

**PENERAPAN METODE *FUSED* LASSO DALAM MENYELEKSI
FITUR DATA SATELIT LANDSAT 8 PADA MODEL
REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL**



**ZAHRANI ASYATI ZULIKA
NIM. 21337101**

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**PENERAPAN METODE *FUSED* LASSO DALAM MENYELEKSI
FITUR DATA SATELIT LANDSAT 8 PADA MODEL
REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Statistika*



Oleh
ZAHRANI ASYATI ZULIKA
NIM. 21337101

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENERAPAN METODE FUSED LASSO DALAM MENYELEKSI FITUR DATA SATELIT LANDSAT 8 PADA MODEL REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL

Nama : Zahrani Asyati Zulika
NIM : 21337101
Program Studi : S1 Statistika
Jurusan : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:
Kepala Departemen Statistika



Dr. Yenni Kurniawati, S.Si., M.Si
NIP. 198402232010122005

Padang, 13 Mei 2026

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Yenni Kurniawati, S.Si., M.Si
NIP. 198402232010122005

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Zahrani Asyati Zulika
NIM : 21337101
Program Studi : S1 Statistika
Jurusan : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

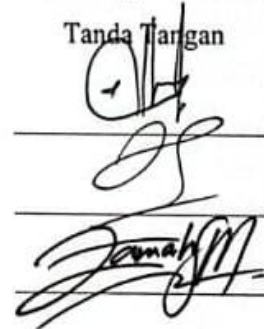
PENERAPAN METODE FUSED LASSO DALAM MENYELEKSI FITUR DATA SATELIT LANDSAT 8 PADA MODEL REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 13 Mei 2026

Tim Penguji	Nama
Ketua	: Dr. Yenni Kurniawati, S.Si., M.Si
Anggota	: Dra. Nonong Amalita, M.Si
Anggota	: Zamahsary Martha, S.Si., M.Si.

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zahrani Asyati Zulika
NIM : 21337101
Program Studi : S1 Statistika
Jurusan : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul “ **Penerapan Metode Fused LASSO Dalam Menyeleksi Fitur Data Satelit Landsat 8 Pada Model Regresi Logistik Multinomial**” Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di Masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah

Diketahui Oleh,
Ketua Departemen Statistika



Dr. Yenni Kurniawati, S.Si., M.Si
NIP. 198402232010122005

Saya yang menyatakan,



Zahrani Asyati Zulika
NIM. 21337101

Penerapan Metode *Fused* LASSO Dalam Menyeleksi Fitur Data Satelit Landsat 8 Pada Model Regresi Logistik Multinomial

Zahrani Asyati Zulika

ABSTRAK

Ketahanan pangan menghadapi tantangan signifikan akibat ketergantungan pada sektor pertanian dengan produksi padi sebagai faktor utama. Metode Kerangka Sampel Area (KSA) cukup akurat untuk melakukan estimasi luas panen padi, namun biaya operasional yang diperlukan tinggi. Salah satu cara alternatif yang digunakan adalah dengan memanfaatkan citra satelit Landsat 8. Citra satelit Landsat 8 memberikan solusi yang lebih efisien dan akurat dalam pemantauan produksi padi. Selain itu juga dapat membantu pemodelan amatan dalam survei KSA menjadi lebih efisien untuk mengklasifikasikan amatan KSA dengan menggunakan Regresi Logistik Multinomial (RLM). Cara untuk menyederhanakan model kompleks dari model RLM ini yaitu dengan metode *Fused Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (*Fused* LASSO). Penelitian ini bertujuan untuk menyederhanakan model klasifikasi pengamatan KSA pada data citra satelit Landsat 8.

Penelitian ini merupakan penelitian terapan menggunakan data sekunder dari survei KSA oleh BPS pada periode waktu 31 Januari 2024 di Kabupaten Padang Pariaman. Metode yang digunakan adalah *Fused* LASSO pada model Regresi Logistik Multinomial. Model RLM-*Fused* LASSO diterapkan dengan variabel respons yang digunakan adalah kategori amatan KSA dan 10 variabel bebas yang mencakup tiga indeks spektral yaitu EVI, MNDWI dan NDBI, serta tujuh band citra.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Fused* LASSO dapat mengurangi kompleksitas model dengan berhasil mengidentifikasi variabel indeks spektral yang berkontribusi dalam klasifikasi fase pertumbuhan padi. Dengan nilai lambda optimal $\lambda_1 = 0,02782559$ dan $\lambda_2 = 0,0139128$, model RLM-*Fused* LASSO mampu mengatasi multikolinearitas dan *overfitting*. Evaluasi kinerja menunjukkan rata-rata untuk *balanced accuracy* 77,74%, *sensitivity* rata-rata 66,57% dan *specificity* 88,91%.

Kata Kunci: Citra Satelit Landsat 8, *Fused Least Absolute Shrinkage and Selection Operator*, Indeks Spektral, Kerangka Sampel Area, Regresi Logistik Multinomial.

Application of the Fused LASSO Method in Selecting Landsat 8 Satellite Data Features in Multinomial Logistic Regression Models

Zahrani Asyati Zulika

ABSTRACT

Food security faces significant challenges due to dependence on the agricultural sector with rice production as the main factor. The Area Sample Framework (ASF) method is quite accurate to estimate the rice harvest area, but the operational costs required are high. One alternative way to use is to use Landsat 8 satellite imagery. Landsat 8 satellite imagery provides a more efficient and accurate solution for monitoring rice production. In addition, it can also help observation modeling in ASF surveys to be more efficient to classify ASF observations using Multinomial Logistic Regression (MLR). The way to simplify the complex model of this MLR model is with the Fused Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (Fused LASSO) method. This study aims to simplify the classification model of KSA observations on Landsat 8 satellite imagery data.

This research is an applied study using secondary data from the ASF survey by BPS in the time period of January 31, 2024 in Padang Pariaman Regency. The method used is Fused LASSO on the Multinomial Logistic Regression model. The MLR-Fused LASSO model was applied with the response variables used were the ASF observation category and 10 independent variables covering three spectral indices, namely EVI, MNDWI and NDBI, as well as seven image bands.

The results of the study show that Fused LASSO can reduce the complexity of the model by successfully identifying spectral index variables that contribute to the classification of rice growth phases. With optimal lambda value $\lambda_1 = 0,02782559$ and $\lambda_2 = 0,0139128$, the MLR-Fused LASSO model is able to overcome multicollinearity and overfitting. Performance evaluation showed an average for balanced accuracy of 77.74%, average sensitivity of 66.57% and specificity of 88.91%.

Keywords: Landsat 8 Satellite Imagery, Fused Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, Spectral Index, Area Sample Framework, Multinomial Logistic Regression.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Metode *Fused* LASSO Dalam Menyeleksi Fitur Data Satelit Landsat 8 Pada Model Regresi Logistik Multinomial” ini dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu prasyarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi Sarjana Statistika, Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yenni Kurniawati, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing sekaligus Kepala Departemen Statistika yang telah berkenan meluangkan waktu, ilmu dan tenaga dalam membimbing dan memberikan arahan selama penyusunan skripsi..
2. Ibu Dra. Nonong Amalita, M.Si., sebagai Dosen Pembahas Skripsi yang telah memberikan arahan dan masukan selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Zamahsary Martha, S.Si., M.Si., sebagai Dosen Pembahas Skripsi yang telah memberikan arahan dan masukan selama penyelesaian skripsi.
4. Bapak dan Ibu Dosen, Staf Pengajar Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Teristimewa untuk kedua orang tua, Bapak Djulimi dan Ibu Yunaida, serta nenek tercinta Ramayulis yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, serta doa dalam setiap kesempatan.

6. Kakak laki-laki Muhammad Fikran Hadyansyah dan sepupu Melati Puspa Kencana yang selalu menemani dan memberikan dukungan baik secara moral maupun finansial selama penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman yaitu Desi sebagai rekan seperjuangan dari awal sampai akhir, Fayyadh, Winda dan Lathifa sebagai rekan yang membantu, memberi masukan motivasi dan menjadi tempat sandaran, Sarah, Nadya, Mutia serta semua pihak yang telah ikut berkontribusi atas kerja sama dan kebersamaannya selama proses penulisan skripsi ini.
8. Terakhir untuk diri sendiri yang telah berjuang dari awal sampai akhir, tetap bertahan meski sering gagal dan tertinggal, selalu merasa ingin menyerah dan patah semangat di setiap proses penulisan skripsi ini hingga berhasil.

Semoga semua bimbingan, arahan, masukan, bantuan dan doa dibalas oleh Allah SWT sebagai amal ibadah. Peneliti menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan masukan dari berbagai pihak sangat diharapkan demi penulisan menjadi lebih baik untuk selanjutnya yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk berbagai pihak yang membutuhkan.

Padang, 13 Mei 2026
Peneliti

Zahrani Asyati Zulika

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	7
C. Rumusan Masalah	7
D. Tujuan.....	7
E. Manfaat Penelitian	8
BAB II KERANGKA TEORITIS.....	9
A. Kerangka Sampel Area (KSA).....	9
B. Citra Satelit Landsat 8	11
C. Asumsi Regresi Logistik.....	15
D. Korelasi Eta.....	17
E. Regresi Logistik Multinomial (RLM).....	18
F. <i>Least Absolute Shrinkage and Selection Operator</i> (LASSO).....	20
G. <i>Fused</i> LASSO	22
H. <i>Confusion Matrix</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
A. Jenis Penelitian.....	27
B. Jenis dan Sumber Data	27
C. Variabel Penelitian	27
D. Teknik Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
A. Eksplorasi Data	31
B. Uji Multikolinearitas	37
C. Pengurutan Variabel Prediktor Berdasarkan Korelasi Eta	38
D. Pemodelan dan Pendugaan Parameter <i>Fused</i> LASSO	40

E. Evaluasi Model.....	43
F. Pembahasan.....	47
BAB V PENUTUP	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fase Amatan KSA	11
2. Band, Panjang Gelombang dan Kegunaannya Citra Satelit Landsat 8	12
4. Interpretasi Koefisien Korelasi Eta	18
5. <i>Confusion matrix</i> $N \times N$	24
6. Standar Evaluasi	26
7. Variabel Penelitian	28
8. Struktur Data	28
9. Urutan Variabel Prediktor Berdasarkan Korelasi Eta	40
10. Estimasi Model <i>Logit</i> Multinomial-Fused LASSO	41
11. <i>Confusion Matrix</i> RLM-Fused LASSO	43
12. Nilai Kriteria <i>Confusion Matrix</i> RLM-Fused LASSO	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tahap Penyusunan KSA.....	9
2. Ilustrasi Pembagian Wilayah dalam Blok dan Segmen.....	10
3. Diagram Alir Penelitian.....	30
4. Frekuensi Kategori Amatan KSA.....	31
5. <i>Boxplot</i> EVI, NDBI, MNDWI, dan Band 1 terhadap Amatan KSA	33
6. <i>Boxplot</i> Band 2, Band 3, Band 4, dan Band 5 terhadap Amatan KSA.....	35
7. <i>Boxplot</i> Band 6 dan Band 7 terhadap Amatan KSA	36
8. Matriks Korelasi Indeks-Indeks Spektral Landsat 8	37
9. Nilai <i>Cross Validation</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Landsat-8 Kabupaten Padang Pariaman 31 Januari 2024 yang telah di analisis penanganan <i>Missing Data</i>	58
2. Nilai Korelasi Eta	59
3. Estimasi Parameter RLM- <i>Fused</i> LASSO	60
4. <i>Confusion Matrix</i> RLM- <i>Fused</i> LASSO	62
5. <i>Syntax</i> Pemodelan	63

BAB I

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ketahanan pangan merupakan aspek vital dalam pembangunan nasional karena menyangkut ketersediaan, aksesibilitas, serta pemanfaatan pangan yang aman, bergizi, dan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat. Dalam konteks Indonesia, ketahanan pangan menghadapi tantangan signifikan akibat ketergantungan pada sektor pertanian, kerentanan terhadap perubahan iklim, serta ketidakmerataan distribusi pangan antar wilayah. Peningkatan jumlah penduduk dan dinamika sosial-ekonomi semakin memperkuat urgensi upaya pemerintah dalam memastikan pasokan pangan yang stabil, terjangkau, dan berkualitas (Miyasto, 2014). Data *Global Food Security Index* (GFSI) 2023 menempatkan Indonesia pada peringkat 63 dari 113 negara, menunjukkan masih adanya tantangan besar dalam aspek keterjangkauan, ketersediaan, dan kualitas pangan (Handini dkk, 2025).

Sektor pertanian merupakan sektor terbesar dalam ketahanan pangan. Sektor tersebut memiliki kontribusi yang sangat signifikan terhadap pencapaian tujuan program *Sustainable Development Goals* (SDG's) kedua, yaitu tidak ada kelaparan, mencapai ketahanan pangan, perbaikan nutrisi, serta mendorong budidaya pertanian yang berkelanjutan. Dalam konteks ini, produksi pangan, terutama padi, memegang peranan krusial dalam menjaga stabilitas sektor pertanian dan ketahanan pangan nasional. Hingga saat ini, pemerintah terus berupaya untuk menjalankan sejumlah program strategis untuk meningkatkan

kapasitas produksi padi nasional guna menjawab tantangan tersebut (BPS, 2025).

Di Indonesia salah satu produktivitas padi pada provinsi Sumatera Barat masih dikategorikan relatif rendah. Hal ini dikarenakan sebagian besar varietas yang ditanam adalah varietas lokal yang telah didaftar atau dilepas menjadi varietas unggul yang memenuhi cita rasa dan preferensi masyarakat (Wibawa, 2022). Produksi padi di Sumatera Barat pada tahun 2024 adalah sebesar 1.356.468 ton GKG. Produksi padi mengalami penurunan sebanyak 126.001 ton atau 8,50 persen dibandingkan produksi beras pada tahun 2023 (BPS Provinsi Sumatera Barat, 2025).

Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD), Kabupaten Padang Pariaman merupakan salah satu Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat dengan kawasan pengembangan sentral produksi di bidang pertanian. Komoditas padi merupakan komoditas yang terpilih untuk dikembangkan karena memiliki potensi besar dari beberapa jenis komoditi tanaman pangan lainnya (Leovita dkk, 2023). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pada 2024 Kabupaten Padang Pariaman memberikan kontribusi produksi padi sebesar 135.905,11 ton (BPS Provinsi Sumatera Barat, 2025).

Survei Kerangka Sampel Area (KSA) adalah survei berbasis area yang dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap sampel segmen dalam periode yang relatif pendek. Di Indonesia, potensi per tanaman dan luas panen dengan metode KSA dikembangkan BPPT sejak tahun 1998, digunakan untuk estimasi produksi padi terkini dan potensi 3 bulan ke depan dengan menggunakan statistik spasial. Dalam praktiknya, petugas lapangan harus mengunjungi titik tengah sub-segmen atau lokasi terdekat di sekitarnya (radius) untuk mengamati secara

langsung kondisi vegetasi atau fase pertumbuhan padi di lokasi tersebut (BPS, 2018).

Adapun cara alternatif untuk memantau produksi padi secara efisien dan cepat dalam skala luas adalah melalui penginderaan jauh. Oleh karena itu, pengembangan teknologi seperti data pemantauan dari citra satelit dapat mengamati titik-titik KSA dengan lebih baik karena jangkauan penglihatannya jauh lebih luas dari pada foto kamera yang diambil oleh petugas di lapangan. Selain itu, klasifikasi penginderaan jauh lebih hemat biaya daripada survei KSA (Kurniawati dkk, 2023).

Citra satelit Landsat 8 cukup baik digunakan untuk menemukan, mengklasifikasikan, dan menguji keakuratannya, karena memiliki resolusi spasial kategori menengah (30m) dan 4 resolusi temporal sedang (16 hari) (Sumiran dkk, 2023). Satelit ini dilengkapi sensor *Operational Land Imager* (OLI) yang mampu merekam informasi spektral pada berbagai panjang gelombang, sehingga dapat merepresentasikan kondisi fisik dan biologis permukaan bumi, termasuk vegetasi pertanian (Ihlen & USGS, 2019). Selain *band* spektral, indeks vegetasi seperti *Enhanced Vegetation Index* (EVI) yang sensitif terhadap tingkat kehijauan tanaman (Huete dkk, 2002), serta *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), dan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) yang masing-masing merepresentasikan karakteristik permukaan terbangun dan kandungan air (Xu, 2006). Kombinasi *band* spektral dan indeks vegetasi tersebut berpotensi besar dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan fase pertumbuhan padi, karena setiap fase pertumbuhan memiliki respons spektral yang berbeda.

Penelitian yang dilakukan oleh Triscowati dkk (2019) berupa citra Landsat 8 menggunakan metode *Supervised Random Forest*. Dengan memanfaatkan

informasi spektral-multitemporal, metode ini mampu memilih variabel terbaik pada klasifikasi amatan KSA yang menggambarkan pola pertumbuhan padi dari waktu ke waktu dengan akurasi 72,73%. Penelitian Marsuhandi dkk (2019) mencoba membandingkan algoritma klasifikasi *Random Forest* dan *Boosting* untuk mengklasifikasikan amatan KSA menggunakan data citra Landsat 8. Penelitian tersebut menemukan bahwa *Random Forest* lebih baik daripada *Bosting* dalam pengklasifikasian amatan KSA dengan akurasi sebesar 76,52%.

Penggunaan kedua metode *Machine Learning* tersebut mampu meningkatkan ketepatan klasifikasi, namun terbatas untuk melihat pendugaan parameter dan pengaruh signifikansi parameter. Keterbatasan ini dikarenakan kedua metode tersebut membentuk model *opaque*. Model ini menghasilkan banyak parameter model yang tidak dapat diinterpretasikan karena tidak menampilkan nilai taksiran dan *p-value* dari parameter (Kurniawati dkk, 2024).

Kurniawati dkk (2023) kemudian mengembangkan metode klasifikasi lain yang digunakan pada klasifikasi KSA untuk melihat pengaruh dari parameter, yaitu dengan model Regresi Logistik Multinomial (RLM). Penelitian ini mengembangkan model RLM untuk meningkatkan akurasi estimasi fase pertumbuhan padi berdasarkan data KSA dan indeks spektral dari citra Landsat 8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks spektral dari citra Landsat 8 efektif digunakan dalam model RLM untuk mengklasifikasikan fase pertumbuhan padi berdasarkan data KSA. Model yang diperoleh sangat kompleks dengan sembilan parameter ditambah dengan variabel respons yang bersifat *multiclass*. Sehingga, untuk mereduksi kompleksitas model diperlukan suatu metode pemilihan variabel.

Salah satu metode seleksi variabel adalah menggunakan metode *shrinkage* yaitu suatu pendekatan untuk menyesuaikan model dengan mengatur estimasi parameter mendekati atau menjadi nol sehingga dapat mengurangi varians secara signifikan. Adapun metode *shrinkage* yang paling dikenal adalah *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO). LASSO melakukan estimasi dengan meminimalkan jumlah kesalahan kuadrat dengan menyusutkan sejumlah parameter menjadi nol (James dkk, 2006). LASSO juga merupakan pengembangan dari regresi *Ridge* yang mampu menyelesaikan model regresi yang terdapat multikolinearitas (Robbani dkk, 2019). Pendekatan ini tidak hanya menyederhanakan model tetapi juga meningkatkan interpretasi, khususnya dalam analisis data berdimensi tinggi seperti citra Landsat 8.

Model yang dihasilkan oleh LASSO bersifat *sparse*, yaitu hanya mempertahankan variabel yang paling berpengaruh. Namun, LASSO memiliki keterbatasan karena tidak memperhitungkan adanya struktur atau urutan alami antar variabel prediktor. Dalam konteks data berurutan seperti data urutan spasial, temporal, atau posisi genomik. LASSO memperlakukan semua variabel secara independen tanpa mempertahankan keterhubungan lokal antar variabel (Tibshirani dkk, 2005).

Tibshirani kemudian mengembangkan metode *Fused LASSO*. *Fused LASSO* tidak hanya mengukur besarnya koefisien tetapi juga perbedaan antar koefisien yang berdekatan. Pendekatan ini memungkinkan model untuk menghasilkan solusi yang bersifat *sparse*, tetapi juga perbedaan antar koefisien yang berdekatan (*fusion penalty*). Dengan demikian, *Fused LASSO* mampu menghasilkan model yang

tidak hanya sederhana, tetapi juga halus (*smooth*) dan mampu menangkap adanya kesamaan pola antar fitur yang berdekatan yang konstan (*piecewise constant*).

Tibshirani juga menjelaskan bahwa metode *Fused LASSO* tidak hanya terbatas pada data dengan fitur yang memiliki urutan alami, tetapi juga dapat diterapkan pada fitur yang tidak memiliki urutan (*unordered features*). Dalam penelitian yang dilakukannya menggunakan data ekspresi gen pada kasus klasifikasi leukimia, di mana setiap gen diperlakukan sebagai sebuah fitur yang tidak memiliki urutan. Pendekatan ini memungkinkan *Fused LASSO* tetap melakukan seleksi variabel sekaligus mengelompokkan fitur-fitur yang saling berkorelasi, meskipun tidak tersusun secara berurutan (Tibshirani dkk, 2005).

Kurniawati dkk (2020) melakukan penelitian serupa menggunakan *Fused LASSO* yang diadaptasi dengan tiga pendekatan pengurutan fitur berdasarkan korelasi antar variabel dan antara variabel dengan respons. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Fused LASSO* dengan pendekatan yang mengurutkan fitur berdasarkan korelasi antara variabel bebas dengan variabel respons, memiliki nilai AIC dan BIC paling rendah, menghasilkan performa model terbaik.

Penelitian ini menggunakan model Regresi Logistik Multinomial dan metode *Fused LASSO* untuk mengendalikan kompleksitas model dengan melakukan seleksi variabel pada fitur yang tidak berurutan (*unordered features*) melalui dua mekanisme utama, yaitu *sparsity* (seleksi variabel penting) dan *smoothness* (konsistensi antar koefisien yang berdekatan) pada fase pertumbuhan padi berbasis citra satelit Landsat 8. Melalui pendekatan ini, penelitian bertujuan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang klasifikasi fase pertumbuhan padi, menyusun rekomendasi kebijakan untuk meningkatkan produktivitas padi pada sektor

pertanian dan ketahanan pangan di Indonesia. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini mengambil judul **“Penerapan Metode *Fused* LASSO Dalam Menyeleksi Fitur Data Satelit Landsat 8 Pada Model Regresi Logistik Multinomial”**

B. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan untuk menjaga fokus dan keakuratan analisis. Penelitian ini berfokus pada pemantauan fase pertumbuhan padi di wilayah Kabupaten Padang Pariaman menggunakan citra satelit Landsat 8. Kemudian, analisis data dalam penelitian ini hanya terbatas selama periode waktu 31 Januari 2024.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apa saja variabel indeks spektral Landsat 8 yang berkontribusi pada model Regresi Logistik Multinomial dengan metode *Fused* LASSO (RLM-*Fused* LASSO)?
2. Bagaimana kinerja model Regresi Logistik Multinomial dengan metode *Fused* LASSO untuk memodelkan fase amatan KSA?

D. Tujuan

1. Mengidentifikasi variabel indeks spektral Landsat 8 yang berkontribusi pada model Regresi Logistik Multinomial dengan metode *Fused* LASSO (RLM-*Fused* LASSO).
2. Mengevaluasi kinerja model Regresi Logistik Multinomial dengan metode *Fused* LASSO (RLM-*Fused* LASSO) dalam memodelkan fase amatan KSA.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis, memberikan kesempatan untuk menambah ilmu pengetahuan dan mengembangkan keterampilan dalam penerapan metode statistik dan *machine learning*, khususnya pengolahan citra satelit pada fase pertumbuhan padi dengan penerapan dalam pemodelan RLM-*Fused* LASSO.
2. Bagi Instansi Pemerintah, sebagai bahan acuan dalam rumusan strategis terkait peningkatan efektivitas program pertanian dan mendukung perencanaan berbasis data.
3. Bagi Pembaca, memberikan wawasan tentang penerapan teknologi penginderaan jauh, metode statistik dalam pemantauan produksi padi, pengambilan solusi yang efektif terhadap kompleksitas data dengan dimensi tinggi.

BAB II

BAB V

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Model Regresi Logistik Multinomial dengan metode *Fused* LASSO (RLM-*Fused* LASSO) berhasil mengidentifikasi beberapa variabel indeks spektral yang berkontribusi dalam klasifikasi fase pertumbuhan padi yaitu *Enhanced Vegetation Index* (EVI), Band 5, *Normalized Difference Water Index* (MNDWI), Band 7, Band 4 dan Band 1, sedangkan variabel yang dieliminasi adalah Band 6, *Normalized Difference Bare Index* (NDBI), Band 3 dan Band 2.
2. Model RLM-*Fused* LASSO menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam memodelkan fase pertumbuhan padi berdasarkan data amatan Kerangka Sampel Area (KSA). Dengan evaluasi kinerja model menunjukkan *balanced accuracy* sebesar 77,74%, *sensitivity* sebesar 66,57%, dan *specificity* mencapai 88,91%. Meskipun *specificity* cukup tinggi, nilai *sensitivity* yang masih tergolong rendah mengindikasikan bahwa model mengalami kesulitan dalam mendeteksi beberapa fase pertumbuhan padi secara akurat.

B. Saran

Model RLM-*Fused* LASSO telah menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengklasifikasikan fase pertumbuhan padi, tetapi masih terdapat tantangan dalam meningkatkan *sensitivity*, terutama pada fase Vegetatif Akhir dan Panen. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik spektral fase vegetatif akhir dan panen memiliki kemiripan dengan fase lainnya sehingga lebih sulit dipisahkan oleh

model. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi variabel pengindraan jauh tambahan yang lebih sensitif terhadap perubahan biofisik tanaman pada fase transisi dan menjelang panen, serta memanfaatkan informasi temporal dari citra multitemporal agar dinamika pertumbuhan tanaman dapat direpresentasikan dengan lebih baik. Selain itu, penelitian lanjutan dengan metode regularisasi atau seleksi fitur lainnya untuk menilai konsistensi variabel terpilih, performa model klasifikasi yang lebih *robust* serta meningkatkan akurasi klasifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis: Second Edition*. In *John Wiley & Sons, INC*. <https://doi.org/10.1002/0470114754>
- Agresti, A. (2015). *Foundations of Linear and Generalized Linear Models*. In *John Wiley & Sons, INC*.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Upaya Perbaikan Data Padi Dengan Metode Kerangka Sampel Area (KSA) 2018*. *Badan Pusat Statistik*.
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2024*.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Provinsi Sumatera Barat 2024*. 6.
- Bluman, A. G. (2012). *Elementary Statistics A Step By Step Approach: Eight Edition*. In *McGraw-Hill*.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for The Behavioral Sciences: Second Edition*. In *Lawrence Erlbaum Associates*.
- Ghaly, F. (2025). *Penerapan Model Regresi Logistik Multinomial-LASSO Untuk Klasifikasi Fase Pertumbuhan Padi Menggunakan Data Imputasi KNN*. Universitas Negeri Padang, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining Concepts and Techniques*. In *Morgan Kaufman*.
- Handini, K. D., Ratmawati, R., & Emilia, E. (2025). *Analisis Ketahanan Pangan Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Tahun 2020 – 2024*. *Pontianak Nutrition Journal (PNJ)*, 8(1), 647–657. <https://doi.org/10.30602/pnj.v8i1.1769>
- Hardianto, Golok Jaya, L. M., Nurgiantoro, & Khairisa, N. H. (2021). *Perbandingan Metode Indeks Vegetasi NDVI, SAVI dan EVI Terkoreksi Atmosfer iCOR*. *JAGAT (Jurnal Geografi Aplikasi Dan Teknologi)*, 5(1), 53. <https://doi.org/10.33772/jagat.v5i1.17841>
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning*. In *Springer*. <http://www.springerlink.com/index/D7X7KX6772HQ2135.pdf>
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. ., Gao, X., & Ferreira, L. . (2002). *Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices*. *Remote Sensing of Environment*, 195–213.

- [https://doi.org/10.1016/S0020-1693\(00\)85959-9](https://doi.org/10.1016/S0020-1693(00)85959-9)
- Ihlen, V., & USGS. (2019). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook (Version 5.0)*.
<https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2006). An Introduction to Statistical Learning Second Edition. In *Springer Texts* (Vol. 102).
- Kurniawati, Y., Notodiputro, K. A., & Sartono, B. (2020). Unordered Features Selection of Low Birth Weight Data in Indonesia using the LASSO and Fused LASSO Techniques. *Proceedings of the 1st International Conference on Statistics and Analysis (ICSA 2019)*, 259–270. <https://doi.org/10.4108/eai.2-8-2019.2290344>
- Kurniawati, Y., Wijayanto, H., Kurnia, A., Dirgahayu D, D., & Susetyo, B. (2024). Rice phenology monitoring via ensemble classification for an extremely imbalanced multiclass dataset of hybrid remote sensing. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 35, 101246. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101246>
- Kurniawati, Y., Wijayanto, H., Kurnia, A., Domiri, D. D., & Susetyo, B. (2023). Selection of Multinomial Logit Models Based on Accuracy Reclassification of the Area Sampling Frame Labels. *Science and Technology Asia*, 28(2), 18–30. <https://doi.org/10.14456/scitechasia.2023.23>
- Leovita, A., Syahrial, & Nurhadina. (2023). Income And Feasibility Of Lowland Rice Farming (*Oryza Sativa* L.) In Lubuk Alung Sub-District, Padang Pariaman District. *J. Agribisnis. Komun. Pertan.*, 6(2), 138–147. <https://doi.org/10.35941/jakp.6.2.2023.12407.138-147>
- Mait, Y. A., Salaki, D. T., & Komalig, H. A. H. (2021). Kajian Model Prediksi Metode Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) pada Data Mengandung Multikolinearitas LASSO Metode kuadrat terkecil Multikolinearitas. *Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 10(2), 69–75. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian>
- Markoulidakis, I., Rallis, I., Georgoulas, I., & Kopsiaftis, G. (2021). Multi-Class Confusion Matrix Reduction Method and Its Application on Net Promoter Score Classification Problem. *Petra*. <https://doi.org/10.3390/technologies9040081>

- Marsuhandi, A. H., Soleh, A. M., Wijayanto, H., & Domiri, D. D. (2019). Pemanfaatan Ensemble Learning Dan Penginderaan Jauh Untuk Pengklasifikasian Jenis Lahan Padi. *Seminar Nasional Official Statistics*. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2019i1.247>
- Miyasto. (2014). Strategi Ketahanan Pangan Nasional guna Meningkatkan Kemandirian dan Daya Saing Ekonomi dalam Rangka Ketahanan Nasional. *Jurnal Kajian Lemhannas RI*, 1(17), 17–34.
- Muller, A. C., & Guido, S. (2017). Introduction to Machine Learning with Python. In *Oreilly*. <https://doi.org/10.2174/97898151244221230101>
- Pardede, D., Hayadi, B. H., & Iskandar. (2022). Kajian Literatur Multi Layer Perceptron: Seberapa Baik Performa Algoritma Ini. *Journal of Ict Applications and System*, 1(1), 23–35. <https://doi.org/10.56313/v1i1.127>
- Prasetyo, S. Y. J. (2023). Metode Penelitian Penginderaan Jauh. In *Uwais Inspirasi Indonesia*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Rizaldi, B. (2024). *Penggunaan Metode Imputasi K-Nearest Neighbor Untuk Penanganan Data Hilang Pada Indeks Spektral Enhanced Vegetation Index Dari Citra Satelit Landsat 8*. Universitas Negeri Padang, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Robbani, M., Agustiani, F., & Herrhyanto, N. (2019). Regresi Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) Pada Kasus Inflasi Di Indonesia Tahun 2014-2017. *Jurnal EurekaMatika*, 7(2), 1–16. <https://ejournal.upi.edu/index.php/JEM/article/view/22130>
- Sanny, B. I., & Dewi, R. K. (2020). Pengaruh Net Interest Margin (NIM) Terhadap Return on Asset (ROA) Pada PT Bank Pembangunan Daerah Jawa Barat Dan Banten Tbk Periode 2013- 2017. *Jurnal E-Bis (Ekonomi-Bisnis)*, 4(1), 78–87.
- Shabrina, N., Sukmono, A., & Subiyanto, S. (2020). Analisis Identifikasi Fase Tumbuh Padi Untuk Estimasi Produksi Padi Dengan Algoritma EVI dan NDRE Multitemporal Pada Citra Sentinel-2 Di Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip*, 9.
- Sugianto, & Rusdi, M. (2017). Pengantar Aplikasi Penginderaan Jauh Hyperspectral. In *Universitas Syiah Kuala*.
- Sumiran, T. P. G., Tisnasendjaja, A. R., & Haryati, A. (2023). *Identifikasi Fase*

Tanam Padi dengan Data Landsat 8 Menggunakan Algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Berbasis Time Series (Studi Kasus: Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur).

- Tibshirani, R., Saunders, M., Rosset, S., Zhu, J., & Knight, K. (2005). Sparsity and smoothness via the fused lasso. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B: Statistical Methodology*, 67(1), 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2005.00490.x>
- Triscowati, D. W., Sartono, B., Kurnia, A., Domiri, D. D., & Wijayanto, A. W. (2019). Klasifikasi Fase Tanam Padi Menggunakan Supervised Random Forest Pada Data Multitemporal Citra Landsat-8. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*.
- Wibawa, W. (2022). Preferensi Konsumen Menentukan Tingkat Adopsi Petani Terhadap Varietas Padi di Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pembangunan Nagari*, 7(2), 146–160. <https://doi.org/10.30559/jpn.v>
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025–3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>