmakope Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Ed 4. Hal. 146-152.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Evrizal, Rusdi. 2013. *Dasar-Dasar Produksi Perkebunan*. Bandar Lampung : Graha Ilmu.
- Faisal, Imam, Agus., Mitra, Handini., dan Mahyarudin. 2018. "Aktivitas *Quorum Quenching* Bakteri Gram Positif Endofit Tanaman Pegagan (*Centella Asiatica*) Terhadap *Chromobacterium violaceum*". *Naskah Publikasi*. Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
- Gad, H.A., El-Ahmady, S.H., Abou-Shoer, M.I., dan Al-Azizi, M.M. 2012. "Application of Chemometrics in Authentication of Herbal Medicine". *Journal. Phytochemical Analysis*. P. 24: 1-24.
- Haryati, N.A., Chairul S., Erwin. 2015. "Uji Toksisitas dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium Myrtifolium*)".

- Walp) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Esherchia coli*".
Jurnal Kimia Mulawarman. Vol 13 (1) : 35-40.
- Iriawan, N., dan S.P. 2006. Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14. Yogyakarta: Penerbit Andi. Hal. 3-7.
- IPC (*International Pepper Community*). 2013. *Report 41th Pepper Exporters Meeting. 15th November 2013*. Sarawak. Malaysia.
- Kartasapoetra. 2004. Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat. Jakarta : PT Bineka Karya.
- Kautsar, A. 2012. "Diferensiasi Asal Geografis Kunyit (*Curcuma Domestica Val*) Menggunakan Fotometer *Portable* dan Analisis Kemometrik". *Skripsi Universitas Pakuan*. Hal. 52.
- Khopkar, S. M., 2008. Konsep Dasar Kimia Analitik, Jakarta : UI-Press.
- Kristina, M. 2018. Alat Pengatur Kelembaban Tanah Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. *Media Elekrika*. Vol 14 (1): 3.
- Kuncoro, Mudrajad. 2003. Metode Riset Untuk Bisnis dan Ekonomi. Jakarta: Erlangga.
- Kunnumakkara, A., Guha, S., dan Aggarwal, B. 2009. *Curcumin and Colorectal Cancer : Add Spice to Your Life. Current Colorectal Cancer Reports*. (5). P. 5-14.
- Lukman, Hilmia., Wulandari, Lestyo., Retnaningtyas, Yuni. 2016. "Penentuan Kadar Flavonoid pada Ekstrak Daun Tanaman Menggunakan Metode NIR dan Kemometrik (*Determination of Flavonoid in Leave Extracts Using NIR and Chemometric*)". *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*. Vol. 4. (1).
- Martono, B., dan Setyono, R.T. 2014. Skrining Fitokimia Enam *Genotipe The*, J. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Vol 1.(2):63 -68.
- Miller, J.N., dan Miller, J.C. 2005. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry, Pearson Education, Essex, UK*.
- Mojab, F., Kamalinejad, M., Ghadeni, N., dan Vahidipour, H. R. 2003. *Phytochemical Screening of Some Species of Iranian Plants. Iranian Journal of Pharmaceutical Research*.
- Nohong. 2009. Skrining Fitokimia Tumbuhan *Ophiopogon Jaburan Lodd* dari Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara, , 5 (2), 172–178.
- Nurchahyo, B. 2015 Identifikasi Dan Autentifikasi Meniran (*Phyllanthus nirruri*) Menggunakan Spektrum Ultraviolet-Tampak dan Kemometrika. *Skripsi*. Insitut Pertanian Bogor. Bogor. Hal. 41.
- Prasetyo, E. 2012. Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab. Andi Offset. Yogyakarta.
- Purwakusumah, E.D., Rafi, M., Syafitri, UD., Nurcholis, W., Adzkiya, M.A.Z. 2014. "Identifikasi dan Autentifikasi Jahe Merah Menggunakan Kombinasi Spektroskopi FTIR dan Kemometrik". *Jurnal*. Hal. 34.
- Rifai, M.A. 1976. *Sendi-Sendi Botani Sistemika*. Bogor : Lembaga Biologi Nasional-LIPI.
- Rika Silvany. 2016. Analisis Komponen Kimia minyak Atsiri dan Uji Aktivitas Antioksidan Maupun Anti Bakteri Minyak Atsiri Serta Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Batang Kecomberang (*Etlingera elatior*). *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal. 34.

- Risfaheri. 2012. Diversifikasi Produk Lada (*Piper nigrum L.*) untuk Peningkatan Nilai Tambah. Buletin Teknologi Pasca Panen Pertanian. Vol 8 (1). Hal 12.
- Rismunandar dan Riski, M.H. 2007. Lada Budi Daya dan Tata Niaga. Jakarta. Penebar Swadaya. Hal. 140.
- Rodriguez, Saona., LE., Giusti, M.M., dan Shotts, M. 2016. "Advances in Infrared Spectroscopy for Food Authenticity Testing". *Journal. Ohio State university*. P. 1-2.
- Rohman, Abdul. 2014. Spektroskopi Inframerah dan Kemometrika untuk Analisis Farmasi. Yogyakarta: Penerbit Pustaka Pelajar.
- Sankari, G., E. Kriahnamoorthy., S. Jayakumaran., S. Gunaeakaran, V.V., Priya, S. Subramanlam., and S.K. Mohan. 2010. *Analysis of Serum Immunoglobulins Using Fourier Transform Infrared Spectral Measurements*. Vol 2 (3): 42-48.
- Scott, I.M., H.R Jensen, B.J.R., Philogene, and J.T Arnason. 2007. *A Review of Piper Spp. (Piperaceae) : Phytochemistry, Insecticidal Activity, And Mode of Action*. *Phytochem Rev* 7:65-75.
- Sembiring, N.V.N. 2009. "Pengaruh Kadar Air dari Bubuk Teh Hasil Fermentasi Terhadap Kapasitas Produksi pada Stasiun Pengeringan di Pabrik The PTPN IV Unit Kebun Buah Butong". *Karya Ilmiah*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Stuart, B. 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. John Wiley and Sons. Chichester. UK.
- Suwarto. 2013. Lada. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Vasavirama, K, dan Upender, M. 2014. *Piperine : a Valuable Alkaloid from Piper Species*. *Int J Pharm Pharm Sci*, Vol 6 (4):34-38.
- Watson, D.G. 1999. *Pharmaceutical Analysis: A Textbook for Pharmacy Student and Pharmaceutical Chemist*. Churchill Livingston. UK.
- Watson, David. 2005. Analisis Farmasi: Buku Ajar untuk Mahasiswa Farmasi dan Praktisi Kimia Farmasi. Ed 2. EGC: Jakarta.
- Widyati, E. 2006. Penentuan Adanya Senyawa Triterpenoid dan Uji Aktivitas Biologis Pada Beberapa Spesies Tanaman Obat Tradisional Masyarakat Pedesaan Bengkulu. *Jurnal Gradien*. Hal. 166-112.
- Yudhapratama, Ersan., dkk. 2010. Penentuan Keberadaan Zat Aditif pada Plastik Kemasan Melalui Perlakuan Pemanasan pada Spektrometer IR. Bandung : UPI.