

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No. 3, Desember 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 3 Desember 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. I Made Supartha, MS.,PhD (Fakultas Teknologi Pertanian, Udayana), Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Hj, Nurpilihan Bafdal, MSc (Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Ida Ayu Dwi Giriantari, PhD (Fakultas Teknik, Universitas Udayana), Prof.Dr.Ir. Kamaruddin Abdullah, MSA (Universitas Darma Persada), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Andri Prima Nugroho, STP.,M.Sc (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr. Akhiruddin Maddu, MSi (Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor), Dr. Diding Suhandy, STP.,M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Lampung), Dr.Ir. Chusnul Arief, STP.,M.Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. Abdul Rozaq, DAA (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Gatot Pramuhadi, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Wayan Budiastra, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Muhammad Faiz Syaib, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Roh Santoso, BW.,MT (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rudiati Evi Masitoh, STP.,M.Dev.Tech, (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Sri Rahayoe, STP.,MP (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada).

Technical Paper

Uji Penggunaan Metode *Discriminant Partial Least Squares* (DPLS) dan Data Spektra di Daerah Ultraviolet-Cahaya Tampak untuk Penggolongan Kopi Luwak

The Use of Discriminant Partial Least Squares (DPLS) Method and Spectral Data in Ultraviolet-Visible Region for Classification of Indonesian Palm Civet Coffee

Diding Suhandy, Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen, Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng Bandar Lampung, Lampung, 35145 Email: diding.sughandy@fp.unila.ac.id

Meinilwita Yulia, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Jl. Soekarno Hatta No. 10, Rajabasa Bandar Lampung, Lampung. Email: meinilwitayulia@yahoo.co.id

Sri Waluyo, Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen, Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng Bandar Lampung, Lampung, 35145. Email: sriwaluyo@unila.a.cid

Cicah Sugianti, Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen, Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng Bandar Lampung, Lampung, 35145. Email: cicahsugianti@gmail.com

Abstract

The potential use of UV-Visible spectroscopy along with DPLS (discriminant partial least squares) method has been evaluated to discriminate authenticity of luwak coffee. In this study, UV-Visible spectral data of adulterated and unadulterated luwak coffee samples were obtained within 190-700 nm spectral region. DPLS model were then developed using original spectra to distinguish between adulterated and unadulterated luwak coffee samples. The predictions using developed DPLS model resulted in 100% of correct classification rate for adulterated and unadulterated luwak coffee, respectively. Our results showed that UV-Visible spectroscopy data with DPLS method can be applied to rapid detecting luwak coffee adulteration with other cheaper non-luwak coffees. This technology may be applied to protect and promote luwak coffee as one of Indonesian coffee specialty.

Keywords: *DPLS method, luwak coffee, discrimination, chemometrics, UV-Visible spectroscopy*

Abstrak

Potensi penggunaan spektroskopi ultraviolet-cahaya tampak dan metode DPLS (*discriminant partial least squares*) dievaluasi untuk digunakan dalam proses diskriminasi kopi luwak. Pada penelitian ini data spektra untraviolet-cahaya tampak kopi luwak asli dan kopi luwak yang dicampur kopi arabika (kopi luwak campuran) diambil pada panjang gelombang 190-700 nm. Model DPLS dibangun menggunakan spektra asli untuk membedakan antara kopi luwak asli dan kopi luwak campuran. Hasil prediksi menggunakan model DPLS menghasilkan ketepatan klasifikasi sebesar 100% untuk kopi luwak asli dan kopi luwak campuran. Hasil riset ini menunjukkan spektroskopi ultraviolet-cahaya tampak dan metode DPLS dapat digunakan sebagai salah satu metode cepat untuk mendeteksi adanya pemalsuan kopi luwak yang harganya mahal menggunakan kopi bukan luwak yang harganya lebih murah. Teknologi ini dapat diterapkan untuk melindungi sekaligus mengenalkan kopi luwak sebagai salah satu kopi *specialty* Indonesia.

Kata Kunci: Metode DPLS, kopi luwak, diskriminasi, kemometrika, spektroskopi ultraviolet-cahaya tampak

Diterima: 29 Agustus 2016; Disetujui: 15 Agustus 2017

Pendahuluan

Kopi luwak (*Indonesian palm civet coffee*) merupakan salah satu kopi terbaik dan termahal saat ini (Howell, 2013). Proses produksinya unik. Biji kopi yang terbaik dan tepat masak saja yang dimakan hewan luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*). Biji kopi yang ikut termakan hewan luwak mengalami proses fermentasi khas di dalam pencernaan hewan luwak dan kemudian keluar bersama feses luwak. Setelah dibersihkan dan dikeringkan kopi luwak siap diproses lebih lanjut untuk menjadi kopi terbaik dari sisi rasa dan tersulit dicari karena produksinya yang sangat terbatas (Marcone, 2004).

Meskipun masih diperdebatkan, kopi luwak bisa kita kelompokkan ke dalam kopi *specialty* merujuk kepada dua alasan. Pertama, kopi luwak bisa memberikan pendapatan lebih kepada petani kopi karena harga kopi luwak yang sangat tinggi. Kedua dari sisi konsumen maka penikmat kopi luwak bisa mendapatkan kepuasan tersendiri saat mengkonsumsi kopi luwak (Steiman, 2013). Namun pada kenyataannya, pengembangan kopi luwak sebagai kopi *specialty* bisa terancam dengan kehadiran kopi luwak yang dicampur kopi bukan luwak. Seorang ahli kopi terlatih bisa secara mudah membedakan biji kopi luwak dan bukan luwak dari parameter ukuran dan warna biji kopi. Namun demikian setelah proses penyangraian dan penggilingan (kopi bubuk), tampilan fisik bentuk dan warna sebagai parameter pembeda biji kopi luwak dan bukan luwak menjadi hilang. Sehingga proses identifikasi kopi sangrai dan kopi bubuk membutuhkan metode alternatif (Kemsley et al., 1995). Situasinya menjadi semakin sulit karena saat ini belum tersedia metode yang bisa diterima secara internasional untuk uji keaslian kopi luwak (Jumhawan et al., 2013).

Investigasi uji keaslian kopi luwak masih sangat sedikit dilaporkan. Jumhawan et al. (2013) menggunakan *gas chromatography* dan *quadruple mass-spectrometry* (GC-Q/MS) untuk membedakan kopi luwak dan kopi biasa dengan koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0.965. Selain mahal, metode GC-Q/MS juga melibatkan proses ekstraksi sampel kopi dengan bahan kimia (tidak bebas bahan kimia). Metode spektroskopi di daerah ultraviolet-cahaya tampak (*UV-Visible*) sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia sebagai metode analisis untuk uji keaslian kopi luwak. Selain sudah terbukti secara ilmiah bahwa spektra di daerah ultraviolet-cahaya tampak berkorelasi dengan kopi (Souto et al., 2015), hilirisasi teknologi uji keaslian kopi luwak berbasis metode ini juga sangat memungkinkan karena melibatkan alat yang terjangkau harganya dan proses ekstraksi yang murah dan bebas bahan kimia (hanya melibatkan air distilasi). Sehingga pada penelitian ini dilakukan investigasi penggunaan metode analisis berbasis data spektra di daerah ultraviolet-cahaya tampak

Tabel 1. Karakteristik statistik untuk nilai kandungan arabika untuk kelompok sampel kalibrasi/validasi dan prediksi yang digunakan pada proses diskriminasi kopi luwak asli dan campuran.

Item	Sampel Kalibrasi/ Validasi	Sampel Prediksi
Jumlah sampel	38	22
Maksimum	0.500	0.500
Minimum	0.000	0.000
Rataan	0.200	0.140
Standar Deviasi	0.196	0.181
Unit	gram (g)	gram (g)

dan metode DPLS untuk membedakan kopi luwak asli dan kopi luwak yang dicampur kopi bukan luwak.

Bahan dan Metode

Sampel Kopi

Pada penelitian ini digunakan dua jenis kopi yaitu kopi luwak yang digunakan untuk membuat sampel kopi luwak asli dan kopi arabika yang digunakan untuk membuat sampel kopi campuran luwak-arabika. Sampel kopi diperoleh melalui petani kopi mitra penelitian di daerah Liwa Provinsi Lampung. Sampel kopi disangrai pada kondisi yang sama untuk semua sampel dan digiling untuk mendapatkan kopi bubuk. Riset sebelumnya menunjukkan ukuran partikel kopi bubuk berpengaruh terhadap kualitas spektra (Suhandy et al., 2016). Pada penelitian ini digunakan ukuran partikel yang sama yaitu 420 μm dengan cara mengayak kopi bubuk menggunakan ayakan No. 40 dan diayak selama 10 menit menggunakan mesin pengayak (CSC Scientific Company, Inc. USA). Sampel kopi yang disiapkan sebanyak 60 sampel yang terdiri atas 27 sampel kopi luwak asli (tanpa campuran kopi arabika) dan 33 sampel kopi luwak yang dicampur kopi arabika (persentase campuran arabika 10-50%). Untuk proses membangun model DPLS dan pengujiannya maka sampel dibagi menjadi dua grup. Grup pertama adalah sampel untuk membangun model DPLS sebanyak 38 sampel (terdiri atas 15 sampel kopi luwak asli dan 23 sampel kopi luwak yang dicampur kopi arabika). Grup kedua adalah sampel kopi untuk menguji model DPLS yang dikenal juga sebagai sampel prediksi sebanyak 22 sampel (terdiri atas 12 sampel kopi luwak asli dan 10 sampel kopi luwak yang dicampur kopi arabika). Tabel 1 menunjukkan karakteristik statistik untuk nilai kandungan arabika untuk kelompok sampel kalibrasi/validasi dan prediksi yang digunakan pada proses diskriminasi kopi luwak asli dan campuran. Pengambilan spektra sampel kopi dilakukan

pada bentuk larutan atau seduhan kopi dengan menggunakan proses ekstraksi pada setiap sampel kopi. Prosedur ekstraksi sampel kopi dilakukan dengan mengacu kepada Souto *et al.* (2015) dan Suhandy *et al.* (2016).

Pengambilan Spektra Sampel Kopi pada Panjang Gelombang 190-700 nm

Spektra di daerah ultraviolet-cahaya tampak (*UV-Visible*) dengan rentang panjang gelombang 190-700 nm diambil menggunakan alat spektrometer UV-Vis (Genesys™ 10S UV-Vis, Thermo Scientific, USA). Spektrometer ini menggunakan lampu Xenon sebagai sumber cahaya dan silikon (Si) sebagai detektor. Pengukuran spektra dilakukan dengan mengambil larutan sampel kopi hasil ekstraksi dan sudah diencerkan sebanyak 3 mL ke dalam sel kuvet dengan tebal 10 mm. Pengambilan spektra untuk sampel dan referensi dilakukan dengan mode transmisi dengan resolusi spektra sebesar 1 nm. Untuk data spektra referensi diperoleh dengan cara mengukur spektra air distilasi. Nilai absorbansi spektra sampel dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut (Suhandy *et al.*, 2012):

$$A(\lambda) = -\log_{10} \frac{S(\lambda)}{R(\lambda)} \quad (1)$$

di mana: $A(\lambda)$ adalah nilai absorbansi sampel pada panjang gelombang λ , $S(\lambda)$ merupakan nilai intensitas cahaya sampel pada panjang gelombang λ , dan $R(\lambda)$ merupakan nilai intensitas cahaya referensi pada panjang gelombang λ .

Metode DPLS (*Discriminant Partial Least Squares*)

Perhitungan metode DPLS dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolahan data berpeubah banyak The Unscrambler versi 9.8 (CAMO AS, Norwegia). Secara umum DPLS merupakan salah satu metode kemometrika yang digunakan untuk proses diskriminasi sampel. Data hasil pengambilan spektra merupakan data berpeubah banyak (melibatkan ratusan hingga ribuan data panjang gelombang sebagai peubah x atau prediktor). Data spektra tersebut biasanya digunakan untuk memprediksi satu atau beberapa respon atau target (peubah y). Pada penelitian ini, data spektra dari panjang gelombang 190-700 nm melibatkan 511 peubah panjang gelombang (peubah x). Data ini kemudian digunakan untuk memprediksi jenis kopi (kopi luwak asli atau kopi luwak campuran) sebagai peubah target atau respon (peubah y).

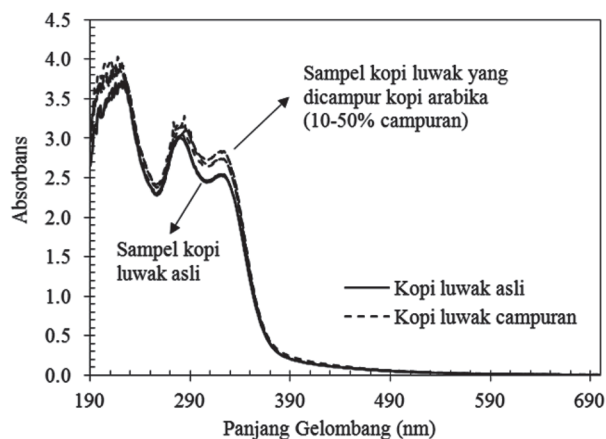
Secara ringkas metode DPLS merupakan modifikasi dari metode regresi PLS yang diawali dengan dekomposisi data matriks pada peubah x dan y menjadi dua matriks baru bernama matriks skor dan matriks loading (Berrueta *et al.*, 2007). Proses dekomposisi ini mentransformasi peubah x

(yang jumlahnya ratusan tersebut) menjadi hanya beberapa peubah baru yang bernama peubah laten (*latent variables*) atau dikenal juga sebagai faktor PLS. Hal yang krusial saat proses dekomposisi ini adalah penentuan jumlah peubah laten yang optimal sehingga mampu menghadirkan matriks yang mampu menjelaskan sebesar mungkin variasi pada sampel. Pada penelitian ini jumlah optimal peubah laten dievaluasi menggunakan metode *full-cross-validation* (Roggo *et al.*, 2003) atau dikenal juga sebagai metode *leave-one-out cross-validation*. Untuk model diskriminasi berbasis DPLS, maka peubah y (jenis kopi apakah kopi luwak asli atau kopi luwak yang telah dicampur kopi arabika) diberi nilai sebagai berikut: nilai 1 untuk kopi luwak asli (tanpa campuran) dan nilai 2 untuk kopi luwak yang telah dicampur kopi arabika.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Data Spektra Kopi Luwak Asli dan Kopi Luwak Campuran

Gambar 1 menunjukkan spektra dari sampel kopi luwak asli (0% arabika) dan kopi luwak yang sudah dicampur kopi arabika (10-50% arabika). Tampak bahwa kedua jenis kopi memiliki bentuk spektra yang sangat identik. Dapat dilihat bahwa pada panjang daerah cahaya tampak (*visible*) intensitas absorbansi sangat kecil bila dibandingkan dengan intensitas absorbansi di daerah ultraviolet. Di daerah ultraviolet terdapat perbedaan spektra antara kopi luwak asli dan kopi luwak yang dicampur kopi arabika khususnya pada panjang gelombang 275-335 nm. Meskipun perbedaan tersebut tidak terlalu besar namun kita bisa melihat sampel kopi luwak yang dicampur kopi arabika memiliki nilai intensitas absorbansi lebih tinggi dibandingkan dengan spektra kopi luwak asli. Secara umum dapat dikatakan bahwa berdasarkan Gambar 1, kontribusi spektra di daerah ultraviolet (UV) lebih nyata terlihat dibandingkan dengan spektra di daerah cahaya

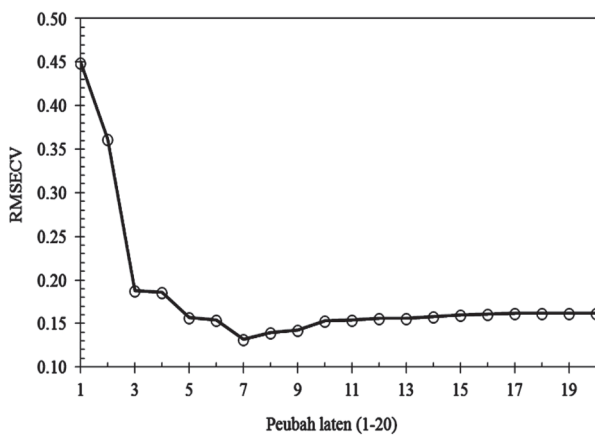


Gambar 1. Spektra asli (*original spectra*) sampel kopi luwak asli dan kopi luwak yang dicampur kopi arabika pada panjang gelombang 190-700 nm.

tampak (*visible*) dalam proses diskriminasi kopi luwak asli dan kopi luwak campuran.

Pengembangan Model Kalibrasi dan Validasi dengan Metode DPLS

Jumlah peubah laten yang terlibat dalam model kalibrasi DPLS sangat penting untuk diperhatikan. Jika peubah laten jumlahnya sangat banyak atau sangat sedikit akan berpengaruh terhadap kemampuan model DPLS dalam memprediksi sampel baru (*unknown samples*). Kasus *over-fitting* adalah salah satu akibat dari ketidaktepatan dalam menentukan jumlah peubah laten dalam model DPLS. Pada penelitian ini, untuk menentukan jumlah peubah laten yang terlibat dalam model DPLS, maka nilai *root mean square error of cross validation* (RMSECV) digunakan sebagai kriteria (Chen et al., 2012; Mantanus et al., 2010). Jumlah peubah laten yang terlibat ditentukan pada saat nilai RMSECV mencapai nilai yang paling kecil. Seperti tampak pada Gambar 2, awalnya nilai RMSECV sangat tinggi sebesar 0.45 dan terus



Gambar 2. Plot peubah laten (1-20) dengan nilai RMSECV untuk penentuan jumlah optimal peubah laten.

berkurang seiring bertambahnya peubah laten yang terlibat pada model DPLS. Pada saat peubah laten berjumlah 7, nilai RMSECV mencapai nilai terendah sebesar 0.13. Setelah itu seiring dengan meningkatnya jumlah peubah laten maka nilai RMSECV cenderung naik meskipun sangat kecil. Sehingga pada penelitian ini model DPLS yang dipakai adalah model DPLS dengan jumlah peubah laten sebanyak 7 buah.

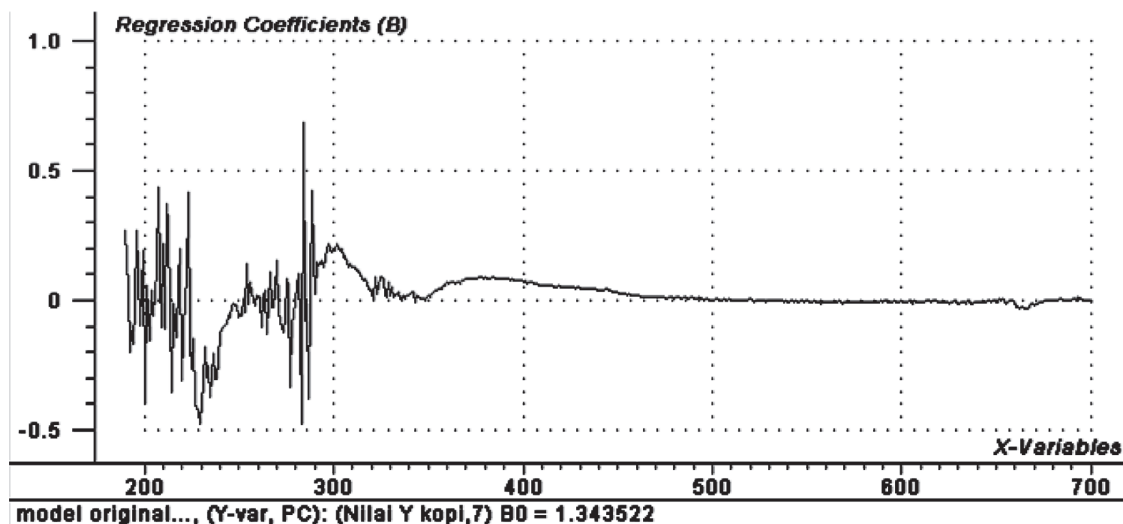
Model DPLS merupakan model regresi berbasis regresi PLS di mana pada penelitian ini yang menjadi peubah x (*predictor*) adalah panjang gelombang (λ) dengan nilai absorban dan yang menjadi peubah y (*target* atau *response*) adalah jenis kopi (y dengan nilai 1 untuk kopi luwak asli (tanpa campuran) dan y dengan nilai 2 untuk kopi luwak yang telah dicampur kopi arabika). Secara umum model atau persamaan regresi berbasis PLS dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut (persamaan (2)):

$$y = \beta_0 + \beta_1 A_{\lambda 1} + \beta_2 A_{\lambda 2} + \dots + \beta_n A_{\lambda n} \tag{2}$$

Di mana nilai β merupakan nilai koefisien regresi yang diperoleh dari proses regresi PLS sedangkan A_λ merupakan nilai absorban dari panjang gelombang yang terlibat. Untuk memperoleh nilai koefisien regresi maka dibuat plot panjang gelombang vs. koefisien regresi (ini merupakan salah satu luaran dari hasil regresi PLS).

Gambar 3 menunjukkan plot panjang gelombang dan nilai koefisien regresi untuk model DPLS dengan 7 peubah laten. Dari Gambar 3 diperoleh nilai $\beta_0 = 1.343522$. Sehingga secara umum berdasarkan Gambar 3 maka model atau persamaan DPLS yang diperoleh dari regresi PLS dengan 7 peubah laten dapat dituliskan sebagai berikut (persamaan (3)):

$$y = 1.343522 + 0.272 A_{190} + 0.045 A_{191} + \dots - 0.005 A_{700} \tag{3}$$



Gambar 3. Plot panjang gelombang dan koefisien regresi pada model DPLS dengan 7 peubah laten.

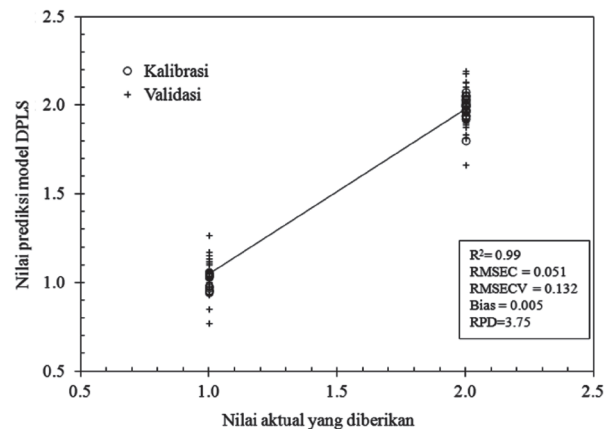
Gambar 4 menunjukkan model kalibrasi dan validasi untuk model DPLS dengan 7 peubah laten. Dapat terlihat, model DPLS dengan 7 peubah laten memiliki nilai $R^2 = 0.99$ dengan nilai *root mean square error of calibration* (RMSEC) sebesar 0.051. Model DPLS kemudian divalidasi menggunakan metode *full-cross validation* di mana sampel yang digunakan untuk membangun model DPLS (38 sampel) juga digunakan untuk melakukan validasi model. Dari Gambar 4 terlihat bahwa validasi model menghasilkan nilai *root mean square error of cross validation* (RMSECV) sebesar 0.132 dengan bias yang kecil sebesar 0.005. Untuk evaluasi model dan hasil prediksi juga digunakan parameter RPD (*ratio to prediction*) di mana diperoleh dengan cara membagi nilai standar deviasi sampel kalibrasi atau prediksi dengan nilai RMSECV atau RMSEP yang diperoleh. Model yang baik dan tangguh memiliki nilai RPD lebih dari 3 (Williams dan Sobering, 1996; Malley *et al.*, 2002; Lorenzo *et al.*, 2009). Untuk kalibrasi model kita peroleh nilai RPD yang tinggi (RPD = 3.75). Merujuk nilai RPD maka model DPLS yang dibangun memenuhi syarat untuk dikatakan sebagai model yang tangguh (*robust model*).

Prediksi Jenis Kopi Luwak Menggunakan Model DPLS

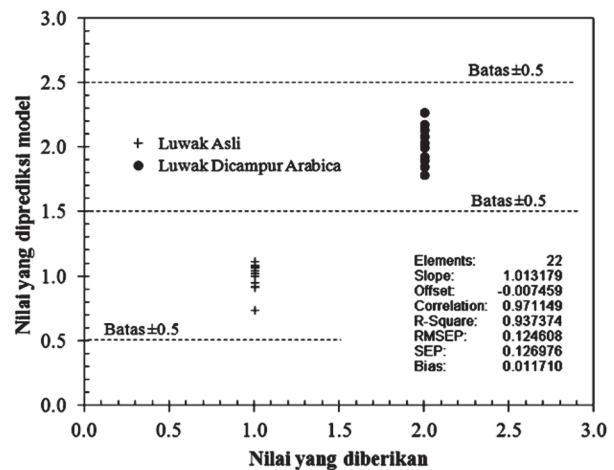
Gambar 5 menunjukkan hasil prediksi kopi luwak asli dan campuran menggunakan model DPLS pada sampel prediksi (22 sampel baru) yang berbeda dengan sampel yang digunakan pada saat membangun model DPLS. Terlihat sampel prediksi terkelompokkan ke dalam 2 grup berbeda yaitu kopi luwak asli sebanyak 12 sampel (dengan tanda +) dan kopi luwak yang dicampur kopi arabika sebanyak 10 sampel (dengan tanda o). Untuk mengevaluasi apakah sampel prediksi terklasifikasi dengan benar sesuai grupnya maka digunakan nilai ± 0.5 sebagai batasan. Untuk sampel kopi luwak asli maka jika nilainya prediksinya antara 0.5 dan 1.5 akan dikelompokkan sebagai kopi luwak asli (*correctly classified*). Untuk sampel kopi luwak yang dicampur kopi arabika maka jika nilai prediksinya antara 1.5 dan 2.5 akan dikelompokkan sebagai kopi luwak yang dicampur kopi arabika (*correctly classified*). Dari Gambar 5 tampak bahwa model DPLS yang dibangun mampu memprediksi dengan akurat (ketepatan klasifikasi 100%) seluruh sampel prediksi di mana seluruh sampel berada pada batas kelasnya masing-masing. Model DPLS yang dibangun dengan 7 peubah laten mampu membedakan antara kopi luwak asli (tanpa campuran) dengan kopi luwak yang dicampur kopi arabika. Ini menunjukkan potensi penggunaan data spektra di daerah ultraviolet-cahaya tampak dan metode DPLS dalam uji keaslian produk kopi luwak (*civet coffee authenticity*).

Simpulan

Pada penelitian ini, model diskriminasi menggunakan data spektra di daerah ultraviolet-cahaya tampak bersama dengan metode DPLS telah berhasil membedakan kopi luwak asli dan kopi luwak campuran. Model DPLS dengan spektra asli dibangun dengan algoritma regresi PLS dan model dengan peubah laten sebesar 7 dipilih sebagai model DPLS untuk memprediksi sampel kopi dan membedakannya ke dalam dua kelas berbeda yaitu kelas kopi luwak asli dan kopi luwak campuran. Model DPLS yang dibangun mampu memprediksi dengan akurat seluruh sampel prediksi dan membedakan antara kopi luwak asli (tanpa campuran) dengan kopi luwak yang dicampur kopi arabika dengan ketepatan klasifikasi mencapai 100%. Hasil riset ini menunjukkan spektroskopi ultraviolet-cahaya tampak dan metode DPLS dapat digunakan sebagai salah satu metode cepat untuk mendeteksi adanya pemalsuan kopi luwak yang harganya mahal menggunakan kopi bukan luwak yang harganya lebih murah. Teknologi



Gambar 4. Plot model kalibrasi dan validasi DPLS menggunakan 7 peubah laten pada panjang gelombang 190-700 nm.



Gambar 5. Plot nilai prediksi untuk kopi luwak asli dan kopi luwak yang dicampur kopi arabika yang diprediksi menggunakan model DPLS.

ini dapat diterapkan untuk melindungi sekaligus mengenalkan kopi luwak sebagai salah satu kopi *specialty* Indonesia. Sebagai tambahan, untuk proses hilirisasi teknologi spektroskopi ultraviolet-cahaya tampak ini maka perlu membangun model DPLS yang lebih sederhana dengan jumlah peubah yang lebih sedikit yang terlibat dalam model DPLS. Berdasarkan hasil riset ini maka proses penyederhanaan model DPLS ke depan sangat mungkin dilakukan dengan fokus pada panjang gelombang ultraviolet (UV) saat membangun model DPLS.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang dibiayai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemristekdikti) melalui hibah penelitian strategis nasional (STRANAS) 2016 (Nomor: 419/UN26/8/LPPM/2016). Penulis mengucapkan terima kasih atas pendanaan tersebut. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Hasti Coffee Lampung sebagai mitra pada penelitian STRANAS 2016 dan kerjasamanya dalam menyediakan sampel penelitian.

Daftar Pustaka

- Berrueta, L.A., R.M.A. Salces, dan K. Héberger. 2007. Supervised pattern recognition in food analysis. *Journal of Chromatography A*, Vol. 1158: 196–214.
- Chen, Q., Z. Guo, J. Zhao dan Q. Ouyang. 2012. Comparisons of different regressions tools in measurement of antioxidant activity in green tea using near infrared spectroscopy. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* Vol. 60:92–97.
- Howell, G. 2013. Appreciating quality: The Route to upward mobility of coffee farmers, in Thurston, R.W., J. Morris dan S. Steiman (Ed.). *Coffee a Comprehensive Guide to the Bean, the Beverage, and the Industry*. Rowman & Littlefield. Maryland. p 99-101.
- Jumhawan, U., S.P. Putri, Yusianto, E. Marwani, T. Bamba, dan E. Fukusaki. 2013. Selection of discriminant markers for authentication of Asian palm, *J. Agric. Food Chem.* Vol. 61: 7944–8001.
- Kemsley, E. K., S. Ruault dan R.H. Wilson. 1995. Discrimination between *coffea arabica* and *coffea canephora* variant *robusta* beans using infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, Vol. 54: 321–326.
- Lorenzo, C., T. Garde-Cerdán, M. A. Pedroza, G. L. Alonso dan M. R. Salinas. 2009. Determination of fermentative volatile compounds in aged red wines by near infrared spectroscopy. *Food Research International*, Vol. 42:1281–1286.
- Malley, D. F., L. Yesmin dan R. G. Eilers. 2002. Rapid analysis of hog manure and manure-amended soils using near infrared spectroscopy. *Soil Science Society of America Journal*, Vol. 66:1677–1686.
- Mantuanus, J., E. Ziémons, P. Lebrun, E. Rozet, R. Klinkenberg, B. Streel, B. Evrard dan Ph. Hubert. 2010. Active content determination of non-coated pharmaceutical pellets by near infrared spectroscopy: Method development, validation and reliability evaluation. *Talanta* Vol. 80: 1750–1757.
- Marcone, M. F. 2004. Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (Kopi Luwak) and Ethiopian civet coffee. *Food Research International* Vol. 37: 901–912.
- Roggo, Y., L. Duponchel, dan J.P. Huvenne. 2003. Comparison of supervised pattern recognition methods with McNemar's statistical test application to qualitative analysis of sugar beet by near-infrared spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, Vol. 477: 187–200.
- Souto, U.T.C.P., M. F. Barbosa, H.V. Dantas, A.S. Pontes, W.S. Lyra, P.H.G.D. Diniz, M.C.U. Araújo, dan E.C. Silva. 2015. Identification of adulteration in ground roasted coffees using UV–Vis spectroscopy and SPA-LDA. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 63(2): 1037–1041.
- Steiman, S. 2013. What is specialty coffee? in Thurston, R.W., J. Morris dan S. Steiman (Ed.). *Coffee a Comprehensive Guide to the Bean, the Beverage, and the Industry*. Rowman & Littlefield. Maryland. p 102-105.
- Suhandy, D., M. Yulia, Y. Ogawa dan N. Kondo. 2012. L-ascorbic acid prediction in aqueous solution based on FTIR-ATR terahertz spectroscopy. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, Vol. 5(4): 152–158.
- Suhandy, D., S. Waluyo, C. Sugianti, M. Yulia, R. Iriani, F.N. Handayani, dan N. Apratiwi. 2016. 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-. *Prosiding Seminar Nasional Tempe, Bandar Lampung, Mei 28, 2016*.
- Williams, P. dan D. Sobering. 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations, in Davies, A. M. C. dan P. Williams (Ed.). *Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves*. NIR Publications, Chichester. p 185–188.