

# **PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA BUAH SALAK MADU MENGUNAKAN *NEAR INFRARED SPECTROSCOPY* (NIRS)**

**DAFFA ARY DANANJAYA**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2023**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



**IPB University**  
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



**@Hak cipta milik IPB University**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**Tim Penguji pada Ujian Skripsi :**

1. Dr. Slamet Widodo, S.TP, M.Sc
2. Dr. Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ Penentuan Sifat Fisiko-Kimia Buah Salak Madu Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy* NIRS” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2023

Daffa Ary Dananjaya  
F14180106

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## ABSTRAK

DAFFA ARY DANANJAYA. Penentuan Sifat Fisiko-Kimia Salak Madu Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy* (NIRS). Dibimbing oleh USMAN AHMAD.

Salak madu memiliki potensi untuk dibudidayakan karena rasa yang manis dan daging yang tebal sehingga nilai ekonominya cukup tinggi dibandingkan salak lainnya, bila dipanen pada tingkat kematangan yang tepat. Mutu salak madu ditentukan oleh sifat sifat fisiko-kimianya dan sifat fisiko-kimia ini menjadi parameter penting untuk memprediksi tingkat kematangannya seperti total padatan terlarut (TPT), total asam dan kekerasan daging buahnya. Saat ini penentuan tingkat kematangan buah salak madu masih dilakukan menggunakan metode destruktif dan prediksi secara kasar sehingga hasilnya kurang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi nilai-nilai sifat fisiko-kimia buah salak madu yaitu TPT, total asam dan kekerasan daging buah menggunakan NIRS. Sampel yang digunakan sebanyak 96 buah salak madu dengan tiga umur petik berbeda yaitu 90, 97 dan 114 hari setelah pembentukan buah. Reflektan salak madu diukur menggunakan NIRFlex N-500 fiber optic solid, sementara TPT, total asam dan kekerasan daging buah diukur secara destruktif menggunakan refraktometer, acidity meter dan rheometer. Model hubungan data reflektan dan data yang di ambil secara destruktif kemudian diolah menggunakan metode Partial Least Square (PLS) dengan pre-treatment data Normalisasi, Multiplicative Scatter Correction (MSC), Standard Normal Variate (SNV), Detrending 1 (DT-1) dan Detrending 2 (DT-2). Pendugaan sifat fisiko-kimia untuk nilai TPT terbaik diperoleh dengan menggunakan pre-treatment SNV dan faktor kalibrasi 10 ( $r=0.85$ ,  $SEC=0.77^{\circ}\text{Brix}$ ,  $SEP=0.86^{\circ}\text{Brix}$ ,  $RPD=1.82$  dan  $konsistensi=89.6\%$ ), pendugaan nilai total asam terbaik diperoleh dengan menggunakan pengolahan PLS dengan pre-treatment DT-1 dan faktor kalibrasi 9 ( $r=0.86$ ,  $SEC=0.02\%$ ,  $SEP=0.03\%$ ,  $RPD=1.83$  dan  $konsistensi=94.26$ ) sedangkan pendugaan nilai kekerasan daging terbaik diperoleh menggunakan PLS dengan DT-2 dan faktor kalibrasi 10 ( $r=0.78$ ,  $SEC=0.29N$ ,  $SEP=0.29N$ ,  $RPD=1.62$  dan  $konsistensi=99.8$ ). Hasil pendugaan nilai-nilai TPT, total asam dan kekerasan daging menghasilkan data yang baik dengan prediksi kasar dengan nilai  $RPD \geq 1.50$ .

Kata Kunci : Kekerasan, NIRS, PLS, Salak Madu, TPT, Total Asam.



## ABSTRACT

DAFFA ARY DANANJAYA. Determination of Physio-Chemical Properties of Salak Madu using Near Infrared Spectroscopy (NIRS). Supervised by USMAN AHMAD

Salak madu has the potential to be cultivated because of its sweet taste and thick flesh, so its economic value is quite high compared to other salak, if it is harvested at the right level of maturity. The quality of salak madu is determined by its physico-chemical properties and these physico-chemical properties are important parameters for predicting its maturity level such as total dissolved solids (TDS), total acid and hardness of the fruit flesh. Currently, the determination of the maturity level of salak madu fruit is still carried out using destructive methods and rough predictions so that the results are less accurate. This study aims to predict the values of the physico-chemical properties of salak madu, namely TDS, total acid and fruit flesh hardness using NIRS. The samples used were 96 salak madu fruits with three different harvesting ages, namely 90, 97 and 114 days after fruit formation. The reflectance of salak madu was measured using a solid NIRFlex N-500 fiber optic, while TDS, total acid and hardness of the fruit flesh were destructively measured using a refractometer, acidity meter and rheometer. The reflectance data relationship model and data taken destructively are then processed using the Partial Least Square (PLS) method with pre-treatment Normalization data, Multiplicative Scatter Correction (MSC), Standard Normal Variate (SNV), Detrending 1 (DT-1) and Detrending 2 (DT-2). The best estimation of physico-chemical properties on value for TDS was obtained using SNV pre-treatment and calibration factor of 10 ( $r=0.85$ ,  $SEC=0.77^\circ\text{Brix}$ ,  $SEP=0.86^\circ\text{Brix}$ ,  $RPD= 1.82$  and  $consistency= 89.6\%$ ), the best estimation for total acid value was obtained using PLS processing with pre-treatment DT-1 and calibration factor of 9 ( $r=0.86$ ,  $SEC=0.02\%$ ,  $SEP=0.03\%$ ,  $RPD=1.83$  and  $consistency=94.26$ ) while the best estimation of meat hardness value was obtained using PLS with DT-2 and calibration factor of 10 ( $r=0.78$ ,  $SEC=0.29N$ ,  $SEP=0.29N$ ,  $RPD=1.62$  and  $consistency=99.8$ ). The results of estimating TDS values, total acid and meat hardness produce good data with rough predictions with values of  $RPD \geq 1.50$ .

Keywords: acidity, meat hardness, NIRS, PLS, snake fruit, TSS.



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA SALAK MADU  
MENGUNAKAN *NEAR INFRARED SPECTROSCOPY* (NIRS)**

**DAFFA ARY DANANJAYA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2023**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





Judul Skripsi : Penentuan Sifat Fisiko-Kimia Buah Salak Madu Menggunakan  
*Near Infrared Spectroscopy (NIRS)*

Nama : Daffa Ary Dananjaya  
NIM : F14180106

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Usman Ahmad, M.Agr  
NIP. 196612281992031003



Diketahui oleh

Ketua Departemen  
Teknik Mesin dan Biosistem:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc  
NIP. 196304251989031001



Tanggal Ujian :  
20 Januari 2023

Tanggal Lulus :



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunianya sehingga penelitian ini berhasil diselesaikan untuk memenuhi syarat kelulusan Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari hingga bulan September 2022, dengan judul “Penentuan Sifat Fisiko-Kimia Buah Salak Madu Menggunakan *Nears-Infrared Spectroscopy* (NIRS).

Tidak lepas dari keberhasilan menyelesaikan karya tulis ilmiah ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing yang sudah memberikan bimbingan dan saran, Prof. Dr. Ir. Usman Ahmad, M.Agr. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Terima kasih saya sampaikan juga kepada Dr. Ir. I Wayan Budiastira, M.Agr dan Dr. Slamet Widodo, S.TP, M.Sc selaku dosen penguji yang telah membimbing dan memberikan saran. Terima kasih saya sampaikan juga kepada pembimbing akademik, moderator seminar dan para dosen. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada teman-teman dan seluruh keluarga penulis, bapak Baskara selaku laboran laboratorium dan seluruh teman TMB Angkatan 55 yang selalu memberikan masukan, semangat dan membantu selama penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.

Penulis menyadari sepenuhnya karya ilmiah ini masih terdapat beberapa kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan demi kepentingan karya ilmiah ini yang lebih baik, serta penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat, dapat diterapkan pada kehidupan masyarakat dan untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Maret 2023

Daffa Ary Dananjaya

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Buah Salak Madu	3
2.2 <i>Near Infrared Spectroscopy</i> (NIRS)	4
2.3 Metode Kalibrasi PLS	6
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
3.3.1 Persiapan Sampel Penelitian	10
3.3.2 Pengukuran Reflektan NIR	11
3.3.3 Pengukuran Tingkat Kekerasan	11
3.3.4 Pengukuran Total Padatan Terlarut	12
3.3.5 Pengukuran Total Asam	13
3.4 Pengolahan Data Spektrum NIR	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil Pengukuran Parameter Kimia Salak Madu Secara Destruktif	16
4.2 Analisis Data Kimia	16
4.3 Analisis Reflektan Salak Madu dengan Metode PLS	17
4.4 Hasil Model Kalibrasi dan Validasi berdasarkan Umur Petik	18
4.4.1 Total Padatan Terlarut	19
4.4.2 Total Asam	20
4.4.3 Tingkat Kekerasan	20
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
VI DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	25
RIWAYAT HIDUP	33

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR TABEL

1	Hasil Pengujian Destruktif Buah Salak madu untuk data refrensi	16
2	Hasil Data Pengujian Destruktif	17
3	Hasil Pengolahan Data Buah Salak Madu Menggunakan Metode PLS	18

## DAFTAR GAMBAR

1	Buah Salak Madu	3
2	NIRFlex N-500 <i>Fiber Optic Solid</i>	9
3	Pemberian Label pada Buah Salak Madu	10
4	Persiapan Wadah untuk Buah Salak Madu dan Pengukuran <i>Acidity</i>	11
5	Sampel Buah Salak Madu	11
6	Pengukuran Data Spektrum	11
7	Pengukuran Tingkat Kekerasan	12
8	Pengambilan data TPT	13
9	Pengambilan Data Total Asam	13
10	Diagram Alir Penelitian	14
11	Spektrum Original Reflektan Buah Salak Madu	17
12	Sebaran data TPT dengan <i>pre-treatment</i> SNV menggunakan metode PLS	19
13	Sebaran data total asam dengan <i>pre-treatment</i> DT-1 menggunakan metode PLS	20
14	Sebaran data tingkat kekerasan dengan <i>pre-treatment</i> DT-2 menggunakan metode PLS	20

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Hasil Fisiko-Kimia Buah Salak Madu secara Destruktif	25
2	Lampiran 2 Tipe penyerapan NIRS	28
3	Grafik Pengolahan Data Spektrum NIRS	30

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.