

**ANALISIS KEMOMETRIK
PROFIL SPEKTRUM *FOURIER TRANSFORM INFRARED*
BUAH CABE JAWA (*Piper retrofractum* Vahl.)
DARI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**TATIK ROKAYAH
A 171 102**



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

**ANALISIS KEMOMETRIK
PROFIL SPEKTRUM *FOURIER TRANSFORM INFRARED*
BUAH CABE JAWA (*Piper retrofractum* Vahl.)
DARI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA**

**TATIK ROKAYAH
A 171 102**

Juli 2021

Disetujui oleh :

Pembimbing



apt. Melvia Sundalian, M.Si.

Pembimbing



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

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

Skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri yang telah berjuang hingga titik ini dan untuk kedua orangtua saya Ayahanda Carta dan Ibu Ayi yang paling berharga dalam hidup saya yang selalu mendoakan dengan setulus hati dan selalu mendukung apapun yang saya lakukan.

ABSTRAK

Cabe jawa atau cabe jamu (*Piper retrofractum* Vahl.) merupakan tanaman penghasil rempah yang penting baik ditinjau dari pemenuhan kebutuhan bumbu dan obat tradisional bagi masyarakat maupun bagi industri makanan, minuman, jamu, dan obat. Sebagai obat tradisional, buah cabe jawa digunakan untuk mengobati asma, kejang perut, lemah syahwat, dan penyakit infeksi bakteri. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui dan menganalisis profil spektrum FTIR buah cabe jawa dari beberapa daerah di Indonesia dengan menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) serta untuk mengelompokkan kualitas buah cabe jawa dari beberapa daerah di Indonesia secara analisis kemometrik dengan metode PCA (*Principal Component Analysis*) dan analisis kluster. Buah cabe jawa yang digunakan berasal dari sepuluh daerah yang berbeda-beda di Indonesia yaitu dari Bandar Lampung, Bengkulu, Jember, Madura, Malang, Pamekasan, Pati, Sleman, Sumenep, dan Tanggamus. Kandungan metabolit sekunder dari buah cabe jawa ini yaitu alkaloid, flavonoid, fenolat, saponin, steroid, dan tanin. Analisis profil spektrum FTIR buah cabe jawa dari beberapa daerah di Indonesia dilakukan pada bilangan gelombang $4000-500\text{ cm}^{-1}$. Analisis profil spektrum IR buah cabe jawa dari beberapa daerah di Indonesia memiliki gugus fungsi C-H alifatik, C=N, N-H amina sekunder, C=C-C aromatik, -CH₃ alifatik, O-H hidroksi, C-O ester, C-H aromatik, =C-H alifatik. Analisis lanjutan dari hasil profil spektrum FTIR dilakukan menggunakan kemometrik, *plot scores* dari hasil PCA dua dimensi diperoleh nilai PC-1 = 95% dan PC-2 = 4%, secara kumulatif total nilai PC sebesar 99%. *Plot scores* yang paling berdekatan yaitu antara Malang-Jember, Madura-Sumenep-Pamekasan dan Bandar Lampung-Tanggamus, sedangkan jarak plot yang paling jauh dari daerah-daerah lainnya yaitu pada Pati dan Sleman. Hasil analisis kluster yang bergabung menjadi satu kluster terlihat pada daerah Pamekasan-Sumenep, Malang-Jember, dan Bandar Lampung-Bengkulu. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode kemometrik dapat digunakan untuk mengelompokkan kualitas buah cabe jawa dari beberapa daerah di Indonesia.

Kata Kunci: Buah cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl.), FTIR (*Fourier Transform Infrared*), kemometrik, PCA (*Principal Component Analysis*), analisis kluster.

ABSTRACT

Javanese chili or herbal chili (Piper retrofractum Vahl.) is an important spice-producing plant in terms of meeting the needs of traditional spices and medicines for the community as well as for the food, beverage, herbal and medicinal industries. As a traditional medicine, Javanese chili is used to treat asthma, stomach cramps, impotence, and bacterial infections. The purpose of the study was to determine and analyze the FTIR spectrum profile of Javanese chilies from several regions in Indonesia using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy and to classify the quality of Javanese chilies from several regions in Indonesia by chemometric analysis using the PCA (Principal Component Analysis) method.) and cluster analysis. The Javanese chilies used come from ten different regions in Indonesia, namely from Bandar Lampung, Bengkulu, Jember, Madura, Malang, Pamekasan, Pati, Sleman, Sumenep, and Tanggamus. The secondary metabolites content of this Javanese chili fruit are alkaloids, flavonoids, phenolics, saponins, steroids, and tannins. Analysis of the FTIR spectrum profile of chilies from several regions in Indonesia was carried out at a wave number of 4000-500 cm^{-1} . Analysis of the IR spectrum profile of Javanese chilies from several regions in Indonesia has aliphatic C-H functional groups, C=N, secondary amine N-H, aromatic C=C-C, aliphatic $-\text{CH}_3$, hydroxy O-H, C-O esters, aromatic C-H, = aliphatic C-H. Further analysis of the results of the FTIR spectrum was carried out using chemometrics, plot scores of the two-dimensional PCA results obtained PC-1 = 95% and PC-2 = 4%, cumulatively the total PC value was 99%. The closest plot scores are between Malang-Jember, Madura-Sumenep-Pamekasan and Bandar Lampung-Tanggamus, while the plots that are farthest from other areas are Pati and Sleman. The results of the analysis show that the chemometric method can be used to classify the quality of Javanese chilies from several regions in Indonesia.

Keywords: *Javanese chili (Piper retrofractum vahl.), FTIR (Fourier Transform Infrared), chemometrics, PCA (Principal Component Analysis), Cluster Analysis.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

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 Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) 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 apt. Melvia Sundalian, S.Farm., M.Si. dan Sri Gustini Husein, S.Si., M.Farm. sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasihat, dukungan, semangat, pengorbanan yang diberikan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.

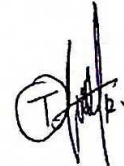
Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

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 Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
4. apt. Yola Desnera P, M.Farm. 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. Bapak, Ibu, kakak yang senantiasa memberikan kasih sayang, semangat dan doa demi kelancaran studi penulis,

7. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2017 yang telah berjuang bersama hingga akhir program S1 Farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
8. Semua pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu yang telah memberikan perhatiannya dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap Tuhan yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, baik dari segi ilmiah maupun penyajian. 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, Agustus 2021



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSEMBAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian.....	4
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Cabe Jawa (<i>Piper retrofractum</i> Vahl.)	5
2.1.1 Klasifikasi Tanaman (Anonim, 2012).....	5
2.1.2 Morfologi Tanaman	5
2.1.3 Kandungan cabe jawa	7
2.1.4 Habitat.....	7
2.1.5 Kegunaan Tanaman.....	8
2.2 Spektrofotometri <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	8
2.3 Kemometrika	16
2.3.1 Analisis Komponen Utama (<i>Principal Component Analysis</i>).....	17
2.3.2 Analisis kluster (<i>Cluster Analysis</i>).....	18
2.4 Penentuan Kadar Air	20

2.5	Skrining Fitokimia.....	20
BAB III	TATA KERJA	22
3.1	Alat	22
3.2	Bahan.....	22
3.3	Instrumen.....	22
3.4	<i>Software</i>	22
3.5	Metode Penelitian.....	22
3.5.1	Persiapan bahan baku dan Determinasi Buah Cabe Jawa....	22
3.5.2	Preparasi Sampel uji.....	23
3.5.3	Skrining Fitokimia	23
3.5.4	Penentuan Kadar Air	25
3.5.5	Penentuan Profil Spektrum FTIR Buah Cabe Jawa.....	25
3.5.6	Analisis Profil Spektrum FTIR menggunakan Kemometrik pada Aplikasi <i>The Unscrambler X version 10.4 (64-bit)</i>	25
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHSAN.....	27
4.1	Pengumpulan dan Determinasi Tanaman Buah Cabe Jawa	27
4.2	Preparasi Sampel	27
4.3	Skrining Fitokimia Serbuk Buah Cabe Jawa.....	28
4.4	Pengujian Kadar Air Serbuk Buah Cabe Jawa	29
4.5	Penentuan Profil Spektrum FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>) Buah Cabe Jawa	30
4.6	Analisis Profil Spektrum Dengan Kemometrik Menggunakan Aplikasi <i>The Unscrambler X version 10.4 (64-bit)</i>	33
4.7	Analisis Komponen Utama (<i>Principal Component Analysis</i>).....	34
4.8	Analisis Kluster (<i>Analysis Cluster</i>)	37
BAB V	SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA	39
5.1	Simpulan.....	39
5.2	Alur Penelitian Selanjutnya	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	40
	LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan piperin cabe jawa dibandingkan jenis piper yang lain.	7
Tabel 2.2 Pembagian daerah spektra inframerah.....	9
Tabel 2.3 Serapan khas gugus fungsi	13
Tabel 2.4 Bahan-bahan yang digunakan sebagai kristal ATR dan sifat kelarutannya.....	15
Tabel 4.1 Hasil skrining fitokimia buah cabe jawa	28
Tabel 4.2 Kadar Air	29
Tabel 4.3 Data profil spektrum FTIR buah cabe jawa.....	32
Tabel 4.4 Serapan maksimum absorban FTIR pada buah cabe jawa	32
Tabel 4.5 <i>Preprocessing</i> data sebelum dilakukan analisis data.....	34
Tabel 4.6 Data Matriks	35
Tabel 4.7 Nilai <i>eigenvalue</i> dan proporsi <i>plot scores</i> dari masing-masing <i>principal component</i> (PC)	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Morfologi cabe jawa (a) Daun (Chaveerach <i>et al.</i> , 2006), (b) Buah (BPOM RI, 2010), (c) Batang dan Akar rekat (Zuchri, 2008).....	6
Gambar 2.2	Komponen utama dalam spektrofotometer FTIR (Stuart, 2004).....	11
Gambar 2.3	Skema <i>attenuated total reflectance</i> (ATR) (Stuart,2004).....	14
Gambar 4.1	Profil Spektrum FTIR Sepuluh Sampel Buah Cabe Jawa	31
Gambar 4.2	<i>Plot scores</i> PCA buah cabe jawa dari sepuluh daerah di Indonesia	35
Gambar 4.3	Hasil analisis kluster	38

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	HASIL PENGUMPULAN SAMPEL DAN DETERMINASI TANAMAN BUAH CABE JAWA DARI SEPULUH DAERAH DI INDONESIA	46
LAMPIRAN 2	PREPARASI SAMPEL.....	48
LAMPIRAN 3	PENGUJIAN KADAR AIR.....	50
LAMPIRAN 4	SKRINING FITOKIMIA	52
LAMPIRAN 5	PROFIL SPEKTRUM FTIR BUAH CABE JAWA DARI SEPULUH DAERAH DI INDONESIA	61
LAMPIRAN 6	KEMOMETRIK.....	62

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., dkk. "Skrining Fitokimia Tanaman Obat di Kabupaten Bima". Indonesia *E-Journal of Applied Chemistry* 4 (1).
- Anonim. 2012. *Determinasi Tanaman*. Kota batu: UPT Materia Medica Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Timur.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*, 18th edition. AOAC International Gaithersburg.
- Ardiansyah, R. 2011. "Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable". *Skripsi*. Fakultas Teknik Departemen Teknik Kimia. Depok: Universitas Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2016. Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung 2010. <https://lampung.bps.go.id/dynamictable/2017/03/29/152/produksi-tanaman-cabe-jamu-perkebunan-rakyat-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-lampung-2014-ton-.html>. Pada tanggal 15 Februari 2021.
- Bintang, M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- BPOM RI. 2010. *Acuan Sediaan Herbal*, Volume Kelima, Edisi Pertama. Jakarta: Direktorat OAI.
- BPOM RI., 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- 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. P. 251-260.
- Chaveerach, A., P. Mokkaikul, R. Sudmoon, and T. Tanee. 2006. "Ethnobotany of the genus Piper (Piperaceae) in Thailand". *Ethnobotany Research & Applications* 4. P. 223-231.
- Che, Y.B., Rohman, M.A. & Mansor, T.S.T., 2011. *Differentiation of Lard From Other Edible Fats and Oils by Means of Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics*. , pp.187-192.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Materia Medika Indonesia* Jilid VI. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Depkes RI. 1989. *Materia Medika Indonesia*, Jilid V. Jakarta: Depkes Republik Indonesia.
- DepKes RI. 1995. *Materia Medika Indonesia*, Jilid VI. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. PP.321-326.

- Dharmaraj, S., Jamaludin, A. M., Razak, H. M., Valliappan, R., Ahmad, N. A., and Ismail, Z. A. 2006. "The Classification of *Phyllanthus niruri* Linn, According to Location by Infrared Spectroscopy". *Vibrational Spectrosc* 41: 68-72.
- Dinarwi. 2006. "Meningkatkan Mutu Cabe Jamu Lamongan Melalui Perbaikan Teknologi Pengeringan". *Cakrawala* 1 (1).
- Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Timur. 2013. Perkebunan Rakyat di Jawa Timur Tahun 2010. Diakses dari <http://www.disbun.jatimprov.go.id/publikasi.php>. Diakses 15 Februari 2021.
- Djauhariya, E. dan Rosman, R. 2014. "Status Teknologi Tanaman Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.)". *Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik*.
- Djoko, H. 2000. *Obat Analgetik dan Antiinflamasi Nabati*. Cermin Dunia Kedokteran. <<http://www.kalbe.co.id/files/cdk/13ObatAnalgetikdanAntiinflamasiNabati129.pdf>> [30 Januari 2009]; 129. Dalam : Istiqomah, N. 2009. "Pengaruh Minyak Atsiri Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) terhadap Jumlah Platelet Tikus Wistar yang Diberi Diet Kuning Telur". *Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah*. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Evizal, R. 2013. "Status Fitofarmaka dan Perkembangan Agroteknologi Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl)". *Jurnal Agrotropika* 18 (1). Hal 34-40.
- Gad, H.A., El-Ahmady, S.H., Abou-Shoer, M.I. dan Al- Azizi, M.M. 2012. "Application of chemometrics in authentication of herbal medicines: A review". *Phytochemical Analysis* 24. Hal 1-24.
- Harbone, J.B. 1987. *Metode Fitokimia* (diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata & Iwang Soediro). Bandung: Penerbit ITB.
- Haryati, N. A., C. Saleh, dan Erwin. 2015. "Uji Toksisitas Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*". *Jurnal Kimia Mulawarman* 13, pp. 35-40.
- Haryudin, W., Dan Oti Rostiana. 2009. "Karakteristik Morfologi Tanaman Cabe Jawa (*Piper Retrofractum*. Vahl) Di Beberapa Sentra Produksi". *Bul. Littro* 20 (1). Hal 1 - 10.
- Iriawan, N. dan S. P. Astuti. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Jamal, Y., P. Irawati, A. Fathoni, A. Agusta. 2013. "Chemical constituents and antibacterial effect of essential oil of javaness pepper leaves (*Piper retrofractum* Vahl.)". *Media Litbangkes* 23(2). P.65-72.
- Januwati dan J. T. Yuhono. 2003. "Budidaya Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.)". *Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*.

- Januwati, M., M. Syai, dan M. Nasir. 2000. "Budidaya tanaman cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl.)". *Direktorat Aneka Tanaman*. Hal. 2.
- Jones, W.P., Kinghorn, A.D. 2006. Extraction of Plant Secondary Metabolites. In: Sharker, S.D. Latif Z., Gray A.L, eds. *Natural Product Isolation*. 2nd edition. Humana Press. New Jersey
- Kardono, L. B. S., N. Artanti, I. D. Dewiyanti, dan T. Basuki. 2003. *Selected Indonesian Medicinal Plants: Monographs and Descriptions*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Kemala, S., Sudiarto, E. Rini P., J.T. Yuhono, M. Yusron, L. Mauludi, M. Raharjo, B. Waskito, dan H. Nurhayati. 2003. "Serapan, pasokan dan pemanfaatan tanaman obat di Indonesia". *Laporan Teknis Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (II)*. Hal. 187-247.
- Khoirudin, M., Yelmida, & Zultiniar. 2015. "Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit (Hap) Dari Kulit Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Dengan Proses Hidrotermal." *JOM FTEKNIK* 2 (2).
- Kim, K.J., M.S. Lee, K. Jo, J.K. Hwang. 2011. "Piperidine alkaloids from *Piper retrofractum* Vahl. protect against high-fat diet-induced obesity by regulating lipid metabolism and activating AMP-activated protein kinase". *Biochem. Biophys. Res. Commun* 411(1). P. 219-225.
- Kristianti, A. N, N. S. Aminah, M. Tanjung, dan B. Kurniadi. 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Surabaya: Jurusan Kimia Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Airlangga. Hal. 47-48.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2020. Analisis FTIR (Mahasiswa). Diakses dari <https://elsa.lipi.go.id/layanan/index/Analisa%20FTIR%20Mahasiswa/386>. Pada tanggal 15 Februari 2021.
- Lengkey, Lady C. E. CH. *et al.* 2013. "Model Pendugaan Kandungan Air, Lemak Dan Asam Lemak Bebas Pada Tiga Provenan Biji Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Menggunakan Spektroskopi Inframerah Dekat Dengan Metode *Partial Least Square* (PLS)." *Jurnal Littri* 19(4): 203 – 211.
- Liu, D., Li, Y. G., Xu, H., Sun, S. Q., and Wang, Z. T., 2008. Differentiation of The Root of Cultivated Ginseng, Mountain Cultivated Ginseng and Mountain Wild Ginseng using FT-IR and TwoDimensional Correlation IR Spectroscopy". *J. Mol. Struc.*
- 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* 4 (1).
- Lutfian, Mochamad A.S. 2019. "Validasi Metode Analisis Kandungan Parasetamol

- Dalam Produk Jamu Pegal Linu Dengan Metode Ftir – Pls”. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Melati, M. dan Saleh, I. 2012. “Pertumbuhan Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) Perdu dengan Berbagai Teknik Pemupukan”. *J. Agrivigor* 11(2). Hal 195-201.
- Miller, J.N., & Miller, J.C., 2005. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*. UK: Pearson Education, Essex.
- Mu’afa, S. F., & Nurissaidah Ulinuha. “Perbandingan Metode Single Linkage, Complete Linkage Dan Average Linkage dalam Pengelompokan Kecamatan Berdasarkan Variabel Jenis Ternak Kabupaten Sidoarjo.” *INFORM* 4 (2): 2502-347.
- Nurchahyo, B. 2015. Identifikasi Dan Autentifikasi Meniran (*Phyllanthus niruri*) Menggunakan Spektrum Ultraviolet-Tampak Dan Kemometrika. *Skripsi*. Matematika dan Ilmu Pngetahuan Alam. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pavia, Donald, dkk. 2001. *Introduction to Spectroscopy*, 3rd Edition. USA: Thomson Learning.
- Paye, Marc., Barel, Andre., Maibach, Howard. 2001. *Handbook of Cosmeutical Science and Technology*. P. 151-152.
- Purwakusumah, Edy Djauhari., M. Rafi, U.DSyafitri, W. Nurcholis, dan M.A.Z Adzkiya. 2014. “Identifikasi Dentifikasi Dan Autentikasi Jahe Merah Menggunakan Kombinasi Spektroskopi Ftir dan Kemometrik”. *Agritech* 34 (1). Hal. 83-85.
- Rafi, M., Widia Citra Anggundari, Tun Tedja Irawadil. 2016. “Potensi Spektroskopi FTIR-ATR dan Kemometrik untuk Membedakan Rambut Babi, Kambing dan Sapi”. *Indonesian Journal of Chemical Science* 5 (3). Hal. 234.
- Rohaeti, E., Rafi, M., Syafitri, U.D. & Heryanto, R. 2015. ”Fourier Transform Infrared Spectroscopy Combined with Chemometrics for Discrimination of *Curcuma longa*, *Curcuma xanthorrhiza* and *Zingiber cassumunar*”. *Spectrochim. Acta: Mol. Biomol. Spectrosc.*, 137: 1244-1249.
- Rohman, A., Che Man. 2012. “Pengembangan Metode Deteksi Minyak Keldelai Dalam Campuran Minyak Kelapa Murni Dengan Spektroskopi Inframerah dan Kemometrika”. *Agritech* 23(2). Hal 111-116.
- Rohman, Abdul. 2014. *Spektroskopi Inframerah dan Kemometrika untuk Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Penerbit Pustaka Pelajar.
- Rostiana, O., SMD. Rosita, H. Muhamad, Hernani, S. F. Syahid, D. Surachman, dan Nasrun. 2003. “Eksplorasi potensi purwoceng dan cabe jawa serta perbaikan

- potensi genetic menunjang industri obat tradisional afrodisiak". *Laporan Akhir Tahun 2002*, Balittro Bogor (Tidak dipublikasi).
- Sampurno. 2003. "Kebijakan pengembangan jamu/obat tradisional/obat herbal Indonesia". *Makalah pada Seminar dan Pameran Nasional POKJANAS TOI*. Jakarta, Hal 25-26.
- Sankari, G., E, Kriahnamoorthy, S. Jayakumaran, S. Gunaeakaran, V.V. Priya, S. Subramanlam, S. Subramanlam, and S.K. Mohan. 2010. "Analysis of serum immunoglobulins using fourier transform infrared spectral measurements". *Biol. Med* 2(3). P.42-48.
- 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.
- Silverstein, R.M., Webster, F.X. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compound, Sixth edition*. US: John Wiley&Sons, Inc.
- Simonescu, C.M. 2012. "Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies". *Intech*.
- Stuart, B., 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Chichester..
- Sulistiyani, M., & Nuril Huda. 2017. "Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FT-IR)." *Indo. J. Chem. Sci.* 6 (2):174-175.
- Sun, S., Chen, J., Zhou, Q., Lu, G. dan Chan, K. 2010. "Application of mid-infrared spectroscopy in the quality control of traditional Chinese medicines". *Planta Medica* 76. P. 1987-1996.
- Sutarti. 2009. "Penggunaan Metode Analisis Runtun Waktu Dengan Bantuan Minitab 11 For Window Untuk Forecasting Produksi Textil Pada Pt. Primatexco Indonesia Kabupaten Batang Tahun 2009". *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Umami, L dan Purwani, K., I. 2015. *Pengaruh Ekstrak Buah Cabe Jamu (Piper retrofractum Vahl.) terhadap Perkembangan Larva Grayak (Spodoptera litura F.)*. Surabaya: ITS.
- Vardani1, A., Farida Arinie, dan Mochammad Taufik. 2019. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Tanaman Cabe Jamu Terhadap Mekanisme Lingkungan Tumbuh Pada Web". *Jurnal JARTEL ISSN : 2407-0807 Vol: 9*.

- Versari, A., Parpinello, G. P., Scazzina, F., and Rio, D. D. 2010. Prediction of Total Antioxidant Capacity of Red Wine by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Food Control* 21. P. 786-789.
- Vinay, S., K. Renuka, V. Palak, C.R. Harisha, and Prajapati. 2012. "Pharmacognostical and phytochemical study of Piper Longum L. and Piper retrofractum Vahl". *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation* 1(1). P. 62-66.
- Wahyuni, Sri; Sunyoto; Muchson Arrosyid. 2016. "Penetapan Kadar Minyak Atsiri Pada Cabe Jawa (Piper retrofractum Vahl.) dengan Metode Destilasi Air". *CERATA Journal of Pharmacy Science*. Hal 61-67.
- Watson, David. 2005. *Analisis Farmasi: Buku Ajar untuk Mahasiswa Farmasi dan Parktisi Kimia Farmasi*, Edisi 2. Jakarta: EGC.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wulansari, I. A. R., Yustiantara, P., Paramita, N. L.P.V, Wirasuta, I M.A.G. 2014. "Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Cabe Jawa (Piper retrofractum Vahl.) Terhadap Bakteri Propionibacterium acnes". *Farmasi Udayana* III (2). Hal 65.
- Yudhapratama, Ersan dkk. 2010. *Penentuan Keberadaan Zat Aditif pada Plastik Kemasan Melalui Perlakuan Pemanasan pada Spektrometer IR*. Bandung : UPI.
- Yuliani, S., Anggraeni, dan Tritianingsih. 2001. "Analisis mutu cabe jawa dari daerah Lamongan dan Sumenep". *Prosiding Seminar Nasional XIX Tumbuhan Obat Indonesia*. Bogor. Hal 343-346.
- Yusuf, Rendi P. 2016. "Studi Spektrum FT-IR Untuk Membandingkan Akar Wangi (Vetiveriae zizanoides) dengan Limbah Akar Wangi Menggunakan Pengkajian Kemometrik". *Skripsi*. Falkutas Farmasi. Bandung: Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
- Zou, H.B., Yang, G.S., Qin, Z.R., Jiang, W.Q., Du, A.Q. dan Aboul-Enein, H.Y. 2005. "Progress in quality control of herbal medicine with IR fingerprint spectra". *Analytical Letters* 38. Hal 1457-1475.
- Zuchri, A. 2008. "Habitus dan Pencirian Tanaman Cabe Jamu (Piper retrofractum Vahl.) Spesifik Madura". *Agrovigor* 1 (1).