

Analisis Index Vegetation Wilayah Terdampak Kebakaran Hutan Riau Menggunakan Citra Landsat-8 dan Sentinel-2

Analysis of Vegetation Index Areas Affected by Riau Forest Fire Using Landsat-8 and Sentinel-2 Imagery

Risna Sari¹, Liana Trihardianingsih², Rizki Firdaus M³, M.Ilham Arief⁴, Kusrini⁵

^{1,2,3,4,5}Magister Teknik Informatika, Universitas Amikom, Yogyakarta

e-mail: *¹risnasari@students.amikom.ac.id, ²liana.trihardianingsih@students.amikom.ac.id,
³rizkifirdausmulya@students.amikom.ac.id, ⁴ilhamarief@students.amikom.ac.id,
⁵kusrini@amikom.ac.id

Abstrak

Kebakaran hutan telah diidentifikasi sebagai salah satu isu lingkungan utama yang memiliki dampak terhadap keanekaragaman hayati dan iklim global jangka panjang. Riau merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang sering mengalami kebakaran hutan. Upaya untuk memulihkan hutan pasca kebakaran dapat dilakukan dengan pengawasan lahan seperti mengamati tingkat vegetasi pada kawasan kebakaran. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis untuk mengklasifikasikan tingkat vegetasi kawasan pasca kebakaran dengan memanfaatkan indeks vegetasi dengan tujuan mengetahui tingkat vegetasi pasca kebakaran pada wilayah rawan kebakaran di kabupaten Riau. Model yang digunakan pada penelitian ini memakai algoritma Random Forest dan variabel penentu yang digunakan adalah NDVI, NBR, EVI, dan SAVI. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 citra satelit, yaitu Citra Landsat 8 dan Sentinel-2. Dasaset yang didapatkan menggunakan landsat-8 adalah 1871 data, sedangkan dengan menggunakan sentinel-2 diperoleh 606 data. Akurasi data testing maksimal yang diperoleh dengan menggunakan landsat-8 adalah sebesar 99%, sedangkan dengan menggunakan sentinel-2, diperoleh akurasi maksimal sebesar 94%.

Kata kunci—Kebakaran Hutan, Indeks Vegetasi, Random Forest, Citra Landsat-8, Citra Sentinel-2

Abstract

Forest fires have been identified as one of the main environmental issues that have a long-term impact on biodiversity and the global climate. Riau is one of the areas that often experience the phenomenon of forest fires. Efforts to restore post-fire forests can be done by monitoring the land, such as observing the vegetation level in the fire area. In this study, an analysis was carried out to classify the level of vegetation in post-fire areas by utilizing the vegetation index with the aim of knowing the level of post-fire vegetation in fire-prone areas in the Riau district. The model used in this study uses the Random Forest algorithm and the determinant variables used are NDVI, NBR, EVI, and SAVI. This research was conducted using 2 satellite images, namely Landsat 8 and Sentinel-2 Imagery. The dataset obtained using Landsat-8 is 1871 data, while using Sentinel-2 obtained 606 data. The maximum accuracy of testing data obtained using Landsat-8 is 99% while using Sentinel-2, the maximum accuracy is 94%.

Keywords—Forest Fire, Vegetation Index, Random Forest, Landsat-8 Image, Sentinel-2 Image

1 PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kawasan hutan yang luas. Pada tahun 1970-1980an Indonesia memiliki hutan yang luas dengan keanekaragaman hayati yang tinggi bahkan pada tingkat dunia negeri ini sering disebut paru paru dunia dan negara lain pun bergantung pada sirkulasi oksigen kepada negeri ini. Bahkan, Indonesia dinobatkan sebagai negara dengan hutan tropis terluas dan terbesar ketiga di dunia [1]. Namun, kondisi hutan di Indonesia saat ini, hampir setengah dari populasi yang ada mengalami kerusakan akibat peristiwa kebakaran yang berulang [2]. Kebakaran hutan terparah di Indonesia tercatat pada tahun 1997-1998 dengan total lahan terbakar sebesar 9.75 juta ha yang terjadi di Kalimantan (6.5 juta ha), Jawa (0,1 juta ha), Sulawesi (0.4 juta ha), dan Irian Jaya (1 juta ha). Adanya pembakaran untuk membuka lahan usaha dengan skala besar, pembakaran lahan pertanian dan ladang, pembakaran oleh HPH, dan kesengajaan manusia merupakan beberapa faktor penyebab terjadinya kebakaran hutan di Indonesia [3].

Di Indonesia, Riau merupakan wilayah yang memiliki riwayat kebakaran hutan cukup tinggi. Faktor utama dari kebakaran lahan salah satunya disengaja untuk pembukaan lahan perkebunan dan pertanian. Hanya dalam kurun waktu 2 bulan, Januari-Februari 2019, tercatat ada sekitar 843 hektar wilayah di Riau yang meliputi kabupaten Rokan Hilir, Dumai, Bengkali, Meranti, Siak, Kampar, dan kota Pekanbaru mengalami kebakaran [4]. Vegetasi adalah sekumpulan flora yang beraneka ragam dan hidup bersama pada suatu tempat [5]. Vegetasi diartikan sebagai teknik perubahan citra yang berdasar pada data spectral yang tidak hanya menguraikan vegetasi namun juga menguraikan efek soil background dalam analisis vegetasi [6]. Vegetasi di berbagai tempat akan berbeda diakibatkan beberapa faktor termasuk pasca kebakaran wilayah.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Josua Josen dengan judul “Analisis Index Vegetasi Area Terdampak Banjir Bandang di Kabupaten Jayapura Menggunakan Metode Clustering pada Citra Landsat 8” dengan topik pembahasan yaitu membandingkan hasil index vegetasi pra dan pasca banjir dengan mengadopsi metode clustering dan pendekatan NDVI [7]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Ellen dan Magdalena dengan judul “Klasifikasi Resiko Kerusakan Lahan Akibat Tsunami Menggunakan Citra Landsat-8 di Kabupaten Bantul” Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini yaitu melakukan klasifikasi resiko kerusakan lahan yang diakibatkan oleh tsunami menggunakan citra satelit. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan clustering untuk menerapkan Algoritma Machine Learning yaitu Algoritma ANN dengan tingkat akurasi yang diperoleh sebesar 95,45% [8].

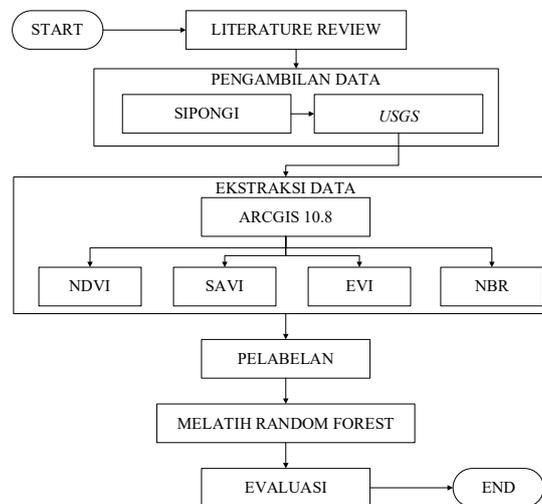
Penelitian lainnya oleh Alen Prodan dan Ivan Racetin dengan judul “Analysis of burned Vegetation Recovery by Means of Vegetation Indices” berfokus untuk mengamati pemulihan vegetasi lahan yang terbakar dengan cara klasifikasi daerah 1 tahun setelah kebakaran. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu maximum Likelihood dengan variabel yang digunakan adalah RVI, NDVI, GRVI, dan NBR. menghasilkan tingkat akurasi sebesar 82,8% [9]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Yunhe Kim dan Minkyoo Youm dkk dengan judul “Recovery of Forest Vegetation in a Burnt Area in the Republic of Korea: A Perspective Based on Sentinel-2 data”. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui wilayah terdampak kebakaran di Korea menggunakan metode clustering [10].

Penginderaan jauh merupakan evolusi dari teknologi fotografi yang dilakukan melalui udara dengan tujuan untuk melihat kondisi bumi secara terperinci agar bisa membantu proses pemetaan bumi [11]. Dari penelitian terdahulu dapat dilihat bahwa peneliti memanfaatkan penginderaan jauh untuk proses penelitiannya. Citra yang populer digunakan yakni Citra Landsat-8 dan Citra Sentinel-2. Berdasarkan dari pemaparan penelitian terdahulu, peneliti berusaha untuk membandingkan citra yang populer digunakan peneliti untuk mengklasifikasikan indeks vegetasi pada wilayah terdampak kebakaran hutan dengan menggunakan algoritma *Random Forest*. Selain untuk mengklasifikasikan indeks vegetasi, penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan akurasi dari dua satelit yang digunakan yaitu Landsat 8 dan Sentinel-2 dengan variabel yang

digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Enhanced Vegetation Index* (EVI), *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) dan *Normalized Burn Ratio* (NBR).

2 METODE PENELITIAN

Setiap penelitian memiliki model rancangan penelitian atau *workflow* yang akan digunakan untuk menggambarkan alur penelitian. Pada Gambar 1 menunjukkan tahap penelitian dimulai dari literatur review, pengambilan data, ekstraksi data, pelabelan data, klasifikasi dan evaluasi

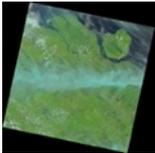
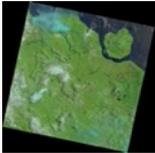


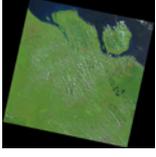
Gambar 1 Workflow Penelitian

2.1. Pengumpulan Dataset

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data dari penginderaan jauh yang didapat melalui *United States Geological Survey* (USGS) <https://earthexplorer.usgs.gov/>, dimana citra yang digunakan adalah Landsat-8 dan Sentinel-2. Sipongi <https://sipongi.menlhk.go.id/> digunakan untuk menentukan wilayah terdampak kebakaran yang ada di kabupaten Riau. Citra yang kami gunakan merupakan citra pada tahun 2021 dengan kurun waktu 5 bulan setelah pasca kebakaran di bulan februari 2021. Detail data citra dapat dilihat Tabel 1

Tabel 1 Detail Citra

No	Tanggal	Citra Landsat-8	Tanggal	Citra Sentinel-2
1	11/3/2021		29/3/2021	
2	12/4/2021		18/4/2021	

3	30/5/2021		28/5/2021	
4	15/6/2021		17/6/2021	
5	17/7/2021		27/7/2021	

Dalam pemotretan citra untuk 1 bulannya itu terdapat beberapa file dalam satu folder yang berisikan komponen – komponen yang akan digunakan dalam proses ekstraksi data untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi. Untuk landsat-8 terdapat 11 komponen band sedangkan sentinel-2 terdapat 12 komponen band. Setiap band memiliki fungsi masing-masing dalam proses mendapatkan nilai indeks vegetasi.

2.2. Ekstraksi Data

Ekstraksi data dilakukan untuk mendapatkan nilai variabel indek vegetasi dari citra yang telah di ambil dari penginderaan jauh. Ekstraksi data ini menggunakan bantuan aplikasi Arcgis 10.8 untuk memudahkan dalam proses menentukan nilai dari indek vegetasi memanfaatkan fitur raster, proses reclassify dan proses extraction menjadi satu data numerik. Keluaran yang dihasilkan adalah nilai numerik dari setiap index vegetasi yang akan digunakan. Variabel indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah NDVI, SAVI, EVI, dan NBR.

2.3. NDVI

NDVI adalah indeks vegetasi yang biasa digunakan [12] untuk memadukan kehijauan sebuah vegetasi atau kadar klorofil pada tumbuhan [13][14] dengan memadukan reflektansi terukur dari saluran lampu merah dan saluran cahaya inframerah [15]. Persamaan (1) merupakan rumus yang digunakan untuk memperoleh nilai NDVI dengan hasil klasifikasi ditunjukkan Tabel 2.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (1)$$

Keterangan persamaan untuk citra landsat-8 dan sentinel-2 berbeda. NIR (*Near-Infrared*) untuk landsat-8 merupakan band 5 sedangkan sentinel-2 yaitu band 8A. Red untuk landsat-8 dan sentinel-2 sama yaitu band 4.

Tabel 2 Klasifikasi NDVI

Nilai NDVI	Klasifikasi
-1 s/d -0.03	Tidak bervegetasi
-0.03 s/d 0.15	Kehijauan sangat rendah
0.15 s/d 0.25	Kehijauan rendah
0.26 s/d 0.35	Kehijauan sedang
0.36 s/d 1.00	Kehijauan tinggi

2.4. EVI

EVI adalah indeks vegetasi yang dikembangkan untuk meminimalkan efek latar belakang kanopi dan variasi atmosfer lebih baik daripada NDVI dengan mengoptimalkan peningkatan sensitivitas sinyal vegetasi [12]. Persamaan (2) merupakan rumusan yang digunakan untuk memperoleh nilai EVI.

$$EVI = 2.5 * \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L)} \quad (2)$$

Keterangan persamaan untuk 2.5 merupakan *gain factor*. Untuk nilai C1, C2 dan L pada citra landsat-8 dan sentinel-2 sama yakni C1=6, C2=7.5 dan L=1. Untuk Blue juga sama yaitu band 2.

2.5. SAVI

SAVI merupakan pengembangan dari NDVI yang menekankan pada kualitas tanah pada tingkat kecerahan kanopi [13] dengan menggunakan persamaan (3) untuk memperoleh hasil SAVI.

$$SAVI = \frac{(1 + L) * (NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \quad (3)$$

Keterangan persamaan hampir sama dengan persamaan (1) dan (2) yang berbeda adalah nilai L untuk SAVI yakni 0.5.

2.6. NBR

NBR merupakan indeks yang dirancang untuk mengidentifikasi daerah yang terbakar [10]. Persamaan 4 merupakan rumus yang digunakan dalam memperoleh nilai NBR.

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (4)$$

Keterangan untuk persamaan 4 yaitu SWIR atau *Short Wavelength Infrared*. Citra SWIR untuk landsat-8 yaitu band 7 dan sentinel-2 yaitu band 12.

2.7. Pelabelan Dataset

Setelah proses ekstraksi selesai tahapan selanjutnya yakni pelabelan dataset. Pelabelan merupakan tahap yang dilakukan untuk menambahkan keterangan atau variabel penentu ketika objek akan diidentifikasi dengan menyesuaikan inputan kelas yang ada di database [16]. Pelabelan pada penelitian ini dilakukan secara manual dengan membaginya kedalam dua kelas yaitu kelas sedang dan kelas tinggi. Proses pelabelan dilakukan secara manual dengan bantuan ahli yaitu seorang mahasiswa geografi. Tabel 3 merupakan 5 detail sample dari dataset landsat 8 setelah proses pelabelan, sedangkan Tabel 4 merupakan 5 detail sample dataset dari sentinel-2.

Tabel 3 Dataset Landsat-8

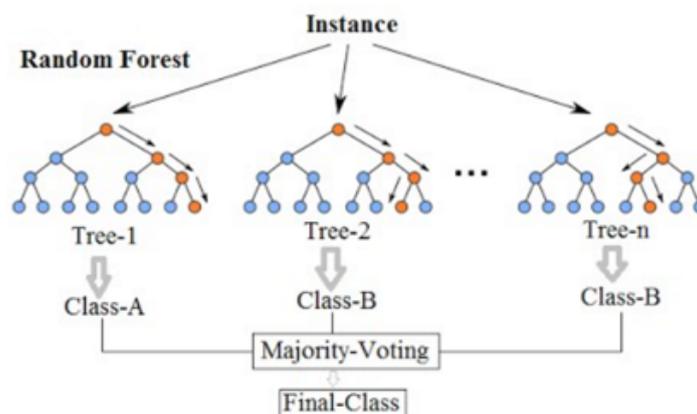
id	tanggal	ndvi	savi	evi	nbr	class
1	11/03/2021	Hijau Rendah	0,14	-0,27	0,32	Sedang
2	11/03/2021	Hijau Sedang	0,32	-0,51	0,38	Sedang
3	11/03/2021	Hijau Sedang	0,41	-1,07	0,39	Sedang
4	11/03/2021	Hijau Tinggi	0,55	-1,03	0,44	Tinggi
5	11/03/2021	Hijau Sedang	0,40	-0,73	0,35	Sedang

Tabel 4 Dataset Sentinel-2

id	tanggal	ndvi	evi	savi	nbr	class
1	29/03/2021	Hijau Rendah	-0,8	0,3	0,4	Sedang
2	29/03/2021	Hijau Tinggi	-6,3	1,0	0,7	Tinggi
3	29/03/2021	Hijau Sedang	-2,9	0,5	0,3	Tinggi
4	29/03/2021	Hijau Tinggi	-10,3	1,0	0,7	Tinggi
5	29/03/2021	Hijau Tinggi	22,1	0,9	0,5	Sedang

2.8. Klasifikasi

Klasifikasi adalah cara untuk mendefinisikan teknik pengelompokan dari kumpulan data yang tergantung pada atribut target atau output sehingga dapat dilakukan analisis terhadap pola data yang ada [17]. Random forest melakukan klasifikasi dengan kumpulan pohon keputusan yang hasil akhirnya diperoleh dengan melakukan vote pada data training yang dilatih dan melakukan testing secara acak dengan fitur yang berbeda-beda [18][19]. Random forest bisa dikatakan sebagai gabungan dari beberapa decision tree yang dibangun dalam sebuah dataset dengan melakukan proses hitung berkali-kali untuk menemukan hasil perhitungan yang maksimal [17]. Gambar 2 merupakan hasil ilustrasi dari random forest [18].



Gambar 2 Ilustrasi Random Forest

2.9. Pengujian

Pengujian atau evaluasi merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengukur apakah performa hasil perhitungan data mining sudah sesuai dengan hipotesis atau justru bertolak belakang. Evaluasi model akan dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix*, yaitu *accuracy*, *recall*, *precision*, dan *f1-score*. *Confusion matrix* merupakan pendekatan yang memberikan pernyataan singkat tentang hasil prediksi pada masalah klasifikasi biner dan multi kelas [20]

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melakukan proses perbandingan 2 citra satelit untuk memperoleh nilai indeks vegetasi pasca kebakaran. Citra yang digunakan yaitu landsat-8 dan sentinel-2. Dalam prosesnya untuk masing-masing citra dilakukan 2 skenario dalam proses perbandingan untuk penggunaan algoritma yang dipilih yaitu algoritma *random forest*.

3.1. Landsat-8

Dataset hasil ekstraksi fitur yang diperoleh dari landsat-8 adalah sebanyak 1871 data. Proses klasifikasi dilakukan dengan membagi dataset sebesar 80 data training dan 20 data testing. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan 10 pohon keputusan yang diambil secara acak berdasarkan pembagian data training. Gambar 3 merupakan *code* yang digunakan untuk melakukan klasifikasi dengan menggunakan 10 pohon keputusan

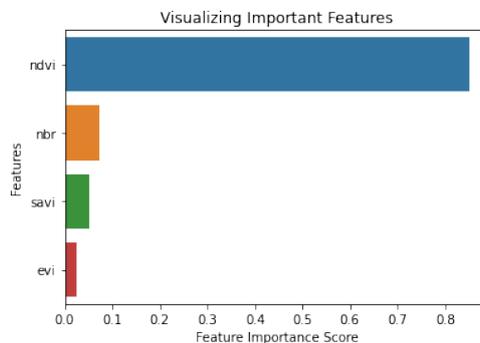
```

1 # import Random Forest classifier
2 from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
3
4 # instantiate the classifier
5 rfc = RandomForestClassifier(random_state=0)
6
7 # fit the model
8 rfc.fit(X_train, y_train)
9
10 # Predict the Test set results
11 y_pred = rfc.predict(X_test)
12
13 # Check accuracy score
14 from sklearn.metrics import accuracy_score
15 print('Model accuracy score with 10 decision-trees : {0:0.4f}'. format(accuracy_score(y_test, y_pred)))

```

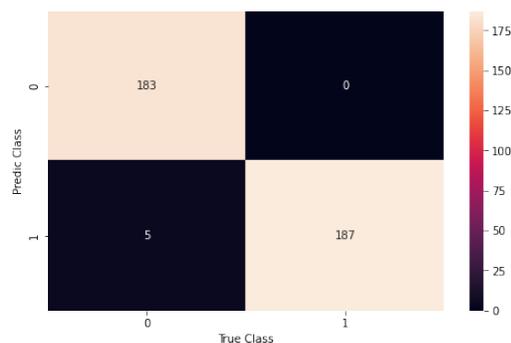
Gambar 3 Klasifikasi Citra Landsat dengan Random Forest

Dalam proses pengujian dilakukan 2 skenario untuk melihat perbandingan akurasi yang dilakukan. Dua skenario ini dilakukan dengan menggunakan jumlah parameter yang sama, namun dengan jumlah variabel yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan akurasi terbaik. Skenario 1 dilakukan dengan menggunakan seluruh variabel yang ada, yaitu NDVI, EVI, SAVI dan NBR. Hasil dari skenario 1 diperoleh akurasi sebesar 98,6% untuk data training. Berdasarkan proses data training yang dilakukan dengan menggunakan 10 pohon keputusan, dapat dilihat seberapa besar setiap variabel mampu memberikan sumbangsih pada tahap pengklasifikasian data training. Gambar 4 merupakan visualisasi dari tingkat kontribusi variabel yang digunakan pada skenario 1 pada penelitian ini.



Gambar 4 Visualisasi Important Features Landsat-8

Klasifikasi pada skenario 1 dengan menggunakan 4 variabel diperoleh nilai sebesar 99% untuk data testing. Pada Gambar 5 disajikan hasil dari confusion matrix untuk skenario 1 dengan menggunakan landsat-8. Sedangkan pada Tabel 5 merupakan hasil dari nilai dari precision, recall, dan f1-score dari perhitungan menggunakan random forest pada skenario 1.



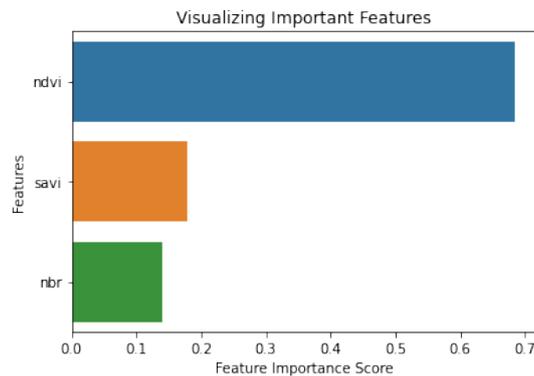
Gambar 5 Confusion Matrix Skenario 1 Landsat-8

Tabel 5 Classification Report Landsat-8

	Precision	Recall	F1-Score	Support
Sedang	0,97	1,00	0,99	183
Tinggi	1,00	0,97	0,99	192
Akurasi			0,99	375

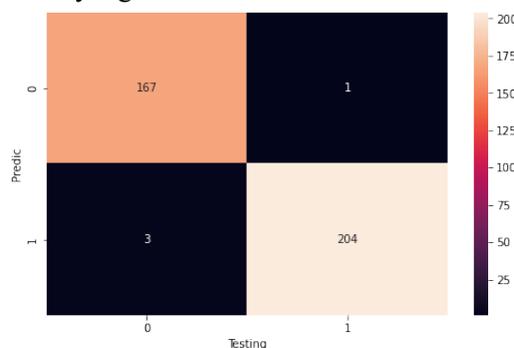
Berdasarkan hasil visualisasi *Important Features* pada Gambar 4, terlihat bahwa variabel EVI merupakan variabel yang memiliki *important score* cukup rendah. Skenario 2 akan dilakukan dengan parameter yang sama namun hanya menggunakan 3 variabel, yaitu NDVI, SAVI, dan EVI.

Pada skenario 2, perolehan akurasi data training mengalami peningkatan sebesar 0,3% yaitu sebesar 98,9%. Terlihat pada Gambar 6 yang merupakan visualisasi terbaru dari tingkat kontribusi variabel yang digunakan tanpa menggunakan EVI.



Gambar 6 Visualisasi Important Features Landsat-8 tanpa EVI

Pada proses pengujian data testing, klasifikasi pada skenario 2 dengan menggunakan 3 variabel ini diperoleh nilai sebesar 99%. Pada Gambar 7 disajikan hasil dari confusion matrix untuk skenario 2 dengan menggunakan landsat-8. Sedangkan pada Tabel 6 merupakan hasil dari precision, recall, dan f1-score dari perhitungan menggunakan random forest dengan parameter 10 dengan menggunakan 3 variabel. Perolehan akurasi pada data testing dengan menggunakan skenario 1 dan 2 diperoleh hasil yang sama.



Gambar 7 Confusion Matrix Skenario 2 Landsat-8

Tabel 6 Classification Report Landsat-8

	Precision	Recall	F1-Score	Support
Sedang	0,99	0,99	0,99	168
Tinggi	1,00	0,97	0,99	207
Akurasi			0,99	375

3.2. Sentinel-2

Dataset yang diperoleh menggunakan sentinel-2 adalah sebesar 605. Sama halnya dengan landsat-8, proses klasifikasi akan dilakukan dengan menggunakan dua skenario. Dua skenario dilakukan dengan cara mengkombinasikan beberapa variabel untuk kemudian dilakukan klasifikasi menggunakan parameter default atau menggunakan 10 pohon keputusan untuk melatih data training. Gambar 8 merupakan *code* yang digunakan untuk melakukan klasifikasi dengan menggunakan 10 pohon keputusan.

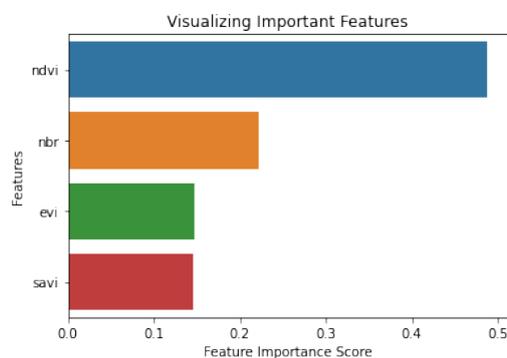
```

1 # import Random Forest classifier
2 from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
3
4 # instantiate the classifier
5 rfc = RandomForestClassifier(random_state=0)
6
7 # fit the model
8 rfc.fit(X_train, y_train)
9
10 # Predict the Test set results
11 y_pred = rfc.predict(X_test)
12
13 # Check accuracy score
14 from sklearn.metrics import accuracy_score
15 print('Model accuracy score with 10 decision-trees : {0:0.4f}'.format(accuracy_score(y_test, y_pred)))

```

Gambar 8 Klasifikasi Citra Sentinel dengan Random Forest

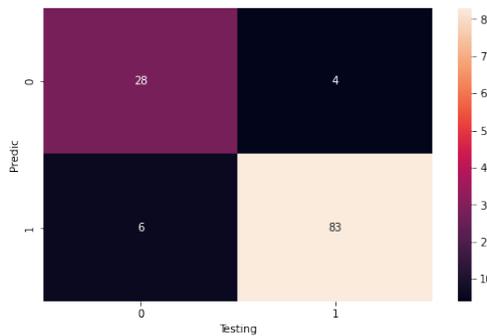
Tujuan dari penggunaan 2 skenario ini adalah melihat mendapatkan akurasi yang terbaik. Pada proses skenario 1 yang dilakukan dengan menggunakan 4 variabel diperoleh hasil akurasi data training sebesar 91,7%. Gambar 9 merupakan visualisasi dari tingkat kontribusi variabel yang digunakan pada skenario 1 dengan sentinel-2.



Gambar 9 Visualisasi Important Features Sentinel-2

Berdasarkan hasil visualisasi Important Features pada Gambar 9, dapat dilihat bahwa variabel EVI dan SAVI merupakan variabel yang memiliki peran cukup rendah namun tidak banyak selisih dengan variabel NDVI yang memiliki nilai tertinggi. Klasifikasi pada skenario 1, yaitu dengan 4 variabel diperoleh tingkat akurasi data testing sebesar 94%. Gambar 10 merupakan

hasil dari confusion matrix untuk skenario 1 dengan menggunakan sentinel-2 dan pada Tabel 7 dapat dilihat hasil perhitungan dari precision, recall, dan f1-score dari perhitungan skenario 1.

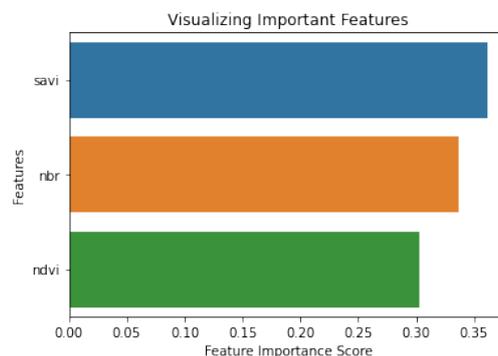


Gambar 10 Confusion Matrix Skenario 1 Sentinel-2

Tabel 7 Classification Report Sentinel-2

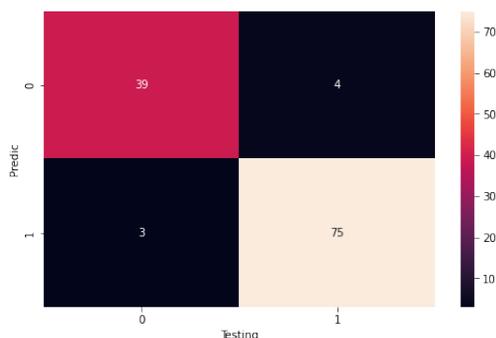
	Precision	Recall	F1-Score	Support
Sedang	0,93	0,91	0,92	43
Tinggi	0,95	0,96	0,96	78
Akurasi			0,94	121

Selanjutnya, skenario 2 akan dilakukan sama seperti dengan skenario 2 dengan menggunakan landsat-8 yaitu dengan menggunakan 3 variabel untuk melihat akurasi yang nantinya dihasilkan. Klasifikasi skenario 2 dilakukan dengan menggunakan 3 variabel dengan menghilangkan variabel EVI dan diperoleh peningkatan sebesar 2,5% dari sebelumnya yaitu menjadi 94,2% untuk data training. Gambar 11 merupakan visualisasi terbaru dari tingkat kontribusi variabel yang digunakan pada penelitian ini setelah tanpa menggunakan EVI, terlihat bahwa setiap variabel memiliki perbedaan nilai yang tidak terlalu jauh.



Gambar 11 Visualisasi Important Features Sentinel-2 tanpa EVI

Pada Gambar 12 terlihat bahwa peran setiap variabel kembali memiliki nilai yang berbeda ketika variabel evi dihapus. Pada proses pengujian menggunakan data testing, klasifikasi dengan menggunakan 3 variabel ini diperoleh hasil yang sama yaitu sebesar 94%. Gambar 12 merupakan hasil dari confusion matrix untuk skenario 2 dengan menggunakan sentinel-2. Sedangkan pada Tabel 8 dapat dilihat hasil dari nilai dari precision, recall, dan f1-score dari perhitungan menggunakan random forest dengan parameter 10 dengan menggunakan 3 variabel.



Gambar 12 Confusion Matrix Skenario 2 Sentinel-2

Tabel 8 Classification Report Sentinel-2 Tanpa EVI

	Precision	Recall	F1-Score	Support
Sedang	0,93	0,91	0,92	43
Tinggi	0,95	0,96	0,96	78
Akurasi			0,94	121

Hasil akurasi yang diperoleh dengan menggunakan Landsat-8 dan Sentinel-2 mengalami perbedaan pada proses pelatihan data training, namun mengalami nilai yang sama pada data testing ketika diuji dengan menggunakan 2 skenario pengujian. Tabel 9 merupakan detail dari hasil tiap skenario pengujian yang dilakukan.

Tabel 9 Detail Akurasi Pengujian Tiap Skenario

Satelit	Skenario 1		Skenario 2	
	Data Training	Data Testing	Data Training	Data Testing
Landsat-8	98,6%	99%	91,7%	94%
Sentinel-2	98,9%	99%	94,2%	94%

4 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa

1. Analisis dilakukan untuk mengklasifikasikan pertumbuhan indeks vegetasi pada area terdampak kebakaran ke dalam dua kelas yaitu kelas sedang dan kelas tinggi menggunakan satelit landsat-8 dan sentinel-2 dengan algoritma *random forest*.
2. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan 10 pohon keputusan dan dibagi menjadi 2 skenario yaitu menggunakan 4 variabel yaitu NDVI, SAVI, EVI, dan NBR dan 3 variabel yaitu NDVI, SAVI, dan NBR.
3. Dengan menggunakan ekstraksi data citra landsat-8, diperoleh hasil akurasi data training sebesar 98,6% pada skenario 1 dan 98,9% pada skenario 2. Sedangkan untuk akurasi data testing diperoleh hasil yang sama yaitu 99% untuk kedua skenario.
4. Dengan menggunakan ekstraksi data dengan citra Sentinel-2 diperoleh hasil akurasi data training sebesar 91,7% pada skenario 1 dan 94,2% pada skenario dua. Sedangkan akurasi pada data testing diperoleh hasil yang sama antara kedua skenario yaitu sebesar 94%.
5. Performa model prediksi dengan menggunakan citra satelit Landsat-8 dan Sentinel-2 diperoleh hasil terbesar dengan menggunakan citra satelit Landsat-8 dan diperoleh akurasi sebesar 99% dengan menggunakan random forest

5 SARAN

Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan proses klasifikasi dengan menggunakan algoritma lain untuk mendapatkan akurasi terbaik sehingga dapat dilakukan perbandingan performa. Selain itu, juga dapat dilengkapi dengan menyajikan visualisasi pertumbuhan index vegetasi.

6 UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan penulis kepada Universitas Amikom Yogyakarta sebagai pihak telah memberi dukungan financial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. K. Hadi, S. H. Mukti, and W. Widyatmanti, "Pemetaan Pola Spasial Kebakaran Hutan dan Lahan di Taman Nasional Gunung Merbabu Berbasis Penginderaan Jauh Tahun 2019," vol. 2, no. 1, pp. 43–50, 2021.
- [2] Y. Vetrita and M. A. Cochrane, "Fire Frequency And Related Land-Use And Land-Cover Changes In Indonesia's Peatlands," *Remote Sens.*, vol. 12, no. 1, 2020, doi: 10.3390/RS12010005.
- [3] B. Hero Saharjo, *Pengendalian Kebakaran Hutan dan atau Lahan Indonesia*. PT Penerbit IPB Press, 2016.
- [4] S. Purwo Nugroho, "Pemadaman Kebakaran Lahan Terus Dilakukan, 843 Hektare Telah Terbakar di Riau - BNPB," 2019. <https://bnpb.go.id/berita/pemadaman-kebakaran-lahan-terus-dilakukan-843-hektare-telah-terbakar-di-riau> (accessed Jul. 18, 2022).
- [5] Sosilawaty, Yanarita, L. Indrayanti, and Y. Tanduh, *Komposisi Vegetasi Pada Berbagai Tutupan Lahan Di Laboratorium Alam Hutan Pendidikan Hampangan Universitas Palangka Raya*. 2020.
- [6] W. W. Wijonarko, B. Sasmito, and A. L. Nugraha, "Analisis Ketertiban Tata Letak Bangunan Terhadap Sempadan Sungai Di Sungai Banjir Kanal Timur Kota Semarang (Studi Kasus : Sepanjang Banjir Kanal Timur dari Muara Sampai Jembatan Brigiend Sudiarto (STA 0-STA 7))," *J. Geod. Undip*, vol. 4, no. April, pp. 86–94, 2015.
- [7] J. J. A. Limbong, H. H. Ratu, P. Simbolon, and S. Y. J. Prasetyo, "Analisis Indeks Vegetasi Area Terdampak Banjir Bandang Di Kabupaten Jayapura Menggunakan Metode Clustering Pada Citra Landsat 8," *Indones. J. Comput. Model.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2020, [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.
- [8] E. Yumanda and M. A. I. Pakereng, "Klasifikasi Resiko Kerusakan Lahan Akibat Tsunami Menggunakan Citra Landsat 8 Di Kabupaten Bantul," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1496–1507, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.1109.
- [9] A. Krtalic, A. Prodan, and I. Racetin, "Analysis of burned vegetation recovery by means of vegetation indices," *Int. Multidiscip. Sci. GeoConference Surv. Geol. Min. Ecol. Manag. SGEM*, vol. 19, no. 2.2, pp. 449–456, 2019, doi: 10.5593/sgem2019/2.2/S10.055.
- [10] Y. Kim, M. H. Jeong, M. Youm, J. Kim, and J. Kim, "Recovery of forest vegetation in a burnt area in the republic of korea: A perspective based on sentinel-2 data," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 6, 2021, doi: 10.3390/app11062570.

- [11] N. Halida Hashina, "Penginderaan Jauh Menurut para Ahli: Arti Komponen dan Manfaat," 2021. <https://tirto.id/penginderaan-jauh-menurut-para-ahli-arti-komponen-dan-manfaat-ga7q> (accessed Jul. 18, 2022).
- [12] L. R. Doni, A. Yuliantina, R. Dewi, M. Z. Pahlevi, and N. A. Kusumawardhani, "Komparasi Luas Tutupan Lahan di Kota Bandar Lampung Berdasarkan Algoritma NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dan EVI (Enhanced Vegetation Index)," *J. Geosains dan Remote Sens.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–24, 2021, doi: 10.23960/jgrs.2021.v2i1.43.
- [13] Y. Riko, A. I. Meha, and S. Y. J. Prasetyo, "Perubahan Konversi Lahan Menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus : Kota Salatiga)," *Indones. J. Comput. Model.*, vol. 1, pp. 25–30, 2019.
- [14] Nur Wachid and Wido Prananing Tyas, "Analisis Transformasi NDVI dan kaitannya dengan LST Menggunakan Platform Berbasis Cloud: Google Earth Engine ," *J. Planologi*, vol. 19, no. 1, pp. 60–74, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/psa/article/view/20199/6864>.
- [15] A. Hardianto, P. U. Dewi, T. Feriansyah, N. F. S. Sari, and N. S. Rifiana, "Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2013 dan 2019 (Area Studi: Kota Bandar Lampung)," *J. Geosains dan Remote Sens.*, vol. 2, no. 1, pp. 8–15, 2021, doi: 10.23960/jgrs.2021.v2i1.38.
- [16] M. Hendri, "Perancangan Sistem Deteksi Asap dan Api Menggunakan Pemrosesan Citra," pp. 1–42, 2018.
- [17] P. Rosyani, S. Saprudin, and R. Amalia, "Klasifikasi Citra Menggunakan Metode Random Forest dan Sequential Minimal Optimization (SMO)," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 2, p. 132, 2021, doi: 10.26418/justin.v9i2.44120.
- [18] D. Alita and A. R. Isnain, "Pendeteksian Sarkasme pada Proses Analisis Sentimen Menggunakan Random Forest Classifier," *J. Komputasi*, vol. 8, no. 2, pp. 50–58, 2020, doi: 10.23960/komputasi.v8i2.2615.
- [19] M. Wahyu, B. Santoso, R. Cahya Wihandika, and M. A. Rahman, "Ekstraksi Ciri untuk Klasifikasi Jenis Kelamin berbasis Citra Wajah menggunakan Metode Compass Local Binary Patterns," ... *dan Ilmu Komput. e ...*, vol. 3, no. 11, pp. 10556–10563, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [20] S. Morris, "Image classification using SVM," *IEEE Xplore*, 2018, [Online]. Available: https://rpubs.com/Sharon_1684/454441.