

ISSN (p) : 2302-559X  
ISSN (e) : 2549-0818



# Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 2, Juni 2019



SK Dirjen DIKTI No : 21/E/KPT/2018



Jurnal Teknik  
Pertanian Lampung

Volume  
8

No.  
2

Hal  
65-152

Lampung  
Juni 2019

(p) 2302-559X  
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Sejak tahun 2018, J-TEP mendapatkan terakreditasi SINTA 3 berdasarkan SK Dirjen Dikti No.21/E/KPT/2018. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

**Chief Editor**

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

**Reviewer**

Prof. Dr. Ir, R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)  
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)  
Prof. Dr. Indarto, DAE (Universitas Negeri Jember)  
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)  
Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)  
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)  
Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)  
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)  
Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)  
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)  
Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)  
Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syah Kuala)  
Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)  
Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

**Editorial Boards**

Dr. Warji, S.TP, M.Si  
Cicik Sugianti, S.TP, M.Si  
Elhamida Rezkia Amien S.TP, M.Si  
Winda Rahmawati S.TP, M.Si  
Febryan Kusuma Wisnu, S. TP, M.Sc  
Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

---

**Alamat Redaksi J-TEP:**

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846  
Website :<http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ITP>  
Email :[jurnal\\_tep@fp.unila.ac.id](mailto:jurnal_tep@fp.unila.ac.id) dan [ae.journal@yahoo.com](mailto:ae.journal@yahoo.com)

## **PENGANTAR REDAKSI**

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 2, bulan Juni 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 8 (delapan) artikel dimana salah satu artikel pada volume ini berbahasa Inggris yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi perlakuan uap panas dan pengaruhnya terhadap mutu buah melon, aplikasi USLE dan GIS untuk prediksi laju erosi, studi kuantifikasi pencampuran kopi dekafeinasi menggunakan UV-Vis, manajemen irigasi pembibitan sawit dengan CROPWAT, uji kinerja dan analisis ekonomi mesin penepung biji jagung, *the effects of empty fruit bunch treatments for straw mushroom*, sistem otomasi photovoltaic pada PLTS berbasis mikrokontroler, dan penerapan rancang bangun sistem hidroponik otomatis untuk budidaya bawang merah.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

**Editorial J TEP-Lampung**

Daftar isi

Pengantar Redaksi

PERLAKUAN UAP PANAS DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BUAH MELON ( <i>Cucumis melo</i> L.) SELAMA PENYIMPANAN <i>Michael Alexander Hutabarat, Rokhani Hasbullah, Mohamad Solahudin</i>	65-75
APLIKASI USLE DAN GIS UNTUK PREDIKSI LAJU EROSI DI WILAYAH DAS BRANTAS <i>Novitasari, M. Holilul Rohman, Astarina Ayu Ambarwati, Indarto Indarto</i>	76-85
STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI DEKAF-NONDEKAF MENGGUNAKAN UV-Vis SPECTROSCOPY DAN REGRESI PLS <i>Diding Suhandy, Iskandar Zulkarnain, Meinilwita Yulia, Galih Pratama</i>	86-96
MANAJEMEN IRIGASI PEMBIBITAN SAWIT ( <i>Elaeis guineensis</i> ) PRESISI DENGAN CROPWAT 8.0 <i>Lisma Safitri</i>	97-106
UJI KINERJA DAN ANALISIS EKONOMI MESIN PENEPUNG BIJI JAGUNG (STUDI KASUS DI DESA CIKAWUNG, KECAMATAN CIPARAY, KABUPATEN BANDUNG) <i>Wahyu K. Sugandi, Asep Yusuf, Totok Herwanto, Aura Marjani Ummah</i>	107-119
THE EFFECTS OF EMPTY FRUIT BUNCH TREATMENTS FOR STRAW MUSHROOM SUBSTRATE ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIS OF A BIOFERTILIZER <i>Sugeng Triyono, Rio Pujiono, Iskandar Zulkarnain, Ridwan, Agus Haryanto, Dermiyati, Jamalam Lumbanraja</i>	120-129
SISTEM OTOMASI PHOTOVOLTAIC PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO SKALA LABORATORIUM <i>Huswatun Ida Lailatun, Rahmat Sabani, Guyup Mahardian Dwi Putra, Diah Ajeng Setiawati</i>	130-138
PENERAPAN RANCANGAN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA BAWANG MERAH ( <i>Allium Ascalonicum</i> L.) DAN SIMULASI ANALISIS BIAYA <i>Mareli Telaumbanua, An'nisa Nur Rachmawaty, Sugeng Triyono, Siti Suharyatun</i>	139-152

## PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
  - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
  - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
  - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
  - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
  - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
  - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
  - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
    - Kepustakaan dari Jurnal:  
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
    - Kepustakaan dari Buku:  
Keller, J, and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
  - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :  
**Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)**  
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian  
Universitas Lampung  
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1  
Telp. 0721-701609 ext. 846  
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>  
Email : [aejournal@yahoo.com](mailto:aejournal@yahoo.com)
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

## STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI DEKAF - NON DEKAF MENGUNAKAN UV-Vis SPECTROSCOPY DAN REGRESI PLS

### STUDY ON THE QUANTIFICATION OF ADULTERATION OF DECAFFEINATED-NON DECAFFEINATED GROUND ROASTED COFFEE USING UV-Vis SPECTROSCOPY AND PLS REGRESSION

Diding Suhandy<sup>1</sup>✉, Iskandar Zulkarnain<sup>1</sup>, Meinilwita Yulia<sup>2</sup>, Galih Pratama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

✉Komunikasi Penulis, e-mail: diding.sughandy@fp.unila.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v8i2.86-96>

Naskah ini diterima pada 29 Mei 2018; revisi pada 29 Juni 2019;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 29 Juni 2019

#### ABSTRACT

*Decaf coffee is a low-caffeine coffee that requires an extra process of time and cost so that the price is quite expensive. Decaf coffee is usually traded in ground roasted and it is very difficult to distinguish between the two with the naked eyes. Therefore in this study, UV-Vis spectroscopy was used combined with Partial least squares (PLS) regression to detect the adulteration of decaf coffee with non-decaf coffee. Each sample has 1 gram weight. Total sample were 100 samples. The composition of decaf and non decaf = 10%: 90%, 20%: 80%, 30%: 70%, 40%: 60%, 50%: 50 %, 60%: 40%, 70%: 30%, 80%: 20%, 90%: 10%, and 100% pure decaf. In this study PLS regression was used with The Unscrambler version 9.2 to develop PLS model. The best PLS calibration model was obtained for the Savitzky-Golay Smoothing and SNV spectra in the range of 250-450 nm. This model has the coefficient of determination  $R^2_{kal} = 0,99$  and  $R^2_{val} = 0,98$ , RPD = 6,61 and PLS factor (F) = 2. While SEC = 2,1% and SEP = 4, 4% with the lowest SEC and SEP difference of 2,3% could be obtained by paired t-test at 95% confidence level, it can be proved that actual and predicted percentage of decaf coffee content was not significantly different.*

**Keywords:** Authenticity, Decaf coffee, PLS regression, UV-Vis spectroscopy

#### ABSTRAK

Kopi decaf adalah kopi rendah kafein yang memerlukan proses tambahan waktu dan biaya sehingga harganya cukup mahal. Kopi decaf biasanya dijual dalam bentuk bubuk dan sangat sulit untuk dibedakan dengan mata. Untuk itu pada penelitian ini, UV-Vis spectroscopy diujicobakan untuk mendeteksi adanya pencampuran pada kopi decaf dengan kopi non decaf. Bahan yang digunakan setiap sampel adalah 1 gram, dengan jumlah sampel sebanyak 100 sampel dengan komposisi decaf : non decaf = 10% : 90%, 20% : 80%, 30% : 70%, 40% : 60%, 50% : 50%, 60% : 40%, 70% : 30%, 80% : 20%, 90% : 10%, dan 100% decaf murni. Pada penelitian ini menggunakan metode regresi partial least squares (PLS) dengan program The Unscrambler versi 9.2. Persamaan kalibrasi terbaik diperoleh untuk tipe spektra Smoothing Savitzky-Golay dan SNV pada panjang gelombang 250-450 nm. Persamaan ini memiliki nilai koefisien determinasi yaitu  $R^2_{kal} = 0,99$  dan  $R^2_{val} = 0,98$ , Nilai RPD 6,61 dan faktor (F) = 2, sedangkan nilai SEC = 2,1 % dan SEV = 4,4 % dengan selisih SEC dan SEV yang paling rendah yaitu 2,3%. Dengan uji beda dua sampel berpasangan pada taraf kepercayaan 95% dapat dibuktikan bahwa kandungan kopi decaf aktual dan prediksi tidak berbeda nyata.

**Kata kunci:** Kopi decaf, Regresi PLS, Uji Keaslian, UV-Vis spectroscopy

## I. PENDAHULUAN

Kopi telah dibudidayakan sejak abad ke-15. Saat ini kopi merupakan komoditas perkebunan yang telah menguasai dunia dan merupakan salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi selain air putih dan teh, bahkan minum kopi pada zaman sekarang dianggap sebagai gaya hidup modern (Gardjito dkk, 2011). Kopi merupakan salah satu kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia. Indonesia dikenal sebagai negara penghasil kopi terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia (ICO, 2015).

Kopi diminum oleh konsumen bukan sebagai sumber nutrisi melainkan sebagai minuman penyegar. Biji kopi secara alami mengandung berbagai jenis senyawa volatil seperti *aldehida*, *furfural*, *keton*, *alcohol*, *ester*, asam format, dan kafein. Kafein adalah senyawa alkaloid turunan *xantine* (basa Purin) yang secara alami banyak terdapat pada kopi. Pada biji kopi kafein yang terkandung berkisar 2,5%. Pada satu cangkir kopi dalam 100 ml mengandung 80-100 mg kafein, tergantung dari banyaknya kopi yang digunakan (Tjaj dan Rahardja, 2007).

Proses dekafeinasi kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ukuran biji kopi, suhu pelarut dan jenis pelarut yang digunakan. Selain itu proses ini memerlukan suatu rangkaian peralatan yang praktis dan efisien untuk mempermudah kegiatan proses dan meningkatkan mutu dari hasil yang diharapkan. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk proses dekafeinasi kopi adalah reaktor kolom tunggal di mana tahapan kegiatan proses dekafeinasi kopi yaitu proses pengukusan dan pelarutan dapat dilakukan sekaligus dalam satu unit rangkaian alat saja (Almada, 2009).

Kafein adalah salah satu jenis alkaloid yang banyak terdapat dalam biji kopi, daun teh, dan biji coklat kafein memiliki efek farmakologis yang bermanfaat secara klinis, seperti menstimulasi susunan syaraf pusat, relaksasi otot polos terutama otot polos bronkus dan stimulasi otot jantung. Berdasarkan efek farmakologis tersebut, kafein ditambahkan dalam jumlah tertentu ke minuman. Efek

berlebihan (*over dosis*) mengkonsumsi kafein dapat menyebabkan gugup, gelisah, tremor, insomnia, hipertensi, mual dan kejang. Berdasarkan *Food Drug Administration* dosis kafein yang diizinkan 200 mg/hari (FDA, 2018). Menurut SNI 01- 7152-2006 batas maksimum kafein dalam makanan dan minuman adalah 150 mg/hari dan 50 mg/sajian. Kafein sebagai stimulan tingkat sedang (*mild stimulant*) memang sering kali diduga sebagai penyebab kecanduan (Maramis dkk, 2013).

Kadar kafein yang sangat tinggi dapat berpengaruh pada kesehatan penikmat kopi (Kerrigan dan Lindsey, 2005). Atas dasar itu maka peneliti dan penikmat kopi berinisiatif untuk menurunkan kadar kafein pada kopi agar resiko yang didapat dari penikmat kopi pun berkurang atau bahkan tidak ada efek sama sekali bagi tubuh. Kopi dapat dikatakan kopi dekafeinasi jika sudah mengalami proses dekafeinasi dengan beberapa pengolahan kembali, hal ini berpengaruh pada harga kopi yang telah diproses hingga kadar kafeinnya berkurang pada level di mana kafein tidak berbahaya bagi tubuh. Dikarenakan harga kopi dekafeinasi cukup tinggi bila dibandingkan kopi non dekafeinasi, para produsen kopi berlomba-lomba membuat produk kopi dekafeinasi dengan kualitas yang baik namun dalam beberapa kasus kopi yang ditawarkan kepada konsumen tidak murni kopi dekafeinasi. Para produsen mencampurkan atau mengoplos kopi dekafeinasi dan kopi non dekafeinasi dengan campuran kadar kopi non dekafeinasi yang lebih banyak. Hal ini merupakan suatu kerugian bagi konsumen apalagi bagi peminat kopi yang memiliki toleransi rendah terhadap kadar kafein yang tinggi. Pengoplosan atau pencampuran kopi sangat sulit diidentifikasi apabila kopi tersebut telah disangrai dan sudah menjadi bubuk. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk menguji keaslian kopi dekafeinasi, pertama dengan metode *human sensory assessment* yang dilakukan oleh manusia menggunakan indera mata, hidung, mulut, dan tangan. Selain itu menggunakan *image processing* menggunakan Matlab. Hanya saja teknik penilaian seperti ini memiliki beberapa kelemahan seperti subyektivitas yang tinggi dan masalah inkonsistensi penilaian (Tavares *et al.*, 2012). Di sisi lain penggunaan teknologi

*ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy* memiliki potensi untuk mendeteksi kemurnian kopi dekafeinasi dan Sejauh ini belum pernah ada pendeteksian kemurnian kopi dekafeinasi menggunakan teknologi *UV-Vis spectroscopy*.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah membangun model kalibrasi dengan menggunakan regresi PLS yang mampu mengidentifikasi persentase campuran kopi dekafeinasi dan kopi non dekafeinasi pada kopi robusta serta menguji validasi model PLS yang dibangun untuk menghitung persentase kopi dekafeinasi dan non dekafeinasi pada kopi robusta.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan Penelitian dan Preparasi Sampel

Bahan pada penelitian ini yaitu sampel biji kopi robusta yang telah melalui proses dekafeinasi, dan biji kopi non dekafeinasi varietas robusta. Semua biji kopi dipanen secara manual dari perkebunan yang sama dan dipisahkan kopi robusta yang ingin diturunkan kadar kafeinnya dan kopi robusta biasa. Sampel kopi ini kemudian secara terpisah digiling menggunakan penggiling kopi rumahan. Karena ukuran partikel dalam bubuk kopi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap spektrum yang diperoleh, maka dilakukan pengayakan untuk mendapatkan ukuran yang seragam dari partikel kopi yang digunakan. Kopi diayak dengan menggunakan ayakan *tylerrmeinzner* dengan mesh ukuran 20, 30, 50, 70, dan 80 serta sampel yang digunakan dalam pengujian yaitu ukuran mesh 50. Pemilihan sampel uji pada ukuran mesh 50 didasarkan pada banyaknya bubuk kopi yang berada pada mesh tersebut. Kopi yang digunakan sebagai sampel uji sebanyak 1 gram untuk setiap ulangan. Dengan komposisi bahan yang digunakan adalah kopi dekafeinasi murni 100%, dan kopi campuran dekafeinasi-biasa dengan komposisi dekafeinasi : biasa (%:%) = 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20, 90 : 10 dan 95 : 5. Sampel untuk pengujian yang berupa bubuk harus dibuat larutan saat pengujian menggunakan alat spektrofotometer. Caranya yaitu sampel yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam gelas ukur dan dilarutkan dengan aquades

sebanyak 50 ml pada suhu 90-98°C dan diaduk menggunakan *stirrer* model S130810-33 (size pelat atas 4x4, tegangan 220-240 volt, kecepatan pengadukan 6 (350 rpm), selama 10 menit untuk menghomogenkan larutan kopi. Sampel yang sudah terlarut dan tercampur kemudian disaring menggunakan kertas saring yang bertujuan untuk memisahkan ampas kopi dengan hasil ekstrak kopi. Ekstrak kopi yang dihasilkan pada langkah penyaringan kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 27°C, selanjutnya dilakukan pengenceran dengan perbandingan 1 mL : 20 mL.

Sampel yang telah diencerkan kemudian dimasukkan ke dalam kuvet sebanyak 2 ml. selanjutnya diambil nilai absorbansinya menggunakan spektrometer UV-Vis (Genesys™ 10S UV-Vis, Thermo Scientific, USA) pada kisaran 190-1100 nm.

Nilai absorbansi yang diambil tersebut selanjutnya akan dibangun dan diuji dengan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 9.2 dengan metode regresi PLS. Kemudian digunakan program SPSS untuk melakukan uji tingkat kepercayaan dari model yang dibangun.

### 2.2. Mengevaluasi model PLS (Partial least Squares)

Untuk menentukan persamaan atau model kalibrasi yang terbaik digunakan beberapa kriteria. Pertama, persamaan kalibrasi terbaik harus memiliki jumlah faktor (F) yang cukup untuk hasil yang optimal. Kemudian persamaan kalibrasi tersebut memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang baik yaitu bernilai 1, jika nilai  $R^2$  mendekati 1 bisa dikatakan cukup baik. Nilai *ratio prediction to deviation* atau RPD lebih dari 3, jika sudah lebih dari 3 maka bisa dikatakan nilai RPD sangat baik. Memiliki *bias* yang rendah atau mendekati 0, *standard error of calibration* (SEC), *standard error of prediction* (SEP), kemudian selisih antara nilai *standard error of calibration* (SEC) dan *standard error of prediction* (SEP) memiliki nilai serendah mungkin atau mendekati 0. Selisih SEC dan SEP yang terlalu besar menunjukkan bahwa dalam persamaan tersebut terlalu banyak faktor/variabel yang terlibat sehingga *noise*

pun ikut terlibat dalam persamaan kalibrasi tersebut (Gomez *et al.*, 2006).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

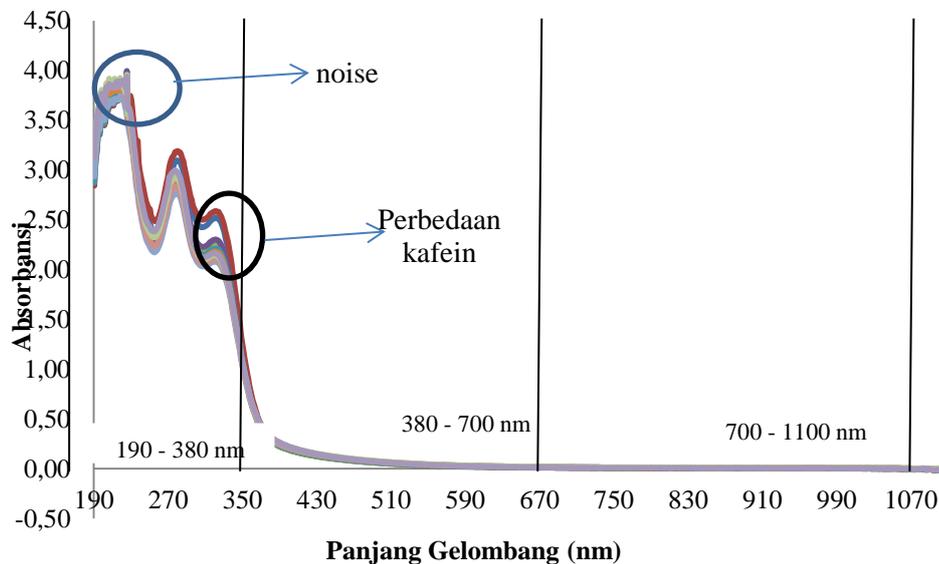
#### 3.1. Analisis Spektra Kopi Robusta Dekaf - Non Dekaf

Gambar 1 merupakan spektra 200 sampel campuran kopi dekap - non dekap pada panjang gelombang 190-1100 nm. Dapat dilihat ada perbedaan pada beberapa puncak gelombang pada kisaran panjang gelombang tertentu. Pada kisaran panjang gelombang 190-226 nm terlihat terdapat banyak *noise* hal ini disebabkan sedikitnya cahaya yang diserap oleh detektor dan cahaya lebih banyak diserap oleh sampel. Pada panjang gelombang 190 - 380 nm merupakan panjang gelombang UV, pada panjang gelombang 380 - 700 merupakan panjang gelombang cahaya tampak (*Visible*), dan pada panjang gelombang 700 - 1100 nm merupakan panjang gelombang NIR.

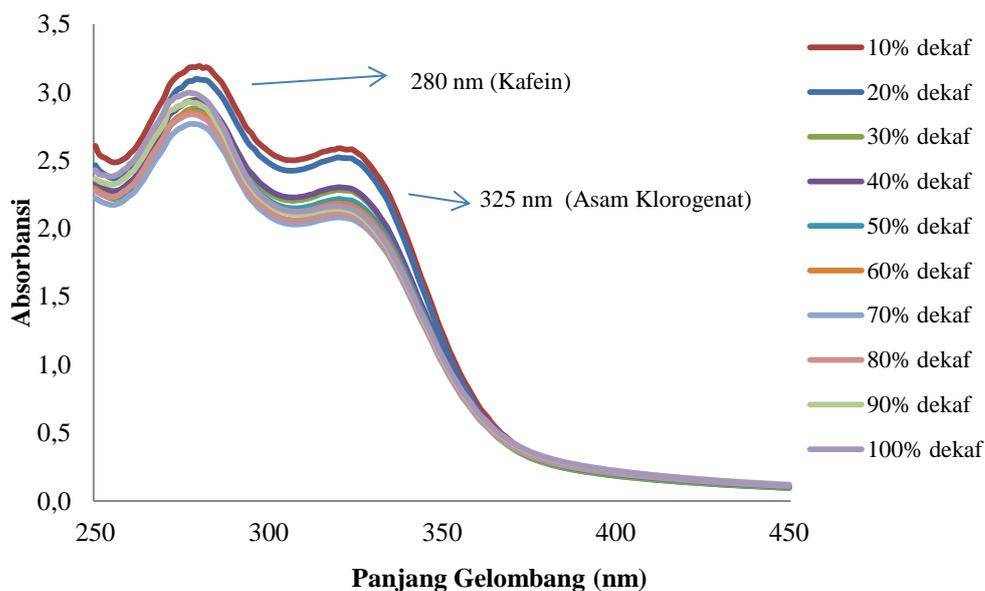
Terlihat pada Gambar 1 perbedaan antara UV, *visible*, dan NIR adalah pada tinggi spektranya,

pada panjang gelombang 190 - 380 nm atau UV terdapat beberapa puncak yang sangat berpengaruh yang memiliki nilai spektra yang cukup tinggi. Pada panjang gelombang 400 - 700 nm terlihat masih ada panjang gelombang tertentu yang memiliki nilai absorbansi di atas 0, sedangkan pada panjang gelombang 700 - 1100 nm spektra yang dihasilkan bernilai mendekati nilai 0 dan tidak berpengaruh sama sekali.

Dapat dilihat pada Gambar 1 juga pada panjang gelombang kisaran 260 - 350 nm ada perbedaan yang cukup signifikan, hal itu disebabkan adanya perbedaan kandungan kafein pada masing-masing konsentrasi campuran kopi robusta dekap dan non dekap. Kafein berada pada panjang gelombang 270-290 nm di mana dapat terlihat garis yang tidak berhimpitan karena perbedaan kandungan kafein, namun perbedaan pada masing-masing sampel tidak terlalu jelas bahkan jarak pada setiap sampel pun tidak sama, maka dilakukan plot lagi dengan kisaran panjang gelombang 250-450 nm.



Gambar 1. Spektra 200 Sampel Campuran Kopi Dekaf - Non Dekaf pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.



Gambar 2. Spektra Rata-Rata Kopi Robusta Dekaf dengan Variasi Konsentrasi Dekaf pada Panjang Gelombang 250 - 450 nm.

Pada Gambar 2 menunjukkan kesamaan karakteristik masing-masing sampel pada setiap konsentrasi campuran, perbedaannya hanya pada nilai absorbansinya saja. Gambar 2 ini menunjukkan data spektra yang terdiri dari 10 sampel uji yang diambil dari spektra 1 sampel kopi robusta decaf murni (100% decaf) dan spektra campuran kopi robusta decaf dan non decaf (10% - 90% decaf) sebanyak 9 sampel. Pada Gambar 2 terlihat bahwa spektra 10% decaf menempati urutan paling atas karena kadar campuran decafnya 90%, secara umum semakin tinggi persentase decafnya maka posisi spektra akan semakin rendah karena kadar kafeinnya rendah. Perbedaan pada nilai absorbansinya terjadi karena semakin banyak kadar zat yang terkandung dalam suatu sampel maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu sehingga nilai absorbansi semakin besar. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar kandungan di dalam sampel maka berbanding lurus terhadap nilai absorbansinya.

Hasil analisis spektrum data original sampel kopi robusta decaf menunjukkan dua buah puncak, masing-masing 280 nm dan 325 nm. Penentuan panjang gelombang maksimum bertujuan untuk mengetahui daerah yang

memberikan serapan maksimum bagi analit yang dianalisis. Perbedaan pada panjang gelombang maksimum 280 nm menunjukkan adanya serapan maksimum kafein yang terdapat dalam larutan sampel dan pada panjang gelombang 325 nm menunjukkan adanya serapan maksimum asam klorogenat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fatoni (2015) yang menyatakan panjang gelombang serapan maksimum kafein adalah 270-300 nm.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa sampel yang kandungan kopi robusta decaf yang paling sedikit (10% decaf) memiliki nilai absorbansi yang paling tinggi karena dalam sampel ini memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi dari sampel lainnya dan yang paling rendah adalah kopi robusta decaf murni (100% decaf).

### 3.2. Principal Component Analysis (PCA)

PCA atau principal component analysis adalah teknik yang sudah digunakan secara luas baik dalam hal pengolahan data, maupun pengolahan citra atau pemrosesan signal yang bertujuan untuk menyederhanakan suatu data, dengan cara mentransformasi data secara linier sehingga terbentuk sistem koordinat baru dengan varian maksimum.

Teknik PCA dapat mengurangi dimensi dari data tanpa menghilangkan informasi penting dari data tersebut.

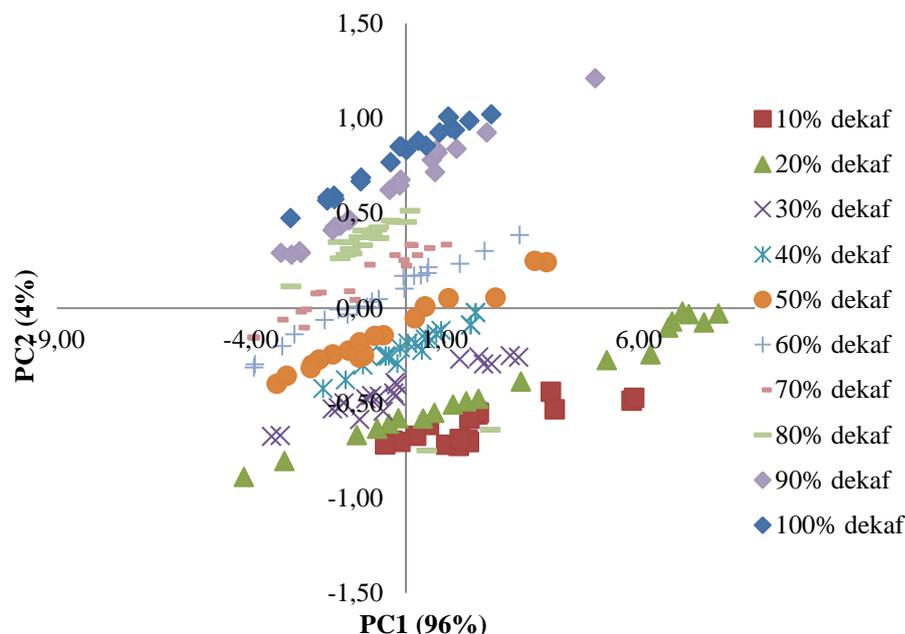
Hasil PCA menunjukkan penyebaran dari setiap sampel yang diuji. Pemetaan PCA menghasilkan 4 kuadran yang dibagi dalam kuadran 1, 2, 3, dan 4 seperti terlihat pada Gambar 3.

Hasil PCA menunjukkan bahwa perbedaan komposisi campuran berpengaruh terhadap posisi sampel dalam plot. Sampel 10% dekafeinasi merupakan sampel yang paling bawah hal ini merupakan suatu yang wajar karena campuran kopi dekafeinasi 10% memiliki campuran kopi non dekafeinasi 90%. Sampel yang memiliki komposisi yang sama mengelompok, hal ini dikarenakan kemiripan sifat dan komposisi kimia yang dimiliki. Kopi 100% dekafeinasi berada pada urutan paling atas sedangkan kopi campuran yang jumlah kopi non dekafeinasi lebih banyak posisinya semakin ke bawah.

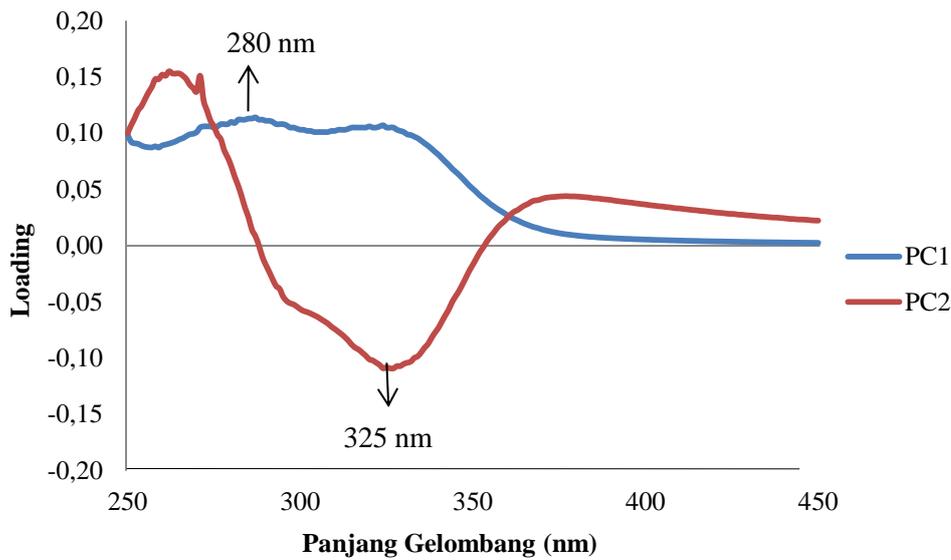
Dari hasil PCA menunjukkan terpisahnya setiap sampel dan tidak menumpuk satu sama

lain. Hanya ada 2 sampel (80% dekafeinasi) yang terpisah dari kelompoknya. Penyebab dari terpisahnya 2 sampel ini kemungkinan dari data error atau kandungan kafein yang tidak merata pada kopi karena saat pengambilan data sampel di UV-Vis Spectroscopy hasil grafik yang diperoleh tidak menunjukkan adanya anomali pada data absorbansinya. Proses pengulangan pun sudah dilakukan untuk menetralkan adanya data yang error, pada saat pengambilan data yang diulang hasil grafik pada monitor UV-Vis Spectroscopy tidak mengalami masalah namun lagi-lagi hasil yang didapat setelah dilakukan proses PCA, dua sampel ini tetap terpisah dari kelompoknya.

Pada Gambar 3 terlihat PC1 memiliki varian yang paling besar. Komponen pertama PC1 menjelaskan 96% keragaman data, dan PC2 menjelaskan 4% keragaman data. Sehingga keduanya merepresentasikan 100% keragaman total, dinilai telah merepresentasikan struktur data.



Gambar 3. PCA Skor Plot Data Asli 200 Sampel untuk PC1 dan PC2



Gambar 4. Nilai *X-Loading* PC1 dan PC2

Gambar 4 merupakan nilai *X-loading* pada panjang 250-450 nm pada PC1 dan PC2, pada panjang gelombang inilah terlihat jelas perbedaan penampakan nilai *loading* kedua PC ini, dapat dilihat tinggi kedua puncak pada PC1 dan PC2 berada pada kisaran panjang gelombang 280 nm yang berkorelasi dengan kafein dan pada panjang gelombang 325 nm berkorelasi pada *asam klorogenat* yang termasuk antioksidan alami. Kafein dan *asam klorogenat* termasuk senyawa penting pada kopi yang dapat mempengaruhi cita rasa kopi.

### 3.3. Membangun Model Menggunakan Metode Regresi PLS

Setelah didapat data 200 sampel langkah selanjutnya adalah data ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu, kalibrasi, validasi, dan prediksi dengan sistem pembagian acak yaitu berurutan ke bawah 1, 1, 1, 2, 2, 3 sampai sampel terakhir. Hasil yang didapat dari pembagian acak ini adalah kalibrasi sebanyak

50% atau 101 sampel, validasi sebanyak 30% atau 66 sampel, dan prediksi 20% atau 33 sampel. Kalibrasi dan validasi adalah sampel yang digunakan untuk membangun model, sedangkan prediksi digunakan untuk menguji model yang telah dibangun.

Pengembangan model dilakukan pada panjang gelombang 190 – 300 nm dan 250 – 450 nm karena pada panjang gelombang ini memiliki nilai koefisien determinan dan RPD yang paling besar. Beberapa proses transformasi spektra juga diujicobakan untuk mendapatkan model terbaik. Beberapa proses transformasi spektra yang terlibat di antaranya: proses *smoothing* (*moving average*, *Savitzky-Golay*), *multiplicative scatter correction* (MSC), *standard normal variate* (SNV), dan derivasi (*1<sup>st</sup>* dan *2<sup>nd</sup>* *Savitzky-Golay derivative*). Hasil kalibrasi pengembangan model selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengembangan Model Kalibrasi

Type Pengolahan Spektra	Interval	F	$R_{kal}^2$	$R_{val}^2$	SEC (%)	SEV (%)	SEC - SEV (%)	RPD
Moving average	190-300	3	0,98	0,96	4,177	5,733	1,556	5,04
Savitzky-Golay	250-450	2	0,99	0,97	3,025	5,205	2,181	5,55
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
Moving Average	190-300	3	0,99	0,97	2,811	4,812	2,002	6,00
MSC	250-450	2	0,99	0,98	2,109	4,395	2,286	6,57
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
Moving Average	190-300	4	0,99	0,97	2,768	4,585	1,817	6,30
SNV	250-450	2	0,99	0,98	2,103	4,384	2,281	6,59
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
Savitzky-Golay	190-300	3	0,98	0,96	4,153	5,715	1,562	5,05
Moving Average	250-450	2	0,99	0,97	3,025	5,205	2,181	5,55
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
Savitzky-Golay	190-300	2	0,99	0,97	3,044	4,651	1,607	6,21
MSC	250-450	2	0,99	0,98	3,096	4,378	1,282	6,60
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
<b>Savitzky-Golay</b>	190-300	2	0,99	0,97	3,424	5,146	1,722	5,61
<b>SNV</b>	<b>250-450</b>	<b>2</b>	<b>0,99</b>	<b>0,98</b>	<b>2,092</b>	<b>4,370</b>	<b>2,277</b>	<b>6,61</b>
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
MSC	190-300	3	0,99	0,97	2,783	4,794	2,011	6,02
Moving Average	250-450	2	0,99	0,98	2,110	4,396	2,286	6,57
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
MSC	190-300	12	0,98	0,94	3,607	7,218	3,612	4,00
2 <sup>nd</sup> Derivative	250-450	3	0,98	0,97	3,719	5,290	1,571	5,46
menggunakan segmen 5 dan ordo 2								
MSC	190-300	4	0,99	0,97	2,592	4,773	2,181	6,05
SNV	250-450	2	0,99	0,98	2,100	4,573	2,473	6,31
SNV dan MSC tidak menggunakan segmen								
SNV	190-300	4	0,99	0,97	2,752	4,573	1,821	6,31
Moving Average	250-450	2	0,99	0,98	2,103	4,384	2,281	6,59
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
SNV	190-300	2	0,98	0,97	3,391	5,085	1,694	5,68
Savitzky-Golay	250-450	2	0,99	0,98	2,115	4,385	2,269	6,58
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
SNV	190-300	5	0,99	0,98	3,034	4,393	1,358	6,57
1 <sup>st</sup> Derivative	250-450	2	0,99	0,98	2,739	4,482	1,744	6,44
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
SNV	190-300	12	0,98	0,94	3,616	7,226	3,610	4,00
2 <sup>nd</sup> Derivative	250-450	3	0,98	0,97	3,742	5,291	1,549	5,46
menggunakan segmen 9 dan ordo 2								
SNV	190-300	3	0,99	0,97	3,238	5,107	1,869	5,65
MSC	250-450	2	0,99	0,98	2,107	4,386	2,279	6,58
SNV dan MSC tidak menggunakan segmen								

Hasil persamaan atau model kalibrasi secara umum memiliki kualitas baik, dilihat dari nilai RPD dan koefisien determinan ( $R^2$ ) yang tinggi, dan selisih SEC dan SEP yang rendah. Dari Tabel 1 didapat persamaan kalibrasi terbaik pada tipe smoothing *Savitzky-Golay* dan *SNV* pada panjang gelombang 250-450 nm. Karena menghasilkan nilai koefisien determinasi paling tinggi yaitu  $R^2_{kal}= 0,99$  dan  $R^2_{val}= 0,98$ , Nilai RPD pada persamaan kalibrasi tersebut memiliki nilai yang paling tinggi juga yaitu RPD = 6,61 dan faktor memiliki nilai yang rendah yaitu  $F = 2$ , sedangkan nilai SEC dan SEV rendah yaitu SEC = 2,09% dan SEV = 4,4% dengan selisih SEC dan SEV yang rendah yaitu = 2,28%. Model hasil kalibrasi pada tipe smoothing *Savitzky-Golay* dan *SNV* pada panjang gelombang 250-450 nm dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari model yang dipilih maka didapat persamaan sebagai berikut:

$$Y = 0,585127 + (0,06219 X_{\alpha 250}) + (0,06521 X_{\alpha 251}) + (0,0686 X_{\alpha 253}) + 2 + (0,007783 X_{\alpha 450})$$

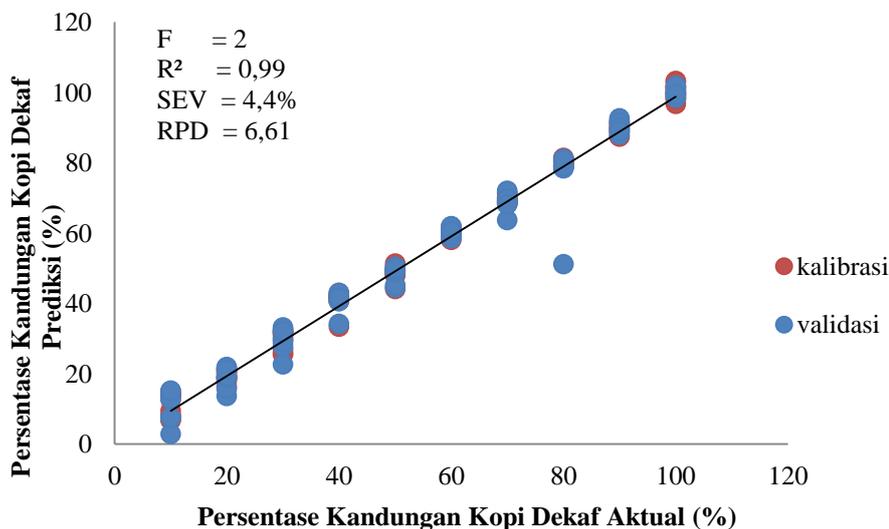
Di mana Y adalah kandungan kopi deka dan X adalah nilai absorbansi, sedangkan  $\alpha 250$ ,  $\alpha 251$  hingga  $\alpha 450$  menunjukkan urutan

absorbansi pada panjang gelombang 250-450 nm dengan interval 1 nm.

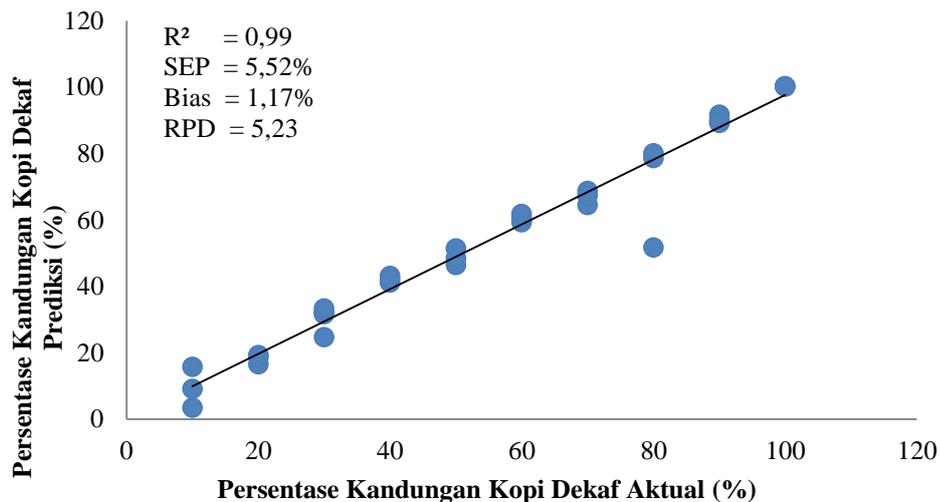
### 3.4. Validasi Persamaan Kalibrasi

Validasi persamaan kalibrasi dilakukan setelah persamaan kalibrasi didapat, hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi. Uji validasi dilakukan menggunakan persamaan kalibrasi dengan menggunakan sampel yang sama yang juga tersedia pada program *The Unscrambler* versi 9.2. Dalam menentukan persamaan yang terbaik salah satu parameternya adalah nilai SEC. Nilai SEP yang serendah mungkin atau mendekati 0 dan koefisien korelasi yang tinggi ( $0 < R^2 < 1$ ) menunjukkan bahwa persamaan yang diperoleh adalah persamaan yang terbaik.

Nilai konsentrasi kopi robusta deka aktual memiliki rata-rata 55,5% sedangkan konsentrasi kopi robusta deka prediksi mempunyai rata-rata nilai yang tidak berbeda nyata yaitu 54,3%. Nilai antara konsentrasi kopi robusta deka aktual dan prediksi pada tipe smoothing *Savitzky-Golay* dan *SNV* dengan panjang gelombang 250-450 nm dapat ditunjukkan menggunakan *scatter plot* seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Model Kalibrasi pada Tipe Smoothing *Savitzky-Golay* dan *SNV* pada Panjang Gelombang 250-450 nm



Gambar 6. Scatter Plot Antara Konsentrasi Kopi Robusta Dekaf Aktual dan Prediksi

Gambar 6 menunjukkan nilai *scatter plot Savitzky-Golay* dan *SNV* antara konsentrasi kopi robusta decaf aktual dan prediksi pada panjang gelombang 250-450 nm yang memiliki nilai SEP yang rendah yaitu 5,52% dan nilai *bias* yang mendekati 0 yaitu 1,17% dengan koefisien determinasi= 0,99 dan nilai RPD = 5,23. Hal ini menunjukkan bahwa penentuan konsentrasi kopi robusta decaf dan campuran kopi robusta decaf – non decaf menggunakan UV-Vis *spectroscopy* dapat terbangun dengan baik.

Persamaan yang telah dibangun, kemudian dilakukan uji tingkat kepercayaan pada taraf kepercayaan 95% yang dilakukan dengan *paired t-test* menggunakan SPSS *paired*, hal ini dilakukan untuk menguji kembali persamaan yang telah didapat. Uji tingkat kepercayaan pada smoothing *Savitzky-Golay* dan *SNV* dengan panjang gelombang 250-450 nm menggunakan *paired sampel t-test*. Kemudian setelah dilakukan uji dengan SPSS didapat hasil bahwa nilai  $t_{hitung}$  yang didapat pada sampel test -1,232 serta  $t_{tabel}$  yaitu 2,0369. Karena  $t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima atau rata-rata dari kedua data tersebut sama. Jadi dapat disimpulkan bahwa konsentrasi kopi robusta decaf – non decaf aktual dan kopi

robusta decaf – non decaf prediksi tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Model dibangun menggunakan persamaan kalibrasi terbaik pada tipe smoothing *Savitzky-Golay* dan *SNV* pada panjang gelombang 250-450 nm yang memiliki karakteristik  $F= 2$ ,  $R^2_{kal}= 0,99$ ,  $R^2_{val} = 0,98$ ,  $SEC = 2,1\%$ ,  $SEV = 4,4\%$  dan  $RPD = 6,61$
2. Hasil validasi memiliki nilai SEP = 5,52%, bias = 1,17%, koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,99 dan nilai RPD = 5,23.
3. Penentuan konsentrasi kopi robusta decaf dalam kopi campuran decaf – non decaf-biasa menggunakan metode analisis berbasis UV-Vis *spectroscopy* dapat terbangun dengan baik.
4. Hasil uji tingkat kepercayaan pada taraf 95% yang dilakukan dengan uji beda dua sampel berpasangan menggunakan SPSS menunjukkan bahwa kandungan kopi robusta decaf – non decaf aktual dan prediksi tidak berbeda nyata.

#### 4.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan panjang gelombang 250 – 450 nm saja dan tidak perlu menggunakan panjang gelombang 190-1100 nm, karena pada panjang gelombang 250-450 nm berkontribusi dan terdapat beberapa senyawa penting seperti kafein dan asam klorogenat sedangkan pada panjang gelombang 190-245 nm terdapat noise serta pada panjang gelombang 700-1100 nm nilai absorbansi mendekati nol.

#### ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini dibiayai oleh KEMENRISTEKDIKTI melalui program hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2017 (Nomor: 065.8/PL15.8/LT/2017).

#### DAFTAR PUSTAKA

Almada, D. V. 2009. *Pengaruh Peubah Proses Dekafeinasi Kopi Dalam Reaktor Kolom Tunggal Terhadap Mutu Kopi* (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 64 Halaman.

Fatoni, A. 2015. *Analisa Secara Kualitatif Dan Kuantitatif Kadar Kafein Dalam Kopi Bubuk Lokal Yang Beredar Di Kota Palembang Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis*. Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Bhakti Pertiwi. Palembang. 28 hlm.

Food Drug Administration (FDA). 2018. *FDA Takes Step to Protect Consumers Against Dietary Supplements Containing Dangerously High Levels of Extremely Concentrated or Pure*

*Caffeine*. <http://www.fda.gov/> (20 Mei 2018).

Gardjito, Murdijati dan R. A. Dimas. 2011. *Kopi*. Kanisius. Yogyakarta, Indonesia.

Gomez, A.H., H. Yong, A.G. Pereira. 2006. *Nondestructive Measurement of Acidity, Soluble Solids and Firmness of Satsuma Using Vis/NIR-Spectroscopy Techniques*. *Jurnal of Food Engineering*. 77: 313–319.

International Coffee Organization (ICO). 2015. *Coffee Market Report*. <http://www.ico.org/> (18 April 2016).

Kerrigan, S., and Lindsey, T. 2005. *Fatal Caffeine Overdose: Two Case Reports*. *Forensic Science International*. 153(1): 67–69.

Maramis, R.K., G. Citraningtyas., dan F. Wehantouw. 2013. *Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk Di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS*. *Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*. 2(4): 122–128.

Tavares, K. M., R.G.F.A. Pereira, C.A. Nunes, A.C.M. Pinheiro, M.P. Rodarte, and M.C. Guerreiro. 2012. *Mid-Infrared Spectroscopy and Chemometrics Were Used to Identify Adulteration in Roasted and Ground Coffee by Addition of Coffee Husks*. *Quimica Nova*. 35: 1164–1168.

Tjay, T.H dan K. Rahardja. 2007. *Obat-Obat Penting, Khasiat, Penggunaan, dan Efek Sampingnya (Edisi IV)*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta, Indonesia.

