

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

**Prediksi Tanin dan Total Padatan Tidak Terlarut Buah Kesemek
(*Diospyros kaki* L.) Menggunakan Spektroskopi NIR**

*Prediction of Tannin and NonSoluble Solid Content of Persimmon (*Diospyros kaki* L.)
Using NIR Spectroscopy*

Indah Kurniasari, Program Studi Teknik Pasca Panen, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem,
Institut Pertanian Bogor. Email: indah.kurniasari42@gmail.com

Yohanes Aris Purwanto, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Email: arispurwanto@gmail.com

I Wayan Budiastara, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Email: wbudiastara@yahoo.com

Sobir Ridwani, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor.
Email: rsobir@yahoo.com

Abstract

Determination of tannin and non-soluble solid content of persimmon are usually carried out by a chemical method, these methods are destructive, time-consuming and can not be applied to the development of on-line grading. The objective of this study was to develop rapid prediction method of tannin and non-soluble solid content of persimmon non-destructively using NIR Spectroscopy. NIR spectra were measured by NIRFlex N-500 fiber optic solid with the wavelength of 1000-2500 nm. For the reference method, tannin and non-soluble solid content were measured using conventional method. Some pre-processing methods were applied, and the results were calibrated to chemical data using principal component regression (PCR) and partial least square (PLS). The best model for prediction of non-soluble solid content was multiplicative scatter correction (MSC) pre-processing and PLS with a correlation coefficient (r), standard error prediction (SEP) and the ratio of standard deviation to SEP (RPD) of 0.83, 1.48% and 1.59 respectively. The best model for predicting tannin was first derivative Savitzky-Golay (dg1) and PLS with r, SEP and RPD of 0.72, 0.14% and 1.06 respectively. PLS method was better than PCR in predicting non-soluble solid content and tannin of persimmon.

Keywords : NIR spectroscopy, non soluble solid content, persimmon, tannin

Abstrak

Penentuan tanin dan total padatan tidak terlarut buah kesemek biasa dilakukan dengan metode kimia, metode ini bersifat destruktif, memakan waktu dan tidak dapat diterapkan untuk pengembangan grading secara *on-line*. Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi secara cepat tanin dan padatan tidak terlarut buah kesemek secara non destruktif menggunakan Spektroskopi NIR. Spektrum NIR diukur dengan NIRFlex N-500 *fiber optic solid* pada panjang gelombang 1000-2500 nm, Untuk metode referensi, kandungan tanin dan total padatan tidak terlarut diukur dengan menggunakan metode konvensional. Beberapa metode pra-pengolahan data NIR diterapkan, dan hasilnya dikalibrasi dengan data kimia menggunakan metode *principal component regression* (PCR) dan *partial least square* (PLS). Model terbaik untuk memprediksi non-soluble solid content adalah menggunakan pra-pengolahan *multiplicative scatter correction* (MSC) dan PLS dengan r, SEP dan RPD masing - masing 0.83, 1.48%, dan 1.59. Model terbaik untuk memprediksi tanin diperoleh dengan menggunakan turunan pertama Savitzky-Golay (dg1) dan metode PLS dengan r, SEP dan RPD masing - masing 0.72, 0.14% dan 1.06. Metode PLS menghasilkan model kalibrasi lebih baik daripada PCR dalam memprediksi tanin dan *non-soluble solid content* buah kesemek.

Kata Kunci: Kesemek, spektroskopi NIR, tanin, total padatan tidak terlarut

Diterima: 17 Oktober 2016; Disetujui: 30 Nopember 2017

Latar Belakang

Kesemek (*Diospyros kaki* L.) merupakan tanaman buah yang tumbuh di dataran tinggi Indonesia dan mempunyai potensi untuk dikembangkan. Kandungan kimia yang terdapat pada buah kesemek yaitu air, protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin C, kalium, potassium dan fenol (tanin) (Verheij dan Coronel, 1992). Buah kesemek memiliki rasa manis dan diikuti sepat. Rasa sepat ini berasal dari kandungan tanin yang berasal dari gugus polifenol yang dapat mengikat dan mengendapkan protein (Ismarani, 2012). Kandungan tanin mempengaruhi mutu buah kesemek, semakin tinggi kandungan tanin maka buah akan semakin sepat. Total padatan tidak terlarut terdiri dari serat, asam, lemak, protein dan tanin yang tidak terlarut dalam air. Total padatan tidak terlarut lebih banyak mengandung serat yang bermanfaat untuk memperlancar pencernaan karena itu pengukuran tanin dan total padatan tidak terlarut merupakan hal yang penting pada buah kesemek.

Penentuan kandungan tanin dan total padatan tidak terlarut biasa dilakukan dengan metode destruktif. Metode ini memiliki kelemahan diantaranya yaitu membutuhkan waktu yang lama dan buah menjadi rusak, sehingga diperlukan metode pengukuran kandungan buah yang cepat dan tidak merusak salah satunya adalah dengan menggunakan spektroskopi *near infrared* (NIR). Metode NIR sudah diterapkan pada buah-buahan diantaranya yaitu (Suhandy *et al.*, 2008) memprediksi kandungan padatan terlarut buah mangga Indramayu menggunakan NIR dan (Novita *et al.*, 2011) memprediksi kekerasan buah manggis menggunakan NIR.

Pengukuran kandungan tanin pada buah kesemek kultivar Mopanshi tipe astringent (sepat) dengan NIR sudah dilakukan oleh Zhang *et al.* (2011) dan menghasilkan model terbaik menggunakan pra-pengolahan turunan pertama Savitzky-Golay



Gambar 1. Pengukuran spektra NIR buah kesemek.

(dg1) dan metode *modified partial least square* (MPLS) dengan nilai r 0.72, SEC 0.15% dan SEP 0.18%. Zhang *et al.* (2011) memprediksi kandungan tanin dan kekerasan buah kesemek tipe astringent dengan metode MPLS mendapatkan hasil terbaik menggunakan pra-pengolahan turunan kedua Savitzky-Golay (dg2) dengan nilai r 0.90 dan SEP 0.12% untuk kandungan tanin. Zanamwe (2014) berhasil memprediksi total padatan terlarut, kekerasan, total asam dan warna buah kesemek kultivar Triumph tipe astringent dengan NIR dan metode *partial least square* (PLS). Metode NIR belum pernah diuji untuk memprediksi total padatan tidak terlarut buah kesemek. Tujuan penelitian ini adalah memprediksi kandungan tanin dan total padatan tidak terlarut buah kesemek secara non destruktif dengan spektroskopi NIR menggunakan metode PCR dan PLS.

Bahan dan Metode

Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah buah kesemek kultivar Reundeu tipe astringent yang dipanen dari kebun petani di Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Sampel buah kesemek sebanyak 147 dengan berat buah antara 100 – 150 g berasal dari 3 tingkat ketuaan dan perlakuan *deastrigency* (penurunan kandungan tanin) dengan menggunakan *dry ice* (CO₂ padat) serta penyimpanan selama 9 hari. Alat yang digunakan untuk akuisisi data spektra absorban buah kesemek adalah Spektrometer NIRFlex N-500 (Buchi Switzerland).

Akuisisi Data Spektrum NIR

Pengambilan spektra NIR diukur pada tiga titik yang berbeda yaitu pada pangkal, tengah dan ujung untuk masing – masing buah kesemek menggunakan spektrometer NIRFlex N-500 *fiber optic solids* pada panjang gelombang 1000-2500 nm pada suhu ruang (Gambar 1). Prinsip pengukuran spektra adalah menembakkan cahaya dari lampu halogen ke sampel buah, pantulan (reflektan) dideteksi oleh sensor dan didigitasi oleh analog digital converter selanjutnya data spektra disimpan di komputer.

Pengukuran Total Padatan Tidak Terlarut

Padatan tidak terlarut pada buah kesemek dapat diukur dengan cara buah dihancurkan menggunakan blender. Daging buah yang telah hancur disaring menggunakan saringan ukuran 0.1mesh. Daging buah yang tidak lolos pada saringan kemudian ditimbang beratnya (Sari *et al.*, 2016).

Pengukuran Kandungan Tanin

Pengukuran kandungan tanin dilakukan dengan mengekstrak buah kesemek. Buah diparut sebanyak

10 g dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dengan penambahan larutan etanol 96% sampai tepat 250ml kemudian labu ditutup dengan menggunakan plastik. Selanjutnya labu erlenmeyer dimasukkan ke dalam *waterbath* selama 3 jam dengan suhu 70°C. Ekstrak buah kesemek yang telah didapat sebanyak 1.5 g diencerkan kembali dengan penambahan air sampai tepat 250 ml pada labu erlenmeyer. Setelah dingin, larutan disaring menggunakan kertas saring, dari larutan tersebut diambil 25 ml dimasukkan ke dalam gelas kaca. Kemudian larutan ditambahkan dengan larutan *indigocarmine* sebanyak 20 ml dan dititrasi dengan larutan KMnO_4 0.1N (Alwala *et al.*, 2014). Untuk mengukur kandungan tanin menggunakan persamaan 1:

$$KT = \frac{10(A - B) \times N \times 0.00416}{C} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana : KT: Kandungan tanin A:volume titrasi tanin (ml) B:volume titrasi blanko (ml), N:normalitas KmnO_4 standar (N), 10:faktor pengenceran, 1ml KmnO_4 0.1 N:setara dengan 0.00416 g tanin, C: Sampel (g)

Pra-pengolahan Data NIR

Spektra NIR dipengaruhi oleh sifat hamburan dan penyerapan oleh bahan organik sehingga spektra NIR akan mengandung informasi lain selain informasi dari sampel seperti terdapat *background* dan *noise* sehingga menyebabkan model prediksi kurang akurat. Maka dalam membangun model prediksi yang akurat diperlukan pra-pengolahan data spektra NIR untuk mendapatkan informasi kimia yang tersembunyi di dalam spektra (Andasuryani *et al.*, 2014). Pra-pengolahan data NIR yang digunakan dalam penelitian ini yaitu turunan pertama Savitzky-Golay (dg1), *multiplicative scatter correction* (MSC) dan *standard normal variate* (SNV). Pra-pengolahan data dg1 mampu memperjelas puncak dan lembah spektra NIR. Metode MSC megoreksi tiap spektra NIR untuk menemukan kecocokan. Metode SNV digunakan untuk menghilangkan gangguan *multiplicative interference* dari spektra NIR yang menyebar.

Model Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi merupakan tahap untuk mendapatkan korelasi antara spektra NIR dengan hasil pengujian kandungan tannin dan padatan tidak terlarut buah kesemek metode destruktif. Validasi bertujuan untuk menguji ketepatan prediksi persamaan kalibrasi yang telah dibangun. Spektra yang telah dilakukan pra-pengolahan data NIR dan data kimia laboratorium dianalisis menggunakan software NIRCal 5.2. Model prediksi dibangun dengan membagi data spektrum 2/3 untuk set kalibrasi dan 1/3 untuk set validasi. Metoda yang digunakan untuk membagi sampel ke dalam kelompok kalibrasi dan validasi adalah berdasarkan nilai tengah dan standar deviasi kandungan kimia buah kesemek

yang relatif sama dengan rentang kalibrasi yang lebih lebar dari validasi. Pada penelitian ini model kalibrasi dibangun dengan menggunakan metode PCR dan PLS. PCR adalah metode kalibrasi yang membentuk model antara konsentrasi senyawa dan komponen utama (PC) pada data matriks (spektra). Metode PLS hampir sama dengan metode PCR. Perbedaannya terletak pada proses penentuan komponen utama atau *principal components* (PC). Dalam PCR, penentuan PC hanya berdasarkan variasi maksimum data spektra sedangkan dalam PLS, PC ditentukan berdasarkan variasi maksimum data spektra dan data destruktif secara bersamaan. Hasil kalibrasi dan validasi PCR dan PLS dievaluasi berdasarkan nilai koefisien korelasi (r), standar error kalibrasi (SEC), standar error validasi (SEP), rasio standar deviasi dengan SEP (RPD) dan konsistensi. Model prediksi yang baik memiliki nilai r yang besar mendekati 1, SE yang rendah mendekati 0, RPD yang tinggi diatas 2 dan konsistensi antara 80-110% (William dan Norris, 1990). Untuk menghitung nilai SE dapat dilihat pada persamaan 2 dan untuk menghitung RPD pada persamaan 3.

$$SE = \sqrt{\frac{\sum(Y_{NIRS} - Y)^2}{n}} \quad (2)$$

$$RPD = \frac{SD}{SEP} \times 100\% \quad (3)$$

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Spektra NIR dan Kandungan Kimia Buah Kesemek

Spektra absorban NIR buah kesemek ditunjukkan pada Gambar 2 memiliki spektra yang lebar dan terdapat beberapa puncak dan lembah. Puncak dan lembah pada spektra NIR terjadi karena adanya pengaruh dari kandungan kimia di dalam suatu bahan (Blanco dan Villarroya, 2002). Puncak dan lembah yang terjadi dari masing-masing spektra dapat diinterpretasikan bahwa memiliki kandungan kimia yang berbeda-beda (Osborne *et al.*, 1993). Lembah-lembah penyerapan pada spektra NIR buah kesemek terjadi antara panjang gelombang 1130-1270 nm, 1380-1650 nm, 1735-1840 nm, 1860-2220 nm. Lembah penyerapan yang terjadi pada titik utama yaitu pada panjang gelombang 1180 nm, 1450 nm dan 1940 nm, lembah penyerapan ini terjadi karena terdapat ikatan O-H pada panjang gelombang tersebut (Osborne *et al.*, 1993).

Tanin merupakan senyawa polifenol dengan struktur kimia $\text{C}_{14} \text{H}_2\text{O}_9$ pada panjang gelombang 2120 nm merupakan panjang gelombang yang terindikasikan terdapat penyerapan kandungan tanin pada sorgum (Shayo, 1988). Padatan tidak terlarut berupa serat kasar yang tidak dapat terlarut dalam air. Panjang gelombang 1425 nm dan 1825 nm diindikasikan bahwa adanya penyerapan serat kasar berupa selulosa (William dan Norris 1990).

Tabel 1. Data referensi padatan tidak terlarut dan kandungan tanin buah kesemek.

Parameter	Jumlah data	Maksimum	Minimum	Standar deviasi	Rata-rata
Padatan Tdk Terlarut (%)	375	9.91	0.55	2.45	4.92
Tanin (%)	231	0.55	0.01	0.16	0.22

Data kimia (referensi) yang terdiri dari total padatan tidak terlarut dan kandungan tanin buah kesemek dapat dilihat pada Tabel 1.

Padatan tidak terlarut memiliki rentang kandungan yang terukur berkisar 0.55-9.91% dari berat total. Untuk nilai dari hasil analisis kandungan tanin buah kesemek pada penelitian ini berada pada kisaran 0.01-0.55%. Variasi data total padatan tidak terlarut dan kandungan tanin tinggi hal ini disebabkan karena respon buah kesemek (tanin dan total padatan tidak terlarut) terhadap perlakuan *deastringency* berbeda-beda.

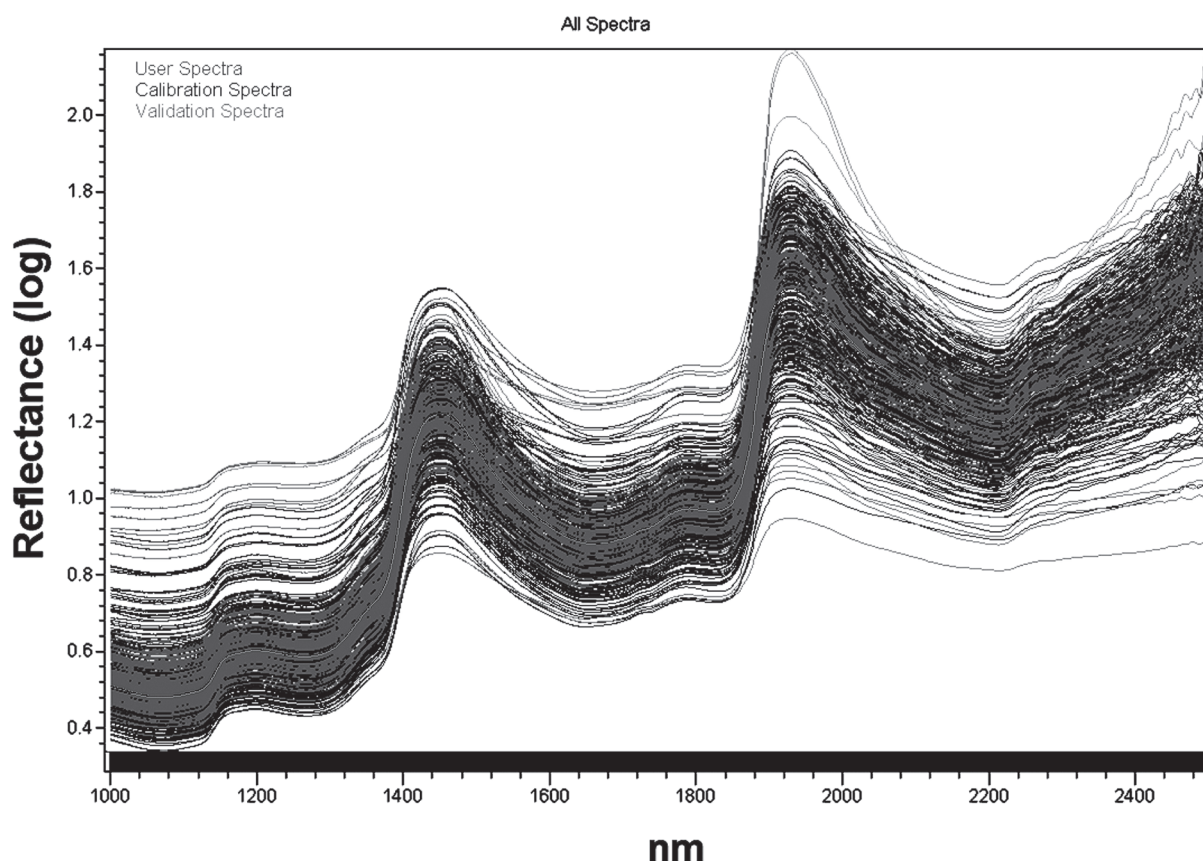
Pengaruh Pra-Pengolahan Data NIR

Spektra absorban yang didapat akan menghasilkan noise karena adanya perbedaan ukuran partikel antara gelombang NIR dengan bahan padat Chen *et al.* (2013). Dalam membangun model prediksi yang akurat diperlukan pra-pengolahan data spektra NIR. Pra-pengolahan data spektra yang digunakan untuk mengembangkan model kalibrasi tergantung jenis bahan dan kandungan kimia bahan yang akan diprediksi. Pra-pengolahan data NIR yang digunakan dalam

penelitian ini yaitu turunan pertama Savitzky-Golay (dg1), *multiplicative scatter correction* (MSC) dan *standard normal variate* (SNV). Bentuk spektra hasil pra-pengolahan data NIR kesemek dapat dilihat pada Gambar 3.

Pra-pengolahan dg1 digunakan untuk memprediksi komponen kimia dalam buah yang memiliki persentase yang kecil. Pra-pengolahan dg1 dapat mengeliminasi spektrum yang tumpang tindih atau mengurai spektra yang tersembunyi. Pada penelitian ini pra-pengolahan dg1 merupakan metode terbaik untuk memprediksi kandungan tanin buah kesemek. Bentuk spektrum absorban buah kesemek dengan pra-pengolahan data turunan pertama Savitzky-Golay (dg1) dapat dilihat pada Gambar 3 (a).

Metode pra-pengolahan MSC hampir sama dengan metode SNV yaitu mengurangi efek hamburan (*scatter*) dari bahan yang berpengaruh pada spektra NIR dengan memusatkan spektrum individual. Total padatan tidak terlarut terdiri dari serat yang dapat menyebabkan spektra absorban terdapat noise maka metode pra-pengolahan MSC cocok digunakan untuk memprediksi total



Gambar 2. Spektra absorban buah kesemek.

Tabel 2. Hasil kalibrasi dan validasi pendugaan padatan tidak terlarut dan kandungan tanin buah kesemek berdasarkan metode kalibrasi PCR dan PLS dan pra-pengolahan data NIR.

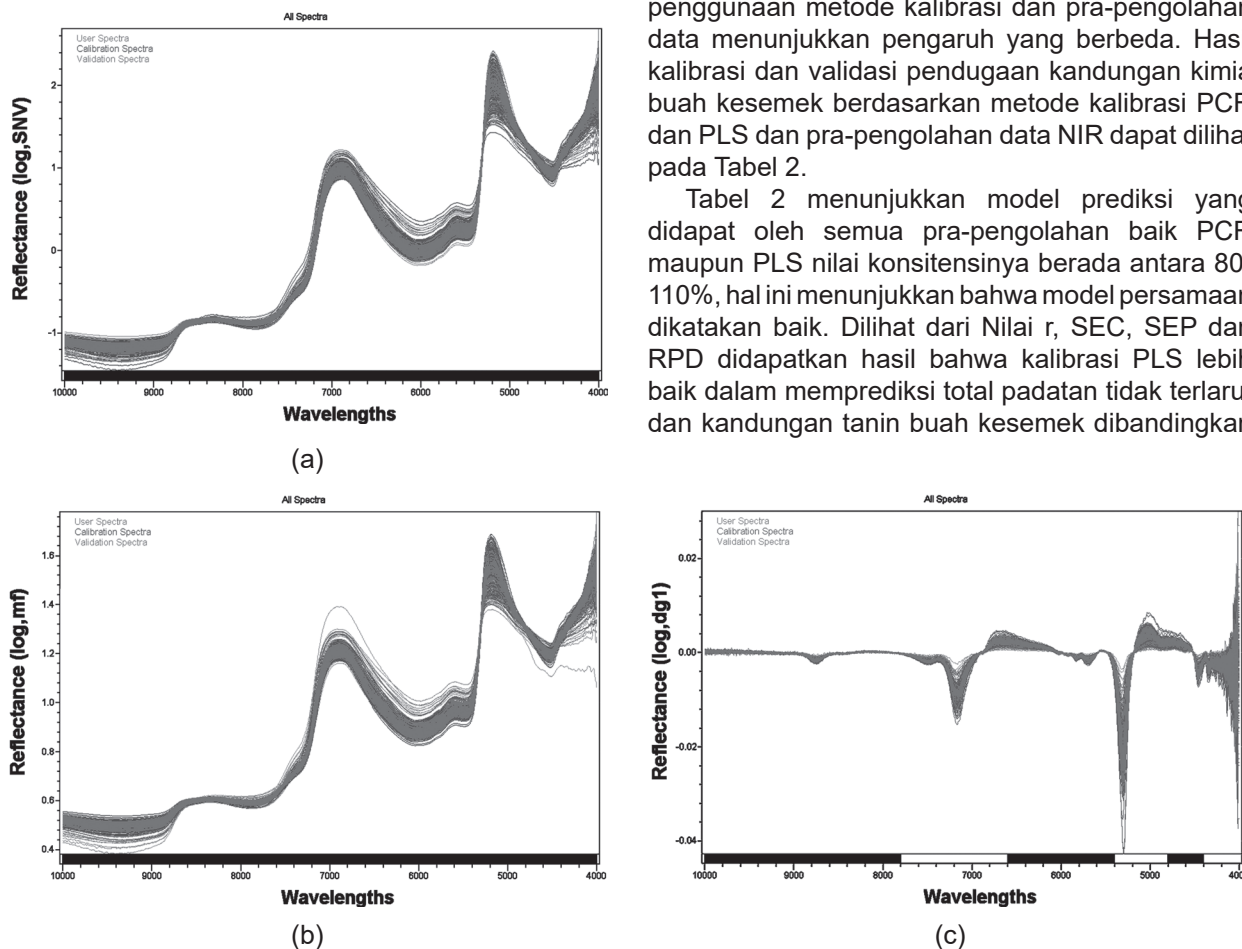
Kandungan kimia	Metode kalibrasi	Pra pengolahan data	Faktor	r	SEC (%)	SEP (%)	RPD	Konsistensi (%)
Padatan tidak terlarut (%)	PCR	original	14	0.79	1.55	1.57	1.50	98.86
		dg1	14	0.78	1.57	1.95	1.21	80.91
		MSC	14	0.82	1.45	1.51	1.55	95.95
		SNV	14	0.82	1.45	1.52	1.54	95.16
	PLS	original	8	0.83	1.39	1.49	1.58	93.74
		dg1	3	0.79	1.55	1.80	1.30	86.24
		MSC	7	0.83	1.42	1.48	1.59	92.28
		SNV	8	0.85	1.33	1.49	1.58	89.29
Tanin (%)	PCR	original	18	0.63	0.13	0.13	1.12	95.61
		dg1	17	0.58	0.14	0.14	1.10	99.37
		MSC	17	0.61	0.13	0.13	1.14	99.78
		SNV	17	0.55	0.14	0.14	1.05	96.89
	PLS	original	9	0.65	0.13	0.15	1.04	87.13
		dg1	3	0.72	0.12	0.14	1.06	81.51
		MSC	8	0.67	0.12	0.14	1.04	85.79
		SNV	8	0.71	0.12	0.14	1.06	82.23

padatan tidak terlarut buah kesemek karena dapat mengoreksi atau meredam *scatter/noise* pada spektra. Bentuk spektra reflektan buah kesemek dengan pra-pengolahan MSC dan SNV dapat dilihat pada Gambar 3 (b) dan 2 (c).

Model Kalibrasi dan Validasi

Model prediksi kandungan kimia buah kesemek dikembangkan menggunakan metode kalibrasi PCR dan PLS dengan pra-pengolahan data NIR. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa penggunaan metode kalibrasi dan pra-pengolahan data menunjukkan pengaruh yang berbeda. Hasil kalibrasi dan validasi pendugaan kandungan kimia buah kesemek berdasarkan metode kalibrasi PCR dan PLS dan pra-pengolahan data NIR dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan model prediksi yang didapat oleh semua pra-pengolahan baik PCR maupun PLS nilai konsistensinya berada antara 80-110%, hal ini menunjukkan bahwa model persamaan dikatakan baik. Dilihat dari Nilai r, SEC, SEP dan RPD didapatkan hasil bahwa kalibrasi PLS lebih baik dalam memprediksi total padatan tidak terlarut dan kandungan tanin buah kesemek dibandingkan



Gambar 3. Pengaruh pra-pengolahan data terhadap spektrum NIR buah kesemek (a) turunan pertama Savitzky-Golay (dg1), (b) *multiplicative scatter correction* (MSC) dan (c) *standard normal variate* (SNV).

dengan PCR. Jumlah faktor PLS lebih sedikit dibandingkan dengan PCR, menunjukkan bahwa PLS lebih efisien dibandingkan dengan PCR. Kesimpulan ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh He *et al.* (2005), Liu *et al.* (2007) dan Kusumiyati *et al.* (2008).

Model prediksi pendugaan padatan tidak terlarut buah kesemek menggunakan pra-pengolahan MSC dan SNV lebih baik dibandingkan dengan pra-pengolahan dg1 baik untuk PCR dan PLS karena mampu menghilangkan efek pembauran pada data spektrum. Dilihat dari nilai r yang tinggi dan nilai SEC yang kecil model prediksi terbaik ditunjukkan oleh pra-pengolahan SNV dan metode PLS. Selain itu dapat dilihat dari nilai RPD yang tinggi, selisih antara SEC dan SEP yang kecil dan jumlah faktor yang lebih sedikit ditunjukkan oleh pra-pengolahan MSC dan metode PLS. Maka model kalibrasi terbaik untuk pendugaan total padatan tidak terlarut buah kesemek yaitu menggunakan pra-pengolahan MSC dan metode PLS. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapatkan oleh Sari (2016) pada mangga gedong gincu.

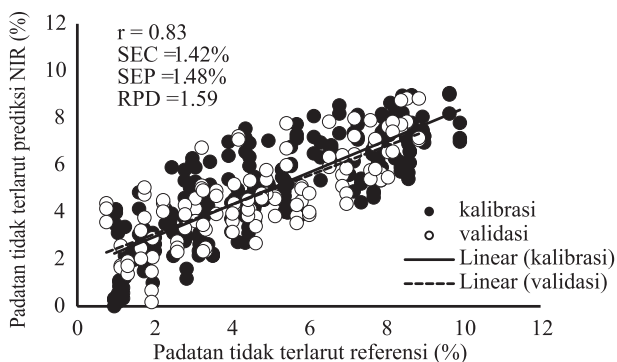
Nilai r yang didapat dari pra-pengolahan data MSC dan 7 faktor PLS yaitu 0.83. Nilai tersebut diatas 0.80 dapat dikatakan bahwa adanya korelasi yang baik antara spektra NIR dengan data aktual (referensi) (Andasuryani *et al.*, 2014). Nilai SEC dan SEP yang didapat yaitu 1.42% dan 1.48%, selisih nilai antara keduanya kecil menunjukkan

bahwa model persamaan dikatakan baik. Nilai RPD yang didapatkan yaitu 1.59 diindikasikan bahwa model kalibrasi yang didapat berpotensi untuk memprediksi tetapi dengan dilakukan perbaikan pada kalibrasi (Munawar, 2014). Maka model yang telah dibangun berpotensi untuk menduga total padatan tidak terlarut buah kesemek. Plot sebaran data hasil kalibrasi dan validasi pendugaan padatan tidak terlarut buah kesemek dengan pra-pengolahan data MSC dapat dilihat pada Gambar 4.

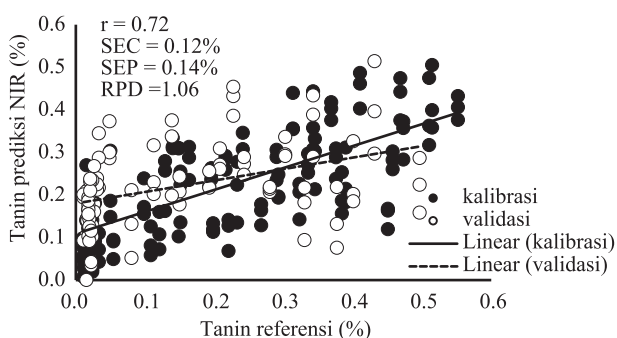
Model prediksi kandungan tanin buah kesemek yang baik dilihat dari nilai RPD yang tinggi dan selisih antara SEC dan SEP yang kecil ditunjukkan oleh pra-pengolahan MSC dan metode PCR. Selain itu dapat dilihat dari nilai r yang tinggi dan jumlah faktor yang sedikit diperoleh dengan menggunakan pra-pengolahan dg1 dan metode PLS. Karena itu pra-pengolahan dg1 dan metode PLS merupakan metode terbaik untuk pendugaan kandungan tanin buah kesemek. Hasil ini sama dengan yang didapatkan oleh Zhang *et al.* (2011) yaitu metode terbaik untuk memprediksi kandungan tanin buah kesemek Mopanshi menggunakan pra-pengolahan data dg1. Hal ini terjadi karena kandungan tanin yang terdapat dalam buah kesemek persentasenya sedikit sehingga diperlukan metode dg1 untuk memprediksinya. Pengolahan dg1 berfungsi untuk menguraikan spektra NIR yang bersatu dan tumpang tindih sehingga nilai absorban yang dihasilkan diturunkan untuk memperjelas masing-masing puncak dan lembah pada spektra selain itu dg1 dapat mereduksi pengaruh komponen - komponen lain selain komponen yang dianalisis serta memunculkan komponen yang diinginkan (Cen dan He, 2007).

Nilai r yang didapat pada penelitian ini masih rendah yaitu sebesar 0.72, nilai r tersebut sama dengan yang didapatkan oleh Zhang *et al.* (2011). Nilai SEC dan SEP yaitu 0.12% dan 0.14% dari penelitian ini lebih baik dari Zhang *et al.* (2011) yaitu 0.15% dan 0.18%. Sementara nilai RPD yang didapatkan masih rendah yaitu 1.06. Dilihat dari nilai r dan RPD yang rendah hal ini diduga karena data kimia tanin yang tidak memiliki trend kecenderungan dan kandungan tanin pada buah kesemek sangat kecil serta pengaruh perlakuan *deastringency* (penurunan kandungan tanin) menggunakan CO₂ padat. Perlakuan *deastringency* ini merubah tanin yang terlarut menjadi tanin tidak terlarut. Schmilovitch *et al.* (2000) mengatakan bahwa NIR sulit untuk memprediksi kandungan kimia buah jika persentasenya sedikit. Plot sebaran hasil kalibrasi dan validasi prediksi kandungan tanin buah kesemek dengan menggunakan metode olah data turunan pertama Savitzky-Golay dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa metode PLS lebih baik dalam memprediksi kadar air, total padatan tidak terlarut dan kandungan tanin buah kesemek. Dibawah ini disajikan grafik



Gambar 4. Hasil kalibrasi dan validasi pendugaan padatan tidak terlarut dengan pra-pengolahan data MSC.



Gambar 5. Hasil kalibrasi dan validasi pendugaan kandungan tanin dengan pra-pengolahan data dg1.

plot *loading* yang memberikan informasi mengenai komponen utama (PC) dan panjang gelombang yang sensitif terhadap kandungan kimia buah kesemek metode PLS. Pada Gambar 6 ditampilkan masing – masing kandungan kimia buah kesemek dengan 3 komponen utama (PC). Gambar 6 (a) menunjukkan bahwa panjang gelombang yang berpengaruh terhadap total padatan tidak terlarut buah kesemek yaitu pada panjang gelombang 1400 nm dan 1900 nm, hal ini sesuai dengan penjelasan sebelumnya bahwa padatan tidak terlarut berupa serat kasar yaitu selulosa diindikasikan menyerap pada panjang gelombang 1425 nm dan 1825 nm (William dan Norris 1990). Plot *loading* kandungan tanin pada Gambar 6 (b) memperlihatkan bahwa panjang gelombang 2250 nm sensitif terhadap kandungan tanin buah kesemek yang sesuai dengan Shayo (1988).

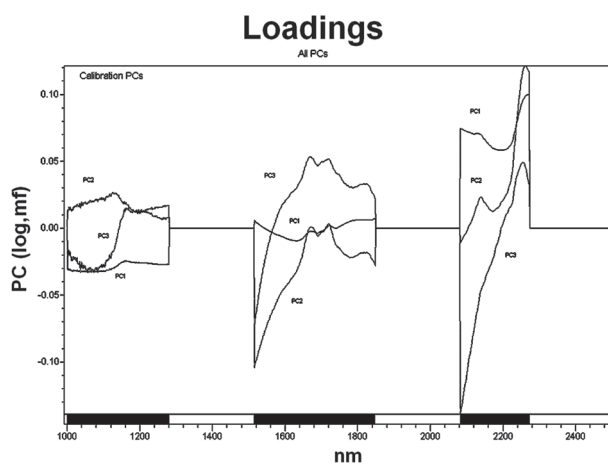
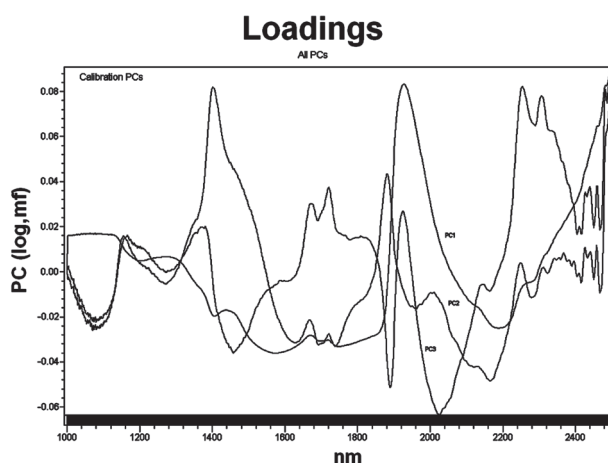
Simpulan

Metode PLS menghasilkan model kalibrasi yang lebih baik dibandingkan dengan PCR dalam memprediksi total padatan tidak terlarut dan kandungan tanin buah kesemek. Model terbaik untuk memprediksi total padatan tidak terlarut adalah menggunakan pra-pengolahan *multiplicative scatter correction* (MSC) dan metode PLS dengan r , SEP dan RPD masing - masing 0.83, 1.48%, dan 1.59. Model terbaik untuk memprediksi kandungan tanin diperoleh dengan menggunakan turunan pertama Savitzky-Golay (dg1) dan metode PLS dengan r , SEP dan RPD masing - masing 0.72, 0.14% dan 1.06.

Daftar Pustaka

- Alwala, J.O., F.N. Kiema, W. Wanzala. 2014. Determination of tannin concentration in african indigenous vegetables, grains and cassava roots from Emuhaya Distric, Western Kenya. *American J Nutr Food Sci*. Vol 1 (1):1-8.
- Andasuryani, Y.A. Purwanto, I.W. Budiastara, K. Syamsu. 2014. Prediksi kandungan katekin gambir (*Uncaria gambir* Roxb) dengan spektroskopi NIR. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol 24 (1): 43-52.
- Blanco, M., I. Villarroya. 2002. NIR Spectroscopy: a rapid-response analytical tool. *Trends Anal Chem*. Vol 21: 240-250.
- Cen, H., Y. He. 2007. Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *Trend Food Sci Technol*. (18):72-83.
- Chen, H., Q. Song, G. Tang, Q. Feng, L. Lin. 2013. The combined optimization of Savitzky-Golay smoothing and multiplicative scatter correction for FT-NIR PLS models. *ISRN Spectro* : 1-9.

- He, Y., Y. Zhang, G.A. Pereira, A.H. Gomez, J. Wang. 2005. Nondestructive Determination of Tomato Fruit Quality Characteristics Using Vis/NIR Spectroscopy Technique. *International Journal of Information Technology*. Vol 11 (11): 97-108.
- Ismarani. 2012. Potensi senyawa tanin dalam menunjang produksi ramah lingkungan. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. Vol 3. No.2.
- Kusumiyati, T. Akinaga, S. Yonemori, S. Kawasaki, S. Tanabe. 2008. On-tree and after-harvesting evaluation of firmness, color and lycopene content of tomato fruit using portable NIR Spectroscopy. *Journal of Food, Agriculture dan Environment*. Vol 6 (2): 327-332.
- Liu, Y., X. Chen, X. Sun, Y. Yin. 2007. Non-destructive measurement of pear internal quality indices by visible and near-infrared spectrometric techniques. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. Vol 50: 1051-1057.



Gambar 6 Plot *loading* antara komponen utama dan panjang gelombang (a) padatan tidak terlarut (b) kandungan tanin.

- Munawar, A.A. 2014. Multivariate Analysis and Artificial Neural Network Approaches of Near Infrared Spectroscopic Data for Non-Destructive Quality Attributes Prediction of Mango. (Disertasi). Georg-August University. Goettingen.
- Novita, D.D., U. Ahmad, Sutrisno, I.W. Budiastra. 2011. Penentuan Pola Peningkatan Kekerasan Kulit Buah Manggis Selama Penyimpanan Dingin Dengan Metode NIR Spectroscopy. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol 25 (1): 59-67.
- Osborne, B.G., T. Fearn, P.H. Hindle. 1993. *Partical NIR Spectroscopy with applications in food and beverage analysis*. Ed ke-2. Longman Scientific Technical, New York.
- Suhandy, D., R. Hartanto, S. Prabawati, Yulianingsih, Yatmin. 2008. Penggunaan Near Infrared Spectroscopy Pada Penentuan Kandungan Padatan Terlarut Buah Mangga Indramayu Secara Tidak Merusak. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol 22 (2): 129-134.
- Schmilovitch, Z., A. Mizrach, A. Hoffman, H. Egozi, Y. Fuchs. 2000. Determination of mango physiological indices by near-infrared spectrometry. *Postharvest Biology and Technology*. Vol 19 : 245–252.
- Shayo, N. 1988. Analysis of protein & tannin contents in sorghum using Near Infrared reflectance spectroscopy. (Tesis). Food Science Program, University of Saskatoon. Saskatoon.
- Sari, H.P., Y.A. Purwanto, I.W. Budiastra. 2016. Pendugaan Kandungan Kimia Mangga Gedong Gincu Menggunakan Spektroskopi Inframerah Dekat. *AGRITECH*. Vol 36 (3): 294-301.
- Verheij, E.W.M., R.E. Coronel. 1992. Edible fruits and nuts. *Plant Resources of South East Asia (PROSEA)*. Vol 2: 191-195.
- William, P. and K. Norris. 1990. Near infrared technology in the agricultural and food industries. St. Paul. (USA): American Association of Cereal Chemiist, Inc.
- Zanamwe, P. 2014. Prediction of postharvest quality of 'Triumph' persimmon fruit using NIR Spectroscopy. (Tesis). Faculty of Agrisciences, Stellenbosch University. Stellenboch
- Zhang, P, Li, J.K., X.J. Meng, P. Zhang, X. Feng, B.G. Wang. 2011. Research on nondestructive measurement of soluble tannin content of astringent persimmon using visible and near infrared diffuse reflection spectroscopy. *Spectroscopy and Spectral Analysis*. Vol 31 (4): 951-954.