

# PENENTUAN BAHAN KERING BUAH MANGGA SECARA *INTACT* MENGGUNAKAN *NEAR INFRARED SPECTROSCOPY*

Diding Suhandy<sup>1</sup>, Sulusi Prabawati<sup>2</sup>, Yulianingsih<sup>2</sup>, dan Yatmin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung  
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Lampung 35145.

<sup>2</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian  
Jl. Tentara Pelajar No.12A Bogor 16114.

Email : bb\_pascapanen@litbang.deptan.go.id, bb\_pascapanen@cbn.net.id

<sup>3</sup>Mahasiswa Program Pasca Sarjana Magister Teknologi Agroindustri (MTA)  
Universitas Lampung.

Untuk membangun cara pengukuran bahan kering buah mangga secara *on-plant* (buah masih di pohon) diperlukan sebuah cara pengukuran bahan kering yang bersifat tidak merusak. Pada studi ini, dilakukan penggunaan NIR *Spectroscopy* untuk pengukuran bahan kering buah mangga secara tidak merusak. Spektra buah mangga diambil menggunakan sebuah spektrometer portabel pada mode absorbans pada dua titik berbeda. Nilai aktual bahan kering buah mangga diukur secara merusak dengan mengeringkan sampel pada suhu 70°C selama 96 jam. *The Partial Least Squares (PLS) regression* digunakan untuk membangun persamaan kalibrasi. Hasil penelitian menunjukkan NIR *Spectroscopy* berhasil mengukur bahan kering buah mangga dengan koefisien korelasi (*r*) antara nilai prediksi dan aktual sebesar 0,93, standar error prediksi (SEP) sebesar 0,89 dan bias sebesar 0,12.

**Kata kunci :** mangga, *intact*, NIR *Spectroscopy*, bahan kering

**ABSTRACT. D. Suhandy, S. Prabawati, Yulianingsih and Yatmin. 2008. Determination of dry matter in intact mango fruit using near infrared spectroscopy.** To establish a method to determine the dry matter non destructively on-plant measurement of dry matter in mango fruit, should be done. In this work, near infrared (NIR) Spectroscopy for non destructive measurement of dry matter in mango fruit was investigated. Using a portable spectrometer, spectra for each sample were acquired in absorbance mode at two different positions. The actual value of dry matter of mango was measured by drying the mango sampled at 70°C for 96 h. The Partial Least Squares (PLS) regression was used to develop a calibration equation. The NIR Spectroscopy method successfully determined the dry matter of mango fruits with correlation coefficient (*r*) between predicted and actual values was with 0.93, standard error of prediction (SEP) of 0.89 and bias of 0.12.

**Keywords:** mango, intact fruit, NIR Spectroscopy, dry matter

## PENDAHULUAN

Pada buah mangga, tingkat ketuaan (*maturity*) pada saat panen merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan kualitas buah. Buah yang sudah berkembang sempurna, ketika buah tersebut matang dapat mencapai kualitas tinggi untuk konsumsi. Buah mangga muda tidak dapat mencapai tingkat kematangan maksimal sehingga rasanya tetap masam dan tidak enak saat dikonsumsi. Dengan demikian untuk mendapatkan kualitas buah mangga yang tinggi penentuan waktu panen yang tepat merupakan salah satu hal yang sangat penting.

Metode penentuan ketuaan buah mangga secara konvensional dengan menghitung jumlah hari setelah bunga mekar penuh, memiliki banyak keterbatasan. Penggunaan parameter warna permukaan buah dan berat jenis sebagai indikator ketuaan juga telah lama dikenal. Namun, parameter-parameter tersebut sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar pohon dan teknik bercocok tanam (Mendoza dan Suriyapananont, 1984).

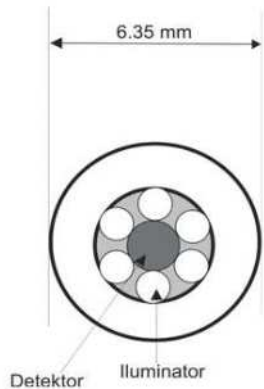
Parameter kimiawi seperti pati telah digunakan sebagai parameter untuk menilai ketuaan buah mangga

(Ueda *et al.*, 2000). Thahir, *et al.*, (2005) menggunakan parameter kenaikan CO<sub>2</sub> selama proses penyimpanan untuk menentukan kematangan buah mangga. Kemudian bahan kering (BK) yang komponen terbanyaknya adalah karbohidrat, telah direkomendasikan sebagai indeks ketuaan buah mangga (Johnson dan Parr, 1999).

Pada buah mangga tingkat ketuaan sangat berkorelasi dengan akumulasi bahan kering. Buah mangga dikatakan tua ketika akumulasi bahan kering mencapai titik maksimum dan apabila dipanen menghasilkan buah dengan kandungan pati tertinggi. Selama proses pematangan, bahan kering yang komponen utamanya adalah karbohidrat dihidrolisis menjadi sejumlah senyawa gula sederhana. Semakin tinggi kandungan bahan kering dapat menghasilkan senyawa gula sederhana yang tinggi pula dan buah mangga terasa manis saat dikonsumsi. Dengan demikian hubungan antara kandungan bahan kering saat buah dipanen dengan kualitas buah saat dikonsumsi sangatlah erat. Hal inilah yang mendasari alasan pentingnya menggunakan bahan kering sebagai indikator ketuaan buah saat dipanen. Sejumlah peneliti juga berhasil mengidentifikasi proses penurunan tingkat keasaman yang signifikan selama proses

Gambar 2. Posisi pengambilan spektra buah mangga pada 2 titik yang berbeda.

Figure 2. Position for spectral acquisition of mango fruit at two different positions



halogen. Spektra dari detektor diteruskan ke komputer melalui kabel data USB. Kemudian data spektra tersebut diolah lebih lanjut oleh perangkat lunak *the Unscrambler* versi 9.7. Setiap sampel akan diambil 2 spektra pada 2 titik pengambilan spektra yang berbeda seperti terlihat pada Gambar 2, yaitu pada bagian tengah buah di mana untuk berpindah dari titik pengambilan 1 ke titik pengambilan 2, buah diputar dengan sudut sebesar 180°.

Sebelum pengambilan spektra sampel dilakukan, spektra *dark* dan *reference* diambil masing-masing sebanyak satu kali. Spektra *dark* merupakan spektra yang diambil tanpa sampel dan tanpa cahaya. Ini dilakukan dengan cara memblok sumber cahaya. Spektra *reference* merupakan spektra yang diambil dengan menggunakan *reference (diffuse reflectance standard model WS-1, Ocean Optics USA)* sebagai sampel. Suhu setiap sampel dibuat seragam. Seluruh sampel dimasukkan ke dalam *water bath* bersuhu 25°C selama 10 menit untuk menghasilkan suhu sampel sekitar 26°C. Untuk mencegah masuknya cahaya dari lingkungan, seluruh pengambilan spektra dilakukan di dalam kotak hitam yang tertutup.

Dengan teknik *absorbance mode* maka spektra *absorbance* dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$A_{\lambda} = -\log_{10} \left( \frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{R_{\lambda} - D_{\lambda}} \right) \dots\dots\dots(1)$$

di mana:

- $S_{\lambda}$  = Intensitas sampel pada panjang gelombang  $\lambda$
- $D_{\lambda}$  = Intensitas *dark* pada panjang gelombang  $\lambda$
- $R_{\lambda}$  = Intensitas *reference* pada panjang gelombang  $\lambda$

**2. Analisis Kimiawi**

Kandungan bahan kering dianalisis menggunakan metode pengeringan dengan oven. Buah mangga diambil bagian dagingnya (diameter dan tebal 2 cm) sebanyak dua potong

tepat di titik pengambilan spektra untuk menghasilkan data dua ulangan untuk setiap parameter yang diukur. Data yang dipakai dalam perhitungan adalah rata-rata dari dua ulangan tersebut. Daging buah dirajang dalam ukuran kecil kemudian diletakkan di cawan petri yang telah diketahui beratnya. Sampel dan cawan petri diukur beratnya menggunakan timbangan digital model HL-3000 (Hansen). Kemudian sampel bersama cawan petri diletakkan dalam mesin pengering oven listrik model EYELA WFO-700 (tiga tray). Berat konstan tercapai dengan lama pengeringan 96 jam dengan suhu 70°C. BK akan dinyatakan sebagai persen (%) basis basah yaitu dengan membagi bahan kering dengan bahan awal (bahan kering +air) dikalikan 100%.

**3. Analisis Data**

Pertama-tama dari semua sampel yang ada akan dikelompokkan dalam dua set sampel yaitu satu set sampel untuk kalibrasi dan satu set sampel lagi untuk validasi. Persamaan kalibrasi akan dibangun untuk original, *smoothing* dan *second derivative* spektra (Savitzky-Golay *second derivative*, rata kiri kanan 33 nm). Untuk uji validasi dilakukan dengan *t-test* menggunakan persamaan kalibrasi yang dibangun dengan sampel yang berbeda. *T-test* merupakan salah satu metode validasi yang tersedia dalam program *the Unscrambler* versi 9.7 (CAMO AS, Norway). Persamaan kalibrasi dan validasi dibangun menggunakan metode *Partial Least Squares (PLS) Regression*. Semua proses tersebut dapat dilakukan oleh perangkat lunak khusus pengolah data *multivariate the unscrambler* versi 9.7. Kemudian perangkat lunak SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) versi 11.0 digunakan untuk melakukan evaluasi signifikansi level dari persamaan yang dibangun.

**4. Evaluasi Persamaan Kalibrasi**

Kualitas persamaan kalibrasi biasanya dievaluasi dengan menggunakan statistika terapan. Beberapa terminologi statistik dibutuhkan untuk mendapatkan interpretasi yang benar terhadap hasil-hasil analisis NIR *Spectroscopy*. Beberapa terminologi statistik yang penting dan digunakan dalam analisis data NIR seperti tampak pada Tabel 2.

Pertama, kualitas dari persamaan kalibrasi akan dikuantifikasi oleh *standard error of calibration (SEC)*, *standard error of prediction (SEP)* dan *correlation coefficient (r)* antara besaran aktual dan besaran prediksi. Kemudian persamaan kalibrasi dengan RPD (*Ratio Prediction to Deviation*) tinggi juga menjadi syarat persamaan kalibrasi yang dapat diterima (Williams, 1987). Nilai RPD dihitung dengan cara membagi standard deviasi sampel validasi dengan nilai SEP yang diperoleh. Persamaan yang bagus memiliki SEC rendah, SEP rendah,

Tabel 3. Hasil kalibrasi dan validasi untuk penentuan BK buah mangga menggunakan original spektra.

Table 3. Calibration and validation results for dry matter determination in mango fruit using original spectra

Tipe Spektra/ Spectra types	Panjang gelombang/ Wavelength (nm)	F	r	SEC	SEP	Bias	RPD
Spektra original/ Original spectra	700-900	8	0,87	1,26	1,67	-0,04	1,29
	700-910	8	0,87	1,26	1,63	0,01	1,33
	700-920	9	0,88	1,19	1,64	0,02	1,32
	700-930	9	0,87	1,24	1,64	0,01	1,32
	700-940	6	0,75	1,67	1,65	0,20	1,31
	700-950	6	0,84	1,39	1,38	0,08	1,57
	700-960	7	0,93	0,93	1,21	-0,40	1,79
	700-970	7	0,92	1,00	1,21	-0,38	1,79
	700-980	8	0,95	0,78	1,31	-0,31	1,65
	700-990	8	0,96	0,74	1,18	-0,19	1,83
	700-1000	8	0,96	0,71	1,15	-0,16	1,88
	700-1010	8	0,96	0,72	1,14	-0,16	1,89
	700-1020	7	0,93	0,95	1,19	0,16	1,82
	700-1030	9	0,96	0,67	1,15	-0,02	1,88
	700-1040	7	0,92	1,01	1,12	0,15	1,93
	750-1000	8	0,95	0,82	1,61	-0,11	1,34
	800-1000	5	0,88	1,19	1,72	0,23	1,26
850-1000	5	0,89	1,15	1,70	0,19	1,27	

Keterangan/Remarks:

F : Jumlah faktor yang terlibat di dalam model/number of factors in the model

SEC: Standard error of calibration.

SEP: Standard error of prediction.

Bias: Rataan selisih antara nilai *reference* dan nilai prediksi oleh NIR/Average difference between *reference* and predicted values

RPD: Rasio antara SEP dan Standar Deviasi (SD) dari set sampel validasi/Ratio between SEP and standard deviation of validation sample.

*second derivative* spektra menghasilkan persamaan kalibrasi terbaik dengan koefisien korelasi tinggi sebesar 0,93. Persamaan kalibrasi tersebut juga memiliki nilai SEC = 0,93, nilai SEP = 0,89 serta nilai *bias* rendah (*bias* = 0,12). Perbedaan antara SEC dan SEP juga kecil. Persamaan

kalibrasi ini dapat digunakan untuk mengukur nilai bahan kering buah mangga secara tidak merusak.

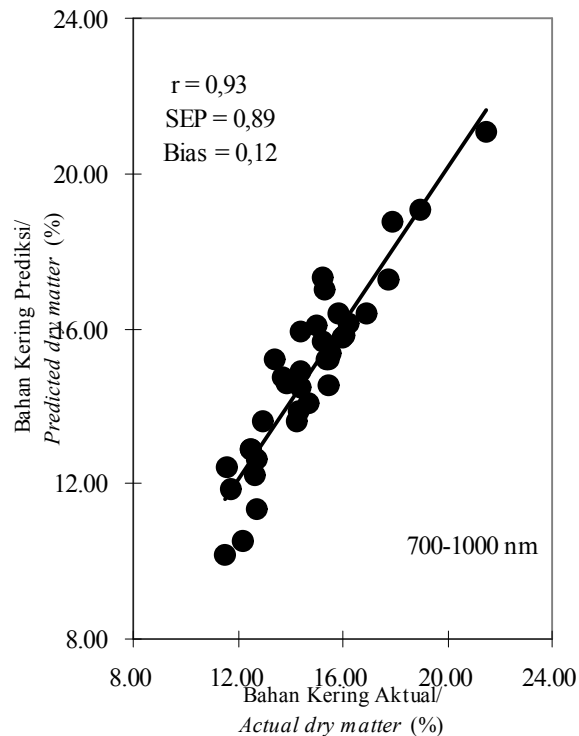
Gambar 4 menunjukkan kontribusi/bobot masing-masing panjang gelombang pada rentang panjang gelombang 700-1000 nm untuk *second derivative* spektra

Tabel 4. Hasil kalibrasi dan validasi untuk penentuan bahan kering (BK) buah mangga menggunakan *smoothing* spektra.Table 4. Calibration and validation results for dry matter determination in mango fruit using *smoothing* spectra.

Tipe Spektra/ Spectra types	Panjang gelombang/ Wavelength (nm)	F	r	SEC	SEP	Bias	RPD
Spektra <i>smoothing</i> / Smoothing spectra	700-900	14	0,92	1,02	1,68	0,01	1,29
	700-910	18	0,95	0,82	1,77	0,09	1,22
	700-920	4	0,42	2,31	1,91	0,23	1,13
	700-930	3	0,38	2,36	1,65	0,18	1,31
	700-940	6	0,53	2,16	1,58	0,32	1,37
	700-950	7	0,85	1,35	1,12	-0,02	1,93
	700-960	6	0,83	1,43	1,13	-0,23	1,91
	700-970	7	0,83	1,41	1,09	-0,20	1,98
	700-980	6	0,80	1,51	1,14	-0,26	1,89
	700-990	6	0,82	1,45	1,16	-0,16	1,86
	700-1000	6	0,89	1,16	1,23	0,24	1,76
	700-1010	9	0,95	0,78	1,19	0,04	1,82
	700-1020	10	0,96	0,71	1,23	0,09	1,76
	700-1030	11	0,96	0,67	1,27	0,14	1,70
	700-1040	10	0,95	0,78	1,26	0,08	1,71
	750-1000	2	0,38	2,36	1,88	0,05	1,15
	800-1000	2	0,41	2,33	1,89	0,08	1,14
850-1000	3	0,73	1,75	1,82	-0,04	1,19	

Gambar 5. Scatter plot antara bahan kering aktual dan prediksi untuk *second derivative* spektra pada panjang gelombang 700-1000 nm.

Figure 5. Scatter plot between actual and predicted dry matter for *second derivative* spectra in the wavelength range of 700-1000 nm.



mangga secara tidak merusak menggunakan NIR *Spectroscopy* dapat terbangun dengan baik. Karakteristik sistem pengukuran seperti ini berpotensi untuk penerapan sistem pengukuran bahan kering secara *on-plant* menggunakan teknologi NIR *Spectroscopy*.

#### D. Aplikasi Hasil Penelitian

Untuk penggunaan di lapangan secara komersial masih perlu dilakukan investigasi lebih lanjut terkait dengan pengaruh variasi suhu di lapangan terhadap persamaan kalibrasi yang berhasil dibangun. Pada penelitian ini suhu sampel dibuat seragam. Khuriyati dan Matsuoka (2005) telah memperlihatkan bahwa kemampuan persamaan kalibrasi dalam memprediksi bahan kering buah tomat menurun seiring dengan makin variatifnya suhu buah tomat. Hasil yang sama sebelumnya juga ditunjukkan oleh Kawano et al (1995) untuk buah *peaches*. Persamaan kalibrasi untuk penentuan kandungan padatan terlarut buah *peaches* semakin menurun kualitasnya dengan meningkatnya suhu sampel buah *peaches*.

## KESIMPULAN

NIR *Spectroscopy* telah berhasil mengukur bahan kering buah mangga secara tidak merusak. Persamaan kalibrasi terbaik diperoleh dari *second derivative* spektra pada panjang gelombang 700-1000 nm yang memiliki koefisien korelasi sebesar  $r = 0,93$ ,  $SEC = 0,93$  dan  $SEP = 0,89$ . Persamaan ini memiliki  $bias = 0,12$ . Bahan kering aktual yang diukur dengan metode *oven drying* dan parameter bahan kering prediksi yang dihitung menggunakan NIR *Spectroscopy* adalah tidak berbeda secara nyata pada tingkat kepercayaan 90% yang menunjukkan bahwa persamaan yang terbangun dapat digunakan sebagai salah satu teknik pengukuran bahan kering buah mangga secara tidak merusak.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan tahap ketiga dari lima tahap penelitian yang didanai oleh hibah KKP3T tahun anggaran 2007. Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian atas dukungan dana melalui proyek KKP3T tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Clark, C.J., V.A. McGlone., C. Requejo., A. White and A.B. Woolf. 2003. Dry Matter Determination in 'Hass' Avocado by NIR Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 29:300-307.
- Gómez, A.H., Y. He and A.G. Pereira. 2006. Nondestructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIR-Spectroscopy techniques. *J. Food Engineering* 77:313-319.
- Johnson, P.R. and D. Parr. 1999. Mango Growing in Australia: Bulletin 4348. Department of Agriculture-Western Australia, South Perth, Australia.
- Kawano, S., H. Abe and M. Iwamoto. 1995. Development of a calibration equation with temperature compensation for determining the Brix value in intact peaches. *J. Near Infrared Spectroscopy* 3:211-218.
- Khuriyati, N. and T. Matsuoka. 2005. Monitoring Internal Properties of on-Plant Tomato Fruits using NIR Spectroscopy for Control of Nutrient Solution in Soilless Culture. *Environ. Control in Biol* 43(1):39-46.
- McGlone, V.A. and S. Kawano. 1998. Firmness, Dry Matter and Soluble Solids Assessment of Postharvest Kiwifruit by NIR Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 13:131-

