

EVALUASI KINERJA *BICLUSTERING* ALGORITME BCBIMAX DAN MODEL *PLAID* DALAM MELIHAT POLA KETAHANAN PANGAN WILAYAH INDONESIA

NUR HIKMAH



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

@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.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Evaluasi Kinerja *Biclustering* Algoritme BCBimax dan Model *Plaid* dalam Melihat Pola Ketahanan Pangan Wilayah Indonesia” 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 tesis ini.

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

Bogor, Maret 2024

Nur Hikmah
G1501211023

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

NUR HIKMAH. Evaluasi Kinerja *Biclustering* Algoritme BCBimax dan Model *Plaid* dalam Melihat Pola Ketahanan Pangan Wilayah Indonesia. Dibimbing oleh I MADE SUMERTAJAYA dan FARIT MOCHAMAD AFENDI.

Metode penggerombolan (*clustering*) merupakan salah satu teknik yang dapat memberikan gambaran sebuah informasi yang terkandung dalam data. Pada penggerombolan klasik memiliki konsep penggerombolan satu arah. Selanjutnya dikembangkan metode analisis *biclustering* dengan beragam algoritme penemuan *bicluster*. *Biclustering* merupakan metode penggerombolan dua arah, yaitu menggerombolan baris dan kolom secara simultan. Awalnya penerapan *biclustering* banyak diterapkan di data *microarray* pada ekspresi gen untuk melihat subset gen yang saling *co-regulated* terhadap kondisi tertentu. Namun, saat ini penerapan *biclustering* meluas ke berbagai bidang.

Banyak algoritme *biclustering* telah dikembangkan, dan setiap algoritme bekerja dengan alur prosedur penemuan *bicluster* tertentu. Namun demikian, belum terdapat panduan dalam pemilihan algoritme *biclustering* yang sesuai terhadap kriteria data. Hal ini dikarenakan kinerja algoritma *biclustering* dapat bervariasi, dan pemilihan parameter yang optimal merupakan isu penting yang perlu dipertimbangkan. Oleh sebab itu penelitian ini berfokus pada evaluasi kinerja algoritme *biclustering* untuk melihat karakteristik dari algoritme. Algoritme yang digunakan dalam penelitian ini adalah BCBimax dan Model *Plaid* yang dievaluasi pada data simulasi dan data empiris. Kedua algoritme dipilih berdasarkan beberapa pertimbangan diantaranya adalah kecepatan dalam menemukan *bicluster* serta kualitas *bicluster* yang dihasilkan.

Data simulasi dalam penelitian ini dibangkitkan dengan lima skenario ragam data *background* yang berbeda. Pada konteks ini, data *background* merupakan elemen data matriks selain elemen *bicluster*. Seperti halnya pada penggerombolan klasik yang mana salah satu indikator kualitas kebaikan algoritme adalah keterpisahan, yaitu memisahkan gerombol sejauh mungkin dengan gerombol lainnya yang karakternya berbeda. Maka pada *biclustering*, indikator ini dilihat dari sejauh mana algoritme *biclustering* mampu membedakan *bicluster* dengan data *background*. Simulasi diawali dengan membangkitkan matriks data *background*. Dimensi matriks data *background* berukuran 60×60 , yang berarti terdiri dari 60 baris dan 60 kolom yang dibangkitkan berdistribusi $N(0, \sigma^2)$ dengan $\sigma^2 = \{0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9\}$. Pada setiap skenario data *background* disisipkan enam *bicluster* yang tidak saling tumpang tindih berukuran 10×10 . Keenam *bicluster* dibangkitkan mengikuti model $a_{ij} = \mu_k + e_{ij}$, dengan e_{ij} berdistribusi $N(0; 0,5)$ dan $\mu_k = \{2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15\}$. Terakhir, matriks data yang sudah mengandung *bicluster* diacak baris dan kolomnya sebelum diterapkan *biclustering* algoritme BCBimax dan model *Plaid*.

Evaluasi kinerja algoritme dilakukan dengan 100 kali perulangan melalui ukuran nilai kemiripan antara *bicluster* prediksi dengan *bicluster* aktual. Elemen *bicluster* aktual yang dapat diprediksi diidentifikasi melalui pengecekan baris dan kolom yang bersesuaian pada *bicluster* prediksi. Berdasarkan skenario data bangkitan terlihat bahwa semakin besar ragam data *background* yang digunakan, maka sebaran nilai *bicluster* semakin terlihat berbaur dengan data *background*.

Akan tetapi, pada keragaman data *background* yang ditetapkan pada penelitian ini tidak berpengaruh terhadap performa algoritme. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa secara keseluruhan algoritme BCBimax memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan model *Plaid* dalam mengidentifikasi *bicluster* aktual. Hal ini didasari atas perolehan nilai kemiripan untuk setiap *bicluster* aktual yang dihasilkan lebih stabil dibandingkan pada model *Plaid*.

Pada data empiris, digunakan data mengenai ketahanan pangan berdasarkan tiga aspek pilar ketahanan pangan. Kedua algoritme diterapkan pada berbagai kombinasi parameter untuk memperoleh *bicluster* optimal yang bersifat homogen serta informatif dalam memperoleh pola ketahanan pangan wilayah Indonesia. Kinerja algoritme kemudian dievaluasi dengan menggunakan ukuran *Jaccard Indeks*, nilai *Mean Square Residue* (MSR), dan dimensi keanggotaan baris pada *bicluster* optimal yang diperoleh. Selain itu, secara eksploratif juga diamati plot *profiling* keanggotaan pada setiap *bicluster* yang terbentuk.

BCBimax dengan skenario *threshold* binerisasi median data menghasilkan delapan *bicluster* yang mencakup 58,8% provinsi. Kondisi optimal tersebut dihasilkan pada parameter minimum baris 2 dan minimum kolom 3. Sementara itu, *biclustering* menggunakan model *Plaid* menghasilkan kelompok *bicluster* optimal saat menggunakan parameter model konstan kolom, baris *release* 0,1 dan kolom *release* 0,4 serta jumlah maksimum *layer* 6. Sebanyak enam *bicluster* dihasilkan yang mencakup 55,88% provinsi dan bersifat tumpang tindih pada dimensi baris dan kolom. Secara umum, pola ketahanan pangan wilayah dari *bicluster* yang terbentuk pada kedua algoritme berkarakteristik rendah atau sedang terhadap ketahanan pangan.

Adapun hasil perbandingan evaluasi kinerja pada data empiris menunjukkan bahwa kinerja algoritme BCBimax lebih baik dibandingkan model *Plaid* dalam mengidentifikasi pola ketahanan pangan wilayah Indonesia. Kualitas *bicluster* hasil algoritme BCBimax cenderung lebih baik dilihat dari ukuran MSR serta plot *profiling bicluster*. Antar kedua algoritme memiliki tingkat kemiripan perolehan *bicluster* yang terbentuk tergolong rendah yaitu hanya sebesar 14,61%.

Keywords: Algoritme BCBimax, *Biclustering*, *Layer*, Model *Plaid*, MSR

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

NUR HIKMAH. *Biclustering Algorithms BCBimax and Plaid Model Performance Evaluation in Identifying Regional Food Security Patterns in Indonesia*. Dibimbing oleh I MADE SUMERTAJAYA dan FARIT MOCHAMAD AFENDI.

The clustering method is one of techniques that provide a comprehensive understanding of the information embedded in the data. Classic clustering has a one-way clustering concept, while biclustering is a two-way clustering method that clusters rows and columns simultaneously. Initially, biclustering was widely used in microarray data on gene expression to see subsets of co-regulated genes against certain conditions. However, the application of biclustering has now expanded to various fields.

The variety of biclustering algorithms have been developed, and each algorithm operates with its own procedural flow for discovering biclusters. However, there is currently no specific guideline for selecting the right bicluster algorithm based on data criteria. This is because the performance of biclustering algorithms can vary, and optimal parameter selection is an important issue that needs to be considered. Therefore, this research focuses on evaluating the performance of biclustering algorithms to understand their characteristics. The algorithms used in this study are BCBimax and the Plaid Model, which are evaluated on both simulated and empirical data. Both algorithms were selected based on several considerations, including the speed of finding biclusters and the quality of the resulting biclusters.

The simulation data is generated with five different background data scenarios. In this context, background data refers elements of the matrix dataset besides the bicluster elements. Similar to classic clustering, in which one indicator of algorithm quality is separation, in biclustering, this indicator is observed in terms of how well the biclustering algorithm can differentiate between biclusters and the background data. The simulation begins by generating the background data matrix. The dimension of the background data matrix is 60×60 means it consists of 60 rows and 60 columns generated from a distribution $N(0, \sigma^2)$ with $\sigma^2 = \{0,1;0,3;0,5;0,7;0,9\}$. In each background data scenario, six non-overlapping biclusters of size 10×10 are inserted. These six biclusters are generated following the model $a_{ij} = \mu_k + e_{ij}$, with e_{ij} distributed $N(0, 0,5)$ and $\mu_k = \{2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15\}$. The last, the data matrix containing biclusters is shuffled in its rows and columns before applying the BCBimax and Plaid biclustering algorithms.

The performance of the algorithm is evaluated through 100 iterations using a similarity measure between the predicted biclusters and the actual biclusters. The elements of the actual biclusters that can be predicted are identified by checking the corresponding rows and columns in the predicted biclusters simultaneously. Based on the generated data scenarios, it is observed that as the variability of the background data increases, the distribution of the bicluster values becomes more blended with the background data. However, the set of variance background data in this study does not affect the algorithm's performance. The evaluation results show that overall, the BCBimax algorithm outperforms the Plaid model in identifying the actual biclusters. This is based on the obtained similarity values for each actual bicluster, which are more stable compared to those of the Plaid model.



In the empirical data, the BCBimax and Plaid algorithms were applied to various combinations of parameters to obtain optimal homogeneous and informative biclusters for identifying the patterns of food security in Indonesia. The performance of the algorithm was evaluated using the Jaccard Index, Mean Square Residue (MSR), and the number of rows in the optimal bicluster. Additionally, the plot of the membership profile for each bicluster was explored.

The BCBimax algorithm with the binary threshold binarization of the median data produced eight biclusters covering 58,8% of the provinces. This optimal condition was achieved with a minimum of 2 rows and 3 columns. On the other hand, the Plaid algorithm with the constant column model, row release 0,1, and column release 0,4, as well as six maximum layers, produced six optimal biclusters covering 55,88% of the provinces and were overlapping in terms of rows and columns dimensions.

In general, the regional food security patterns in Indonesia from the biclusters generated by both algorithms had low or medium characteristics in terms of food security. The evaluation results showed that the BCBimax algorithm outperformed the Plaid model in identifying the food security patterns in Indonesia. The quality of the biclusters produced by the BCBimax algorithm was better, as evidenced by the lower MSR values and the bicluster profiling plot. The similarity between the two algorithms in terms of bicluster formation was low, at only 14,61%.

Keywords: BCBimax Algorithm, Biclustering, Layer, MSR, Plaid Model

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024¹
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.

EVALUASI KINERJA *BICLUSTERING* ALGORITME BCBIMAX DAN MODEL *PLAID* DALAM MELIHAT POLA KETAHANAN PANGAN WILAYAH INDONESIA

NUR HIKMAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister 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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Ir. Budi Susetyo, MS



Digitally signed by:
Budi Susetyo
(198E06177A317DF)

Date: 25 Mar 2024 10:50:16 WIB
Verify at: dsig@ipb.ac.id

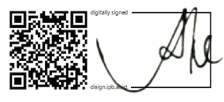
Judul Tesis : Evaluasi Kinerja *Biclustering* Algoritme BCBimax dan Model *Plaid* dalam Melihat Pola Ketahanan Pangan Wilayah Indonesia
Nama : Nur Hikmah
NIM : G1501211023

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si.



Pembimbing 2:
Dr. Farit Mochamad Afendi, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T.
NIP 197503151999031004



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



Tanggal Ujian: 22 Februari 2024

Tanggal Lulus:

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 karya ilmiah yang berjudul “Evaluasi Kinerja *Biclustering* Algoritme BCBimax dan Model *Plaid* dalam Melihat Pola Ketahanan Pangan Wilayah Indonesia” dapat diselesaikan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M.Si. dan Bapak Dr. Farit Mochamad Afendi, S.Si., M.Si., yang telah memberikan waktu, bimbingan dan saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pimpinan sidang, Bapak Dr. Anang Kurnia, S.Si, M.Si dan Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, MS selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk memperbaiki penelitian ini. Terima kasih pula kepada seluruh dosen pengajar Program Studi Statistika dan Sains Data yang telah memberikan banyak ilmu dan pengajaran selama penulis menempuh pendidikan beserta staf tata usaha Statistika IPB atas pendampingan proses administrasi. Disamping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Badan Pengembangan dan Penyuluhan SDM Pertanian-Kementerian Pertanian atas pendanaan dan perizinan dalam melaksanakan tugas belajar. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua, suami dan anak tersayang beserta seluruh keluarga serta rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Statistika dan Sains Data angkatan 2021 yang telah memberikan doa dan dukungan demi kelancaran studi.

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

Bogor, Maret 2024

Nur Hikmah

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisis <i>Bicluster</i>	4
2.2 <i>Biclustering Binary Inclusion Maximal (BCBimax)</i>	6
2.3 Model <i>Plaid</i>	8
2.4 Evaluasi Kinerja Algoritme <i>Biclustering</i>	13
2.5 Ketahanan Pangan	14
III METODE	15
3.1 Data	15
3.2 Tahapan Analisis	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Eksplorasi Data Simulasi	21
4.2 Hasil Analisis Data Simulasi	22
4.3 Eksplorasi Data Empiris	27
4.4 Analisis <i>Biclustering BCBimax</i>	30
4.5 Analisis <i>Biclustering Model Plaid</i>	35
4.6 Evaluasi Kinerja Algoritme <i>Biclustering</i>	40
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	60



DAFTAR TABEL

1.	Kategori algoritme <i>biclustering</i>	5
2.	Skenario pembangkitan dan posisi <i>bicluster</i>	15
3.	Pengaruh ragam data terhadap <i>threshold</i>	23
4.	Analisis sidik ragam	24
5.	Pengaruh nilai <i>threshold</i> terhadap komposisi matriks binerisasi	30
6.	Evaluasi penetapan nilai <i>threshold</i> pada kondisi <i>bicluster</i> optimal	32
7.	Karakteristik wilayah <i>bicluster</i> optimal BCBimax terhadap aspek ketahanan pangan	33
8.	Evaluasi nilai rata-rata MSR model	37
9.	Karakteristik wilayah <i>bicluster</i> optimal model <i>Plaid</i> terhadap aspek ketahanan pangan	38

DAFTAR GAMBAR

1.	Perbedaan hasil <i>clustering</i> (a dan b) dan <i>biclustering</i> (c)	4
2.	Tipe <i>bicluster</i>	5
3.	Proses kerja algoritme BCBimax: (a) Matriks biner; (b) Proses <i>divide</i> dan <i>conquer</i>	6
4.	Diagram alir algoritme BCBimax	7
5.	Diagram alir algoritme model <i>Plaid</i>	12
6.	Diagram alir tahapan analisis data simulasi	17
7.	Diagram alir tahapan analisis data empiris	20
8.	Ilustrasi data simulasi	21
9.	Pengacakan data matriks bangkitan	22
10.	Kemiripan hasil algoritme BCBimax	23
11.	Nilai rata-rata kemiripan algoritme model <i>Plaid</i>	24
12.	Plot antara jenis model <i>Plaid</i> dan <i>bicluster</i>	25
13.	Boxplot kemiripan <i>bicluster</i> algoritme BCBimax dan model <i>Plaid</i> (a) <i>bicluster</i> 1, (b) <i>bicluster</i> 2, (c) <i>bicluster</i> 3, (d) <i>bicluster</i> 4, (e) <i>bicluster</i> 5, (f) <i>bicluster</i> 6	26
14.	Perbandingan rata-rata kemiripan algoritme BCBimax dan model <i>Plaid</i>	27
15.	<i>Heatmap</i> matriks data aspek ketahanan pangan	27
16.	<i>Boxplot</i> peubah aspek ketahanan pangan	28
17.	PCA <i>biplot</i> peubah aspek ketahanan pangan	29
18.	<i>Heatmap</i> jumlah <i>bicluster</i> pada setiap skenario nilai <i>threshold</i>	31
19.	Visualisasi pola ketahanan pangan algoritme BCBimax	35
20.	Nilai rata-rata MSR dan jumlah <i>bicluster</i> setiap model	36
21.	<i>Heatmap</i> rata-rata MSR dan jumlah <i>bicluster</i> model <i>Plaid</i> terbaik	37
22.	Visualisasi pola ketahanan pangan algoritme model <i>Plaid</i>	40
23.	Plot <i>profiling bicluster</i>	41



DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Threshold</i> binerisasi data simulasi	47
2	Nilai <i>threshold</i> skenario rata-rata dan median peubah data simulasi	47
3	Hasil <i>biclustering</i> algoritme BCBimax dengan kombinasi <i>threshold</i> binerisasi, ukuran minimum baris dan kolom	48
4	Gambar plot rata-rata MSR setiap <i>skenario threshold</i> binerisasi	51
5	Hasil <i>biclustering</i> algoritme model <i>Plaid</i> dengan kombinasi model, τ_1 , τ_2 dan <i>layer</i> optimal	52
6	Plot <i>profiling bicluster BCBimax</i>	57
7	Plot <i>profiling bicluster</i> algoritme model <i>Plaid</i>	58

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.