

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

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

Vol. 4, No. 1, April 2016



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. Sehubungan dengan hal itu, naskah yang masuk ke redaksi mengalami peningkatan. Untuk itu mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan jumlah naskah dari 10 naskah menjadi 15 naskah, tentunya 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 (Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang B. Seminar (Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Universitas Sriwijaya, Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta)
Y. Aris Purwanto (Institut Pertanian Bogor)
M. Faiz Syuaib (Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Universitas Hasanuddin, Makasar)
Anom S. Wijaya (Universitas Udayana, Denpasar)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah
Sekretaris : Lenny Saulia
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah
Anggota : Usman Ahmad
Dyah Wulandani
Satyanto K. Saptomo
Slamet Widodo
Liyantono
Sekretaris : Jokho Budhiyawan
Diana Nursolehat

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, Darmaga, 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 Bestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 4 No. 1 April 2016. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Hasbi, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. Hersyamsi, M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Ir. Dody Tooy, PhD. (Universitas Sam Ratulangi), Dr.Ir. Lady Corrie Ch Emma Lengkey, M.Si (Universitas Sam Ratulangi), Prof.Dr.Ir. Ade M. Kramadibrata (Universitas Padjadjaran), Dr. Suhardi, STP.,MP (Universitas Hasanuddin), Ir. I Made Anom S. Wijaya, M.App.Sc.,Ph.D (Universitas Udayana), Dr.Ir. Sandra, MP (Universitas Brawijaya), Dr.Ir. Nursigit Bintoro, M.Sc (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta-IPB), Prof.Dr.Ir. Hadi K. Purwadaria, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta-IPB), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. I Wayan Budiastra (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. Emmy Darmawati, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta IPB), Dr.Ir. M. Yanuar J. Purwanto, MS (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB), Dr.Ir. Arief Sabdo Yuwono, M.Sc (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB). Dr. Rudiyanto, STP.,M.Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fateta-IPB), Dr.Ir. Akhiruddin Maddu, M.Si (Departemen Fisika, FMIPA-IPB).

Technical Paper

Penggolongan Mangga Gedong Gincu Berdasarkan Rasio Kandungan Gula Asam Menggunakan Prediksi *Near Infrared Spectroscopy*

Classification of Gedong gincu mango based on ratio sugar acid content using near infrared spectroscopy prediction

Noneng Fahri, Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Y. Aris Purwanto, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680 e-mail: arispurwanto@gmail.com

I. Wayan Budiastara, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Abstract

*The objective of this research was to classify the quality of 'Gedong gincu' mango based on its sugar acid ratio detected nondestructively using spectroscopy near infrared reflectance (NIR). The near infrared wavelength used was in 1000-2500 nm. Some NIR spectral processing and partial least square was selected to develop calibration and validation model of the correlation between NIR reflectance and destructive measurement data. The best model of calibration and validation in predicting sugar acid ratio was found for those model using combination of NIR data treatment of normalization and first derivative (N01, DG1) with 4 PLS factors. The accuracy of model was indicated by the value of *r*, SEC, CVc and RPDc i.e. 0.89, 29.81%, 24%, 2.23 for calibration model and 0.78, 34.92%, 30%, 1.61 for validation model. It could be concluded that the developed NIR method could classifying the quality of 'Gedong gincu' mango based on the sugar acid ratio content with accuracy of 77%.*

Keywords: *spectroscopy NIR, Gedong gincu mango, sugar acid ratio, partial least square*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menggolongkan kualitas mangga Gedong gincu berdasarkan kandungan gula dan asam secara non destruktif menggunakan spektroskopi *near infrared reflectance* (NIR). Panjang gelombang yang digunakan adalah 1000-2500 nm. Beberapa pengolahan data spektra NIR dan metode *partial least square* (PLS) dikaji untuk mencari model kalibrasi dan validasi terbaik hubungan antara data reflektansi terhadap hasil pengukuran secara *destruktif*. Model kalibrasi terbaik untuk menduga rasio kandungan gula asam adalah menggunakan kombinasi normalisasi dan turunan pertama (N01,DG1) dari data spektra NIR dengan 4 faktor PLS. Ketepatan model kalibrasi dan validasi ditunjukkan dengan nilai *r*, SE, CV dan RPD untuk model kalibrasi yaitu 0.89, 29.81%, 24%, 2.23 dan 0.78, 34.92%, 30%, 1.61 untuk model validasi. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model yang dikembangkan dapat digunakan untuk menggolongkan mangga Gedong gincu berdasarkan rasio kandungan gula asam dengan ketepatan 77%.

Kata Kunci: spektroskopi NIR, mangga Gedong gincu, rasio gula asam, *partial least square*

Diterima: 19 Agustus 2015; Disetujui: 13 Januari 2016.

Pendahuluan

Mangga Gedong gincu memiliki rasa manis-asam jika sudah matang berbeda dengan mangga lain yang setelah matang memiliki rasa manis. Segi warna juga memiliki daya tarik tersendiri. Mangga ini akan disebut mangga Gedong gincu jika adanya warna jingga kemerahan pada kulitnya. Mangga yang masih berwarna kuning dikenal dengan mangga Gedong. Rasa asam-manis ini menjadi daya tarik

bagi konsumen yang menyukai rasa asam warna kulit yang berbeda diidentikkan dengan umur panen (Purwadaria *et al.* 1995). Mangga Gedong gincu bisa dipanen saat indeks panen 80%-85% dan mangga Gedong dengan indeks panen 60%-70% (Quane 2011). Pada umumnya eksportir mengirim mangga sesuai dengan tingkat kematangan, karena tingkat kematangan buah sangat penting untuk menentukan jarak tempat yang akan dituju.

Penentuan tingkat kematangan secara visual

buah dapat dilihat dari perubahan warna yang mulai dari mangga muda warnanya hijau dan lama kelamaan warna mangga Gedong mulai kemerah-merahan seperti gincu yang menandakan telah matang, namun untuk menentukan rasa manis atau asam pada buah mangga tidak dapat dilihat secara visual. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan metoda penentuan kualitas mangga Gedong gincu berdasarkan umur petik dan tingkat ketuaan pada mangga dengan metoda nondestruktif salah satu yang potensial adalah dengan spektroskopi NIR.

Teknologi spektroskopi NIR merupakan salah satu teknologi yang dapat menggantikan metode konvensional dan telah sukses diaplikasikan pada produk pertanian, farmasi, petrokimia dan lingkungan. Beberapa keuntungan teknologi NIR adalah dapat menganalisis sampel dengan cepat (dalam beberapa detik), akurat, dan tidak membutuhkan bahan kimia sehingga tidak ada limbah kimia yang dihasilkan. Kemometrik merupakan ilmu pengaplikasian matematika yang berhubungan dengan pengukuran sistem atau proses kimia atau metode statistik untuk pengolahan data serta evaluasi dan interaksi data. Metode kemometrik membantu memperoleh model kalibrasi yang akurat dan presisi (Andasuryani, *et al.*, 2013).

Penelitian dengan menggunakan NIR juga sudah diterapkan untuk memprediksi perubahan kekerasan manggis selama penyimpanan dingin (Ahmad *et al.* 2014). Salah satu metoda non destruktif ini adalah dengan pemanfaatan spektroskopi NIR. Metode ini sudah banyak diterapkan untuk mendeteksi kualitas buah dan sayur, selain itu juga bisa mendeteksi kandungan kimia buah dan sayuran yang meliputi total padatan terlarut, keasaman, ketegasan buah, lemak protein, dan kandungan pati menjelaskan bahwa dengan metode NIR dapat memprediksi mutu buah mangga Gedong gincu seperti susut bobot, kekerasan, total padatan terlarut, dan pH, dengan metode *Partial least square* (PLS) namun peneliti hanya melakukan kalibrasi dan validasi pada pH dan gejala *chilling injury* dan indikator seperti total keasaman, rasio gula asam, dan serat yang ada pada mangga Gedong gincu tidak lakukan (Purwanto, *et al.*, 2013).

Rasio kandungan gula asam pada mangga Gedong gincu dapat diprediksi dengan menggunakan NIR (Purwadaria *et al.* 1995). Panjang gelombang NIR yang digunakan untuk memprediksi kandungan gula dan asam tersebut berkisar 1400 nm – 1975 nm dengan metode *Multiple Linier Regression*. Dengan menggunakan alat yang berbeda peneliti akan membandingkan hasil rasio gula dan asam mangga dengan spektra NIR menggunakan alat yang panjang gelombang 1000 nm – 2500 nm sehingga bisa memprediksi lebih tepat dengan menggunakan metode *Partial least square* (PLS) untuk proses kalibrasi dan validasi.

Selama ini analisis komposisi kimia produk pertanian pada umumnya menggunakan metode

kimia. Analisis kandungan asam, kekerasan, gula, dan pati dilakukan metode destruktif (metode konvensional) yang dilakukan di laboratorium. Analisis ini membutuhkan waktu yang lama, biaya mahal, dan menyebabkan pencemaran lingkungan yang berasal dari limbah kimia. Metode ini belum mendukung kebutuhan dalam proses sortasi buah mangga secara cepat dan on-line (Lengkey *et al.* 2013). Metode Near infrared (NIR) spectroscopy mempunyai keuntungan dalam menganalisis kimia produk. Analisis bersifat murah, waktu analisis yang singkat, ramah lingkungan yang bebas dari limbah, tidak membutuhkan preparasi sampel dan bersifat on-line. (Andasuryani *et al.* 2013; Chang *et al.* 2001).

Keistimewaan lainnya terlihat dari kandungan gula dan asamnya. Rasa manis asam ini menjadi pembeda antara jenis mangga lain dan lebih banyak digemari oleh konsumen dari negara Jepang dan Eropa. Penentuan rasio gula asam mangga Gedong gincu akan memberikan pengaruh terhadap kepuasan konsumen dengan kualitas bagus. Penelitian ini bertujuan untuk menggolongkan mangga Gedong gincu berdasarkan rasio kandungan gula asam secara non destruktif menggunakan spektroskopi *near infrared* (NIR).

Bahan dan Metode

Persiapan Bahan

Penelitian ini menggunakan mangga cv Gedong gincu dengan umur panen 100, 110, dan 115 hari setelah bunga mekar (HSBM). Buah berasal dari kebun petani mangga di Cirebon, Jawa Barat. Mangga dipanen pagi hari kemudian dikemas dengan menggunakan peti kayu dan ditransportasikan menuju laboratorium selama 8 jam perjalanan. Sampel disimpan dalam suhu ruang. Selama penyimpanan dilakukan pengamatan setiap 2 hari sekali untuk mangga umur petik 100, dan 110 hari, sedangkan mangga umur petik 115 hari pengamatan setiap 1 hari sekali untuk pengambilan spektra dan analisis kandungan fisikokimianya.

Pengukuran Parameter Kimia

Analisis kimia dilakukan untuk memperoleh kandungan rasio gula asam. Rasio kandungan gula dan asam dari mangga Gedong gincu dapat dihitung dengan membandingkan kandungan Gula (TPT) dan total asam (AOAC 2000). Cara menghitung rasio kandungan gula asam dengan persamaan 1:

$$\text{Rasio Gula Asam} = \frac{\text{TPT}}{\text{Total asam}} \text{ (}^{\circ}\text{Brix/\%)} \quad (1)$$

Akuisisi Data Spektrum NIR

Data NIR yang berupa reflektan dari buah mangga diukur di tiga titik yang berbeda yaitu bagian pangkal, tengah, dan ujung untuk masing-masing buah. Pengukuran dilakukan pada suhu ruang dengan menggunakan spektrometer NIRFlex N-500

fiber optik solid dengan panjang gelombang 1000-2500 nm dengan interval 0.4 nm. Data spektrum dan acuan laboratorium diatur dan dianalisis menggunakan perangkat lunak NirCal 5.22. Total tiga spektrum dari tiap sampel digunakan untuk menganalisis data. Sebanyak 2/3 sampel digunakan untuk membangun model kalibrasi dan 1/3 sampel digunakan untuk validasi model.

Pengolahan data spektra NIR

Metode pengolahan data spektra NIR merupakan seperangkat prosedur matematika untuk mengembangkan model kalibrasi. Data spektra hasil pengukuran NIR tidak hanya memberikan informasi kimia sampel tetapi juga memberikan informasi yang berupa kebisingan dan latar belakang selain sampel. Data spektra tersebut tidak sepenuhnya mengandung informasi yang tepat. Model kalibrasi yang baik, akurat, presisi, dan handal membutuhkan pengolahan data spektra sebelum membangun model (Purwanto *et al.* 2013). Teknik pengolahan data spektra NIR dapat meminimalisir informasi yang merusak model seperti kebisingan, *variabilitas*, interaksi dan fitur yang belum diakui. Selain itu, untuk menguraikan informasi penting yang terdapat dalam data spektra. Dalam mengembangkan model kalibrasi NIR penentuan metode pra-proses spektra tergantung jenis bahan dan kandungan kimia dari bahan yang akan diprediksi (Maleki *et al.* 2005).

Ada 8 pengolahan data spektra NIR yang dipakai dalam penggolongan rasio gula asam yaitu sa3, N01, DG1, DG2, kombinasi antara (SA3, N01), kombinasi antara (N01, DG1), MSC, dan SNV. Dari 8 pengolahan data spektra, dipilih pengolahan (N01, DG1) untuk rasio gula asam pengolahan data normalisasi dirancang untuk mengurangi variasi baseline yang disebabkan oleh perbedaan ukuran butiran (Udelhoven *et al.* 2003). Teknik derivatif yang digunakan adalah *derivatif Savitzky-Golay* (DG) bertujuan untuk mengurangi efek tumpang tindih puncak, menghapus garis dasar spektra *offset* dan kemiringan dasar. Selain itu teknik pra-proses yang bisa digunakan adalah *Multiplicative Scatter Correction* (MSC) dan *Standard Normal Variate* (SNV). Metode MSC dan SNV dapat mengurangi distorsi spektra akibat hamburan (Andasuryani *et al.* 2013).

Model Kalibrasi dan Validasi

Data hasil pengukuran spektra NIR dianalisis menggunakan software *NIRWare Management Console* dan *NIRCal 5.2*. Metode kalibrasi multivariat, yaitu algoritma PLS digunakan untuk mengembangkan model kalibrasi hubungan antara data reflektansi terhadap hasil pengukuran destruktif (Lenkey *et al.* 2013). *Partial Least Square* (PLS) mengidentifikasi variabel laten dalam fitur ruang yang memiliki kovarians maksimal dalam variabel prediktor. Pengembangan model kalibrasi dengan metode PLS juga dipengaruhi oleh jumlah faktor PLS

optimum yang digunakan. Penentuan jumlah faktor PLS optimum dilakukan berdasarkan nilai konsistensi dan nilai Prediksi Kesalahan *Residual Sum Square* (PRESS) set validasi (*V-set-PRESS*). Faktor PLS yang dipilih memiliki nilai konsistensi antara 80-110% dan sebagai terkecil mungkin *V-Set PRESS*. Nilai konsistensi yang digunakan menjadi penentu jumlah faktor untuk mengembangkan model kalibrasi yang terbaik (Andasuryani *et al.* 2013).

Model kalibrasi harus dievaluasi dengan menggunakan parameter statistik. Parameter statistik tersebut terdiri dari bias standard error kalibrasi set (SEC), standard error validasi set (SEP), koefisien korelasi (*r*), dan koefisien variasi (CV). Bias, SEC, SEP, R, CV, dan konsistensi. Hasil kalibrasi dan validasi yang baik dilihat dari nilai R yang terbesar, sedangkan nilai konsistensi model berada pada kisaran 80-110% (Williams dan Norris 1990).

Hasil dan Pembahasan

Spektra NIR dan kandungan kimia

Komponen mangga Gedong gincu pada pita spektra reflektan NIR berada pada kisaran panjang gelombang tertentu ditandai dengan adanya respon molekul terhadap radiasi gelombang infra-merah berhubungan dengan vibrasi ikatan kimia X-H dan C-H. Molekul kimia yang terdapat pada komponen mangga Gedong gincu dapat terlihat pada Gambar 1. Spektra dengan panjang gelombang reflektan 1215-1395 adanya penyerapan ikatan atom C-H dengan kandungan CH₂. Kandungan senyawa asam yang terdapat dalam mangga dapat penelitian ini berhubungan dengan asam-asam organik, seperti asam sitrat, asam malat, dan asam askorbat. Asam-asam ini mengandung ikatan atom C-H dengan struktur kimia CH₂. Rasa manis pada mangga disebabkan adanya kandungan gula berupa selulosa yang berada pada panjang gelombang 1765 nm. Pada panjang gelombang ini juga ditemukan ikatan CH₂ yang mengidentifikasi sebagai asam.

Spektra NIR terdiri dari dua bagian yaitu spektra original dan spektra hasil pengolahan. Spektra original merupakan data asli yang banyak terdiri dari informasi komponen sampel dan juga informasi latar belakang yang menimbulkan *noise*, spektra pra-proses merupakan spektra yang diolah sebelum mengembangkan model kalibrasi yang akurat (Purwanto *et al.* 2013).

Metode non destruktif spektroskopi infra-merah dapat menduga rasio gula asam pada mangga Gedong gincu. Mangga Gedong gincu berbeda dengan jenis mangga lainnya dari segi kandungan rasio gula asam, yang tidak dimiliki mangga jenis lainnya. Mangga Gedong gincu yang disimpan dalam waktu lama dan matang maksimal memiliki rasa yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.

Rasa khas mangga Gedong gincu terlihat dari perubahan kandungan rasio gula asam selama

Tabel 1. Hasil kalibrasi dan validasi prediksi rasio gula asam mangga Gedong gincu berdasarkan nilai reflektan.

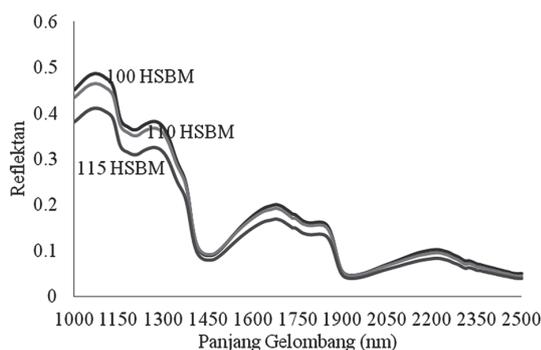
Pra Pengolahan Data	Parameter NIR							
	Rc	SEC	SEP	CVc	CVv	CONS	F	RPDc
SA3	0.799	39.91	47.01	33	40	84	11	1.67
NO1	0.810	38.99	45.30	32	39	86	10	1.71
DG1	0.869	32.82	35.91	27	30	93	4	2.03
DG2	0.783	41.31	47.92	34	41	86	2	1.61
SA3, NO1	0.841	35.95	44.40	30	38	80	2	1.85
NO1, DG1	0.893	29.81	34.92	24	30	85	4	2.23
MSC	0.804	39.49	46.38	33	39	85	9	1.68
SNV	0.680	48.75	53.99	40	46	90	4	1.07

penyimpanan terlihat pada Gambar 2. Rasio gula asam meningkat selama penyimpanan karena kandungan gula naik dan kandungan asamnya turun. Rasa asam menjadi ciri utama dari mangga Gedong gincu meskipun kandungan gulanya meningkat dalam proses pematangan rasa asam masih tetap terasa. Rasa asam-manis ini menjadi daya tarik konsumen negara bagian barat yang menyukai rasa asam (Purwadaria *et al.* 1995).

Pengaruh Pengolahan data spektra NIR dan Model Kalibrasi

Metode pengolahan data NIR yang dipakai dalam pengolongan rasio gula asam dari 8 pra-proses yang berbeda yaitu SA3, N01, DG1, DG2, kombinasi antara (SA3, N01), kombinasi antara (N01, DG1), MSC, dan SNV. Dari 8 pengolahan data (N01, DG1) untuk rasio gula asam. Metode pra-proses kombinasi (N01, DG1) menghasilkan rentang nilai spektra yang lebih besar meskipun bentuk spektranya hampir sama dengan DG1. Hal ini disebabkan oleh efek pengolahan data N01 yang memperlebar rentang nilai reflektan (Andasuryani *et al.* 2013). Hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan data spektrum NIR yang berbeda akan memberikan efek yang berbeda terhadap bentuk dan nilai reflektan spektrum.

Kalibrasi dilakukan menggunakan metode PLS dengan pengolahan data spektra NIR dan jumlah faktor PLS optimum yang diaplikasikan pada spektrum NIR (Andasuryani *et al.* 2013). Tabel 1 menunjukkan perbedaan hasil model kalibrasi

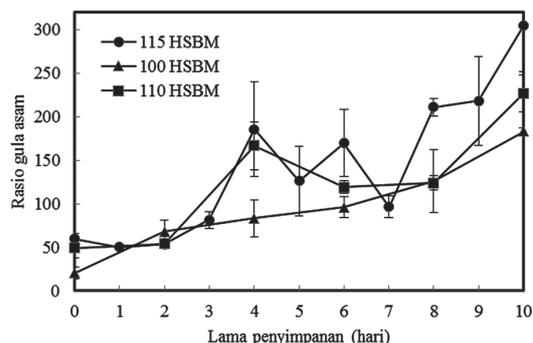


Gambar 1. Spektra reflektan NIR mangga Gedong gincu.

berdasarkan nilai reflektan dengan pra-proses dan jumlah faktor PLS optimum dapat menentukan nilai *PRESS* minimum. Nilai faktor PLS yang tinggi dapat mengurangi kemampuan untuk memprediksi karena nilai *PRESS* dari gangguan spektra (Jankovská dan Šustová 2003).

Pengolongan rasio kandungan gula asam mangga Gedong gincu berdasarkan rasio gula asam model kalibrasi dengan pra pengolahan data spektra NIR yang terbaik yaitu (N01, DG1) dengan jumlah 4 faktor PLS. Untuk set kalibrasi nilai *r*, SEC, dan CVc, dan nilai RPDc secara berurut adalah 0.89, 29.81%, 24% dan 2.23. Nilai *r*, SEP, CVv, dan RPDv adalah 0.78, 34.92%, 30% dan 1.61, untuk set validasi. Model ini bisa dikategorikan baik, meskipun nilai CV yang masih besar. Nilai *r* yang berada pada kisaran 0.70 sampai 0.99 dikategorikan baik yang mengindikasikan korelasi yang baik antara data aktual dengan data spektra (Saranwong *et al.* 2004).

Pengolahan data spektra NIR kombinasi (N01, DG1) diambil karena kandungan asam yang terdapat dalam spektra sangat kecil sehingga dibutuhkan turunan untuk mengurai spektra yang tersembunyi dan normalisasi untuk memperbesar spektra dari kandungan gula. Reflektansi sebaran dan transmisi dari spektra NIR merupakan hasil kondisi penggabungan alat dan sampel, yaitu geometrik atau bentuk alat, ukuran bahan (berupa partikel atau titik pengujian), bentuk dan distribusi bahan saat pengujian (Karlinsari *et al.* 2012). Dalam pengolahan dan analisis data biasanya dilanjutkan dengan koreksi atau pengurangan pengaruh faktor



Gambar 2. Grafik perubahan rasio gula asam mangga Gedong Gincu selama penyimpanan.

Tabel 2. Batasan nilai penggolongan mutu mangga Gedong gincu berdasarkan rasio kandungan gula asam.

Kandungan rasio gula asam mangga Gedong gincu	Batasan nilai rasio kandungan gula asam
Kelompok (asam)	0-100
Kelompok (asam-manis)	101-200
Kelompok (Manis)	201-300

Tabel 3. Penggolongan mutu mangga Gedong gincu berdasarkan validasi rasio kandungan gula asam.

Prediksi NIR	Jumlah sampel	Data Kimia			Tepat	Salah
		Kelompok (asam)	Kelompok (asam manis)	Kelompok (manis)		
Kelompok (asam)	23	19	4	0	19	4
Kelompok (asam manis)	31	5	26	0	26	5
Kelompok (manis)	6	0	5	1	1	5
Jumlah	60				46	14

ukuran partikel dengan pendekatan matematis. Namun pengaruh ukuran partikel seringkali menjadi variabel penting untuk pendugaan sifat sampel (Burns dan Ciurczak, 2006).

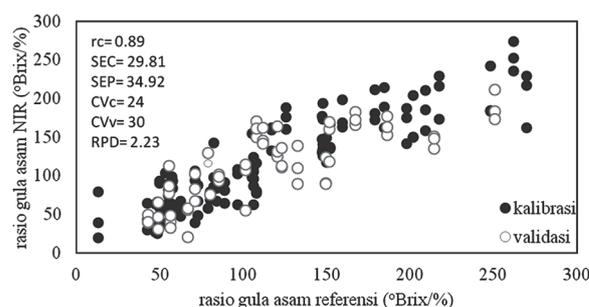
Model kalibrasi yang digunakan untuk kandungan rasio gula asam yang terbaik dikembangkan dengan menggunakan pengolahan data spektra NIR kombinasi (n01,dg1) dan 4 jumlah faktor PLS optimum. Hasil model kalibrasi untuk kandungan rasio gula asam cukup baik. Karena nilai R 0.89 dan 0.78 untuk kalibrasi dan validasi, namun CV kalibrasi dan validasi secara berurutan yang masih tinggi yaitu 24% dan 30%.

Untuk menggolongkan rasio kandungan gula asam maka sampel yang digunakan adalah sampel hasil prediksi (data validasi). Tabel 2 menjelaskan batasan nilai penggolongan mutu mangga Gedong Gedong gincu berdasarkan rasio kandungan gula asam.

Batasan nilai penggolongan mutu Mangga Gedong gincu berdasarkan rasio dari masing-masing mutu mangga Gedong gincu dapat digolongkan tingkat rasio gula asam yaitu nilai dari 0-100 tergolong asam, 101-200 tergolong asam manis, dan 201-300 digolongkan dengan manis. Tabel 3 Penggolongan mutu Mangga Gedong gincu berdasarkan validasi rasio kandungan gula asam. Dari 60 data sampel validasi yang telah digolongkan ada 46 data yang digolongkan tepat dan 14 di golongkan salah berdasarkan hasil nilai data kimia (nilai referensi) dan nilai prediksi NIR, dengan tingkat akurasi 77%. Kesalahan juga terjadi dapat disebabkan karena ketidakakuratan pada saat pengelompokan umur petik oleh petani sehingga terjadi variasi rasio gula asam yang tinggi dalam kelompok yang sejenis. Hal ini terlihat dari data rasio gula asam pada 3 kelompok rasa (asam, asam-manis, manis) (Tabel 3). Kesalahan terjadi pada umumnya dalam perbedaan 1 kelompok, yaitu seharusnya kelompok asam-manis diprediksi menjadi kelompok asam dan sebaliknya. Kesalahan fatal perbedaan 2 kelompok rasa tidak

terjadi misalnya yang seharusnya kelompok asam diprediksi kelompok manis.

Hasil yang diprediksi salah terjadi karena data kimianya yang berbeda dan nilai yang bervariasi, dimana hasil penggolongan rasio kandungan gula asam pada golongan asam-manis ada data yang masuk pada golongan asam dan golongan manis. Rasio gula asam meningkat selama penyimpanan karena kandungan gula naik dan dan kandungan asamnya turun. Rasa asam menjadi ciri utama dari mangga Gedong gincu meskipun kandungan gulanya meningkat dalam proses pematangan rasa asam masih tetap terasa. Rasa asam-manis ini menjadi daya tarik konsumen (Purwadaria *et al.* 1995). Penelitian tentang prediksi dan penggolongan mangga Gedong gincu berdasarkan kandungan sukrosa dan kandungan asam malat telah dilakukan oleh Purwadaria *et al.* 1995 dan Purwadaria dan Budiastra 1997 yang memprediksi kandungan sukrosa dan kandungan asam malat menggunakan metode stepwise dari regresi berganda dengan Analisis HPLC. Hasil korelasi dengan pengukuran destruktif menunjukkan adanya korelasi dengan pengukuran non destruktif dengan nilai R=0,92 dan R=0,98 untuk prediksi konsentrasi sukrosa dan asam malat. Penggolongan mangga Gedong gincu berdasarkan kandungan sukrosa dan asam malat dengan dua umur petik yang berbeda (90 HSBM dan 100 HSBM). Dengan hasil prediksi kandungan



Gambar 3. Kalibrasi dan validasi rasio kandungan gula asam mangga Gedong gincu.

sukrosa dan asam malat untuk umur petik 90 HSBM R= 0.95 dan 0.96, dengan panjang gelombang untuk asam malat 1413, 1493, 17989, 1869, 1917,1957, 1965 dan 1989 nm dan untuk sukrosa 1437, 1445, 1477, 1549, 1717, 1725, 1749, 1805, dan 1845 nm. Dan prediksi kandungan sukrosa dan asam malat untuk umur petik 100 HSBM dimana nilai R= 0.98 dan 0.98. Dengan panjang gelombang terpilih untuk memprediksi sukrosa dengan NIR adalah 1461, 1550, 1589, 1685, 1717, 1725, 1789, 1869, dan 1909 nm, dan untuk asam malat adalah 1477, 1509,1549, 1557, 1621, 1869, 1909, dan 1977 nm. Panjang gelombang yang ada dilakukan dengan menggunakan metode stepwise dari program paket SAS

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rasio kandungan gula asam yang terdiri dari nilai prediksi total padatan terlarut R=0.93 dengan SEC = 0.69 dan SEP = 0,79 dan untuk prediksi total keasaman dengan R= 0.93 dengan SEC = 0.04 dan SEP = 0.05 dengan metode *partial least square* (PLS). Dengan panjang gelombang yang terpilih untuk prediksi rasio kandungan gula asam yaitu pada panjang gelombang 1765 nm.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa metode spektroskopi infra-merah dapat digunakan untuk menggolongkan mangga Gedong gincu secara non destruktif berdasarkan tingkat rasio kandungan gula asam. Berdasarkan hasil prediksi NIRS, diperoleh 19 sampel yang tergolong asam, 26 sampel tergolong asam-manis dan 1 sampel yang tergolong manis dengan tingkat akurasi sebesar 77% dengan metode *partial least square* (PLS).

Daftar Pustaka

- Ahmad, U., Sutrisno, Y.A. Purwanto, I.W. Budiastara, Y. Makino, S. Oshita, Y. Kawagoe, S. Kuroki, DD Novita. 2014. Prediction of Hardnes Development in Mangosteen Peel Using NIR Spectroscopy During Low Temperature Storage. *Jurnal Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 7: 86-90.
- Andasuryani, Y.A. Purwanto, I.W. Budiastara, K. Syamsu. 2013. Non Destructive and Rapid Analysid of Catechin Content in Gambir (*Uncaria gambir Robxb.*) Using NIR Spectroscopy. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(9): 383-389.
- AOAC international. 2000. Official methods of analysis of AOAC International. Gaitherburg. USA.
- Burns, D.A., E.W. Ciurczak. 2006. Handbook of near-infrared analysis. Third Edition. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Chang, C.W., D.A. Laird, M.J. Mausbach, C.R.Jr. Hurburgh. 2001. Near infrared reflectanca spectroscopy-principal component regression analyses of soil properties. *Soil Sci. AM. J.* 65: 480-490.
- Jankovská, R. and K. Šustová. 2003. Analysis of low milk by near-infrared spectroscopy. *Czech J. Food Sci.* 21(4): 123-128.
- Karlinasari, L., M. Sabed, N.J. Wistara, Y.A. Purwanto, H. Wijayanto. 2012. Karakteristik spektra absorbansi NIR (Near infra red) spektroskopy kayu Acacia mangiun Willd. pada 3 umur berbeda. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 6(1): 46-52.
- Lengkey, L,C,E,Ch,, I.W. Budiastara, K.B. Seminar, B.S. Purwoko. 2013. Determination of Chemical Properties in *Jathropa curcas* L. Seed IP-3P by partial Least-Squares Regression and Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *International Journal of Agriculture and Research*, 2(1): 41-48.
- Maleki, M.R., A.M. Mouazen. H. Ramon. 2005. Baerdemaeker Multiplicative scatter correction during on-time measurement with near infrared spectroscopy. *Biosystem Engineering Journal*, 96(3): 427-433.
- Purwadaria, H.K., I.W. Budiastara, D. Saputra. 1995. Near Infrared Reflectane Testing to Predict Sucrose and Malic Acid Concentration of Mangoes. *Prosiding the 1st IFAC/CIGR/EURAGENG/ISHS Workshop, Ostend, Belgium, 1-2 June 1995*, 291-295.
- Purwadaria, H.K., and I.W. Budiastara, 1997. Computer controlled online system for mango grading using image processing and NIR measurement. *Proceedings 2nd IFAC/GAU International Symposium on Mathemaatical Modeling and Simulation in Agricultural and Bio-Industries, Budapesst, Hungary, 7-9 May 1997*.
- Purwanto, Y.A., P.W. Zainal, U. Ahmad, Sutrisno, Mardjan, Y. Makino, S. Oshita, Y. Kawagoe, S. Kuroki. 2013. Non Destructive Prediction of pH in Mango Fruit cv. Gedong gincu Using NIR Spectroscopy. *Internasional Jurnal of Engineering of Technology IJET-IJENS*, 13(3): 70-73.
- Quane, D., 2011. Pedomam produksi dan pascapanen: Mangga. *Agribusiness Development Project, Jakarta*.
- Saranwong, S., J. Sornsrivichai, S. Kawano. 2004. Prediction of ripe stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrard spectroscopy. *Vol 31: 137-145*.
- Udelhoven, T., C. Emmerling, T. Jarmer. 2003. Quantitatif analysis of soil chemical propertis with diffuse reflectance spectrometry and partial least square regression: A feasibilty study. *Plant Soil*, 251: 319-329.
- Williams, P. and K. Noris. 1990. Near-infrared technology in the agricultural and food industries. *American Association of cereal chemical, Inc. St. Paul, USA*.