TRANSFORMASI *ATTENUATED TOTAL REFLECTANCE (ATR) NEAR INFRARED* UNTUK PREDIKSI VITAMIN C PADA BUAH MANGGA *Arumanis (MANGIFERA INDICA)*

(Transformation Of Attenuated Total Reflectance (ATR) Near Infrared for prediction of Vitamin C In Arumanis Mangoes (Mangifera Indica))

Muslem¹, Sri Purnama Sari¹, Agus Arip Munawar^{1*}

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: aamunawar@unsyiah.ac.id

Abstrak. Parameter yang digunakan dalam penilaian mutu buah mangga antara lain ukuran atau berat, kekerasan, tingkat ketuaan serta bebas dari cacat. Kekerasan pada buah mangga merupakan fungsi dari tingkat kematangan, sedangkan kematangan berhubungan dengan tingkat ketuaan yang dapat diduga melalui penampilan visual. Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dan esensial untuk biosintesis kolagen. Pengukuran vitamin C pada buah mangga menggunakan metode tetraasi, dan penggunaan gelombang elektromagnetik seperti Near Infrared. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kadar vitamin C dalam buah mangga menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis dan Iodimetri, serta membandingkan hasil dari kedua metode tersebut. Sampel yang diidentifikasi yaitu buah mangga yang sudah matang dengan menggunakan model transformasi Attenuated Total Reflectance dan menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) dan menggunakan metode *Principal Component Regression* (PCR). Penelitian ini menggunakan buah mangga jenis Arumanis, yang berjumlah 30 sampel. Prediksi vitamin C dengan NIRS menggunakan alat FT-IR IPTEK T-1516. Pengolahan data menggunakan Unscramble software® X versi 10.5. Hasil penelitian menunjukkan prediksi vitamin C mangga dengan metode *Principal Component Regression* (PCR) menghasilkan sufficient performance dengan nilai RPD yang didapat yaitu 2,0083 (r) sebesar 0,8638, (R^2) sebesar 0,7463 dan (RMSEC) sebesar 5,1854.

Kata kunci : NIRS, Transformasi Attenuated total reflectance (ATR), PCR.

Abstract. Parameters used in assessing the quality of mangoes are size or weight, hardness, age level and free from defects. Hardness in mangoes is a function of maturity level, while the maturity is related to the level of aging that can be predicted through visual appearance. Vitamin C is a water-soluble vitamin which is essential for collagen biosynthesis. The measurement of vitamin C in mangoes use tetration methods, and the using of electromagnetic waves such as Near Infrared. This study aims to predict vitamin C contains in mango fruit using the UV-Vis and Iodometry Spectrophotometry method, and comparing the results of the two methods. The samples identified were mature mangoes using the attenuated total reflectance transformation model and using the Principal Component Analysis (PCA) method also using the *Principal Component Regression* (PCR) method. This study used Arumanis mangoes, which amounted to 30 samples. Prediction of vitamin C with NIRS using the FT-IR IPTEK T-1516. Data processing use the Unscramble software® X 10.5 version. The results showed that the prediction of vitamin C mango using the *Principal Component Regression* (PCR) method resulted in sufficient performance with the obtained RPD value of 2,0083, (r) of 0,8638, (R^2) of 0,7463 and (RMSEC) of 5,1854.

Keywords: NIRS, Transformasi Attenuated total reflectance (ATR), PCR.

PENDAHULUAN

Mangga merupakan salah satu buah tropis yang masih tetap populer di Indonesia bahkan mendunia, saat ini pembudidayaannya sudah sangat meluas ke berbagai belahan dunia. Buah mangga sebagai bahan makanan terdiri dari 80% air dan 15-20% gula dan berbagai kandungan lainnya (Aak, 1991). Vitamin C adalah salah satu zat gizi yang berperan sebagai antioksidan dan efektif mengatasi radikal bebas yang dapat merusak sel atau jaringan, termasuk melindungi lensa dari kerusakan oksidatif yang ditimbulkan oleh radiasi. Buah-buahan merupakan sumber vitamin C, diantaranya yaitu buah mangga. Mangga adalah komoditas yang banyak mengandung vitamin C, kadar vitamin C pada buah mangga dapat di

prediksi dengan berbagai macam metode salah satunya dengan menggunakan metode *Transformasi Attenuated total Reflectance Near Infrared*. Metode ini merupakan pengembangan dari metode uji non-destruktif.

Mutu mangga yang baik sangat ditentukan oleh tingkat kematangan buah dan penampakkannya. Tingkat ketuaan buah untuk dipanen dapat ditentukan secara visual, dengan memperhitungkan umur buah dan secara pengujian laboratorium menggunakan bahan kimia. Namun pengujian ini tidak tepat dikarenakan akan merusak buah, buah terlebih dahulu dikupas kemudian dilakukan pengujian dan waktu yang diperlukan sedikit relatif lebih lama.

Mutu buah mangga dapat menurun setelah dipanen apabila tidak dilakukan penanganan pascapanen dengan baik. Dikatakan bahwa di Indonesia sekitar 50% buah mangga tidak dapat di produksi karena penanganan pascapanen yang tidak memadai. Sehingga diperlukan penanganan pasaca panen yang baik, salah satu proses diantaranya adalah proses sortasi. Buah hasil panen dikumpulkan di tempat yang teduh dan bersih untuk diseleksi, seleksi dilakukan untuk memisahkan buah yang tidak bagus, seperti buah busuk, buah muda, buah matang/lewat matang, buah cacat karena terkena hama/penyakit, buah memar, buah yang luka atau pecah karena jatuh, dan buah berukuran/berbentuk tidak normal. Sortasi biasanya dilakukan secara manual dengan tangan yang dikerjakan oleh karyawan-karyawan penyortir. Pengukuran buah dilakukan dengan mata (visual), atau di perusahaan-perusahaan besar dengan menggunakan timbangan yang bekerja secara otomatis (Erwanto, 2010).

Uji kualitas mangga seperti ini akan merusak bahan dan dianggap kurang efisien bila uji destruktif ini dilakukan dalam skala yang besar dan juga memakan waktu yang cukup lama saat alat membaca oBrix pada mangga. Oleh karena itu dengan adanya alat ini diharapkan dapat memprediksi kadar vitamin C pada buah mangga dengan data yang akurat tanpa merusak buah. Dalam menganalisis kandungan suatu bahan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara *destructive* dan *non destructive*. Metode *destructive* merupakan metode konvensional yang dilakukan di laboratorium. Metode ini tidak cocok untuk penanganan buah segar. Di samping itu, metode ini juga membutuhkan biaya yang mahal, waktu yang lama untuk preparasi sampel dan tidak ramah lingkungan karena adanya limbah kimia yang ditimbulkan. Sedangkan metode *non destructive* merupakan metode yang dapat menganalisis kandungan suatu bahan tanpa merusak tekstur bahan tersebut. *Near Infrared Reflectance Spectroscopy* (NIRS) adalah salah satu metode *non destructive* yang 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 *online*. (Andasuryani *et al.*, 2013)

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kadar vitamin C dalam buah mangga menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis dan Iodimetri, serta membandingkan hasil dari kedua metode tersebut. Sampel yang diidentifikasi yaitu buah mangga yang sudah matang, tidak matang dan setengah matang. Pada penelitian ini kadar vitamin C dianalisis dengan metode PCR. Spektrofotometri UV-Vis dan Iodimetri. Hasil analisis vitamin C pada buah mangga dodol dengan menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis yaitu 15,88 g/100g, sedangkan kandungan vitamin C dengan menggunakan metode Iodimetri yaitu 3,5 g/100g. Dari hasil tersebut, menunjukkan bahwa kadar vitamin C dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis lebih tinggi dibandingkan dengan metode iodimetri.

Metode NIRS bekerja berdasarkan prinsip bahwa setiap obyek biologik memiliki karakteristik sifat optik dan elektromagnetik tertentu yang dapat dianalisis menjadi informasi tentang kandungan kimia obyek tersebut. Beberapa industri menggunakan metode ini untuk memprediksi kandungan protein, lemak dan karbohidrat pada produk-produk pertanian, serta menganalisis tingkat kememaran dan kerusakan pada buah. Di Indonesia, penelitian dan penerapan akan metode ini masih sangat kurang. Hanya beberapa industri

saja yang mulai menerapkan metode ini karena minimnya tingkat kesadaran konsumen lokal akan pentingnya mutu suatu produk pertanian (Munawar 2008).

Area NIR tebagai dalam dua gelombang yaitu gelombang jarak pendek (*SW-NIR*) dan gelombang NIR biasa pada jarak 1300 nm. Area NIR dengan gelombang jarak pendek biasanya didasari dengan tingkat getaran tinggi yang dihasilkan selama alat tersebut dijalankan sedangkan gelombang terakhir mempunyai satu getaran atau dua getaran. Intensitas resapan akan berkurang saat getarannya meningkat. Sehingga NIR gelombang jarak pendek (*SW-NIR*) biasanya digunakan untuk menganalisa perpindahan (transmisi) panjang jarak jangkanya. Sedangkan NIR biasa, digunakan untuk menentukan analisa pemantulan (refleksi) gelombangnya (Cen dan He, 2007).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November 2018 s/d Desember 2018 di Laboratorium Instrumentasi dan Energi, Program Studi Teknik Pertanian, dan Laboratorium Analisis Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) IPTEK T-1516. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah mangga.

Persiapan Mangga

Penelitian ini menggunakan buah mangga varietas mangga manis yang didapatkan di pasar induk lambaro. Jumlah sampel sebanyak 30 sampel terdiri dari 10 mangga yang sangat matang, 10 buah mangga matang, 10 buah mangga yang belum matang dan. Selanjutnya mangga yang sudah dipisahkan berdasarkan tingkat kematangan akan dilakukan pengukuran spektrum reflektan

Akuisisi Spektrum NIRS

Pengukuran spektrum reflektan dilakukan menggunakan FT-IR IPTEK T-1516. Sebelum melakukan pengukuran pada buah maka perangkat FT-IR IPTEK T-1516 terlebih dahulu dinyalakan dan didiamkan beberapa saat dengan tujuan menstabilkan sensor dan menstabilkan komponen elektronik di dalam perangkat. Range panjang gelombang yang dipilih antara 1000-2500 nm dengan interval 0,2 nm.

Optimasi frekuensi dan optical gain 4x dilakukan sebelum pengukuran dengan melakukan *optimize gain* sebelum akuisisi spectrum. *Method Development Sampling* (MDS) digunakan sebagai *basic instrument* bekerja yang dirancang. Kalibrasi *background/reference* dilakukan tiap pengambilan spektrum per sampel.

Prinsip pengukuran spektrum yaitu sinar dari sumber cahaya masuk ke dalam komponen manokrometer yang ada di dalam perangkat, dimana cahaya yang masuk harus dalam kondisi ideal. Sebagian energi sinar yang dipantulkan akan diterima oleh detektor sebagai data frekuensi getaran dan ditransformasikan dengan metode *fourier*. Hasil spektrum yang didapat dalam bentuk panjang gelombang (Zulfahrizal, 2017).

Pengukuran Kadar Vitamin C pada Mangga

Penentuan vitamin C pada buah mangga dapat dilakukan dengan cara titrasi iodimetri. Menurut Alamsyah (1994) menyatakan bahwa titrasi iodimetri merupakan titrasi yang didasarkan pada reaksi oksidasi yang terjadi antara iodine dengan reduktor yang mengalami

potensial oksidasi yang lebih rendah dari sistem iodin-iodida dan indikator yang digunakan adalah larutan kanji.

Menurut Septyaningrum (2009) menyatakan bahwa iodimetri merupakan suatu proses titrasi yang terjadi secara langsung yang dapat menentukan secara kuantitatif dengan cara menentukan jumlah I_2 yang dapat bereaksi dengan sampel dan dalam penentuan ini I_2 bertindak sebagai titran. Pengertian titrasi iodimetri dapat disimpulkan yaitu suatu proses titrasi yang berjalan secara langsung dengan I_2 yang bertindak sebagai titran. Persamaan reaksi yang terjadi dalam proses titrasi iodimetri adalah sebagai berikut.

Gambar 1. Persamaan reaksi titrasi iodimetri

Asam askorbat adalah salah satu senyawa kimia (dengan *rumus kimia Asam Askorbat* tersendiri) yang disebut vitamin C, selain asam dehidroaskorbat. Ia berbentuk bubuk kristal kuning keputihan yang larut dalam air dan memiliki sifat-sifat antioksidan. Nama askorbat berasal dari akar kata a- (tanpa) dan scorbutus (skurvi), penyakit yang disebabkan oleh defisiensi vitamin C.

Analisa Data Spektrum NIRS Mangga

Data spektrum yang telah didapatkan dari hasil akuisisi kemudian dianalisa terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mengkaji sifat karakteristik sifat intensitas elektromagnetik (IE) dan membangun model prediksi kualitas mangga. Analisa data spektrum yang akan dilakukan meliputi: (1) *outlier removal*. Data spectrum awal diinspeksi dengan memproyeksikan data spektrum dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA).

Data spectrum awal diinspeksi dengan memproyeksikan data spektrum dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA). Metode *Hotelling T² ellipse* kemudian diterapkan pada data spektrum hasil proyeksi PCA. Jika ada data diluar *ellipse*, maka data tersebut ditandai sebagai *outlier* dan dihapus (Cozolino et al., 2011). (2) Koreksi dan perbaikan data spektrum. Analisa ini dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan ‘noise’ pada spectrum akibat interferensi dan *scattering photon*, serta pengaruh *over-heat*. Metode yang akan digunakan dalam prosedur ini adalah *moving average* dan *deresolve* (Munawar et al., 2013).

Kalibrasi Model

Model persamaan kalibrasi data serapan dibandingkan dengan data aktual dan dilihat nilai R^2 , r , RMSEC, Dan RPD. Model yang bagus memiliki nilai R^2 , r yang tinggi, RMSEC yang rendah, $RPD \geq 1.5$, RMSEC dan RPD dicari dengan persamaan. Prinsip dasar PCA adalah mendeskripsikan variasi suatu set data menjadi sebuah set data baru yang terdiri atas variabel-variabel baru yang tidak berkorelasi satu sama lain. Variabel-variabel tersebut merupakan kombinasi linier dari variabel asal yang diturunkan dalam arah menurun sehingga beberapa komponen pertama mengandung sebanyak mungkin variasi data asal. Dengan demikian, beberapa komponen utama dapat digunakan untuk mempresentasikan data asal tanpa kehilangan informasi yang sangat berguna.

Evaluasi Dan Validasi Model

Evaluasi keakuratan model dalam memprediksi akan divalidasi dan dievaluasi dengan metode validasi silang (*cross validation*). Evaluasi keakuratan dan kehandalan model dievaluasi dengan melihat parameter statistik yang meliputi; koefisien korelasi (r), *root mean square error* (RMSE), *residual predictive deviation index* (RPD), dan jumlah *latent variable* (LV).

$$RMSEC = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$RPD = \frac{SD}{RMSEC} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- $\hat{y}_i$ = Parameter dari dugaan awal model sampel ke-i
- y_i = Parameter nilai hasil pengukuran laboratorium untuk sampel ke-i
- n = Jumlah sampel dalam kalibrasi atau validasi
- SD = Standar deviasi untuk data aktual
- $RMSEC$ = *Root Mean Square Error Calibration*
- RPD = *Residual Predictive Deviation*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum Near Mangga (*Mangifera Indica*)

Data pengukuran berupa data pantulan (reflektan) radiasi NIR dengan panjang gelombang 1000 - 2500 nm ($4000 - 10.000 \text{ cm}^{-1}$), spektroskopi *near infrared* modern menghasilkan spektra dalam jumlah yang besar sehingga banyak mengandung *noise* dan dipengaruhi oleh jumlah variabel fisik, kimia dan struktur sampel. Hal ini menyebabkan terjadinya kesulitan dalam membedakan spektra .berikut gambar data spektrum.

Gambar 1. Kurva Spektrum Reflektan *Raw* (Awal) NIR pada 30 Sampel Mangga

Terjadinya penyerapan panjang gelombang terhadap kandungan kimia suatu bahan yang ditunjukkan dengan adanya turunan. Turunan -turunan penyerapan terjadi karna adanya

getaran dan regangan pada kelompok ikatan atom O-H, N-H, dan C-H yang merupakan komponen utama sebagai pembentuk senyawa organik (Mohsenin 1984). Dapat digolongkan bahwa memiliki kandungan kimia yang berbeda-beda.

Turunan-turunan penyerapan pada spektra reflectan NIR buah mangga (*mangifera indica*) terdapat 1 titik turunan yang memiliki kandungan C-H-O pada titik 2201 – 2292,4 nm. oleh karena itu perlu dilakukan pra-proses sebelum membangun model kalibrasi. Pra-proses merupakan suatu langkah transformasi data untuk memperbaiki spektrum yang kurang baik akibat pembauran cahaya saat akuisisi data *near infrared*, *noise*, gangguan dari lingkaran luar serta masalah lainnya sehingga menyebabkan informasi yang terkandung dalam spektrum menjadi sulit untuk ditelaah.

Analisa Data *Outlier*

Analisa data *outlier*/pencilan dilakukan untuk mendeteksi keberadaan data pencilan pada spektrum yang dapat mengganggu data pendugaan pada saat kalibrasi spektrum. Hasil akuisisi spektrum vitamin C pada buah mangga berupa *raw spectrum* (spektrum asli) dianalisa dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) yang dikombinasikan dengan *Hotelling T² Ellipse* untuk mendeteksi keberadaan data pencilan pada spektrum.

Gambar 2. Analisa data (awal) *outlier*/ Pencilan

Setelah dilakukannya analisa data (awal) *outlier*/ data pencilan, data yang berada di luar garis *ellipse* pada Gambar 2, bukan termasuk kedalam data pencilan melainkan data pengungkit hal tersebut dikarenakan saat data diluar garis *ellipse* di hapus (*remove*) maka data yang lain ikut keluar dari garis *ellipse*, sehingga data yang digunakan yaitu 30 sampel.

Pengolahan Data Spektrum

Attenuated Total Reflectance beroperasi dengan mengukur perubahan yang terjadi pada sinar IR yang dipantulkan secara internal ketika pancaran bersentuhan dengan sampel. *Attenuated total reflectance* (ATR) adalah teknik sampling yang digunakan bersama dengan spektroskopi inframerah yang memungkinkan sampel diperiksa secara langsung dalam keadaan padat atau cair tanpa persiapan lebih lanjut.

Pengembangan aksesori ini telah pengambilan sampel yang sangat disederhanakan untuk spektroskopi FT-IR. Namun, ATR memang menghadirkan beberapa tantangan. Inframerah spektrum sampel yang diperoleh dengan menggunakan aksesori ATR adalah tidak

identik dengan spektrum yang diperoleh melalui transmisi. Teknik ATR memperkenalkan pergeseran relatif pada pitaintensitas dan perubahan absolut dalam frekuensi.

Gambar 3. Kurva Spektrum Reflektan *Raw* dengan ATR Nir pada 30 sampel mangga.

Dapat dilihat pada Gambar 3 terlihat bahwa seluruh sampel mangga menunjukkan bentuk yang tidak renggang setelah di ATR dan spektrum yang sama, tetapi dengan tingkat reflektan yang berbeda-beda. Pada spektrum reflektan, terjadinya penyerapan panjang gelombang terhadap kandungan kimia pada suatu bahan yang ditunjukkan dengan adanya lembah. Lembah penyerapan terjadi karna adanya getaran yang disebabkan pada kelompok ikatan atom O-H, N-H, dan C-H yang merupakan komponen utama sebagai pembentuk senyawa organik (Mohsenin, 1984).

Prediksi Vitamin C

Prediksi kadar vitamin C menggunakan metode PCR dengan spektrum yang sudah ditransformasi dengan *Attenuated Total Reflectance* (ATR). Kalibrasi adalah tahapan membangun model yang menghubungkan respon spektrum dari masing-masing sampel pada setiap panjang gelombang terhadap konsentrasi kimia yang diketahui dari analisis laboratorium (Chen dan Wang, 2001). Metode ini akan menghasilkan komponen-komponen utama yang tidak berkorelasi. Apabila semua komponen utama diikuti sertakan dalam model regresi, maka model yang dihasilkan akan sama dengan yang diperoleh dengan metode kuadrat terkecil. Jika hanya beberapa komponen utama saja yang diikuti sertakan, maka akan diperoleh penduga koefisien regresi yang bias namun memiliki *variance* yang minimum (Jolliffe, 2002).

Komponen utama merupakan suatu teknik statistika untuk mengubah dari sebagian besar variabel asli yang digunakan yang saling berkorelasi satu dengan yang lainnya menjadi satu kumpulan variabel baru yang lebih kecil dan saling bebas (Johnson dan Wichern, 2010). PCR akan memberikan informasi spektrum yang relevan dengan suatu kandungan kimia tertentu yang dibutuhkan. Salah satu metode, model regresi PCR mencari korelasi antara variable X dan variable Y. Variable X pada prediksi kadar vitamin C dengan metode PCR merupakan nilai *diffuse reflectance* yang didapat dari akuisisi spektrum NIRS, sedangkan variabel Y diperoleh dari hasil pengukuran laboratorium.

Data kimia (referensi) vitamin C buah mangga dapat dilihat pada Tabel 1.

Parameter	Jumlah Data	Minimal	Maksimal	Rata-rata	Standar Deviasi

Vitamin C (mg/100gram)	30	30,72	73,18	56,8564	10,4142

Sumber : Data Laboratorium, 2018

Berdasarkan Tabel 1, Jumlah vitamin C yang didapat berkisar dari 30,72 – 73,18 mg/100gram yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium, sedangkan standar deviasi adalah 10,4142.

Hasil kalibrasi vitamin C

Hasil kalibrasi vitamin C ditransformasikan kedalam *Attenuate total reflectance* yang dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini

Gambar 4. Plot data kalibrasi yang sudah ditransformasikan ke ATR

Pada gambar 4, terlihat bahwa hasil prediksi vitamin C sesudah ditransformasikan ke ATR memperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,8638, koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7463, dan *standar error* (RMSEC) sebesar 5,1854. Berdasarkan data dari hasil prediksi vitamin C yang sudah ditransformasikan kedalam *Attenuated total reflectance* (ATR), diketahui bahwa transformasi ATR untuk prediksi vitamin C pada mangga adalah perlakuan data menggunakan metode PCR yang sudah ditransformasikan kedalam ATR dengan 30 komponen utama.

Untuk data hasil prediksi dari perlakuan dapat dilihat pada tabel 2 yang menunjukkan nilai parameter statistik hasil kalibrasi.

Tabel 2. Parameter Statistik Hasil Kalibrasi Vitamin C pada Mangga yang telah ditransformasi ke ATR

Perlakuan	Latent variable	R^2	R	RMSEC (%)	RPD
Transformasi ATR	15	0,7463	0,8638	5,1854	2,0083

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Berdasarkan data pada tabel 2, menunjukkan bahwa hasil kalibrasi vitamin C antara hasil analisis vitamin C laboratorium dibandingkan dengan hasil prediksi dengan menggunakan ATR belum dapat digunakan. Disimpulkan bahwa setelah dilakukan transformasi ATR untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat memprediksi vitamin C pada mangga, dikarenakan nilai koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan lebih tinggi yaitu 0,7463, kemudian nilai *root mean square error calibration* (RMSEC) yang didapat

merupakan nilai *error* yang paling rendah yaitu 5,1854 dan nilai RPD yang didapat yaitu 2,0083 yang merupakan nilai RPD yang bagus. Berdasarkan nilai tersebut, bahwa model yang dihasilkan bukan tergolong sebagai *good model performance* atau dengan kata lain prediksi tersebut dianggap sebagai prediksi yang bagus. Mouazen *et al.* (2005) menjelaskan bahwa nilai $RPD > 1.5$ menginterpretasikan bahwa model kalibrasi layak digunakan untuk memprediksi kandungan kimia pada bahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Spektrum NIRS untuk buah mangga telah menunjukkan keberadaan kandungan Vitamin C dengan struktur senyawa kimia C-H-O yang terdapat pada panjang gelombang 2201-2292 nm.
2. Metode Attenuated Total Reflectance (ATR) Near Infrared dapat memprediksi kadar Vitamin C, dengan mendapatkan nilai RPD 2,0083 nm, dengan panjang gelombang optimum, metode koreksi terbaik.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini ialah untuk memperbaiki kekurangan akuratan hasil prediksi vitamin c perlu dilakukan metode kalibrasi yang lain seperti metode non-linear dan di tambahkan metode koreksi seperti metode MSC.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1996. Budidaya Tanaman Mangga. Kanisius, Yogyakarta.
- Andasuryani, Purwanto Y.A., I.W. Budiastara, and K. Syamsu. 2014. Determination of catechin content in gambir powder from dried gambir leaves quickly using FT NIR PLS model. International Advanced Science Engineering Information Technology. 4(5): 2088-5334.
- Cen, H dan Y.He. 2007. Theory and Application of Near Infrared Reflectance Spectroscopy in Determination of Food Quality. J. Trends in Food Sci and Technol. 18 : 72-83
- Cozzolino, D., Cynkar, W. U., Shah, N., & Smith, P. 2011. Multivariate data analysis applied to spectroscopy: Potential application to juice and fruit quality. Food Research International. 44. 1888-1896.
- Erwanto. 2010. Analisis pemasaran buah mangga (*Mangifera Indica* L) di kabupaten magetan. program studi sosial ekonomi pertanian/agrobisnis. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Jolliffe, I. T. 2002. Principal Component Analysis (2nd ed). Springer-Verlag, New York.
- Mohsenin, N.N. 1984. Electromagnetic Radiation Properties of Foods and Agricultural Products. Gordon and Breach Science Publishers. United Kingdom (UK).
- Mouazen A.M., W. Saeys, J. Xing, De Baerdemaeker, J and H. Ramon. 2005. Near infrared spectroscopy for agricultural materials: an instrument comparison. Journal of Near Infrared Spectroscopy. 13: 87-97.
- Septyaningrum, R. 2009. Definisi Iodimetri. http://www.chemistry.org/materi_kimia/instrumen_analisis/iodimetri/definisi-iodimetri/. Diakses tanggal : 10 Maret 2018.
- Zulfahrizal., A.A. Munawar, dan H. Meilina. 2017. Rancang bangun alat sensor portable berbasis pengembangan aplikasi teknologi near infrared sebagai metode baru yang rapid dan non-destructive untuk prediksi kualitas kakao. Prosiding Seminar Nasional Pasca Sarjana (SNP) Universitas Syiah Kuala di Banda Aceh 13 April 2017. 32-37.