



# **DISKRIMINASI *CENTELLA ASIATICA* DARI *HYDROCOTYLE VERTICILLATA* DENGAN *PARTIAL LEAST SQUARE-DISCRIMINANT ANALYSIS (PLS-DA)* DAN KOMBINASINYA**

**SRI FITRIYANTI**



**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



### *@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.



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

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Diskriminasi *Centella asiatica* dari *Hydrocotyle verticillata* dengan *Partial Least Square - Discriminant Analysis* (PLS-DA) dan Kombinasinya” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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 pada Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

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

Bogor, Juni 2024

Sri Fitriyanti  
NIM. G1501211025

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.



## RINGKASAN

SRI FITRIYANTI. Diskriminasi *Centella asiatica* dari *Hydrocotyle verticillata* dengan *Partial Least Square-Discriminant Analysis* (PLS-DA) dan Kombinasinya. Dibimbing oleh Dr. UTAMI DYAH SYAFITRI, S.Si., M.Si., Dr. Ir. INDAH WATI, M.S dan Prof. Dr. MOHAMAD RAFI, S.Si., M.Si.

Diskriminasi atau pembedaan kelompok merupakan masalah yang cukup rumit untuk data hasil pengukuran berupa absorbansi dari spektrofotometer *Ultraviolet-visible* (UV-Vis) karena data yang memiliki karakteristik data berdimensi tinggi ( $n \ll p$ ) dan banyak memiliki *noise*. Metode yang telah banyak digunakan dalam menganalisis pembedaan kelompok pada data spektrum adalah *Partial Least Squares-Analysis Diskriminant* (PLS-DA), yang memberikan hasil yang baik dan akurat. Perkembangan metode diskriminan melalui *machine learning* mencakup *Orthogonal Partial Least Squares-Analysis Diskriminant* (OPLS-DA) dan *Artificial Neural Netwrok* (ANN), kedua metode ini menawarkan peningkatan akurasi dan efisiensi dalam analisis spektrum. Metode OPLS-DA yang menggunakan tambahan komponen ortogonal untuk mengidentifikasi variabilitas yang tidak relevan dan PLS-ANN metode campuran dari PLS dan ANN yang mengatasi masalah non-linier, keduanya diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi model.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa metode diskriminan PLS-DA, OPLS-DA dan PLS-ANN pada penerapan data empiris yang memiliki karakteristik rumit. Data empiris yang digunakan, yaitu data spektrum UV-Vis dari tumbuhan *Centella asiatica* merupakan data dari tumbuhan yang sering ditemui dalam berbagai bidang kehidupan sehari-hari seperti bidang pengobatan tradisional, kosmetik, dan pangan. Tumbuhan *C. asiatica* merupakan tumbuhan yang berpotensi dipalsukan yang memiliki arti diganti dengan tumbuhan yang memiliki kemiripan, tumbuhan tersebut yaitu *Hydrocotyle verticillata*. Diskriminasi data spektrum UV-Vis dari kedua kelompok *C. asiatica* dan *H. verticillata* dilakukan dengan menggunakan ketiga metode diskriminan yaitu PLS-DA, OPLS-DA dan PLS-ANN.

Berdasarkan data empiris yang digunakan, sampel *C. asiatica* dan *H. verticillata* sebagai peubah respon dan panjang gelombang dari spketrofotometer UV-Vis sebagai peubah bebas dengan panjang gelombang total digunakan yaitu 200-800nm sehingga terdapat total 600 peubah bebas. Sampel *C. asiatica* dan *H. verticillata* berasal dari daerah yang berbeda yaitu sampel tumbuhan *C. asiatica* dari lima lokasi yaitu Garut, Malang, Tasikmalaya, Tawangmangu dan Magetan, kemudian tumbuhan *H. verticillata* dari empat lokasi yaitu Malang, Bogor, Gunung Kidul dan Pati, dengan setiap sampel tersebut diteliti dengan enam kali perulangan sehingga total amatan sebanyak 54 amatan.

Pembedaan kelompok *C. asiatica* dan *H. verticillata* dengan pemodelan diskriminan PLS-DA, OPLS-DA dan PLS-ANN melalui tahapan awal pra-pengolahan data yang perlu dilakukan pada data spektrum. Metode pra-pengolahan yang digunakan yaitu *Standar Normal Variate* (SNV) dan *Smoothing Savizky-Golay* (SG), pra-pengolahan sangat perlu dilakukan untuk menyiapkan data yang konsisten sebelum memasukin analisis selanjutnya. Hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa model PLS-ANN memiliki performa yang lebih baik jika

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



dibandingkan dengan metode PLS-DA dan OPLS-DA dalam memisahkan antara kelompok *C. asiatica* dan kelompok *H. verticillata*. Performa model yang di evaluasi dengan menggunakan metrik-metrik dari tabel ketepatan klasifikasi seperti sensitivitas, spesifisitas, presisi, *F-1 score* dan akurasi model. Hasil evaluasi model terbaik PLS-ANN diperoleh memiliki rata-rata nilai diatas 80% menunjukkan bahwa model mampu melakukan pembedaan kelompok dengan sangat baik, akurat, efisien dan juga tepat.

**Kata Kunci :** Diskriminasi, UV-Vis Spektrofotometer, PLS-DA, OPLS-DA, PLS-ANN

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.



## SUMMARY

SRI FITRIYANTI. Discrimination *Centella asiatica* from *Hyrocotyle verticillata* using *Partial Least Square-Discriminant Analysis* (PLS-DA) and The Combined Approach. Supervised by Dr. UTAMI DYAH SYAFITRI, S.Si., M.Si., Dr. Ir. INDAHAWATI, M.Si. and Prof. Dr. MOHAMAD RAFI, S.Si., M.Si.

Discrimination is challenging problem for data obtained from ultraviolet-visible (UV-Vis) spectrophotometers because it has the characteristics of high-dimensional data ( $n \ll p$ ) and the presence of considerable noise. The method that has been commonly used for discriminant sample using spectrum like UV-Vis is partial least squares-discriminant analysis (PLS-DA), yield robust and accurate results. The development of discriminant method through machine learning namely orthogonal partial least squares-discriminant analysis (OPLS-DA) and artificial neural network (ANN) is also widely used, these two methods offer improvements in accuracy and efficiency in spectrum analysis. The OPLS-DA method which uses additional orthogonal components to identify irrelevant variabilities and combination between PLS-ANN which overcomes non-linear problem, both methods are expected can enhance the accuracy and efficiency of the models.

This research aims to see a comparison of classification methods, namely PLS-DA, OPLS-DA and PLS-ANN in the application of empirical data with complex characteristics. Based on empirical data, namely UV-Vis spectrum data from a plant, *Centella asiatica*, it is a problem that is commonly encountered in everyday life and is also very widely used in society today, namely in the fields of traditional medicine, cosmetics and food. *C. asiatica* has a potential to be replaced with plants that have similar morphologies, namely *Hydrocotyle verticillata*. Discrimination of UV-Vis spectrum data from both groups, *C. asiatica* and *H. verticillata*, is conducted using the three discriminant methods, namely PLS-DA, OPLS-DA, and PLS-ANN.

Based on the empirical data used, *C. asiatica* and *H. verticillata* samples are the response variables and the wavelengths of the UV-Vis spectrophotometer is independent variable with the total wavelength used being 200-800nm so there are 600 independent variables in total. Samples of *C. asiatica* and *H. verticillata* where the two samples came from different areas, namely samples of *C. asiatica* plants from five different locations, namely Garut, Malang, Tasikmalaya, Tawangmangu and Magetan, then plants *H. verticillata* from four different locations, namely Malang, Bogor, Gunung Kidul and Pati, with each sample studied in six repetitions for a total of 54 observations.

The discriminant of *C. asiatica* and *H. verticillata* using the discriminant models PLS-DA, OPLS-DA and PLS-ANN involves initial pre-processing data that need to be performed on spectrum data. The pre-processing methods which is

usually used on spectrum data, namely the standar normal variate (SNV) and smoothing Savitzky-Golay (SGs) methods. Pre-processing is used to prepare consistent data before entering further analysis. The analysis results obtained show that the PLS-ANN method has better classification performance when compared to the PLS-DA and OPLS-DA methods in separating between the *C. asiatica* (*Centella asiatica*) and the *H. verticillata* (*Hydrocotyle verticillata*). Model performance is evaluated using metrics from the classification accuracy metrics such as sensitivity, specificity, precision, F-1 score and accuracy. The best model of PLS-ANN evaluation results show high metric values, it's average above 80% in average, indicating that the model is able to classification very well, accurately, efficiently and precisely.

**Keywords :** Discrimination, UV-Vis spectrophotometer, PLS-DA, OPLS-DA, PLS-ANN

@Hak cipta milik IPB University

IPB University







@Hak cipta milik IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

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.





# **DISKRIMINASI *CENTELLA ASIATICA* DARI *HYDROCOTYLE VERTICILLATA* DENGAN *PARTIAL LEAST SQUARE-DISCRIMINANT ANALYSIS (PLS-DA)* DAN KOMBINASINYA**

**SRI FITRIYANTI**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains pada  
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



**@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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:  
Dr. Ir. Efriani, M.Si.



Judul Tesis : Diskriminasi *Centella asiatica* dari *Hydrocotyle verticillata* dengan *Partial Least Square-Discriminant Analysis (PLS-DA)* dan Kombinasinya.  
Nama : Sri Fitriyanti  
NIM : G1501211025

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Utami Dyah Syafitri, S.Si., M.Si



Pembimbing 2:  
Dr. Ir. Indahwati, M.Si



Pembimbing 3:  
Prof. Dr. Mohamad Rafi, S.Si., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr. Agus Mohamad. Soleh, MT  
NIP 197503151999031004



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam :  
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.  
NIP 197807232007011001



Tanggal Ujian :  
28 Juni 2024

Tanggal Lulus:



### *@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.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2023 hingga bulan Maret 2024 ini berjudul “Diskriminasi *Centella asiatica* dari *Hydrocotyle verticillata* dengan *Partial Least Square-Discriminant Analysis* (PLS-DA) dan Kombinasinya”.

Keberhasilan ini tidak lepas dari bimbingan, petunjuk dan saran dari berbagai pihak. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Utami Dyah Syafitri, S.Si., M.Si., Dr. Ir. Indahwati, M.Si. dan Prof. Dr. Mohamad Rafi, S.Si., M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Dr. Ir. Efriani, M.Si. selaku penguji pada ujian tesis yang telah memberikan banyak masukan dan saran dalam perbaikan tesis ini.
3. Seluruh dosen beserta staf Departemen Statistika dan Sains Data IPB University atas ilmu, bantuan dan kerjasamanya selama perkuliahan.
4. Bapak Masri Abukusim dan Ibu Cik Ipah yang selalu memberikan dukungan dan doa serta kasih sayang kepada penulis.
5. Saudara kandung penulis Sri Adha S.Pd. yang selalu memberikan dukungan dan selalu menguatkan serta memberikan kasih sayang tanpa batas kepada penulis.
6. Saudara kandung penulis Ka Fa’I, Ka Agus, Ka Ijal dan Ayuk Uun yang selalu memberikan do’a dan memberikan dukungan dari jauh kepada penulis.
7. Para sahabat penulis (tidak disebutkan nama) yang selalu mengingatkan dan memberikan dukungan kepada penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.
8. Teman-teman Program Studi Statistika dan Sains Data IPB angkatan 2021 yang telah memberikan semangat dan bantuan, dan semua pihak yang telah banyak membantu dan tak sempat penulis sebutkan satu per satu.
9. Terakhir penulis ucapkan kepada diri sendiri yang telah berhasil melalui proses panjang perkuliahan, penelitian dan menyelesaikan program magister ini dengan sebaik-baiknya.

Semoga tesis ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2024

*Sri Fitriyanti*



### *@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 ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Pegagan ( <i>Centella asiatica</i> )	4
2.2 Pemalsuan	5
2.3 Spektrofotometer UV-Vis (Sinar Tampak)	5
2.4 Analisis Kemometrik	6
2.5 <i>Partial Least Square-Discriminant Analysis</i> (PLS-DA)	7
2.6 <i>Orthogonal Partial Least Square- Discriminat Analysis</i> (OPLS-DA)	9
2.7 <i>Partial Least Square-Artificial Neural Network</i> (PLS-ANN)	10
2.8 Pra-Pengolahan Data Spektrum	12
2.9 Ukuran Kebaikan Model	13
<b>III METODE</b>	<b>14</b>
3.1 Data	14
3.2 Model	14
3.3 Prosedur Analisis	15
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>18</b>
4.1 Eksplorasi Data	18
4.2 Pra-Pengolahan Data	19
4.3 Analisis PLS-DA	21
4.4 Analisis OPLS-DA	29
4.5 Analisis PLS-ANN	38
4.6 Evaluasi Ukuran Kebaikan Model	41
<b>V SIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>43</b>
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	49
RIWAYAT HIDUP	68





## DAFTAR TABEL

1	Tabel ketepatan klasifikasi dua kelas	13
2	Daftar peubah penelitian	14
3	Model diskriminasi	15
4	Rata-rata metrik evaluasi model PLS-DA	28
5	Parameter model OPLS-DA panjang gelombang 200-800nm	32
6	Parameter model OPLS-DA panjang gelombang 220-500nm	34
7	Parameter model OPLS-DA panjang gelombang 220-400nm	36
8	Rata-rata metrik evaluasi model OPLS-DA	36
9	Rata-rata metrik evaluasi model PLS-ANN	39
10	Rata-rata ukuran evaluasi model diskriminan	41

## DAFTAR GAMBAR

1	Spektra UV-Vis sampel pada panjang gelombang 210-800nm	18
2	Korelasi antar peubah bebas	19
3	Spektrum UV-Vis data tanpa pra-pengolahan dan dengan pra-pengolahan SNV	20
4	Spektrum UV-Vis data pra-pengolahan SG dan dengan pra-pengolahan SG 1st derivative	20
5	Spektrum UV-Vis data pra-pengolahan SNG+SG dan dengan pra-pengolahan SG+SNV	21
6	Plot PLS model PLS-DA1 menggunakan panjang gelombang 200-800nm	22
7	Plot hasil diskriminasi <i>C.asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 200nm-800nm PLS-DA	22
8	Plot hasil diskriminasi <i>C.asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 200nm-800nm PLS-DA	23
9	Plot PLS model PLS-DA1 menggunakan panjang gelombang 220-500nm	24
10	Plot hasil diskriminasi <i>C. asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 220nm-500nm PLS-DA	24
11	Plot hasil diskriminasi <i>C. asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 220nm-500nm PLS-DA	25
12	Plot PLS model PLS-DA1 menggunakan panjang gelombang 220-400nm	26
13	Plot hasil diskriminasi <i>C. asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 220nm-400nm PLS-DA	27
14	<i>Boxplot</i> metrik sensitivitas model PLS-DA 20 kali perulangan skenario 1	29
15	<i>S-Plot</i> model OPLS-DA1 menggunakan panjang gelombang 200-800nm	30
16	Plot hasil diskriminasi <i>C. asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 200nm-800nm OPLS-DA	31
17	<i>S-Plot</i> model OPLS-DA1 menggunakan panjang gelombang 220-500nm	32
18	Plot hasil diskriminasi <i>C. asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 220nm-500nm OPLS-DA	33
19	<i>S-Plot</i> model OPLS-DA1 menggunakan panjang gelombang 220-400nm	34
20	Plot hasil diskriminasi <i>C. asiatica</i> dan <i>H. verticillata</i> menggunakan panjang gelombang 220nm-400nm OPLS-DA	35
21	<i>Boxplot</i> metrik sensitivitas model OPLS-DA 20 kali perulangan skenario 1	37

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.

22	<i>Boxplot</i> metrik akurasi model PLS-ANN 20 kali perulangan skenario 1	39
23	<i>Score plot</i> model PLS-ANN	40

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model PLS-DA Skenario 1	50
2	Lampiran 2 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model OPLS-DA Skenario 1	51
3	Lampiran 3 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model PLS-ANN Skenario 1	52
4	Lampiran 4 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model PLS-DA Skenario 2	53
5	Lampiran 5 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model OPLS-DA Skenario 2	54
6	Lampiran 6 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model PLS-ANN Skenario 2	55
7	Lampiran 7 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model PLS-DA Skenario 3	56
8	Lampiran 8 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model OPLS-DA Skenario 3	57
9	Lampiran 9 <i>Boxplot</i> Metrik Evaluasi Model PLS-ANN Skenario 3	58
10	Lampiran 10 Hasil Diskriminasi Model PLS-ANN Skenario 1	59
11	Lampiran 11 Hasil Diskriminasi Model PLS-ANN Skenario 2	60
12	Lampiran 12 Hasil Diskriminasi Model PLS-ANN Skenario 3	61
13	Lampiran 13 <i>Syntax</i> Pemodelan Klasifikasi pada Rstudio	62

@Hak cipta milik IPB University

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