



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN DAN SEBARAN TITIK
PANAS TERHADAP LUAS AREA KEBAKARAN HUTAN DAN
LAHAN DI KABUPATEN BENGKALIS MENGGUNAKAN INDEKS
*NORMALIZED BURN RATIO***

TUGAS AKHIR

**EKO WIDAYANTI
21110118120033**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN DAN SEBARAN TITIK
PANAS TERHADAP LUAS AREA KEBAKARAN HUTAN DAN
LAHAN DI KABUPATEN BENGKALIS MENGGUNAKAN INDEKS
*NORMALIZED BURN RATIO***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
(Strara-1)**

**EKO WIDAYANTI
21110118120033**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
2023**


HALAMAN PERNYATAAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip
maupun dirujuk**

Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Eko Widayanti

NIM : 21110118120033

Tanda Tangan : 

Tanggal : Maret 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Eko Widayanti
NIM : 21110118120033
Departemen : Teknik Geodesi
Judul Skripsi :

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN DAN SEBARAN TITIK
PANAS TERHADAP LUAS AREA KEBAKARAN HUTAN DAN
LAHAN DI KABUPATEN BENGKALIS MENGGUNAKAN INDEKS
*NORMALIZED BURN RATIO***

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Abdi Sukmono, S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T.

Penguji 1 : Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.Eng.

Penguji 2 :

()
()
()
()

Semarang, Maret 2023
Departemen Teknik Geodesi
Ketua



Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T.
NIP. 197703092008121001

HALAMAN PERSEMBAHAN

أَلْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Terselesaikannya laporan hasil Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua ku tercinta, terima kasih untuk Bapak atas segala pengorbanan, nasihat, dukungan, dan do'a terbaik untukku selama ini. Terima kasih untuk Ibu selalu datang disaat aku merasa lelah hingga menjadikan semangatku kembali lagi. Alhamdulillah buk anakmu ini telah memenuhi pesan Ibu dan janjinya untuk melanjutkan kuliah selepas SMA dulu hingga sampai tahap ini.
2. Adikku tercinta, terima kasih selalu ada dan menjadi motivasi untuk tetap semangat selama ini.
3. Diri saya sendiri, terima kasih telah berusaha dengan semaksimal mungkin dan bertahan dalam semua keadaan sampai saat ini hingga seterusnya. *Keep fighting for me..!!*.
4. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, terima kasih untuk semua ilmu pembelajaran, pengalaman, pertemanan, proses pengembangan diri dan lainnya yang telah didapatkan selama jenjang perkuliahan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Curah Hujan dan Titik Panas Terhadap Luas Area Kebakaran Hutan dan Lahan di Kabupaten Bengkalis Menggunakan Indeks *Normalized Burn Ratio*” ini dengan baik. terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ucapkan banyak terima kasih dengan ketulusan hati kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini. Terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. L M Sabri, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. L M Sabri, S.T., M.T., selaku dosen wali yang telah mengampu penulis selama proses perkuliahan.
3. Bapak Abdi Sukmono, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan pengarahan selama proses bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan pengarahan selama proses bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah memberikan banyak ilmu dan pembelajaran selama proses perkuliahan.
6. Bapak Ibu Staff Tata Usaha Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah memberikan pelayanan terbaik selama proses perkuliahan.
7. Sibad, Rino, Salsa, Ardea, Junita, Fitria, Irfan yang telah menjadi teman diskusi dan membantu proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan Astama Suta Buwana Keluarga Teknik Geodesi Undip Angkatan 2018 yang telah menemani proses perkuliahan dari awal hingga seterusnya.
9. Pasullow (Siti Badriyah, Rino Tuhu Sayekti, Salsabilla Nurul Rizqika, Riska Amirotul Qudriyah, Fitria Damayanti, Muizzatun Ihsani, dan Cici Nurmala Sari) yang menjadi tempat bercerita, diskusi, dan senantiasa memberikan semangat baik di dalam ataupun di luar perkuliahan.

10. Ambrozvega Khatulistiwa Angkatan 10 SHERPA (Junita Sabrina Pujayanti, Sujiwo Pandu Wijaya, Irfan Nurfauzi, dan Fatah Aulia) yang banyak memberikan warna dan dukungan baik di dalam ataupun di luar perkuliahan.
11. Keluarga Besar SHERPA Teknik Geodesi Undip yang memberikan banyak pengalaman, wejangan, dukungan, dan semangat baik di dalam ataupun di luar perkuliahan.
12. Teman-teman organisasi di Teknik Geodesi Undip (Mapala SHERPA, Rohis Athlas, Astro, dan FSG) yang menjadi wadah untuk proses pengembangan diri penulis selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama masa perkuliahan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Semoga Allah subhanahu wa ta'ala memberikan pahala yang berlimpah atas segala bentuk bantuan dan dukungan dari berbagai pihak kepada penulis. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Semarang, Maret 2023



Eko Widayanti
NIM. 21110118120033

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eko Widayanti
NIM : 21110118120033
Departemen : Teknik Geodesi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Noneksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN DAN SEBARAN TITIK
PANAS TERHADAP LUAS AREA KEBAKARAN HUTAN DAN
LAHAN DI KABUPATEN BENGKALIS MENGGUNAKAN INDEKS
*NORMALIZED BURN RATIO***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap menyantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Maret 2023

Yang menyatakan,



Eko Widayanti

NIM. 21110118120033

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, yang menyebabkan banyaknya kerugian mulai dari kerusakan lingkungan hingga tercemarnya polusi udara yang mengganggu kesehatan masyarakat di sekitar lokasi terjadinya kebakaran. Salah satu wilayah yang sering mengalami bencana kebakaran hutan dan lahan adalah Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Banyaknya kerugian yang didapat menuntut perlu adanya upaya penanggulangan bencana kebakaran untuk mengurangi dampak yang dihasilkan seperti melakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya kebakaran. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh curah hujan yang menjadi salah satu faktor alam yang dapat mempengaruhi peristiwa kebakaran, serta jumlah sebaran *hotspot* yang menjadi salah satu indikator dalam mendeteksi kebakaran pada suatu wilayah terhadap luasan area kebakaran yang dihasilkan. Proses identifikasi area terbakar dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknik penginderaan jauh menggunakan Citra Sentinel-2 serta indeks kebakaran NBR (*Normalized Burn Ratio*) dengan lima model *threshold* dari pengambilan sampel area terbakar. Sedangkan proses analisis pengaruh antara curah hujan dan *hotspot* terhadap luas area kebakaran yang dihasilkan menggunakan pengujian Regresi Linier Berganda. Hasil dari penerapan *threshold* terbaik pada indeks dNBR yaitu model *threshold* $\mu - 2\sigma$ dengan tingkat akurasi mencapai 81,56% pada periode kebakaran Februari 2019, 73,53% pada periode kebakaran Maret 2019, 71,66% pada periode kebakaran Februari 2020, dan 68,76% pada periode kebakaran April 2020. Sedangkan pada hasil pengujian uji statistika Regresi Linier Berganda menunjukkan bahwa curah hujan dan titik panas (*hotspot*) memberikan pengaruh sebesar 91,41% terhadap luas area kebakaran. Curah hujan berpengaruh negatif terhadap luas area kebakaran yang menunjukkan bahwa semakin rendah curah hujan di suatu wilayah maka semakin besar luas area kebakaran yang dihasilkan begitu pula sebaliknya, sedangkan *hotspot* berpengaruh positif terhadap luas area kebakaran yang menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah *hotspot* di suatu wilayah maka semakin besar luas area kebakaran yang dihasilkan begitu pula sebaliknya.

Kata Kunci : Curah Hujan, *Hotspot*, Indeks dNBR, dan *Threshold*

ABSTRACT

Forest and land fires are a disaster that often occurs in Indonesia, which causes the number of losses ranging from environmental damage to pollution of air pollution that interfere with the health of the community around the location of the fire. One of the areas that often experienced forest and land fires is Bengkalis Regency, Riau Province. The number of losses obtained requires the need for efforts to overcome fire disasters to reduce the resulting impact such as analyzing the factors that cause fire. In this study aims to analyze the effect of rainfall which is one of the natural factors that can affect fire events, as well as the number of hotspots that are one of the indicators in detecting fires in an area of the area of the fire produced. The process of identifying the burning area in this study was carried out by utilizing remote sensing techniques using the Sentinel-2 image and the NBR (Normalized Burn Ratio) fire index with five threshold models from the sampling of the burning area. While the process of analysis of the influence between rainfall and hotspot on the area of fire produced using multiple linear regression testing. The results of the application of the best threshold on the dNBR index are the threshold model $\mu - 2\sigma$ with an accuracy rate of 81.56% in the February 2019 fire period, 73,53% in the March 2019 fire period, 71,66% in the February 2020 fire period, and 68,76% in the April 2020 fire period. While the results of the multiple statistical testing test results showed that rainfall and hotspots had an effect of 91,41% on the area of the fire. Rainfall has a negative effect on the area of the fire which shows that the lower the rainfall in an area, the greater the area of the fire produced and vice versa, while the hotspot has a positive effect on the area of the fire which shows that the more the number of hotspots in an area the more the more the area of the fire produced and vice versa.

Keywords : *dNBR Index, Hotspot, Rainfall, and Threshold*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah.....	4
I.5 Sistematika Penulisan Penelitian.....	5
I.6 Sistematika Kerangka Berpikir.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1 Penelitian Terdahulu.....	7
II.2 Kajian Wilayah Penelitian.....	9
II.2.1 Lahan Gambut.....	11
II.3 Kebakaran Hutan dan Lahan.....	13
II.4 Curah Hujan.....	14
II.4.1 Iklim Kabupaten Bengkalis.....	15
II.4.2 CHIRPS.....	15
II.5 <i>Hotspot</i> (Titik Panas).....	16
II.5.1 Karakteristik <i>Hotspot</i> Penanda Kebakaran.....	17
II.5.2 FIRMS.....	17
II.6 Citra Sentinel-2.....	18
II.6.1 Google Earth Engine.....	19

II.7	NBR (<i>Normalized Burn Ratio</i>)	20
II.8	Pengambilan Sampel.....	21
II.9	Statistika Inferensi	22
II.10	<i>Threshold</i> (Ambang Batas).....	22
II.11	Uji Akurasi.....	23
II.12	Grid Skala Ragam	23
II.13	Uji Normalitas Data	25
II.14	Uji Regresi Linear Berganda.....	25
II.15	Uji Koefisien Determinasi (R^2).....	26
II.16	Koefisien Korelasi	26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	28
III.1	Alat dan Data	28
III.2	Diagram Alir Penelitian	29
III.3	Tahapan Persiapan	30
III.4	Tahapan Pengolahan Data.....	33
III.4.1	<i>Preprocessing</i> Citra Sentinel-2	33
III.4.2	Uji Geometrik.....	34
III.4.3	Ekstraksi Area Terbakar Menggunakan Indeks NBR.....	36
III.4.4	Penentuan Nilai <i>Threshold</i>	38
III.4.5	Uji Akurasi Klasifikasi.....	45
III.4.6	Tahapan Pembuatan Grid.....	48
III.4.7	Tahapan Perhitungan Luas Area Kebakaran Berdasarkan Grid	49
III.4.8	Tahapan Ekstraksi Data Curah Hujan	51
III.4.9	Tahapan Identifikasi Hotspot	52
III.4.10	Tabulasi Data Penelitian.....	54
III.4.11	Uji Normalitas	54
III.4.12	Uji Regresi Linier Berganda.....	55
III.4.13	Uji Hipotesis.....	56
III.4.14	Uji Koefisien Determinasi (R^2).....	56
III.4.15	Uji Koefisien Korelasi (r).....	57
III.5	Tahapan Analisis.....	58
III.6	Tahapan Penyajian Data.....	58
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59

IV.1 Hasil dan Analisis Uji Geometrik	59
IV.1.1 Hasil Uji Kualitas GCP	59
IV.1.2 Hasil Uji CE90	60
IV.2 Hasil dan Analisis Ekstraksi Area Terbakar Menggunakan Indeks NBR	61
IV.2.1 Hasil Penerapan Indeks NBR.....	61
IV.2.2 Hasil Penerapan <i>Difference</i> Indeks (dNBR)	63
IV.3 Hasil dan Analisis <i>Threshold</i> serta Uji Akurasi Penerapan <i>Threshold</i> Area Terbakar	64
IV.3.1 Hasil <i>Threshold</i> Area Terbakar	64
IV.3.2 Hasil Uji Akurasi Penerapan <i>Threshold</i> Area Terbakar	66
IV.4 Hasil dan Analisis Hubungan Data Curah Hujan dengan Titik Panas (<i>Hotspot</i>) Terhadap Luasan Kebakaran Hutan dan Lahan	69
IV.4.1 Hasil Ekstraksi Curah Hujan, <i>Hotspot</i> , dan Luas Area Kebakaran.....	69
IV.4.2 Hasil Uji Normalitas Variabel Penelitian.....	71
IV.4.3 Hasil dan Analisis Uji Regresi Linier Berganda	71
IV.4.4 Hasil Uji Parsial (Uji T)	72
IV.4.5 Analisis Hasil Uji Parsial (Uji T)	74
IV.4.6 Hasil Uji Simultan (Uji F).....	74
IV.4.7 Hasil Uji Koefisien Determinasi (R^2)	75
IV.4.8 Hasil Koefisien Korelasi (r)	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
V.1 Kesimpulan	78
V.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA.....	xviii
LAMPIRAN	xxii
LAMPIRAN 1	xxiii
LAMPIRAN 2	xxviii
LAMPIRAN 3	xxxiii
LAMPIRAN 4	xxxviii
LAMPIRAN 5	xcvi
LAMPIRAN 6	xcix

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Sistematika Kerangka Berpikir	6
Gambar II-1 Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau	10
Gambar II-2 Lahan Gambut Pulau Sumatera	11
Gambar II-3 Lahan Gambut Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau	11
Gambar II-4 Kebakaran Lahan Gambut	12
Gambar II-5 Lahan Gambut Gersang Akibat Terbakar	13
Gambar II-6 Data Luas Area Kebakaran Hutan dan Lahan Kabupaten Bengkalis	14
Gambar II-7 Informasi Hotspot terhadap Observasi Karhutla	16
Gambar II-8 Elemen-Element Kode Editor Google Earth Engine	19
Gambar II-9 Pengambilan Sampel Menggunakan <i>Systematic Grid Sampling</i>	21
Gambar II-10 Kriteria Statistika	22
Gambar II-11 Contoh Urutan Penomoran Grid (dari 1°30' x 1° sampai 2' 30" x 2' 30") ..	24
Gambar II-12 Histogram Normalitas Data	25
Gambar III-1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar III-2 Data Batas Administrasi Kabupaten Bengkalis	30
Gambar III-3 <i>Shapefile</i> Area Kebakaran Hutan dan Lahan Bengkalis (a) 2019, (b) 2020	31
Gambar III-4 Data Curah Hujan Bengkalis Februari 2019	31
Gambar III-5 Data Curah Hujan Bengkalis Maret 2019	31
Gambar III-6 Data Curah Hujan Bengkalis Februari 2020	32
Gambar III-7 Data Curah Hujan Bengkalis April 2020	32
Gambar III-8 Data Sebaran <i>Hotspot</i> Kabupaten Bengkalis	32
Gambar III-9 Tampilan Citra Referensi dan <i>Shapefile</i> Jalan	34
Gambar III-10 Tampilan Citra Sentinel 2	34
Gambar III-11 Sebaran Titik ICP	35
Gambar III-12 Proses Penentuan titik ICP	35
Gambar III-13 Hasil Uji Geometrik	35
Gambar III-14 Perhitungan Indeks NBR <i>Pre-fire</i>	36
Gambar III-15 Hasil Perhitungan Indeks NBR <i>Pre-fire</i>	36
Gambar III-16 Hasil Perhitungan Indeks NBR <i>Post-fire</i>	37
Gambar III-17 Perhitungan <i>Difference</i> Indeks NBR	37
Gambar III-18 Hasil Perhitungan <i>Difference</i> Indeks NBR	38

Gambar III-19 Tampilan <i>v.mkgrid</i>	39
Gambar III-20 Hasil Pembuatan Grid	39
Gambar III-21 Grid Sampel Area Terbakar	39
Gambar III-22 <i>Create Grid</i>	40
Gambar III-23 Titik Sampel Area Terbakar.....	40
Gambar III-24 <i>Sample Raster Values</i>	40
Gambar III-25 Normalitas Data Sampel	43
Gambar III-26 <i>Symbologi Penerapan Threshold</i>	44
Gambar III-27 Penerapan Model <i>Threshold</i>	44
Gambar III-28 Pengambilan Data Valid	45
Gambar III-29 Pengambilan Data Omisi.....	45
Gambar III-30 Pengambilan Data Komisi.....	46
Gambar III-31 Data Tutupan Lahan <i>Non</i> Vegetasi	47
Gambar III-32 <i>Difference</i> Hasil Pengolahan Area Terbakar Dengan Tutupan Lahan.....	47
Gambar III-33 Perubahan Hasil <i>Overlay</i> Pengolahan Dengan Tutupan Lahan	48
Gambar III-34 Pembuatan Grid Menggunakan <i>v.mkgrid</i>	48
Gambar III-35 Hasil Pembuatan Grid	49
Gambar III-36 Hasil Grid Kabupaten Bengkalis.....	49
Gambar III-37 <i>Clip</i> Grid	50
Gambar III-38 Menghitung Luas Area Dengan <i>Field Calculator</i>	50
Gambar III-39 Hasil Perhitungan Luas	50
Gambar III-40 <i>Centroids</i> Data Grid	51
Gambar III-41 Hasil <i>Centroids</i> Grid	51
Gambar III-42 <i>Point Sampling Tool</i>	52
Gambar III-43 Hasil Ekstraksi Nilai Curah Hujan.....	52
Gambar III-44 <i>Hotspot</i> Februari 2019	52
Gambar III-45 <i>Hotspot</i> Maret 2019	53
Gambar III-46 <i>Hotspot</i> Februari 2020	53
Gambar III-47 <i>Hotspot</i> April 2020.....	53
Gambar III-48 Uji Normalitas.....	55
Gambar III-49 <i>Rscript</i> Regresi	55
Gambar III-50 Perhitungan Regresi Linier Berganda.....	55
Gambar III-51 Nilai <i>R Square</i>	57

Gambar III-52 <i>Rscript</i> Korelasi.....	57
Gambar III-53 Perhitungan Koefisien Korelasi	57
Gambar IV-1 Visualisasi RGB dan NBR Februari 2019 (a) <i>pre-fire</i> , (b) <i>post-fire</i>	61
Gambar IV-2 Visualisasi RGB dan NBR Maret 2019 (a) <i>pre-fire</i> , (b) <i>post-fire</i>	61
Gambar IV-3 Visualisasi RGB dan NBR Februari 2020 (a) <i>pre-fire</i> , (b) <i>post-fire</i>	62
Gambar IV-4 Visualisasi RGB dan NBR April 2020 (a) <i>pre-fire</i> , (b) <i>post-fire</i>	62
Gambar IV-5 Visualisasi <i>Difference</i> Indeks (dNBR).....	63
Gambar IV-6 Perbedaan Hasil Uji Akurasi	68
Gambar IV-7 Hasil Uji Normalitas Variabel Penelitian.....	71
Gambar IV-8 Hasil Uji Regresi Linier Berganda	72
Gambar IV-9 Hasil Nilai Signifikansi Uji T.....	73
Gambar IV-10 Hasil Nilai T_{hitung}	73
Gambar IV-11 Hasil Nilai Signifikansi Uji F.....	75
Gambar IV-12 Hasil Nilai F_{hitung}	75
Gambar IV-13 Hasil Nilai <i>R Square</i>	76
Gambar IV-14 Hasil Korelasi Antar Variabel	76

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel II-2 Penelitian Terdahulu (lanjutan).....	8
Tabel II-3 Klasifikasi Curah Hujan Bulanan.....	15
Tabel II-4 Klasifikasi <i>Hotspot</i> Terhadap Kebakaran Hutan dan Lahan.....	17
Tabel II-5 Spesifikasi Citra Sentinel-2.....	18
Tabel II-6 Klasifikasi Tingkat Keparahan Kebakaran.....	21
Tabel II-7 Ukuran Grid Beserta Resolusinya.....	24
Tabel II-8 Klasifikasi R^2	26
Tabel II-9 Intrepetasi Koefisien Korelasi.....	27
Tabel III-1 Data Penelitian.....	28
Tabel III-2 Nilai <i>Difference</i> Indeks Februari 2019.....	41
Tabel III-3 Nilai <i>Difference</i> Indeks Maret 2019.....	41
Tabel III-4 Nilai <i>Difference</i> Indeks Februari 2020.....	41
Tabel III-5 Nilai <i>Difference</i> Indeks April 2020.....	42
Tabel III-6 Uji Normalitas.....	42
Tabel III-7 Nilai Model <i>Threshold</i>	43
Tabel III-8 Perhitungan Uji Akurasi Klasifikasi.....	46
Tabel III-9 Hasil Identifikasi Jumlah <i>Hotspot</i>	54
Tabel III-10 Hasil Tabulasi Data Penelitian.....	54
Tabel IV-1 Hasil RMSE ICP.....	59
Tabel IV-2 Pedoman Teknis Ketelitian Dasar Peta.....	60
Tabel IV-3 Hasil Perhitungan <i>Threshold</i>	64
Tabel IV-4 Hasil Luasan Area Terbakar Model <i>Threshold</i>	64
Tabel IV-5 Hasil Uji Akurasi Sebelum Penambahan Parameter Tutupan Lahan.....	66
Tabel IV-6 Hasil Uji Akurasi Setelah Penambahan Parameter Tutupan Lahan.....	67
Tabel IV-7 Variabel Penelitian.....	69
Tabel IV-8 Data Penelitian.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Sebaran Titik Panas (<i>Hotspot</i>).....	xxiii
Lampiran 2 Peta Sebaran Titik Sampel Area Terbakar.....	xxviii
Lampiran 3 Peta Identifikasi Area Terbakar Model <i>Threshold</i> $\mu-2\sigma$	xxxiii
Lampiran 4 Hasil Ekstraksi Nilai Sampel.....	xxxviii
Lampiran 5 Hasil Perhitungan Nilai <i>Threshold</i> dan Uji Akurasi <i>Threshold</i>	xcvi
Lampiran 6 Tabulasi Data Variabel Penelitian dan Hasil Uji Statistika.....	xcix

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebakaran hutan dan lahan merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, terutama pada musim kemarau di berbagai daerah seperti pulau Sumatera dan Kalimantan. Kebakaran hutan dan lahan menimbulkan kerugian dan kerusakan lingkungan, ekonomi, dan sosial yang sangat besar, bahkan dampak asap yang dihasilkan dapat mengganggu sampai negara tetangga sehingga bisa menyebabkan terganggunya hubungan politik antar negara (Yusuf, Hapsoh, Siregar, & Nurrochmat, 2019). Polusi udara berupa asap dari kebakaran hutan dan lahan sangat mengganggu kesehatan masyarakat yang tinggal di wilayah terdampak kebakaran antara lain batuk, sesak napas, penyakit paru-paru, serta penyakit mata akibat debu yang dihasilkan. Berdasarkan banyaknya kerugian yang didapat dari terjadinya kebakaran hutan dan lahan perlu adanya upaya penanggulangan bencana kebakaran untuk mengurangi dampak yang dihasilkan.

Terjadinya kebakaran hutan dan lahan dapat disebabkan oleh berbagai faktor antara lain faktor alami seperti kemarau berkepanjangan dan faktor kegiatan manusia. Perubahan iklim di Indonesia dapat mempengaruhi terjadinya kebakaran hutan dan lahan, salah satunya adalah curah hujan. Meskipun curah hujan bukan menjadi penentu terjadinya kebakaran, namun curah hujan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keadaan kelembaban bahan bakar, dimana jika curah hujan berkurang maka kelembaban bahan bakar juga berkurang sehingga dapat berpotensi menyebabkan terjadinya kebakaran hutan dan lahan (Itsnaini, 2017). Indikator penyebab terjadinya potensi kebakaran juga dapat dideteksi dengan adanya sebaran titik panas (*hotspot*). Provinsi Riau merupakan salah satu lokasi yang memiliki sebaran *hotspot* terbanyak di Pulau Sumatera dari tahun ke tahun yang terpantau oleh citra satelit. Hal ini lah yang menjadi potensi penyebab sering terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Riau setiap tahunnya. Pada tahun 2019 KLHK mencatat luas hutan dan lahan yang terbakar di Indonesia mencapai 1.649.258 Ha, serta kebakaran hutan dan lahan terbesar salah satunya di Provinsi Riau mencapai 90.550 Ha (KLHK, 2022).

Berdasarkan data dari situs SiPongi yang merupakan sistem monitor kebakaran hutan dan lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kabupaten Bengkalis mengalami kebakaran berturut-turut dari tahun 2018-2021 dan kebakaran tertinggi terjadi pada tahun 2019 mencapai 15.398 Ha dan tahun 2020 mencapai 4.728 Ha (KLHK, 2022).

Pada tahun 2018-2021, dari 10 kabupaten dan 2 kota di Provinsi Riau, wilayah yang sering mengalami kebakaran hutan dan lahan berada di Kabupaten Bengkalis yaitu mencapai total 25.745 Ha dari tahun 2018-2021 dengan kebakaran paling tinggi pada tahun 2019 yaitu mencapai 15.398 Ha. Hal ini karena 69,68% dari luas daratan di Kabupaten Bengkalis merupakan lahan gambut yaitu diperkirakan sebesar 800.017,67 Ha yang digunakan untuk hutan lindung, hutan produksi, hutan suaka alam, perikanan, pariwisata, perkebunan, industri, pertambangan, pemukiman, kawasan lindung, dan pertanian (Nasrul, 2010). Menurut Djajakirana (2002) dalam (Vembrianto, Yoza, dan Sribudiani, 2015) menyatakan ketika lahan gambut terbakar maka tanahnya habis terbakar dan dampak yang terjadi yaitu adanya pemanasan bahan organik yang tidak ikut terbakar. Akibat pemanasan ini dapat menurunkan kemampuan bahan organik untuk memegang air, menjadikan kekeringan terhadap bahan organik, dan terjadi sifat penolakan terhadap air. Karena kadar air tanah menjadi rendah dan kemampuan menyerap air menjadi berkurang dapat menyebabkan tanah gambut yang sudah pernah terbakar akan cenderung lebih mudah terbakar kembali. Pemanasan bahan organik dari gambut ini yang dapat terdeteksi sebagai titik panas (*hotspot*).

Proses mengidentifikasi kebakaran hutan dan lahan dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknik penginderaan jauh menggunakan citra satelit untuk mendapatkan data dan informasi mengenai kondisi perubahan lahan pasca terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Identifikasi kebakaran hutan dan lahan dapat teramati melalui nilai indeks kebakaran yang dihasilkan. Salah satu indeks kebakaran yang digunakan yaitu NBR (*Normalized Burn Ratio*) yang dapat mengidentifikasi tingkat keparahan terjadinya kebakaran. Beberapa penelitian area kebakaran dengan indeks NBR antara lain seperti pada penelitian (Zubaidah, et al., 2017) menggunakan indeks NBR untuk mengetahui akurasi *Burned Area* (BA) dari data Landsat-8, pada penelitian (Sukojo & Herwanda, 2017) menerapkan indeks NBR pada citra berbeda yaitu Landsat-8 dan MODIS untuk mengetahui perbedaan hasil identifikasi area terbakar, serta pada penelitian (Hadi, Mukti, & Widyatmanti, 2021) menggunakan indeks NBR untuk pemetaan pola spasial kebakaran hutan dan lahan.

Area terbakar diidentifikasi berdasarkan nilai *threshold* yang dihasilkan dari pengambilan sampel kebakaran hasil indeks NBR. Mengacu pada Fraser dkk, 2000 dan (Pusfatja LAPAN, 2015), model *threshold* yang digunakan untuk penentuan potensi area terbakar yaitu $\mu + 2\sigma$, $\mu + 1\sigma$, μ , $\mu - 1\sigma$, $\mu - 2\sigma$. Beberapa penelitian mengenai identifikasi area terbakar menggunakan model *threshold* masih terdapat perbedaan hasil *threshold* yang terbaik. Pada penelitian (Suwarsono, Rokhmatuloh, & Waryono, 2013)

dengan menggunakan tiga model *threshold* menunjukkan hasil model *threshold* terbaik untuk identifikasi area terbakar yaitu $\mu + 1 \sigma$ dengan tingkat akurasi mencapai 63,5%. Sedangkan pada penelitian (Pujana, 2020) dengan menggunakan model *threshold* yang sama menunjukkan hasil model *threshold* terbaik untuk identifikasi area terbakar yaitu $\mu - 1 \sigma$ dengan tingkat akurasi mencapai 85,85%, selain itu pada penelitian (Sukojo & Herwanda, 2017) juga menggunakan model *threshold* $\mu - 1 \sigma$ untuk mengidentifikasi area terbakar. Berdasarkan perbedaan hasil model *threshold* terbaik yang digunakan oleh beberapa penelitian terdahulu, dalam penelitian ini juga akan menggunakan lima model *threshold* yaitu $\mu + 2 \sigma$, $\mu + 1 \sigma$, μ , $\mu - 1 \sigma$, $\mu - 2 \sigma$ agar dapat menghasilkan model *threshold* terbaik untuk hasil identifikasi area terbakar.

Berdasarkan penjabaran kajian permasalahan serta penelitian terdahulu mengenai permasalahan kebakaran hutan dan lahan dalam penelitian ini penulis memiliki tujuan untuk menganalisis hubungan antara curah hujan dan sebaran titik panas (*hotspot*) terhadap luasan kebakaran hutan dan lahan yang dihasilkan dengan menggunakan NBR sebagai indeks kebakaran untuk mengidentifikasi area terbakar. Hal ini dikarenakan curah hujan merupakan salah satu faktor alam yang dapat mempengaruhi peristiwa kebakaran pada suatu wilayah, sedangkan jumlah sebaran titik panas (*hotspot*) juga merupakan salah satu indikator dalam mendeteksi kebakaran.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil ekstraksi area terbakar menggunakan indeks NBR di Kabupaten Bengkalis?
2. Bagaimana hasil *threshold* dan uji akurasi penerapan *threshold* area terbakar yang paling sesuai dengan identifikasi area terbakar?
3. Bagaimana hasil hubungan antara data curah hujan dengan titik panas (*hotspot*) terhadap luasan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Bengkalis?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil ekstraksi area terbakar menggunakan indeks NBR di Kabupaten Bengkalis.
2. Mengetahui hasil *threshold* dan uji akurasi penerapan *threshold* area terbakar yang paling sesuai dengan identifikasi area terbakar.

3. Mengetahui hasil hubungan antara data curah hujan dengan titik panas (*hotspot*) terhadap luasan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Bengkalis.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Aspek Keilmuan

Manfaat dari penelitian ini berdasarkan aspek keilmuan yaitu diharapkan dapat menjadi pemikiran baru dalam kemajuan teknologi penginderaan jauh untuk menentukan potensi kebakaran hutan dan lahan berdasarkan analisis pengaruh perubahan iklim dengan sebaran titik panas (*hotspot*).

2. Aspek Kerekayasaan

Manfaat dari penelitian ini berdasarkan aspek kerekayasaan yaitu diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan suatu keputusan mengenai proses penanggulangan bencana kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau.

I.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh curah hujan dan sebaran titik panas (*hotspot*) secara langsung terhadap luas area kebakaran hutan dan lahan.
2. Wilayah penelitian berada di Kabupaten Bengkalis dengan cakupan terkecil dari penelitian ini adalah grid dengan ukuran 2'30" x 2'30".
3. Data yang diperlukan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait.
4. Identifikasi area terbakar menggunakan visualisasi citra, penerapan indeks NBR, model *threshold*, data tutupan lahan, dan data kebakaran dari KLHK.
5. Model *threshold* yang digunakan yaitu $\mu + 2\sigma$, $\mu + 1\sigma$, μ , $\mu - 1\sigma$, $\mu - 2\sigma$.
6. Uji akurasi area terbakar berdasarkan perbandingan luasan data hasil pengolahan dengan data referensi kebakaran hutan dan lahan.

I.5 Sistematika Penulisan Penelitian

Sistematika penulisan dalam penelitian ini diharapkan dapat mendeskripsikan struktur laporan agar jelas dan terarah. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, ruang lingkup, metodologi penelitian, sistematika penulisan penelitian, dan sistematika kerangka berpikir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka ini berisikan kajian penelitian terdahulu serta landasan teori yang digunakan sebagai referensi penulis guna mendukung dan memperdalam literatur.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian ini berisikan langkah-langkah dalam penelitian yang akan dilakukan seperti tahapan persiapan, pengolahan data, analisis data, hingga tahap penyajian data hasil akhir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

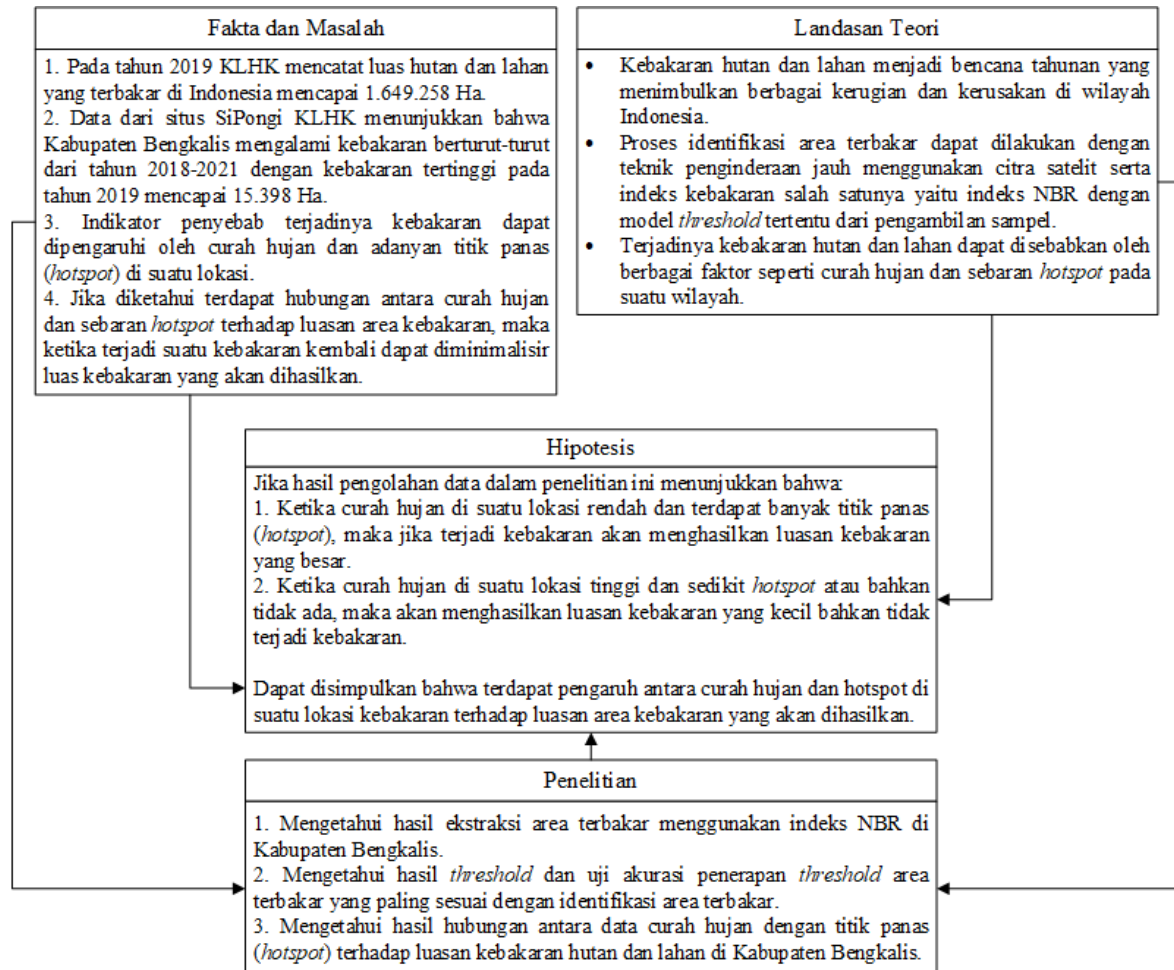
Bab hasil dan pembahasan ini berisikan tampilan hasil penelitian dan analisis hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kesimpulan dan saran ini berisikan kesimpulan hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik lagi.

I.6 Sistematika Kerangka Berpikir

Adapun sistematika kerangka berpikir yang merupakan rangkuman dari penelitian ini terdapat pada **Gambar I-1**.



Gambar I-1 Sistematika Kerangka Berpikir

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, N., & Trisakti, B. (2011). Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kebakaran Hutan dan Deforestasi di Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Penginderaan Jauh Vol.* 8, 11-20.
- BIG. (2018). *Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- BNPB. (2019, Desember 29). *Kerugian Kebakaran Hutan dan Lahan Sepanjang 2019 Capai Rp 75 Triliun*. Retrieved from BNPB: <https://bnpb.go.id>
- BPS Bengkalis. (2019). *Kabupaten Bengkalis Dalam Angka 2019*. Bengkalis: BPS Kabupaten Bengkalis.
- Climate Hazards Center. (2022, April 10). *CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations*. Retrieved from chc.ucsb.edu: <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- Diskominfotik Bengkalis. (2020). *Kompilasi Data Statistik Sektoral Kabupaten Bengkalis Tahun 2019 dan 2020 (Kondisi Juni 2020)*. Bengkalis: Dinas Komunikasi Informatika dan Statistik Kabupaten Bengkalis.
- Earth Engine. (2022, April 10). *Google Earth Engine*. Retrieved from earthengine.google.com: <https://earthengine.google.com/platform/>
- ESA. (2015). *SENTINEL-2 User Handbook*. Paris: European Space Agency.
- Fibyana, V. (2020, September). *Repository Universitas Jember*. Retrieved Maret 2022, from Pemetaan Area Terbakar Dengan Metode Normalized Burn Ratio Nbr Menggunakan Data Landsat 8 Oli/Tirs DI Kota Palangkaraya: <https://repository.unej.ac.id>
- Fraser, R., Li, Z., & Cihlar, j. (2000). Hotspot and NDVI Differencing Synergy (HANDS): A New Technique for Burned Area Mapping Over Boreal Forest. *Remote Sensing of Environment*, 362-376.
- Google Earth Engine. (2022, April 10). *Welcome to Google Earth Engine*. Retrieved from developers.google.com: <https://developers.google.com/earth-engine/>
- Hadi, I. K., Mukti, S. H., & Widyatmanti, W. (2021). Pemetaan Pola Spasial Kebakaran Hutan dan Lahan di Taman Nasional Gunung Merbabu Berbasis Penginderaan Jauh Tahun 2019. *Jurnal Geografika*, 43-50.

- Herdian, A., Boreel, A., & Loppies, R. (2021). Tingkat Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kota Ambon (Studi Kasus di Jazirah Leitimur Selatan). *DOI:10.30598/jhppk.2021.5.1.1*, 1-13.
- Hidayati, T., Handayani, I., & Ikasari, I. (2019). *Statistika Dasar Panduan Bagi Dosen dan Mahasiswa*. Pena Persada.
- Itsaini, N. (2017). Analisis Hubungan Curah Hujan dan Parameter Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran (SPBK) Dengan Kejadian Kebakaran Hutan dan Lahan Untuk Menentukan Nilai Ambang Batas Kebakaran. *Jurnal Geodesi Undip*, 62-70.
- KLHK. (2022, April 4). *SiPongi*. Retrieved from sipongi.menlhk.go.id: <https://sipongi.menlhk.go.id/>
- LAPAN. (2020). *Sosialisasi Peningkatan Informasi Titik Api (Hotspot) Berbasis Data Satelit Penginderaan Jauh Untuk Deteksi dan Pemantauan Kebakaran Hutan/Lahan*. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Loboda, T., O'Neal, K., & Csiszar, I. (2007). Regionally adaptable dNBR-based algorithm for burned area mapping from MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 429-442.
- MenLHK. (2016). *PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR P.32/MenLHK/Setjen/Kum.1/3/2016 TENTANG PENGENDALIAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN*. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Molle, B. A., & Larasati, A. F. (2020). Analisis Anomali Pola Curah Hujan Bulanan Tahun 2019 Terhadap Normal Curah Hujan (30 Tahun) di Kota Manado dan Sekitarnya. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol.7*, 1-8.
- Najiyati, S., Muslihat, L., & Suryadiputra, i. N. (2005). *Panduan Pengelolaan Lahan Gambut Untuk Pertanian Berkelanjutan*. Bogor: Wetlands.
- Nasrul, B. (2010). Penyebaran dan Potensi Lahan Gambut di Kabupaten Bengkalis Untuk Pengembangan Pertanian. *Jurnal Agroteknologi, Vol. 1 No. 1*, 1-7.
- Nuryadi, N., Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- PPID Kabupaten Bengkalis. (2019, Agustus 07). *Selama Juli 2019, BPBD Bengkalis Telah Tangani 9 Kebakaran Lahan*. Retrieved from PPID Kabupaten Bengkalis: <https://ppid.bengkaliskab.go.id>

- Prayoga, M. B., Yananto, A., & Kusumo, D. A. (2017). Analisis Korelasi Kerapatan Titik Api dengan Curah Hujan di Pulau Sumatera dan Kalimantan. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17-24.
- PRIMS. (2022, November 20). *PRIMS*. Retrieved from [prims.brg.go.id: https://prims.brg.go.id/peta](https://prims.brg.go.id/peta)
- Priyastama, R. (2020). *The Book of SPSS Pengolahan dan Analisis Data*. Yogyakarta: START UP.
- Pujana, A. M. (2020). Identifikasi Burned Area Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Burn Ratio (NBR) (Studi Kasus : Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah). *eprints.itn*, 1-13.
- Pusfatja LAPAN. (2015). *PEDOMAN PEMANFAATAN DATA LANDSAT-8 UNTUK DETEKSI DAERAH TERBAKAR (BURNED AREA)*. Jakarta: LAPAN.
- Pustekdata. (2018). *Katalog Inderaja*. Retrieved Maret 4, 2022, from [inderaja-catalog.lapan.go.id: https://inderaja-catalog.lapan.go.id](https://inderaja-catalog.lapan.go.id)
- Putra, E. I., & Husni, R. F. (2021). Hubungan Curah Hujan dan Titik Panas (hotspot) Kebakaran di Hutan Lindung Gambut (HLG) Londerang, Provinsi Jambi. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 129-134.
- Rachmawati, R. (2015). *Perbandingan Model Identifikasi Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan Barat*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rasyid, F. (2014). Permasalahan dan Dampak Kebakaran Hutan. *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, 47-59.
- Riqqi, A. (2008). *Pengembangan Pemetaan Geografik Berbasis Pendekatan Skala Ragam Untuk Pengelolaan Wilayah Pesisir*. Institut Teknologi Bandung.
- Rizqika, S. N. (2022). *Analisis Akurasi Perbandingan Algoritma Indeks Kebakaran Hutan (NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI) Berdasarkan Citra Sentinel-2A (Studi Kasus : Taman Nasional Gunung Merbabu Provinsi Jawa Tengah)*. Semarang: Teknik Geodesi Undip.
- Saputra, A. D., Setiabudidaya, D., Setyawan, D., & Iskandar, I. (2017). Validasi Areal Terbakar dengan Metode Normalized Burning Ratio Menggunakan UAV (Unmanned Aerial Vehicle): Studi Kasus. *Jurnal Penelitian Sains*, 66-72.
- Sarwono, J. (2008). *Mengenal AMOS untuk Analisis Structural Model Equation Model*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Semantic Scholar. (2023, Februari 7). *Statistical Sampling Designs for Ism*. Retrieved from Semantic Scholar: <https://www.semanticscholar.org>
- Sofiyanti, I. (2010). *Metode Agregasi Sistem Grid Emisi Gas Rumah Kaca Untuk Kota Bandung*. Institut Teknologi Bandung.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukojo, B. M., & Herwanda, A. S. (2017). Analisis Akurasi Citra Modis dan Landsat 8 Menggunakan Algoritma Normalized Burn Ratio Untuk Pemetaan Area Terbakar (Studi Kasus : Provinsi Riau). *GEOID*, 101-108.
- Sunjoyo, Setiawan, R., Carolina, V., Magdalena, N., & Kurniawan, A. (2013). *Aplikasi SPSS untuk Smart Riset*. Bandung: Alfabeta.
- Supriyati, Tjahjono, B., & Effendy, S. (2018). Analisis Pola Hujan Untuk Mitigasi Aliran Lahar Hujan Gunungapi Sinabung. *J. Il. Tan. Lingk.*, 20 (2) Oktober 2018, 95-100.
- Suwarsono, Rokhmatuloh, & Waryono, T. (2013). Pengembangan Model Identifikasi Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (Burned Area) Menggunakan Citra Modis di Kalimantan (Model Development Of Burned Area Identification Using Modis Imagery In Kalimantan). *Jurnal Penginderaan Jauh Vol.10 No.2* , 93-112.
- Teodoro, A., & Amaral, A. (2019). A Statistical and Spatial Analysis of Portuguese Forest Fires in Summer 2016 Considering Landsat 8 and Sentinel 2A. *Environment*, 36.
- Tjasyono, B., Lubis, A., Juaeni, I., Ruminta, & Harijono, S. W. (2008). Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara Vol. 5*, 83-95.
- Vembrianto, N., Yoza, D., & Sribudiani, E. (2015). Karakteristik Ekologi Lokasi Kebakaran Hutan dan Lahan di Desa Rantau Bais Kevamatan Tanah Putih Kabupaten Rokan Hilir. *Jom Faperta Vol.2 No. 1*.
- Wulder, M. A., & Franklin, S. E. (2006). *Understanding Forest Disturbance and Spatial Pattern*. Boca Raton: Taylor & Francis.
- Yusuf, A., Hapsoh, Siregar, S. H., & Nurrochmat, D. R. (2019). Analisis Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 67-84.
- Zubaidah, A., Sulma, S., Suwarsono, Vetrira, Y., Priyatna, M., & Ayu, K. (2017). Akurasi Luas Areal Kebakaran dari Data Landsat-8 OLI di Wilayah Kalimantan. *Majalah Ilmiah Globe Vol. 19 No. 1*, 21-32.