

ALGORITMA HUTAN ACAK TERAMPAT DALAM MODEL CAMPURAN TERAMPAT DAN PENDUGAAN AREA KECIL UNTUK ANALISIS KERAWANAN PANGAN

HERLIN FRANSISKA



**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Algoritma Hutan Acak Terampat dalam Model Campuran Terampat dan Pendugaan Area Kecil untuk Analisis Kerawanan Pangan” adalah karya saya yang disusun dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 disertasi ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Herlin Fransiska
G1601221007

- 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 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 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh disertasi 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 disertasi ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

RINGKASAN

HERLIN FRANSISKA. Algoritma Hutan Acak Terampat dalam Model Campuran Terampat dan Pendugaan Area Kecil untuk Analisis Kerawanan Pangan. Dibimbing oleh AGUS MOHAMAD SOLEH, KHAIRIL ANWAR NOTODIPUTRO dan ERFIANI.

Di era *big data* tersedia data dalam skala yang semakin besar dan cepat serta karakteristik yang kompleks. Kondisi ini memberikan peluang besar bagi pengembangan analisis statistika. Data umumnya memiliki hubungan nonlinier antar-peubah, heterogenitas data, ketidakseimbangan kelas dan struktur data berhierarki atau berkelompok. Karakteristik tersebut menyebabkan metode analisis konvensional kurang memadai sehingga diperlukan pendekatan yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap kondisi data. Pendekatan tersebut diharapkan tidak hanya meningkatkan akurasi prediksi tetapi juga merepresentasikan struktur data secara tepat.

Hutan acak (*Random Forest*/RF) merupakan salah satu metode pembelajaran mesin (*Machine Learning*/ML) yang memiliki kemampuan prediksi yang baik. Metode ini mampu menangkap hubungan nonlinier dan cocok untuk data berdimensi tinggi namun belum mengakomodasi keragaman lokal data secara optimal. Salah satu pengembangannya adalah hutan acak terampat (*Generalized Random Forest*/GRF) yang menggunakan mekanisme pembobotan lokal adaptif untuk menangkap keragaman lokal. Struktur data berhierarki dengan respons dari sebaran keluarga eksponensial umumnya dimodelkan menggunakan model pengaruh campuran terampat. Salah satu pengembangannya dalam ML adalah hutan acak dengan pengaruh campuran terampat (*Generalized Mixed Effects Random Forest*/GMERF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa GMERF memiliki kinerja yang kompetitif dan relatif kekar tetapi GMERF memiliki keterbatasan dalam mengakomodasi keragaman lokal. Keterbatasan tersebut mendorong pengembangan hutan acak terampat dengan pengaruh campuran terampat (*Generalized Mixed Effects Generalized Random Forest*/GMEGRF). Model ini mengintegrasikan keunggulan GRF dalam menangkap keragaman lokal dengan model pengaruh campuran terampat. Di sisi lain, penyusunan kebijakan berbasis bukti memerlukan informasi hingga tingkat wilayah kecil. Keterbatasan ukuran contoh pada wilayah kecil menyebabkan pendugaan langsung kurang memadai sehingga diperlukan pendekatan pendugaan area kecil (*Small Area Estimation*/SAE). Berdasarkan kebutuhan tersebut penelitian ini memperluas GMEGRF ke dalam kerangka SAE.

Penelitian ini terdiri atas empat tahapan yaitu mengevaluasi kinerja GRF, mengevaluasi GMERF, mengembangkan GMEGRF dan memperluas GMEGRF ke dalam kerangka SAE (SAE GMEGRF). Analisis data empiris menggunakan data kerawanan pangan di Provinsi Jawa Barat tahun 2021. Pemilihan data ini didasarkan pada relevansi kerawanan pangan sebagai isu pembangunan yang sejalan dengan target *Sustainable Development Goals* dan juga besarnya jumlah penduduk dan tingkat kerawanan pangan di Provinsi Jawa Barat. Kondisi tersebut memerlukan informasi statistik yang akurat dalam perumusan kebijakan yang tepat.

Kajian pertama menunjukkan bahwa GRF menghasilkan prediksi yang lebih stabil dan seimbang pada data dengan pengaruh tetap dan kelas respons tidak



seimbang. Peubah penting yang berkaitan dengan kerawanan pangan rumah tangga meliputi kepemilikan rekening tabungan bank, jenis bahan material lantai rumah, status bantuan pangan, luas rumah, pendidikan terakhir kepala rumah tangga, status Program Keluarga Harapan (PKH) dan status Penerima Bantuan Iuran (PBI) jaminan kesehatan.

Kajian kedua menunjukkan adanya keragaman antar-kecamatan yang cukup besar sehingga pemodelan dengan pengaruh acak diperlukan untuk merepresentasikan struktur data secara lebih tepat. GMERF memiliki kinerja yang kompetitif dalam memodelkan data kerawanan pangan dengan pengaruh campuran. Peubah penting pada kajian ini meliputi pendidikan terakhir kepala rumah tangga, luas rumah, kepemilikan rekening tabungan bank, jenis bahan material lantai rumah, status kepemilikan aset rumah dan/atau tanah, serta status bantuan pangan.

Kajian ketiga menunjukkan bahwa GMEGRF sebagai pengembangan GMERF mampu meningkatkan fleksibilitas pemodelan pada data yang kompleks. Hasil ANOVA faktorial menunjukkan bahwa metode berpengaruh signifikan terhadap performa model. Besar kecilnya performa model juga dipengaruhi oleh bentuk pengaruh tetap, keseimbangan respons dan keragaman pengaruh acak. Pada data empiris GMEGRF menghasilkan prediksi yang baik. Model ini dapat menjadi alternatif model pengaruh campuran terampat berbasis ML yang adaptif untuk menangkap hubungan kompleks dan struktur berhierarki. Peubah penting pada kajian ketiga meliputi kepemilikan rekening tabungan bank, luas rumah, jenis bahan material lantai rumah, pendidikan terakhir kepala rumah tangga, status bantuan pangan dan jenis bahan material dinding rumah.

Secara keseluruhan ketiga kajian diketahui bahwa peubah penting yang konsisten berkaitan dengan kerawanan pangan rumah tangga meliputi kepemilikan rekening tabungan bank, luas rumah, jenis bahan material lantai rumah, pendidikan terakhir kepala rumah tangga dan status bantuan pangan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kerawanan pangan rumah tangga di Provinsi Jawa Barat tahun 2021 berkaitan dengan karakteristik sosial ekonomi rumah tangga. Karakteristik tersebut mencakup akses terhadap layanan keuangan, kondisi tempat tinggal, tingkat pendidikan kepala rumah tangga dan kerentanan sosial ekonomi. Hasil ini memberikan gambaran mengenai indikator yang relevan dalam mengidentifikasi rumah tangga yang berisiko mengalami kerawanan pangan. Hasil ini juga dapat menjadi informasi pendukung dalam penyusunan kebijakan penanganan kerawanan pangan.

Kajian keempat menunjukkan bahwa hasil simulasi SAE GMEGRF mampu meningkatkan ketelitian pendugaan area kecil dibandingkan penduga langsung dan SAE GMERF terutama pada kondisi data yang kompleks. Analisis data empiris dengan SAE GMEGRF menghasilkan pendugaan tingkat kecamatan sehingga mampu mengidentifikasi wilayah dengan tingkat kerawanan pangan yang relatif tinggi secara lebih jelas. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menentukan wilayah prioritas dalam penanganan kerawanan pangan dan mendukung perumusan kebijakan yang lebih tepat sasaran.

Kata kunci: hutan acak terampat, kerawanan pangan, model pengaruh campuran terampat, pendugaan area kecil, *Sustainable Development Goals*.

SUMMARY

HERLIN FRANSISKA. The Generalized Random Forest Algorithm in Generalized Mixed Effects Model and Small Area Estimation for Food Insecurity Analysis. Supervised by AGUS MOHAMAD SOLEH, KHAIRIL ANWAR NOTODIPUTRO, and ERFIANI.

In the era of big data, data are available in large amounts and at higher speeds, with complex characteristics. This condition provides great opportunities for the development of statistical analysis. In general, data have nonlinear relationships among variables, data heterogeneity, class imbalance, and hierarchical or clustered structures. These characteristics make conventional analytical methods inadequate, so more flexible and adaptive approaches are needed. These approaches are expected not only to improve prediction accuracy but also to represent the data structure properly.

Random Forest (RF) is one of the machine learning (ML) methods with good prediction performance. This method can capture nonlinear relationships and is suitable for high-dimensional data. However, it has not fully accommodated local variation in the data. One of its developments is the Generalized Random Forest (GRF), which uses an adaptive local weighting mechanism to capture local variation. Hierarchical data structures with responses from the exponential family distribution are generally modeled using generalized mixed effects models. One of their developments in ML is the Generalized Mixed Effects Random Forest (GMERF). Previous studies show that GMERF has competitive and relatively robust performance. However, GMERF has limitations in accommodating local variation. These limitations support the development of the Generalized Mixed Effects Generalized Random Forest (GMEGRF). This model combines the advantages of GRF in capturing local variation with generalized mixed effects models. In addition, evidence-based policymaking requires information down to small area levels. Limited sample sizes in small areas make direct estimation inadequate, so a Small Area Estimation (SAE) approach is needed. Based on this need, this study extends GMEGRF into the SAE framework.

This study consists of four stages: evaluating the performance of GRF, evaluating GMERF, developing GMEGRF, and extending GMEGRF into the SAE framework (SAE-GMEGRF). The empirical data analysis uses 2021 food insecurity data for West Java Province. This case was selected because food insecurity is an important development issue related to the Sustainable Development Goals. It was also selected because West Java Province has a large population and a considerable level of food insecurity. These conditions require accurate statistical information for policy formulation.

The first study shows that GRF produces more stable and balanced predictions for data with fixed effects and imbalanced response classes. Important variables related to household food insecurity include ownership of a bank savings account, type of house floor material, food assistance status, house area, highest education level of the household head, status in the Family Hope Program (Program Keluarga Harapan/PKH), and status as a Contribution Assistance Recipient (Penerima Bantuan Iuran/PBI) for health insurance.



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.

The second study shows considerable variation among subdistricts, so modeling with random effects is needed to represent the data structure more properly. GMERF has competitive performance in modeling food insecurity data with mixed effects. Important variables in this study include the highest education level of the household head, house area, ownership of a bank savings account, type of house floor material, ownership status of house assets and/or land, and food assistance status.

The third study shows that GMEGRF, as a development of GMERF, can improve modeling flexibility for complex data. The factorial ANOVA results show that the method has a significant effect on model performance. This effect is also influenced by the form of fixed effects, response balance, and variation in random effects. In the empirical data, GMEGRF produces good predictions. This model can be an alternative ML-based generalized mixed effects model that is adaptive in capturing complex relationships and hierarchical structures. Important variables in the third study include ownership of a bank savings account, house area, type of house floor material, highest education level of the household head, food assistance status, and type of house wall material.

Overall, the important variables consistently related to household food insecurity include ownership of a bank savings account, house area, type of house floor material, highest education level of the household head, and food assistance status. These findings show that household food insecurity in West Java Province in 2021 is related to household socioeconomic characteristics. These characteristics include access to financial services, housing conditions, education level of the household head, and socioeconomic vulnerability. The results provide an overview of relevant indicators for identifying households at risk of food insecurity. The results can also support the formulation of policies to address food insecurity.

The fourth study shows that SAE-GMEGRF can improve the precision of small-area estimation compared with the direct estimator and SAE-GMERF, especially under complex data conditions. SAE-GMEGRF produces estimates at the subdistrict level, so it can more clearly identify areas with relatively high levels of food insecurity. This information can be used to determine priority areas for food insecurity programs and to support more targeted policy formulation.

Keywords: generalized random forest, food insecurity, generalized mixed effects model, small area estimation, Sustainable Development Goals.

ALGORITMA HUTAN ACAK TERAMPAT DALAM MODEL CAMPURAN TERAMPAT DAN PENDUGAAN AREA KECIL UNTUK ANALISIS KERAWANAN PANGAN

HERLIN FRANSISKA

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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 Tertutup Disertasi:

1. Prof. Dr. Anang Kurnia, S.Si.,M.Si.

2. Dr. Bagus Sartono, S.Si.,M.Si.



Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Dr. Bagus Sartono, S.Si.,M.Si.



2. Dr. Sipriyadi, S.Si., M.Si.





Judul Disertasi : Algoritma Hutan Acak Terampat dalam Model Campuran
Terampat dan Pendugaan Area Kecil untuk Analisis Kerawanan
Pangan

Nama : Herlin Fransiska
NIM : G1601221007

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Agus Mohamad Soleh S.Si., M.T.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Khairil Anwar Notodiputro M.S.

Pembimbing 3:
Dr. Ir. Erfiani M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Kusman Sadik, S.Si., M.Si
NIP 197308241997021001

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika dan
Informatika :
Prof. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom
NIP 196607021993021001

Tanggal Ujian: 14 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga disertasi ini berhasil diselesaikan. Karya ilmiah ini berjudul “Algoritma Hutan Acak Terampat dalam Model Campuran Terampat dan Pendugaan Area Kecil untuk Analisis Kerawanan Pangan”. Karya ilmiah ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Statistika dan Sains Data, Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Agus Mohamad Soleh, S.Si., M.T., Prof. Dr. Ir. Khairil Anwar Notodiputro, M.S., dan Dr. Ir. Erfiani, M.Si., yang telah membimbing dan banyak memberikan saran serta perhatian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi pembimbing.

Penghargaan penulis sampaikan kepada Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) 2022-2026 atas dukungan pendanaan berupa beasiswa sehingga penulis dapat menyelesaikan studi doktoral ini. Penghargaan juga disampaikan kepada seluruh dosen dan staf, khususnya yang ada di Program Studi Doktor Statistika dan Sains Data atas segala fasilitas, pelayanan, dan bantuan yang diberikan selama masa studi dan penelitian.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak dan ibu, suami dan anak-anak, bapak dan ibu mertua, adik serta ipar yang telah memberikan dukungan, doa, kasih sayang dan semangat. Terakhir terima kasih penulis ucapkan kepada rekan-rekan mahasiswa Program Doktor Statistika dan Sains Data IPB, khususnya angkatan 2022 atas kebersamaan, diskusi, dan semangat saling mendukung selama perjalanan studi. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Herlin Fransiska

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan Penelitian (<i>novelty</i>)	5
1.7 Sistematika penulisan	5
II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Hutan Acak (<i>Random Forest</i>)	8
2.2 Hutan Acak Terampat (<i>Generalized Random Forest</i>)	10
2.3 Model Campuran Linier Terampat	16
2.4 Pohon dengan Pengaruh Campuran Terampat	17
2.5 Hutan Acak dengan Pengaruh Campuran Terampat	18
2.6 Pendugaan Area kecil (<i>Small Area Estimation</i>)	20
2.7 <i>SAE Mixed Effect Random Forest</i>	24
2.8 <i>SAE Generalized Mixed Effects Random Forest</i>	27
2.9 Kerawanan Pangan	28
III EVALUASI KINERJA HUTAN ACAK DAN HUTAN ACAK TERAMPAT PADA DATA KERAWANAN PANGAN	31
3.1 Pendahuluan	31
3.2 Data dan Metode	32
3.3 Hasil dan Pembahasan	37
3.4 Kesimpulan	43
IV EVALUASI KINERJA GLMM, GMET, DAN GMERF DALAM PEMODELAN KERAWANAN PANGAN BERSTRUKTUR HIERARKI	45
4.1 Pendahuluan	45
4.2 Data dan Metode	46
4.3 Hasil dan Pembahasan	49
4.4 Kesimpulan	54
V HUTAN ACAK TERAMPAT DALAM MODEL PENGARUH ACAK TERAMPAT	55
5.1 Pendahuluan	55
5.2 Formulasi dan Algoritma GMEGRF	56
5.3 Kajian Simulasi GMEGRF	59
5.4 Kajian Empiris GMEGRF	80
5.5 Kesimpulan dan Saran	84



VI	PENGEMBANGAN SAE GMEGRF UNTUK PENDUGAAN AREA KECIL DATA KERAWANAN PANGAN	85
6.1	Pendahuluan	85
6.2	Formulasi Model SAE GMEGRF	86
6.3	Kajian Simulasi SAE-GMEGRF	89
6.4	Kajian Empiris SAE GMEGRF	97
6.5	Kesimpulan dan Saran	107
VII	PEMBAHASAN UMUM	108
VIII	KESIMPULAN DAN SARAN	112
8.1	KESIMPULAN	112
8.2	SARAN	113
	DAFTAR PUSTAKA	114
	LAMPIRAN	118
	RIWAYAT HIDUP	123

DAFTAR TABEL

1	Ringkasan Perbedaan Utama Algoritma RF dan GRF	16
2	Rincian Peubah Penelitian Klasifikasi Kerawanan Pangan Rumah Tangga	33
3	Metrik konfusi	36
4	Rata-rata kinerja RF dan GRF	42
5	Struktur Peubah Penelitian Kerawanan Pangan	47
6	Rata-rata dan simpangan baku evaluasi kinerja model GLMM, GMET, dan GMERF	51
7	Rancangan simulasi evaluasi model GMERF dan GMEGRF	61
8	Metrik Evaluasi GMERF dan GMEGRF	64
9	Hasil Analisis Faktorial (Akurasi)	68
10	Hasil Analisis Faktorial (Sensitivitas)	70
11	Hasil Analisis Faktorial (Spesifisitas)	72
12	Hasil Analisis Faktorial (Akurasi Seimbang)	74
13	Hasil Analisis Faktorial (AUC)	76
14	Hasil Analisis Faktorial (Kappa)	78
15	Skenario Kajian Simulasi SAE-GMERF dan SAE-GMEGRF	90
16	Ringkasan RB dan RRMSE pada empat skenario simulasi	94
17	Ringkasan RB-RMSE dan RRMSE-RMSE bootstrap SAE-GMEGRF	95
18	Peubah penyerta yang digunakan dalam pemodelan SAE	98
19	Perbandingan kinerja model SAE terhadap penduga langsung Rasch	104

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka Penelitian	7
2	Ilustrasi fungsi pembobotan GRF	12
3	Instrumen FIES dalam SUSENAS	30
4	Prosedur analisis evaluasi kinerja RF dan GRF	35
5	Sebaran klasifikasi pengalaman kerawanan pangan rumah tangga di Jawa Barat tahun 2021	38
6	Boxplot peubah prediktor numerik	38
7	Korelasi peubah respons dengan peubah prediktor numerik	39
8	Proporsi setiap peubah prediktor kategori	40
9	Boxplot metrik evaluasi RF dan GRF	41
10	Urutan peubah penting klasifikasi kerawanan pangan rumah tangga berdasarkan GRF	43
11	Prosedur analisis evaluasi kinerja GLMM, GMET dan GMERF	47
12	Boxplot metrik evaluasi GLMM, GMET, dan GMERF	51
13	Urutan peubah penting dalam klasifikasi kerawanan pangan berdasarkan model GMERF	53
14	Diagram alir kajian simulasi GMERF dan GMEGRF	62
15	Boxplot Metrik Evaluasi Pada Kajian Simulasi GMERF dan GMEGRF	63

16	Boxplot metrik evaluasi analisis kerawanan pangan dengan GMEGRF.	81
17	Peubah penting dalam klasifikasi kerawanan pangan berdasarkan model GMEGRF	82
18	Boxplot empirical RMSE Penduga langsung, SAE-GMERF, dan SAE-GMEGRF pada empat skenario simulasi	95
19	Perbandingan Empirical RMSE dan Bootstrap RMSE SAE-GMEGRF pada empat skenario simulasi	96
20	Prevalensi penduduk dengan kerawanan pangan sedang atau berat berdasarkan skala FIES tingkat provinsi di Indonesia tahun 2021	100
21	Peta prevalensi kerawanan pangan sedang atau berat berdasarkan skala FIES tingkat kabupaten/kota di Jawa Barat tahun 2021	101
22	Urutan prevalensi kerawanan pangan sedang atau berat berdasarkan skala FIES tingkat kabupaten/kota di Jawa Barat tahun 2021	102
23	Reliabilitas prevalensi kerawanan pangan sedang atau berat berdasarkan skala FIES tingkat kabupaten/kota di Jawa Barat tahun 2021	102
24	Peta pendugaan prevalensi kerawanan pangan sedang atau berat tingkat kecamatan dengan Normal-GMEGRF	105
25	Peta pendugaan prevalensi kerawanan pangan sedang atau berat tingkat kecamatan dengan Normal-GMERF	105
26	Koefisien CV Pendugaan Prevalensi Kerawanan Pangan	106



DAFTAR SINGKATAN

BPS	: Badan Pusat Statistik
CART	: Classification and Regression Trees
FIES	: Food Insecurity Experience Scale
GLM	: Generalized Linear Model
GLMM	: Generalized Linear Mixed Model
GMEGRF	: Generalized Mixed Effects Generalized Random Forest
GMERF	: Generalized Mixed Effects Random Forest
GMET	: Generalized Mixed Effects Trees
GRF	: Generalized Random Forest
GT	: Gradient Tree
LMM	: Linear Mixed Model
MERF	: Mixed Effect Random Forest
MERT	: Mixed Effect Regression Trees
ML	: Machine Learning
PODES	: Potensi Desa
RF	: Random Forest
SAE	: Small Area Estimation
SDGs	: Sustainable Development Goals
SUSENAS	: Survei Sosial Ekonomi Nasional