



Pendugaan Parameter Mutu Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) IPB 1 Menggunakan Near Infrared

*Prediction of Quality Parameters of Papaya (*Carica papaya* L.) IPB 1 Using Near Infrared*

Enrico Syaefullah¹, Hadi K. Purwadaria², Sutrisno², Suroso²

¹Mahasiswa Pascasarjana Departemen Teknik Pertanian IPB

²Staff Pengajar Departemen Teknik Pertanian IPB

Abstract

The Objective of this study was to predict of the total soluble solids and hardness using near infrared (NIR) absorbance. The NIR system was developed and applied 100 papaya samples at the wavelength range from 900-1400 nm, the data was recorded in 5 nm interval. Data analysis for calibration and validation with Stepwise Multiple Linier Regression (SMLR), Principal Component Regression (PCR), and Partial Least Squares (PLS). Data from all samples divide of two for calibration and validation. The validation for total soluble solids has standard error of prediction (SE), coefficient of variation (CV) and the ratio of standar deviation over the standard error prediction (SD/SE) were respectively 0.25, 2.51%, and 3.07 for SMLR; 0.42, 4.21%, and 1.83 for PCR, and 0.49, 4.86%, and 1.59 for PLS. For hardness : 0.35, 0.14%, and 3.1 for SMLR; 0.87, 0.35%, and 1.25 for PCR; and 0.56, 0.23%, and 1.9 for PLS.

Keywords : Near infra red, papaya, total soluble solids, hardness

Pendahuluan

Pepaya merupakan salah satu komoditas buah yang memiliki berbagai fungsi dan manfaat sebagai buah segar, memiliki kandungan nutrisi yang baik dan harganya relatif terjangkau dibandingkan buah lainnya. Selain mudah dibudidayakan dan berpontesi produksi yang cukup besar, buah pepaya yang merupakan sumber gizi yang penting terutama sebagai sumber vitamin C, A dan B kompleks. Menurut Villegas (1997), dalam 100 gram bagian pepaya yang dapat dimakan mengandung 86.6 g air, 0.5 g protein, 0.3 g lemak, 12.1 g karbohidrat, 0.27 g serat, 0.5 g abu, 0.204 g kalium, 0.011 g fosfor, 0.001 g besi, 0.45 g vitamin A, 0.075 g vitamin C, dan jenis gula utamanya terdiri dari 48.3 % sukrosa, 29.8 % glukosa, dan 21.9 % fruktosa.

Kualitas buah yang meliputi penampilan, tekstur, flavour, nilai nutrisi dan keamanan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi selera konsumen. Chan (1979) dalam Purba (2006) mengemukakan bahwa kandungan gula pada pepaya mempunyai peranan penting dalam penentuan kualitas buah segar maupun olahan.

Secara umum penilaian kualitas internal buah pepaya dilakukan dengan mencicipi rasa atau dengan tes laboratorium secara destruktif. Penilaian dengan cara visual sulit mengetahui kualitas internal buah

sedangkan penilaian dengan mencicipi buah atau secara test laboratorium akan merusak buah.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menentukan faktor mutu produk pertanian adalah teknologi inframerah dekat (*Near Infrared*). Teknologi ini dapat digunakan untuk mengukur kualitas internal maupun eksternal seperti kadar air, kekerasan, kadar gula, kememaran dan komposisi kimia dari produk pertanian. *Near infrared* (NIR) merupakan salah satu metode pengukuran non destruktif yang dapat menganalisa dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat contoh yang sederhana dan tidak menggunakan bahan kimia.

Pada penelitian ini akan dilakukan pendugaan total padatan terlarut dan kekerasan buah pepaya (*Carica papaya* L.) dengan teknologi *near infrared*. Pada umumnya untuk mengetahui total padatan terlarut dan kekerasan dari buah diukur secara destruktif. Keunggulan dari gelombang infra merah dekat dalam analisis khususnya analisis bahan makanan yaitu gabungan antara kecepatan, tingkat ketepatan dan kemudahan dari percobaan yang dilakukan. Teknologi NIR dapat digunakan dalam pengamatan untuk jumlah buah yang sangat besar.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menerapkan teknologi *near infrared* (NIR) untuk mengukur total padatan terlarut dan kekerasan buah pepaya.

2. Menduga total padatan terlarut dan kekerasan buah pepaya melalui data absorbansi NIR.
3. Mengevaluasi ketepatan teknologi NIR untuk menduga total padatan terlarut dan kekerasan buah pepaya.

Bahan dan Metode

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pepaya IPB dengan tingkat kematangan semburat 10%, yang diperoleh dari kebun percobaan IPB di Tajur, Bogor. Peralatan yang digunakan adalah sebuah sistem *near infrared* (NIR) Shimadzu, *hand refraktometer*, *rheometer* CR-300, *cold storage*, dan *chamber*.

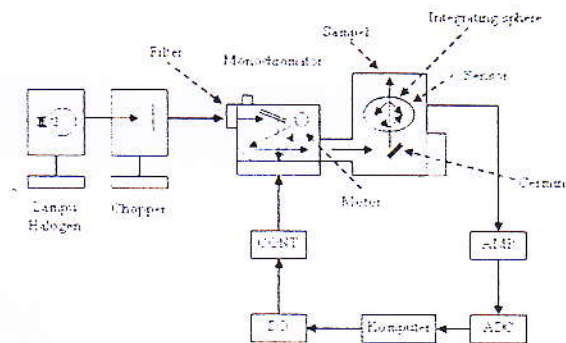
B. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran pantulan spektrum

Sebelum dilakukan pengukuran, alat (sistem NIR) dinyalakan dan dibiarkan terlebih dahulu selama kurang lebih 30 menit sampai 1 jam. Pada alat diatur celah masuk pada monochromator sebesar 500 µm, tegangan pada lampu sebesar 13 volt, gain sebesar 200, tombol PbS dan LNR diaktifkan. Lensa yang digunakan untuk menyaring cahaya yang masuk dalam *chopper* yaitu lensa dengan 046 untuk panjang gelombang 900 nm sampai 1400 nm.

Sistem NIR merupakan hasil rancangan Budiastira *et al.* (1995) yang merupakan modifikasi dari rancangan Ikeda. Gambar sistem perangkat NIR ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem perangkat NIR (Budiastira *et al.*, 1995)

Sistem NIR dihubungkan dengan komputer dan dijalankan oleh perangkat lunak bahasa C++ yang terdiri dari tiga program, yaitu program untuk menjalankan motor, program pengkonversi data dari analog ke digital dan program yang menampilkan data sebagai tampilan grafik hasil pengukuran.

Pantulan spektrum diperoleh dengan cara mengukur standar putih terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pengukuran sampel (buah pepaya) dengan cara menempatkannya pada unit *integrating*

sphere. Cahaya dari lampu halogen pertama dipotong pada laju sebesar 270 Hz oleh pemotong (*chopper*) dan penyaringan cahaya oleh penyaring gangguan (*interference*) sebelum masuk ke dalam *monochromator* dan mengenai buah pepaya. Pantulan cahaya dari buah pepaya akan ditangkap oleh sensor yang kemudian dikonversi dari analog ke digital melalui proses digitasi. Pemantulan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{V_{\text{contoh}}}{V_{\text{standar}}} \dots\dots\dots (1)$$

dengan,

V_{contoh} : tegangan pantulan contoh/sampel (volt)

V_{standar} : tegangan pantulan standar putih (volt).

2. Absorbansi

Data absorbansi diperoleh dengan cara mentransformasikan nilai reflektan atau pantulan ke dalam bentuk log (1/R).

3. Pengukuran total padatan terlarut

Total padatan terlarut diukur dengan *hand refraktometer*. Pasta buah ditempatkan pada prisma refraktometer yang sudah distabilkan, kemudian dilakukan pembacaan. Sebelum dan sesudah pembacaan prisma refraktometer dibersihkan dengan aquades. Nilai dalam %Brix menunjukkan kadar total padatan terlarut.

4. Pengukuran kekerasan

Kekerasan buah pepaya diukur dengan alat *rheometer* CR-300 dengan cara menempatkan sampel buah pada sampel holder, kemudian dengan menekan start jarum akan menusuk buah dan kekerasan buah terukur dalam satuan *kg-force* (kgf). Alat diset dengan mode 20, beban maksimum 10 kg, kedalaman penekanan 10 mm, kecepatan penurunan beban 60 mm/m diameter prob 5 mm.

5. Analisis data

Data-data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan bantuan program MINITAB Release 14.0 for windows dan Microsoft Excel. Analisis data meliputi kalibrasi dan validasi data absorbansi (Log 1/R) dengan beberapa metode yaitu *Stepwise Multiple Linier Regression* (SMLR), *Principal Component Regression* (PCR), dan *Partial Least Squares* (PLS). Data dari seluruh sampel yang diukur akan dibagi dua bagian yaitu untuk proses kalibrasi dan untuk proses validasi.

a. Kalibrasi

Proses kalibrasi dilakukan untuk menentukan hubungan antara hubungan total padatan terlarut, kekerasan dengan data absorbansi NIR. Kalibrasi dapat dibangun dengan menggunakan persamaan regresi berganda:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \dots\dots\dots (2)$$

Dengan,

- Y : Total padatan terlarut/kekerasan buah pepaya,
 a dan b : Konstanta regresi,
 x : Absorbansi pada panjang gelombang tertentu
 (metode SMLR dan PLS), Komponen utama
 (metode PCR)

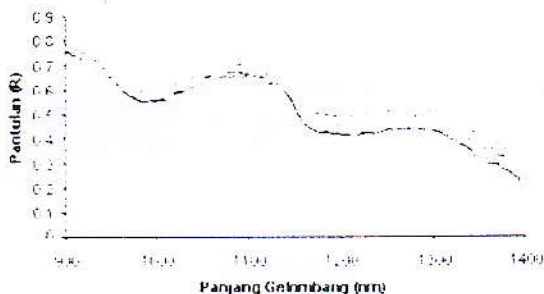
b. Validasi

Validasi bertujuan untuk menguji ketepatan prediksi persamaan kalibrasi yang telah dibangun. Parameter-parameter untuk menentukan kecocokan model adalah Koefisien determinasi (R^2), *Standard Error* (SE), dan *Coefficient of Variation* (CV), serta rasio standar deviasi dan standar error (RPD). Koefisien determinasi atau R^2 menunjukkan kemampuan model menerangkan keragaman nilai peubah tak bebas. Semakin besar nilai R^2 berarti model semakin mampu menerangkan perilaku peubah tak bebas. Kisaran nilai R^2 mulai dari 0% sampai 100% (Mattjik *et al.*, 2006).

Hasil dan Pembahasan

A. Absorbansi Near Infrared Pepaya

Pengukuran menggunakan perangkat infra merah dekat menghasilkan data pantulan buah pepaya. Menurut Winarno *et al.* (1973) setiap substansi bahan atau material biologi memiliki spektrum NIR yang spesifik. Data reflektan atau pantulan buah pepaya hasil penembakan sinar infra merah dekat (*near infrared*) pada panjang gelombang 900 nm sampai 1400 nm pada beberapa sampel buah pepaya dapat dilihat pada Gambar 2.

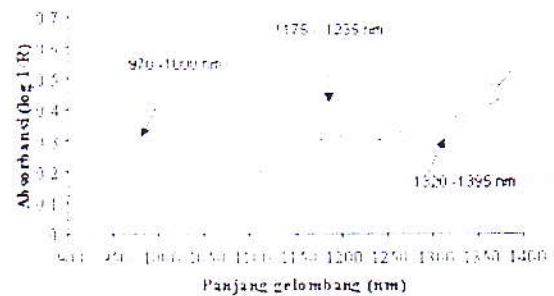


Gambar 2. Grafik pantulan NIR pada beberapa sampel pepaya

Sinar yang dipancarkan dari sumber ke bahan organik, sekitar 4% akan dipantulkan kembali oleh permukaan luar (*regular reflection*) dan sisanya sekitar 96% akan masuk ke dalam produk tersebut yang selanjutnya mengalami penyerapan (*absorbition*), pemantulan (*body reflection*), penyebaran (*scattering*) dan penerusan cahaya atau *transmittance* (Mohsenin, 1984).

Bahan pertanian pada umumnya tidak tembus cahaya, oleh karena itu analisis NIR cenderung menggunakan reflektan dari pada transmitan. Reflektan tersebut secara tidak langsung digunakan untuk mengukur jumlah energi yang diabsorpsi oleh

sampel. Dengan menggunakan transformasi Log (1/R) data pantulan infra merah dekat dapat diubah menjadi data serapan. Transformasi ini dilakukan karena kandungan kimia bahan mempunyai hubungan linier dengan data absorbansi NIR (Mohsenin, 1984). Data serapan NIR pada beberapa sampel pepaya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik absorbansi NIR pada beberapa sampel pepaya

Kandungan kimia bahan tertentu akan mengalami penyerapan cahaya, hal ini dapat ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak gelombang pada kurva spektrum absorbansi. Semakin besar penyerapan cahaya maka puncak gelombang semakin tinggi. Gambar 3 menunjukkan bahwa penyerapan yang tinggi terjadi pada panjang gelombang 970-1000 nm, 1175-1235 nm dan 1320-1395 nm. Menurut Osborne *et al.* (1993) pada panjang gelombang 970-1000 nm terjadi penyerapan air, 1198 nm dan 1371 nm penyerapan glukosa, 1196 nm dan 1368 nm penyerapan sukrosa, 1202 nm dan 1360 nm penyerapan pati, sedangkan pada 1207 nm dan 1365 nm penyerapan selulosa. Secara umum senyawa tersebut merupakan komponen utama total padatan terlarut yaitu gula yang merupakan hasil pemecahan dan pembelahan polimer karbohidrat khususnya pati.

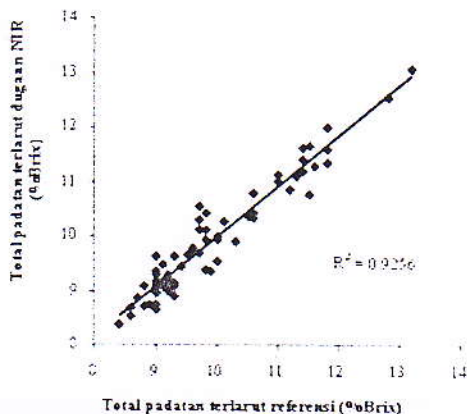
B. Pendugaan Total Padatan Terlarut dan Kekerasan

1. Metode Stepwise Multiple Linier Regression (SMLR)

a. Pendugaan total padatan terlarut

Persamaan kalibrasi untuk pendugaan total padatan terlarut dibangun dengan membuat hubungan antara total padatan terlarut dengan absorbansi pada proses regresi linier berganda. Pada regresi linier berganda dapat dianalisa secara serentak dua variabel atau lebih yang bersifat bebas terhadap sesamanya dan juga dapat menunjukkan adanya interaksi antar variabel. Untuk menyeleksi panjang gelombang yang berkorelasi dengan total padatan terlarut digunakan metode stepwise, yang merupakan metode yang akan mengeluarkan variabel-variabel yang sesuai kriteria yang telah ditentukan yaitu nilai alpha atau nilai taraf nyata 0.05. Analisis regresi linier berganda metode stepwise terhadap total padatan terlarut menghasilkan persamaan kalibrasi yang dapat dibangun dengan 17 panjang gelombang terpilih dengan koefisien korelasi tertinggi 96.21% dengan koefisien determinasi

92.56% pada model regresi step 25. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan yang erat antara nilai total padatan terlarut hasil dugaan NIR dengan total padatan terlarut hasil pengukuran refraktometer dan 92.56% variasi total padatan terlarut dapat dijelaskan oleh 17 panjang gelombang terpilih (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik perbandingan TPT dugaan NIR dengan TPT referensi pada tahap kalibrasi log (1/R) dengan metode SMLR.

Tahap validasi dilakukan dengan memasukkan nilai absorbansi pada panjang gelombang terpilih kedalam persamaan yang telah dibangun pada tahap kalibrasi, sehingga diperoleh nilai total padatan terlarut dugaan NIR. Rangkuman hasil analisis data untuk pendugaan NIR dengan metode *Stepwise Multiple Linier Regression* (SMLR) dapat dilihat pada Tabel 1.

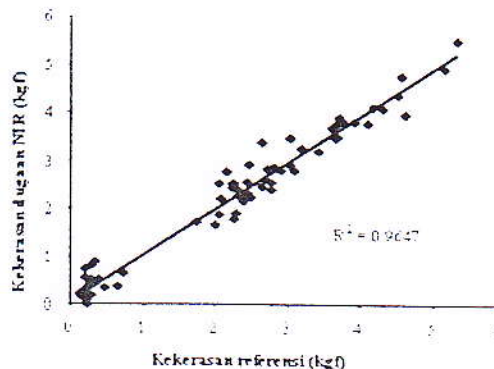
Tabel 1. Hasil analisis data total padatan terlarut dengan metode *Stepwise Multiple Linier Regression* (SMLR).

Diskripsi Statistik	Tahap	
	Kalibrasi	Validasi
Jumlah sampel (buah)	66	26
Maksimum (%Brix)	13.20	11.60
Minimum (%Brix)	8.40	8.40
Rata-rata (%Brix)	9.92	10.01
Standar Deviasi (%Brix)	1.09	0.77
Standar Error (%Brix)	0.29	0.25

b. Pendugaan kekerasan

Analisis SMLR untuk pendugaan kekerasan buah pepaya pada tahap kalibrasi menggunakan 70 sampel dan pada panjang gelombang 900-1400 nm dengan interval 5 nm, terpilih 17 panjang gelombang. Menurut Winarno dan Aman (2002) biasanya buah yang telah masak akan menjadi lunak, hal ini disebabkan perubahan komposisi dinding sel yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, zat pektin dan lignin. Gambar 5 dibawah ini menunjukkan perbandingan kekerasan buah papaya hasil pengukuran rheometer dengan hasil dugaan NIR pada tahap kalibrasi. Tahap kalibrasi ini diperoleh nilai

koefisien determinasi sebesar 96.47%, sehingga nilai koefisien korelasinya adalah sebesar 98.21%. Hal ini berarti terdapat hubungan yang erat antara kekerasan buah papaya hasil dugaan NIR dengan hasil pengukuran rheometer.



Gambar 5. Grafik perbandingan kekerasan dugaan NIR dengan kekerasan referensi pada tahap kalibrasi log (1/R) dengan metode SMLR.

Tahap validasi dilakukan dengan memasukkan nilai absorbansi pada panjang gelombang yang terpilih kedalam persamaan kalibrasi sehingga diperoleh kekerasan buah dugaan NIR. Standar error yang didapat pada tahap validasi adalah sebesar 0.35. Tabel 2 dibawah ini merupakan rangkuman dari hasil analisis data untuk pendugaan kekerasan buah pepaya pada tahap kalibrasi dan validasi dengan metode *Stepwise Multiple Linier Regression* (SMLR).

Tabel 2. Hasil analisis data kekerasan buah pepaya dengan metode *Stepwise Multiple Linier Regression* (SMLR).

Diskripsi Statistik	Tahap	
	Kalibrasi	Validasi
Jumlah sampel (buah)	70	26
Maksimum (kgf)	5.34	4.86
Minimum (kgf)	0.12	0.17
Rata-rata (kgf)	2.18	2.42
Standar Deviasi (kgf)	1.48	1.09
Standar Error (kgf)	0.28	0.35

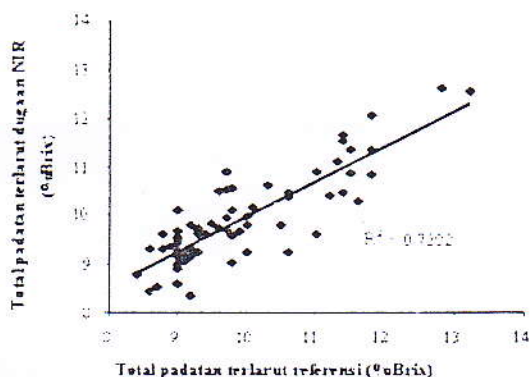
2. Metode *Principal Component Regression* (PCR)

Principal Component Analysis (PCA) adalah metode statistik multivariate untuk mereduksi data dengan cara menghitung skor atau komponen dari keseluruhan variabel dimana beberapa komponen utama pertama sudah mewakili total variasi data.

a. Pendugaan total padatan terlarut

Pada penelitian ini telah diekstrak data absorbansi NIR dari 100 variabel menjadi 10 variabel. Dari perhitungan komponen utama (PC) pertama

mengandung 90.5% variasi data, komponen kedua mengandung 7.7% variasi data, sedangkan komponen selanjutnya mengandung variasi data yang semakin menurun hingga pada PC ke 10 hanya mengandung 0.1% variasi data atau hanya memberikan kontribusi 0.1% dari total variasi. *Principal Component Regression* (PCR) memberikan nilai koefisien determinasi sebesar 73.02% dengan nilai koefisien korelasi sebesar 85.45% dan standar error cukup tinggi yaitu 0.57, sedangkan besar error maksimum adalah 1. Gambar 6 merupakan perbandingan antara total padatan terlarut hasil dugaan NIR dan hasil pengukuran refraktometer pada tahap kalibrasi.



Gambar 6. Grafik perbandingan TPT dugaan NIR dengan TPT referensi tahap kalibrasi log (1/R) dengan metode PCR.

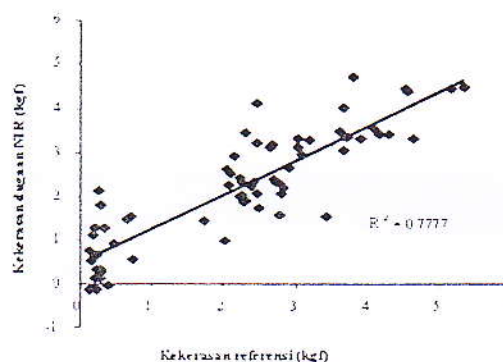
Validasi pada metode PCR sebelum data absorbansi dimasukkan ke dalam model kalibrasi, matriks absorbansi pada panjang gelombang 900-1400 nm dikalikan dengan matriks masing-masing koefisien PC hasil analisis komponen utama sehingga apabila hasil perkalian tersebut dimasukkan dalam persamaan kalibrasi menghasilkan data TPT dugaan NIR. Tahap validasi memberikan standar error yang lebih kecil dari tahap kalibrasi yaitu sebesar 0.42, akan tetapi error ini masih tinggi sehingga model kalibrasi yang diperoleh belum memuaskan. Pada Tabel 3 dibawah ini dapat dilihat rangkuman hasil analisis data pendugaan TPT buah pepaya dengan metode *Principal Component Regression* (PCR).

Tabel 3. Hasil analisis data TPT buah pepaya dengan metode *Principal Component Regression* (PCR).

Diskripsi Statistik	Tahap	
	Kalibrasi	Validasi
Jumlah sampel (buah)	66	26
Maksimum (%Brix)	13.20	11.60
Minimum (%Brix)	8.40	8.40
Rata-rata (%Brix)	9.92	10.01
Standar Deviasi (%Brix)	1.09	0.77
Standar Error (%Brix)	0.57	0.42

b. Pendugaan kekerasan

Seperti pada pendugaan total padatan terlarut dengan metode *Principal Component Regression* (PCR), pada pendugaan kekerasan buah pepaya juga dilakukan pengekstrakan data absorbansi NIR dari 100 variabel menjadi 10 variabel karena 10 PC pertama cukup mewakili keseluruhan data yang ada karena diperoleh kumulatif PC sebesar 99.4% mendekati 100%. Hasil analisis komponen utama memperlihatkan bahwa kontribusi masing-masing variabel terhadap variasi data semakin menurun sesuai dengan urutan komponen utama (PC). Dibawah ini grafik (Gambar 7) hasil pendugaan kekerasan pada tahap kalibrasi.



Gambar 7. Grafik perbandingan kekerasan dugaan NIR dengan kekerasan referensi pada tahap kalibrasi log (1/R) dengan metode PCR.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa standar error baik pada kalibrasi maupun validasi nilainya tinggi, bahkan pada validasi hampir mendekati 1 yaitu 0.87. Hal ini berarti model yang diperoleh dengan metode PCR tidak memberikan hasil prediksi yang memuaskan.

Tabel 4. Hasil analisis data kekerasan buah pepaya dengan metode *Principal Component Regression* (PCR).

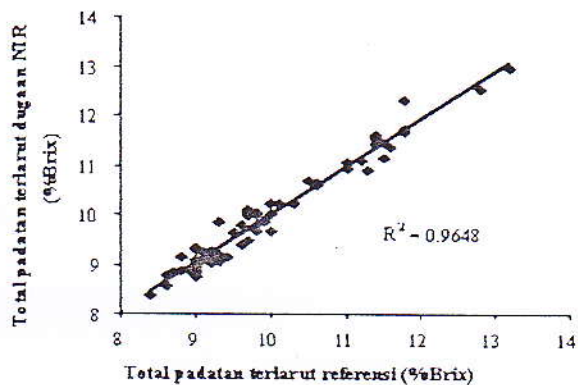
Diskripsi Statistik	Tahap	
	Kalibrasi	Validasi
Jumlah sampel (buah)	70	26
Maksimum (kgf)	5.34	4.86
Minimum (kgf)	0.12	0.17
Rata-rata (kgf)	2.18	2.42
Standar Deviasi (kgf)	1.48	1.09
Standar Error (kgf)	0.69	0.87

3. Metode *Partial Least Squares* (PLS)

Menurut Hervé (2003) dalam Saragih (2007) kuadrat terkecil parsial digunakan untuk memperkirakan serangkaian variabel tidak bebas dari variabel bebas yang jumlahnya sangat banyak, memiliki struktur sistematis linear atau nonlinear, dengan atau tanpa data yang hilang, dan memiliki kolinearitas yang tinggi.

a. Pendugaan total padatan terlarut

Pengolahan data kalibrasi dengan kuadrat terkecil parsial (PLS) menghasilkan model dengan matriks koefisien sebanyak 100 buah. Matriks ini kemudian dikalikan dengan matriks absorbansi data kalibrasi di panjang gelombang 900-1400 nm untuk tahap kalibrasi atau matriks matriks absorbansi data validasi untuk tahap validasi sehingga menghasilkan TPT dugaan NIR. Gambar 8 di bawah ini merupakan grafik perbandingan TPT dugaan NIR dengan TPT hasil pengukuran refraktometer pada tahap kalibrasi.



Gambar 8. Grafik perbandingan TPT dugaan NIR dengan TPT referensi pada tahap kalibrasi log (1/R) dengan metode PLS.

Tahap kalibrasi diperoleh nilai koefisien determinasi sebesar 96.48% atau koefisien korelasi 98.22%. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan yang nyata antara TPT dugaan NIR dengan TPT referensi. Standar error model kalibrasi adalah sebesar 0.20 dan standar error validasi sebesar 0.49. Tabel 5 dibawah ini adalah rangkuman hasil analisis data pendugaan TPT buah pepaya dengan metode *Partial Least Squares* (PLS).

Tabel 5. Hasil analisis data TPT buah pepaya dengan metode *Partial Least Squares* (PLS).

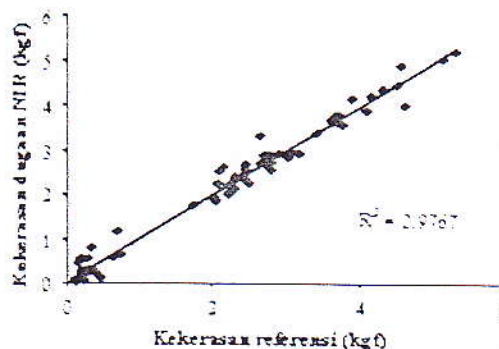
Diskripsi Statistik	Tahap	
	Kalibrasi	Validasi
Jumlah sampel (buah)	66	26
Maksimum (%Brix)	13.20	11.60
Minimum (%Brix)	8.40	8.40
Rata-rata (%Brix)	9.91	10.01
Standar Deviasi (%Brix)	1.09	0.77
Standar Error (%Brix)	0.20	0.49

b. Pendugaan kekerasan

Sama seperti kalibrasi pada pendugaan total padatan terlarut dengan metode kuadrat terkecil parsial (PLS) matriks koefisien hasil perhitungan dikalikan dengan matriks absorbansi sehingga diperoleh nilai kekerasan dugaan NIR. Pada Gambar 9 dan Tabel 6 di bawah ini dapat dilihat bahwa koefisien determinasi hasil analisis PLS cukup besar yaitu 97.67% yang berarti koefisien korelasinya

adalah sebesar 98.83% dengan standar error kalibrasi 0.22 dan standar error validasi 0.56.

Salah satu tahap analisis spektrum yang sangat penting adalah membentuk model kalibrasi melalui metode pengenalan pola untuk mengidentifikasi kemiripan dan pola utama data. Metode ini menghitung persamaan regresi berdasarkan spektrofotometri dan informasi nilai aktual yang diketahui, sehingga dapat digunakan untuk memprediksi konsentrasi sampel yang tidak diketahui. Hasil residu antara konsentrasi yang dibuat dan konsentrasi dugaan dari model dipakai sebagai parameter-parameter kebaikan model (Stchur *et al.*, 2002 dalam Saragih, 2007).



Gambar 9. Grafik perbandingan kekerasan dugaan NIR dengan kekerasan referensi pada tahap kalibrasi log (1/R) dengan metode PLS.

Tabel 6. Hasil analisis data kekerasan buah pepaya dengan metode *Partial Least Squares* (PLS).

Diskripsi Statistik	Tahap	
	Kalibrasi	Validasi
Jumlah sampel (buah)	70	26
Maksimum (kgf)	5.34	4.86
Minimum (kgf)	0.12	0.17
Rata-rata (kgf)	2.18	2.42
Standar Deviasi (kgf)	1.48	1.09
Standar Error (kgf)	0.22	0.56

Kesimpulan

1. Teknologi *near infrared* pada panjang gelombang 900-1400 nm dapat digunakan untuk mengukur total padatan terlarut dan kekerasan buah pepaya setelah dianalisis dengan metode stepwise regresi linier berganda (SMLR), regresi komponen utama (PCR), dan kuadrat terkecil parsial (PLS).
2. Model pendugaan total padatan terlarut dan kekerasan metode regresi linier berganda (SMLR) layak diterapkan.

3. Total padatan terlarut dan kekerasan pepaya dapat diduga dengan teknologi NIR dan metode analisis SMLR dengan standar error, CV, dan rasio SD/SE adalah 0.25, 2.51%, dan 3.07 untuk total padatan terlarut dan 0.35, 0.14% dan 3.1 untuk kekerasan .

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dana yang diberikan untuk terlaksananya penelitian ini melalui Program Insentif Riset Terapan, Menristek.

Daftar Pustaka

- Budiastra, I.W., H.K. Purwadaria, dan D. Saputra. 1995. Penerapan Teknologi *Near Infrared* untuk Rekayasa Alat Sortasi Buah Mangga. Makalah Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional, Serpong 13-16 September 1995.
- Mattjik, A. S dan I Made, S. 2006. Perancangan Percobaan dengan aplikasi SAS dan MINITAB. IPB Press. Bogor.
- Mohsenin, N.M. 1984. *Electromagnetic Radiation Properties of Food and Agricultural Products*. Gordon and Breach Science Publisher. New York.
- Osborne, B.G., T. Fearn, and P.H. Hindle. 1993. *Practical NIR Spectroscopy, with applications in food and beverage analysis 2nd Edition*. Longman Scientific and Technical, United Kingdom.
- Saragih, M.A. 2007. Metode Analisis Simultan Natrium Benzoat dan Kalium Sorbat Menggunakan Kombinasi Spektrofotometri dan Kalibrasi Multivariat. Skripsi. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB. Bogor.
- Villegas, V. N. 1997. *Carica papaya, L.* In : Verheij E. W. M., and R. E. Coronel (Eds). Proses Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2. Buah-Buahan Yang Dapat Dimakan. Gramedia Pustaka Ilmu. Jakarta. p 125-131.
- Winarno, F.G, Dedi, F. dan Srikandi, F. 1973. Spektroskopi. IPB. Bogor.
- Winarno, F.G. dan Aman, M. 2002. Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikulutura. M. Brio Press. Bogor.