

**KONTRAK PENELITIAN
STRATEGIS NASIONAL
Tahun Anggaran 2017**
Nomor: **585 /UN26.21/KU/2017**

Pada hari ini Rabu tanggal Tujuh bulan Juni tahun Dua Ribu Tujuh Belas, kami yang bertandatangan di bawah ini :

1. **Warsono, Ph.D**
: Ketua Lembaga Penelitian Universitas Lampung dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Lembaga Penelitian Universitas Lampung, yang berkedudukan di Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA;**
2. **Dr Diding Suhandy M.Si**
: Dosen FAKULTAS Pertanian Universitas Lampung dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2017 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA.**

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak STRATEGIS NASIONAL Tahun Anggaran 2017 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

**Pasal 1
Ruang Lingkup Kontrak**

PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan STRATEGIS NASIONAL Tahun Anggaran 2017 dengan judul " Penggunaan Kemometrika Dan Near Infrared Spectroscopy Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee) "

**Pasal 2
Dana Penelitian**

- 1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar **95000000 (Sembilan Puluh Lima Juta Rupiah)** sudah termasuk pajak.
- 2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor SP DIPA-042.06.1.401516/2017, tanggal 06 Desember 2016.

**Pasal 3
Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- 1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu 70% x 95000000 = 66.500.000 (**Enam Puluh Enam Juta Lima Ratus Ribu Rupiah**) yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PARA PIHAK** membuat dan melengkapi rancangan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai.

- b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu 30% x 95000000 = 28500000 (**Dua Puluh Delapan Juta Lima Ratus Ribu Rupiah**) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah ke SIMLITABMAS yaitu Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Catatan Harian.
- c. Biaya tambahan dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** bersamaan dengan pembayaran Tahap Kedua dengan melampirkan Daftar luaran penelitian yang sudah di validasi oleh **PIHAK PERTAMA**
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening sebagai berikut:

Nama : Diding Suhandy
 Nomor Rekening : 0070937529
 Nama Bank : BNI

- (3) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Pasal 4 Jangka Waktu

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tangga 13 April 2017** dan berakhir pada **Tanggal 31 Oktober 2017**

Pasal 5 Target Luaran

- 1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa :
1. Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional : accepted/published
 2. Publikasi Ilmiah Jurnal Nasional Terakreditasi : accepted/published
 3. Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Nasional : sudah dilaksanakan
 4. Pemakalah dalam pertemuan ilmiah Internasional : sudah dilaksanakan
 5. Teknologi Tepat Guna : penerapan
 6. Buku Ajar (ISBN) : draft
- PIHAK KEDUA** diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian berupa
1. Buku Ajar (ISBN) sudah terbit", "-
 2. Purwarupa/Prototipe produk
- PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 6 Hak dan Kewajiban Para Pihak

- Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
- a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7;
 - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
- a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);

- b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran STRATEGIS NASIONAL dengan judul " Penggunaan Kemometrika Dan Near Infrared Spectroscopy Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee) " dan catatan harian pelaksanaan penelitian;
- c. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
- d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7.

Pasal 7

Laporan Pelaksanaan Penelitian

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Kemajuan dan Catatan harian penelitian yang telah dilaksanakan ke SIMLITABMAS paling lambat 30 Agustus 2017.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan dan Rekapitulasi Penggunaan Anggaran 70% kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat 8 September 2017
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profil pada SIMLITABMAS paling lambat 31 Oktober 2017 (bagi penelitian tahun terakhir).
- (5) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Bentuk/ukuran kertas A4;
 - b. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:

Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
 Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
 Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
 Sesuai dengan Kontrak Penelitian
 Nomor : 071/SP2H/LT/DRPM/IV/2017585

Pasal 8

Monitoring dan Evaluasi

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2017 ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pasal 9

Penilaian Luaran

1. Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/Reviewer Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

Pasal 10 Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pasal 11 Penggantian Ketua Pelaksana

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat(1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 12 Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan Kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 13 Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian " Penggunaan Kemometrika Dan Near Infrared Spectroscopy Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)" sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**

**Pasal 14
Pajak-Pajak**

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus dibayarkan oleh **PIHAK KEDUA** ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

**Pasal 15
Peralatan dan/alat Hasil Penelitian**

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Lampung sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

**Pasal 16
Penyelesaian Sengketa**

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

**Pasal 17
Lain-lain**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA



PIHAK KEDUA



Dr Diding Suhandy M.Si
NIDN: 0003037803



BERITA ACARA PEMBAYARAN

Pada hari ini **Rabu** tanggal **Tujuh** bulan **Juni** tahun **Dua Ribu Tujuh Belas**, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

I. Nama : Warsono, Ph.D.
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung
Alamat : Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung
Disebut Sebagai **PIHAK PERTAMA**.

II. Nama : Dr Diding Suhandy M.Si
Jabatan : Peneliti Utama (penanggung jawab penelitian)
Fakultas : Pertanian
Alamat : Jl. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung.
Disebut Sebagai **PIHAK KEDUA**.

Sehubungan dengan pelaksanaan kegiatan Penelitian STRATEGIS NASIONAL di Lingkungan Universitas Lampung, sesuai dengan Surat Penugasan Penelitian Nomor. 585/UN26.21/KU/2017, tanggal 07 Juni 2017 dengan judul "**Penggunaan Kemometrika Dan Near Infrared Spectroscopy Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)**", maka **PIHAK KEDUA** berhak menerima pembayaran dari **PIHAK PERTAMA** sebesar 70% dari nilai kontrak = 70 % x Rp. 95000000,- = Rp.66500000,- (Enam Puluh Enam Juta Lima Ratus Ribu Rupiah) dan disalurkan langsung ke Rekening **PIHAK KEDUA** sebagai Penanggung Jawab Kegiatan Penelitian.

Demikian Berita Acara Pembayaran ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 07 Juni 2017

II. PIHAK KEDUA.

Ketua Penelitian/
Penanggung Jawab Kegiatan



Dr Diding Suhandy M.Si
NIDN: 0003037803

I. PIHAK PERTAMA.

Ketua LPPM
Universitas Lampung,



Warsono, Ph.D.
NIDN: 0016026303

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB MUTLAK

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr Diding Suhandy M.Si
NIDN : 0020106105
Fakultas : Pertanian
Alamat : Jl.Prof.Sumantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng
Bandar Lampung 35145

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Dana penelitian yang saya terima sudah dihitung dengan benar dan akan digunakan sepenuhnya untuk mendanai penelitian yang saya laksanakan yaitu penelitian yang didanai oleh Dana DIKTI TA 2017. Jenis Hibah **STRATEGIS NASIONAL** Judul **Penggunaan Kemometrika Dan Near Infrared Spectroscopy Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)** dengan jumlah dana sebesar 70% dari nilai pekerjaan Rp. 95000000,- yaitu Rp.66500000,- (Enam Puluh Enam Juta Lima Ratus Ribu Rupiah).
2. Semua penggunaan, pengeluaran keuangan dan pertanggungjawabannya yang terkait dengan *output* kegiatan pelaksanaan penelitian menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya-benarnya.

Bandar Lampung, 07 Juni 2017



Dr Diding Suhandy M.Si
NIDN: 0003037803



**ADDENDUM KONTRAK PENELITIAN
STRATEGIS NASIONAL Tahun Anggaran 2017**

Nomor: 1640 /UN26.21/KU/2017

Pada hari ini **Kamis** tanggal **Dua Bulan November** tahun **Dua Ribu Tujuh Belas**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. **Warsono, Ph.D** : Ketua Lembaga Penelitian dan Penelitian, Universitas Lampung, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Lampung, yang berkedudukan di Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. **Dr Diding Suhandy M.Si** : Dosen PERTANIAN, Universitas Lampung, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2017 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, bersama-sama membuat kesepakatan addendum untuk kontrak penelitian skema STRATEGIS NASIONAL Tahun Anggaran 2017 dengan ketentuan sebagai berikut:

Tertulis dalam Dokumen Nomor: 585 /UN26.21/KU/2017

Pasal 7

Laporan Pelaksanaan Penelitian

4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profil pada SIMLITABMAS paling lambat 31 Oktober 2017 (bagi Penelitian tahun terakhir).

Dikoreksi Menjadi

Pasal 7

Laporan Pelaksanaan Penelitian

(4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profil pada SIMLITABMAS paling lambat 15 November 2017 (bagi Penelitian tahun terakhir).

PIHAK PERTAMA



Warsobo, Ph.D

NIDN : 0016026303

PIHAK KEDUA

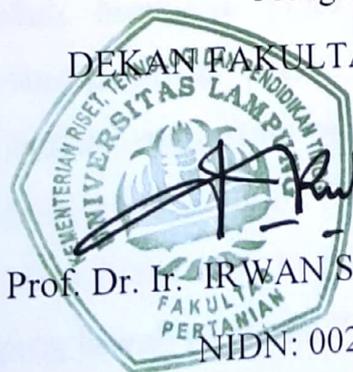


Dr Diding Suhandy M.Si

NIDN : 0003037803

Mengetahui

DEKAN FAKULTAS PERTANIAN



Prof. Dr. Ir. IRWAN SUKRI BANUA M.Si

NIDN: 0020106104

BERITA ACARA PEMBAYARAN

Pada hari ini **Rabu** tanggal **Dua Puluh Tujuh** bulan **Desember** tahun **Dua Ribu Tujuh Belas**, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

I. Nama : Warsono, Ph.D.
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung
Alamat : Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung
Disebut Sebagai **PIHAK PERTAMA.**

II. Nama : Dr Diding Suhandy M.Si
Jabatan : Peneliti Utama (penanggung jawab penelitian)
Fakultas : PERTANIAN
Alamat : Jl. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung.
Disebut Sebagai **PIHAK KEDUA.**

Sehubungan dengan pelaksanaan kegiatan Penelitian Dikti Skema STRATEGIS NASIONAL di lingkungan Universitas Lampung, sesuai dengan Surat Addendum Kontrak Penelitian Nomor. 1640/UN26.21/KU/2017, tanggal 02 November 2017 dengan judul "**Penggunaan Kemometrika Dan Near Infrared Spectroscopy Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak secara Cepat Dan Tidak Merusak (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)**

maka **PIHAK KEDUA** berhak menerima pembayaran dari **PIHAK PERTAMA** sebesar tahap ke Dua dari Nilai Addendum Rp. 95000000 (Sembilan Puluh Lima Juta Rupiah)= Rp. 28500000,- (Dua Puluh Delapan Juta Lima Ratus Ribu Rupiah) dan disalurkan langsung ke Rekening **PIHAK KEDUA** sebagai Penanggung Jawab Kegiatan Penelitian.

Demikian Berita Acara Pembayaran ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 27 Desember 2017

PIHAK PERTAMA.

Ketua LPPM
Universitas Lampung,

Warsono, Ph.D.
NIDN. 0016026303

II. PIHAK KEDUA.

Ketua Penelitian/
Penanggung Jawab Kegiatan



Dr Diding Suhandy M.Si
NIDN: 0003037803

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB MUTLAK

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr Diding Suhandy M.Si
NIDN : 0003037803
Fakultas : PERTANIAN
Alamat : Jl.Prof.Sumantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng
Bandar Lampung 35145

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Dana penelitian yang saya terima sudah dihitung dengan benar dan akan digunakan sepenuhnya untuk mendanai penelitian yang saya laksanakan yaitu penelitian yang didanai oleh Dana DIKTI TA 2017. Jenis Hibah **STRATEGIS NASIONAL** Judul **Penggunaan Kemometrika Dan Near Infrared Spectroscopy Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)** dengan jumlah dana sebesar Tahap II dari nilai pekerjaan Rp. 95000000,- (Sembilan Puluh Lima Juta Rupiah) yaitu Rp.28500000,- (Dua Puluh Delapan Juta Lima Ratus Ribu Rupiah).
2. Semua penggunaan, pengeluaran keuangan dan pertanggungjawabannya yang terkait dengan *output* kegiatan pelaksanaan penelitian menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya-benarnya.

Bandar Lampung, 27 Desember 2017

Peneliti,



Dr Diding Suhandy M.Si
NIDN: 0003037803

Kode/Nama Rumpun Ilmu : 166/Teknologi Pasca Panen
Tema : Ketahanan dan Keamanan pangan
(Food safety & security)

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL



PENGGUNAAN KEMOMETRIKA DAN NEAR INFRARED SPECTROSCOPY UNTUK PROSES DISKRIMINASI KOPI LUWAK SECARA CEPAT DAN TIDAK MERUSAK

(The use of chemometrics and near infrared spectroscopy
for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)

Tahun ke-2 dari rencana 2 tahun

TIM PENELITI

Ketua:

Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr NIDN: 0003037803
Anggota:

Sri Waluyo, S.TP, M.Si, Ph.D NIDN: 0011027205

Cicik Sugianti, S.TP, M.Si NIDN: 0022058801

Meinilwita Yulia, S.TPM.Agr.Sc NIDN: 0014057905

UNIVERSITAS LAMPUNG
Agustus 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENGGUNAAN KEMOMETRIKA DAN NEAR INFRARED SPECTROSCOPY UNTUK PROSES DISKRIMINASI KOPI LUWAK SECARA CEPAT DAN TIDAK MERUSAK (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr DIDING SUHANDY, M.Si
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung
NIDN : 0003037803
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Pertanian
Nomor HP : 081373347128
Alamat surel (e-mail) : diding.suhandy@fp.unila.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : SRI WALUYO S.E., S.TP
NIDN : 0011027205
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Anggota (2)
Nama Lengkap : CICIH SUGIANTI S.TP., M.Si
NIDN : 0022059801
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Anggota (3)
Nama Lengkap : MEINILWITA YULIA M.Agr.Sc
NIDN : 0014057905
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Lampung

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : Kelompok Tani Kopi BIMA SUTRA
Alamat : Dusun Sumberrahayu RT 01 RW 02 Pekon Sidomulyo
Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus

Penanggung Jawab : Sei Winarko
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 95,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 170,000,000



Mengetahui,
Fakultas Pertanian Unila

Dr. Ir. Irwan Sukri Burawa, M. Si
NIP/NIK 196110201980031002

Kota Bandar Lampung, 21 - 8 - 2017
Ketua,

(Dr DIDING SUHANDY, M.Si)
NIP/NIK 197803032001121001

RINGKASAN

Indonesia merupakan salah satu penghasil utama kopi luwak (*civet coffee*). Kopi luwak tidak berasal dari spesies kopi khusus, namun berasal dari buah kopi robusta atau kopi arabika yang telah dimakan oleh hewan luwak atau Musang (*Paradoxurus hermaphrodirus*). Buah kopi tersebut kemudian diproses melalui sistem pencernaan luwak dan kemudian biji kopi tersebut dikeluarkan dalam bentuk kotoran hewan luwak. Kotoran tersebut diambil biji kopinya, dibersihkan, dikeringkan dengan sinar matahari sehingga menjadi biji kopi luwak.

Keterbatasan produksi kopi luwak di satu sisi serta harga kopi luwak yang cenderung terus naik karena permintaan dunia terhadap kopi luwak yang terus meningkat menyebabkan pemalsuan atau pengoplosan kopi luwak tidak bisa dihindarkan. Saat ini diperlukan suatu terobosan untuk menciptakan inovasi teknologi yang mampu memastikan keaslian kopi luwak dan mampu membedakan kopi luwak dari kopi bukan luwak. Pada penelitian ini investigasi penggunaan teknik UV-Vis-NIR *spectroscopy* dan kemometrika dilakukan untuk membedakan antara kopi luwak dan kopi bukan luwak serta mendeteksi keberadaan bahan bukan kopi luwak yang dicampurkan ke dalam kopi luwak asli. Bukan hanya mendeteksi tapi juga sekaligus mengkuantifikasi bahan yang ditambahkan tersebut.

UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan dua metode klasifikasi yaitu metode linear (metode LDA) dan metode non-linear (metode SVMC) berhasil mengklasifikasikan kopi luwak dan kopi bukan luwak (sampel bentuk kopi bubuk). Untuk sampel kalibrasi *confusion matrix* menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% baik untuk metode LDA maupun metode SVMC. Seluruh sampel prediksi mampu dikelompokkan sesuai dengan kelas atau grup yang seharusnya. Hasil ini memberikan pilihan untuk proses dan monitoring uji keaslian kopi luwak secara mudah menggunakan UV-Vis *spectroscopy* dan metode LDA atau SVMC.

UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan metode regresi berbasis algoritma SVM (*support vector machines*) memiliki prospek untuk digunakan sebagai salah satu metode untuk uji adanya proses pencampuran pada kopi luwak (sampel kopi bubuk). Hasil penelitian menunjukkan metode regresi SVM sebagai salah satu pendekatan algoritma non-linear mampu menghitung kandungan kopi luwak dalam campuran kopi luwak-kopi bukan luwak. Ini memberikan pilihan lain selain dengan menggunakan pendekatan linear menggunakan metode regresi PLS.

Pada proses pengembangan uji keaslian kopi luwak salah satu kendala yang dihadapi adalah pengaruh variasi ukuran partikel kopi bubuk. Untuk memperoleh model regresi yang mampu mengkompensasi pengaruh ukuran partikel kopi bubuk, sebuah pendekatan menggunakan metode regresi PLS2 diujicobakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode PLS2 mampu menghasilkan model PLS-DA yang handal dan mampu memprediksi dengan baik seluruh sampel prediksi dengan dua ukuran partikel yang berbeda (212 dan 500 μm).

Secara umum analisis PCA menunjukkan proses diskriminasi kopi luwak dan kopi bukan luwak pada bentuk biji kopi disangrai menggunakan NIR *spectroscopy* sangat memungkinkan. Kedua jenis kopi terlihat terpisah di sepanjang sumbu mendatar.

Kata kunci: UV-Vis *spectroscopy*, NIR *spectroscopy*, PLS-DA, metode SIMCA, pengoplosan, uji keaslian.

PRAKATA

Alhamdulillah Robbil Alamin. Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunia nikmat yang telah diberikan. Allahumma sholli ala Sayyidina Muhammad. Moholawat dan salam semoga senantiasa tercurah atas junjungan Nabi Muhammad SAW, kepada teluarganya, shahabatnya dan seluruh ummatnya.

Akhirnya atas pertolongan Allah SWT kami dapat menyelesaikan laporan kemajuan penelitian hibah STRANAS yang berjudul: PENGGUNAAN KEMOMETRIKA DAN NEAR INFRARED SPECTROSCOPY UNTUK PROSES DISKRIMINASI KOPI LUWAK SECARA CEPAT DAN TIDAK MERUSAK dan didanai oleh KEMENRISTEKDIKTI T.A.2017 dengan surat kontrak No. 585/UN26.21/KU/2017.

Pada penelitian ini kami melanjutkan tahapan riset yang sebelumnya sudah dimulai di tahun pertama, termasuk melanjutkan proses penerbitan artikel ilmiah baik nasional maupun internasional. Di akhir tahun pertama kami berhasil mengirimkan beberapa artikel dan di tahun kedua ini kami berhasil memetik hasilnya. Dua artikel telah terbit di jurnal nasional tidak terakreditasi, 1 artikel siap terbit di jurnal nasional terakreditasi, 1 artikel siap terbit di jurnal internasional bereputasi dengan kualifikasi Q2, juga 1 artikel telah terbit di prosiding terindeks SCOPUS. Untuk luaran penelitian lainnya seperti buku ajar, saat ini masih dalam proses penyusunan.

Untuk tahapan penelitian, kami melanjutkan proses pengembangan model untuk studi kualitatif dan kuantitatif untuk kopi luwak menggunakan metode linear dan non-linear. Kami juga mengevaluasi penggunaan metode PLS2 untuk mengkompensasi pengaruh variasi ukuran partikel kopi bubuk yang dipakai. Penelitian untuk diskriminasi kopi luwak dalam bentuk biji kopi sangrai juga telah selesai dilakukan dan saat ini masuk tahapan pengolahan data.

Untuk seminar, tahun ini kami telah mengikuti 1 seminar nasional (Universitas Nasional), 2 seminar internasional (ICASMI 2017 dan ISAEIS 2017) dan rencananya akan mengikuti seminar nasional 1 kali lagi (Politeknik Negeri Lampung) dan seminar internasional sebanyak 2 kali lagi (ICChESA 2017 dan AESAP 2017).

Pada akhirnya kami ingin menghaturkan ucapan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga terlaksananya penelitian ini. Terima kasih kepada pihak KEMENRISTEKDIKTI yang telah memberikan 70% pendanaan atas penelitian ini. Terima kasih kepada seluruh anggota tim riset (Pak Sri Waluyo, Ibu Cicih Sugianti dan Ibu Meinilwita Yulia) yang telah membantu dalam pelaksanaan riset dan diskusi selama penelitian berlangsung. Terima kasih kepada seluruh mahasiswa yang telah membantu penelitian ini. Terima kasih kepada seluruh staf LPPM Universitas Lampung yang telah membantu kelancaran penelitian ini. Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, 22 Agustus 2017



Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr
Peneliti Utama

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
PRAKATA.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Urgensi Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Kopi Luwak (<i>Civet Coffee</i>).....	9
a. Proses Pengolahan Kopi Luwak.....	9
b. Prospek Pengembangan Kopi Luwak di Indonesia.....	10
2.2. <i>Near Infrared (NIR) Spectroscopy</i>	10
2.3. Peta Jalan Penelitian.....	12
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	17
3.1. Tujuan Penelitian.....	17
3.2. Manfaat Penelitian.....	18
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	20
4.1. Lokasi Penelitian.....	20
4.2. Penelitian Tahun Kedua Bagian 1 (Tahun 2017).....	20
a. Bahan Penelitian.....	20
b. Penyiapan Sampel Campuran.....	20
c. Pengambilan Spektra (<i>Spectral acquisition</i>).....	21
d. Analisis Kemometrika.....	21
e. Evaluasi Persamaan Kalibrasi.....	22
4.3. Penelitian Tahun Kedua Bagian 2 (Tahun 2017).....	22
a. Membuat persamaan kalibrasi yang mampu mengkompensasi pengaruh variasi suhu untuk menentukan konsentrasi pencampuran pada kopi luwak.....	23
b. Monitoring kualitas dan deteksi ada tidaknya kandungan campuran pada kopi luwak secara cepat menggunakan <i>NIR spectroscopy</i>	23
BAB 5. HASIL YANG SUDAH DICAPAI.....	24
5.1. Proses Tindak Lanjut Penulisan Artikel di Tahun Pertama.....	24
5.2. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear dan Non-Linear.....	24
5.3. Pengembangan Model Regresi Dengan Metode Non-Linear.....	25
5.4. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear Untuk Kopi Luwak Single Bean.....	27
5.5. Pengembangan Model Diskriminasi Kopi Bubuk Dengan <i>NIR Spectroscopy</i> Yang Mampu Mengkompensasi Variasi Ukuran Partikel Kopi Bubuk.....	29
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	31
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perumusan masalah dan solusi yang ditawarkan untuk mengatasinya (tahun pertama dan kaitannya dengan tahun kedua).....	5
Gambar 1.2	Ilustrasi contoh penempelan stiker pada kemasan kopi luwak hasil deteksi keaslian menggunakan NIR <i>spectroscopy</i>	8
Gambar 2.1	Proses pembuatan kopi luwak yang melibatkan hewan luwak.....	9
Gambar 2.2	Spektrum gelombang elektromagnetik (Davies, 2005).....	11
Gambar 2.3	Peta jalan penelitian dan hubungannya dengan usul penelitian.....	16
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian yang meliputi dua tahap kegiatan.....	18
Gambar 5.1	Plot hasil diskriminasi kopi luwak menggunakan metode linear LDA.....	24
Gambar 5.2	Model klasifikasi berbasis SVM untuk membedakan kopi luwak dan bukan luwak dengan 2 <i>principal components</i> (PCs).....	25
Gambar 5.3	Model regresi berbasis SVM pada interval 190-700 nm.....	26
Gambar 5.4	Plot hasil prediksi menggunakan model regresi SVM.....	26
Gambar 5.5	Sistem pengambilan spektra biji kopi tanggal untuk kopi luwak dan bukan luwak dengan mode <i>transmittance</i>	27
Gambar 5.6	Hasil plot analisis PCA untuk sampel biji kopi luwak dan bukan luwak.....	28
Gambar 5.7	Model diskriminasi PLS-DA untuk biji kopi luwak dan bukan luwak.....	28
Gambar 5.8	Spektra NIR sampel kopi luwak dengan ukuran partikel yang berbeda (212 and 500 μm) pada panjang gelombang 1200-2600 nm.....	29
Gambar 5.9	Model diskriminasi PLS-DA menggunakan PLS1 (tanpa kompensasi).....	30
Gambar 5.10	Hasil prediksi menggunakan ukuran partikel yang berbeda 212 mikrometer di sebelah kiri dan 500 mikrometer di sebelah kanan.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Output penelitian berupa artikel di jurnal nasional terakreditasi (Bukti Penerimaan).....	37
Lampiran 2.	Output penelitian berupa artikel di jurnal internasional bereputasi (Bukti Penerimaan).....	38
Lampiran 3.	Output penelitian berupa artikel di prosiding terindeks SCOPUS.....	39
Lampiran 4.	Seminar nasional di Universitas Nasional (artikel terbit dalam prosiding).....	40
Lampiran 5.	Seminar internasional ICASMI tahun 2017 (selesai presentasi).....	42
Lampiran 6.	Seminar internasional ISAEIS PERTETA tahun 2017 (selesai presentasi).....	46
Lampiran 7.	Seminar internasional ICChESA tahun 2017 (rencana presentasi)	48
Lampiran 8.	Foto kegiatan penelitian.....	49
Lampiran 9.	Foto kegiatan seminar nasional dan internasional.....	50
Lampiran 10.	Draft artikel di ICASMI 2017.....	52
Lampiran 11.	Draft artikel di ICChESA 2017.....	60

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kopi merupakan salah satu minuman paling populer setelah air biasa dan merupakan salah satu jenis komoditas perdagangan internasional yang paling penting di dunia saat ini. Di dunia kopi ditanam di kawasan tropis dengan Indonesia sebagai penghasil biji kopi terbesar nomor empat di dunia. Provinsi Lampung sendiri merupakan salah satu sentra penghasil biji kopi di Indonesia dan kopi Lampung dikenal dengan julukan sebagai salah satu kopi terbaik Indonesia karena aroma dan rasanya yang khas.

Saat ini paling tidak terdapat tiga jenis kopi yang sering dibudidayakan dan tersedia di pasaran dunia yaitu kopi robusta, kopi arabika dan kopi liberika. Namun demikian di Indonesia jenis kopi yang berkembang hanya kopi robusta dan kopi arabika. Kopi robusta berasal dari tanaman *Coffea canephora*, sedangkan kopi arabika berasal dari tanaman *Coffea arabica* (Huck *et al.*, 2005; Illy and Viani, 1996). Selain kedua jenis kopi tersebut, di Indonesia juga terdapat jenis kopi lain yaitu kopi luwak (*civet coffee*). Kopi luwak tidak berasal dari spesies kopi khusus, namun berasal dari buah kopi robusta atau kopi arabika yang telah dimakan oleh hewan luwak atau musang (*Paradoxurus hermaphrodirus*), buah kopi tersebut kemudian diproses melalui sistem pencernaan dan kemudian biji kopi tersebut dikeluarkan dalam bentuk kotoran hewan luwak. Kotoran tersebut diambil biji kopinya, dibersihkan, dikeringkan dengan sinar matahari sehingga menjadi biji kopi luwak.

Luwak secara alamiah akan memilih dan hanya mengkonsumsi buah kopi yang benar-benar matang sempurna (*full ripen*). Setelah dimakan luwak, buah kopi akan mengalami sejumlah proses di dalam sistem pencernaan luwak dan pada akhirnya yang tertinggal adalah biji kopi yang dikeluarkan bersamaan dengan sekresi kotoran dari hewan luwak. Marcone (2004a) menjelaskan bahwa proses pencernaan buah kopi di dalam sistem pencernaan luwak termasuk di antaranya proses penguraian sejumlah protein yang ternyata mampu menghasilkan aroma dan rasa kopi yang sangat unik.

Seiring dengan meningkatnya popularitas dan apresiasi kopi luwak dan ketersediaan pasokan kopi luwak yang sangat terbatas telah menjadikan kopi luwak sebagai komoditas kopi yang paling bernilai dan mahal harganya saat ini (Marcone, 2004a). Kopi luwak dijual dengan harga sekitar 800 dolar AS per kilogram (sekitar Rp 8.800.000,00 dengan kurs Rp 11.000,00/dolar AS) di sejumlah negara termasuk Inggris, Amerika Serikat, Australia, Jepang, Korea Selatan, dan Singapura (www.harianterbit.com).

Keterbatasan produksi kopi luwak di satu sisi serta harga kopi luwak yang cenderung

terus naik karena permintaan dunia terhadap kopi luwak yang terus meningkat menyebabkan pemalsuan atau pengoplosan kopi luwak tidak bisa dihindarkan. Untuk mendapatkan keuntungan yang besar dalam tempo yang singkat tidak sedikit oknum yang kemudian mengoplos kopi luwak dengan kopi bukan luwak seperti dengan kopi arabika atau kopi robusta. Jika pengoplosan ini tidak segera diatasi maka harga mahal kopi luwak saat ini diperkirakan tak lama lagi akan berakhir. Salah satunya adalah seperti yang disampaikan oleh salah seorang profesor dari Universitas Kanazawa, Yukio Hirose (Tribunnews.com). "Kopi luwak memang enak dan tidak sedikit orang Jepang menyukainya," papar Hirose, pemenang Ig Nobel tahun 2003. Ig Nobel adalah hadiah Nobel yang diberikan kepada seseorang karena membuat orang lain bisa tertawa, lalu berpikir, menciptakan kreativitas imajinatif sehingga membuat orang tertarik akan sains, bidang medis dan teknologi. Meskipun demikian, harga kopi luwak sangat mahal di Jepang, untuk minum satu gelas kopi luwak saja bisa menghabiskan 5000 yen (setara dengan kurang lebih Rp 500.000,00), "Itu pun kalau asli. Kenyataan kini banyak yang palsu atau campuran dengan kopi lain, sehingga membingungkan orang Jepang," tambahnya. Itulah sebabnya kopi luwak semakin ditinggal warga Jepang, karena banyak pemalsuan di dalam perdagangan kopi luwak saat ini.

Pada titik inilah diperlukan suatu terobosan untuk menciptakan inovasi teknologi yang mampu memastikan keaslian kopi luwak dan mampu membedakan kopi luwak dari kopi bukan luwak. Teknologi ini diharapkan dapat melindungi kualitas dan keaslian produk kopi luwak yang akhirnya memberikan keuntungan baik bagi petani kopi luwak maupun konsumen kopi luwak. Bagi petani sangat jelas bahwa mempertahankan keaslian produk kopi luwak sama pentingnya dengan usaha produksi kopi luwak itu sendiri. Ketika keaslian produk kopi luwak tidak terjaga maka akan berimbas pada hilangnya kepercayaan konsumen dan turunnya harga kopi luwak yang pada akhirnya merugikan petani kopi itu sendiri. Bagi konsumen tentu saja kepastian akan produk kopi luwak yang asli alias bebas pengoplosan menjadi sangat penting karena telah membeli kopi luwak dengan harga sangat mahal.

Saat ini tidak ada satupun metode atau teknik yang bisa diterima secara internasional untuk mengevaluasi apakah kopi itu asli kopi luwak atau bukan. Bahkan secara morfologi, sangatlah tidak mudah membedakan antara biji kopi luwak dengan biji kopi bukan luwak. Tingkat kesulitan dalam identifikasi perbedaan keduanya semakin sulit saat biji kopi tersebut diproses lebih lanjut seperti pada biji kopi sangrai atau bahkan biji kopi bubuk (Schievano *et al.*, 2014). Sehingga biasanya petani kopi secara tradisional membedakan kopi luwak atau bukan dengan cara yang sangat tradisional yaitu dengan mencium aroma biji kopi luwak. Aroma kopi luwak yang khas berasal dari komposisi senyawa-senyawa kimia di dalam biji

kopi luwak yang memang berbeda dengan kopi bukan luwak (Bernard *et al.*, 2005). Untuk memastikan biasanya penilaian juga melibatkan beberapa orang panelis untuk menguji apakah benar produk itu asli kopi luwak atau bukan. Namun demikian, teknik penilaian seperti ini jelas memiliki banyak sekali kelemahan. Seperti kesulitan untuk melatih para panelis sehingga mereka benar-benar objektif dalam menilai, tingkat konsistensi panelis dalam mencium aroma sehingga bisa membedakan kopi luwak atau bukan, serta tidak kalah penting adalah variasi antar panelis yang sangat tinggi bisa menyebabkan penilaian kopi luwak menjadi tidak mudah (Shilbayeh and Iskandarani, 2004). Sehingga, saat ini diperlukan suatu inovasi teknologi penilain kopi luwak yang mampu membedakan kopi luwak dan kopi bukan luwak secara konsisten, cepat dan tidak merusak (*consistent, rapid and nondestructive*).

Near Infrared (NIR) spectroscopy merupakan salah satu metode tidak merusak yang telah digunakan secara luas pada aplikasi deteksi adanya pengoplosan (*adulteration*) pada banyak produk pertanian komersial. Pengoplosan yang terjadi biasanya melibatkan proses pencampuran produk yang berkualitas (mahal) dengan produk sejenis yang kurang berkualitas (murah). Misalnya pada kopi adanya pencampuran antara kopi arabika (mahal) dengan kopi robusta (murah). Pada biji coklat, adanya pencampuran (pengoplosan) antara biji coklat hasil fermentasi (kualitas baik) dengan biji coklat yang belum difermentasi (kurang baik). Beberapa riset sebelumnya telah menggunakan *NIR spectroscopy* untuk investigasi dan evaluasi keaslian (*authentication*) beberapa jenis produk pangan seperti pada teh (Chen *et al.*, 2008) dan coklat (Teye *et al.*, 2014). *NIR spectroscopy* juga dikombinasikan dengan teknik kemometrika untuk mengidentifikasi jenis-jenis teh (Chen *et al.*, 2009), kemudian digunakan juga untuk evaluasi perbedaan pada biji coklat Ghana (Teye *et al.*, 2013). Untuk kopi, *NIR spectroscopy* juga telah diujicobakan untuk membedakan jenis kopi arabika dan robusta berdasarkan kandungan *tocopherol* (Alves *et al.*, 2009). Riset-riset tersebut telah menunjukkan bahwa *NIR spectroscopy* memiliki potensi untuk digunakan sebagai *tool* untuk proses identifikasi dan diskriminasi pada kopi luwak. Hanya saja, sampai saat ini studi penggunaan *NIR spectroscopy* bersama-sama dengan teknik kemometrika untuk proses identifikasi dan diskriminasi kopi luwak belum dilakukan. Sehingga penelitian ini merupakan sebuah upaya untuk merealisasikan potensi *NIR spectroscopy* untuk membedakan kopi luwak dari kopi bukan luwak secara cepat dan tidak merusak. Keberhasilan teknik diskriminasi kopi luwak secara cepat dan tidak merusak akan membuka jalan bagi upaya perlindungan terhadap produk unggulan bangsa Indonesia yakni kopi luwak dan terbentuknya teknik monitoring kualitas kopi luwak untuk memastikan ada tidaknya proses pencampuran kopi luwak dengan kopi bukan luwak yang bisa berakibat terjadinya penurunan kualitas kopi luwak yang diperdagangkan. Pada prakteknya ke

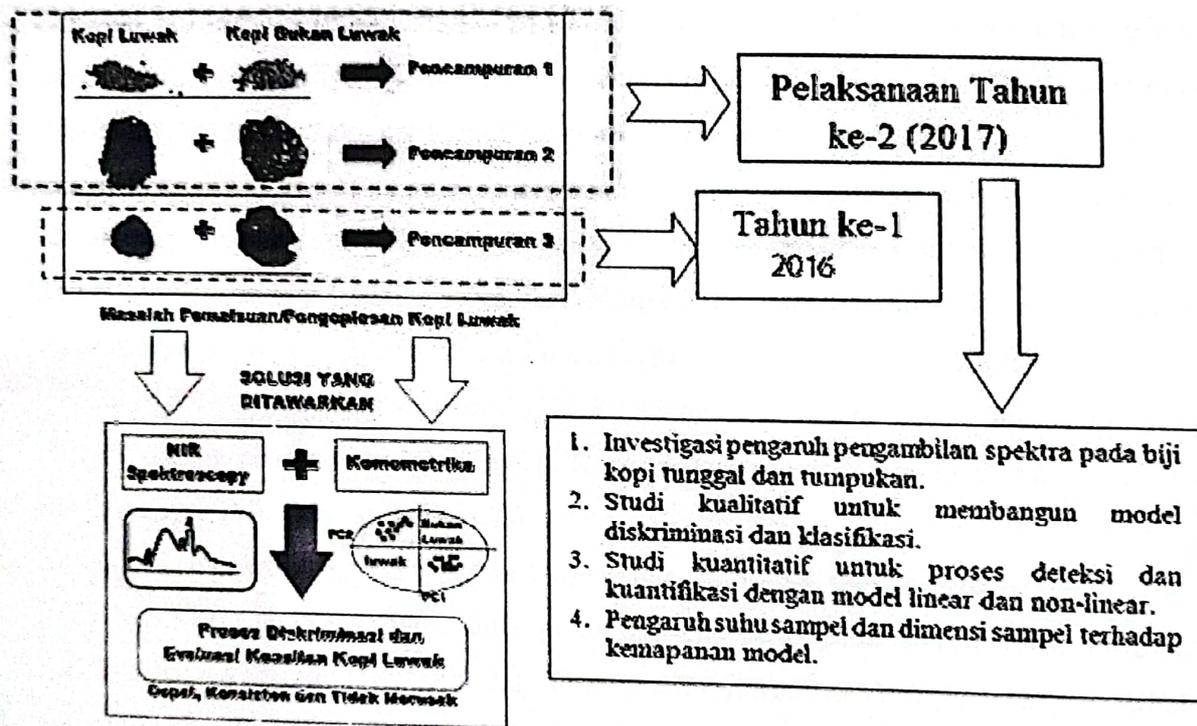
depan, teknologi ini dapat dijadikan sebagai acuan bagi produsen dan konsumen untuk mendapatkan harga yang adil (fair) pada produk kopi luwak yang diperdagangkan.

1.2. Perumusan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan yang harus segera diselesaikan adalah adanya masalah pencampuran (pengoplosan) kopi luwak. Seperti digambarkan di Gambar 1.1, proses pencampuran (pengoplosan) bisa terjadi pada tiga bentuk produk. Pertama pencampuran bisa terjadi pada bentuk biji kopi, di mana biji kopi luwak (*green coffee bean*) dicampur dengan biji kopi bukan luwak (biasanya dicampur dengan kopi arabika). Pada tahap ini identifikasi untuk membedakan biji kopi luwak dan bukan luwak biasanya masih memungkinkan dilakukan secara visual meskipun harus dilakukan oleh seorang ahli (*expert*) dan tentu saja hasilnya sangat tidak konsisten dan sangat subyektif. Pencampuran kedua adalah pencampuran pada bentuk biji kopi luwak yang telah disangrai (*roasted bean*). Pencampuran ketiga adalah pencampuran pada bentuk biji kopi luwak yang telah digiling (*ground bean*). Identifikasi untuk membedakan kopi luwak dan bukan kopi luwak pada bentuk pencampuran kedua dan ketiga sangat sulit dilakukan secara visual bahkan oleh seorang ahli sekalipun.

Pada titik inilah, pada penelitian ini tim pengusul menawarkan solusi penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* dan teknik kemometrika sebagai solusi untuk mendeteksi adanya pencampuran pada kopi luwak baik pada bentuk biji kopi (*green coffee bean*), kopi sangrai atau pun kopi bubuk. Proses diskriminasi dan evaluasi keaslian produk kopi luwak menggunakan NIR *spectroscopy* bersama-sama dengan teknik kemometrika sangat potensial dalam memberikan perlindungan kualitas kopi luwak secara cepat, konsisten dan tidak merusak. Luaran dari riset ini di tahun pertama adalah pengembangan model berbasis NIR *spectroscopy* dan kemometrika yang memiliki kemampuan untuk membedakan antara kopi luwak dan kopi bukan luwak. Seperti pada Gambar 1.1, tahun pertama (2016) fokus riset membedakan kopi luwak dan bukan luwak pada jenis pencampuran ketiga (kopi bubuk). Hasil yang telah dicapai di tahun pertama riset (2016) telah memperlihatkan potensi penggunaan teknologi UV-visible-NIR *spectroscopy* sebagai metode analisis yang cepat yang bisa membedakan (diskriminasi) kopi luwak dan kopi bukan luwak dengan hasil yang memuaskan (Suhandy *et al.*, 2016a; Suhandy *et al.*, 2016b; Yulia *et al.*, 2016; Suhandy *et al.*, 2016c; Suhandy *et al.*, 2016d). Dengan metode SIMCA, model diskriminasi yang dibangun bisa membedakan kopi bubuk luwak dan kopi bubuk bukan luwak dengan nilai akurasi sebesar 95% (Suhandy *et al.*, 2016b). Model berbasis regresi PLS juga telah berhasil dibangun untuk mengkuantifikasi konsentrasi kopi bubuk bukan luwak yang ditambahkan ke dalam kopi bubuk luwak dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0.98 dan nilai RPD sebesar 4.64 (Suhandy *et al.*, 2016d).

Di tahun kedua (2017), riset akan dilanjutkan dengan pengembangan model berbasis UV-visible-NIR spectroscopy untuk proses diskriminasi kopi luwak dan bukan luwak pada bentuk pencampuran pertama dan kedua. Selain itu sebagai sebuah teknologi, NIR spectroscopy juga memiliki kelemahan salah satunya adalah model yang dibangun berbasis NIR spectroscopy sangat sensitif terhadap suhu. Sehingga di tahun kedua penelitian, tim pengusul juga akan mengidentifikasi pengaruh suhu terhadap model yang dihasilkan serta pengembangan teknik kompensasi pengaruh suhu terhadap model diskriminasi kopi luwak berbasis NIR spectroscopy dan kemometrika (lihat Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Perumusan masalah dan solusi yang ditawarkan untuk mengatasinya (tahun pertama dan kaitannya dengan tahun kedua).

Urgensi Penelitian

Penelitian ini menjadi sangat strategis dan penting untuk dilaksanakan dengan beberapa alasan.

1. Saat ini kopi luwak merupakan salah satu produk pertanian andalan bagi Indonesia dan khususnya bagi Provinsi Lampung. Dengan potensi produksi kopi luwak yang dimiliki oleh Provinsi Lampung dan harga kopi luwak di dunia yang sangat tinggi tentu saja usaha pengembangan agroindustri kopi luwak di Provinsi Lampung menjadi sangat penting. Untuk mendukung pengembangan kopi luwak Lampung maka introduksi berbagai teknologi budidaya dan pascapanen untuk kopi luwak menjadi salah satu prioritas yang harus dikedepankan. Sebab kalau tidak, bisa jadi kopi luwak Indonesia akan tertinggal dan

pasar kopi luwak akan diambil alih oleh negara lain seperti Vietnam atau Filipina yang juga tengah gencar mengembangkan kopi luwak. Kedua, untuk menjaga kualitas dan kredibilitas kopi luwak Indonesia maka isu pengoplosan kopi luwak harus segera diatasi sebab jika dibiarkan maka pasar kopi luwak akan ikut tergerus. Sehingga secara khusus, pengembangan teknologi diskriminasi kopi luwak menjadi sangat penting untuk segera direalisasikan sehingga produk kopi luwak Indonesia terjaga keasliannya sehingga ke depan pasar kopi luwak Indonesia tetap akan terjaga.

2. Untuk menghasilkan sistem evaluasi biji kopi luwak yang dapat diterima secara internasional maka proses penilaian biji kopi luwak tersebut haruslah bersifat konsisten (*consistent*), tidak merusak (*nondestructive*) dan cepat (*rapid*). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* layak diandalkan. NIR *spectroscopy* merupakan teknologi mapan yang telah menghasilkan ribuan karya ilmiah dalam ratusan macam jurnal internasional di berbagai bidang termasuk pertanian. Bahkan aplikasi pertama dari NIR *spectroscopy* dilakukan oleh Karl Norris untuk menilai kadar air biji-bijian secara tidak merusak (Davies, 2005). Lebih khusus lagi Santos *et al.* (2012) telah memberikan gambaran potensi penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* untuk studi kuantitatif pada biji kopi. Sehingga penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* untuk penilaian biji kopi luwak sangat memungkinkan untuk dilakukan.
3. Kemudian, Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung melalui hibah TPSDP (ADB Loan No. 1792) telah mendapatkan seperangkat alat NIR *spectroscopy* yang terdiri atas *spectrometer* (VIS-NIR USB4000 dari The Ocean Optics, USA), *light source* (berbahan lampu tungsten halogen), fiber optik dalam mode interaktif (*interactance mode*). Sehingga penelitian studi identifikasi dan diskriminasi biji kopi luwak menggunakan NIR *spectroscopy* sangatlah mungkin dilakukan.
4. Peneliti utama dari penelitian ini yaitu Dr. Diding Suhandy, STP, M.Agr, seorang doktoral alumnus Kyoto University dan magister alumnus Kochi University, Jepang yang selama kurang lebih 5 tahun menyelesaikan thesis masternya di bidang teknologi NIR *spectroscopy* dan disertasi di bidang *terahertz* (THz) *spectroscopy*. Pengalaman mengikuti konferensi internasional di bidang NIR *spectroscopy*, pengalaman menggunakan peralatan NIR *spectroscopy*, serta pengalaman menulis karya tulis bidang NIR *spectroscopy* di jurnal internasional merupakan modal berharga bagi jaminan terlaksananya penelitian ini dengan hasil yang baik. Selain itu pengalaman riset selama ini di bidang NIR *spectroscopy* yang didanai oleh DIKTI juga memberikan dukungan bagi terlaksananya penelitian ini. Akhirnya, pengalaman selama 5 tahun ditempa di universitas Jepang yang memiliki budaya penelitian

yang berkualitas tinggi jelas merupakan suatu modal penting bagi terlaksananya penelitian ini. Apalagi dengan usia yang relatif muda (38 tahun) dukungan energi dan ketersediaan waktu untuk penelitian ini juga merupakan modal tidak ternilai guna menjamin suksesnya penelitian ini.

5. Kemudian penelitian ini akan dibantu oleh 3 orang peneliti anggota. Pertama adalah Sri Waluyo, S.TP, M.Si, Ph.D, seorang alumnus Missouri University USA dan berpengalaman dalam teknologi pasca panen serta penggunaan teknologi tidak merusak untuk pasca panen misalnya teknologi akustik untuk penilaian mutu buah-buahan. Kedua adalah Cicih Sugianti, S.TP, M.Si seorang magister alumnus Institut Pertanian Bogor (IPB) yang juga memiliki ketertarikan riset di bidang rekayasa pasca panen. Ketiga, Meinilwita Yulia, S.TP, M.Agr.Sc, seorang magister alumnus Kyoto University (Jepang) yang telah menekuni bidang rekayasa pasca panen lebih khusus lagi tertarik dengan riset berbasis optik menggunakan peralatan *spectroscopy* (NIR dan THz). Selain itu beliau juga sedang menekuni riset di bidang kemometrika dan aplikasinya untuk pemecahan masalah-masalah di bidang *spectroscopy* (Yulia *et al.*, 2014). Ini merupakan urgensi betapa dari sisi kemampuan tim peneliti, penelitian ini didukung dengan kemampuan riset yang memadai baik dari ketua peneliti maupun anggota peneliti sehingga sangat layak untuk dilaksanakan. Termasuk di dalamnya, kepakaran peneliti utama terlihat dari publikasi internasional di bidang *spectroscopy* juga menunjukkan dimungkinkannya penelitian ini dapat berjalan dengan baik (Suhandy *et al.*, 2012a; Suhandy *et al.*, 2012b; Suhandy *et al.*, 2013; Shan *et al.*, 2014). Penelitian ini pun direncanakan untuk menghasilkan luaran salah satunya publikasi di jurnal nasional terakreditasi dan di jurnal bereputasi internasional.
6. Provinsi Lampung sebagai salah satu sentra produksi kopi luwak dapat memperoleh manfaat secara langsung dari penelitian ini. Monitoring kualitas dan keaslian produk kopi luwak menggunakan NIR *spectroscopy* dapat menjadi solusi teknologi terapan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan menjaga keaslian kopi luwak yang dihasilkan sehingga pada akhirnya bisa mendukung upaya perlindungan produk andalan bangsa.
7. Terakhir, penelitian ini juga akan melibatkan mitra calon pengguna teknologi yang akan dihasilkan. Saat ini mitra yang sudah bersedia salah satunya adalah kelompok tani kopi BIMA SUTRA yang berlokasi di Kabupaten Tanggamus yang merupakan salah satu sentra kopi luwak di Provinsi Lampung selain di Kabupaten Lampung Barat. Penelitian ini juga melibatkan mitra dari industri rumah tangga yang memproduksi kopi bubuk luwak dengan merek Win Coffee. Kesediaan mitra untuk terlibat dalam penelitian ini tentu saja akan memberikan jaminan ketersediaan bahan baku penelitian dan aspek penerapan teknologi

yang dihasilkan yakni untuk memastikan keaslian kopi luwak. Salah satunya dalam bentuk penempelan stiker tambahan “100% *proved asli luwak dengan sensor NIR spectroscopy*” di kemasan kopi luwak produksi Win Coffee seperti diilustrasikan di Gambar 1.2. Hal ini tentu saja memperkuat betapa urgennya penelitian ini untuk dilaksanakan.



Gambar 1.2 Ilustrasi contoh penempelan stiker pada kemasan kopi luwak hasil deteksi keaslian menggunakan *NIR spectroscopy*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kopi Luwak (*Civet Coffee*)

a. Proses Pengolahan Kopi Luwak

Proses pembuatan kopi luwak dimulai dari pemilihan buah kopi masak penuh oleh hewan luwak. Seperti pada Gambar 2.1, luwak akan memilih buah kopi yang betul-betul masak penuh sebagai makanannya, dan setelahnya, biji kopi yang dilindungi kulit keras dan tidak tercerna akan keluar bersama kotoran luwak. Biji kopi yang keluar bersama kotoran luwak telah mengalami proses fermentasi di dalam tubuh luwak dan itu memberikan cita rasa khas kopi luwak (Marcone, 2004a). Fermentasi yang sangat tinggi di dalam tubuh luwak melibatkan enzim-enzim yang tentunya menjadikan cita rasa yang sangat kuat dan memiliki kenikmatan tersendiri. Suhu ketika fermentasi di dalam perut luwak dapat mencapai antara 200-265°C (Marcone, 2004a).



Gambar 2.1 Proses pembuatan kopi luwak yang melibatkan hewan luwak.

Setelah biji kopi dipisahkan dari kotoran luwak, kemudian dicuci dan dikeringkan hingga kadar air sekitar 12%. Karena prosesnya yang melibatkan hewan luwak ini maka produksi kopi luwak sangat terbatas. Dalam sehari seekor luwak hanya bisa memproduksi 0,2-0,4 kg biji kopi luwak. Itulah mengapa kopi luwak asli bisa menjadi sangat mahal, karena produksinya sangat sedikit. Keterbatasan produksi di satu sisi dan tingginya permintaan kopi luwak di sisi yang lain telah mendorong banyak tindakan pemalsuan atau pengoplosan kopi luwak. Dalam sebuah studi, Marcone (2004b) melaporkan angka pemalsuan kopi luwak di pasar Amerika Serikat cukup tinggi sebesar 41% atau hampir setengah dari kopi luwak yang diuji ternyata telah dioplos atau dicampur dengan biji kopi bukan luwak. Hal ini juga mendorong pentingnya proses monitoring kualitas dan keaslian kopi luwak dari mulai produksi hingga pasar/retail sebelum sampai ke tangan konsumen.

b. Prospek Pengembangan Kopi Luwak di Indonesia

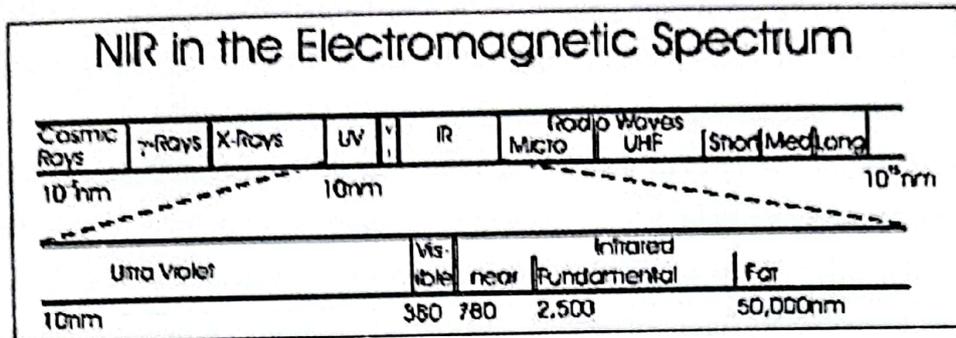
Kopi merupakan komoditi perkebunan yang masuk dalam kategori komoditi strategis di Indonesia. Indonesia adalah produsen kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam. Indonesia merupakan pengeksport kopi terbesar keempat dunia dengan pangsa pasar sekitar 11% di dunia (Raharjo, 2013). Indonesia juga terkenal sebagai negara produsen kopi spesialti berkualitas tinggi dan harga di pasar global sangat mahal, seperti *Gayo Coffee, Mandheling Coffee, Lintong Coffee, Java Coffee, Bali Kintamani Coffee, Flores Bajawa Coffee, Toraja Coffee, Lampung Coffee*, dan kopi luwak yang merupakan kopi termahal di dunia. Kopi-kopi spesialti ini bisa terus dikembangkan karena permintaannya di pasar dunia sangat tinggi. Selain secara tradisional kopi ini mampu menembus pasar Eropa dan Amerika Serikat, belakangan terbuka pasar baru ke China dengan sasaran konsumen penikmat kopi sekitar 350 juta orang (Kusdriana, 2011).

Untuk mendukung pengembangan agribisnis kopi luwak salah satu upaya yang harus dilakukan adalah dengan terus menjaga kualitas dan keaslian kopi luwak. Beberapa riset telah dilakukan dalam upaya menjaga keaslian kopi luwak. Misalnya Fuferti *et al.* (2013) mempelajari perbedaan secara fisis antara biji kopi luwak dan biji kopi biasa dari jenis arabika. Meskipun disebutkan bahwa biji kopi luwak sedikit lebih harum dibandingkan dengan biji kopi biasa namun perbedaan kedua biji kopi tersebut akan sulit teridentifikasi saat terjadi pencampuran atau pengoplosan. Penggunaan teknologi tidak merusak berbasis optik seperti NIR *spectroscopy* sangat potensial digunakan untuk mendukung pengembangan agribisnis kopi luwak sebagai produk andalan sekaligus kebanggaan nasional.

2.2. Near Infrared (NIR) Spectroscopy

Hampir sebagian besar dari gelombang elektromagnetik berguna dan dikaji dalam berbagai disiplin ilmu. Setiap daerah gelombang elektromagnetik tertentu membutuhkan alat tertentu pula untuk mengaktifkan energi gelombang tersebut. Detektor yang sesuai diperlukan untuk menangkap kembali tingkat absorpsi energi oleh sampel yang dibandingkan dengan standar/acuan. Alat seperti itu dikenal sebagai *spectrometer*. Informasi yang dihasilkan *near infrared (NIR) spectroscopy* bisa berupa informasi yang bersifat kuantitatif dan kualitatif atau salah satu dari keduanya. Informasi ini diperoleh melalui interaksi antara gelombang elektromagnetik *near infrared* dan konstituent penyusun bahan biologik (protein, karbohidrat, lemak dan sebagainya) mengingat sebagian besar spektra NIR didominasi oleh ikatan hidrogen (Davies, 2005). Ikatan hidrogen yang dimaksud bisa berupa salah satu dari ikatan berikut: C-H, N-H, S-H, atau O-H.

Gelombang *near infrared* terletak pada kisaran panjang gelombang 780-2500 nm (Blanco dan Villarroya, 2002). Spektra NIR berada di antara gelombang elektromagnetik cahaya tampak dan cahaya *infrared* seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik (Davies, 2005).

Saat ini NIR *spectroscopy* telah digunakan secara luas untuk penilaian mutu produk pertanian termasuk kopi secara tidak merusak (*nondestructive*) baik dengan gelombang panjang (*long wavelength* atau LW) maupun gelombang pendek (*short wavelength* atau SW). Gelombang panjang NIR (LW-NIR) *spectroscopy* dengan rentang panjang gelombang 1100–2500 nm memiliki kelemahan karena sangat sensitif dengan penyerapan gelombang NIR oleh air (*water absorbance*). Ada beberapa panjang gelombang dengan *water absorbance* sangat tinggi seperti di panjang gelombang 1300 nm dan 1700 nm. Produk pertanian pada umumnya memiliki kadar air (*water content*) yang cukup tinggi sehingga penggunaan LW-NIR *spectroscopy* memiliki keterbatasan dalam prakteknya khususnya untuk penilaian mutu buah-buahan. Gelombang pendek NIR (SW-NIR) dengan rentang panjang gelombang 700–1100 nm, sebaliknya sangat tidak terpengaruh (*insensitive*) terhadap *water absorbance*. Sehingga SW-NIR *spectroscopy* telah banyak digunakan untuk penilaian mutu produk pertanian secara tidak merusak misalnya pada pengukuran bahan kering (*dry matter*), total asam dan kadar padatan terlarut (*soluble solids content*) produk pertanian secara tidak merusak.

Untuk kopi, NIR *spectroscopy* telah berhasil digunakan untuk menentukan kadar air kopi (Reh *et al.*, 2006), membedakan kopi arabika dan robusta (Downey *et al.*, 1994), mengontrol proses penyangraian kopi (*roasting*) (Alessandrini *et al.*, 2008), serta karakterisasi dan uji organoleptik kopi sangrai (*roasted coffee*) (Pizarro *et al.*, 2004). NIR *spectroscopy* juga dilaporkan memiliki kemampuan untuk mendeteksi keberadaan cacat pada kopi seperti biji kopi hitam, belum masak, dan biji pecah (Santos *et al.*, 2012). Namun demikian, penggunaan NIR *spectroscopy* untuk membedakan antara kopi luwak dan kopi bukan luwak baik pada bentuk biji, kopi sangrai, dan kopi bubuk serta untuk mendeteksi adanya pengoplosan pada

ketiga jenis sampel kopi tersebut belum dilakukan. Riset ini menjadi penting bagi upaya pengembangan kopi luwak sebagai produk andalan bangsa.

Saat ini teknologi pemutuan secara tidak merusak untuk produk pertanian menggunakan teknologi NIR *spectroscopy* semakin terbuka lebar dengan kehadiran spectrometer berbasis detektor berbahan *charge coupled device* (CCD) yang jauh lebih murah dibandingkan spectrometer generasi awal berbasis Silicon (Si) misalnya. CCD detektor pada umumnya memiliki kemampuan mengumpulkan informasi gelombang dengan rentang 400-1100 nm. Kelebihan lain dari *spectrometer* berbasis CCD detektor adalah ukurannya yang sangat kecil sehingga sangat mudah dipindah atau dibawa (*portable*). Beberapa peneliti telah berhasil menunjukkan kemampuan spektrometer berbasis CCD detektor untuk penilaian kadar padatan terlarut (KPT) pada buah apel (Fan *et al.*, 2009), jeruk mandarin (Liu *et al.*, 2010), jeruk (Jamshidi *et al.*, 2012), nenas (Suhandy, 2009), dan semangka (Tian *et al.*, 2007). Namun demikian, penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* berbasis *low cost CCD based spectrometer* untuk kopi belum dilakukan. Penelitian kopi luwak ini akan menggunakan *spectrometer* berbasis CCD yang relatif lebih murah. Penggunaan *spectrometer* berbasis CCD akan memudahkan negara-negara berkembang termasuk Indonesia untuk merealisasikan terwujudnya sistem monitoring evaluasi kualitas dan keaslian kopi luwak menggunakan teknologi NIR *spectroscopy*.

2.3. Peta Jalan Penelitian

Penelitian yang diajukan ini diinspirasi oleh pengalaman salah satu pengusul (Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr) saat menyelesaikan studi program doctoral di Kyoto University Jepang. Salah satu kebiasaan di laboratorium (lab) di hampir semua universitas di Jepang adalah adanya semacam pertemuan mingguan anggota lab secara informal yang biasanya dikemas dalam bentuk *tea meeting*, *luch meeting* atau sejenisnya. Dalam sebuah kesempatan, sambil minum kopi salah satu anggota lab yang kebetulan termasuk penikmat kopi menyampaikan sebuah pengalaman yang kurang menyenangkan. Dia mengatakan saat jalan-jalan ikut konferensi internasional ke Indonesia, sesuai dengan saran saya, Beliau membeli oleh-oleh khas Indonesia. Salah satunya adalah kopi luwak. Meskipun mahal, dia mengatakan harganya masih jauh lebih murah bila dibandingkan dengan harga kopi luwak di Jepang. Namun saat dia minum kopi luwak itu di rumah, dia merasa ada yang tidak beres dengan kopi luwak tersebut. Dia merasa yakin bahwa kopi luwak yang dia beli tidak seperti rasa kopi luwak yang biasa dia nikmati di Jepang. Dia merasa telah ditipu dan yakin yang dia beli itu bukan kopi luwak. Bisa ditebak, dia kapok membeli kopi luwak di Indonesia. Dia lebih memilih membeli kopi luwak di Jepang yang sudah pasti asli meskipun dengan harga yang berlipat. Dari situ saya penasaran dan

kemudian mencari informasi seputar kopi luwak dan fenomena pengoplosan kopi luwak. Salah satu artikel saya baca dan pas dengan informasi yang saya cari. Salah satunya adalah seperti yang disampaikan oleh salah seorang profesor dari Universitas Kanazawa, Yukio Hirose (Tribunnews.com). "Kopi luwak memang enak dan tidak sedikit orang Jepang menyukainya," papar Hirose, pemenang Ig Nobel tahun 2003 tersebut. Meskipun demikian, harga kopi luwak sangat mahal di Jepang, untuk minum satu gelas kopi luwak saja bisa menghabiskan 5000 yen (setara dengan kurang lebih Rp 500.000,00), "Itu pun kalau asli. Kenyataan kini banyak yang palsu atau campuran dengan kopi lain, sehingga membingungkan orang Jepang," tambahnya. Itulah sebabnya kopi luwak semakin ditinggal warga Jepang, karena banyak pemalsuan di dalam perdagangan kopi luwak saat ini. Akhir 2013 saya lulus doktor dan pulang ke Universitas Lampung. Keinginan untuk melakukan riset kopi luwak semakin besar tatkala pengusul berkesempatan berkunjung ke sentra-sentra kopi di Lampung seperti Kabupaten Tanggamus dan Lampung Barat. Jika kopi luwak yang dihasilkan petani itu bisa dikawal keasliannya dan mampu meyakinkan para penikmat kopi di luar negeri dan karenanya mereka mau membeli kopi luwak dengan harga tinggi maka bukankah itu sebuah sumbangsih yang besar bagi saya untuk para petani kopi di Provinsi Lampung setelah saya selama tiga tahun melanjutkan studi dengan biaya negara yang notabene bisa saja salah satunya disumbang dari pajak para petani kopi?

Sejak duduk di bangku kuliah program sarjana, pengusul tertarik dengan penggunaan teknologi berbasis optik untuk memahami proses-proses pertanian secara lebih kuantitatif. Riset pertama diawali dengan penggunaan teknologi pengolahan citra (*image processing*) untuk identifikasi morfologi buah manggis segar. *Image processing* mampu menjelaskan dengan sangat kuantitatif properti luar buah seperti bentuk, warna dan lainnya. Namun, *image processing* punya kelemahan, salah satunya sulit menjelaskan properti dalam buah seperti kadar gula atau tingkat keasaman. Setelah itu pengusul mulai menekuni bidang *spectroscopy* untuk bisa mengeksplorasi properti dalam untuk produk pertanian. Tahun 2004-2006, peneliti terlibat dalam riset *speaking plant approach* berbasis NIR *spectroscopy* di Kochi University Jepang sambil menyelesaikan studi master. Ide dasarnya adalah kita ingin merekayasa tanaman sehingga tanaman bisa memproduksi sesuai keinginan kita. Untuk berkomunikasi dengan tanaman kita menggunakan banyak pendekatan sensor dan salah satunya adalah NIR *spectroscopy* untuk mengetahui tingkat kebutuhan air pada tanaman secara pasti (kuantitatif). Pulang dari program master, peneliti langsung terlibat riset kompetitif. Salah satunya mendapatkan hibah penelitian KKP3T (DEPTAN) tahun 2007. Peneliti menggunakan NIR *spectroscopy* untuk penentuan waktu panen buah mangga (*Mangifera Indica*) (sebagai ketua).

Tahun 2008 terlibat dalam tiga penelitian sekaligus di bidang NIR *spectroscopy*. Pertama sebagai ketua, peneliti berkolaborasi dengan periset di PT Great Giant Pineapple (GGPC), Terbanggi Lampung untuk riset "Penggunaan Near Infrared (NIR) *Spectroscopy* Untuk Penentuan Kandungan Padatan Terlarut Buah Nenas Secara *On-Plant*". Sebagai anggota peneliti di tahun yang sama terlibat dalam riset "Pengembangan Kontrol Irigasi Berbasis Respon Tanaman Menggunakan NIR *Spectroscopy* Untuk Produksi Buah Tomat Dengan Kandungan Gula Tinggi" dan riset "Monitoring Bahan Kering Secara *On-Plant* Menggunakan Near Infrared *Spectroscopy* Untuk Penentuan Waktu Panen Buah Mangga Harum Manis". Riset-riset tersebut telah menghasilkan puluhan artikel ilmiah baik nasional maupun internasional dan telah memperkuat posisi laboratorium di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung sebagai salah satu lab unggulan di bidang *spectroscopy*.

Tahun 2010 peneliti utama (Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr) mendapatkan kesempatan untuk studi program doktor di Kyoto University dan mengambil bidang kajian *spectroscopy* dengan kekhususan *terahertz* (THz) *spectroscopy*. Pengalaman semakin bertambah setelah terlibat dengan banyak penelitian di Kyoto University di bidang *spectroscopy* seperti menggunakan UV-visibel *spectroscopy*, NIR *spectroscopy*, Mid infrared *spectroscopy*, dan THz *spectroscopy*. Tidak hanya pengalaman menggunakan berbagai peralatan *spectroscopy*, tetapi juga bertambahnya pengetahuan di bidang kemometrika sebagai salah satu *tool* dalam menyelesaikan problem *multivariate* data di bidang *spectroscopy*. Sehingga selama program doktor peneliti telah mempublikasikan tiga artikel di bidang THz *spectroscopy* dan kemometrika di jurnal bereputasi internasional (EAEF, Elsevier). Peneliti juga terlibat penelitian kopi selama di Jepang. Salah satunya adalah riset penggunaan NIR *spectroscopy* untuk identifikasi kandungan *chlorogenic acid* (CGA) di dalam kopi. Artikelnya sudah diterbitkan di jurnal EAEF (Elsevier). Peneliti juga bersama-sama dengan Meinilwita Yulia, S.TP, M.Agr.Sc terlibat penelitian kemometrika dengan kajian THz *spectroscopy* dan berhasil mempublikasikan satu artikel di jurnal EAEF.

Pulang dari program doktor, saat ini peneliti juga terlibat sebagai anggota dalam riset monitoring *water stress* pada tanaman kopi berbasis teknologi NIR *spectroscopy* dan akan didanai oleh DIKTI tahun 2015 ini. Setelah konsisten dalam riset-riset berbasis NIR *spectroscopy* serta penelusuran penelitian dari hari ke hari, dari bulan ke bulan, dan tahun ke tahun, menjadi dasar pijak bagi peneliti untuk memohon terwujudnya penelitian strategis nasional (stranas) yang berjudul "Penggunaan Kemometrika dan Near Infrared *Spectroscopy* Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak" agar kopi luwak

yang merupakan aset nasional dan bernilai ekonomi tinggi ini tidak terkikis dan ditinggalkan pembelinya karena tidak dirawat dan dijaga.

Secara rinci Gambar 2.3 memberikan penjelasan peta jalan penelitian dan hubungannya dengan usul penelitian yang diajukan. Terlihat bahwa peneliti utama sangat konsisten dalam riset penggunaan teknologi tidak merusak berbasis optik seperti NIR dan THz *spectroscopy* untuk merencanakan proses-proses pra dan pasca panen produk pertanian.

ALIR ROAD MAP RISET

Diding Suhandy, Usman Ahmad. 2001. Pengembangan Algoritma Image Processing Untuk Menduga Kemasakan Buah Manggis Segar. Skripsi S1 FATETA. Salah satu capaiannya adalah satu artikel ilmiah dipublikasikan di Bulletin Keteknikan Pertanian yang merupakan publikasi resmi dari ISAE (*Indonesian Society of Agricultural Engineering*).

Diding Suhandy, Takahisa Matsuoka (2004-2006). Riset berjudul : *Studies on leaf water potential (LWP) determination in tomato plant using NIR spectroscopy for water stress management system*. Riset ini bagian dari master thesis di Kochi University, Japan. Riset ini melibatkan pengembangan sebuah pola pendekatan baru dalam manajemen *water stress* dengan secara langsung mengontrol kondisi tanaman. Di riset ini NIR *spectroscopy* digunakan untuk mengkuantifikasi parameter LWP sebagai indikator *water stress* pada tanaman. Tiga publikasi (satu internasional dan dua nasional) berhasil diterbitkan.

Diding Suhandy, Sulusi Prabawati, Yulianingsih, Yatmin. 2007-2008. Studi Penggunaan Teknologi NIR *Spectroscopy* Untuk Penentuan Waktu Panen Buah Mangga (*Mangifera Indica*) (sebagai ketua tim peneliti). Dibiayai oleh KKP3T Departemen Pertanian RI. Riset kolaborasi dengan peneliti di Balai Besar Pasca Panen Pertanian. Beberapa artikel internasional maupun nasional berhasil diterbitkan dan prototipe teknologi NIR *spectroscopy* untuk membantu petani menentukan waktu panen buah mangga secara tepat berhasil dibangun.

Diding Suhandy, Bustomi Rosadi dan Ahmad Tusi. 2008-2009. Pengembangan Kontrol Irigasi Berbasis Respon Tanaman Menggunakan NIR *Spectroscopy* Untuk Produksi Buah Tomat Dengan Kandungan Gula Tinggi (sebagai anggota peneliti). Dibiayai oleh DP2M DIKTI dengan Hibah Bersaing. Beberapa artikel baik internasional maupun nasional juga berhasil diterbitkan.

Diding Suhandy, Supto Kuncoro. 2008-2009. Monitoring Bahan Kering Secara *On-Plant* Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy* Untuk Penentuan Waktu Panen Buah Mangga Harum Manis (sebagai anggota peneliti), dibiayai oleh DP2M DIKTI dengan skim Hibah Bersaing. Riset ini juga menghasilkan satu artikel nasional.

↓

Diding Suhandy, Dwi Dian Novita. 2008-2009. Studi Penggunaan *Near Infrared (NIR) Spectroscopy* Untuk Penentuan Kandungan Padatan Terlarut Buah Nenas Secara *On-Plant* (sebagai ketua tim peneliti)/dibiayai oleh DP2M DIKTI dengan Hibah Bersaing. Riset ini juga merupakan kolaborasi dan didukung penuh oleh perusahaan PT Great Giant Pineapple (GGPC), salah satu perusahaan pengalengan nenas terbesar di Provinsi Lampung. Satu artikel internasional berhasil diterbitkan.

↓

Diding Suhandy, Naoshi Kondo dan Yuichi Ogawa. 2010-2013. Riset di bidang *Terahertz (THz) Spectroscopy* dimulai. Riset berjudul: *Studies on Sugar and L-Ascorbic Acid Determination in Aqueous Solution Using THz Spectroscopy*. Riset ini juga bagian dari studi doktoral di Kyoto University. Riset ini merupakan sebuah pengembangan dari teknologi *NIR spectroscopy*. Saat itu kita sedang mendesain sensor yang bisa memonitor properti jus buah dalam kemasan karton secara *real time* tanpa membuka kemasan. Ternyata *NIR spectroscopy* tidak memadai karena cahaya NIR kurang bisa menembus lapisan karton kemasan yang cukup tebal. Di sinilah THz hadir. Sinar THz mampu menembus kertas dan kain atau bahkan plastik dengan tanpa ionisasi bahan sehingga aman untuk monitor bahan pangan seperti jus. Selama 3 tahun melakukan riset dasar menggunakan *THz spectroscopy* dan kemometrika dan mampu menerbitkan tiga artikel internasional dan beberapa presentasi baik regional maupun internasional.

↓

Diding Suhandy, Ahmad Tusi. 2015. Riset aplikasi *NIR spectroscopy* untuk mendukung peningkatan kualitas buah kopi di Provinsi Lampung (sebagai anggota tim peneliti)/lolos seleksi untuk dibiayai tahun 2015 dengan skema Hibah Bersaing. Kopi merupakan salah satu produk andalan dan penyumbang dolar penting bagi Provinsi Lampung. Untuk memberi kemanfaatan yang tinggi bagi lingkungan dan masyarakat sekitar, tim peneliti di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (RBPP), Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung mulai saat ini fokus mengembangkan teknologi untuk mendukung pengembangan produk nasional dan meningkatkannya dari keunggulan komparatif menjadi keunggulan kompetitif. Salah satunya produk kopi luwak.

↓

Diding Suhandy, Meinilwita Yulia, Sri Waluyo, Cicih Sugianti. Pengusulan program penelitian strategis nasional untuk pembiayaan tahun 2016. Riset untuk mendukung pengembangan dan lestari kopi luwak Lampung sebagai komoditas bernilai ekonomi tinggi dan diharapkan ke depan dapat menjadi tenaga pendorong bagi peningkatan kesejahteraan petani kopi di Indonesia.

Gambar 2.3 Peta jalan penelitian dan hubungannya dengan usul penelitian.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun sistem evaluasi (uji kualitas) sekaligus diskriminasi (uji keaslian) pada kopi luwak sehingga dapat memastikan kualitas dan keaslian kopi luwak (*authentication system*). Sistem evaluasi berbasis teknologi NIR *spectroscopy* ini dapat mendeteksi adanya bahan kopi bukan luwak (*adulterant*) yang biasanya dioplos pada kopi luwak. Teknik ini akan mampu meningkatkan kualitas kopi luwak yang dihasilkan dengan tetap mempertahankan level keaslian (*authentication*) kopi luwak dari kopi lain. Teknologi ini merupakan sebuah aplikasi teknologi pasca panen pertanian berbasis optik yang diharapkan mampu meningkatkan nilai tambah produk pertanian Indonesia khususnya pada kopi luwak.

Secara khusus penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

- (1) Membangun model evaluasi dan diskriminasi untuk kopi luwak pada berbagai bentuk sampel (biji/beras kopi, biji sangrai (*roasted bean*) dan kopi bubuk).
- (2) Membangun model diskriminasi dengan kompensasi suhu untuk diskriminasi kopi luwak di lapangan (*field measurement*) menggunakan *spectrometer portable*.

Untuk dapat merealisasikan tujuan penelitian di atas maka penelitian ini dibagi menjadi dua tahap dengan dua target keluaran untuk masing-masing tahapan seperti tampak pada Gambar 3.1. Pada tahap pertama keluaran yang diharapkan adalah terbentuknya model untuk evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada berbagai bentuk sampel secara tidak merusak menggunakan NIR *spectroscopy*. Pada tahap kedua, model diskriminasi untuk kopi luwak di lapangan akan dibangun (*field measurement*). Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi model diskriminasi seperti suhu dan adanya radiasi eksternal pada saat pengujian model di lapangan akan diteliti. Model diskriminasi ini akhirnya akan digunakan untuk mengevaluasi keaslian kopi luwak di lapangan (seperti di tempat pengumpul dan tempat pengemasan kopi luwak). Sebagian tahap pertama yaitu model untuk evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada bentuk kopi bubuk sudah dilakukan di tahun pertama penelitian (2016) dan sebagian tahap pertama lainnya yakni model evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada bentuk biji hijau dan biji sangrai serta seluruh riset di tahap kedua akan dilakukan di tahun kedua penelitian (2017).

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

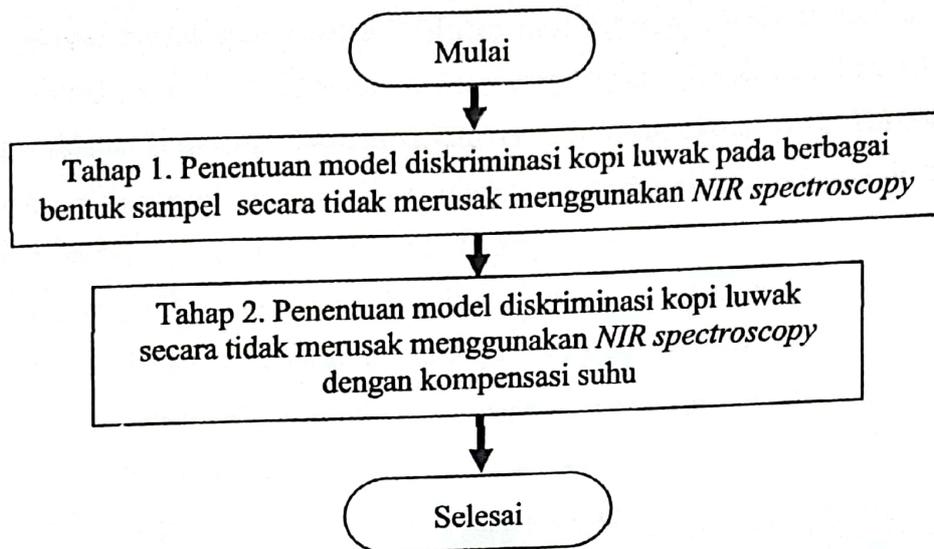
3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun sistem evaluasi (uji kualitas) sekaligus diskriminasi (uji keaslian) pada kopi luwak sehingga dapat memastikan kualitas dan keaslian kopi luwak (*authentication system*). Sistem evaluasi berbasis teknologi NIR *spectroscopy* ini dapat mendeteksi adanya bahan kopi bukan luwak (*adulterant*) yang biasanya dioplos pada kopi luwak. Teknik ini akan mampu meningkatkan kualitas kopi luwak yang dihasilkan dengan tetap mempertahankan level keaslian (*authentication*) kopi luwak dari kopi lain. Teknologi ini merupakan sebuah aplikasi teknologi pasca panen pertanian berbasis optik yang diharapkan mampu meningkatkan nilai tambah produk pertanian Indonesia khususnya pada kopi luwak.

Secara khusus penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

- (1) Membangun model evaluasi dan diskriminasi untuk kopi luwak pada berbagai bentuk sampel (biji/beras kopi, biji sangrai (*roasted bean*) dan kopi bubuk).
- (2) Membangun model diskriminasi dengan kompensasi suhu untuk diskriminasi kopi luwak di lapangan (*field measurement*) menggunakan *spectrometer portable*.

Untuk dapat merealisasikan tujuan penelitian di atas maka penelitian ini dibagi menjadi dua tahap dengan dua target keluaran untuk masing-masing tahapan seperti tampak pada Gambar 3.1. Pada tahap pertama keluaran yang diharapkan adalah terbentuknya model untuk evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada berbagai bentuk sampel secara tidak merusak menggunakan NIR *spectroscopy*. Pada tahap kedua, model diskriminasi untuk kopi luwak di lapangan akan dibangun (*field measurement*). Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi model diskriminasi seperti suhu dan adanya radiasi eksternal pada saat pengujian model di lapangan akan diteliti. Model diskriminasi ini akhirnya akan digunakan untuk mengevaluasi keaslian kopi luwak di lapangan (seperti di tempat pengumpul dan tempat pengemasan kopi luwak). Sebagian tahap pertama yaitu model untuk evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada bentuk kopi bubuk sudah dilakukan di tahun pertama penelitian (2016) dan sebagian tahap pertama lainnya yakni model evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada bentuk biji hijau dan biji sangrai serta seluruh riset di tahap kedua akan dilakukan di tahun kedua penelitian (2017).



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian yang meliputi dua tahap kegiatan.

3.2. Manfaat Penelitian

Penelitian penggunaan kemometrika dan near infrared *spectroscopy* untuk proses diskriminasi kopi luwak secara cepat dan tidak merusak merupakan penelitian yang bernilai strategis, memecahkan permasalahan bangsa, melindungi produk andalan dan tentu saja memberikan banyak manfaat bagi banyak pemangku kepentingan (*stake holders*). Berikut beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. **Bagi pemerintah**, penelitian ini dapat mendukung upaya pemerintah untuk melindungi produk andalan nasional dan daerah sehingga bisa bersaing di pasar internasional. Apalagi dengan penerapan masyarakat ekonomi ASEAN (MEA) per Desember 2015, persaingan kopi luwak di pasar internasional akan semakin kompetitif sehingga harus dipastikan kualitas dan keaslian kopi luwak yang diperdagangkan.
2. **Bagi masyarakat**, penelitian ini memberikan manfaat yang sangat besar bagi masyarakat baik itu penjual kopi luwak atau konsumen/penikmat kopi luwak. Dengan adanya kepastian kualitas dan keaslian kopi luwak yang ada di pasaran akan memberikan ketenangan kepada masyarakat sehingga mereka dipastikan memperoleh kopi luwak yang asli dan berkualitas. Dengan adanya kepastian dan keaslian kopi luwak maka hal itu juga akan memberikan kepastian harga yang adil antara penjual dan pembeli. Pada akhirnya kesinambungan dan kepercayaan konsumen terutama dari luar negeri terhadap kopi luwak asal Indonesia akan terus dapat terjaga dan bahkan semakin meningkat.
3. **Bagi institusi (Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung)**, maka lahirnya penelitian

ini juga sebagai bentuk mewujudkan visi dan misi Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung dalam penyediaan teknologi terapan yang dapat memberikan manfaat besar bagi masyarakat sekitar. Lampung adalah salah satu sentra penghasil kopi luwak. Teknologi deteksi kualitas dan keaslian kopi luwak sangat membantu petani dan pemerintah daerah dalam upaya memajukan agribisnis kopi luwak di Provinsi Lampung.

- 4. Bagi AEKI (Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia),** maka penelitian ini sangat bernilai strategis dalam rangka peningkatan kualitas ekspor kopi luwak. Dengan adanya garansi kualitas dan keaslian produk kopi luwak asal Indonesia, maka AEKI sebagai pelaku ekspor kopi luwak diharapkan memiliki kepercayaan diri lebih untuk didorong dan dapat membuka pasar baru (ekspansi pasar) bagi kopi luwak asal Indonesia. Sehingga ekspor kopi luwak dapat terus meningkat. Pada akhirnya kesejahteraan petani pun dapat meningkat.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca panen, Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

4.2. Penelitian Tahun Kedua Bagian 1 (Tahun 2017)

Pada penelitian di tahun kedua, pengembangan model diskriminasi dan kuantifikasi difokuskan kepada investigasi potensi NIR *spectroscopy* sebagai *tool* untuk mengevaluasi kualitas dan keaslian kopi luwak melalui pembuatan model kalibrasi dan diskriminasi pada sampel kopi luwak yang telah dicampur dengan kopi bukan luwak pada bentuk pencampuran pertama dan kedua yaitu pada bentuk biji hijau dan biji sangrai. Pendekatan linear dan tidak linear akan digunakan pada analisis kemometrika.

a. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah kopi luwak jenis arabika dan kopi bukan luwak dari jenis arabika dan robusta. Kopi bukan luwak jenis arabika dan robusta yang digunakan merupakan bahan yang akan dioplos atau dicampurkan ke dalam kopi luwak. Masing-masing sebanyak 5 kg akan digunakan untuk penelitian ini. Sampel akan disiapkan dalam 2 bentuk yaitu biji kopi luwak yang telah dikeringkan (*green bean*) dan kopi sangrai (*roasted bean*). Untuk setiap bentuk sampel akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu satu bagian untuk membangun persamaan atau model diskriminasi dan satu bagian lagi digunakan untuk melakukan uji validasi persamaan kalibrasi dan diskriminasi.

b. Penyiapan Sampel Campuran

Pertama sampel kopi akan dioplos dalam bentuk 2 jenis pencampuran yaitu pencampuran 1 dalam bentuk biji hijau dan pencampuran 2 dalam bentuk biji kopi sangrai. Untuk mendapatkan rentang pencampuran yang lebar maka disiapkan sampel pencampuran sebagai berikut:

1. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 1 (dalam bentuk biji) dibuat dengan mencampurkan kopi bukan luwak jenis arabika ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).
2. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 1 (dalam bentuk biji) dibuat dengan mencampurkan kopi bukan luwak jenis robusta ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).
3. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 2 (dalam bentuk kopi sangrai) dibuat dengan

mencampurkan kopi bukan luwak jenis arabika ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).

4. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 2 (dalam bentuk kopi sangrai) dibuat dengan mencampurkan kopi bukan luwak jenis robusta ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).

Setelah sampel pencampuran dipastikan tercampur secara merata maka seluruh sampel diletakkan di atas *water bath* yang sudah dilapisi plastik polyetilen untuk proses penyeragaman suhu sampel. Proses penyeragaman suhu harus dilakukan mengingat suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas spektra NIR. Setelah itu dilakukan proses pengambilan spektra oleh alat NIR *spectrometer*.

c. Pengambilan Spektra (*Spectral acquisition*)

Spektra sampel kopi diambil pada rentang 300-1100 nm menggunakan alat NIR *spectrometer* VIS-NIR USB4000 (The Ocean Optics, USA) untuk sampel pencampuran 1 dan 2 (kopi dalam bentuk biji hijau dan kopi sangrai).

d. Analisis Kemometrika

Semua sampel yang ada dikelompokkan dalam dua set sampel yaitu set untuk kalibrasi (2/3 dari jumlah sampel) dan satu set lagi untuk validasi (1/3 dari jumlah sampel). Persamaan kalibrasi akan dibangun untuk melihat apakah NIR *spectroscopy* dapat merespon penambahan jumlah campuran yang berbeda pada setiap sampel kopi luwak. Persamaan kalibrasi nantinya dapat memprediksi secara akurat jumlah (*amount*) dari campuran (*adulterant*) yang ditambahkan ke dalam kopi luwak. Dua pendekatan yakni model linear dan tidak linear akan digunakan pada pembuatan model kalibrasi. Untuk model linear, kalibrasi akan dibangun menggunakan metode *partial least squares (PLS) regression* sedangkan model tidak linear akan dibangun menggunakan metode *back propagation artificial neural network (BP-ANN)*. Program pengolah data berpeubah banyak Unscrambler versi 9.01 (CAMO AS, Norwegia) akan digunakan untuk menjalankan regresi PLS sedangkan Neural Networks dari MATLAB 7.11 (The Mathworks, USA) akan digunakan untuk menjalankan regresi BP-ANN.

Untuk melihat apakah NIR *spectroscopy* dapat merespon perbedaan antara kopi luwak asli tanpa campuran (100% luwak) dengan kopi luwak yang telah dioplos (10-90% campuran) maka dibangun juga persamaan diskriminasi untuk membedakan kopi luwak dan kopi bukan luwak. Pertama, model diskriminasi dibangun dengan metode PLS-DA atau PLS *discriminant analysis*. Pada metode ini peubah target akan diberi label 1 untuk kopi luwak tanpa campuran dan diberi label 0 untuk kopi luwak dengan campuran (campuran bervariasi 10-90%). Kedua, model diskriminasi dibangun dengan metode SIMCA (*soft independent modeling of class analogy*). Pada

SIMCA, pertama dihitung skor untuk *principal component* 1 dan 2 yaitu PC1 dan PC2 dan buat plotnya. Setelah itu lakukan *grouping* terhadap data pada plot PC1 dan PC2 untuk melihat apakah NIR *spectroscopy* dapat membedakan grup kopi luwak dan kopi oplosan.

e. Evaluasi Persamaan Kalibrasi

Beberapa terminologi statistik yang penting dan digunakan dalam analisis data NIR seperti tampak pada Tabel 4.1. Pertama, kualitas dari persamaan kalibrasi akan dikuantifikasi oleh *standard error of calibration (SEC)*, *standard error of prediction (SEP)* dan *multiple coefficient of determination (R²)* antara besaran aktual dan besaran prediksi. Persamaan yang diharapkan memiliki SEC rendah, SEP rendah, RPD dan R² yang tinggi dengan perbedaan antara SEC dan SEP sekecil mungkin. Selisih SEC dan SEP yang terlalu besar menunjukkan bahwa dalam persamaan tersebut terlalu banyak faktor yang terlibat sehingga noise pun ikut terlibat dalam persamaan kalibrasi tersebut (Gomez *et al.*, 2006).

Tabel 4.1 Terminologi statistik terapan yang digunakan untuk mengevaluasi persamaan kalibrasi.

Terminologi	Persamaan
R ²	$R^2 = \frac{\sum(x \times y) - [(\sum x \times \sum y) / N]}{\left\{ \left[\sum x^2 - [(\sum x)^2 / N] \right] \times \left[\sum y^2 - [(\sum y)^2 / N] \right] \right\}^{1/2}}$
SEC & SEP	$SEC = \left\{ \sum(x - y)^2 - \left[\frac{[\sum(x - y)]^2}{N} \right] / N - 1 \right\}^{1/2}$
Bias	$bias = \sum(x - y) / N$
RPD	$RPD = \frac{SD_{valset}}{SEP}$

- x: Nilai *Reference* y : Nilai prediksi oleh NIR N : Jumlah sampel
- R²: *The multiple coefficient of determination.*
- SEC: *Standard error of calibration.*
- SEP: *Standard error of prediction.*
- Bias: *Rataan selisih antara nilai reference dan nilai prediksi oleh NIR.*
- RPD: *Rasio antara SEP dan Standar Deviasi (SD) dari set sampel validasi.*

4.3. Penelitian Tahun Kedua Bagian 2 (Tahun 2017)

Di tahun kedua (2017), penelitian juga difokuskan kepada penerapan teknologi NIR *spectroscopy* di lapangan untuk deteksi keaslian kopi luwak secara cepat. Ada dua tahapan riset yang akan dilakukan. Pertama, investigasi dan kompensasi pengaruh suhu pada persamaan kalibrasi untuk menentukan kandungan campuran pada kopi luwak yang telah dioplos. Ini penting

karena model yang dihasilkan oleh NIR *spectroscopy* sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu sampel. Untuk itu perlu membuat model kalibrasi yang mampu mengkompensasi fluktuasi suhu sampel sehingga pengukuran NIR *spectroscopy* tidak lagi terkendala oleh variasi suhu sampel. Kedua, tahapan riset monitoring kualitas dan keaslian kopi luwak yang dijual di pasar. Pada tahapan ini, model NIR *spectroscopy* diaplikasikan untuk mengevaluasi kualitas dan keaslian kopi luwak yang dijual di pasar secara cepat.

a. Membuat persamaan kalibrasi yang mampu mengkompensasi pengaruh variasi suhu untuk menentukan konsentrasi pencampuran pada kopi luwak.

Di tahapan ini investigasi pengaruh suhu terhadap kualitas persamaan kalibrasi dan diskriminasi dilakukan. Secara teoritis, NIR *spectroscopy* sangat mudah terpengaruh oleh variasi suhu sampel yang membuat penggunaan NIR membutuhkan kontrol suhu yang mantap. Untuk keperluan kepraktisan maka sangat sulit untuk mengkondisikan sampel agar suhunya tetap konstan. Untuk mengatasi hal ini maka dibuat strategi yaitu membuat persamaan kalibrasi dan diskriminasi yang responsif terhadap perubahan suhu sampel. Sebanyak 90 sampel kopi campuran untuk setiap jenis pencampuran (biji hijau dan kopi sangrai) dengan tingkat konsentrasi campuran yang berbeda (10-90% berat/berat) diambil sebagai sampel. Sampel dibagi dalam tiga perlakuan yaitu perlakuan 15°C, 25°C dan 35°C. Perlakuan 15°C adalah perlakuan di mana seluruh sampel yang akan digunakan diletakkan di atas permukaan *water bath* dengan suhu 15°C. Untuk perlakuan 25°C dan 35°C, sebelum diambil spektranya sampel diletakkan di atas *water bath* dengan suhu 25°C dan 35°C. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model kalibrasi dan diskriminasi.

b. Monitoring kualitas dan deteksi ada tidaknya kandungan campuran pada kopi luwak secara cepat menggunakan NIR *spectroscopy*.

Di tahap ini keluaran dari penelitian tahap sebelumnya yaitu persamaan kalibrasi dan diskriminasi dengan kompensasi suhu akan diuji. Sebanyak 50 sampel yang diberi label kopi luwak dalam kemasan baik dalam bentuk biji, kopi sangrai dan kopi bubuk dipilih dari berbagai supermarket di Bandar Lampung. Kemudian seluruh sampel diambil spektranya. Dengan persamaan kalibrasi dan diskriminasi yang telah dibangun di tahap sebelumnya, prediksi ada tidaknya campuran pada kopi luwak yang diuji bisa dilakukan. Sehingga kita dapat memastikan keaslian kopi luwak yang diperdagangkan.

BAB 5. HASIL YANG SUDAH DICAPAI

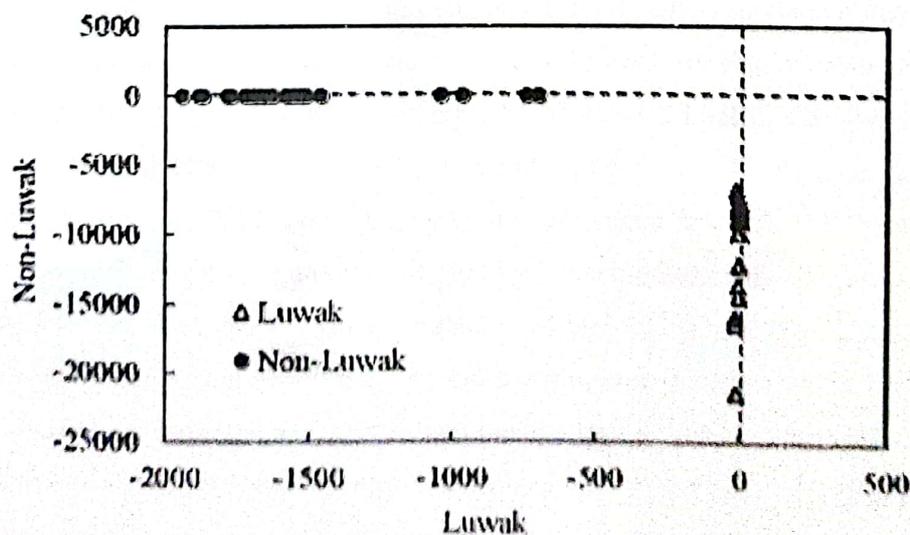
5.1. Proses Tindak Lanjut Penulisan Artikel di Tahun Pertama

Salah satu kegiatan yang dilakukan di tahun kedua adalah proses tindak lanjut kegiatan penulisan artikel yang sudah dimulai di tahun pertama. Pertama tindak lanjut artikel di Jurnal internasional bereputasi, saat ini sudah diterima dan sudah diterbitkan (*published*) di International Journal of Food Science (terindeks SCOPUS dengan kualifikasi Q2). Kemudian artikel di jurnal nasional terakreditasi juga diterima dan sedang proses penerbitan di Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) IPB (terakreditasi Kemenristekdikti).

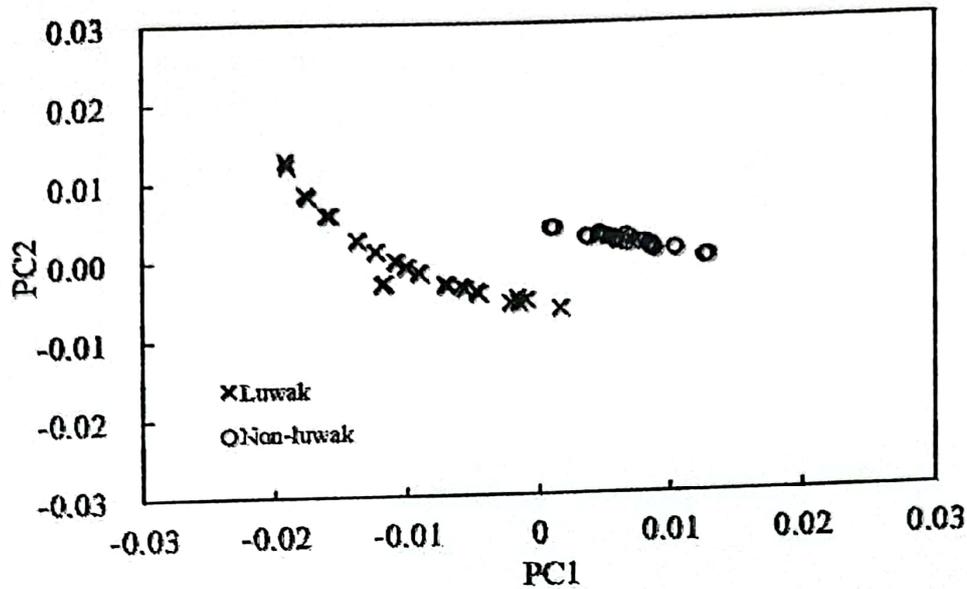
Selain itu beberapa hasil keikutsertaan di seminar internasional telah dimuat di prosiding terindeks SCOPUS (1 makalah) dan 2 makalah saat ini sedang proses penelaahan untuk terbit di jurnal internasional dengan kualifikasi Q3. Untuk jurnal nasional tidak terakreditasi sudah terbit di jurnal Teknik Pertanian Universitas Lampung (2 artikel).

5.2. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear dan Non-Linear

Untuk tahun kedua (2017), salah satu kegiatan penelitian strategis nasional ini adalah evaluasi perbandingan metode linear dan non-linear untuk proses diskriminasi kopi luwak. Dua metode yang digunakan adalah metode linear LDA (*linear discriminant analysis*) dan metode non-linear SVM (*support vector machines*). Beberapa hasil yang diperoleh seperti terlihat di Gambar 5.1 untuk LDA dan 5.2 untuk SVM. Untuk hasil dan pembahasan lengkap dapat dilihat di Lampiran (sudah dituliskan dalam bentuk draft artikel ilmiah internasional). Makalah juga sudah dipresentasikan di seminar internasional ICASMI 2017 di Bandar Lampung.



Gambar 5.1 Plot hasil diskriminasi kopi luwak menggunakan metode linear LDA.

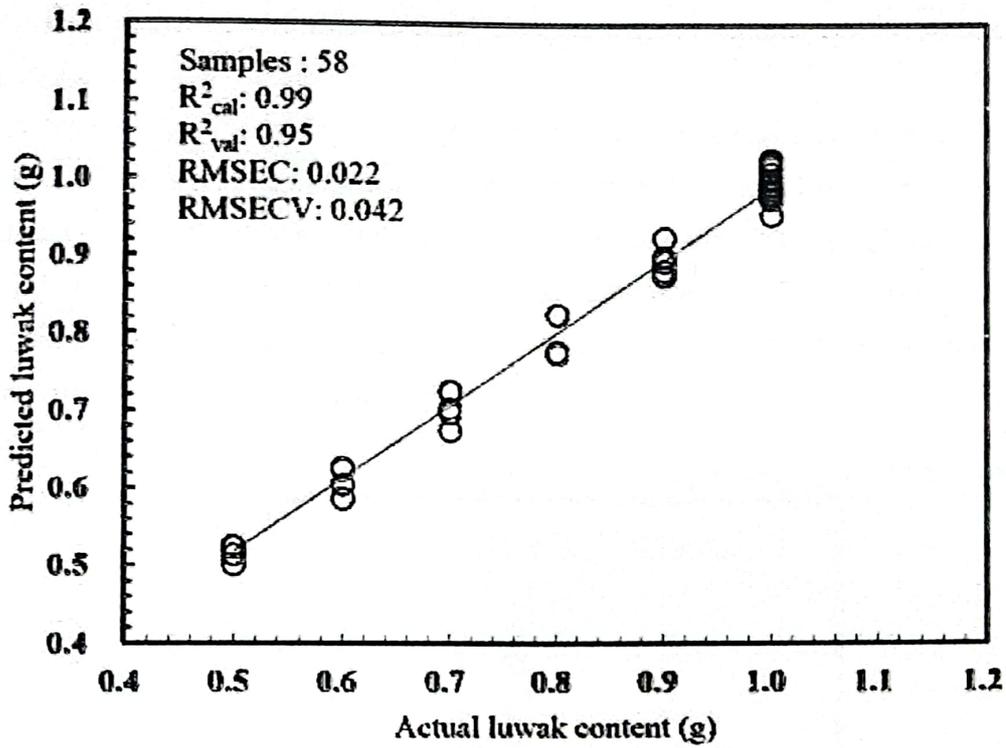


Gambar 5.2 Model klasifikasi berbasis SVM untuk membedakan kopi luwak dan bukan luwak dengan 2 *principal components* (PCs).

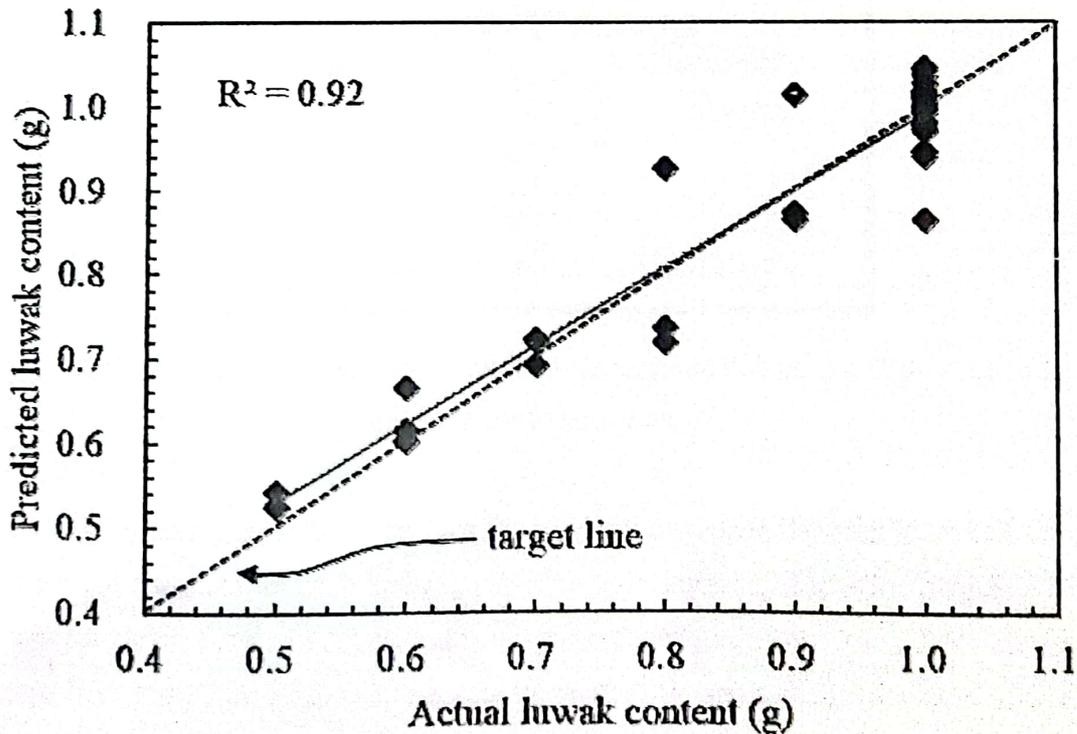
5.3. Pengembangan Model Regresi Dengan Metode Non-Linear

Penggunaan metode non-linear untuk studi kuantitatif kopi luwak juga dievaluasi. Pada penelitian tahap kedua ini digunakan metode regresi SVM (*support vector machines*) untuk membangun model yang mampu menghitung kandungan kopi luwak pada campuran kopi luwak (yang dicampur dengan kopi biasa). Hasil yang diperoleh menunjukkan metode regresi SVM tidak berbeda jauh dengan hasil yang diperoleh menggunakan metode linear PLS (*partial least squares*).

Hasil penelitian menggunakan regresi SVM ini sudah dipresentasikan di seminar internasional ICASMI 2017 di Bandar Lampung dan saat ini sedang ditelaah untuk diterbitkan di jurnal internasional dengan kualifikasi Q3 yaitu *Journal of Engineering and Applied Sciences* (Medwell). Beberapa hasil dari regresi SVM dapat dilihat di Gambar 5.3 dan 5.4. Gambar 5.3 menunjukkan model regresi untuk penentuan kandungan kopi luwak menggunakan algoritma SVM yang dibangun menggunakan interval 190-700 nm. Dapat dilihat bahwa model yang dibangun memiliki nilai koefisien determinasi yang tinggi dan nilai *error* (RMSEC dan RMSECV) yang rendah. Model ini kemudian digunakan untuk memprediksi kandungan kopi luwak pada sistem pencampuran kopi luwak dan bukan luwak. Hasilnya disajikan di Gambar 5.4. Dapat dilihat bahwa hasil prediksi cukup baik dengan nilai koefisien determinasi tinggi di mana hampir seluruh sampel terletak dekat dengan garis target. Untuk hasil yang lebih lengkap terkait dengan regresi SVM ini dapat dilihat di Lampiran.



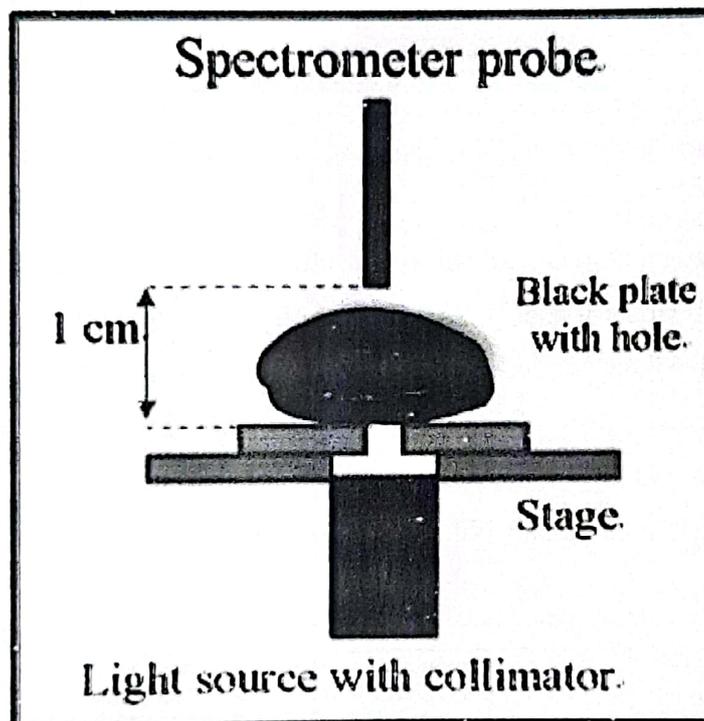
Gambar 5.3 Model regresi berbasis SVM pada interval 190-700 nm.



Gambar 5.4 Plot hasil prediksi menggunakan model regresi SVM.

5.4. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear Untuk Kopi Luwak *Single Bean*.

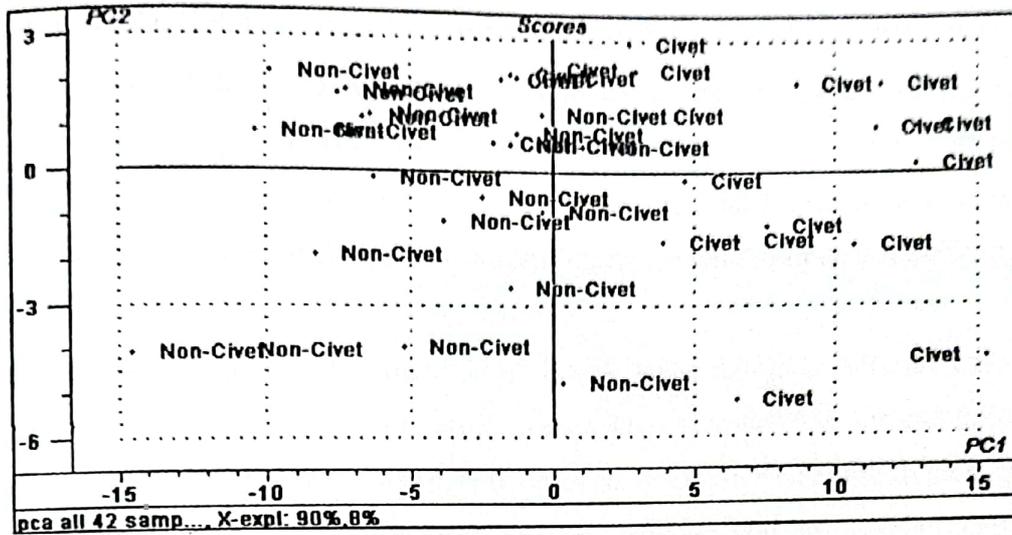
Pada penelitian di tahun kedua ini juga dilakukan evaluasi penggunaan NIR *spectroscopy* untuk proses diskriminasi kopi luwak dan kopi bukan luwak pada bentuk biji kopi tunggal yang telah disangrai (*roasted single bean*). Gambar 5.5 menunjukkan sistem pengambilan spektra untuk sampel kopi luwak dan bukan luwak dengan bentuk biji kopi tunggal. Sistem pengambilan spektra ini terdiri atas spektrometer dengan detektor yang sensitif di interval 190-1100 nm dan sebuah sumber cahaya berbahan lampu halogen yang dapat diatur. Spektra diambil pada mode *transmittance*.



Gambar 5.5 Sistem pengambilan spektra biji kopi tunggal untuk kopi luwak dan bukan luwak dengan mode *transmittance*.

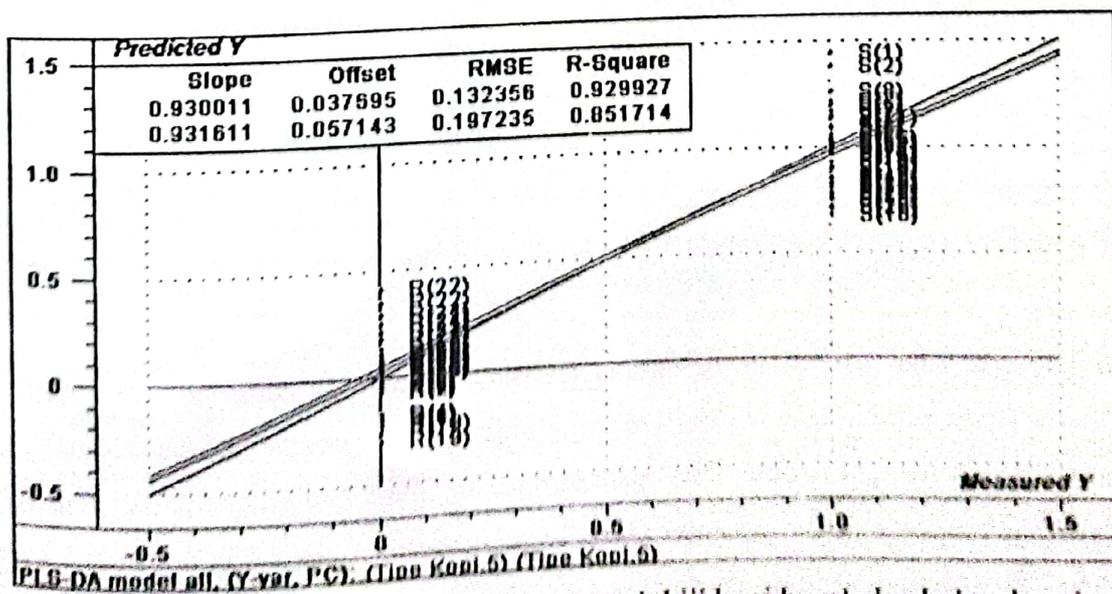
Saat ini proses pengambilan spektra telah selesai dilakukan dan saat ini sudah dimulai proses pengolahan data untuk membangun model diskriminasi. Model ini ditujukan untuk membedakan kopi luwak dan bukan luwak pada bentuk biji kopi yang telah disangrai. Beberapa hasil pengolahan yang sampai saat ini telah dilakukan adalah pertama analisis PCA untuk seluruh sampel yang diukur. Hasilnya dapat dilihat di Gambar 5.6. Tampak bahwa sampel biji kopi luwak dan bukan luwak dapat terpisah dengan cukup baik (kiri dan kanan). Sampel biji kopi luwak terletak di sebelah kanan (kuadran satu dan empat) dengan nilai PC1

positif sedangkan sampel biji kopi bukan luwak terletak di sebelah kiri (kuadran dua dan tiga) dengan nilai PC1 negatif.



Gambar 5.6 Hasil plot analisis PCA untuk sampel biji kopi luwak dan bukan luwak.

Untuk proses diskriminasi dan klasifikasi kopi luwak dan bukan luwak dalam bentuk biji salah satunya dengan mengembangkan model PLS-DA. Hasilnya dapat dilihat di Gambar 5.7. Model diskriminasi PLS-DA memiliki nilai koefisien determinasi yang cukup tinggi baik untuk kalibrasi maupun validasi. Untuk hasil lengkap saat ini sedang diproses dan rencananya akan disampaikan pada seminar internasional di Bogor pada akhir Oktober 2017 (AESAP 2017). Abstrak masih sedang diproses dan rencananya akan dikirimkan akhir Agustus 2017.

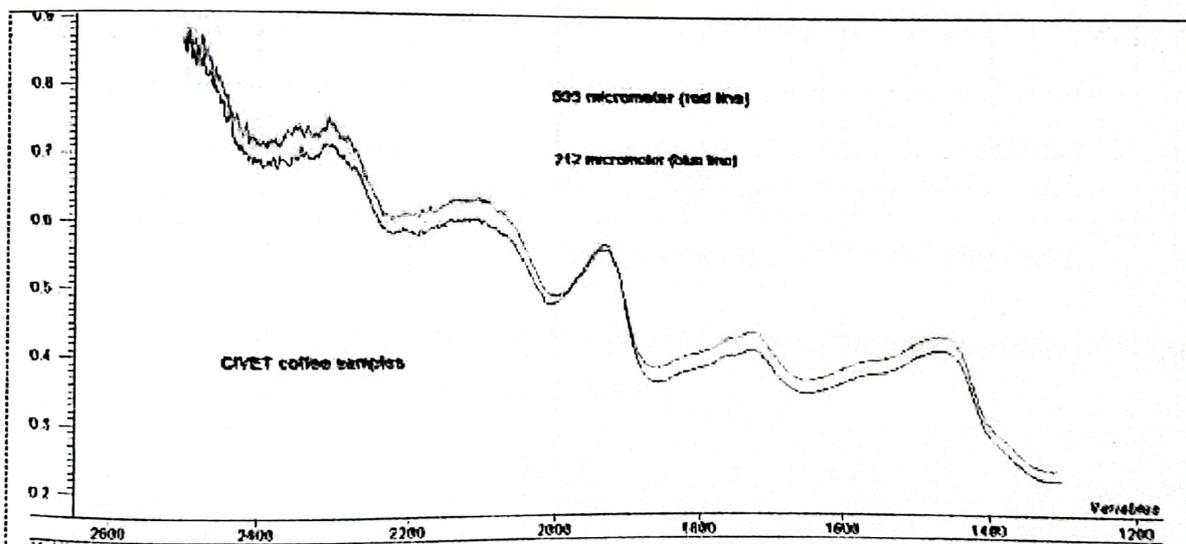


Gambar 5.7 Model diskriminasi PLS-DA untuk biji kopi luwak dan bukan luwak.

5.5. Pengembangan Model Diskriminasi Kopi Bubuk Dengan NIR Spectroscopy Yang Mampu Mengkompensasi Variasi Ukuran Partikel Kopi Bubuk.

Pada penelitian ini dilakukan investigasi pengaruh variasi ukuran kopi bubuk (*mesh*) dalam proses diskriminasi kopi luwak dan bukan luwak menggunakan NIR *spectroscopy*. Penelitian ini ternyata lebih diprioritaskan dibandingkan dengan investigasi pengaruh variasi suhu sampel. Dengan pendekatan menggunakan metode regresi PLS2 maka dilakukan studi untuk mengembangkan model diskriminasi yang mampu mengkompensasi pengaruh variasi ukuran kopi bubuk (*mesh*).

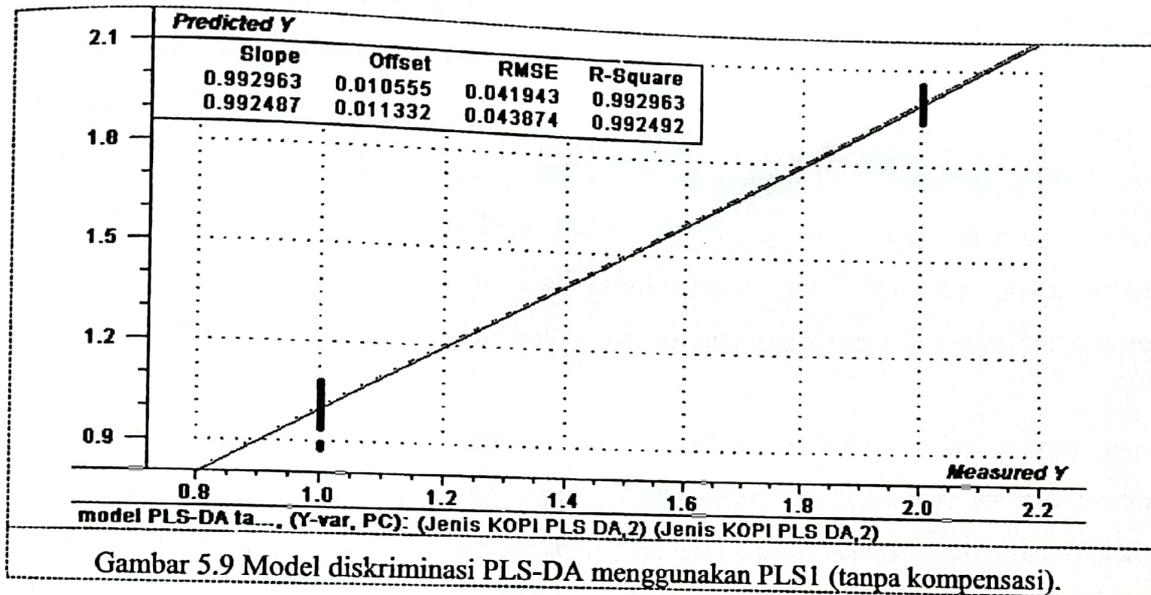
Gambar 5.8 menunjukkan sampel kopi luwak yang memiliki ukuran partikel yang berbeda yaitu 500 mikrometer dan 212 mikrometer. Dari Gambar 5.8. terlihat bahwa kedua spektra memiliki nilai intensitas absorban yang berbeda. Semakin besar ukuran partikel partikel kopi bubuk maka intensitas absorbannya semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan riset sebelumnya.



Gambar 5.8 Spektra NIR sampel kopi luwak dengan ukuran partikel yang berbeda (212 and 500 μm) pada panjang gelombang 1200-2600 nm.

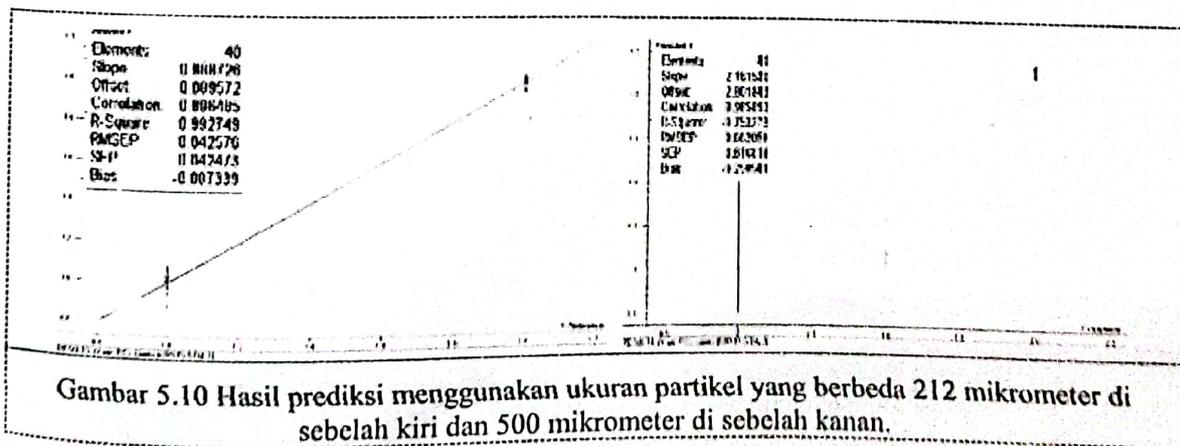
Untuk mengkompensasi pengaruh variasi ukuran partikel maka salah satu pendekatan yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode PLS2. Di sini peubah target selain jenis kopi (luwak dan bukan luwak) adalah ukuran partikel kopi bubuk (212 dan 500 mikrometer). Gambar 5.9 menunjukkan model diskriminasi PLS-DA dengan menggunakan algoritma PLS1 (tanpa kompensasi). Model terlihat memiliki kualitas yang sangat handal dengan nilai koefisien determinasi yang sangat tinggi. Namun model ini terbukti tidak mampu mengatasi pengaruh variasi ukuran partikel sampel kopi bubuk saat digunakan untuk proses prediksi. Hal ini dapat

dilihat di Gambar 5.10 yang menunjukkan adanya nilai *bias* yang sangat tinggi. Hasil prediksi di sebelah kiri di Gambar 5.10 sangat baik karena ukuran partikel sampel yang digunakan untuk kalibrasi dan prediksi adalah sama yaitu 212 mikrometer. Sedangkan di sebelah kanan di Gambar 5.10 terlihat hasil prediksi tidaklah bagus karena nilai *bias* yang tinggi. Ini terjadi karena ukuran sampel kopi kalibrasi (212 mikrometer) berbeda dengan ukuran sampel kopi prediksi (500 mikrometer). Hal ini menunjukkan betapa pentingnya membangun model diskriminasi yang mampu mengkompensasi variasi ukuran partikel kopi bubuk.



Gambar 5.9 Model diskriminasi PLS-DA menggunakan PLS1 (tanpa kompensasi).

Untuk hasil dan pembahasan yang lebih lengkap terkait dengan proses pengembangan model menggunakan PLS2 dapat dilihat di Lampiran.



Gambar 5.10 Hasil prediksi menggunakan ukuran partikel yang berbeda 212 mikrometer di sebelah kiri dan 500 mikrometer di sebelah kanan.

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Berikut beberapa kegiatan penelitian yang akan dilakukan dengan pendanaan 30%:

1. Melanjutkan kegiatan penelitian yaitu proses diskriminasi kopi luwak pada bentuk biji yang telah disangrai. Pengolahan data dilakukan dengan pendekatan linear dan non-linear.
2. Melanjutkan proses persiapan mengikuti seminar, membuat artikel dan membuat bahan untuk presentasi. Salah satu yang paling dekat adalah kegiatan seminar nasional di Politeknik Negeri Lampung (SEMNAS TEKTAN) pada tanggal 7 September 2017 dan seminar internasional di Banda Aceh (ICChESA 2017) pada tanggal 20-21 September 2017.
3. Mempersiapkan data, bahan artikel dan membuat abstrak untuk mengikuti kegiatan seminar internasional di Bogor (AESAP 2017) pada tanggal 23-25 Oktober 2017.
4. Melanjutkan proses penyusunan bahan buku ajar yang merupakan salah satu luaran kegiatan penelitian yang dijanjikan. Dari seluruh luaran yang dijanjikan maka tinggal kegiatan penyusunan bahan ajar yang belum selesai. Ini menjadi prioritas yang harus segera diselesaikan.
5. Harapannya adalah setelah 2 tahun kegiatan penelitian STRANAS ini seluruh luaran kegiatan penelitian yang dijanjikan dapat direalisasikan dan teknologi yang dihasilkan dapat diaplikasikan untuk proses uji keaslian kopi luwak pada bentuk kopi bubuk dan kopi biji sangrai.

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut ini beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan dari hasil kegiatan penelitian di tahun kedua (2017) dengan pendanaan 70%:

1. UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan dua metode klasifikasi yaitu metode linear (metode LDA) dan metode non-linear (metode SVMC) berhasil mengklasifikasikan kopi luwak dan kopi bukan luwak (sampel bentuk kopi bubuk). Untuk sampel kalibrasi *confusion matrix* menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% baik untuk metode LDA maupun metode SVMC. Seluruh sampel prediksi mampu dikelompokkan sesuai dengan kelas atau grup yang seharusnya. Hasil ini memberikan pilihan untuk proses dan monitoring uji keaslian kopi luwak secara mudah menggunakan UV-Vis *spectroscopy* dan metode LDA atau SVMC.
2. UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan metode regresi berbasis algoritma SVM (*support vector machines*) memiliki prospek untuk digunakan sebagai salah satu metode untuk uji adanya proses pencampuran pada kopi luwak (sampel kopi bubuk). Hasil penelitian menunjukkan metode regresi SVM sebagai salah satu pendekatan algoritma non-linear mampu menghitung kandungan kopi luwak dalam campuran kopi luwak-kopi bukan luwak. Ini memberikan pilihan lain selain dengan menggunakan pendekatan linear menggunakan metode regresi PLS (*partial least squares*).
3. Pada proses pengembangan uji keaslian kopi luwak salah satu kendala yang dihadapi adalah pengaruh variasi ukuran partikel kopi bubuk. Untuk memperoleh model regresi yang mampu mengkompensasi pengaruh ukuran partikel kopi bubuk, sebuah pendekatan menggunakan metode PLS2 diujicobakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode PLS2 mampu menghasilkan model PLS-DA yang handal dan mampu memprediksi dengan baik seluruh sampel prediksi dengan dua ukuran partikel yang berbeda (212 dan 500 μm).
4. Secara umum analisis PCA menunjukkan proses diskriminasi kopi luwak dan kopi bukan luwak pada bentuk biji kopi disangrai menggunakan NIR *spectroscopy* sangat memungkinkan. Kedua jenis kopi terlihat terpisah di sepanjang sumbu mendatar (PC1).

DAFTAR PUSTAKA

- Alessandrini, L., Romani, S., Pinnavaia, G., and Rosa, M. D. 2008. Near infrared spectroscopy: An analytical tool to predict coffee roasting degree. *Analytica Chimica Acta*, 625: 95–102.
- Alves, R., Casal, S., Alves, M., and Oliveira, M. 2009. Discrimination between arabica and robusta coffee species on the basis of their tocopherol profiles. *Food Chemistry*, 114: 295–299.
- Bernard, M.C. Roberts, D.D., and Kraehenbuehl, K. 2005 Interactions between volatile and nonvolatile coffee components. 2. Mechanistic study focused on volatile thiols, *J. Agric. Food Chem.*, 53(11): 4426–4433.
- Blanco, M., and Villarroya, I. 2002. NIR spectroscopy: a rapid-response analytical tool. *Trends in Analytical Chemistry*. 21(4): 240–250.
- Chen, Q., Zhao, J., Liu, M and Cai, J. 2008. Nondestructive identification of tea (*Camellia sinensis* L.) varieties using FT-NIR spectroscopy and pattern recognition. *Czech J. Food Sci.* 26(5): 360–367.
- Chen, Q., Zhao, J., Lin, H. 2009. Study on discrimination of Roast green tea (*Camellia sinensis* L.) according to geographical origin by FT-NIR spectroscopy and supervised pattern recognition. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 72: 845–850.
- Davies, A.M.C. 2005. An introduction to near infrared spectroscopy. *NIR news* 16 (7) : 9–11.
- Downey, G., Boussion, J., and Beauchêne, D. 1994. Authentication of whole and ground coffee beans by near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 2: 85–92.
- Fan, G., Zha, J., Du, R., and Gao, L. 2009. Determination of soluble solids and firmness of apples by Vis/NIR transmittance. *Journal of Food Engineering*, 93: 416–420.
- Fuferti, Z.M.A., Syakbaniah dan Ratnawulan. 2013. Perbandingan karakteristik fisis kopi luwak (*civet coffee*) dan kopi biasa jenis arabika. *PILLAR OF PHYSICS*, 2: 68–75.
- Gómez, A.H., He, Y., and Pereira, A.G. 2006. Nondestructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. *J. Food Engineering*. 77: 313–319.
- Huck, C. W., Guggenbichler, W., and Bonn, G. K., 2005. Analysis of caffeine, theobromine and theophylline in coffee by near infrared spectroscopy (NIRS) compared to high-performance liquid chromatography (HPLC) coupled to mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 538:195–203.
- Illy, A., and Viani, R. 1996. Espresso coffee: The chemistry of quality. London: Academic Press.
- Jamshidi, B., Minaei, S., Mohajerani, E., and Ghassemian, H. 2012. Reflectance Vis/NIR spectroscopy for nondestructive taste characterization of Valencia oranges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 85: 64–69.
- Kusdriana, D. 2011. Peluang dan tantangan industri kopi Indonesia dalam persaingan pasar global. PT. Media Data Riset.
- Liu, Y., Sun, X., Zhang, H., and Aiuguo, O. 2010. Nondestructive measurement of internal quality of nanfeng mandarin fruit by charge coupled device near infrared spectroscopy. *Computers and Electronics in Agriculture*. 715: S10–S14.
- Marcone, M. F. 2004a. Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (Kopi Luwak) and Ethiopian civet coffee. *Food Research International*, 37: 901–912.
- Marcone, M.F. 2004b. The Science behind luwak coffee: An analysis of the world's rarest and most expensive coffee. *Annals of Improbable Research*. pp: 12–13. www.improbable.com

- Pizarro, C., Esteban-Diez, I., and Gonzalez-Saiz, J. M. 2004. Prediction of sensory properties of espresso from roasted coffee samples by near-infrared spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 525: 171–182.
- Raharjo B. 2013. Analisis penentu ekspor kopi Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*. 1(1): Universitas Brawijaya. Malang.
- Reh, C. T., Gerber, A., Prodolliet, J., and Vuataz, G. 2006. Water content determination in green coffee – method comparison to study specificity and accuracy. *Food Chemistry*, 96:423–430.
- Santos, J.R., Sarraguça, M.C., Rangel, A.O.S.S., Lopes, J.A. 2012. Evaluation of green coffee beans quality using near infrared spectroscopy: A quantitative approach. *Food Chemistry* 135: 1828–1835.
- Schievano, E., Finotello, C., De Angelis, E., Mammi, S., and Navarini, L. 2014. Rapid authentication of coffee blends and quantification of 16-O-Methylcafestol in roasted coffee beans by NMR. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62:12309–12314.
- Shan, J., Suzuki, T., Suhandy, D., Ogawa, Y., and Kondo, N. 2014. Chlorogenic acid (CGA) determination in roasted coffee beans by Near Infrared (NIR) spectroscopy. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 7(4): 139–142.
- Shilbayeh, N.F. and Iskandarani, M.Z. 2004. Quality control of coffee using an electronic nose system. *American Journal of Applied Sciences* 1(2): 129–135.
- Suhandy, D. 2009. Nondestructive measurement of soluble solids content in pineapple fruit using short wavelength near infrared (SW-NIR) spectroscopy. *International Journal of Applied Engineering Research*, 4 (1): 107–114.
- Suhandy, D., Suzuki, T., Ogawa, Y., Kondo, N., Naito, H., Ishihara, T., Takemoto, Y., and Liu, W. 2012a. A Quantitative study for determination of glucose concentration using attenuated total reflectance terahertz (ATR-THz) spectroscopy. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 5(3): 90–95.
- Suhandy, D., Yulia, M., Yuichi Ogawa, Y., and Kondo, N. 2012b. L-Ascorbic acid prediction in aqueous solution based on FTIR-ATR terahertz spectroscopy. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 5(4): 152–158.
- Suhandy, D., Yulia, M., Ogawa, Y., and Kondo, N. 2013. Prediction of L-Ascorbic acid using FTIR-ATR terahertz spectroscopy combined with interval partial least squares (iPLS) regression. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 6(3): 111–117.
- Suhandy, D., Waluyo, S., Sugianti, C., Yulia, M., Iriani, R., Handayani, F.N., Apratiwi, N. 2016a. The use of UV-Vis-NIR spectroscopy and chemometrics for identification of adulteration in ground roasted arabica coffees -Investigation on the influence of particle size on spectral analysis-. *Proceeding of Seminar Nasional Tempe*. Bandar Lampung, 28 May 2016.
- Suhandy, D., Yulia, M., Waluyo, S., Sugianti, C., Iriani, R., Handayani, F.N., Apratiwi, N. 2016b. The potential use of ultraviolet-visible spectroscopy and soft independent modelling of class analogies (SIMCA) for classification of Indonesian palm civet coffee (kopi luwak). *Proceeding of The USR International Seminar on Food Security (UISFS)*. Bandar Lampung, 23-24 August 2016.
- Suhandy, D., Yulia, M., Waluyo, S., Sugianti, C. 2016c. Penggunaan metode discriminant partial least squares (DPLS) dan data spektra di daerah ultraviolet-cahaya tampak untuk penggolongan kopi luwak. *Jurnal Keteknik Pertanian (Submitted)*.
- Suhandy, D., Yulia, M., Waluyo, S., Sugianti, C. 2016d. The use of partial least square (PLS) regression and spectral data in UV-visible region for quantification of adulteration in Indonesian palm civet coffee. *Food Cemistry (Submitted)*.

- Teye, E., Huang, X., Dai, H., and Chen, Q. 2013. Rapid differentiation of Ghana cocoa beans transform near-infrared spectroscopy together with chemometrics to discriminate and quantify adulteration in cocoa beans. *Food Research International*, 55: 288–293.
- Tian, H., Ying, Y., Lu, H., Fu, X., and Yu, H. 2007. Measurement of soluble solids content in watermelon by Vis/NIR diffuse transmittance technique. *Journal of Zhejiang University – Science B*, 8: 105–110.
- Yulia, M., Suhandy, D., Ogawa, Y., and Kondo, N. 2014. Investigation on the influence of temperature in L-ascorbic acid determination using FTIR-ATR terahertz spectroscopy: Calibration model with temperature compensation. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 7(4): 148–154.
- Yulia, M., Suhandy, D., Waluyo, S., Sugianti, C. 2016. Detection and quantification of adulteration in luwak coffee through ultraviolet-visible spectroscopy combined with chemometrics method. *Proceeding of The USR International Seminar on Food Security (UISFS)*. Bandar Lampung, 23-24 August 2016.

Lampiran:

- Lampiran 1. Output penelitian berupa artikel di jurnal nasional terakreditasi (Bukti Penerimaan).
- Lampiran 2. Output penelitian berupa artikel di jurnal internasional bereputasi (Bukti Penerimaan).
- Lampiran 3. Output penelitian berupa artikel di prosiding terindeks SCOPUS.
- Lampiran 4. Seminar nasional di Universitas Nasional (artikel terbit dalam prosiding).
- Lampiran 5. Seminar internasional ICASMI tahun 2017 (selesai presentasi).
- Lampiran 6. Seminar internasional ISAEIS PERTETA tahun 2017 (selesai presentasi).
- Lampiran 7. Seminar internasional ICChESA tahun 2017 (rencana presentasi).
- Lampiran 8. Foto kegiatan penelitian.
- Lampiran 9. Foto kegiatan seminar nasional dan internasional.
- Lampiran 10. Draft artikel di ICASMI 2017.
- Lampiran 11. Draft artikel di ICChESA 2017.

Lampiran 1. Output penelitian berupa artikel di jurnal nasional terakreditasi (Bukti Penerimaan).

Artikel diterima di Jurnal Nasional Terakreditasi KEMENRISTEKDIKTI.

[JTEP] Editor Decision

Inbox

Rokhani Nasbullah <journal@apps.ipb.ac.id>
to me (1)

Aug 15 (4 days ago)

Indonesian > English Translate message

Turn off for Indonesian

Dr. Diding Suhandy:

We have reached a decision regarding your submission to Jurnal Keteknikan Pertanian, "Penggunaan Metode Discriminant Partial Least Squares (DPLS) dan Data Spektra di Daerah Ultraviolet-Cahaya Tampak Untuk Penggolongan Kopi Luwak".

Our decision is to:

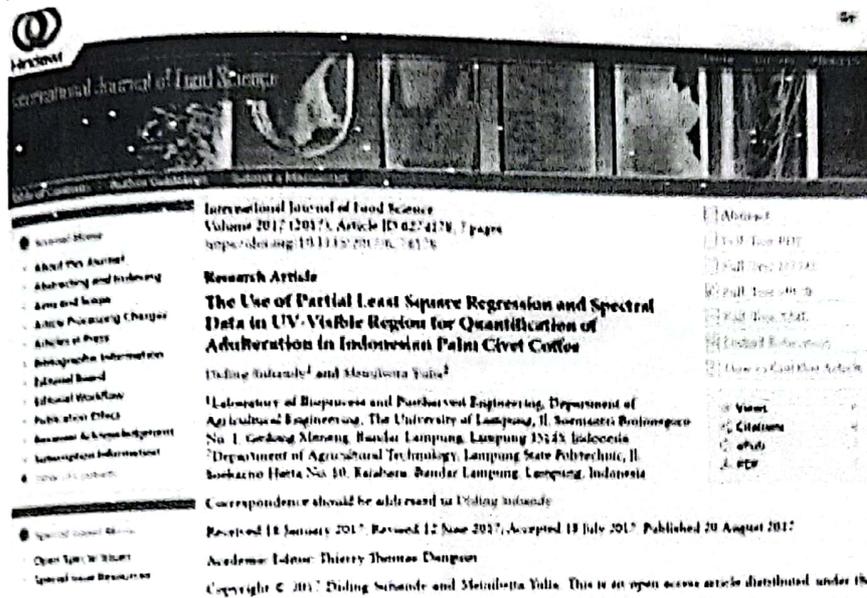
Redaksi mengucapkan selamat bahwa artikel Anda telah ditelaah oleh mitra bebestari dan dewan editor memutuskan bahwa artikel Anda diterima untuk dipublikasikan pada JTEP edisi Volume 5(3) Desember 2017. Terima kasih atas kerjasamanya.

Admin Jtep
jtep@ipb.ac.id

Jurnal Keteknikan Pertanian
<http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Lampiran 2. Output penelitian berupa artikel di Jurnal Internasional bereputasi (Bukti Penerimaan).

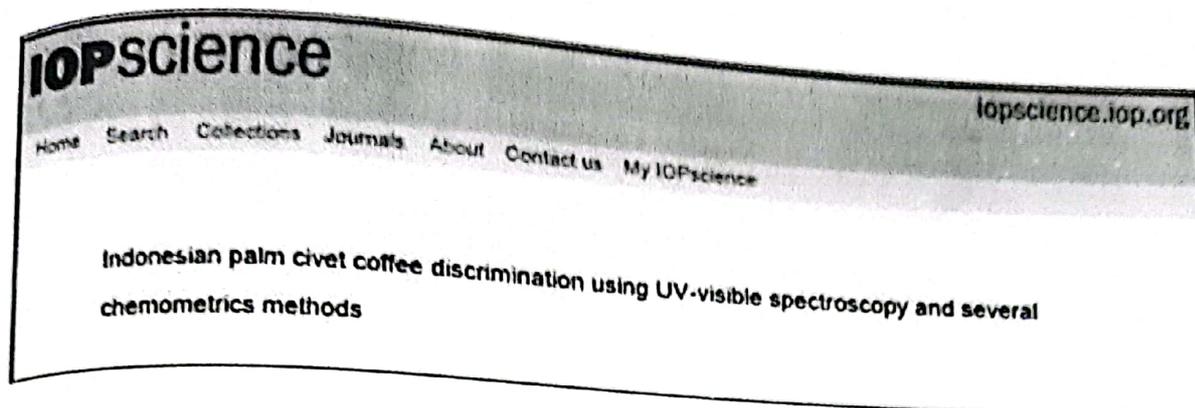
Artikel diterima dan sudah dipublikasikan di Jurnal terindeks SCOPUS dengan kualifikasi jurnal Q2.



Jurnal dapat diunduh secara gratis di alamat berikut:

<https://www.hindawi.com/journals/ijfs/2017/6274178/>

Lampiran 3. Output penelitian berupa artikel di prosiding terindeks SCOPUS.



International Symposium on Bioinformatics, Chemometrics and Metabolomics
IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 835 (2017) 012010 IOP Publishing
doi:10.1088/1742-6596/835/1/012010

Indonesian palm civet coffee discrimination using UV-visible spectroscopy and several chemometrics methods

M Yulia¹ and D Subandy²

¹ Department of Agricultural Technology, Lampung State Polytechnic, Jl. Soekarno Hatta No. 10, Rajabasa Bandar Lampung, Indonesia

² Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, The University of Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

E-mail: memilwiyulia@polinema.ac.id

Abstract. Indonesian palm civet coffee or kopi luwak (Indonesian words for coffee and palm civet) is well known as the world's priciest and rarest coffee. To protect the authenticity of

Artikel bisa diunduh secara gratis di alamat berikut:

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/835/1/012010/pdf>

Lampiran 4. Seminar nasional di Universitas Nasional (artikel terbit dalam prosiding).



PANITIA SEMINAR NASIONAL
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS NASIONAL
"Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Lokal
Menuju Kemandirian Pangan Nasional yang Berkelanjutan"
Sekretariat : Fakultas Pertanian
Jalan Sawo Manis No.61, Pejaten, Pasar Minggu, Jakarta Selatan,
Telephone : (021) 7806700 Ext. 157 Email : seminar.fpanas@gmail.com

LETTER OF ACCEPTANCE
PENERIMAAN ABSTRAK

Kepada Yth.

Nama Pemakalah	Dr. Diding Sahandj, S.TP., M.Agr dan Meiswita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc.
Judul Pemakalah	Studi Kelayakan Penggunaan Regresi Pomial Least Squares (PLS) yang Dikembangkan Dengan Teknologi Near Infrared (NIR) Spectroscopy Untuk Proses Uji Kematangan Kacip Lungka
Institusi	Universitas Lampung

Dengan ini kami menginformasikan bahwa abstrak Bapak/ Ibu dinyatakan **DI TERIMA** untuk dipresentasikan secara Oral di Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Nasional pada :

Hari/Tanggal : Rabu, 8 Februari 2017
Waktu : 08.00 - 16.30 WIB
Tempat : Aula Universitas Nasional, Blok I Lt.4, Jl. Sawo Manis No.61 Pejaten, Pasar Minggu Jakarta Selatan.

Untuk itu kami mohon agar Bapak/ Ibu segera mengirimkan File paper dan bukti transfer paling lambat 5 Februari 2017 melalui email : seminar.fpanas@gmail.com

Kami berharap dengan hormat kehadiran dan partisipasi Bapak/ Ibu.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Jakarta, 25 Januari 2017
Ketua Panitia,



Dr. Khotib Daryono, MSi
NIDN 0010045702



**UNIVERSITAS NASIONAL
FAKULTAS PERTANIAN**

SERTIFIKAT

DIBERIKAN KEPADA

Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr

Atas partisipasinya sebagai :
Pemakalah

SEMINAR NASIONAL

**"Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Lokal Menuju
Kemandirian Pangan Nasional yang Berkelanjutan"**

Jakarta, 8 Februari 2017

Makil Rektor Bidang PPMK

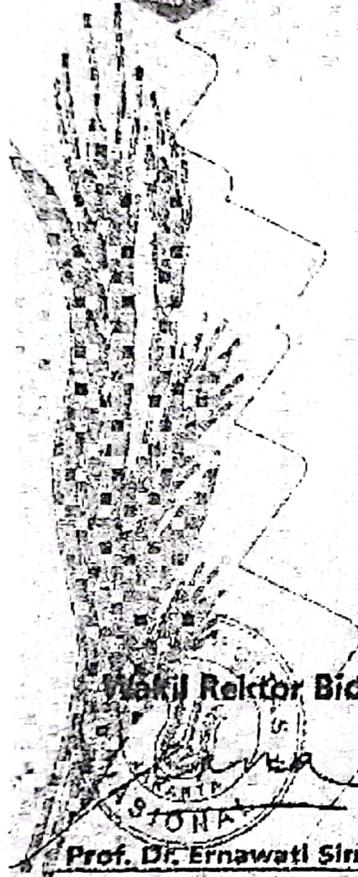
Prof. Dr. Ernawati Sinaga, M.S., Apt.

Dekan Fakultas Pertanian

Ir. Inkorena G.S. Sukartono, M. Agr

Ketua Pelaksana

Dr. Kiron Dwiyono





**INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
MATHEMATICS AND INFORMATICS (ICASMI)**

Secretariate: Faculty of Mathematics and Natural Science University of Lampung,
D. Sumastri Brojongora No.1 Rindur Lampung 35145
website: icasmi.fmipa.unila.ac.id e-mail: icasmi@fmipa.unila.ac.id



July,05, 2017

Subject: Notification of Acceptance

Dear Madame/Sir,
Dr.Diding Subandy, S.TP., M.Agr

We are happy to inform you that your paper entitled "Luwak Coffee Classification Using UV-Vis Spectroscopy Data: Comparison of LDA and SVM Methods" is accepted as oral presentation in the 1st International Conference on Applied Sciences Mathematics and Informatics "The Role and Innovation of Sciences in the Strengthening of Natural Resources", that will be held in Lampung, July, 13-15, 2017.

We are looking forward to seeing you soon. If there is any question, please feel free to contact us.

Your sincerely,
Chairman

Dr. Mustofa Umam, M.A.



**INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
MATHEMATICS AND INFORMATICS (ICASMI)**

Secretariate: Faculty of Mathematics and Natural Science University of Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
website: icasmi.fmipa.unila.ac.id e-mail: icasmi@fmipa.unila.ac.id



July,05, 2017

Subject: Notification of Acceptance

Dear Madame/Sir,
Meinilwita Yulia, S.TP, M.Agr.Sc

We are happy to inform you that your paper entitled "The Use of Support Vector Machine Regression (SVR) and UV-Vis Spectroscopy in Determination of Luwak Content in Coffee Blends" is accepted as oral presentation in the 1st International Conference on Applied Sciences Mathematics and Informatics "The Role and Innovation of Sciences in the Strengthening of Natural Resources", that will be held in Lampung, July, 13-15, 2017.

We are looking forward to seeing you soon. If there is any question, please feel free to contact us.

Your sincerely,
Chairman



Dr. Mustofa Usman, M.A.



CERTIFICATE OF APPRECIATION

This certify that

Dr. Diding Suhandy, S. TP., M. Agr.

has Contributed as

PRESENTER

1st International Conference on Applied Sciences Mathematics and Informatics (ICASMI)
"The Role and Innovation of Sciences in the Strengthening of Natural Resources"

Held by Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung

July 13-15, 2017 at Horison Hotel, Lampung, Indonesia



Prof. Dr. W. W. W. W. W., S.Si., DEA., Ph.D.



Dr. Mustofa Usman, M.A.
Chairman

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 166/Teknologi Pasca Panen
Tema : Ketahanan dan Keamanan Pangan
(Food Safety & Security)

LAPORAN TAHUN TERAKHIR PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL INSTITUSI



PENGGUNAAN KEMOMETRIKA DAN NEAR INFRARED SPECTROSCOPY UNTUK PROSES DISKRIMINASI KOPI LUWAK SECARA CEPAT DAN TIDAK MERUSAK

(The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for
rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)

Tahun ke-2 dari rencana 2 tahun

TIM PENELITI

Ketua:	
Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr	NIDN: 0003037803
Anggota:	
Sri Waluyo, S.TP, M.Si, Ph.D	NIDN: 0011027205
Cicik Sugianti, S.TP, M.Si	NIDN: 0022058801
Meinilwita Yulia, S.TP, M.Agr.Sc	NIDN: 0014057905

UNIVERSITAS LAMPUNG
Oktober 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENGGUNAAN KEMOMETRIKA DAN NEAR INFRARED SPECTROSCOPY UNTUK PROSES DISKRIMINASI KOPI LUWAK SECARA CEPAT DAN TIDAK MERUSAK (The use of chemometrics and near infrared spectroscopy for rapid and nondestructive discrimination of civet coffee)

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr DIDING SUHANDY, M.Si
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung
NIDN : 0003037803
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Pertanian
Nomor HP : 081373347128
Alamat surel (e-mail) : diding.sughandy@fp.unila.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : SRI WALUYO S.E., S.TP
NIDN : 0011027205
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Anggota (2)
Nama Lengkap : CICIH SUGIANTI S.TP., M.Si.
NIDN : 0022058801
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Anggota (3)
Nama Lengkap : MEINILWITA YULIAM. Agr.Sc
NIDN : 0014057905
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Lampung

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : Kelompok Tani Kopi BIMASUTRA
Alamat : Dusun Sumberrahayu RT 01 RW 02 Pekon Sidomulyo
Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus

Penanggung Jawab : Sri Winarko
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp95,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp170,000,000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian Unila

Kota Bandar Lampung, 31 - 10 - 2017
Ketua,



(Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si)
NIP/NIK 196110201986031002

(Dr DIDING SUHANDY, M.Si)
NIP/NIK 197803032001121001

Menyetujui,
a.n. Ketua L.P.P. M.H. Lampung, Sekretaris



(Dr. Waluyo, M.Si)
NIP/NIK 196012081989021001

RINGKASAN

Indonesia merupakan salah satu penghasil utama kopi luwak (*civet coffee*). Kopi luwak tidak berasal dari spesies kopi khusus, namun berasal dari buah kopi robusta atau kopi arabika yang telah dimakan oleh hewan luwak atau Musang (*Paradoxurus hermaphrodirus*). Buah kopi tersebut kemudian diproses melalui sistem pencernaan luwak dan kemudian biji kopi tersebut dikeluarkan dalam bentuk kotoran hewan luwak. Kotoran tersebut diambil biji kopinya, dibersihkan, dikeringkan dengan sinar matahari sehingga menjadi biji kopi luwak.

Keterbatasan produksi kopi luwak di satu sisi serta harga kopi luwak yang cenderung terus naik karena permintaan dunia terhadap kopi luwak yang terus meningkat menyebabkan pemalsuan atau pengoplosan kopi luwak tidak bisa dihindarkan. Saat ini diperlukan suatu terobosan untuk menciptakan inovasi teknologi yang mampu memastikan keaslian kopi luwak dan mampu membedakan kopi luwak dari kopi bukan luwak. Pada penelitian ini investigasi penggunaan teknik UV-Vis-NIR *spectroscopy* dan kemometrika dilakukan untuk membedakan antara kopi luwak dan kopi bukan luwak serta mendeteksi keberadaan bahan bukan kopi luwak yang dicampurkan ke dalam kopi luwak asli. Bukan hanya mendeteksi tapi juga sekaligus mengkuantifikasi bahan yang ditambahkan tersebut.

UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan dua metode klasifikasi yaitu metode linear (metode LDA) dan metode non-linear (metode SVMC) berhasil mengklasifikasikan kopi luwak dan kopi bukan luwak (sampel bentuk kopi bubuk). Untuk sampel kalibrasi *confusion matrix* menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% baik untuk metode LDA maupun metode SVMC. Seluruh sampel prediksi mampu dikelompokkan sesuai dengan kelas atau grup yang seharusnya. Hasil ini memberikan pilihan untuk proses dan monitoring uji keaslian kopi luwak secara mudah menggunakan UV-Vis *spectroscopy* dan metode LDA atau SVMC.

UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan metode regresi berbasis algoritma SVM (*support vector machines*) memiliki prospek untuk digunakan sebagai salah satu metode untuk uji adanya proses pencampuran pada kopi luwak (sampel kopi bubuk). Hasil penelitian menunjukkan metode regresi SVM sebagai salah satu pendekatan algoritma non-linear mampu menghitung kandungan kopi luwak dalam campuran kopi luwak-kopi bukan luwak. Ini memberikan pilihan lain selain dengan menggunakan pendekatan linear menggunakan metode regresi PLS seperti telah dilaporkan secara terperinci di laporan akhir tahun pertama (2016).

Pada proses pengembangan uji keaslian kopi luwak salah satu kendala yang dihadapi adalah pengaruh variasi ukuran partikel kopi bubuk. Untuk memperoleh model regresi yang mampu mengkompensasi pengaruh ukuran partikel kopi bubuk, sebuah pendekatan menggunakan metode regresi PLS2 telah diujicobakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode PLS2 mampu menghasilkan model PLS-DA yang handal dan mampu memprediksi dengan baik seluruh sampel prediksi dengan dua ukuran partikel yang berbeda (212 dan 500 μm).

Secara umum analisis PCA menunjukkan proses diskriminasi kopi luwak dan kopi bukan luwak pada bentuk biji kopi disangrai menggunakan NIR *spectroscopy* sangat memungkinkan. Kedua jenis kopi terlihat terpisah di sepanjang sumbu mendatar. Sehingga secara umum dapat dikatakan bahwa kopi luwak baik dalam bentuk biji maupun bubuk dapat dibedakan secara akurat menggunakan teknologi *spectroscopy*. Di masa depan teknologi diharapkan dapat mendorong perkembangan kopi luwak sebagai produk andalan bangsa.

Kata kunci: UV-Vis *spectroscopy*, NIR *spectroscopy*, PLS-DA, metode SIMCA, pengoplosan, uji keaslian.

PRAKATA

Alhamdulillah Robbil Alamin. Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunia nikmat yang telah diberikan. Allahumma sholli ala Sayyidina Muhammad. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah atas junjungan Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, shahabatnya dan seluruh ummatnya.

Akhirnya atas pertolongan Allah SWT kami dapat menyelesaikan laporan tahun terakhir penelitian hibah STRANAS yang berjudul: PENGGUNAAN KEMOMETRIKA DAN NEAR INFRARED SPECTROSCOPY UNTUK PROSES DISKRIMINASI KOPI LUWAK SECARA CEPAT DAN TIDAK MERUSAK dan didanai oleh KEMENRISTEKDIKTI T.A.2017 dengan surat kontrak No. No. 585/UN26.21/KU/2017.

Pada penelitian ini kami melanjutkan tahapan riset yang sebelumnya sudah dimulai di tahun pertama, termasuk melanjutkan proses penerbitan artikel ilmiah baik nasional maupun internasional. Di akhir tahun pertama kami berhasil mengirimkan beberapa artikel dan di tahun kedua ini kami berhasil memetik hasilnya. Dua artikel telah terbit di jurnal nasional tidak terakreditasi, 2 artikel siap terbit di jurnal nasional terakreditasi, 1 artikel telah terbit di jurnal internasional bereputasi dengan kualifikasi Q2, juga 1 artikel telah terbit di prosiding terindeks SCOPUS. Untuk prosiding terindeks SCOPUS, kami juga berhasil menambahnya di akhir penelitian tahun kedua ini yaitu seminar internasional ICChESA2017 dan AESAP2017. Untuk luaran penelitian lainnya seperti buku ajar, saat ini sudah selesai disusun dalam bentuk draft buku ajar dan siap untuk memperoleh ISBN.

Untuk tahapan penelitian di tahun terakhir ini, kami melanjutkan proses pengembangan model untuk studi kualitatif dan kuantitatif untuk kopi luwak menggunakan metode linear dan non-linear. Kami juga mengevaluasi penggunaan metode PLS2 untuk mengkompensasi pengaruh variasi ukuran partikel kopi bubuk yang dipakai. Penelitian untuk diskriminasi kopi luwak dalam bentuk biji kopi sangrai juga telah selesai dilakukan dan saat ini masuk tahapan pengolahan data.

Untuk seminar, tahun ini (2017) kami telah mengikuti 2 seminar nasional (Universitas Nasional dan Politeknik Negeri Lampung) dan 4 seminar internasional (ICASMI 2017, ISAEIS 2017, ICChESA 2017 dan AESAP 2017).

Riset ini juga menghasilkan teknologi tepat guna (TTG) uji keaslian kopi luwak menggunakan teknologi UV Vis Spectroscopy. Dan tahun 2017 ini TTG yang kami hasilkan mendapatkan penghargaan Inovasi Award (Juara II) dari Pemprov Lampung.

Pada akhirnya kami ingin menghaturkan ucapan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga terlaksananya penelitian ini. Terima kasih kepada pihak KEMENRISTEKDIKTI yang telah memberikan 100% pendanaan atas penelitian ini. Terima kasih kepada seluruh anggota tim riset (Pak Sri Waluyo, Ibu Cicih Sugianti dan Ibu Meinilwita Yulia) yang telah membantu dalam pelaksanaan riset dan diskusi selama penelitian berlangsung. Terima kasih kepada seluruh mahasiswa yang telah membantu penelitian ini. Terima kasih kepada seluruh staf LPPM Universitas Lampung yang telah membantu kelancaran penelitian ini. Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, 30 Oktober 2017



Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr
Peneliti Utama

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
PRAKATA.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB 1.PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Urgensi Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Kopi Luwak (<i>Civet Coffee</i>).....	9
a. Proses Pengolahan Kopi Luwak.....	9
b. Prospek Pengembangan Kopi Luwak di Indonesia.....	10
2.2. <i>Near Infrared</i> (NIR) <i>Spectroscopy</i>	10
2.3. Peta Jalan Penelitian.....	12
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	17
3.1. Tujuan Penelitian.....	17
3.2. Manfaat Penelitian.....	18
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	20
4.1. Lokasi Penelitian.....	20
4.2. Penelitian Tahun Kedua Bagian 1 (Tahun 2017).....	20
a. Bahan Penelitian.....	20
b. Penyiapan Sampel Campuran.....	20
c. Pengambilan Spektra (<i>Spectral acquisition</i>).....	21
d. Analisis Kemometrika.....	21
e. Evaluasi Persamaan Kalibrasi.....	22
4.3. Penelitian Tahun Kedua Bagian 2 (Tahun 2017).....	22
a. Membuat persamaan kalibrasi yang mampu mengkompensasi pengaruh variasi suhu untuk menentukan konsentrasi pencampuran pada kopi luwak.....	23
b. Monitoring kualitas dan deteksi ada tidaknya kandungan campuran pada kopi luwak secara cepat menggunakan NIR <i>spectroscopy</i>	23
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	24
5.1. Proses Tindak Lanjut Penulisan Artikel di Tahun Pertama.....	24
5.2. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear dan Non-Linear.....	24
5.3. Pengembangan Model Regresi Dengan Metode Non-Linear.....	25
5.4. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear Untuk Kopi Luwak Single Bean.....	27
5.5. Pengembangan Model Diskriminasi Kopi Bubuk Dengan NIR Spectroscopy Yang Mampu Mengkompensasi Variasi Ukuran Partikel Kopi Bubuk.....	28
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perumusan masalah dan solusi yang ditawarkan untuk mengatasinya (tahun pertama dan kaitannya dengan tahun kedua).....	5
Gambar 1.2	Ilustrasi contoh penempelan stiker pada kemasan kopi luwak hasil deteksi keaslian menggunakan NIR <i>spectroscopy</i>	8
Gambar 2.1	Proses pembuatan kopi luwak yang melibatkan hewan luwak.....	9
Gambar 2.2	Spektrum gelombang elektromagnetik (Davies, 2005).....	11
Gambar 2.3	Peta jalan penelitian dan hubungannya dengan usul penelitian.....	16
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian yang meliputi dua tahap kegiatan.....	18
Gambar 5.1	Plot hasil diskriminasi kopi luwak menggunakan metode linear LDA.....	24
Gambar 5.2	Model klasifikasi berbasis SVM untuk membedakan kopi luwak dan bukan luwak dengan 2 <i>principal components</i> (PCs).....	25
Gambar 5.3	Model regresi berbasis SVM pada interval 190-700 nm.....	26
Gambar 5.4	Plot hasil prediksi menggunakan model regresi SVM.....	26
Gambar 5.5	Sistem pengambilan spektra biji kopi tanggal untuk kopi luwak dan bukan luwak dengan mode <i>transmittance</i>	27
Gambar 5.6	Hasil plot analisis PCA untuk sampel biji kopi luwak dan bukan luwak.....	28
Gambar 5.7	Model diskriminasi PLS-DA untuk biji kopi luwak dan bukan luwak.....	28
Gambar 5.8	Spektra NIR sampel kopi luwak dengan ukuran partikel yang berbeda (212 and 500 μm) pada panjang gelombang 1200-2600 nm.....	29
Gambar 5.9	Model diskriminasi PLS-DA menggunakan PLS1 (tanpa kompensasi).....	30
Gambar 5.10	Hasil prediksi menggunakan ukuran partikel yang berbeda 212 mikrometer di sebelah kiri dan 500 mikrometer di sebelah kanan.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Terminologi statistik terapan yang digunakan untuk mengevaluasi persamaan kalibrasi.....	22
-----------	--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Output penelitian berupa artikel di jurnal nasional terakreditasi (Bukti Penerimaan).....	36
Lampiran 2.	Output penelitian berupa artikel di jurnal internasional bereputasi (Bukti Penerimaan).....	37
Lampiran 3.	Output penelitian berupa artikel di prosiding terindeks SCOPUS.....	38
Lampiran 4.	Seminar nasional di Universitas Nasional (artikel terbit dalam prosiding).....	39
Lampiran 5.	Seminar internasional ICASMI tahun 2017 (selesai presentasi).....	41
Lampiran 6.	Seminar internasional ISAEIS PERTETA tahun 2017 (selesai presentasi).....	45
Lampiran 7.	Seminar internasional ICChESA tahun 2017 (selesai presentasi)..	47
Lampiran 8.	Seminar internasional AESAP tahun 2017 (selesai presentasi).....	48
Lampiran 9.	Foto kegiatan penelitian.....	50
Lampiran 10.	Foto kegiatan seminar nasional dan internasional.....	51
Lampiran 11.	Draft artikel di ICASMI 2017.....	55
Lampiran 12.	Draft artikel di ICChESA 2017.....	63
Lampiran 13.	Draft artikel di AESAP 2017.....	70
Lampiran 14.	Penghargaan Inovasi Daerah Provinsi Lampung tahun 2017.....	76

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kopi merupakan salah satu minuman paling populer setelah air biasa dan merupakan salah satu jenis komoditas perdagangan internasional yang paling penting di dunia saat ini. Di dunia kopi ditanam di kawasan tropis dengan Indonesia sebagai penghasil biji kopi terbesar nomor empat di dunia. Provinsi Lampung sendiri merupakan salah satu sentra penghasil biji kopi di Indonesia dan kopi Lampung dikenal dengan julukan sebagai salah satu kopi terbaik Indonesia karena aroma dan rasanya yang khas.

Saat ini paling tidak terdapat tiga jenis kopi yang sering dibudidayakan dan tersedia di pasaran dunia yaitu kopi robusta, kopi arabika dan kopi liberika. Namun demikian di Indonesia jenis kopi yang berkembang hanya kopi robusta dan kopi arabika. Kopi robusta berasal dari tanaman *Coffea canephora*, sedangkan kopi arabika berasal dari tanaman *Coffea arabica* (Huck *et al.*, 2005; Illy and Viani, 1996). Selain kedua jenis kopi tersebut, di Indonesia juga terdapat jenis kopi lain yaitu kopi luwak (*civet coffee*). Kopi luwak tidak berasal dari spesies kopi khusus, namun berasal dari buah kopi robusta atau kopi arabika yang telah dimakan oleh hewan luwak atau musang (*Paradoxurus hermaphrodirus*), buah kopi tersebut kemudian diproses melalui sistem pencernaan dan kemudian biji kopi tersebut dikeluarkan dalam bentuk kotoran hewan luwak. Kotoran tersebut diambil biji kopinya, dibersihkan, dikeringkan dengan sinar matahari sehingga menjadi biji kopi luwak.

Luwak secara alamiah akan memilih dan hanya mengkonsumsi buah kopi yang benar-benar matang sempurna (*full ripen*). Setelah dimakan luwak, buah kopi akan mengalami sejumlah proses di dalam sistem pencernaan luwak dan pada akhirnya yang tertinggal adalah biji kopi yang dikeluarkan bersamaan dengan sekresi kotoran dari hewan luwak. Marcone (2004a) menjelaskan bahwa proses pencernaan buah kopi di dalam sistem pencernaan luwak termasuk di antaranya proses penguraian sejumlah protein yang ternyata mampu menghasilkan aroma dan rasa kopi yang sangat unik.

Seiring dengan meningkatnya popularitas dan apresiasi kopi luwak dan ketersediaan pasokan kopi luwak yang sangat terbatas telah menjadikan kopi luwak sebagai komoditas kopi yang paling bernilai dan mahal harganya saat ini (Marcone, 2004a). Kopi luwak dijual dengan harga sekitar 800 dolar AS per kilogram (sekitar Rp 8.800.000,00 dengan kurs Rp 11.000,00/dolar AS) di sejumlah negara termasuk Inggris, Amerika Serikat, Australia, Jepang, Korea Selatan, dan Singapura (www.harianterbit.com).

Keterbatasan produksi kopi luwak di satu sisi serta harga kopi luwak yang cenderung

terus naik karena permintaan dunia terhadap kopi luwak yang terus meningkat menyebabkan pemalsuan atau pengoplosan kopi luwak tidak bisa dihindarkan. Untuk mendapatkan keuntungan yang besar dalam tempo yang singkat tidak sedikit oknum yang kemudian mengoplos kopi luwak dengan kopi bukan luwak seperti dengan kopi arabika atau kopi robusta. Jika pengoplosan ini tidak segera diatasi maka harga mahal kopi luwak saat ini diperkirakan tak lama lagi akan berakhir. Salah satunya adalah seperti yang disampaikan oleh salah seorang profesor dari Universitas Kanazawa, Yukio Hirose (Tribunnews.com). "Kopi luwak memang enak dan tidak sedikit orang Jepang menyukainya," papar Hirose, pemenang Ig Nobel tahun 2003. Ig Nobel adalah hadiah Nobel yang diberikan kepada seseorang karena membuat orang lain bisa tertawa, lalu berpikir, menciptakan kreativitas imajinatif sehingga membuat orang tertarik akan sains, bidang medis dan teknologi. Meskipun demikian, harga kopi luwak sangat mahal di Jepang, untuk minum satu gelas kopi luwak saja bisa menghabiskan 5000 yen (setara dengan kurang lebih Rp 500.000,00), "Itu pun kalau asli. Kenyataan kini banyak yang palsu atau campuran dengan kopi lain, sehingga membingungkan orang Jepang," tambahnya. Itulah sebabnya kopi luwak semakin ditinggal warga Jepang, karena banyak pemalsuan di dalam perdagangan kopi luwak saat ini.

Pada titik inilah diperlukan suatu terobosan untuk menciptakan inovasi teknologi yang mampu memastikan keaslian kopi luwak dan mampu membedakan kopi luwak dari kopi bukan luwak. Teknologi ini diharapkan dapat melindungi kualitas dan keaslian produk kopi luwak yang akhirnya memberikan keuntungan baik bagi petani kopi luwak maupun konsumen kopi luwak. Bagi petani sangat jelas bahwa mempertahankan keaslian produk kopi luwak sama pentingnya dengan usaha produksi kopi luwak itu sendiri. Ketika keaslian produk kopi luwak tidak terjaga maka akan berimbas pada hilangnya kepercayaan konsumen dan turunnya harga kopi luwak yang pada akhirnya merugikan petani kopi itu sendiri. Bagi konsumen tentu saja kepastian akan produk kopi luwak yang asli alias bebas pengoplosan menjadi sangat penting karena telah membeli kopi luwak dengan harga sangat mahal.

Saat ini tidak ada satupun metode atau teknik yang bisa diterima secara internasional untuk mengevaluasi apakah kopi itu asli kopi luwak atau bukan. Bahkan secara morfologi, sangatlah tidak mudah membedakan antara biji kopi luwak dengan biji kopi bukan luwak. Tingkat kesulitan dalam identifikasi perbedaan keduanya semakin sulit saat biji kopi tersebut diproses lebih lanjut seperti pada biji kopi sangrai atau bahkan biji kopi bubuk (Schievano *et al.*, 2014). Sehingga biasanya petani kopi secara tradisional membedakan kopi luwak atau bukan dengan cara yang sangat tradisional yaitu dengan mencium aroma biji kopi luwak. Aroma kopi luwak yang khas berasal dari komposisi senyawa-senyawa kimia di dalam biji

kopi luwak yang memang berbeda dengan kopi bukan luwak (Bernard *et al.*, 2005). Untuk memastikan biasanya penilaian juga melibatkan beberapa orang panelis untuk menguji apakah benar produk itu asli kopi luwak atau bukan. Namun demikian, teknik penilaian seperti ini jelas memiliki banyak sekali kelemahan. Seperti kesulitan untuk melatih para panelis sehingga mereka benar-benar objektif dalam menilai, tingkat konsistensi panelis dalam mencium aroma sehingga bisa membedakan kopi luwak atau bukan, serta tidak kalah penting adalah variasi antar panelis yang sangat tinggi bisa menyebabkan penilaian kopi luwak menjadi tidak mudah (Shilbayeh and Iskandarani, 2004). Sehingga, saat ini diperlukan suatu inovasi teknologi penilaian kopi luwak yang mampu membedakan kopi luwak dan kopi bukan luwak secara konsisten, cepat dan tidak merusak (*consistent, rapid and nondestructive*).

Near Infrared (NIR) spectroscopy merupakan salah satu metode tidak merusak yang telah digunakan secara luas pada aplikasi deteksi adanya pengoplosan (*adulteration*) pada banyak produk pertanian komersial. Pengoplosan yang terjadi biasanya melibatkan proses pencampuran produk yang berkualitas (mahal) dengan produk sejenis yang kurang berkualitas (murah). Misalnya pada kopi adanya pencampuran antara kopi arabika (mahal) dengan kopi robusta (murah). Pada biji coklat, adanya pencampuran (pengoplosan) antara biji coklat hasil fermentasi (kualitas baik) dengan biji coklat yang belum difermentasi (kurang baik). Beberapa riset sebelumnya telah menggunakan NIR *spectroscopy* untuk investigasi dan evaluasi keaslian (*authentication*) beberapa jenis produk pangan seperti pada teh (Chen *et al.*, 2008) dan coklat (Teye *et al.*, 2014). NIR *spectroscopy* juga dikombinasikan dengan teknik kemometrika untuk mengidentifikasi jenis-jenis teh (Chen *et al.*, 2009), kemudian digunakan juga untuk evaluasi perbedaan pada biji coklat Ghana (Teye *et al.*, 2013). Untuk kopi, NIR *spectroscopy* juga telah diujicobakan untuk membedakan jenis kopi arabika dan robusta berdasarkan kandungan *tocopherol* (Alves *et al.*, 2009). Riset-riset tersebut telah menunjukkan bahwa NIR *spectroscopy* memiliki potensi untuk digunakan sebagai *tool* untuk proses identifikasi dan diskriminasi pada kopi luwak. Hanya saja, sampai saat ini studi penggunaan NIR *spectroscopy* bersama-sama dengan teknik kemometrika untuk proses identifikasi dan diskriminasi kopi luwak belum dilakukan. Sehingga penelitian ini merupakan sebuah upaya untuk merealisasikan potensi NIR *spectroscopy* untuk membedakan kopi luwak dari kopi bukan luwak secara cepat dan tidak merusak. Keberhasilan teknik diskriminasi kopi luwak secara cepat dan tidak merusak akan membuka jalan bagi upaya perlindungan terhadap produk unggulan bangsa Indonesia yakni kopi luwak dan terbentuknya teknik monitoring kualitas kopi luwak untuk memastikan ada tidaknya proses pencampuran kopi luwak dengan kopi bukan luwak yang bisa berakibat terjadinya penurunan kualitas kopi luwak yang diperdagangkan. Pada prakteknya ke

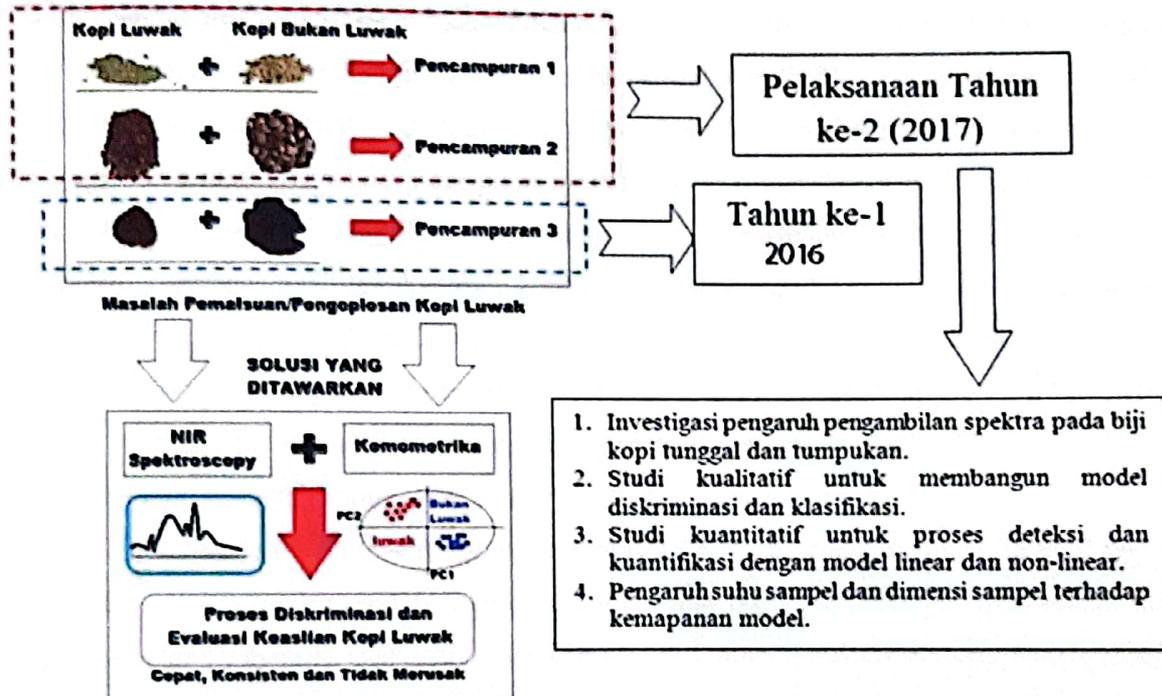
depan, teknologi ini dapat dijadikan sebagai acuan bagi produsen dan konsumen untuk mendapatkan harga yang adil (fair) pada produk kopi luwak yang diperdagangkan.

1.2. Perumusan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan yang harus segera diselesaikan adalah adanya masalah pencampuran (pengoplosan) kopi luwak. Seperti digambarkan di Gambar 1.1, proses pencampuran (pengoplosan) bisa terjadi pada tiga bentuk produk. Pertama pencampuran bisa terjadi pada bentuk biji kopi, di mana biji kopi luwak (*green coffee bean*) dicampur dengan biji kopi bukan luwak (biasanya dicampur dengan kopi arabika). Pada tahap ini identifikasi untuk membedakan biji kopi luwak dan bukan luwak biasanya masih memungkinkan dilakukan secara visual meskipun harus dilakukan oleh seorang ahli (*expert*) dan tentu saja hasilnya sangat tidak konsisten dan sangat subyektif. Pencampuran kedua adalah pencampuran pada bentuk biji kopi luwak yang telah disangrai (*roasted bean*). Pencampuran ketiga adalah pencampuran pada bentuk biji kopi luwak yang telah digiling (*ground bean*). Identifikasi untuk membedakan kopi luwak dan bukan kopi luwak pada bentuk pencampuran kedua dan ketiga sangat sulit dilakukan secara visual bahkan oleh seorang ahli sekalipun.

Pada titik inilah, pada penelitian ini tim pengusul menawarkan solusi penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* dan teknik kemometrika sebagai solusi untuk mendeteksi adanya pencampuran pada kopi luwak baik pada bentuk biji kopi (*green coffee bean*), kopi sangrai atau pun kopi bubuk. Proses diskriminasi dan evaluasi keaslian produk kopi luwak menggunakan NIR *spectroscopy* bersama-sama dengan teknik kemometrika sangat potensial dalam memberikan perlindungan kualitas kopi luwak secara cepat, konsisten dan tidak merusak. Luaran dari riset ini di tahun pertama adalah pengembangan model berbasis NIR *spectroscopy* dan kemometrika yang memiliki kemampuan untuk membedakan antara kopi luwak dan kopi bukan luwak. Seperti pada Gambar 1.1, tahun pertama (2016) fokus riset membedakan kopi luwak dan bukan luwak pada jenis pencampuran ketiga (kopi bubuk). Hasil yang telah dicapai di tahun pertama riset (2016) telah memperlihatkan potensi penggunaan teknologi UV-visible-NIR *spectroscopy* sebagai metode analisis yang cepat yang bisa membedakan (diskriminasi) kopi luwak dan kopi bukan luwak dengan hasil yang memuaskan (Suhandy *et al.*, 2016a; Suhandy *et al.*, 2016b; Yulia *et al.*, 2016; Suhandy *et al.*, 2016c; Suhandy *et al.*, 2016d). Dengan metode SIMCA, model diskriminasi yang dibangun bisa membedakan kopi bubuk luwak dan kopi bubuk bukan luwak dengan nilai akurasi sebesar 95% (Suhandy *et al.*, 2016b). Model berbasis regresi PLS juga telah berhasil dibangun untuk mengkuantifikasi konsentrasi kopi bubuk bukan luwak yang ditambahkan ke dalam kopi bubuk luwak dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0.98 dan nilai RPD sebesar 4.64 (Suhandy *et al.*, 2016d).

Di tahun kedua (2017), riset akan dilanjutkan dengan pengembangan model berbasis UV-visible-NIR spectroscopy untuk proses diskriminasi kopi luwak dan bukan luwak pada bentuk pencampuran pertama dan kedua. Selain itu sebagai sebuah teknologi, NIR *spectroscopy* juga memiliki kelemahan salah satunya adalah model yang dibangun berbasis NIR *spectroscopy* sangat sensitif terhadap suhu. Sehingga di tahun kedua penelitian, tim pengusul juga akan mengidentifikasi pengaruh suhu terhadap model yang dihasilkan serta pengembangan teknik kompensasi pengaruh suhu terhadap model diskriminasi kopi luwak berbasis NIR *spectroscopy* dan kemometrika (lihat Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Perumusan masalah dan solusi yang ditawarkan untuk mengatasinya (tahun pertama dan kaitannya dengan tahun kedua).

1.3. Urgensi Penelitian

Penelitian ini menjadi sangat strategis dan penting untuk dilaksanakan dengan beberapa alasan.

1. Saat ini kopi luwak merupakan salah satu produk pertanian andalan bagi Indonesia dan khususnya bagi Provinsi Lampung. Dengan potensi produksi kopi luwak yang dimiliki oleh Provinsi Lampung dan harga kopi luwak di dunia yang sangat tinggi tentu saja usaha pengembangan agroindustri kopi luwak di Provinsi Lampung menjadi sangat penting. Untuk mendukung pengembangan kopi luwak Lampung maka introduksi berbagai teknologi budidaya dan pascapanen untuk kopi luwak menjadi salah satu prioritas yang harus dikedepankan. Sebab kalau tidak, bisa jadi kopi luwak Indonesia akan tertinggal dan

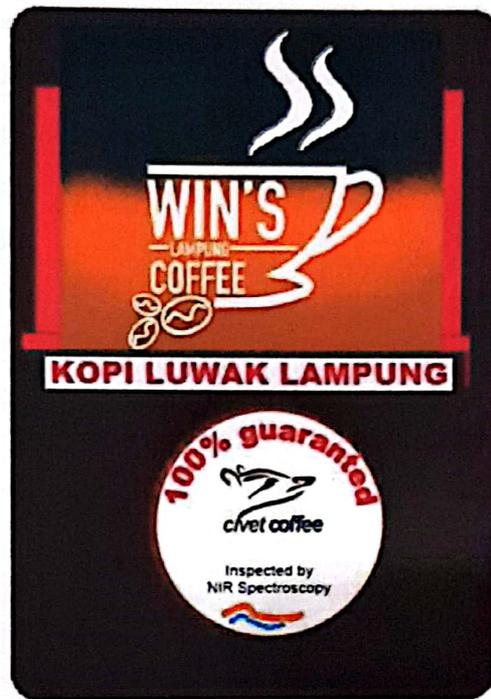
pasar kopi luwak akan diambil alih oleh negara lain seperti Vietnam atau Filipina yang juga tengah gencar mengembangkan kopi luwak. Kedua, untuk menjaga kualitas dan kredibilitas kopi luwak Indonesia maka isu pengoplosan kopi luwak harus segera diatasi sebab jika dibiarkan maka pasar kopi luwak akan ikut tergerus. Sehingga secara khusus, pengembangan teknologi diskriminasi kopi luwak menjadi sangat penting untuk segera direalisasikan sehingga produk kopi luwak Indonesia terjaga keasliannya sehingga ke depan pasar kopi luwak Indonesia tetap akan terjaga.

2. Untuk menghasilkan sistem evaluasi biji kopi luwak yang dapat diterima secara internasional maka proses penilaian biji kopi luwak tersebut haruslah bersifat konsisten (*consistent*), tidak merusak (*nondestructive*) dan cepat (*rapid*). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* layak diandalkan. NIR *spectroscopy* merupakan teknologi mapan yang telah menghasilkan ribuan karya ilmiah dalam ratusan macam jurnal internasional di berbagai bidang termasuk pertanian. Bahkan aplikasi pertama dari NIR *spectroscopy* dilakukan oleh Karl Norris untuk menilai kadar air biji-bijian secara tidak merusak (Davies, 2005). Lebih khusus lagi Santos *et al.* (2012) telah memberikan gambaran potensi penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* untuk studi kuantitatif pada biji kopi. Sehingga penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* untuk penilaian biji kopi luwak sangat memungkinkan untuk dilakukan.
3. Kemudian, Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung melalui hibah TPSDP (ADB Loan No. 1792) telah mendapatkan seperangkat alat NIR *spectroscopy* yang terdiri atas *spectrometer* (VIS-NIR USB4000 dari The Ocean Optics, USA), *light source* (berbahan lampu tungsten halogen), fiber optik dalam mode interaktif (*interactance mode*). Sehingga penelitian studi identifikasi dan diskriminasi biji kopi luwak menggunakan NIR *spectroscopy* sangatlah mungkin dilakukan.
4. Peneliti utama dari penelitian ini yaitu Dr. Diding Suhandy, STP, M.Agr, seorang doktoral alumnus Kyoto University dan magister alumnus Kochi University, Jepang yang selama kurang lebih 5 tahun menyelesaikan thesis masternya di bidang teknologi NIR *spectroscopy* dan disertasi di bidang *terahertz* (THz) *spectroscopy*. Pengalaman mengikuti konferensi internasional di bidang NIR *spectroscopy*, pengalaman menggunakan peralatan NIR *spectroscopy*, serta pengalaman menulis karya tulis bidang NIR *spectroscopy* di jurnal internasional merupakan modal berharga bagi jaminan terlaksananya penelitian ini dengan hasil yang baik. Selain itu pengalaman riset selama ini di bidang NIR *spectroscopy* yang didanai oleh DIKTI juga memberikan dukungan bagi terlaksananya penelitian ini. Akhirnya, pengalaman selama 5 tahun ditempa di universitas Jepang yang memiliki budaya penelitian

yang berkualitas tinggi jelas merupakan suatu modal penting bagi terlaksananya penelitian ini. Apalagi dengan usia yang relatif muda (38 tahun) dukungan energi dan ketersediaan waktu untuk penelitian ini juga merupakan modal tidak ternilai guna menjamin suksesnya penelitian ini.

5. Kemudian penelitian ini akan dibantu oleh 3 orang peneliti anggota. Pertama adalah Sri Waluyo, S.TP, M.Si, Ph.D, seorang alumnus Missouri University USA dan berpengalaman dalam teknologi pasca panen serta penggunaan teknologi tidak merusak untuk pasca panen misalnya teknologi akustik untuk penilaian mutu buah-buahan. Kedua adalah Cicih Sugianti, S.TP, M.Si seorang magister alumnus Institut Pertanian Bogor (IPB) yang juga memiliki ketertarikan riset di bidang rekayasa pasca panen. Ketiga, Meinilwita Yulia, S.TP, M.Agr.Sc, seorang magister alumnus Kyoto University (Jepang) yang telah menekuni bidang rekayasa pasca panen lebih khusus lagi tertarik dengan riset berbasis optik menggunakan peralatan *spectroscopy* (NIR dan THz). Selain itu beliau juga sedang menekuni riset di bidang kemometrika dan aplikasinya untuk pemecahan masalah-masalah di bidang *spectroscopy* (Yulia *et al.*, 2014). Ini merupakan urgensi betapa dari sisi kemampuan tim peneliti, penelitian ini didukung dengan kemampuan riset yang memadai baik dari ketua peneliti maupun anggota peneliti sehingga sangat layak untuk dilaksanakan. Termasuk di dalamnya, kepakaran peneliti utama terlihat dari publikasi internasional di bidang *spectroscopy* juga menunjukkan dimungkinkannya penelitian ini dapat berjalan dengan baik (Suhandy *et al.*, 2012a; Suhandy *et al.*, 2012b; Suhandy *et al.*, 2013; Shan *et al.*, 2014). Penelitian ini pun direncanakan untuk menghasilkan luaran salah satunya publikasi di jurnal nasional terakreditasi dan di jurnal bereputasi internasional.
6. Provinsi Lampung sebagai salah satu sentra produksi kopi luwak dapat memperoleh manfaat secara langsung dari penelitian ini. Monitoring kualitas dan keaslian produk kopi luwak menggunakan NIR *spectroscopy* dapat menjadi solusi teknologi terapan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan menjaga keaslian kopi luwak yang dihasilkan sehingga pada akhirnya bisa mendukung upaya perlindungan produk andalan bangsa.
7. Terakhir, penelitian ini juga akan melibatkan mitra calon pengguna teknologi yang akan dihasilkan. Saat ini mitra yang sudah bersedia salah satunya adalah kelompok tani kopi BIMA SUTRA yang berlokasi di Kabupaten Tanggamus yang merupakan salah satu sentra kopi luwak di Provinsi Lampung selain di Kabupaten Lampung Barat. Penelitian ini juga melibatkan mitra dari industri rumah tangga yang memproduksi kopi bubuk luwak dengan merek Win Coffee. Kesiediaan mitra untuk terlibat dalam penelitian ini tentu saja akan memberikan jaminan ketersediaan bahan baku penelitian dan aspek penerapan teknologi

yang dihasilkan yakni untuk memastikan keaslian kopi luwak. Salah satunya dalam bentuk penempelan stiker tambahan “100% *proved asli luwak dengan sensor NIR spectroscopy*” di kemasan kopi luwak produksi Win Coffee seperti diilustrasikan di Gambar 1.2. Hal ini tentu saja memperkuat betapa urgennya penelitian ini untuk dilaksanakan.



Gambar 1.2 Ilustrasi contoh penempelan stiker pada kemasan kopi luwak hasil deteksi keaslian menggunakan *NIR spectroscopy*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kopi Luwak (*Civet Coffee*)

a. Proses Pengolahan Kopi Luwak

Proses pembuatan kopi luwak dimulai dari pemilihan buah kopi masak penuh oleh hewan luwak. Seperti pada Gambar 2.1, luwak akan memilih buah kopi yang betul-betul masak penuh sebagai makanannya, dan setelahnya, biji kopi yang dilindungi kulit keras dan tidak tercerna akan keluar bersama kotoran luwak. Biji kopi yang keluar bersama kotoran luwak telah mengalami proses fermentasi di dalam tubuh luwak dan itu memberikan cita rasa khas kopi luwak (Marcone, 2004a). Fermentasi yang sangat tinggi di dalam tubuh luwak melibatkan enzim-enzim yang tentunya menjadikan cita rasa yang sangat kuat dan memiliki kenikmatan tersendiri. Suhu ketika fermentasi di dalam perut luwak dapat mencapai antara 200-265°C (Marcone, 2004a).



Gambar 2.1 Proses pembuatan kopi luwak yang melibatkan hewan luwak.

Setelah biji kopi dipisahkan dari kotoran luwak, kemudian dicuci dan dikeringkan hingga kadar air sekitar 12%. Karena prosesnya yang melibatkan hewan luwak ini maka produksi kopi luwak sangat terbatas. Dalam sehari seekor luwak hanya bisa memproduksi 0,2-0,4 kg biji kopi luwak. Itulah mengapa kopi luwak asli bisa menjadi sangat mahal, karena produksinya sangat sedikit. Keterbatasan produksi di satu sisi dan tingginya permintaan kopi luwak di sisi yang lain telah mendorong banyak tindakan pemalsuan atau pengoplosan kopi luwak. Dalam sebuah studi, Marcone (2004b) melaporkan angka pemalsuan kopi luwak di pasar Amerika Serikat cukup tinggi sebesar 41% atau hampir setengah dari kopi luwak yang diuji ternyata telah dioplos atau dicampur dengan biji kopi bukan luwak. Hal ini juga mendorong pentingnya proses monitoring kualitas dan keaslian kopi luwak dari mulai produksi hingga pasar/retail sebelum sampai ke tangan konsumen.

b. Prospek Pengembangan Kopi Luwak di Indonesia

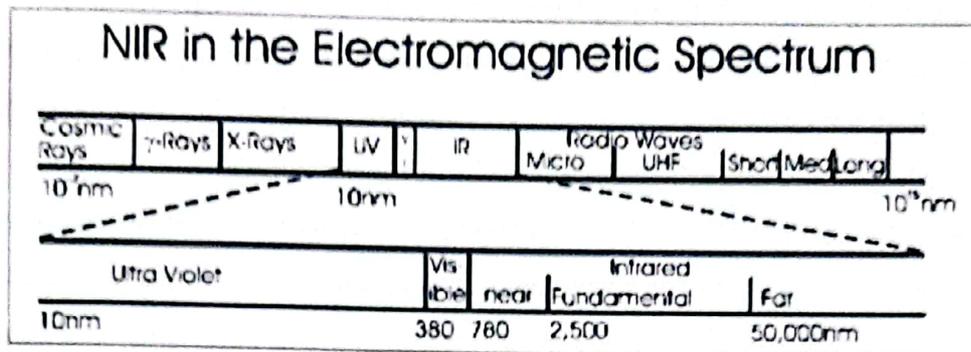
Kopi merupakan komoditi perkebunan yang masuk dalam kategori komoditi strategis di Indonesia. Indonesia adalah produsen kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam. Indonesia merupakan pengeksport kopi terbesar keempat dunia dengan pangsa pasar sekitar 11% di dunia (Raharjo, 2013). Indonesia juga terkenal sebagai negara produsen kopi spesialti berkualitas tinggi dan harga di pasar global sangat mahal, seperti *Gayo Coffee*, *Mandheling Coffee*, *Lintong Coffee*, *Java Coffee*, *Bali Kintamani Coffee*, *Flores Bajawa Coffee*, *Toraja Coffee*, *Lampung Coffee*, dan kopi luwak yang merupakan kopi termahal di dunia. Kopi-kopi spesialti ini bisa terus dikembangkan karena permintaannya di pasar dunia sangat tinggi. Selain secara tradisional kopi ini mampu menembus pasar Eropa dan Amerika Serikat, belakangan terbuka pasar baru ke China dengan sasaran konsumen penikmat kopi sekitar 350 juta orang (Kusdriana, 2011).

Untuk mendukung pengembangan agribisnis kopi luwak salah satu upaya yang harus dilakukan adalah dengan terus menjaga kualitas dan keaslian kopi luwak. Beberapa riset telah dilakukan dalam upaya menjaga keaslian kopi luwak. Misalnya Fuferti *et al.* (2013) mempelajari perbedaan secara fisis antara biji kopi luwak dan biji kopi biasa dari jenis arabika. Meskipun disebutkan bahwa biji kopi luwak sedikit lebih harum dibandingkan dengan biji kopi biasa namun perbedaan kedua biji kopi tersebut akan sulit teridentifikasi saat terjadi pencampuran atau pengoplosan. Penggunaan teknologi tidak merusak berbasis optik seperti NIR *spectroscopy* sangat potensial digunakan untuk mendukung pengembangan agribisnis kopi luwak sebagai produk andalan sekaligus kebanggaan nasional.

2.2. Near Infrared (NIR) Spectroscopy

Hampir sebagian besar dari gelombang elektromagnetik berguna dan dikaji dalam berbagai disiplin ilmu. Setiap daerah gelombang elektromagnetik tertentu membutuhkan alat tertentu pula untuk mengaktifkan energi gelombang tersebut. Detektor yang sesuai diperlukan untuk menangkap kembali tingkat absorpsi energi oleh sampel yang dibandingkan dengan standar/acuan. Alat seperti itu dikenal sebagai *spectrometer*. Informasi yang dihasilkan *near infrared (NIR) spectroscopy* bisa berupa informasi yang bersifat kuantitatif dan kualitatif atau salah satu dari keduanya. Informasi ini diperoleh melalui interaksi antara gelombang elektromagnetik *near infrared* dan konstituent penyusun bahan biologik (protein, karbohidrat, lemak dan sebagainya) mengingat sebagian besar spektra NIR didominasi oleh ikatan hidrogen (Davies, 2005). Ikatan hidrogen yang dimaksud bisa berupa salah satu dari ikatan berikut: C-H, N-H, S-H, atau O-H.

Gelombang *near infrared* terletak pada kisaran panjang gelombang 780-2500 nm (Blanco dan Villarroya, 2002). Spektra NIR berada di antara gelombang elektromagnetik cahaya tampak dan cahaya *infrared* seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik (Davies, 2005).

Saat ini NIR *spectroscopy* telah digunakan secara luas untuk penilaian mutu produk pertanian termasuk kopi secara tidak merusak (*nondestructive*) baik dengan gelombang panjang (*long wavelength* atau LW) maupun gelombang pendek (*short wavelength* atau SW). Gelombang panjang NIR (LW-NIR) *spectroscopy* dengan rentang panjang gelombang 1100–2500 nm memiliki kelemahan karena sangat sensitif dengan penyerapan gelombang NIR oleh air (*water absorbance*). Ada beberapa panjang gelombang dengan *water absorbance* sangat tinggi seperti di panjang gelombang 1300 nm dan 1700 nm. Produk pertanian pada umumnya memiliki kadar air (*water content*) yang cukup tinggi sehingga penggunaan LW-NIR *spectroscopy* memiliki keterbatasan dalam prakteknya khususnya untuk penilaian mutu buah-buahan. Gelombang pendek NIR (SW-NIR) dengan rentang panjang gelombang 700–1100 nm, sebaliknya sangat tidak terpengaruh (*insensitive*) terhadap *water absorbance*. Sehingga SW-NIR *spectroscopy* telah banyak digunakan untuk penilaian mutu produk pertanian secara tidak merusak misalnya pada pengukuran bahan kering (*dry matter*), total asam dan kadar padatan terlarut (*soluble solids content*) produk pertanian secara tidak merusak.

Untuk kopi, NIR *spectroscopy* telah berhasil digunakan untuk menentukan kadar air kopi (Reh *et al.*, 2006), membedakan kopi arabika dan robusta (Downey *et al.*, 1994), mengontrol proses penyangraian kopi (*roasting*) (Alessandrini *et al.*, 2008), serta karakterisasi dan uji organoleptik kopi sangrai (*roasted coffee*) (Pizarro *et al.*, 2004). NIR *spectroscopy* juga dilaporkan memiliki kemampuan untuk mendeteksi keberadaan cacat pada kopi seperti biji kopi hitam, belum masak, dan biji pecah (Santos *et al.*, 2012). Namun demikian, penggunaan NIR *spectroscopy* untuk membedakan antara kopi luwak dan kopi bukan luwak baik pada bentuk biji, kopi sangrai, dan kopi bubuk serta untuk mendeteksi adanya pengoplosan pada

ketiga jenis sampel kopi tersebut belum dilakukan. Riset ini menjadi penting bagi upaya pengembangan kopi luwak sebagai produk andalan bangsa.

Saat ini teknologi pemutuan secara tidak merusak untuk produk pertanian menggunakan teknologi NIR *spectroscopy* semakin terbuka lebar dengan kehadiran spectrometer berbasis detektor berbahan *charge coupled device* (CCD) yang jauh lebih murah dibandingkan spectrometer generasi awal berbasis Silicon (Si) misalnya. CCD detektor pada umumnya memiliki kemampuan mengumpulkan informasi gelombang dengan rentang 400-1100 nm. Kelebihan lain dari *spectrometer* berbasis CCD detektor adalah ukurannya yang sangat kecil sehingga sangat mudah dipindah atau dibawa (*portable*). Beberapa peneliti telah berhasil menunjukkan kemampuan spektrometer berbasis CCD detektor untuk penilaian kadar padatan terlarut (KPT) pada buah apel (Fan *et al.*, 2009), jeruk mandarin (Liu *et al.*, 2010), jeruk (Jamshidi *et al.*, 2012), nenas (Suhandy, 2009), dan semangka (Tian *et al.*, 2007). Namun demikian, penggunaan teknologi NIR *spectroscopy* berbasis *low cost CCD based spectrometer* untuk kopi belum dilakukan. Penelitian kopi luwak ini akan menggunakan *spectrometer* berbasis CCD yang relatif lebih murah. Penggunaan *spectrometer* berbasis CCD akan memudahkan negara-negara berkembang termasuk Indonesia untuk merealisasikan terwujudnya sistem monitoring evaluasi kualitas dan keaslian kopi luwak menggunakan teknologi NIR *spectroscopy*.

2.3. Peta Jalan Penelitian

Penelitian yang diajukan ini diinspirasi oleh pengalaman salah satu pengusul (Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr) saat menyelesaikan studi program doctoral di Kyoto University Jepang. Salah satu kebiasaan di laboratorium (lab) di hampir semua universitas di Jepang adalah adanya semacam pertemuan mingguan anggota lab secara informal yang biasanya dikemas dalam bentuk *tea meeting*, *luch meeting* atau sejenisnya. Dalam sebuah kesempatan, sambil minum kopi salah satu anggota lab yang kebetulan termasuk penikmat kopi menyampaikan sebuah pengalaman yang kurang menyenangkan. Dia mengatakan saat jalan-jalan ikut konferensi internasional ke Indonesia, sesuai dengan saran saya, Beliau membeli oleh-oleh khas Indonesia. Salah satunya adalah kopi luwak. Meskipun mahal, dia mengatakan harganya masih jauh lebih murah bila dibandingkan dengan harga kopi luwak di Jepang. Namun saat dia minum kopi luwak itu di rumah, dia merasa ada yang tidak beres dengan kopi luwak tersebut. Dia merasa yakin bahwa kopi luwak yang dia beli tidak seperti rasa kopi luwak yang biasa dia nikmati di Jepang. Dia merasa telah ditipu dan yakin yang dia beli itu bukan kopi luwak. Bisa ditebak, dia kapok membeli kopi luwak di Indonesia. Dia lebih memilih membeli kopi luwak di Jepang yang sudah pasti asli meskipun dengan harga yang berlipat. Dari situ saya penasaran dan

kemudian mencari informasi seputar kopi luwak dan fenomena pengoplosan kopi luwak. Salah satu artikel saya baca dan pas dengan informasi yang saya cari. Salah satunya adalah seperti yang disampaikan oleh salah seorang profesor dari Universitas Kanazawa, Yukio Hirose (Tribunnews.com). "Kopi luwak memang enak dan tidak sedikit orang Jepang menyukainya," papar Hirose, pemenang Ig Nobel tahun 2003 tersebut. Meskipun demikian, harga kopi luwak sangat mahal di Jepang, untuk minum satu gelas kopi luwak saja bisa menghabiskan 5000 yen (setara dengan kurang lebih Rp 500.000,00), "Itu pun kalau asli. Kenyataan kini banyak yang palsu atau campuran dengan kopi lain, sehingga membingungkan orang Jepang," tambahnya. Itulah sebabnya kopi luwak semakin ditinggal warga Jepang, karena banyak pemalsuan di dalam perdagangan kopi luwak saat ini. Akhir 2013 saya lulus doktor dan pulang ke Universitas Lampung. Keinginan untuk melakukan riset kopi luwak semakin besar tatkala pengusul berkesempatan berkunjung ke sentra-sentra kopi di Lampung seperti Kabupaten Tanggamus dan Lampung Barat. Jika kopi luwak yang dihasilkan petani itu bisa dikawal keasliannya dan mampu meyakinkan para penikmat kopi di luar negeri dan karenanya mereka mau membeli kopi luwak dengan harga tinggi maka bukankah itu sebuah sumbangsih yang besar bagi saya untuk para petani kopi di Provinsi Lampung setelah saya selama tiga tahun melanjutkan studi dengan biaya negara yang notabene bisa saja salah satunya disumbang dari pajak para petani kopi?

Sejak duduk di bangku kuliah program sarjana, pengusul tertarik dengan penggunaan teknologi berbasis optik untuk memahami proses-proses pertanian secara lebih kuantitatif. Riset pertama diawali dengan penggunaan teknologi pengolahan citra (*image processing*) untuk identifikasi morfologi buah manggis segar. *Image processing* mampu menjelaskan dengan sangat kuantitatif properti luar buah seperti bentuk, warna dan lainnya. Namun, *image processing* punya kelemahan, salah satunya sulit menjelaskan properti dalam buah seperti kadar gula atau tingkat keasaman. Setelah itu pengusul mulai menekuni bidang *spectroscopy* untuk bisa mengeksplorasi properti dalam untuk produk pertanian. Tahun 2004-2006, peneliti terlibat dalam riset *speaking plant approach* berbasis NIR *spectroscopy* di Kochi University Jepang sambil menyelesaikan studi master. Ide dasarnya adalah kita ingin merekayasa tanaman sehingga tanaman bisa memproduksi sesuai keinginan kita. Untuk berkomunikasi dengan tanaman kita menggunakan banyak pendekatan sensor dan salah satunya adalah NIR *spectroscopy* untuk mengetahui tingkat kebutuhan air pada tanaman secara pasti (kuantitatif). Pulang dari program master, peneliti langsung terlibat riset kompetitif. Salah satunya mendapatkan hibah penelitian KKP3T (DEPTAN) tahun 2007. Peneliti menggunakan NIR *spectroscopy* untuk penentuan waktu panen buah mangga (*Mangifera Indica*) (sebagai ketua).

Tahun 2008 terlibat dalam tiga penelitian sekaligus di bidang NIR *spectroscopy*. Pertama sebagai ketua, peneliti berkolaborasi dengan periset di PT Great Giant Pineapple (GGPC), Terbanggi Lampung untuk riset “Penggunaan Near Infrared (NIR) *Spectroscopy* Untuk Penentuan Kandungan Padatan Terlarut Buah Nenas Secara *On-Plant*”. Sebagai anggota peneliti di tahun yang sama terlibat dalam riset “Pengembangan Kontrol Irigasi Berbasis Respon Tanaman Menggunakan NIR *Spectroscopy* Untuk Produksi Buah Tomat Dengan Kandungan Gula Tinggi” dan riset “Monitoring Bahan Kering Secara *On-Plant* Menggunakan Near Infrared *Spectroscopy* Untuk Penentuan Waktu Panen Buah Mangga Harum Manis”. Riset-riset tersebut telah menghasilkan puluhan artikel ilmiah baik nasional maupun internasional dan telah memperkuat posisi laboratorium di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung sebagai salah satu lab unggulan di bidang *spectroscopy*.

Tahun 2010 peneliti utama (Dr. Diding Suhandy, S.TP, M.Agr) mendapatkan kesempatan untuk studi program doktor di Kyoto University dan mengambil bidang kajian *spectroscopy* dengan kekhususan *terahertz (THz) spectroscopy*. Pengalaman semakin bertambah setelah terlibat dengan banyak penelitian di Kyoto University di bidang *spectroscopy* seperti menggunakan UV-visibel *spectroscopy*, NIR *spectroscopy*, Mid infrared *spectroscopy*, dan THz *spectroscopy*. Tidak hanya pengalaman menggunakan berbagai peralatan *spectroscopy*, tetapi juga bertambahnya pengetahuan di bidang kemometrika sebagai salah satu *tool* dalam menyelesaikan problem *multivariate* data di bidang *spectroscopy*. Sehingga selama program doktor peneliti telah mempublikasikan tiga artikel di bidang THz *spectroscopy* dan kemometrika di jurnal bereputasi internasional (EAEF, Elsevier). Peneliti juga terlibat penelitian kopi selama di Jepang. Salah satunya adalah riset penggunaan NIR *spectroscopy* untuk identifikasi kandungan *chlorogenic acid (CGA)* di dalam kopi. Artikelnya sudah diterbitkan di jurnal EAEF (Elsevier). Peneliti juga bersama-sama dengan Meinilwita Yulia, S.TP, M.Agr.Sc terlibat penelitian kemometrika dengan kajian THz *spectroscopy* dan berhasil mempublikasikan satu artikel di jurnal EAEF.

Pulang dari program doktor, saat ini peneliti juga terlibat sebagai anggota dalam riset monitoring *water stress* pada tanaman kopi berbasis teknologi NIR *spectroscopy* dan akan didanai oleh DIKTI tahun 2015 ini. Setelah konsisten dalam riset-riset berbasis NIR *spectroscopy* serta penelusuran penelitian dari hari ke hari, dari bulan ke bulan, dan tahun ke tahun, menjadi dasar pijak bagi peneliti untuk memohon terwujudnya penelitian strategis nasional (*stranas*) yang berjudul “Penggunaan Kemometrika dan Near Infrared *Spectroscopy* Untuk Proses Diskriminasi Kopi Luwak Secara Cepat Dan Tidak Merusak” agar kopi luwak

yang merupakan aset nasional dan bernilai ekonomi tinggi ini tidak terkikis dan ditinggalkan pembelinya karena tidak dirawat dan dijaga.

Secara rinci Gambar 2.3 memberikan penjelasan peta jalan penelitian dan hubungannya dengan usul penelitian yang diajukan. Terlihat bahwa peneliti utama sangat konsisten dalam riset penggunaan teknologi tidak merusak berbasis optik seperti NIR dan THz *spectroscopy* untuk merekayasa proses-proses pra dan pasca panen produk pertanian.

ALIR ROAD MAP RISET

Diding Suhandy, Usman Ahmad. 2001. Pengembangan Algoritma Image Processing Untuk Menduga Kemasakan Buah Manggis Segar. Skripsi S1 FATETA. Salah satu capaiannya adalah satu artikel ilmiah dipublikasikan di Bulletin Keteknikan Pertanian yang merupakan publikasi resmi dari ISAE (*Indonesian Society of Agricultural Engineering*).

Diding Suhandy, Takahisa Matsuoka (2004-2006). Riset berjudul : *Studies on leaf water potential (LWP) determination in tomato plant using NIR spectroscopy for water stress management system*. Riset ini bagian dari master thesis di Kochi University, Japan. Riset ini melibatkan pengembangan sebuah pola pendekatan baru dalam manajemen *water stress* dengan secara langsung mengontrol kondisi tanaman. Di riset ini NIR *spectroscopy* digunakan untuk mengkuantifikasi parameter LWP sebagai indikator *water stress* pada tanaman. Tiga publikasi (satu internasional dan dua nasional) berhasil diterbitkan.

Diding Suhandy, Sulusi Prabawati, Yulianingsih, Yatmin. 2007-2008. Studi Penggunaan Teknologi NIR *Spectroscopy* Untuk Penentuan Waktu Panen Buah Mangga (*Mangifera Indica*) (sebagai ketua tim peneliti). Dibiayai oleh KKP3T Departemen Pertanian RI. Riset kolaborasi dengan peneliti di Balai Besar Pasca Panen Pertanian. Beberapa artikel internasional maupun nasional berhasil diterbitkan dan prototipe teknologi NIR *spectroscopy* untuk membantu petani menentukan waktu panen buah mangga secara tepat berhasil dibangun.

Diding Suhandy, Bustomi Rosadi dan Ahmad Tusi. 2008-2009. Pengembangan Kontrol Irigasi Berbasis Respon Tanaman Menggunakan NIR *Spectroscopy* Untuk Produksi Buah Tomat Dengan Kandungan Gula Tinggi (sebagai anggota peneliti). Dibiayai oleh DP2M DIKTI dengan Hibah Bersaing. Beberapa artikel baik internasional maupun nasional juga berhasil diterbitkan.

Diding Suhandy, Spto Kuncoro. 2008-2009. Monitoring Bahan Kering Secara *On-Plant* Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy* Untuk Penentuan Waktu Panen Buah Mangga Harum Manis (sebagai anggota peneliti), dibiayai oleh DP2M DIKTI dengan skim Hibah Bersaing. Riset ini juga menghasilkan satu artikel nasional.

↓

Diding Suhandy, Dwi Dian Novita. 2008-2009. Studi Penggunaan *Near Infrared (NIR) Spectroscopy* Untuk Penentuan Kandungan Padatan Terlarut Buah Nenas Secara *On-Plant* (sebagai ketua tim peneliti)/dibiayai oleh DP2M DIKTI dengan Hibah Bersaing. Riset ini juga merupakan kolaborasi dan didukung penuh oleh perusahaan PT Great Giant Pineapple (GGPC), salah satu perusahaan pengalangan nenas terbesar di Provinsi Lampung. Satu artikel internasional berhasil diterbitkan.

↓

Diding Suhandy, Naoshi Kondo dan Yuichi Ogawa. 2010-2013. Riset di bidang *Terahertz (THz) Spectroscopy* dimulai. Riset berjudul: *Studies on Sugar and L-Ascorbic Acid Determination in Aqueous Solution Using THz Spectroscopy*. Riset ini juga bagian dari studi doktoral di Kyoto University. Riset ini merupakan sebuah pengembangan dari teknologi *NIR spectroscopy*. Saat itu kita sedang mendesain sensor yang bisa memonitor properti jus buah dalam kemasan karton secara *real time* tanpa membuka kemasan. Ternyata *NIR spectroscopy* tidak memadai karena cahaya NIR kurang bisa menembus lapisan karton kemasan yang cukup tebal. Di sinilah THz hadir. Sinar THz mampu menembus kertas dan kain atau bahkan plastik dengan tanpa ionisasi bahan sehingga aman untuk monitor bahan pangan seperti jus. Selama 3 tahun melakukan riset dasar menggunakan *THz spectroscopy* dan kemometrika dan mampu menerbitkan tiga artikel internasional dan beberapa presentasi baik regional maupun internasional.

↓

Diding Suhandy, Ahmad Tusi. 2015. Riset aplikasi *NIR spectroscopy* untuk mendukung peningkatan kualitas buah kopi di Provinsi Lampung (sebagai anggota tim peneliti)/lolos seleksi untuk dibiayai tahun 2015 dengan skema Hibah Bersaing. Kopi merupakan salah satu produk andalan dan penyumbang dolar penting bagi Provinsi Lampung. Untuk memberi kemanfaatan yang tinggi bagi lingkungan dan masyarakat sekitar, tim peneliti di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (RBPP), Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung mulai saat ini fokus mengembangkan teknologi untuk mendukung pengembangan produk nasional dan meningkatkannya dari keunggulan komparatif menjadi keunggulan kompetitif. Salah satunya produk kopi luwak.

↓

Diding Suhandy, Meinilwita Yulia, Sri Waluyo, Cicih Sugianti. Pengusulan program penelitian strategis nasional untuk pembiayaan tahun 2016. Riset untuk mendukung pengembangan dan lestari kopi luwak Lampung sebagai komoditas bernilai ekonomi tinggi dan diharapkan ke depan dapat menjadi tenaga pendorong bagi peningkatan kesejahteraan petani kopi di Indonesia.

Gambar 2.3 Peta jalan penelitian dan hubungannya dengan usul penelitian.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

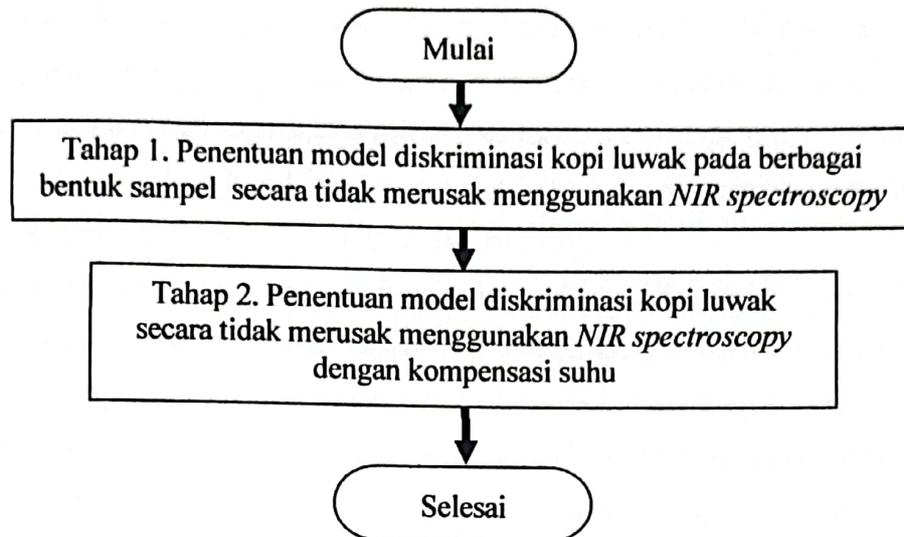
3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun sistem evaluasi (uji kualitas) sekaligus diskriminasi (uji keaslian) pada kopi luwak sehingga dapat memastikan kualitas dan keaslian kopi luwak (*authentication system*). Sistem evaluasi berbasis teknologi NIR *spectroscopy* ini dapat mendeteksi adanya bahan kopi bukan luwak (*adulterant*) yang biasanya dioplos pada kopi luwak. Teknik ini akan mampu meningkatkan kualitas kopi luwak yang dihasilkan dengan tetap mempertahankan level keaslian (*authentication*) kopi luwak dari kopi lain. Teknologi ini merupakan sebuah aplikasi teknologi pasca panen pertanian berbasis optik yang diharapkan mampu meningkatkan nilai tambah produk pertanian Indonesia khususnya pada kopi luwak.

Secara khusus penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

- (1) Membangun model evaluasi dan diskriminasi untuk kopi luwak pada berbagai bentuk sampel (biji/beras kopi, biji sangrai (*roasted bean*) dan kopi bubuk).
- (2) Membangun model diskriminasi dengan kompensasi suhu untuk diskriminasi kopi luwak di lapangan (*field measurement*) menggunakan *spectrometer portable*.

Untuk dapat merealisasikan tujuan penelitian di atas maka penelitian ini dibagi menjadi dua tahap dengan dua target keluaran untuk masing-masing tahapan seperti tampak pada Gambar 3.1. Pada tahap pertama keluaran yang diharapkan adalah terbentuknya model untuk evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada berbagai bentuk sampel secara tidak merusak menggunakan NIR *spectroscopy*. Pada tahap kedua, model diskriminasi untuk kopi luwak di lapangan akan dibangun (*field measurement*). Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi model diskriminasi seperti suhu dan adanya radiasi eksternal pada saat pengujian model di lapangan akan diteliti. Model diskriminasi ini akhirnya akan digunakan untuk mengevaluasi keaslian kopi luwak di lapangan (seperti di tempat pengumpul dan tempat pengemasan kopi luwak). Sebagian tahap pertama yaitu model untuk evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada bentuk kopi bubuk sudah dilakukan di tahun pertama penelitian (2016) dan sebagian tahap pertama lainnya yakni model evaluasi dan diskriminasi kopi luwak pada bentuk biji hijau dan biji sangrai serta seluruh riset di tahap kedua akan dilakukan di tahun kedua penelitian (2017).



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian yang meliputi dua tahap kegiatan.

3.2. Manfaat Penelitian

Penelitian penggunaan kemometrika dan near infrared *spectroscopy* untuk proses diskriminasi kopi luwak secara cepat dan tidak merusak merupakan penelitian yang bernilai strategis, memecahkan permasalahan bangsa, melindungi produk andalan dan tentu saja memberikan banyak manfaat bagi banyak pemangku kepentingan (*stake holders*). Berikut beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. **Bagi pemerintah**, penelitian ini dapat mendukung upaya pemerintah untuk melindungi produk andalan nasional dan daerah sehingga bisa bersaing di pasar internasional. Apalagi dengan penerapan masyarakat ekonomi ASEAN (MEA) per Desember 2015, persaingan kopi luwak di pasar internasional akan semakin kompetitif sehingga harus dipastikan kualitas dan keaslian kopi luwak yang diperdagangkan.
2. **Bagi masyarakat**, penelitian ini memberikan manfaat yang sangat besar bagi masyarakat baik itu penjual kopi luwak atau konsumen/penikmat kopi luwak. Dengan adanya kepastian kualitas dan keaslian kopi luwak yang ada di pasaran akan memberikan ketenangan kepada masyarakat sehingga mereka dipastikan memperoleh kopi luwak yang asli dan berkualitas. Dengan adanya kepastian dan keaslian kopi luwak maka hal itu juga akan memberikan kepastian harga yang adil antara penjual dan pembeli. Pada akhirnya kesinambungan dan kepercayaan konsumen terutama dari luar negeri terhadap kopi luwak asal Indonesia akan terus dapat terjaga dan bahkan semakin meningkat.
3. **Bagi institusi (Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung)**, maka lahirnya penelitian

ini juga sebagai bentuk mewujudkan visi dan misi Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung dalam penyediaan teknologi terapan yang dapat memberikan manfaat besar bagi masyarakat sekitar. Lampung adalah salah satu sentra penghasil kopi luwak. Teknologi deteksi kualitas dan keaslian kopi luwak sangat membantu petani dan pemerintah daerah dalam upaya memajukan agribisnis kopi luwak di Provinsi Lampung.

4. Bagi AEKI (Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia), maka penelitian ini sangat bernilai strategis dalam rangka peningkatan kualitas ekspor kopi luwak. Dengan adanya garansi kualitas dan keaslian produk kopi luwak asal Indonesia, maka AEKI sebagai pelaku ekspor kopi luwak diharapkan memiliki kepercayaan diri lebih untuk didorong dan dapat membuka pasar baru (ekspansi pasar) bagi kopi luwak asal Indonesia. Sehingga ekspor kopi luwak dapat terus meningkat. Pada akhirnya kesejahteraan petani pun dapat meningkat.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini telah sepenuhnya selesai dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca panen, Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

4.2. Penelitian Tahun Kedua Bagian 1 (Tahun 2017)

Pada penelitian di tahun kedua, pengembangan model diskriminasi dan kuantifikasi difokuskan kepada investigasi potensi NIR *spectroscopy* sebagai *tool* untuk mengevaluasi kualitas dan keaslian kopi luwak melalui pembuatan model kalibrasi dan diskriminasi pada sampel kopi luwak yang telah dicampur dengan kopi bukan luwak pada bentuk pencampuran pertama dan kedua yaitu pada bentuk biji hijau dan biji sangrai. Pendekatan linear dan tidak linear akan digunakan pada analisis kemometrika.

a. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah kopi luwak jenis arabika dan kopi bukan luwak dari jenis arabika dan robusta. Kopi bukan luwak jenis arabika dan robusta yang digunakan merupakan bahan yang akan dioplos atau dicampurkan ke dalam kopi luwak. Masing-masing sebanyak 5 kg akan digunakan untuk penelitian ini. Sampel akan disiapkan dalam 2 bentuk yaitu biji kopi luwak yang telah dikeringkan (*green bean*) dan kopi sangrai (*roasted bean*). Untuk setiap bentuk sampel akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu satu bagian untuk membangun persamaan atau model diskriminasi dan satu bagian lagi digunakan untuk melakukan uji validasi persamaan kalibrasi dan diskriminasi.

b. Penyiapan Sampel Campuran

Pertama sampel kopi akan dioplos dalam bentuk 2 jenis pencampuran yaitu pencampuran 1 dalam bentuk biji hijau dan pencampuran 2 dalam bentuk biji kopi sangrai. Untuk mendapatkan rentang pencampuran yang lebar maka disiapkan sampel pencampuran sebagai berikut:

1. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 1 (dalam bentuk biji) dibuat dengan mencampurkan kopi bukan luwak jenis arabika ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).
2. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 1 (dalam bentuk biji) dibuat dengan mencampurkan kopi bukan luwak jenis robusta ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).
3. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 2 (dalam bentuk kopi sangrai) dibuat dengan

mencampurkan kopi bukan luwak jenis arabika ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).

4. Sebanyak 100 sampel ($n=100$) pencampuran 2 (dalam bentuk kopi sangrai) dibuat dengan mencampurkan kopi bukan luwak jenis robusta ke dalam kopi luwak dengan konsentrasi pencampuran 10-90% (berat/berat).

Setelah sampel pencampuran dipastikan tercampur secara merata maka seluruh sampel diletakkan di atas *water bath* yang sudah dilapisi plastik polyetilen untuk proses penyeragaman suhu sampel. Proses penyeragaman suhu harus dilakukan mengingat suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas spektra NIR. Setelah itu dilakukan proses pengambilan spektra oleh alat NIR *spectrometer*.

c. Pengambilan Spektra (*Spectral acquisition*)

Spektra sampel kopi diambil pada rentang 300-1100 nm menggunakan alat NIR *spectrometer* VIS-NIR USB4000 (The Ocean Optics, USA) untuk sampel pencampuran 1 dan 2 (kopi dalam bentuk biji hijau dan kopi sangrai).

d. Analisis Kemometrika

Semua sampel yang ada dikelompokkan dalam dua set sampel yaitu set untuk kalibrasi (2/3 dari jumlah sampel) dan satu set lagi untuk validasi (1/3 dari jumlah sampel). Persamaan kalibrasi akan dibangun untuk melihat apakah NIR *spectroscopy* dapat merespon penambahan jumlah campuran yang berbeda pada setiap sampel kopi luwak. Persamaan kalibrasi nantinya dapat memprediksi secara akurat jumlah (*amount*) dari campuran (*adulterant*) yang ditambahkan ke dalam kopi luwak. Dua pendekatan yakni model linear dan tidak linear akan digunakan pada pembuatan model kalibrasi. Untuk model linear, kalibrasi akan dibangun menggunakan metode *partial least squares* (PLS) *regression* sedangkan model tidak linear akan dibangun menggunakan metode *back propagation artificial neural network* (BP-ANN). Program pengolah data berpeubah banyak Unscrambler versi 9.01 (CAMO AS, Norwegia) akan digunakan untuk menjalankan regresi PLS sedangkan Neural Networks dari MATLAB 7.11 (The Mathworks, USA) akan digunakan untuk menjalankan regresi BP-ANN.

Untuk melihat apakah NIR *spectroscopy* dapat merespon perbedaan antara kopi luwak asli tanpa campuran (100% luwak) dengan kopi luwak yang telah dioplos (10-90% campuran) maka dibangun juga persamaan diskriminasi untuk membedakan kopi luwak dan kopi bukan luwak. Pertama, model diskriminasi dibangun dengan metode PLS-DA atau PLS *discriminant analysis*. Pada metode ini peubah target akan diberi label 1 untuk kopi luwak tanpa campuran dan diberi label 0 untuk kopi luwak dengan campuran (campuran bervariasi 10-90%). Kedua, model diskriminasi dibangun dengan metode SIMCA (*soft independent modeling of class analogy*). Pada

SIMCA, pertama dihitung skor untuk *principal component* 1 dan 2 yaitu PC1 dan PC2 dan buat plotnya. Setelah itu lakukan *grouping* terhadap data pada plot PC1 dan PC2 untuk melihat apakah NIR *spectroscopy* dapat membedakan grup kopi luwak dan kopi oplosan.

e. Evaluasi Persamaan Kalibrasi

Beberapa terminologi statistik yang penting dan digunakan dalam analisis data NIR seperti tampak pada Tabel 4.1. Pertama, kualitas dari persamaan kalibrasi akan dikuantifikasi oleh *standard error of calibration* (SEC), *standard error of prediction* (SEP) dan *multiple coefficient of determination* (R^2) antara besaran aktual dan besaran prediksi. Persamaan yang diharapkan memiliki SEC rendah, SEP rendah, RPD dan R^2 yang tinggi dengan perbedaan antara SEC dan SEP sekecil mungkin. Selisih SEC dan SEP yang terlalu besar menunjukkan bahwa dalam persamaan tersebut terlalu banyak faktor yang terlibat sehingga noise pun ikut terlibat dalam persamaan kalibrasi tersebut (Gomez *et al.*, 2006).

Tabel 4.1 Terminologi statistik terapan yang digunakan untuk mengevaluasi persamaan kalibrasi.

Terminologi	Persamaan
R^2	$R^2 = \frac{\sum(x \times y) - [(\sum x \times \sum y) / N]}{\left\{ \left[\sum x^2 - \left[(\sum x)^2 / N \right] \right] \times \left[\sum y^2 - \left[(\sum y)^2 / N \right] \right] \right\}^{1/2}}$
SEC & SEP	$SEC = \left\{ \sum(x - y)^2 - \left[\left[\sum(x - y) \right]^2 / N \right] / N - 1 \right\}^{1/2}$
Bias	$bias = \sum(x - y) / N$
RPD	$RPD = \frac{SD_{valset}}{SEP}$

x : Nilai *Reference* y : Nilai prediksi oleh NIR N : Jumlah sampel

R^2 : *The multiple coefficient of determination.*

SEC: *Standard error of calibration.*

SEP: *Standard error of prediction.*

Bias: Rataan selisih antara nilai *reference* dan nilai prediksi oleh NIR.

RPD: Rasio antara SEP dan Standar Deviasi (SD) dari set sampel validasi.

4.3. Penelitian Tahun Kedua Bagian 2 (Tahun 2017)

Di tahun kedua (2017), penelitian juga difokuskan kepada penerapan teknologi NIR *spectroscopy* di lapangan untuk deteksi keaslian kopi luwak secara cepat. Ada dua tahapan riset yang akan dilakukan. Pertama, investigasi dan kompensasi pengaruh suhu pada persamaan kalibrasi untuk menentukan kandungan campuran pada kopi luwak yang telah dioplos. Ini penting

karena model yang dihasilkan oleh NIR *spectroscopy* sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu sampel. Untuk itu perlu membuat model kalibrasi yang mampu mengkompensasi fluktuasi suhu sampel sehingga pengukuran NIR *spectroscopy* tidak lagi terkendala oleh variasi suhu sampel. Kedua, tahapan riset monitoring kualitas dan keaslian kopi luwak yang dijual di pasar. Pada tahapan ini, model NIR *spectroscopy* diaplikasikan untuk mengevaluasi kualitas dan keaslian kopi luwak yang dijual di pasar secara cepat.

a. Membuat persamaan kalibrasi yang mampu mengkompensasi pengaruh variasi suhu untuk menentukan konsentrasi pencampuran pada kopi luwak.

Di tahapan ini investigasi pengaruh suhu terhadap kualitas persamaan kalibrasi dan diskriminasi dilakukan. Secara teoritis, NIR *spectroscopy* sangat mudah terpengaruh oleh variasi suhu sampel yang membuat penggunaan NIR membutuhkan kontrol suhu yang mantap. Untuk keperluan kepraktisan maka sangat sulit untuk mengkondisikan sampel agar suhunya tetap konstan. Untuk mengatasi hal ini maka dibuat strategi yaitu membuat persamaan kalibrasi dan diskriminasi yang responsif terhadap perubahan suhu sampel. Sebanyak 90 sampel kopi campuran untuk setiap jenis pencampuran (biji hijau dan kopi sangrai) dengan tingkat konsentrasi campuran yang berbeda (10-90% berat/berat) diambil sebagai sampel. Sampel dibagi dalam tiga perlakuan yaitu perlakuan 15°C, 25°C dan 35°C. Perlakuan 15°C adalah perlakuan di mana seluruh sampel yang akan digunakan diletakkan di atas permukaan *water bath* dengan suhu 15°C. Untuk perlakuan 25°C dan 35°C, sebelum diambil spektranya sampel diletakkan di atas *water bath* dengan suhu 25°C dan 35°C. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model kalibrasi dan diskriminasi.

b. Monitoring kualitas dan deteksi ada tidaknya kandungan campuran pada kopi luwak secara cepat menggunakan NIR *spectroscopy*.

Di tahap ini keluaran dari penelitian tahap sebelumnya yaitu persamaan kalibrasi dan diskriminasi dengan kompensasi suhu akan diuji. Sebanyak 50 sampel yang diberi label kopi luwak dalam kemasan baik dalam bentuk biji, kopi sangrai dan kopi bubuk dipilih dari berbagai supermarket di Bandar Lampung. Kemudian seluruh sampel diambil spektranya. Dengan persamaan kalibrasi dan diskriminasi yang telah dibangun di tahap sebelumnya, prediksi ada tidaknya campuran pada kopi luwak yang diuji bisa dilakukan. Sehingga kita dapat memastikan keaslian kopi luwak yang diperdagangkan.

BAB 5. HASIL YANG SUDAH DICAPAI

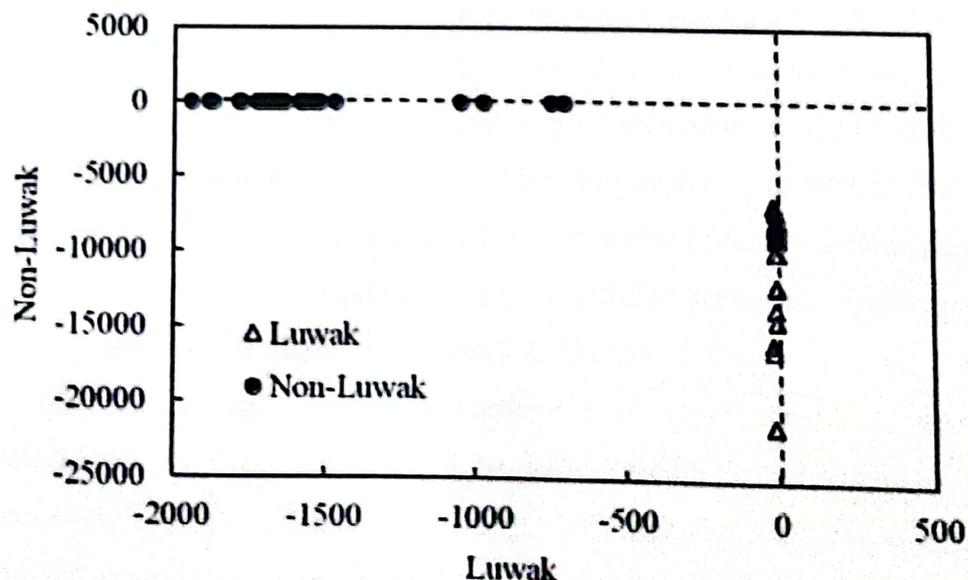
5.1. Proses Tindak Lanjut Penulisan Artikel di Tahun Pertama

Salah satu kegiatan yang dilakukan di tahun kedua adalah proses tindak lanjut kegiatan penulisan artikel yang sudah dimulai di tahun pertama. Pertama tindak lanjut artikel di Jurnal internasional bereputasi, saat ini sudah diterima dan sudah diterbitkan (*published*) di International Journal of Food Science (terindeks SCOPUS dengan kualifikasi Q2). Kemudian artikel di jurnal nasional terakreditasi juga diterima dan sedang proses penerbitan di Jurnal Keteknikan Pertanian (JTPEP) IPB (terakreditasi Kemenristekdikti).

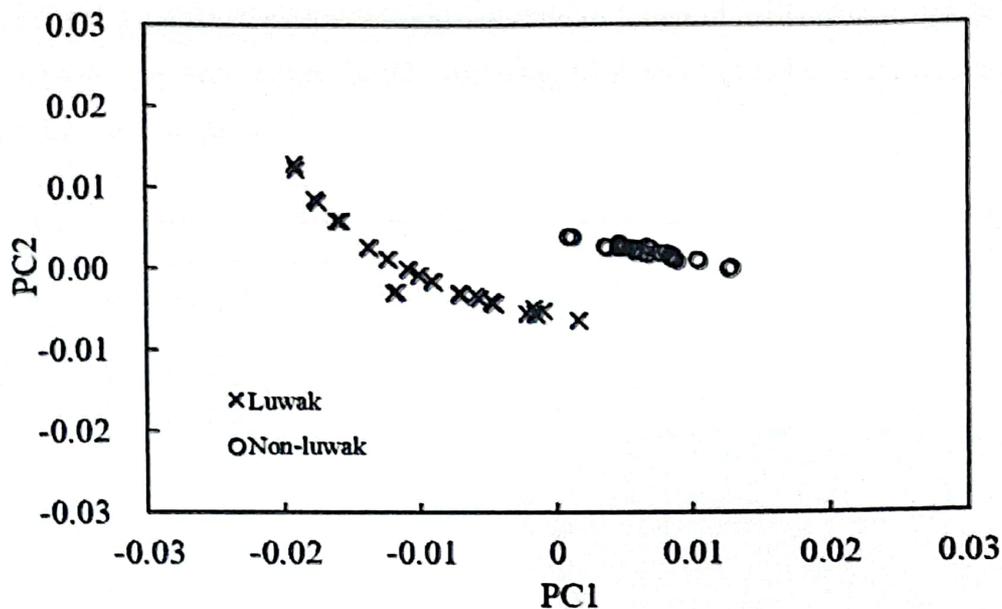
Selain itu beberapa hasil keikutsertaan di seminar internasional telah dimuat di prosiding terindeks SCOPUS (1 makalah) dan 2 makalah saat ini sedang proses penelaahan untuk terbit di IOP Conference Series (Hasil dari ICChESA2017 dan AESAP2017). Untuk jurnal nasional tidak terakreditasi sudah terbit di jurnal Teknik Pertanian Universitas Lampung (2 artikel).

5.2. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear dan Non-Linear

Untuk tahun kedua (2017), salah satu kegiatan penelitian strategis nasional ini adalah evaluasi perbandingan metode linear dan non-linear untuk proses diskriminasi kopi luwak. Dua metode yang digunakan adalah metode linear LDA (*linear discriminant analysis*) dan metode non-linear SVM (*support vector machines*). Beberapa hasil yang diperoleh seperti terlihat di Gambar 5.1 untuk LDA dan 5.2 untuk SVM. Untuk hasil dan pembahasan lengkap dapat dilihat di Lampiran (sudah dituliskan dalam bentuk draft artikel ilmiah internasional). Makalah juga sudah dipresentasikan di seminar internasional ICASMI 2017 di Bandar Lampung.



Gambar 5.1 Plot hasil diskriminasi kopi luwak menggunakan metode linear LDA.



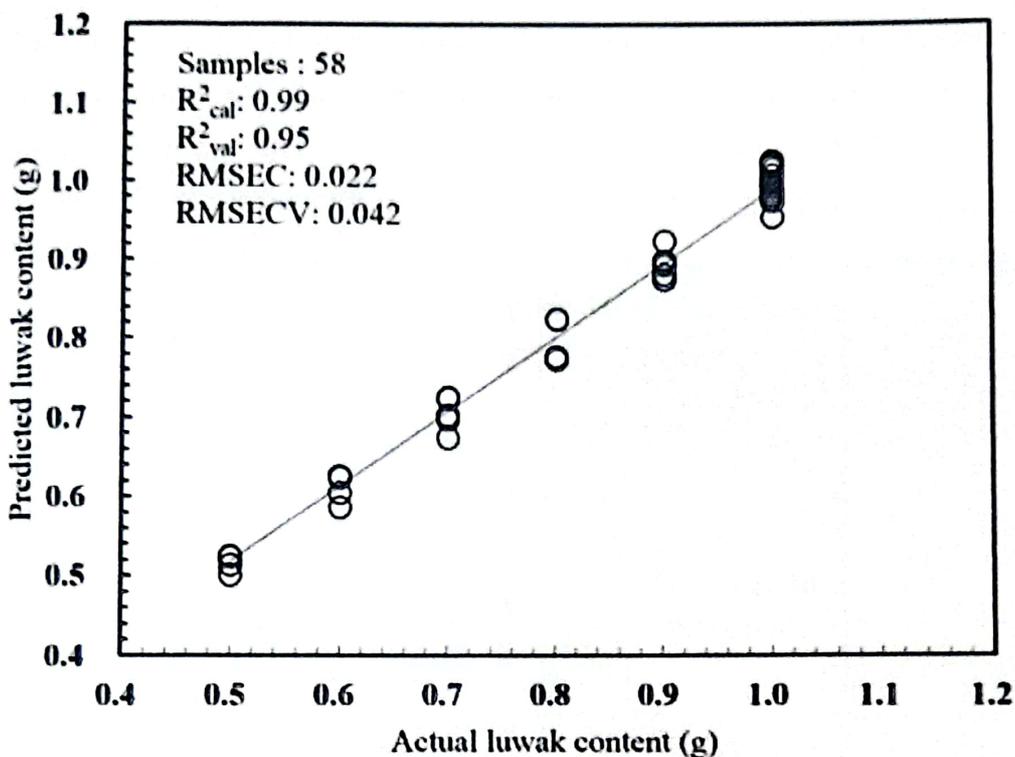
Gambar 5.2 Model klasifikasi berbasis SVM untuk membedakan kopi luwak dan bukan luwak dengan 2 *principal components* (PCs).

5.3. Pengembangan Model Regresi Dengan Metode Non-Linear

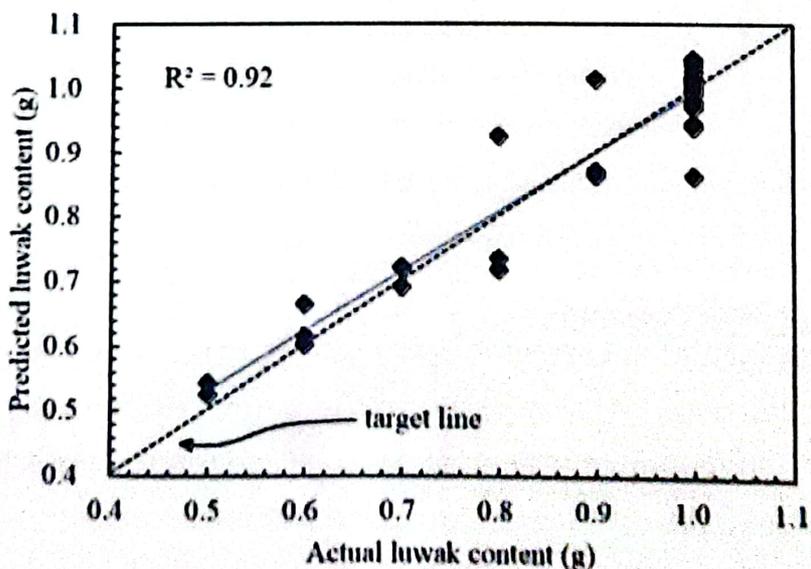
Penggunaan metode non-linear untuk studi kuantitatif kopi luwak juga dievaluasi. Pada penelitian tahap kedua ini digunakan metode regresi SVM (*support vector machines*) untuk membangun model yang mampu menghitung kandungan kopi luwak pada campuran kopi luwak (yang dicampur dengan kopi biasa). Hasil yang diperoleh menunjukkan metode regresi SVM tidak berbeda jauh dengan hasil yang diperoleh menggunakan metode linear PLS (*partial least squares*).

Hasil penelitian menggunakan regresi SVM ini sudah dipresentasikan di seminar internasional ICASMI 2017 di Bandar Lampung dan saat ini sedang ditelaah untuk diterbitkan di jurnal internasional dengan kualifikasi Q3 yaitu *Journal of Engineering and Applied Sciences* (Medwell). Hanya saja dengan info perkembangan terakhir dari tim PAK Kemenristekdikti bahwa evaluasi terhadap jurnal tersebut telah selesai dilakukan dan hasilnya adalah jurnal tersebut sebaiknya tidak digunakan lagi untuk proses kenaikan pangkat maka kami sedang mencari alternatif jurnal lain untuk penerbitan artikel ini. Beberapa hasil dari regresi SVM dapat dilihat di Gambar 5.3 dan 5.4. Gambar 5.3 menunjukkan model regresi untuk penentuan kandungan kopi luwak menggunakan algoritma SVM yang dibangun menggunakan interval 190-700 nm. Dapat dilihat bahwa model yang dibangun memiliki nilai koefisien determinasi yang tinggi dan nilai *error* (RMSEC dan RMSECV) yang rendah. Model ini kemudian digunakan untuk memprediksi kandungan kopi luwak pada sistem pencampuran kopi luwak dan bukan luwak. Hasilnya disajikan di Gambar 5.4. Dapat dilihat bahwa hasil

prediksi cukup baik dengan nilai koefisien determinasi tinggi di mana hampir seluruh sampel terletak dekat dengan garis target. Untuk hasil yang lebih lengkap terkait dengan regresi SVM ini dapat dilihat di Lampiran.



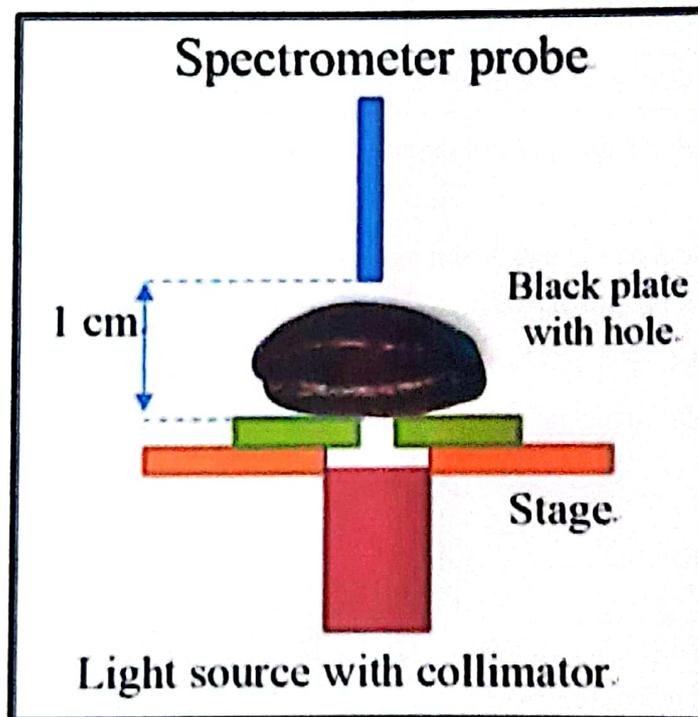
Gambar 5.3 Model regresi berbasis SVM pada interval 190-700 nm.



Gambar 5.4 Plot hasil prediksi menggunakan model regresi SVM.

5.4. Pengembangan Model Diskriminasi Dengan Metode Linear Untuk Kopi Luwak *Single Bean*.

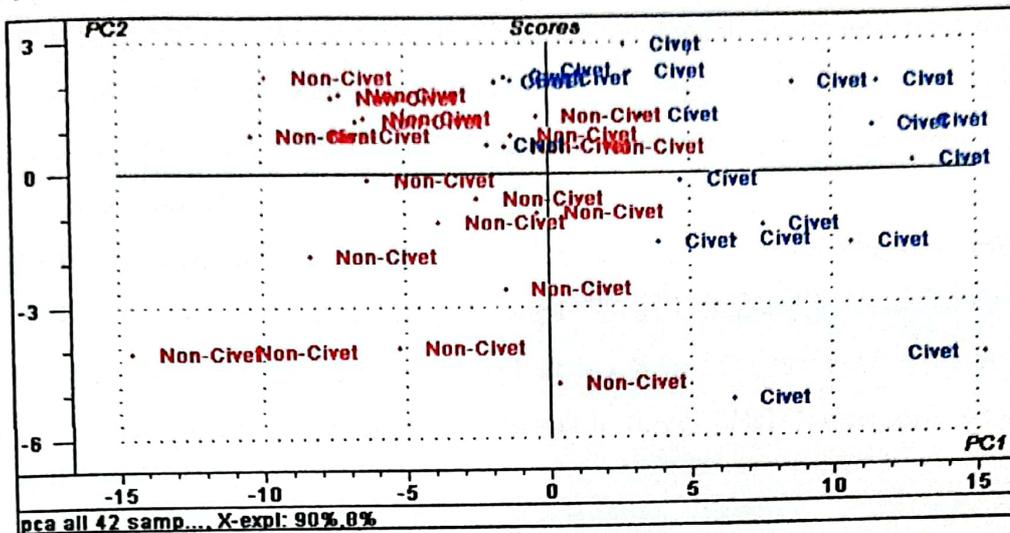
Pada penelitian di tahun kedua ini juga dilakukan evaluasi penggunaan NIR *spectroscopy* untuk proses diskriminasi kopi luwak dan kopi bukan luwak pada bentuk biji kopi tunggal yang telah disangrai (*roasted single bean*). Gambar 5.5 menunjukkan sistem pengambilan spektra untuk sampel kopi luwak dan bukan luwak dengan bentuk biji kopi tunggal. Sistem pengambilan spektra ini terdiri atas spektrometer dengan detektor yang sensitif di interval 190-1100 nm dan sebuah sumber cahaya berbahan lampu halogen yang dapat diatur. Spektra diambil pada mode *transmittance*.



Gambar 5.5 Sistem pengambilan spektra biji kopi tunggal untuk kopi luwak dan bukan luwak dengan mode *transmittance*.

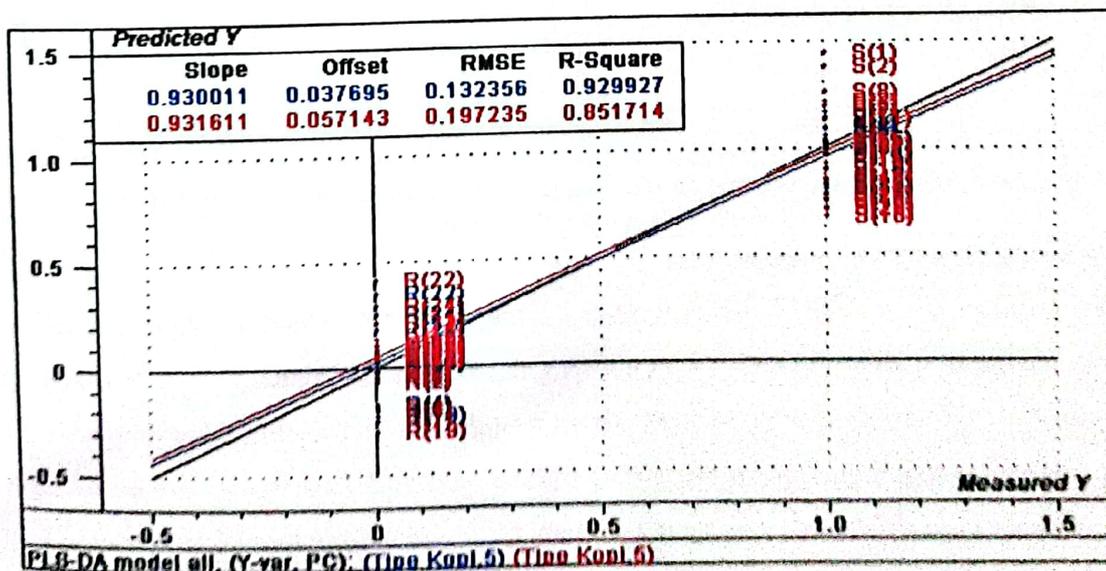
Saat ini proses pengambilan spektra telah sepenuhnya selesai dilakukan dan saat ini sudah selesai dilakukan proses pengolahan data untuk membangun model diskriminasi. Model ini ditujukan untuk membedakan kopi luwak dan bukan luwak pada bentuk biji kopi yang telah disangrai. Beberapa hasil pengolahan yang sampai saat ini telah dilakukan adalah pertama analisis PCA untuk seluruh sampel yang diukur. Hasilnya dapat dilihat di Gambar 5.6. Tampak bahwa sampel biji kopi luwak dan bukan luwak dapat terpisah dengan cukup baik (kiri dan kanan). Sampel biji kopi luwak terletak di sebelah kanan (kuadran satu dan empat) dengan nilai

C1 positif sedangkan sampel biji kopi bukan luwak terletak di sebelah kiri (kuadran dua dan tiga) dengan nilai PC1 negatif.



Gambar 5.6 Hasil plot analisis PCA untuk sampel biji kopi luwak dan bukan luwak.

Untuk proses diskriminasi dan klasifikasi kopi luwak dan bukan luwak dalam bentuk biji salah satunya dengan mengembangkan model PLS-DA. Hasilnya dapat dilihat di Gambar 5.7. Model diskriminasi PLS-DA memiliki nilai koefisien determinasi yang cukup tinggi baik untuk kalibrasi maupun validasi. Untuk hasil lengkapnya sedang disiapkan untuk diterbitkan di jurnal nasional terakreditasi.

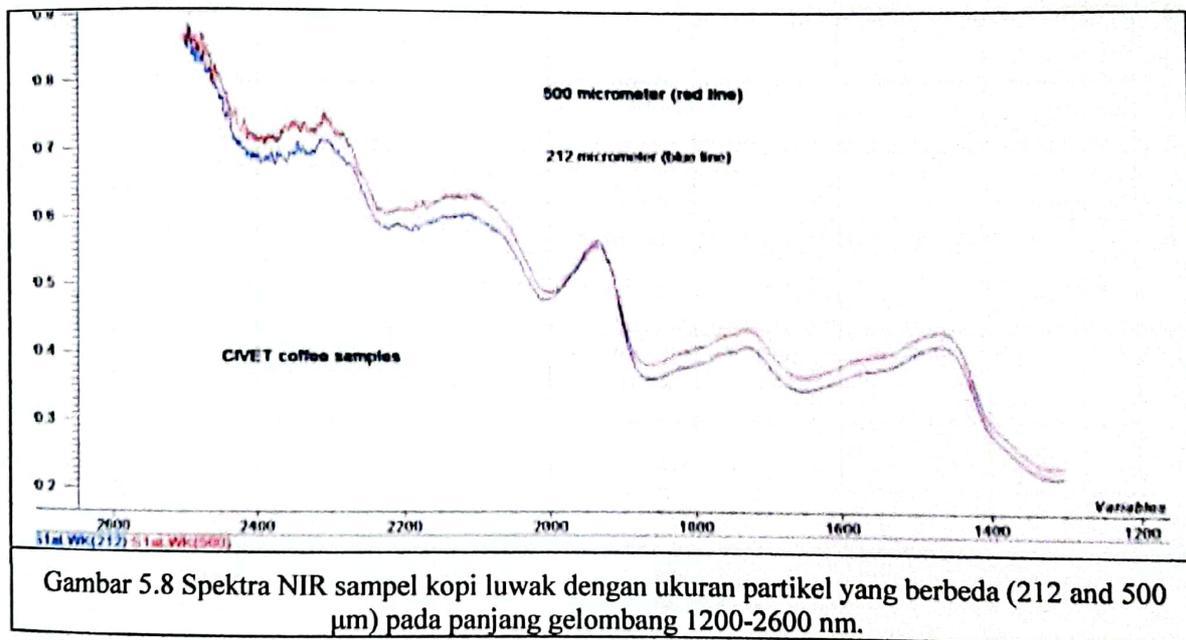


Gambar 5.7 Model diskriminasi PLS-DA untuk biji kopi luwak dan bukan luwak.

5.5. Pengembangan Model Diskriminasi Kopi Bubuk Dengan NIR Spectroscopy Yang Mampu Mengkompensasi Variasi Ukuran Partikel Kopi Bubuk.

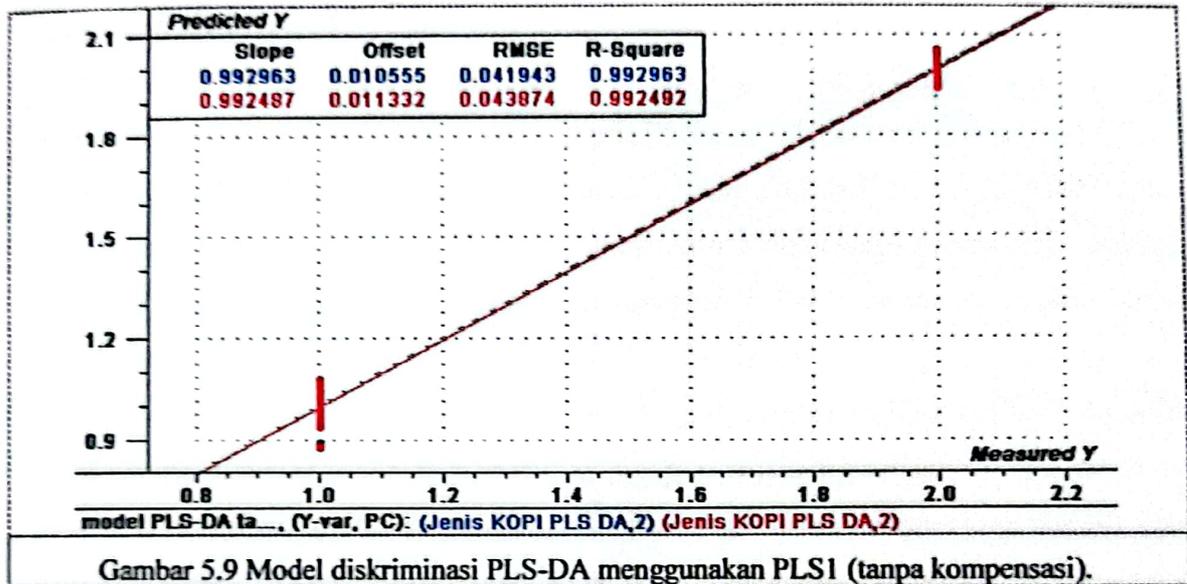
Pada penelitian ini dilakukan investigasi pengaruh variasi ukuran kopi bubuk (*mesh*) dalam proses diskriminasi kopi luwak dan bukan luwak menggunakan NIR *spectroscopy*. Penelitian ini ternyata lebih diprioritaskan dibandingkan dengan investigasi pengaruh variasi suhu sampel. Dengan pendekatan menggunakan metode regresi PLS2 maka dilakukan studi untuk mengembangkan model diskriminasi yang mampu mengkompensasi pengaruh variasi ukuran kopi bubuk (*mesh*).

Gambar 5.8 menunjukkan sampel kopi luwak yang memiliki ukuran partikel yang berbeda yaitu 500 mikrometer dan 212 mikrometer. Dari Gambar 5.8. terlihat bahwa kedua spektra memiliki nilai intensitas absorban yang berbeda. Semakin besar ukuran partikel partikel kopi bubuk maka intensitas absorbannya semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan riset sebelumnya.



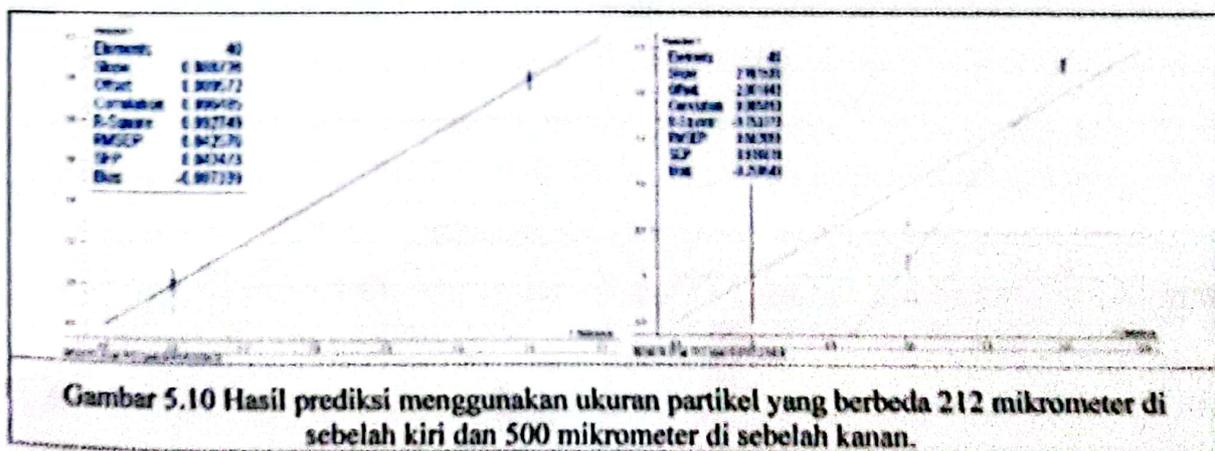
Untuk mengkompensasi pengaruh variasi ukuran partikel maka salah satu pendekatan yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode PLS2. Di sini peubah target selain jenis kopi (luwak dan bukan luwak) adalah ukuran partikel kopi bubuk (212 dan 500 mikrometer). Gambar 5.9 menunjukkan model diskriminasi PLS-DA dengan menggunakan algoritma PLS1 (tanpa kompensasi). Model terlihat memiliki kualitas yang sangat handal dengan nilai koefisien determinasi yang sangat tinggi. Namun model ini terbukti tidak mampu mengatasi pengaruh variasi ukuran partikel sampel kopi bubuk saat digunakan untuk proses prediksi. Hal ini dapat dilihat di Gambar 5.10 yang menunjukkan adanya nilai *bias* yang sangat tinggi. Hasil prediksi di sebelah kiri di Gambar 5.10 sangat baik karena ukuran partikel sampel yang digunakan untuk

kalibrasi dan prediksi adalah sama yaitu 212 mikrometer. Sedangkan di sebelah kanan di Gambar 5.10 terlihat hasil prediksi tidaklah bagus karena nilai *bias* yang tinggi. Ini terjadi karena ukuran sampel kopi kalibrasi (212 mikrometer) berbeda dengan ukuran sampel kopi prediksi (500 mikrometer). Hal ini menunjukkan betapa pentingnya membangun model diskriminasi yang mampu mengkompensasi variasi ukuran partikel kopi bubuk.



Gambar 5.9 Model diskriminasi PLS-DA menggunakan PLS1 (tanpa kompensasi).

Untuk hasil dan pembahasan yang lebih lengkap terkait dengan proses pengembangan model menggunakan PLS2 dapat dilihat di Lampiran.



Gambar 5.10 Hasil prediksi menggunakan ukuran partikel yang berbeda 212 mikrometer di sebelah kiri dan 500 mikrometer di sebelah kanan.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut ini beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan dari hasil kegiatan penelitian tahun kedua (2017) dengan pendanaan 100%:

UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan dua metode klasifikasi yaitu metode linear (metode LDA) dan metode non-linear (metode SVMC) berhasil mengklasifikasikan kopi luwak dan kopi bukan luwak (sampel bentuk kopi bubuk). Untuk sampel kalibrasi *confusion matrix* menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% baik untuk metode LDA maupun metode SVMC. Seluruh sampel prediksi mampu dikelompokkan sesuai dengan kelas atau grup yang seharusnya. Hasil ini memberikan pilihan untuk proses dan monitoring uji keaslian kopi luwak secara mudah menggunakan UV-Vis *spectroscopy* dan metode LDA atau SVMC.

UV-Vis *spectroscopy* yang dikombinasikan dengan metode regresi berbasis algoritma SVM (*support vector machines*) memiliki prospek untuk digunakan sebagai salah satu metode untuk uji adanya proses pencampuran pada kopi luwak (sampel kopi bubuk). Hasil penelitian menunjukkan metode regresi SVM sebagai salah satu pendekatan algoritma non linear mampu menghitung kandungan kopi luwak dalam campuran kopi luwak-kopi bukan luwak. Ini memberikan pilihan lain selain dengan menggunakan pendekatan linear menggunakan metode regresi PLS (*partial least squares*).

Pada proses pengembangan uji keaslian kopi luwak salah satu kendala yang dihadapi adalah pengaruh variasi ukuran partikel kopi bubuk. Untuk memperoleh model regresi yang mampu mengkompensasi pengaruh ukuran partikel kopi bubuk, sebuah pendekatan menggunakan metode PLS2 diujicobakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode PLS2 mampu menghasilkan model PLS-DA yang handal dan mampu memprediksi dengan baik seluruh sampel prediksi dengan dua ukuran partikel yang berbeda (212 dan 500 μm).

Secara umum analisis PCA menunjukkan proses diskriminasi kopi luwak dan kopi bukan luwak pada bentuk biji kopi disangrai menggunakan NIR *spectroscopy* sangat memungkinkan. Kedua jenis kopi terlihat terpisah di sepanjang sumbu mendatar (PC1).

DAFTAR PUSTAKA

- Alessandrini, L., Romani, S., Pinnavaia, G., and Rosa, M. D. 2008. Near infrared spectroscopy: An analytical tool to predict coffee roasting degree. *Analytica Chimica Acta*, 625: 95–102.
- Alves, R., Casal, S., Alves, M., and Oliveira, M. 2009. Discrimination between arabica and robusta coffee species on the basis of their tocopherol profiles. *Food Chemistry*, 114: 295–299.
- Bernard, M.C. Roberts, D.D., and Kraehenbuehl, K. 2005 Interactions between volatile and nonvolatile coffee components. 2. Mechanistic study focused on volatile thiols, *J. Agric. Food Chem.*, 53(11): 4426–4433.
- Blanco, M., and Villarroya, I. 2002. NIR spectroscopy: a rapid-response analytical tool. *Trends in Analytical Chemistry*. 21(4): 240–250.
- Chen, Q., Zhao, J., Liu, M and Cai, J. 2008. Nondestructive identification of tea (*Camellia sinensis* L.) varieties using FT-NIR spectroscopy and pattern recognition. *Czech J. Food Sci.* 26(5): 360–367.
- Chen, Q., Zhao, J., Lin, H. 2009. Study on discrimination of Roast green tea (*Camellia sinensis* L.) according to geographical origin by FT-NIR spectroscopy and supervised pattern recognition. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 72: 845–850.
- Davies, A.M.C. 2005. An introduction to near infrared spectroscopy. *NIR news* 16 (7) : 9–11.
- Downey, G., Boussion, J., and Beauchêne, D. 1994. Authentication of whole and ground coffee beans by near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 2: 85–92.
- Fan, G., Zha, J., Du, R., and Gao, L. 2009. Determination of soluble solids and firmness of apples by Vis/NIR transmittance. *Journal of Food Engineering*, 93: 416–420.
- Fuferti, Z.M.A., Syakbaniah dan Ratnawulan. 2013. Perbandingan karakteristik fisis kopi luwak (*civet coffee*) dan kopi biasa jenis arabika. *PILLAR OF PHYSICS*, 2: 68–75.
- Gómez, A.H., He, Y., and Pereira, A.G. 2006. Nondestructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. *J. Food Engineering*. 77: 313–319.
- Huck, C. W., Guggenbichler, W., and Bonn, G. K., 2005. Analysis of caffeine, theobromine and theophylline in coffee by near infrared spectroscopy (NIRS) compared to high-performance liquid chromatography (HPLC) coupled to mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 538:195–203.
- Illy, A., and Viani, R. 1996. Espresso coffee: The chemistry of quality. London: Academic Press.
- Jamshidi, B., Minaei, S., Mohajerani, E., and Ghassemian, H. 2012. Reflectance Vis/NIR spectroscopy for nondestructive taste characterization of Valencia oranges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 85: 64–69.
- Kusdriana, D. 2011. Peluang dan tantangan industri kopi Indonesia dalam persaingan pasar global. PT. Media Data Riset.
- Liu, Y., Sun, X., Zhang, H., and Aiuguo, O. 2010. Nondestructive measurement of internal quality of nanfeng mandarin fruit by charge coupled device near infrared spectroscopy. *Computers and Electronics in Agriculture*. 715: S10–S14.
- Marccone, M. F. 2004a. Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (Kopi Luwak) and Ethiopian civet coffee. *Food Research International*, 37: 901–912.
- Marccone, M.F. 2004b. The Science behind luwak coffee: An analysis of the world's rarest and most expensive coffee. *Annals of Improbable Research*. pp: 12–13. www.improbable.com

- Pizarro, C., Esteban-Diez, I., and Gonzalez-Saiz, J. M. 2004. Prediction of sensory properties of espresso from roasted coffee samples by near-infrared spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 525: 171–182.
- Raharjo B. 2013. Analisis penentu ekspor kopi Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*. 1(1): Universitas Brawijaya. Malang.
- Reh, C. T., Gerber, A., Prodolliet, J., and Vuataz, G. 2006. Water content determination in green coffee – method comparison to study specificity and accuracy. *Food Chemistry*, 96:423–430.
- Santos, J.R., Sarraguça, M.C., Rangel, A.O.S.S., Lopes, J.A. 2012. Evaluation of green coffee beans quality using near infrared spectroscopy: A quantitative approach. *Food Chemistry* 135: 1828–1835.
- Schievano, E., Finotello, C., De Angelis, E., Mammi, S., and Navarini, L. 2014. Rapid authentication of coffee blends and quantification of 16-O-Methylcafestol in roasted coffee beans by NMR. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62:12309–12314.
- Shan, J., Suzuki, T., Suhandy, D., Ogawa, Y., and Kondo, N. 2014. Chlorogenic acid (CGA) determination in roasted coffee beans by Near Infrared (NIR) spectroscopy. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 7(4): 139–142.
- Shilbayeh, N.F. and Iskandarani, M.Z. 2004. Quality control of coffee using an electronic nose system. *American Journal of Applied Sciences* 1(2): 129–135.
- Suhandy, D. 2009. Nondestructive measurement of soluble solids content in pineapple fruit using short wavelength near infrared (SW-NIR) spectroscopy. *International Journal of Applied Engineering Research*, 4 (1): 107–114.
- Suhandy, D., Suzuki, T., Ogawa, Y., Kondo, N., Naito, H., Ishihara, T., Takemoto, Y., and Liu, W. 2012a. A Quantitative study for determination of glucose concentration using attenuated total reflectance terahertz (ATR-THz) spectroscopy. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 5(3): 90–95.
- Suhandy, D., Yulia, M., Yuichi Ogawa, Y., and Kondo, N. 2012b. L-Ascorbic acid prediction in aqueous solution based on FTIR-ATR terahertz spectroscopy. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 5(4): 152–158.
- Suhandy, D., Yulia, M., Ogawa, Y., and Kondo, N. 2013. Prediction of L-Ascorbic acid using FTIR-ATR terahertz spectroscopy combined with interval partial least squares (iPLS) regression. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 6(3): 111–117.
- Suhandy, D., Waluyo, S., Sugianti, C., Yulia, M., Iriani, R., Handayani, F.N., Apratiwi, N. 2016a. The use of UV-Vis-NIR spectroscopy and chemometrics for identification of adulteration in ground roasted arabica coffees -Investigation on the influence of particle size on spectral analysis-. *Proceeding of Seminar Nasional Tempe*. Bandar Lampung, 28 May 2016.
- Suhandy, D., Yulia, M., Waluyo, S., Sugianti, C., Iriani, R., Handayani, F.N., Apratiwi, N. 2016b. The potential use of ultraviolet-visible spectroscopy and soft independent modelling of class analogies (SIMCA) for classification of Indonesian palm civet coffee (kopi luwak). *Proceeding of The USR International Seminar on Food Security (UISFS)*. Bandar Lampung, 23-24 August 2016.
- Suhandy, D., Yulia, M., Waluyo, S., Sugianti, C. 2016c. Penggunaan metode discriminant partial least squares (DPLS) dan data spektra di daerah ultraviolet-cahaya tampak untuk penggolongan kopi luwak. *Jurnal Keteknik Pertanian (Submitted)*.
- Suhandy, D., Yulia, M., Waluyo, S., Sugianti, C. 2016d. The use of partial least square (PLS) regression and spectral data in UV-visible region for quantification of adulteration in Indonesian palm civet coffee. *Food Cemistry (Submitted)*.

- Teye, E., Huang, X., Dai, H., and Chen, Q. 2013. Rapid differentiation of Ghana cocoa beans
- Teye, E., Xing-yi Huang, X., Lei, W., and Dai, H. 2014. Feasibility study on the use of Fourier transform near-infrared spectroscopy together with chemometrics to discriminate and quantify adulteration in cocoa beans. *Food Research International*, 55: 288–293.
- Tian, H., Ying, Y., Lu, H., Fu, X., and Yu, H. 2007. Measurement of soluble solids content in watermelon by Vis/NIR diffuse transmittance technique. *Journal of Zhejiang University – Science B*, 8: 105–110.
- Yulia, M., Suhandy, D., Ogawa, Y., and Kondo, N. 2014. Investigation on the influence of temperature in L-ascorbic acid determination using FTIR-ATR terahertz spectroscopy: Calibration model with temperature compensation. *Engineering in Agriculture Environment and Food*. 7(4): 148–154.
- Yulia, M., Suhandy, D., Waluyo, S., Sugianti, C. 2016. Detection and quantification of adulteration in luwak coffee through ultraviolet-visible spectroscopy combined with chemometrics method. *Proceeding of The USR International Seminar on Food Security (UISFS)*. Bandar Lampung, 23-24 August 2016.

Lampiran:

- Lampiran 1. Output penelitian berupa artikel di jurnal nasional terakreditasi (Bukti Penerimaan).
- Lampiran 2. Output penelitian berupa artikel di jurnal internasional bereputasi (Bukti Penerimaan).
- Lampiran 3. Output penelitian berupa artikel di prosiding terindeks SCOPUS.
- Lampiran 4. Seminar nasional di Universitas Nasional (artikel terbit dalam prosiding).
- Lampiran 5. Seminar internasional ICASMI tahun 2017 (selesai presentasi).
- Lampiran 6. Seminar internasional ISAEIS PERTETA tahun 2017 (selesai presentasi).
- Lampiran 7. Seminar internasional ICChESA tahun 2017 (selesai presentasi).
- Lampiran 8. Seminar internasional AESAP tahun 2017 (selesai presentasi).
- Lampiran 9. Foto kegiatan penelitian.
- Lampiran 10. Foto kegiatan seminar nasional dan internasional.
- Lampiran 11. Draft artikel di ICASMI 2017.
- Lampiran 12. Draft artikel di ICChESA 2017.
- Lampiran 13. Draft artikel di AESAP 2017.
- Lampiran 14. Penghargaan Inovasi Daerah Provinsi Lampung tahun 2017.

Lampiran 1. Output penelitian berupa artikel di jurnal nasional terakreditasi (Bukt Penerimaan).

Artikel diterima di Jurnal Nasional Terakreditasi KEMENRISTEKDIKTI.

[JTEP] Editor Decision

Inbox x



Rokhani Hasbullah <journal@apps.ipb.ac.id>
to me

Aug 15 (4 days ago)



Indonesian > English Translate message

Turn off for: Indonesian x

Dr. Diding Suhandy:

We have reached a decision regarding your submission to Jurnal Keteknikan Pertanian, "Penggunaan Metode Discriminant Partial Least Squares (DPLS) dan Data Spektra di Daerah Ultraviolet-Cahaya Tampak Untuk Penggolongan Kopi Luwak".

Our decision is to:

Redaksi mengucapkan selamat bahwa artikel Anda telah ditelaah oleh mitra bestari dan dewan editor memutuskan bahwa artikel Anda diterima untuk dipublikasikan pada JTEP edisi Volume 5(3) Desember 2017.
Terima kasih atas kerjasamanya.

Admin Jtep
jtep@ipb.ac.id

Jurnal Keteknikan Pertanian
<http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Lampiran 2. Output penelitian berupa artikel di jurnal internasional bereputasi (Bukti Penerimaan).

Artikel diterima dan sudah dipublikasikan di Jurnal terindeks SCOPUS dengan kualifikasi jurnal Q2.

International Journal of Food Science
Volume 2017 (2017), Article ID 6274178, 7 pages
<https://doi.org/10.1155/2017/6274178>

Research Article
The Use of Partial Least Square Regression and Spectral Data in UV-Visible Region for Quantification of Adulteration in Indonesian Palm Civet Coffee
Diding Subandjo¹ and Melisita Yulia²

¹Laboratory of Bioprocess and Postharvest Engineering, Department of Agricultural Engineering, The University of Lampung, Jl. Soemantri Brodokusno No. 1, Gedung Masing, Bandar Lampung, Lampung 35145, Indonesia
²Department of Agricultural Technology, Lampung State Polytechnic, Jl. Soekarno Hatta No. 10, Raubeta, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Correspondence should be addressed to Diding Subandjo;
Received 18 January 2017; Revised 12 June 2017; Accepted 18 July 2017; Published 20 August 2017
Academic Editor: Theres Thomas Dangsan
Copyright © 2017 Diding Subandjo and Melisita Yulia. This is an open access article distributed under the

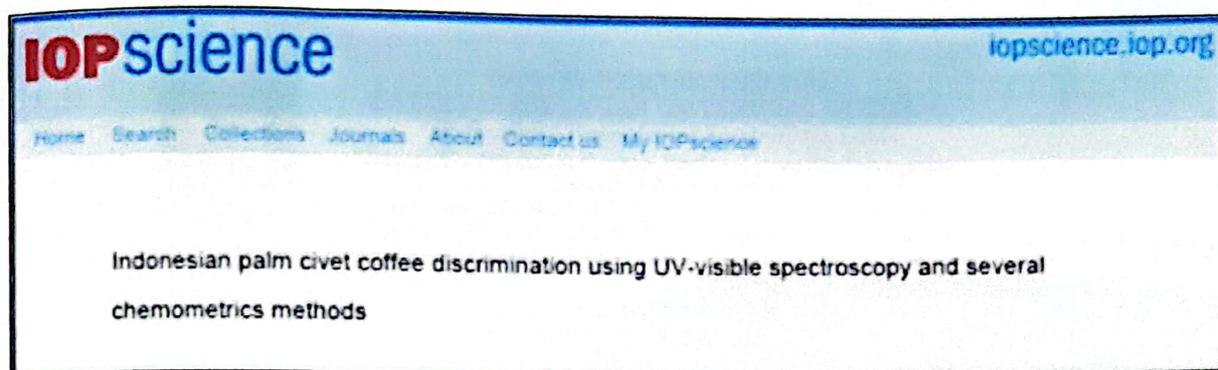
Abstract
Full Text PDF
Full Text HTML
Full Text EPUB
Full Text SHTML
Linked References
How to Cite this Article

Views
Citation
PDF

Jurnal dapat diunduh secara gratis di alamat berikut:

<https://www.hindawi.com/journals/ijfs/2017/6274178/>

Lampiran 3. Output penelitian berupa artikel di prosiding terindeks SCOPUS.



International Symposium on Bioinformatics, Chemometrics and Metabolomics

IOP Publishing

IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 835 (2017) 012010

doi:10.1088/1742-6596/835/1/012010

Indonesian palm civet coffee discrimination using UV-visible spectroscopy and several chemometrics methods

M Yulla^{1*} and D Suhandy²

¹ Department of Agricultural Technology, Lampung State Polytechnic, Jl. Soekarno Hatta No. 10, Rajabasa Bandar Lampung, Indonesia

² Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, The University of Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

E-mail: meimilwitayulia@polinela.ac.id

Abstract. Indonesian palm civet coffee or kopi luwak (Indonesian words for coffee and palm civet) is well known as the world's priciest and rarest coffee. To protect the authenticity of

Artikel bisa diunduh secara gratis di alamat berikut:

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/835/1/012010/pdf>

Lampiran 4. Seminar nasional di Universitas Nasional (artikel terbit dalam prosiding).



**PANITIA SEMINAR NASIONAL
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS NASIONAL**
"Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Lokal
Menuju Kemandirian Pangan Nasional yang Berkelanjutan"
Sekretariat : Fakultas Pertanian
Jalan Sawo Manila No.61, Pejaten, Pasar Minggu, Jakarta Selatan,
Telephone : (021) 7806700 Ext. 157 Email : semmas.fpunas@gmail.com

**LETTER OF ACCEPTANCE
PENERIMAAN ABSTRAK**

Kepada Yth.

Nama Pemakalah	Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr dan Meiniwita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc
Judul Pemakalah	Studi Kelayakan Penggunaan Regresi <i>Partial Least Squares (PLS)</i> yang Dikombinasikan Dengan Teknologi <i>Near Infrared (NIR) Spectroscopy</i> Untuk Proses Uji Keaslian Kopi Luwak
Institusi	Universitas Lampung

Dengan ini kami menginformasikan bahwa abstrak Bapak/ Ibu dinyatakan **DITERIMA** untuk dipresentasikan secara Oral di Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Nasional pada :

Hari/ Tanggal : Rabu, 8 Februari 2017
Waktu : 08.00 - 16.30 WIB
Tempat : Aula Universitas Nasional, Blok I Lt.4. Jl. Sawo Manila No.61 Pejaten, Pasar Minggu Jakarta Selatan

Untuk itu kami mohon agar Bapak/ Ibu segera melengkapi Full paper dan bukti transfer paling lambat 5 Februari 2017 melalui email : semmas.fpunas@gmail.com

Kami berharap dengan hormat kehadiran dan partisipasi Bapak/ Ibu.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Jakarta, 25 Januari 2017
Ketua Panitia,



Dr. Kusrak Dwiyono, MSi
NIDN 0021045702