

**STUDI DISKRIMINASI TEH HIJAU DAN TEH HITAM DI PT.
PAGILARAN BATANG MENGGUNAKAN UJI SENSORI DAN METODE
*UV-VIS SPECTROSCOPY***

(Skripsi)

Oleh

MUHAMMAD HAMMAM AL ZULFA



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

STUDI DISKRIMINASI TEH HIJAU DAN TEH HITAM DI PT. PAGILARAN BATANG MENGGUNAKAN UJI SENSORI DAN METODE *UV-VIS SPECTROSCOPY*

Oleh

Muhammad Hammam Al Zulfa

Teh merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting dari beberapa komoditas pertanian yang ada di Indonesia. Produk olahan teh di Indonesia terdiri dari berbagai macam. Produksi teh Indonesia sebagian besar diekspor ke mancanegara dan sisanya dipasarkan di dalam negeri. Ekspor teh Indonesia menjangkau lima benua yaitu Asia, Afrika, Australia, Amerika, dan Eropa dengan pasar utama di Asia. Walaupun permintaan jumlah teh yang semakin tinggi tetapi kita tetap harus menjaga mutu dari teh itu sendiri, agar teh Indonesia tetap memiliki kualitas yang baik di pasar dunia. Sehingga dibutuhkan metode yang lebih mudah dan dengan hasil yang lebih akurat. Maka digunakan metode alternatif untuk dapat mengidentifikasi teh hijau dan teh hitam secara lebih cepat, mudah dan cukup akurat yaitu menggunakan metode *UV-Vis Spectroscopy* dan uji sensori.

Penelitian ini menggunakan 75 sampel teh hijau dan 75 sampel teh hitam yang beratnya masing - masing 1 gram. Sampel dilarutkan dengan 100 mL aquades. Kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 5 menit. Sampel yang telah dihomogenkan kemudian dimasukkan kedalam kuvet kuarsa dan diambil data absorbansinya dengan 2 kali pengulangan menggunakan *UV-Vis Spectrometer* (UV-Vis Genesys 10s, Thermo Scientific, USA) pada panjang gelombang 190 – 1100 nm dan dilakukan uji organoleptik. Data spektra dianalisis menggunakan metode PCA dan SIMCA.

Uji organoleptik pada aspek rasa, aroma, warna, menunjukkan perbedaan yang signifikan pada 2 aspek yaitu aroma dan warna tapi tidak pada aspek rasa. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa PCA dan SIMCA mampu mengidentifikasi perbedaan teh hijau dan teh hitam. Hasil analisis PCA terbaik diperoleh melalui proses perbaikan spektra, dengan menggunakan metode perbaikan spektra kombinasi *Multiplicative scatter correction* (MSC) dan *moving average 9 segmen*, pada panjang gelombang 190 – 1100 nm. Pada pengembangan model spektra kombinasi *multiplicative scatter correction* (MSC) dan *moving average 9 segmen* menghasilkan nilai PC1 sebesar 98% dan PC2 sebesar 1%. Sedangkan untuk klasifikasi SIMCA diperoleh nilai akurasi (AC), nilai sensitivitas (S), dan nilai spesifisitas (SP) sebesar 100%.

Kata kunci :Teh Hijau, Teh Hitam, *UV-Vis Spectrometer*, *Principal Component Analysis* (PCA), *Soft Independent Modelling of Class Analogy* (SIMCA).

ABSTRAK

STUDY ON THE DISCRIMINATION OF GREEN TEA AND BLACK TEA IN PT. PAGILARAN BATANG USING SENSORIC TEST AND *UV-VIS* *SPECTROSCOPY* METHOD

By

Muhammad Hammam Al Zulfa

Tea is one of the important plantation commodities from several agricultural commodities in Indonesia. Processed tea products in Indonesia consist of various kinds. Most of Indonesia's tea production is exported abroad and the rest is marketed domestically. Indonesian tea exports reach five continents, namely Asia, Africa, Australia, America and Europe with the main markets in Asia. Even though the demand for tea is getting higher but we still have to maintain the quality of the tea itself, so that Indonesian tea still has good quality in the world market. So that an easier method is needed and with more accurate results. Then a alternatif method was used to be able to identify green tea and black tea more quickly, easily and little more accurately using the *UV-Vis Spectroscopy* method and sensoric test.

This study used 75 samples of green tea and black tea which weighed 1 gram each. The sample was dissolved with 100 mL of distilled water. Then it was homogenized using a magnetic stirrer for 5 minutes. The homogenized sample was then inserted into the quartz cuvette and absorbance data was taken with 2 replication using UV-Vis Spectrometer (Genesys 10s UV-Vis, Thermo Scientific, USA) at a wavelength of 190 - 1100 nm and organoleptic testing. Spectra data were analyzed using the PCA and SIMCA methods.

Organoleptic tests on aspects of taste, aroma, color, showed significant differences in two parameter, namely aroma and color but not on the taste aspect. The classification results showed that PCA and SIMCA were able to identify differences in green tea and black tea. The best PCA analysis results were obtained through the spectra improvement process, using the spectra improvement method of the combination of multiplicative scatter correction (MSC) and 9 segments of moving averages, in the wavelength of 190 - 1100 nm. In the development of spectra models a combination of multiplicative scatter correction (MSC) and moving average of 9 segments resulted in PC1 values of 98% and PC2 of 1%. While for the SIMCA classification obtained the value of accuracy (AC), the sensitivity (S), and the specificity (SP) is 100%.

Keywords: Green Tea, BlackTea, UV-Vis Spectrometer, Principal Component Analysis (PCA), Soft Independent Modeling of Class Analogy (SIMCA).

**STUDI DISKRIMINASI TEH HIJAU DAN TEH HITAM
DI PT. PAGILARAN BATANG MENGGUNAKAN UJI SENSORI
DAN METODE *UV-VIS SPECTROSCOPY***

Oleh

MUHAMMADHAMMAM AL ZULFA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mecnapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **STUDI DISKRIMINASI TEH HIJAU DAN TEH HITAM DI PT. PAGILARAN BATANG MENGGUNAKAN UJI SENSORI DAN METODE UV-VIS SPEKTROSCOPY**

Nama Mahasiswa : **M. Hammaam Al Zulfa**

No. Pokok Mahasiswa : 1514071049

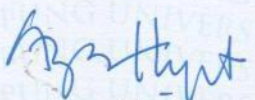
Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian




Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr. **Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.**
NIP 19780303 200112 1 001 NIP 19700703 199802 2 001

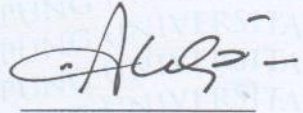
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

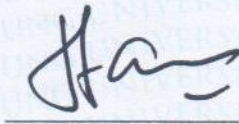

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji


Ketua : Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr. 

Sekretaris : Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si. 

Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tamrin, M.S. 



Dekan Fakultas Pertanian


Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 September 2019

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Muhammad Hammam Al Zulfa** NPM 1514071049, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.** dan **Dr. Siti Suharyatun, S.TP. M.Si** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya peroleh. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan beberapa hasil rujukan sumber lain (buku, jurnal, skripsi, thesis, makalah, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan sebagaimana mestinya. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 8 Oktober 2019

Membuat Pernyataan



Muhammad Hammam Al Zulfa
NPM. 1514071049

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Koatabumi, Kecamatan Kotabumi Utara, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung pada tanggal 01 Desember 1996, putra pertama dari dua bersaudara keluarga dari Bapak Agus Supriyadi dan Ibu Rina Suswati. Pendidikan Sekolah Dasar (SD)

diselesaikan di SD PG Bungamayang pada tahun 2009. Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP PG Bungamayang pada tahun 2012. Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 2 Kotabumi pada tahun 2015.

Tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur tes Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis terdaftar aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai Anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan pada periode 2016-2017. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Sumber Agung, Kecamatan Suoh, Kabupaten Lampung Barat selama 40 hari kerja dengan tema “*Menciptakan Desa Yang Mandiri Dan Siaga Bencana Serta Ketahanan Pangan*”. Pada tanggal 17 Juli- 19 Agustus 2018, penulis melaksanakan Praktek Umum (PU) selama 30 hari kerja di PT. Pagilaran Batang dengan tema “*Mempelajari Sistem Pengawasan Mutu Produk Olahan*”

Persembahan

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kemudahan seta keberkahan dalam setiap langkah dan perjuangan

Kupersembahkan karya ini kepada :

Kedua orangtuaku dan keluarga besarku tercinta yang selalu memberikan doa dan semangat dalam menuntut ilmu diperkuliahan.

Doa-doa yang kalian sampaikan selama ini tentangku, terjawab sudah.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan lindungan-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Studi Diskriminasi Teh Hijau Dan Teh Hitam Di PT. Pagilaran Batang Menggunakan Uji Sensori Dan Metode *UV-VIS Spectroscopy*”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya kuliah dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian.
3. Bapak Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk bimbingan selama perkuliahan, memberikan banyak masukan, bimbingan, dan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi

4. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan, dan saran dalam proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan dan saran-sarannya
6. Seluruh dosen di Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis berada dibangku kuliah.
7. Ayahku (Agus Supriyadi), Ibuku (Rina Suswati), dan Adikku (Diny) yang telah memberikan kasih sayang semangat, dan doanya.
8. Sahabat-sahabat penelitian Marisa Andriyani, Rizki Firmansyah, Hamimatu Zahrok, M. Febriandika Zaini, Rio Tri Setiawan.
9. Sahabat PU Squad Pagilaran Fedrat, Nur, Dinda.
10. Teman-teman Teknik Pertanian 2015, atas kebersamaan dan dukungannya selama ini.

Semoga penyelesaian skripsi ini dapat bermanfaat dan semoga seluruh amal baik yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Sangat diharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dalam hal penyempurnaan Skripsi ini.

Bandar Lampung, Oktober 2019

Penulis

Muhammad Hammam Al Zulfa

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Teh	7
2.1.1 Tanaman Teh	7
2.1.2 Teh Hijau	8
2.1.3 Teh Hitam	9
2.2 <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	11
2.3 Uji Sensori/ Organoleptik	12
2.3.1 Panelis	14
2.4 Kemometrika.....	14
2.4.1 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	15
2.4.2 <i>Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)</i>	18
2.4.3 Matrik Konfusi.....	19
2.4.4 Metode <i>Pretreatment</i> Spektrum.....	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3 Prosedur Penelitian	25
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	26
3.3.2. Penyeduhan Teh.....	26
3.3.3. Pengambilan Spektra dengan Spektrometer.....	29
3.3.4. Uji Sensori	31
3.3.5. Membuat dan Menguji Model.....	33
3.4 Analisis Data.....	33
3.5 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Uji Organoleptik Teh Hijau dan Teh Hitam	37
4.1.1 Rasa Teh Hijau dan Teh Hitam.....	38
4.1.2 Warna Teh Hijau dan Teh Hitam.....	39
4.1.3 Aroma Teh Hijau dan Teh Hitam	40
4.2 Analisis Spektra Teh Hijau dan Teh Hitam.....	42
4.2.1 Hasil PCA Menggunakan Data Spektra Original.....	46
4.2.2 Model SIMCA Menggunakan Spektra Original	49
4.2.3 Klasifikasi Teh Hijau dan Teh Hitam Menggunakan Data Spektra Original....	51
4.2.4 Analisis Transformasi Pada Spektra	58
4.2.5 Hasil PCA Menggunakan Spektra MSC <i>Moving Average 9s</i>	61
4.2.6 Model <i>Soft Independent Modelling of Class Analogy</i> (SIMCA) pada Spektra Kombinasi MSC dan <i>Moving Average 9 Segmen</i>	64
4.2.7 Klasifikasi Model SIMCA pada Spektra Kombinasi MSC dan <i>Moving Average</i> <i>9 Segmen</i>	66
V. KESIMPULAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	775
Tabel 16 - 17	80
Gambar 41 - 42	90

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. <i>Grade</i> Teh Hijau.....	9
2. <i>Grade</i> Teh Hitam.....	10
3. <i>Confusion Matrix</i>	19
4. Kode dan Komposisi Sampel.....	24
5. Hasil Uji Organoleptik Rasa.....	38
6. Hasil Uji Anova Organoleptik Rasa.....	38
7. Hasil Uji Organoleptik Warna.....	39
8. Hasil Uji Anova Organoleptik Warna.....	40
9. Hasil Uji Organoleptik Aroma.....	41
10. Hasil Uji Anova Organoleptik Aroma.....	41
11. Hasil Klasifikasi Model SIMCA pada Spektra Teh Original.....	52
12. <i>Confusion Matrix</i> Teh Hijau dan Teh Hitam Spektra Original.....	54
13. <i>Confusion Matrix</i> Teh Hijau dan Teh Hitam Spektra Original Berdasarkan Tingkatan Level Klasifikasi.....	57
14. Hasil Perbaikan Spektra Original dengan Menggunakan Beberapa Perlakuan pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	59
15. Hasil Klasifikasi Model Teh Hijau dan Teh Hitam.....	66
16. <i>Confusion Matrix</i> Teh hijau dan Teh Hitam Perlakuan MSC MOV 9s.....	69
17. <i>Confusion Matrix</i> Teh Hijau dan Hitam <i>Treatmen</i> MSC MOV 9s Berdasarkan Tingkatan Level Klasifikasi.....	71

18. Daftar Istilah	81
19. Hasil Diskriminasi PCA pada Spektra Original Dalam Bentuk Angka (<i>Numeric</i>).....	83
20. Hasil Diskriminasi PCA pada Spektra Kombinasi MSC <i>Moving Average</i> 9s Dalam Bentuk Angka (<i>Numeric</i>).	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Berat dan Nilai Ekspor Teh, 2012-2016.	2
2. Luas Lahan Perkebunan, 2014-2016.....	3
3. Teh Hitam dan Teh Hijau	5
4. Konsep Kerja <i>UV-Vis Spectrometer</i>	11
5. Prinsip PCA	15
6. Dekomposisi Matriks X	16
7. Plot <i>Score</i> dan <i>Loading</i> pada PCA.....	16
8. Prosedur Penelitian	25
9. Pembuatan Larutan	26
10. Pembuatan Larutan	27
11. Penyaringan Larutan	27
12. Pengenceran Larutan.....	28
13. Penghomogennan Larutan	28
14. Prosedur Penyeduhan Teh.....	29
15 . Prosedur Penggunaan <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	30
16 . Prosedur Pengujian Uji Sensori	31
17 . Lembar <i>Quisioner</i> Uji Skoring dan Uji Hedonik.....	32
18. Cara Memasukkan Data Dari <i>Ms. Excel</i> ke <i>The Unscrambler 9.2</i>	34
19. Cara Men- <i>transpose</i> Data Pada <i>The Unscrambler 9.2</i>	35
20. Cara Membuat Kolom <i>Category Variabel</i>	35

21. Menu <i>Edit Set</i>	36
22 . Hasil Uji Organoleptik Rasa, Aroma, Warna.	37
23. Tampilan Layar <i>The Unscrambler</i> Versi 9.2.	42
24. Data yang Akan Diolah Menggunakan <i>The Unscrambler</i> Versi 9.2.	43
25. UV-Visibel Seluruh Sampel.....	44
26. Grafik Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.	45
27. Hasil Plot PCA pada 150 Sampel Teh.	47
28 . <i>X-Loadings</i> PC1 Hasil PCA Pada 150 Sampel.	48
29. <i>X-Loadings</i> PC2 Hasil PCA Pada 150 Sampel.	48
30. Model SIMCA Sampel Teh Hitam.	50
31. Model SIMCA Sampel Teh Hijau.	50
32. <i>Cooman's plot</i> Hasil Klasifikasi Sampel Original.	55
33. Kurva ROC Menggunakan Spektra Original Teh Hijau dan Teh Hitam.	58
34. Hasil Plot PCA Pada 150 Sampel Teh.	62
35. <i>X-Loading</i> PC1 MSC+MA 9 Segmen.....	63
36. <i>X-Loading</i> PC2 MSC+MA 9 Segmen.....	64
37. Model SIMCA MSC+MA 9 Segmen Teh Hitam.	65
38. Model SIMCA MSC+MA 9 Segmen Teh Hijau.	65
39 . <i>Cooman's plot</i> Hasil Klasifikasi Model MSC MOV 9s.....	70
40. Kurva ROC Menggunakan MSC MOV 9s Teh Hijau dan Hitam	72
41 . <i>Cooman's Plot</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA pada Spektra Original.....	91
42. <i>Cooman's Plot</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA pada Spektra MSC <i>Moving Average</i> 9s	91

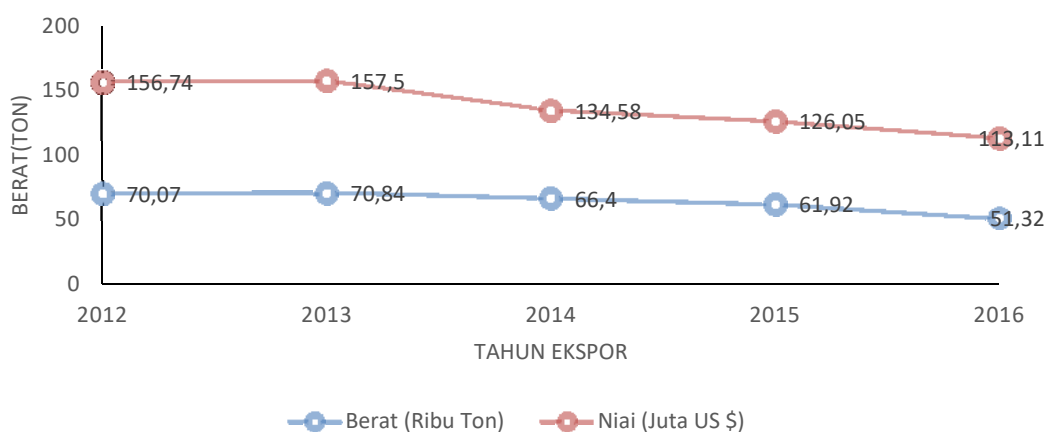
I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teh merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting dari beberapa komoditas pertanian yang ada di Indonesia. Teh sebagai salah satu komoditas yang bertahan hingga saat ini mampu memberikan kontribusi yang besar bagi perekonomian Indonesia melalui devisa yang dihasilkan dan pengembangan agroindustri. Perkebunan teh juga menjadi sektor usaha unggulan yang mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah yang besar. Selain itu tanaman teh juga menjaga kelestarian lingkungan sekitar dengan mengurangi resiko tanah longsor dan erosi tanah oleh air. Produk olahan teh di Indonesia terdiri dari berbagai macam. Perbedaan dari masing-masing macam teh tersebut disebabkan oleh perbedaan cara pengolahan. Berdasarkan proses pengolahannya, jenis teh dapat dibedakan menjadi teh tanpa fermentasi (teh putih dan teh hijau), teh semi fermentasi (teh oolong), serta teh fermentasi (teh hitam) (Rohdiana, 2015).

Teh sendiri adalah salah satu minuman yang sangat digemari oleh sebagian besar penduduk Indonesia, karena rasanya yang menyegarkan dan nikmat. Selain sebagai minuman yang menyegarkan, teh telah lama diyakini memiliki khasiat bagi kesehatan tubuh. Minuman teh juga dapat menambah kesegaran tubuh dan memulihkan tenaga.

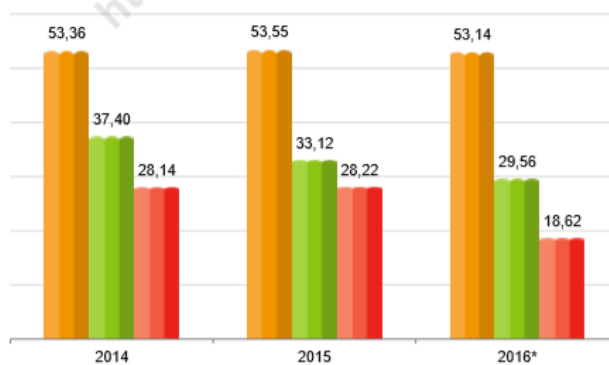
Senyawa utama yang dikandung teh adalah katekin, yaitu suatu turunan tanin yang terkondensasi yang juga dikenal sebagai senyawa polifenol karena banyaknya gugus fungsi hidroksil yang dimilikinya. Selain itu teh juga mengandung alkaloid kafein yang bersama-sama dengan polifenol teh akan membentuk rasa yang menyegarkan. Beberapa vitamin yang dikandung teh diantaranya adalah vitamin C, vitamin B, dan vitamin A yang walaupun diduga keras akan menurun aktivitasnya akibat pengolahan, namun masih dapat dimanfaatkan oleh peminumnya. Beberapa jenis mineral juga terkandung dalam teh, terutama fluorida yang dapat memperkuat struktur gigi (Kustamiyati, 2006).



Gambar 1. Berat dan Nilai Ekspor Teh, 2012-2016 (Badan Pusat Statistik, 2017).

Total berat ekspor teh dari tahun 2012-2013 mengalami peningkatan, dapat dilihat pada Gambar 1. Pada tahun 2012 total berat ekspor mencapai 70,07 juta ton dengan total nilai sebesar US\$ 156,74 juta. Namun mulai pada tahun 2014 mengalami penurunan, di mana pada tahun 2014 total berat ekspor mencapai 66,4 turun menjadi 51,32 juta ton pada tahun 2016. Produksi teh Indonesia sebagian besar diekspor ke mancanegara dan sisanya dipasarkan di dalam negeri. Ekspor

teh Indonesia menjangkau lima benua yaitu Asia, Afrika, Australia, Amerika, dan Eropa dengan pasar utama di Asia. Pada tahun 2016, lima besar negara pengimpor teh Indonesia adalah Rusia, Malaysia, Jerman, Amerika Serikat, dan Pakistan. Berat ekspor ke Rusia mencapai 9,74 ribu ton atau 18,98 persen dari total berat ekspor teh Indonesia dengan nilai US\$ 17,39 juta (Badan Pusat Statistik, 2017). Penurunan jumlah ekspor teh di Indonesia disebabkan oleh banyak faktor, seperti penurunan jumlah perkebunan atau penurunan kualitas teh itu sendiri. Garafik penurunan luas lahan perkebunan teh terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Luas Lahan Perkebunan, 2014-2016 (Badan Pusat Statistik, 2017).

Dengan tingkat permintaan ekspor teh yang tinggi dan tingkat konsumsi masyarakat Indonesia sendiri yang cukup besar untuk mengkonsumsi teh, menjadikan produksi teh harus ditingkatkan agar dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Permintaan jumlah teh yang semakin tinggi tetap perlu menjaga mutu dari teh itu sendiri, agar teh Indonesia tetap memiliki kualitas yang terjaga di pasar dunia. Salah satu caranya adalah dengan melakukan indentifikasi mutu teh yang diproduksi.

Identifikasi dari teh dapat dilakukan dengan beberapa cara, ada pun metode yang biasanya digunakan perusahaan dalam mengidentifikasi teh adalah dengan cara uji kadar air, uji densitas, dan uji organoleptik. Menurut Soekarto (1990), pengendalian mutu dan proses dapat dilakukan secara fisik, kimia, maupun indrawi. Pengujian mutu teh biasanya dilakukan dengan menggunakan tester yang sudah berpengalaman, pengujian dengan tester memiliki kekurangan yang mana pengujian hanya dapat dilakukan orang yang sudah berpengalaman. Oleh karena itu sudah banyak metode-metode baru untuk menguji mutu teh yang lebih akurat dan terpercaya, seperti pengujian dengan menggunakan HPLC (Sharma *et.al.*2005), menggunakan NIR (ZhiZhu *et.al.* 2018), serta metode ESI-MS (Ivan *et.al.* 2014). Namun cara tersebut memiliki kekurangan dimana biaya yang dibutuhkan mahal, bahan yang digunakan susah didapat, dan tidak ramah lingkungan karena menggunakan bahan kimia.

Sehingga dibutuhkan metode yang lebih mudah dan dengan hasil yang lebih akurat. Oleh sebab itu digunakan metode yang berbeda untuk dapat mengidentifikasi teh hijau dan teh hitam secara spesifik menggunakan metode *UV-Vis Spectroscopy* dan uji sensori. Alat *spectrometer* merupakan alat yang biasa digunakan di laboratorium, dan untuk menggunakan alat ini bahan hanya perlu diekstrak menggunakan air sebagai pelarutnya sehingga ramah lingkungan dan mudah didapatkan, bila menggunakan alat *spectrometer* dan uji sensori ini dapat meningkatkan efisiensi waktu, serta hasil yang cukup akurat dalam memperoleh hasil identifikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Teh terbagi menjadi dua jenis, dan setiap jenis teh memiliki spesifikasi sendiri yang harus dijaga. Karena rasa dari teh akan mempengaruhi harga jual, produsen dituntut untuk menghasilkan teh yang memiliki rasa yang konstan, namun tidak akan efektif jika penilaian rasa hanya menggunakan petugas penguji mutu pabrik karena dikhawatirkan tidak akurat dan karena indra manusia terkadang tidak konsisten. Apabila teh sudah menjadi larutan akan cukup sulit dibedakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, sehingga perlu dicobakan penggunaan *UV-Vis Spectroscopy* untuk mengidentifikasi spesifikasi dan rasa teh secara cepat, murah dan konsisten, untuk membangun perdagangan teh yang adil, dan rasa yang terjaga.



Gambar 3. Teh Hitam dan Teh Hijau

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memperoleh data uji sensori menggunakan uji hedonik dari teh hijau dan teh hitam di PT. Pagilaran

2. Memperoleh data spektra dari hasil identifikasi spesifikasi secara akurat dari teh hijau dan teh hitam di PT. Pagilaran dengan *UV-Vis Spectroscopy*.
3. Membangun model klasifikasi untuk mengklasifikasikan teh hitam dan teh hijau menggunakan *UV-Vis Spectroscopy*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Agar dapat memberikan informasi ilmiah untuk penelitian selanjutnya, bahwa *UV-Vis Spectroscopy* dapat digunakan untuk membedakan rasa teh dengan metode yang dilakukan secara cepat dan akurat.
2. Menciptakan perdagangan minuman teh yang berkualitas, adil dan dapat dibuktikan secara cepat sehingga dapat mendongkrak daya jual teh Indonesia di mata dunia serta tidak merugikan konsumen.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Uji coba pada teh hitam dan teh hijau yang berasal dari PT. Pagilaran.
2. Uji coba dilakukan pada sampel teh hijau dan teh hitam yang sudah diseduh.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teh

2.1.1 Tanaman Teh

Teh mempunyai karakteristik mutu dan aktivitas biologis yang potensial.

Semua jenis teh dihasilkan dari bahan baku yang sama yaitu tanaman teh atau *Camellia sinensis*. Tanaman teh yang dibudidayakan secara komersial terdiri dari dua varietas utama, yaitu *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze var. *sinensis* dan *Camellia sinensis* (Master) Kitamura var. *Assamica*. (Rohdiana, 2015).

Secara taksonomi, tanaman teh hijau menurut Widyaningrum (2013), diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub Kelas	: Dialypetalae
Ordo	: Guttiferales (Clusiales)
Familia	: Camelliaceae (Theaceae)
Genus	: Camellia
Spesies	: Camellia sinensis
Varietas	: Assamica

Menurut Somantri (2011), teh (*Camelia sinesis*) berdaun kecil, dan mempunyai banyak cabang. Tanaman teh dapat tumbuh hingga mencapai 3 sampai 5 meter, tahan terhadap suhu dingin dan dapat terus menerus melakukan produksi sampai usia 100 tahun. Daun teh berwarna hijau tua mengkilat dengan bulu-bulu halus dan bunga berwarna putih kecil yang mempunyai lima sampai tujuh kelopak, sedangkan buahnya kecil menyerupai buah pala.

Tanaman teh membutuhkan iklim yang lembab, dan tumbuh baik pada temperatur yang berkisar antara 10 – 30 °C pada daerah dengan curah hujan 2.000 mm per tahun dengan ketinggian 600 – 2000 m dpl. Tanaman teh di perkebunan ditanam secara berbaris dengan jarak tanam satu meter. Tanaman teh yang tidak dipangkas akan tumbuh kecil setinggi 50–100 cm dengan batang tegak dan bercabang-cabang (Setyamidjaja, 2000).

2.1.2 Teh Hijau

Teh hijau diproses melalui inaktivasi enzim polifenol oksidase yang berada di dalam daun teh segar. Metode inaktivasi enzim polifenol oksidase teh hijau dapat dilakukan melalui pemanasan (udara panas) dan penguapan (uap air). Kedua metode ini berguna untuk mencegah terjadinya oksidasi enzimatis katekin (Handayani, 2014).

Teh hijau mengandung bermacam – macam senyawa bioaktif, kandungannya terbagi dua bagian besar, yakni alkaloid dan polifenol. Senyawa alkaloid adalah kafein, teobromina, teofilin. Senyawa polifenol di teh hijau sebagian besar merupakan golongan flavonoid terutama sub golongan flavanol (Luper, 1999).

Secara umum, teh hijau dibedakan menjadi teh hijau China (*Panning Type*) dan teh hijau Jepang (*Steaming Type*). Baik teh hijau China maupun Jepang, prinsip dasar proses pengolahannya adalah inaktivasi enzim polifenol oksidase untuk mencegah terjadinya oksimatis yang merubah polifenol menjadi senyawa oksidasinya berupa teaflavin dan tearubigin. Pada proses pengolahan teh hijau China digunakan mesin pelayuan berupa *rotary panner* untuk menginaktivasi enzim. Sementara itu, proses teh hijau Jepang menggunakan *steamer* dalam menginaktivasi enzimnya. Daun teh yang sudah dilayukan, kemudian digulung dan dikeringkan sampai kadar air tertentu (Rohdiana, 2015). Pada Tabel 1 menunjukkan *grade* teh hijau.

Tabel 1. *Grade* Teh Hijau (Ayuningtyastuty, 2009).

Grade	Peko
	Jikeng
	DUST
	Tulang

2.1.3 Teh Hitam

Teh hitam biasa disebut juga sebagai teh merah. Teh hitam diperoleh melalui proses fermentasi, dalam hal ini fermentasi tidak menggunakan mikrobia sebagai sumber enzim, melainkan dilakukan oleh enzim fenolase yang terdapat di dalam daun teh itu sendiri. Pada proses ini, sebagian besar katekin dioksidasi menjadi teaflavin dan tearubigin, suatu senyawa antioksidan yang tidak sekuat katekin. Teh hitam merupakan daun teh yang paling banyak mengalami pemrosesan fermentasi, sehingga dapat dikatakan pengolahan teh hitam dilakukan dengan fermentasi penuh serta dapat memberi warna dan rasa pada teh hitam (Spillane, 1992).

Teh CTC (*Crushing, Tearing, and Curling*) yakni teh yang diolah melalui perajangan, penyobekan, dan penggulungan daun basah menjadi bubuk kemudian dilanjutkan dengan oksidasi enzimatis, pengeringan, sortasi, hingga terbentuk teh yang sudah jadi. Proses pengolahan secara CTC meliputi pelayuan, ayakan pucuk, gilingan persiapan, gilingan CTC, oksidasi enzimatis, pengeringan dan sortasi (Wagu, 2001). Tabel 2 menunjukkan *grade* dari teh hitam.

Tabel 2. *Grade* Teh Hitam (Kusumo, 2010).

Grade 1	BOP
	BOPF
	PF
	DUST
	BT 1
Grade 2	BP 1
	BOP 2
	PF 2
	DUST 2
	BT 2
	BP 2
	Bohea

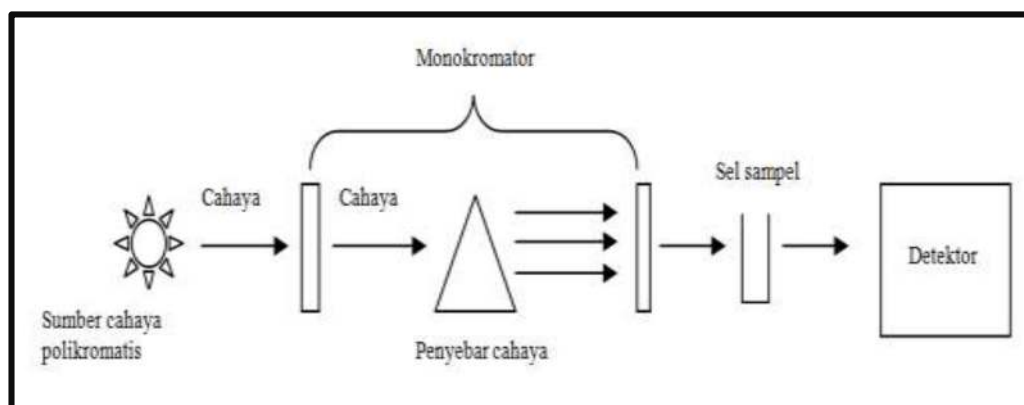
Teh merupakan sumber yang kaya polyphenol, khususnya flavonoid. Flavonoid utama yang terdapat dalam teh hitam termasuk katekin (flavan-2-OLS) adalah Epicatechin (EC), Epicatechin-3-gallate (ECG), Epigallocatechin (EGC), dan Epigallocatechin-3-gallate (ECG) (Astuti, 2001). Teh hitam seduh mengandung katekin sekitar 3-10%. Katekin teh memiliki sifat tidak berwarna, larut air dan membawa sifat pahit atau sepat pada seduhan teh. Hampir semua sifat produk teh baik rasa, warna dan aroma dihubungkan dengan modifikasi pada katekin. Misalnya degallosasi dari katekin ester menjadi katekin non-ester dapat menurunkan rasa pahit dan sepat dari teh. Katekin tahan terhadap kondisi lambung dan baru terdegradasi pada suasana basa (Hariana, 2003).

2.2 UV-Vis Spectroscopy

Spektrometer UV-Vis adalah teknik analisis spektrometer yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultra violet dekat (190 nm – 380 nm) dan sinar tampak 380 nm – 780 nm) dengan menggunakan instrumen spektrometer (Behera *et, al.* 2012).

Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa daerah cahaya. Suatu daerah akan diabsorpsi oleh atom atau molekul dan panjang gelombang cahaya yang diabsorpsi dapat menunjukkan struktur senyawa yang diteliti. Spektrum elektromagnetik meliputi suatu daerah panjang gelombang yang luas dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada panjang gelombang mikro (Asnah, 2012).

Keuntungan utama metode *spectroscopy* adalah bahwa metode ini memberikan cara sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, dimana angka yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan (Yahya, 2013).



Gambar 4. Konsep Kerja *UV-Vis Spectrometer* (Yahya,2013).

Gambar 4 menunjukkan prinsip kerja dari alat *UV-Vis Spectrometer*. Konsep Kerja *UV-Vis Spectrometer* itu sendiri adalah cahaya yang berasal dari sumber cahaya akan diarahkan menuju monokromator melalui slit pada monokromator cahaya akan diubah dari polikromatis menjadi monokromatis kemudian diteruskan ke sampel. Ketika cahaya datang mengenai sampel, sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan, dan sebagian lagi akan diteruskan. Pada spektrofotometri, cahaya datang atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya yang melewati zat tidak dapat diukur, yang terukur pada spektrofotometer adalah perbandingan cahaya datang dengan cahaya setelah melewati materi (Mukti, 2012).

Menurut Dachriyanus (2004), prinsip kerja dari metode ini adalah jumlah cahaya yang diserap oleh larutan sebanding dengan konsentrasi kontaminan dalam larutan. Prinsip ini dijabarkan dalam hukum Lambert-Beer yang merupakan hubungan linearitas antara absorban dengan konsentrasi larutan analit.

2.3 Uji sensori/ organoleptic

Uji sensori adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur, menilai dan menentukan mutu suatu produk dengan menggunakan kepekaan alat indra manusia yaitu mata, hidung, mulut dan ujung jari - jari. Uji organoleptik juga disebut pengukuran subyektif karena didasarkan pada respon subyektif manusia sebagai alat ukur (Soekarto,1990).

Rahayu (1998), menjelaskan bahwa untuk melaksanakan penilaian organoleptik diperlukan panel. Dalam penilaian suatu mutu atau analisis sifat sifat sensorik atau komoditi, panel bertindak sebagai instrument atau alat. Panel ini terdiri dari orang atau kelompok yang bertugas menilai sifat atau mutu komoditi berdasarkan kesan subyektif dan orang yang menjadi panel disebut panelis.

Penilaian bahan pakan sifat yang menentukan diterima atau tidak suatu produk adalah sifat indrawinya. Penilaian indrawi ini ada enam tahap yaitu pertama menerima bahan, mengenali bahan, mengadakan klarifikasi sifat-sifat bahan, mengingat kembali bahan yang telah diamati, dan menguraikan kembali sifat indrawi produk tersebut. Indra yang digunakan dalam menilai sifat indrawi suatu produk adalah:

- a) Penglihatan yang berhubungan dengan warna, viskositas, ukuran dan bentuk, volume kerapatan dan berat jenis, panjang lebar dan diameter serta bentuk bahan.
- b) Indra peraba yang berkaitan dengan struktur, tekstur dan konsistensi.
Struktur merupakan sifat dari komponen penyusun, tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan mulut atau perabaan dengan jari, dan konsistensi merupakan tebal, tipis dan halus.
- c) Indra pembau, pembauan juga dapat digunakan sebagai suatu indikator terjadinya kerusakan pada produk, misalnya ada bau busuk yang menandakan produk tersebut telah mengalami kerusakan.

2.3.1 Panelis

Berdasarkan (SNI 01-2346-2006), jumlah minimal panelis standar dalam satu kali pengujian adalah 6 orang, sedangkan untuk panelis non standar adalah 30 orang. Syarat-syarat panelis adalah sebagai berikut :

- Tertarik terhadap uji organoleptik sensori dan mau berpartisipasi
- Konsisten dalam mengambil keputusan
- Berbadan sehat, bebas dari penyakit THT, tidak buta warna serta gangguan psikologis
- Tidak menolak terhadap makanan yang akan diuji (tidak alergi)
- Tidak melakukan uji 1 jam sesudah makan
- Menunggu minimal 20 menit setelah merokok, makan permen karet, makanan dan minuman ringan

2.4 Kemometrika

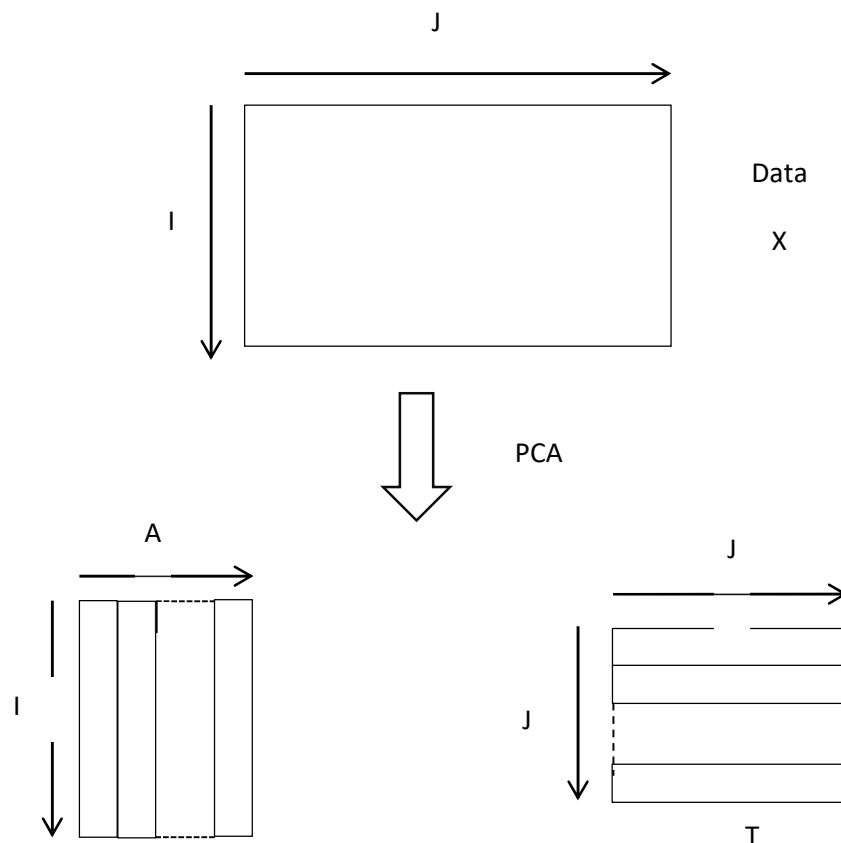
Metode kemometrika adalah multi disiplin ilmu yang melibatkan statistik multivariat pemodelan matematika dan informasi teknologi, khususnya diterapkan pada data kimia. Analisis multivariat adalah cara meringkas data variabel dengan menciptakan variabel baru yang mengandung sebagian besar informasi. Variabel – variabel baru kemudian digunakan untuk pemecahan masalah dan tampilan yaitu klasifikasi hubungan dan mengontrol grafik (Roggo *et al.*, 2007). PCA (*principal component analysis*) adalah sebuah transformasi linier yang biasa digunakan pada kompresi data. PCA juga merupakan teknik yang umum digunakan untuk menarik fitur-fitur dari data pada sebuah skala berdimensi tinggi. PCA memproyeksikan data ke dalam *subspace*. Teknik PCA dapat mengurangi dimensi dari data tanpa menghilangkan informasi penting dari data tersebut (Yves, 2007).

2.4.1 Principal Component Analysis (PCA)

Principal component analysis (PCA) adalah sebuah teknik untuk membangun variable baru yang merupakan kombinasi linear dari variabel-variabel asli.

Jumlah maksimum dari variabel- variabel baru akan sama dengan jumlah variabel lama dan masing masing variabel tidak berkorelasi. Kelebihan PCA yaitu dapat menghilangkan korelasi, tidak mempengaruhi jumlah variabel asli dan lebih akurat dibandingkan dengan metode lain.

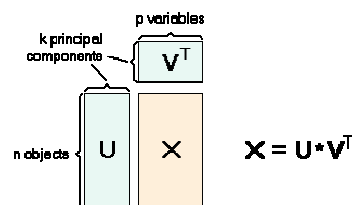
Prinsip PCA adalah mencari komponen utama yang merupakan kombinasi linear dari variabel asli. Komponen – komponen utama ini dipilih sedemikian rupa sehingga komponen utama pertama memiliki varian terbesar dalam gugus data, sedangkan komponen utama kedua tegak lurus terhadap komponen utama pertama dan memiliki varian terbesar berikutnya (Nurchahyo, 2015).



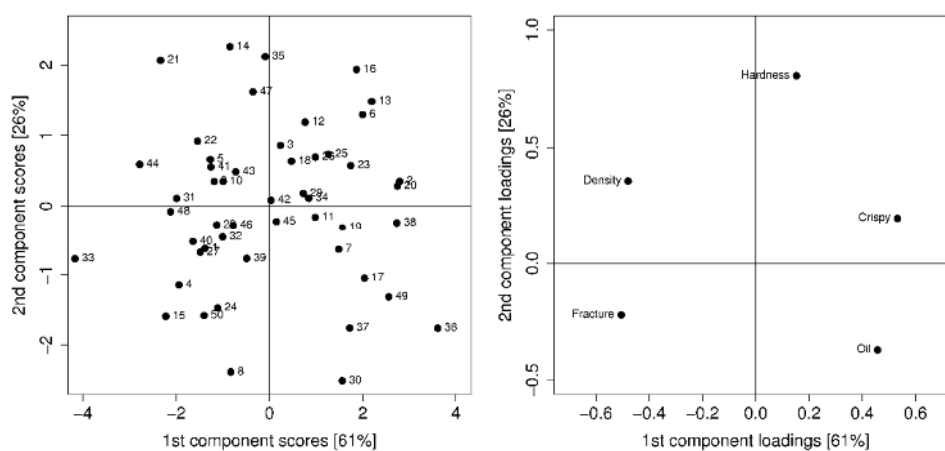
Gambar 5. Prinsip PCA

Teknik PCA bekerja pada matriks data X ($N \times K$) menjadi dua matriks T ($N \times A$) dan matriks P ($K \times A$) yang saling tegak lurus (Gambar 5). Matriks T disebut dengan matriks skor yang menggambarkan variasi dalam objek, sedangkan matriks loading menjelaskan pengaruh loading terhadap komponen utama. Matriks *loading* terdiri atas data asli dalam sistem koordinat baru. Galat dari model yang terbentuk dinyatakan dalam E . Sedangkan nilai A adalah jumlah PC yang digunakan untuk membuat model (Kautsar, 2012).

PCA merupakan dekomposisi dari data matriks X yang terdiri dari matriks V dan U , dilihat pada Gambar 6. Dua matriks V dan U adalah ortogonal. Matriks V biasa disebut dengan matriks *loading*, dan matriks U disebut matriks *score*. *Loading* dapat dipahami sebagai bobot untuk setiap variabel asli saat menghitung komponen utama. Matriks U berisi data asli pada sistem koordinat yang diputar. Pada Gambar 7 menunjukkan plot *score* dan *loading*.



Gambar 6. Dekomposisi Matriks X



Gambar 7. Plot *Score* dan *Loading* pada PCA

Ada beberapa plot umum yang selalu digunakan ketika menggunakan PCA:

- plot *score / score* (bagian kiri pada gambar di atas),
- plot *loading / loading* yang sesuai (bagian kanan pada gambar atas)
- plot *loading* sebagai garis spektral, serta
- plot nilai eigen yang diurutkan.

Perhitungan pada PCA didasarkan pada perhitungan nilai eigen dan vektor eigen yang menyatakan penyebaran data dari suatu dataset. Adapun algoritma PCA secara umum (Martono dkk, 2012) adalah sebagai berikut:

1. Transformasi Mean-Centering

Proses memindahkan semua data kebagian tengah, guna mendapatkan data yang lebih stabil.

Berikut langkah-langkah mean-centering:

- a. Cari mean data
- b. Pindahkan setiap posisi data kebagian tengah, dengan cara mengurangi nilai setiap data dengan nilai mean data.

2. Hitung matriks kovarian dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Cov}(xy) = \frac{\sum xy}{n} - (\bar{x})(\bar{y}) \dots\dots\dots (1)$$

3. Hitung nilai eigen dengan menyelesaikan persamaan sebagai berikut:

$$(A - \lambda I) = 0 \dots\dots\dots (2)$$

Di mana:

A : matriks kovarian

λ : nilai eigen

I : matriks identitas

4. Hitung vektor eigen dengan menyelesaikan persamaan sebagai berikut:

$$[A - \lambda I][X] = [0] \dots\dots\dots (3)$$

Di mana X merupakan vektor eigen.

5. Tentukan variabel baru (*principal component*) dengan mengalikan variabel asli dengan matriks vektor eigen

2.4.2 Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)

SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*) merupakan teknis analisis multivariat terawasi yang digunakan untuk menguji kekuatan diskriminasi dan klasifikasi sampel. SIMCA digunakan untuk menetapkan sampel ke dalam kelas yang tersedia dengan tepat. Metode klasifikasi ini didasarkan pada pembuatan model PCA untuk masing-masing model PCA. Hasil luaran dari SIMCA berupa tabel klasifikasi dimana sampel dapat terklasifikasikan dalam satu, beberapa kelas, atau tidak terklasifikasikan ke dalam kelas manapun (Nurchahyo, 2015).

Pembentukan dan pengujian model yang dibangun menggunakan program SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*), SIMCA juga termasuk ke dalam PCA namun memiliki tingkat sensitifitas pembacaan data yang lebih tinggi (*supervised*). Prosedur yang digunakan untuk mengimplementasikan SIMCA adalah dengan melakukan pemisahan PCA pada setiap kelas di data set, dan dalam jumlah yang cukup. Komponen utama dipertahankan untuk sebagian besar variasi data dalam setiap kelas. Klasifikasi di dalam SIMCA dibuat dengan membandingkan varian residual dari sampel dengan rata-rata residual varian dari sampel yang membentuk kelas. Perbandingan ini memberikan ukuran langsung

dari kesamaan sampel untuk kelas tertentu dan dapat dianggap sebagai ukuran *goodness of fit* dari sampel untuk model kelas tertentu (Lavine, 2009).

2.4.3 Matrik Konfusi

Menurut Lavine (2009), matrik konfusi yaitu merupakan tabel pencatat hasil kerja klasifikasi dari pengolahan menggunakan SIMCA. Rumus matrik konfusi memiliki beberapa keluaran yaitu akurasi, spesifisitas, dan sensitivitas. Akurasi adalah ketetapan dari model yang dibuat, dimana a adalah nomor sampel dari kelas A yang masuk dikelas A aktual, sedangkan d adalah nomer sampel dari kelas B yang masuk ke kelas B aktual, b adalah nomor sampel dari kelas B yang masuk ke kelas A aktual. Sensitivitas adalah kemampuan model untuk bisa menolak sampel yang bukan kelasnya. Spesifisitas adalah kemampuan model untuk mengarahkan sampel untuk masuk ke dalam kelas secara benar.

Tabel 3. *Confusion Matrix*

	Kelas A (aktual)	Kelas B (aktual)
Kelas A (hasil model SIMCA A)	a	c
Kelas B (hasil model SIMCA B)	b	d

$$\text{a) Akurasi (AC)} = \frac{a+d}{a+b+c+d} \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{b) Sensitivitas (S)} = \frac{d}{b+d} \times 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{c) Spesifisitas (SP)} = \frac{a}{a+c} \times 100 \% \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{d) False alarm rate} = \frac{c}{a+c} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

a : Sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas A aktual

b : Sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas A aktual

c : Sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas B aktual

d : Sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas B aktual

keterangan:

A : Sampel Teh Hijau

B : Sampel Teh Hitam

2.4.4 Metode *Pretreatment* Spektrum

Pretreatment spektrum dilakukan untuk mengurangi pengaruh interferensi gelombang dan *noises* pada data spektrum yang didapat agar diperoleh model *robust* yang lebih akurat dan stabil. Sebelum dilakukan pengembangan model analisis, data spektrum akan mendapat perlakuan *pretreatment* baik data kalibrasi maupun prediksi. Berikut ini 6 metode *pretreatment* yang dapat dipergunakan untuk memperbaiki spektrum yang didapat (Prieto, 2017, O'Haver,2017, Kusumaningrum, 2017)

a. *Smoothing moving average*

Merupakan metode yang sering digunakan untuk mengeleminasi noise. Pada umumnya, dikombinasikan dengan metode pengolah awal data lain untuk melakukan penghilangan noise. Berikut persamaan dalam metode *smoothing moving average*.

Berikut persamaan dalam metode *smoothing moving average*.

$$S_j = \frac{Y_{j-1} + Y_j + Y_{j+1}}{3} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

S_j : Nilai *smoothing moving average* pada panjang gelombang ke j

Y_j : Nilai spektra asli pada panjang gelombang ke j

j : Indeks panjang gelombang

3 : Jumlah segmen

Rumus di atas untuk segmen = 3, pembagi dan penyebut dapat berubah sesuai dengan segmen yang dibuat. Hasil *smoothing moving average* akan terpusat di tengah karena hal tersebut jumlah segmen merupakan bilangan ganjil.

b. *Savitzky-Golay differentiation*

Digunakan untuk menghilangkan *background* dan meningkatkan resolusi spektra.

Derivative mampu memperjelas puncak dan lembah spektra absorbansi data.

Diferensiasi *Savitzky-Golay* biasanya fokus pada diferensiasi pertama. Turunan pertama 1st memungkinkan penghapusan *offset*, sementara *derivative* ke-2 2nd menghilangkan *offset* dan *baseline*.

Berikut merupakan rumus dari diferensiasi.

$$X_j = \frac{1}{N} \sum_h^k = -k^C X_j + h \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

$X_{\text{mean}(i,k)}$: Nilai mean normalize pada sampel i di panjang gelombang k

i : Indeks sampel

k : Indeks panjang gelombang

X_{raw} : Nilai spektra asli

X_{mean} : Nilai spektra rata-rata pada sampel .

X_{mean} menggunakan rata-rata nilai spektra pada baris panjang gelombang dari X_{raw} hingga akhir.

c. *Multiplicative Scatter Correction (MSC)*

Metode MSC merupakan salah satu pendekatan untuk mengurangi *amplification* (*multiplicative, scattering*) dan *offset* (*additive, chemical*) efek dari spektra. MSC berguna untuk memperbaiki variasi cahaya yang menyebar dalam data spektroskopi. Tujuan utama MSC adalah untuk memperbaiki semua sampel sehingga semuanya memiliki tingkat persebaran cahaya yang sama.

Berikut persamaan yang digunakan dalam metode MSC.

$$X_{\text{org}} = a_i + b_i \bar{x}_j + e_i \dots \dots \dots (10)$$

$$X_{i,\text{MSC}} = \frac{X_{\text{org}} - a_i}{b_i} \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan :

$X_{i,\text{MSC}}$: Nilai dari spektrum yang dikoreksi (matriks data).

X_{org} : Nilai dari spektra asli

\bar{x}_j : Nilai dari spektrum rata-rata

e_i : Nilai error

a_i : Nilai offset

b_i : Nilai slope

i : Indeks sampel

j : Indeks panjang gelombang

Yang pertama dilakukan untuk mencari nilai MSC adalah mencari koefisien regresi yaitu a_i dan b_i yang diperoleh dari persamaan regresi pada grafik linier yang dibuat dan menunjukkan persamaan $y = ax+b$ pada sampel i .

d. *Standard Normal Variate* (SNV)

Metode SNV adalah transformasi yang menghilangkan *scatter effects* dari spektra dengan memusatkan dan men-skala spektra individual. Seperti MSC, hasil praktis dari SNV adalah menghilangkan *multiplicative interferences* dari *scatter effects* pada data spektra. Tujuan utama dari SNV adalah penghapusan gangguan multiplikasi dari persebaran dan ukuran partikel.

Berikut persamaan yang digunakan pada metode SNV.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K (x_{ik} - \bar{x}_i)^2}{K-1}} \dots\dots\dots(12)$$

$$\tilde{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_i}{s_i} \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan :

- s_i : Standar deviasi
- K : Jumlah data pada sampel i
- i : Indeks sampel
- k : Indeks panjang gelombang
- \tilde{x}_{ik} : Nilai SNV dari sampel i pada panjang gelombang k
- x_{ik} : Nilai spektra original pada sampel i pada panjang gelombang k
- \bar{x}_i : Nilai rata-rata pada sampel i

Sebelum mencari nilai SNV, dilakukan perhitungan standar deviasi yang merupakan nilai statistik untuk menentukan bagaimana sebaran data pada setiap sampel. Setelah diperoleh nilai standar deviasi, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai SNV pada setiap panjang gelombang.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Febuari - Maret 2019 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (LRBPP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *UV-Vis spectrometer* , *Thermometer*, *cuvet*, *rubber bulb*, timbangan analitik, pipet ukur, labu erlenmeyer, labu ukur, rak tabung, pemanas air, corong plastik, komputer, toples, tisu, kertas sampel, kertas saring, *aluminium foil* dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades, dan teh hijau dan teh hitam yang berasal dari PT. Pagilaran.

Tabel 4. Kode dan Komposisi Sampel

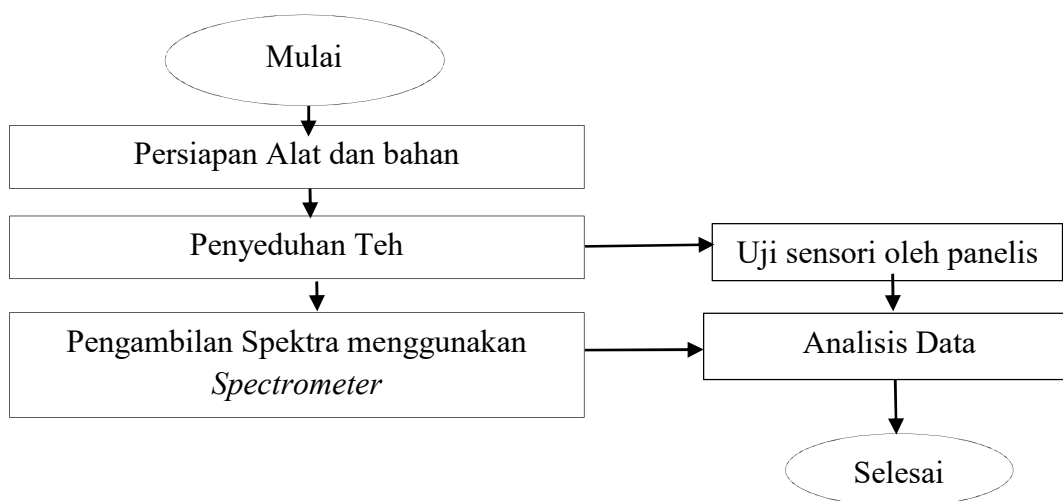
Kode Sampel	Jenis teh	Komposisi	jumlah
S1 1-75	Teh hijau	1 g	75
S2 75-150	Teh hitam	1 g	75

Keterangan :

S = Sampel teh
g = Gram

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk dapat membedakan mutu teh dengan menggunakan *UV-vis spectroscopy* jenis *Genecsis 10s* dan uji sensori. Tahap-tahap pada penelitian ini dipaparkan pada Gambar 8 yang meliputi persiapan alat dan bahan, ekstraksi teh kemudian dilanjutkan dengan pengambilan spektra selanjutnya membangun dan menguji model untuk membedakan mutu teh yang akurat dengan menggunakan *The Unscrambler* versi 9.2 dan selanjutnya dianalisis kemometrika menggunakan metode SIMCA dan PCA.



Gambar 8. Prosedur Penelitian

3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan Bahan Penelitian :

1. Penimbangan

teh akan ditimbang sebanyak 1 g untuk setiap sampel. Komposisi bahan untuk sampel dalam penelitian ini yaitu S1 1-75, S2 1-75, sebanyak 150 gram untuk keseluruhan berat sampel yang dipersiapkan.

3.3.2. Penyeduhan Teh

Tahap-tahap pada penyeduhan teh ini dipaparkan pada Gambar 14 . Tahap-tahap pembuatan seduhan teh sebagai berikut :

1. Pencampuran Bahan



Gambar 9. Pembuatan Larutan

Pembuatan larutan dapat dilihat pada Gambar 9. Setelah bahan selesai ditimbang maka dilanjutkan dengan proses pencampuran antara sampel dan akuades sebanyak 100 mL.

2. Pengadukan



Gambar 10. Pembuatan Larutan

Proses pengadukan larutan dapat dilihat pada Gambar 10. Setelah bahan tercampur maka akan diaduk secara manual selama 3 menit untuk menghomogenkan campuran bahan.

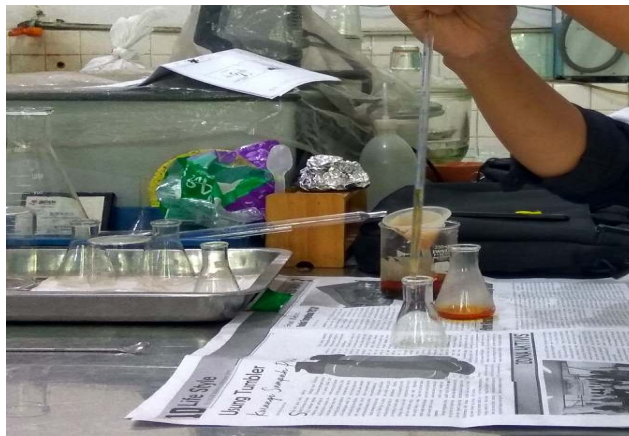
3. Penyaringan



Gambar 11. Penyaringan Larutan

Proses penyaringan larutan dapat dilihat pada Gambar 11. Penyaringan dilakukan untuk memisahkan teh dengan material yang tidak diinginkan agar tidak ikut kedalam proses pengambilan spektra, dilakukan menggunakan kertas saring.

4. Pengenceran



Gambar 12. Pengenceran Larutan

Proses pengenceran larutan dapat dilihat pada Gambar 12. Larutan sampel akan diencerkan dengan perbandingan 5:50 (seduhan teh : air aquades).

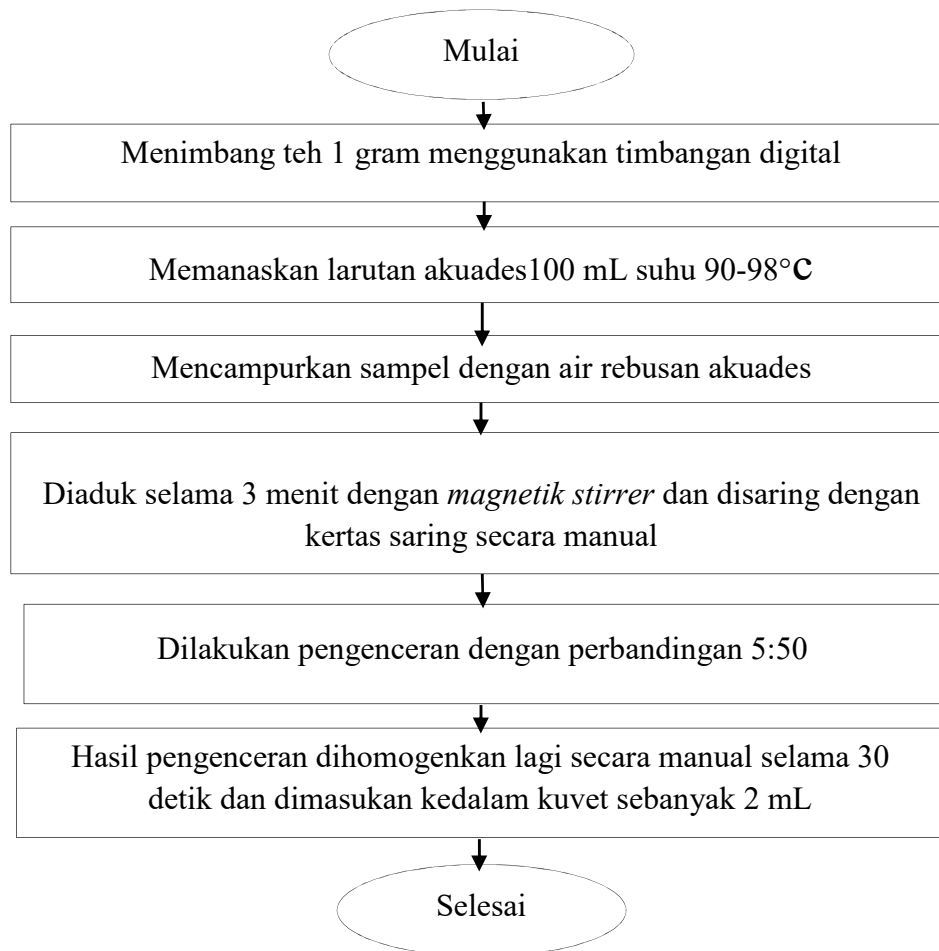
5. Menghomogenkan hasil pengenceran



Gambar 13. Penghomogenan Larutan

Penghomogenan larutan dapat dilihat pada Gambar 13.

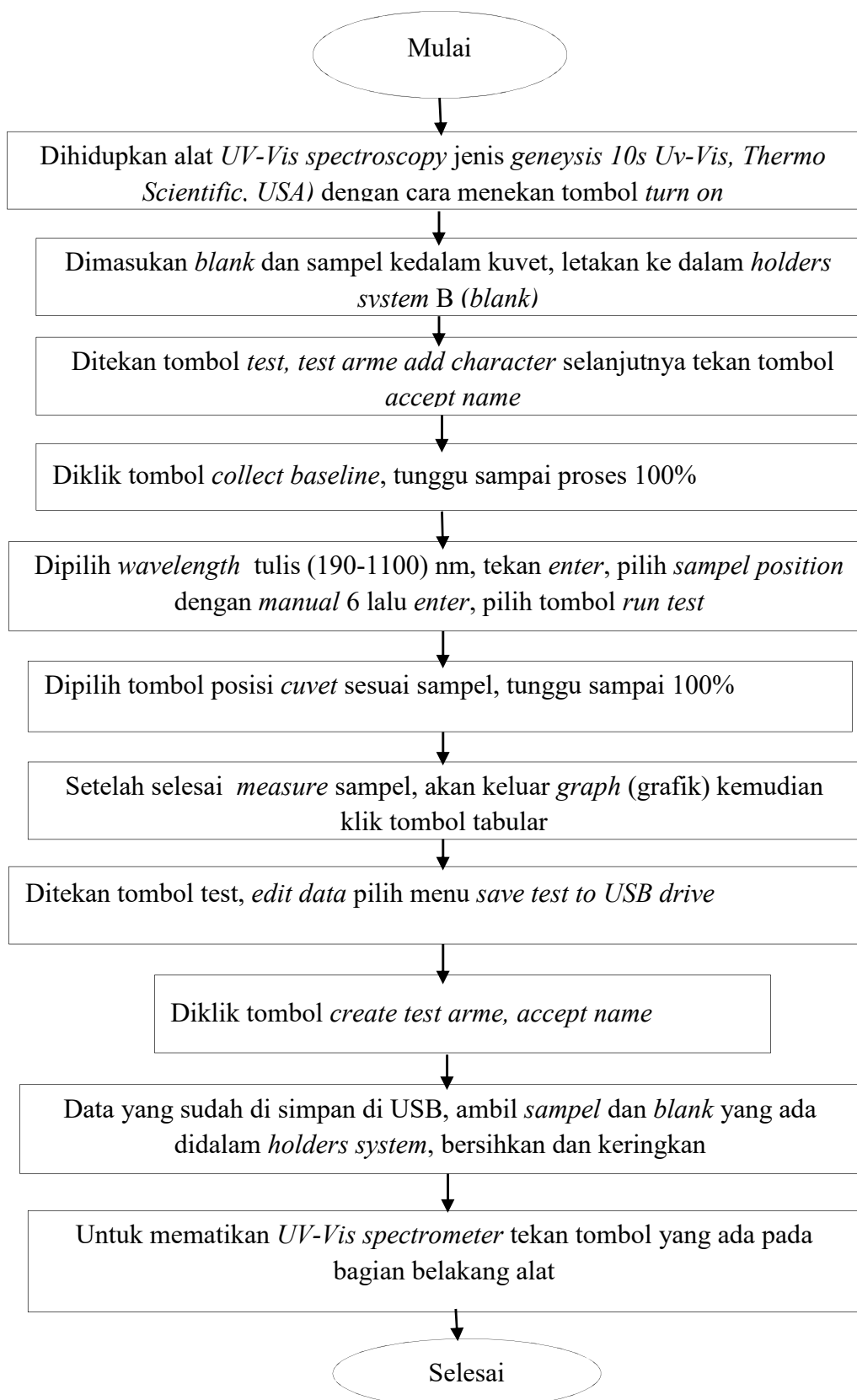
Menghomogenkan hasil pengenceran agar larutan sampel dapat tercampur rata dengan air aquades.



Gambar 14. Prosedur Penyeduhan Teh (Supriyanto, 2018).

3.3.3. Pengambilan Spektra dengan Spektrometer

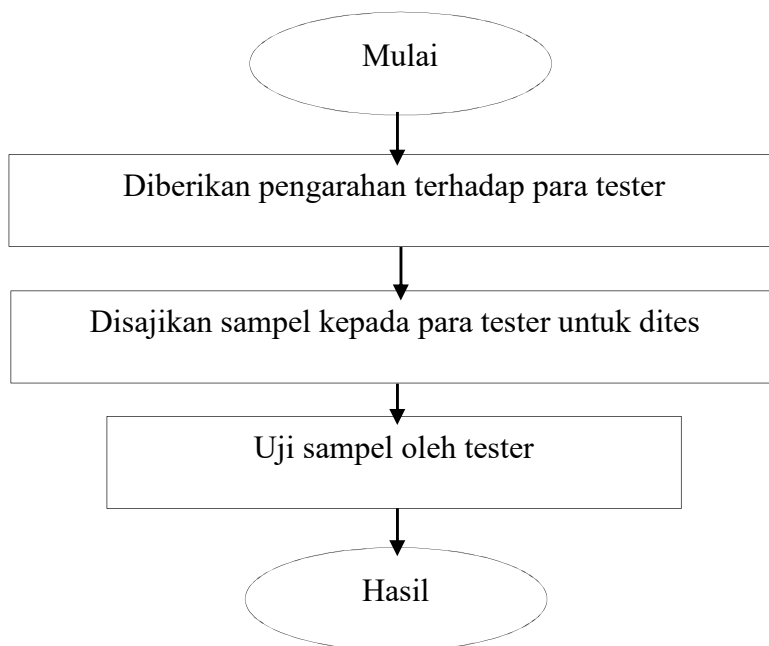
Tahap-tahap pengambilan spektra dengan spektrometer ditunjukkan pada Gambar 15. Pengambilan spektra dengan alat *spectrometer* yaitu sampel yang telah diencerkan dimasukkan kedalam kuvet sebanyak 2 ml selanjutnya dimasukkan ke dalam *holders system* dan diambil nilai absorbansinya.



Gambar 15 . Prosedur Penggunaan *UV-Vis Spectroscopy* (Supriyanto, 2018).

3.3.4. Uji Sensori

Tahap – tahap pada uji sensori ditunjukkan pada Gambar 16 . Pada pengambilan uji sensori dilakukan dengan 51 panelis sebagai tester tidak terlatih, yang nantinya penelis akan mengisi lembar uji yang dapat dilihat pada Gambar 17, yang berisi nilai tentang rasa, warna, dan kesukaan.



Gambar 16 . Prosedur Pengujian Uji Sensori

Lembar Quisioner Uji Skoring dan Uji Hedonik

Nama :

Tanggal :

Dihadapan Anda disajikan sampel ekstrak teh hijau dan teh hitam. Anda diminta untuk memberikan penilaian terhadap rasa, aroma, dan warna serta penerimaan keseluruhan berupa skor 1 sampai 5. Berikan penilaian Anda di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut :

Penilaian	A 223	B 221
Rasa		
Warna		
Aroma		

Keterangan skor mutu uji sensori bubuk ekstrak teh hijau dan teh hitam:

Rasa :	warna :	Aroma:
Manis : 5	sangat coklat : 5	Sangat khas teh : 5
Agak manis : 4	coklat : 4	khas teh : 4
Sepat : 3	agak coklat : 3	agak khas teh : 3
Pahit : 2	tidak coklat : 2	tidak khas teh : 2
Sangat pahit : 1	sangat tidak coklat : 1	sangat tidak khas teh : 1

Gambar 17 . Lembar Quisioner Uji Skoring dan Uji Hedonik

3.3.5. Membuat dan Menguji Model

Tahap-tahap membuat dan menguji model dilakukan dengan menguraikan nilai absorbansi yang didapatkan dari alat *spectrometer*, kemudian data tersebut digunakan untuk membuat dan menguji model dengan perangkat lunak *the Unscrambler* versi 9.2 (CAMO AS, Norwegia) menggunakan SIMCA dan PCA.

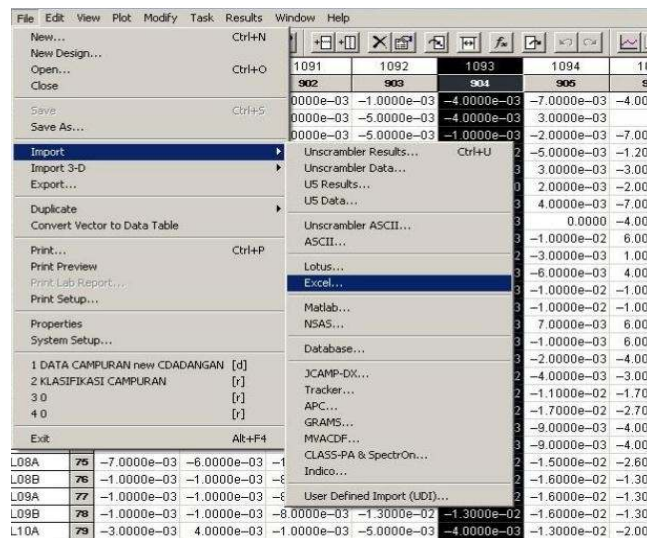
3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari sampel tersebut yang diambil spektranya pada alat *UV-Vis Spectroscopy* jenis *genesys 10s*. *UV-Vis* diproduksi oleh (*thermo fisher scientific*) kemudian data yang didapatkan disimpan di USB. Data yang didapatkan kemudian dipindahkan kedalam *exel*. Setelah data tersebut diolah dengan menggunakan *software the Unscramble* versi 9.2 (CAMO AS, Norwegia) dengan metode kemometrika SIMCA dan PCA untuk membuat klasifikasi teh hitam dan teh hijau. Sampel teh hijau dan teh hitam kemudian dikelompokkan kedalam beberapa kelompok diantaranya sampel kalibrasi, validasi, dan sampel prediksi yang digunakan untuk menguji model. Setelah hasil klasifikasi dari pengujian model, dilanjutkan dengan evaluasi hasil prediksi dan dilakukan perhitungan dengan *cofusion matrix*

3.5 *Principal Component Analysis (PCA)*

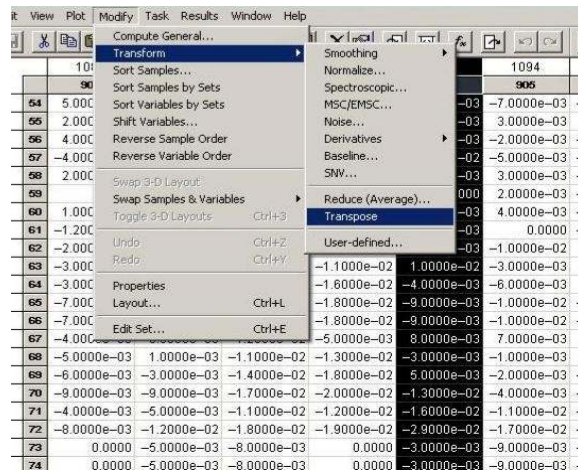
Data absorbansi dari sampel teh hijau sebanyak 75 sampel dan data absorbansi dari sampel teh hitam sebanyak 75 sampel data tersebut diperoleh dari pengambilan data *UV-Vis Spectroscopy*. Setelah didapatkan data absorbansinya

kemudian data tersebut digabungkan menjadi satu dalam satu file *Microsoft Excel* 97-2003. Setelah data digabung menjadi satu kemudian data diolah dan dianalisis menggunakan aplikasi *The Unscrambler version 9.2*. Sampel dianalisis dengan cara membuka aplikasi *The Unscrambler* setelah itu klik *file* pilih submenu *import data* lalu pilih format *excel* untuk memasukan data yang telah digabung sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 18.



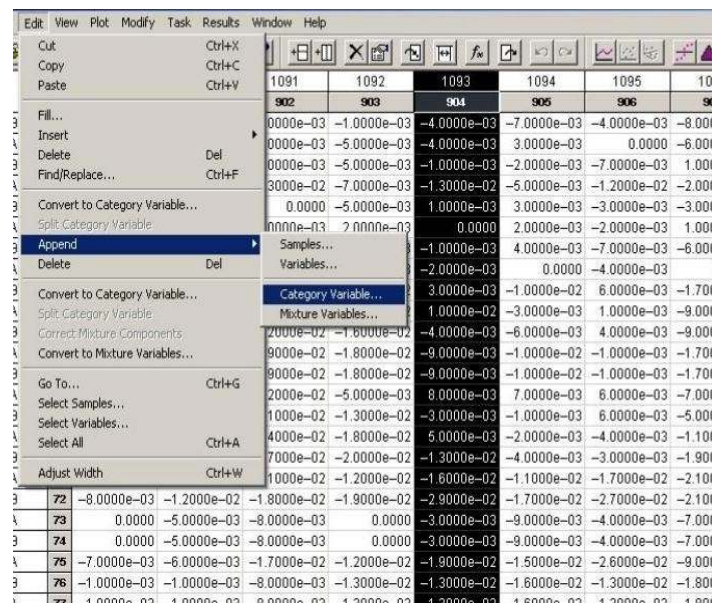
Gambar 18. Cara Memasukkan Data Dari *Ms. Excel* ke *The Unscrambler 9.2*

Untuk penggunaan aplikasi *The Unscrambler version 9.2* file data yang mendukung yaitu format *Microsoft Excel 97-2003*, apabila menggunakan versi *Microsoft Excel* diatas 2003 maka data tidak akan kompatibel pada aplikasi *The Unscrambler*, kemudian data yang sudah dimasukan di *transpose* dengan perintah klik menu *task* pilih *transform* lalu pilih *transpose* dan dapat dilihat pada Gambar 19.



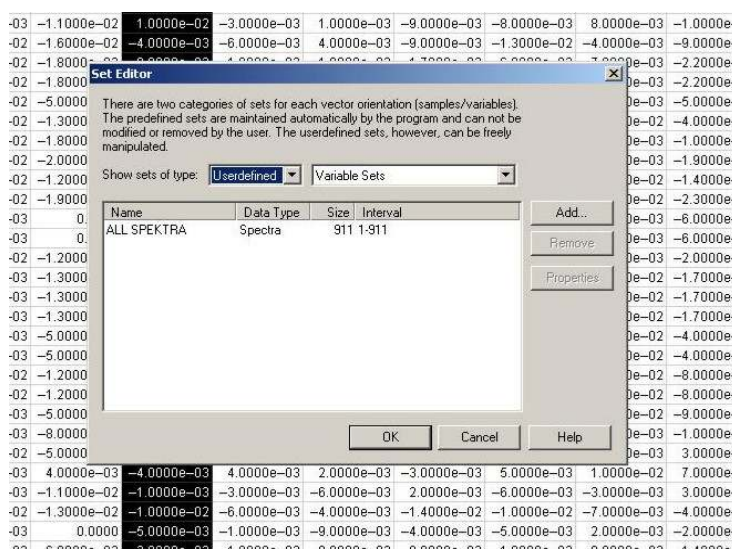
Gambar 19. Cara Men-transpose Data Pada *The Unscrambler* 9.2

Tahap selanjutnya setelah memasukan data pada aplikasi *The Unscrambler* adalah mencari nilai PCA pada aplikasi *The Unscrambler* dengan cara sebagai berikut, klik menu *Edit* pilih *Append* pilih *Category Variable*, kemudian isi *Category Variable Name* dengan “JENIS TEH” pilih *Next* dan isi *Level Name* dengan teh hijau dan teh hitam. Dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Cara Membuat Kolom *Category Variabel*

Langkah selanjutnya adalah klik pada kolom JENIS TEH dan isi masing– masing baris sesuai jenis teh. Setelah diberi label sesuai jenis teh masing-masing, kemudian sebelum data dianalisis dengan metode PCA data dikelompokkan sesuai kategori sampel dan variable. Pengelompokan dilakukan dengan langkah langkah sebagai berikut klik menu *modify* kemudian klik *edit set* kemudian isi sampel set dengan *all sampel* dan *peubah set* dengan *all variable* dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Menu *Edit Set*

Kemudian setelah data selesai diklasifikasi sesuai dengan jenis teh, kemudian ditambahkan kolom *category variable*, kemudian di isi dengan KALVALPRED (Kalibrasi, Validasi dan Prediksi) dengan jumlah 40 sampel kalibrasi, 20 sampel validasi, dan 20 sampel prediksi, kemudian dianalisis menggunakan metode *principal componen analysis* (PCA) dengan cara pilih menu *task* kemudian pilih *principal componen analysis* (PCA), selanjutnya klik menu *task* pilih PCA lalu pilih validasi *test set*, pilih *set up* dan dipilih diisi dengan jumlah data validasi pada sampel

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil uji organoleptik pada teh hijau dan teh hitam berdasarkan parameter rasa, warna, dan aroma menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari parameter aroma dan warna. Sedangkan parameter rasa tidak menunjukkan perbedaan.
2. Hasil analisis PCA pada data original menunjukkan bahwa PC1 didapatkan nilai sebesar 97% dan nilai PC2 sebesar 1%, sehingga mampu menggambarkan keragaman data sebesar 98%. Hasil analisis dengan perlakuan *MSC moving average sg 9S* menunjukkan bahwa PC1 didapatkan nilai sebesar 98% dan nilai PC2 sebesar 1%, sehingga mampu menggambarkan keragaman data sebesar 99%.
3. Hasil bangun model SIMCA pada data original memberikan informasi nilai PC1 pada sampel teh hitam sebesar 96%, sedangkan pada nilai PC2 yaitu sebesar 1%, dan pada sampel teh hijau nilai PC1 sebesar 75% untuk PC2 sebesar 8%.

4. Hasil bangun model SIMCA pada perlakuan *MSC moving average 9S* memberikan informasi nilai PC1 pada sampel teh hitam sebesar 97%, sedangkan pada nilai PC2 yaitu sebesar 2%, dan pada sampel teh hijau nilai PC1 sebesar 88% untuk PC2 sebesar 6%.
5. Berdasarkan hasil klasifikasi pada data original dengan sampel prediksi teh hijau dan sampel prediksi teh hitam masing-masing sebanyak 30 sampel didapatkan nilai akurasi (AC) sebesar 100%, nilai sensitivitas (S) sebesar 100%, nilai spesifisitas (SP) sebesar 100%, dan nilai *False alarm rate* (FP) sebesar 0%. Dengan hasil pengujian tersebut, maka model yang dibuat dapat mengklasifikasikan sampel prediksi ke dalam model SIMCA dengan baik
6. Berdasarkan hasil klasifikasi pada perlakuan *MSC moving average 9S* dengan sampel prediksi teh hijau dan sampel prediksi teh hitam masing-masing sebanyak 30 sampel didapatkan nilai akurasi (AC) sebesar 100%, nilai sensitivitas (S) sebesar 100%, nilai spesifisitas (SP) sebesar 100%, dan nilai *False alarm rate* (FP) sebesar 0%. Dengan hasil pengujian tersebut, maka model yang dibuat dapat mengklasifikasikan sampel prediksi ke dalam model SIMCA dengan baik

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya akan lebih baik jika ditambah jenis teh atau diganti jenis teh yang akan diidentifikasi dengan teknik kemometrika seperti PCA dan SIMCA. Selain itu diharapkan pada penelitian selanjutnya juga menguji kandungan senyawa apa saja yang terkandung dalam teh tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnah, M. 2012. *Kimia Analisis Farmasi*. Dua Satu Press, Makassar. 274 hlm.
- Astuti, M. 2001. Potensi Antioksidan Pada Teh. Kumpulan Makalah: *Radikal Bebas dan Antioksidan dalam Kesehatan: Dasar, Aplikasi dan Pemanfaatan Bahan Alam*. Bag. Biokimia FKUI, Jakarta. 143 hlm.
- Ayuningtyastuty, H. 2009. *Quality Control Pada Proses Produksi Teh Hijau*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 103 hlm.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. *Data Ekspor – Impor Teh Indonesia*. Badan Pusat Statistik, Jakarta. 213 hlm.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta 215 hlm.
- Behera, S., S.Ghanti, F.Ahmad, S.Santra dan S. Banerjee. 2012. UV-visible Spectrophotometric Method Development and Validation Of Assay Of Paracetamol Tablet Formulation. *Journal Analytical and Bioanalytical Techniques*, 3(6): 1-6.
- Cabrera, C., Artacho, R. and Gimenez, R., 2006. Beneficial Effects of Green Tea- A Review. *Journal of The American College of Nutrition*, 25(2). Pp 79-99.
- Camo. 2006. The Unscrambler Methodes. www.camo.com. Diakses pada tanggal 3 juli 2019.
- Citrasari, D.2015. Penentuan Adulterasi Daging Babi Pada Nugget Ayam Menggunakan NIR Dan Kemometrika. (Skripsi). Universitas Jember. Malang. 69 pp.
- Danang, K.H. 2011. Pengolahan Teh. <http://danang.blogspot.com>. Diakses pada 19 April 2019.

- Daniells S. 2008. Green Tea Catechins Go Nano: Study. <http://www.ritc.or.id>. Diakses pada 19 April 2019.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik secara Spektroskopi*. LPTIK Universitas Andalas. Padang. 92 hlm.
- Dahlan, M. S. 2009. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*. Salemba Medika. Jakarta. 238 hlm.
- Haffiz, T., Silsia, D., Efendi, Z. 2016. Pengaruh Kualitas Pucuk dan Persentase Layu Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Teh CTC. *Jurnal Agroindustri*, 6 (1): 42-50.
- Handayani, D., M. Abdul, S. R Anna. 2014. Optimasi Ekstraksi Ampas Teh Hijau (*Camellia Sinensis*) Menggunakan Metode Microwave Assisted Extraction Untuk Menghasilkan Ekstrak Teh Hijau. *Traditional Medicine Journal*, 19(1): 29-35.
- Hariadi, A. 2013. *Prinsip Spectrophotometer UV-Vis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. 164 hlm.
- Hariana, A. 2003. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya 2*. PT. Niaga Swadaya. Jakarta. 174 hlm
- Husni, P., dan Puspita, K. 2017. Pengembangan Formula Nano-Fitosom Serbuk Liofiliasis Seduhan Teh Hitam. *Indonesian Journal of Pharametrical Science and Technology*, 4 (3): 100-111.
- Ismiyatin, Kun. 2000, Konsentrasi Minimal Seduhan Teh Hijau Indonesia Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Streptococcus Viridians*, Maj. Ked. Gigi. *Dental Journal FKG UNAIR.*, 34 (2): 52-55.
- Ivan, M., D. Nikolic, D. Jovic. 2014. Kualitatif Analisis Ekstrak Teh Hijau Menggunakan Metode ESI-MS. *Teknologi Canggih Jurnal*, 3 (1): 30-37.
- Kustamiyati, B., 2006. Prospek Teh Indonesia Sebagai Minuman. <http://www.lppi.go.id>. Diakses pada 9 April 2019.
- Kusumaningrum, D., Hoonsoo, L., Lohumi, S., Changyeun, M., Kim, M. S., and Cho, B.K. 2017. Non-Destructive Technique for Determining the Viability of Soybean (*Glycine Max*) Seeds Using FT-NIR Spectroscopy. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 98(5): 1734 – 1742.

- Kusumo, Y. P. J. 2009. *Quality Control Pada Proses Produksi Teh Hitam Di PT Pagilaran*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 121 hlm.
- Kautsar, A. 2012. Diferensiasi Geografis Kunyit (*Curcuma domestica Val.*) Menggunakan Fotometer Portable dan Analisis Kemometrik. (Skripsi). Universitas Pakuan. Bogor. 52 pp.
- Lavine, B.K. 2009. Validation of classifiers. In: Walczak, B., Tauler, R., and Brown, S. (eds.). *Comprehensive Chemometric: Chemical and Biochemical Data Analysis Volume III*. Elsevier. Oxford. Pp 587-599.
- Luper, S., 1999, A Review of plants in the Treatment of Liver Diseases: Part Two, vol 4 Alternative Medicine Review, <http://www.Throne.com/altmedrev/fulltex/liver4-3.htm>. Diakses pada 9 April 2019.
- Markham, K. R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. ITB, Bandung. 84 hlm.
- Martono. G. H., Adji. T. B., Setiawan. N. A. 2012. Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. (Makalah Seminar Nasional). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 5 pp
- McKay, P. 2002. The Role of Tea in Human Health an Update. *Journal of the American College of Nutrition*, 21 (1): 1-13.
- Mukti, K. 2012. Analisis Spektroskopi UV-Vis Penentuan Konsentrasi. (Skripsi). Universitas Negeri Sebelas Maret. Surakarta. 81 pp.
- Nurchahyo, B. 2015. Identifikasi dan Autentikasi Meniran (*Phyllanthus niruri*) Menggunakan Spektrum Ultraviolet - Tampak dan Kemometrika (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 41 pp.
- O'Haver, T. 2016. A Pragmatic Introduction to Signal Processing (Essay). Department of Chemistry and Biochemistry, The University of Maryland. College Park. Pp 153.
- Patihul, H. 2017. formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan gel Antiseptik tangan minyak atsiri. *Jurnal Farmaka Unpad*, 15(1): 15-17
- Prieto, B.G. 2017. Variable Influence on Projection (VIP) Methods in OPLS, O2PLS, and OnPLS Models for Single- and Multiblock Variable Selection (Thesis). Department of Chemistry Industrial Doctoral School, Umeå University. Sweden. Pp 120.

- Rahayu, W.P. 1998. *Diktat Penuntun Praktikum Penilaian Organoleptik*. Fakultas Teknologi Pertanian Bogor. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 56 hlm.
- Roggo, Y., Chalus, P., Maurer, L., and Martinez, C. L. 2007. A Review of Near Infrared Spectroscopy and Chemometrics in Pharmaceutical Technologies. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 44(1) : 683–700.
- Rohdiana, D. 2009. *Teh ini Menyehatkan, Telaah Ilmiah Populer*. Alfabeta. Bandung. 95 hlm.
- Rohdiana, D. 2015. Teh, Karakteristik, Proses, dan Komponen Fungsionalnya. Pusat Penelitian Teh dan Kina. *Food Review Indonesia*, 10(8): 20-27.
- Setyamidjaja, Dj. 2000. *Budidaya dan Pengolahan Teh Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta. 134 hlm.
- Sharma, V., A. Gulati, V. Kumar, S. D. Ravindranat. 2005. *A Simple and Convenient Method for Analysis of Tea Biochemicals by Reverse Phase HPLC*. Institute of Himalayan Bioresource Technology, India. Pp 102.
- Soekarto, Soewarno T. 1990. *Dasar - Dasar Pengawasan Mutu dan Standarisasi Mutu Pangan*. IPB Press, Bogor. 98 hlm.
- Soekarto. 1990. *Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bhatara Aksara, Jakarta. 185 hlm.
- Somantri, R. 2011. *Kisah dan Khasiat Teh*. Gramedia Pustaka. Jakarta. 75 hlm.
- Spillane, J.J., 1992. *Komoditi Teh Peranannya Dalam Perekonomian Indonesia*. Kanisius, Yogyakarta. 89 hlm.
- Supriyanti, E. 2018. Penggunaan Teknologi UV-VIS Spectroscopy Untuk Membedakan Jenis Bubuk Kopi Arabika Gayo *wine* dan Kopi Bubuk Arabika Gayo biasa. (Skripsi). Universitas Lampung. 74 pp.
- Supriyanto. 2018. Identifikasi Grade Teh Hitam (*Camellia Sinensis*) CTC Produk PT.Perkebunan Nusantara VII Unit Rancabali Bandung Menggunakan UV-VIS Spectroscopy dan Metode SIMCA. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 78 pp.
- Wagu. 2001. *Teh Produk Hilir Lebih Prospektif*. Gema Industri Kecil. Bandung. 101 hlm.
- Widyaningrum, N. 2013. Epigallocatechin – 3 – Galate (EGCG) Pada daun Teh Hjiu (*Camelia Sinensis L.*) Sebagai Anti Jerawat. (Skripsi) . Fakultas Farmasi Universitas Wahid Hasyim, Semarang. 66 pp.

- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta 79 hlm.
- Yahya, S, 2013. *Spektrofotometer Uv-Vis*. Pustaka Pelajar; Yogyakarta. Hlm 123.
- Yves,R., P.Chalus, L.Maurer, A.Edmond. 2007. A riview of Near Infrared Spectroscopy and Chemometrics In Pharmacueticals Tecnologies. *Jurnal of Pharmaceutical and BiomediacI Analysis*. 44(2): 683-700.
- ZhiZhu, M., B.Wen, H.Wu, H.Lin. 2018. *The Quality Control of Tea by Near-Infrared Reflectance (NIR) Spectroscopy and Chemometrics*. Hindawi. 19(1):1-11.