

Analisis Spasial-Temporal Sebaran Titik Panas (*Hotspot*) sebagai Indikator Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan di Pulau Rupat

Almegi, Rizky Ilham

Masuk: 31 07 2024 / Diterima: 22 12 2024 / Dipublikasi: 31 12 2024

Abstract This study the spatial and temporal distribution of hotspots as an indicator of areas hit by forest and land forest fires along with the environmental factors, limited to rainfall, soil type and land cover. The research approach is descriptive quantitative, utilizing remote sensing technology and geographic information systems to collect, process, and analyze spatially based data. The gridding method is used to obtain monthly hotspot density, spatial joints to analyze the intensity of the number and distribution of hotspots based on environmental parameters, and correlation tests to see the relationship between hotspots and ecological parameters. The results of the analysis show that, spatially, the hotspots on Rupat Island for 10 years (2013-2022) were concentrated on peat soil types with land cover in the form of open land used for land clearing and shrubs used for land clearing. The correlation test shows that variations in land cover significantly affect the number of hotspots with a very high relationship (p -value 0,815, significant at a probability of 0,002). Temporally, the emergence of hotspots has a real influence and tends to correspond to monthly rainfall patterns (p -value -0,303 is significant at a probability of 0,001) with a relatively low relationship. However, minimum and maximum rainfall significantly has a natural effect on increasing and decreasing hotspots.

Keywords: Rainfall; Hotspots; Land Cover; Soil Type; Spatial-Temporal

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan distribusi spasial dan temporal *hotspot* sebagai indikator wilayah dilanda kebakaran hutan dan lahan beserta faktor lingkungan yang mempengaruhi yang dibatasi pada curah hujan, tipe tanah dan penutup lahan. Pendekatan dalam penelitian adalah deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografi dalam pengumpulan, pengolahan dan analisis data berbasis keruangan. Metode *gridding* digunakan untuk mendapat kepadatan *hotspot* bulanan, *spatial joint* untuk analisis intensitas jumlah dan sebaran *hotspot* berdasarkan parameter lingkungan, dan uji korelasi untuk melihat hubungan *hotspot* dengan parameter lingkungan. Hasil analisis menunjukkan, secara spasial *hotspot* di Pulau Rupat selama 10 tahun (2013-2022) terkonsentrasi pada tipe tanah gambut dengan tutupan lahan berupa lahan terbuka bekas *land clearing* dan belukar bekas *land clearing*. Uji korelasi menunjukkan variasi penutup lahan berpengaruh nyata terhadap jumlah *hotspot* dengan hubungan yang sangat tinggi (P -value 0,815 signifikan pada probabilitas 0,002). Secara temporal kemunculan *hotspot* berpengaruh nyata dan cenderung berkesesuaian dengan pola curah hujan bulanan (p -value -0,303 signifikan pada probabilitas 0,001) dengan hubungan yang tergolong rendah, namun curah hujan minimum dan maksimum signifikan berpengaruh nyata terhadap peningkatan dan penurunan *hotspot*.

Kata kunci: Curah Hujan; *Hotspot*; Penutup Lahan; Spasial-Temporal; Tipe Tanah

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.



Almegi^{1*}, Rizky Ilham¹

¹UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

*almegi@uin-suska.ac.id

1. Pendahuluan

Kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) dapat terjadi secara alamiah maupun dipicu oleh aktivitas manusia.

Pembukaan hutan dan lahan untuk Hutan Tanaman Industri (HTI), perkebunan dan perladangan dengan menggunakan api adalah penyebab kebakaran hutan dan lahan oleh manusia. Secara alamiah, kekeringan panjang dan meningkatnya suhu permukaan tanah yang sering dikaitkan dengan perubahan iklim meningkatkan peluang terjadinya kebakaran hutan dan lahan.

Kejadian kebakaran hutan dan lahan skala besar di Indonesia terjadi pada tahun 1982-1983, 1991, 1997-1998, 2006, 2015 dan 2019 (Endrawati, 2016; Greenpeace, 2020). Kebakaran tersebut tidak hanya berdampak pada kesehatan, ekonomi dan sosial masyarakat secara nasional, tetapi juga mempengaruhi negara tetangga. Estimasi kerugian ekonomi, terutama pada sektor pertanian, transportasi, perdagangan dan industri yang diperoleh Indonesia akibat kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2015 mencapai 200 triliun dan pada tahun 2019 mencapai 72,95 triliun (World Bank, 2015, 2019). Kebakaran hutan dan lahan juga mengancam keanekaragaman genetik yang dimiliki Indonesia, terutama jenis-jenis satwa yang dilindungi mengalami banyak kematian dan atau kehilangan habitat.

Riau adalah salah satu provinsi yang setiap tahunnya selalu ada catatan kebakaran hutan dan lahan. Dalam 1 dekade terakhir, angka luasan kebakaran hutan dan lahan tergolong tinggi dengan catatan luas 179,992 ha tahun 2015 dan 90, 551 ha pada tahun 2019 (Kemen-LHK, n.d.). Pulau Rupat di Provinsi Riau, dalam banyak studi (Baroroh & Harintaka, 2020; Eyes on the Forest, 2015, 2021; Saharjo, 2021)

adalah salah satu wilayah yang menjadi sorotan dengan catatan kejadian kebakaran hutan dan lahan yang terus berulang. Kondisi lahan yang sebagian besar merupakan lahan gambut adalah satu diantara penyebab kebakaran hutan dan lahan mudah terjadi di Pulau Rupat (Baroroh & Harintaka, 2020). Dampak kebakaran hutan dan lahan di Pulau Rupat lebih mengkhawatirkan dibandingkan kebakaran hutan dan lahan yang terjadi di daratan Pulau Sumatera, setidaknya karena 2 alasan berikut. *Pertama*, akses yang cenderung terbatas (akses laut) menyulitkan masyarakat untuk mengungsi ketika kondisi udara sudah pada level berbahaya; *Kedua*, lokasi Pulau Rupat yang berdekatan dengan negara Malaysia, seringkali kabut asap masuk wilayah Malaysia yang berpotensi mengganggu hubungan diplomatik Indonesia dan Malaysia.

Dampak yang besar dari kebakaran hutan dan lahan mendorong berbagai pihak untuk melakukan upaya mitigasi. Langkah awal yang dapat dilakukan adalah dengan memperkirakan potensi kebakaran hutan dan lahan, baik secara spasial maupun temporal. Pemantauan *hotspot* (titik panas) secara berkala dan mempelajari pola distribusinya menjadi salah satu bentuk upaya mitigasi bencana kebakaran hutan dan lahan, karena *hotspot* merupakan indikator terjadinya kebakaran hutan dan lahan di suatu lokasi yang memiliki suhu relatif lebih tinggi dibandingkan dengan suhu disekitarnya (Almegi et al., 2022; Putra et al., 2019). Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh, yaitu sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dari satelit Terra

dan Aqua mampu menghasilkan dan menyediakan data *hotspot* secara *real time*. Dengan nilai *confidence level* yang tinggi ($\geq 80\%$), data MODIS dapat digunakan untuk identifikasi lokasi kejadian kebakaran (Giglio et al., 2018).

Analisis keruangan untuk data *hotspot* secara berkala berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan salah satu bentuk upaya mitigasi, karena dengan cara tersebut dapat dipetakan wilayah potensial kebakaran hutan dan lahan secara *time series*. Lebih lanjut, hasil analisis dapat menjadi gambaran dan alat bantu untuk pengambilan kebijakan upaya pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan dengan cepat dan tepat. Dengan demikian penelitian ini dirumuskan dengan tujuan: (1) mendeskripsikan distribusi spasial dan temporal *hotspot* sebagai indikator wilayah dilanda kebakaran hutan dan lahan, dan (2) untuk mengetahui kondisi

lingkungan yang berpengaruh terhadap kejadian kebakaran hutan dan lahan di Pulau Rupa.

2. Metode

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pulau Rupa yang secara administratif masuk wilayah Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Juni sampai September 2023. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Jurusan Pendidikan Geografi UIN Sultan Syarif Kasim Riau.

Variabel dan Data

Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah *hotspot* dan faktor lingkungan mengacu kepada rumusan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kebakaran hutan dan lahan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana, yaitu kondisi iklim, jenis tanah dan tutupan lahan (BNPB, 2012).

Tabel 1. Variabel dan data Penelitian

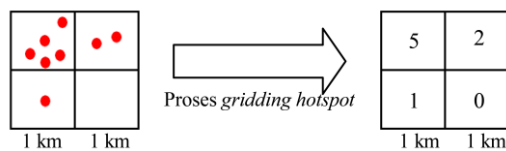
Variabel	Data	Sumber Data
<i>Hotspot</i>	Jumlah dan sebaran <i>hotspot</i> bulanan tahun 2013-2022	Sensor Modis satelit Terra & Aqua, <i>open acces</i> sipongji.menlhk.go.id
Curah hujan	Historis curah hujan (mm/bulan) tahun 2013-2022	Stasiun Klimatologi Provinsi Riau
Jenis tanah	Sebaran tanah gambut dan tanah mineral	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (Kementan)
Tutupan lahan	Klasifikasi kelas tutupan lahan	Landsat 8 OLI, <i>open acces</i> earthexplorer.usgs.gov

Prosedur dan Analisis

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan aplikasi teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG) dalam pengumpulan, pengolahan dan analisis data yang berbasis keruangan. Penelitian ini menggunakan data historis *hotspot* dari

sensor MODIS satelit Terra & Aqua selama 10 tahun dimulai dari Januari 2013 sampai Desember 2022 di seluruh wilayah Pulau Rupa. Data *hotspot* yang digunakan dibatasi pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) di atas 80%, kemudian dianalisis dengan metode *gridding* untuk mendapatkan kepadatan *hotspot* tahunan dan

kepadatan *hotspot* bulanan (temporal) yang dipetakan secara spasial. Resolusi spasial untuk setiap piksel hasil *gridding* adalah 1000 m² mengikuti resolusi spasial maksimum dari sensor Modis.



Gambar 1. Ilustrasi *gridding hotspot*
Sumber: (Giglio et al., 2018)

Klasifikasi kelas tutupan lahan dari citra landsat dilakukan dengan tahapan: 1) *preprocessing* untuk koreksi, pemotongan dan penajaman citra; 2) klasifikasi citra menggunakan pendekatan *hybrid* antara metode *unsupervised* dan *supervised* (Blaschke, 2010) yang menghasilkan 14 kelas tutupan lahan; dan 3) uji akurasi hasil interpretasi dengan indeks kappa menggunakan 22 titik sampel secara random yang ditentukan berdasarkan kenampakan jenis tutupan lahan pada saat pengecekan lapangan. Hasil uji akurasi klasifikasi kelas tutupan lahan diperoleh indeks kappa sebesar 0,81. Menurut (Landis & Koch, 1975) indeks kappa > 0,8 memiliki tingkat kepercayaan tinggi, artinya klasifikasi kelas tutupan lahan layak digunakan.

Analisis *hotspot* temporal dilakukan dengan uji statistik berupa korelasi *pearson* untuk melihat pola hubungan antara curah hujan bulanan dengan jumlah *hotspot* bulanan. Curah hujan bulanan dan *hotspot* bulanan divisualisasikan dalam bentuk grafik.

Secara spasial sebaran *hotspot* pada berbagai variasi tipe tanah dan kelas tutupan lahan dianalisis dengan *map overlay* dan *spatial joint*. Selanjutnya, uji statistik menggunakan

korelasi *spearman* untuk melihat hubungan antara sebaran *hotspot* dengan kelas tutupan lahan. Dalam hal korelasi *spearman*, kelas tutupan lahan dikategorikan berdasarkan tingkatan bukaan lahan dari tutupan alaminya.

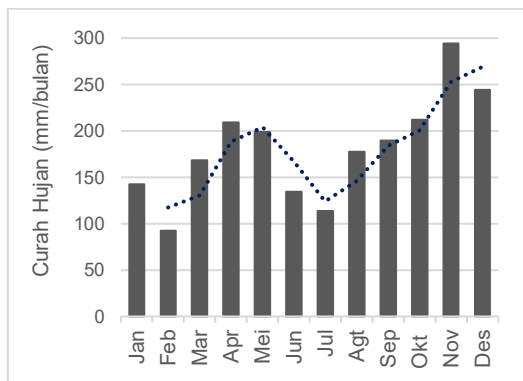
3. Hasil dan Pembahasan *Hotspot* Temporal

Faktor iklim seperti curah hujan, kelembaban dan suhu permukaan berperan penting terhadap kualitas *hotspot* secara temporal pada suatu wilayah. Variabilitas iklim musiman, tahunan maupun dekadal akibat fenomena meteorologis seperti ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*) diduga dapat mempengaruhi perubahan waktu kejadian kebakaran hutan dan lahan pada suatu wilayah (Syaufina & Hafni, 2018).

Berdasarkan data pengamatan curah hujan bulanan (2013-2022) pada titik pos hujan di Kecamatan Rupert milik Stasiun Klimatologi Provinsi Riau, curah hujan di Pulau Rupert memiliki puncak musim hujan bulan Maret-Mei dan Oktober-Desember (Gambar 3). Hal yang sama dihasilkan dalam penelitian (Aldrian & Dwi Susanto, 2003), bahwa daerah Bengkalis (Pulau Rupert Bagian dari Kabupaten Bengkalis) memiliki puncak musim hujan pada bulan Maret-Mei dan Oktober-Desember termasuk dalam Region B (tipe ekuatorial).

Pola curah hujan Pulau Rupert memiliki karakteristik, *Pertama*, puncak curah hujan periode Oktober-Desember lebih tinggi dibandingkan periode Maret-Mei; *kedua*, Februari dan Juli adalah bulan dengan curah hujan terendah, dengan curah hujan bulan Februari lebih rendah dari bulan Juli. Hal tersebut

kemungkinan disebabkan adanya pengaruh dari arus permukaan dingin yang datang dari bagian utara Laut Natuna Utara selama Januari-Maret sehingga curah hujan tertahan (Aldrian & Dwi Susanto, 2003). Umumnya, perbedaan kondisi iklim yang terjadi di Pulau Sumatera sangat dipengaruhi oleh *Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ) pada bulan Januari-Maret dan muson Asia pada bulan November-Desember, serta faktor lokal lainnya (Anwar et al., 2020). Kondisi tersebut berdampak pada anomali atau penyimpangan iklim yang sering terjadi di wilayah ini, terutama yang berkaitan dengan fenomena ENSO dan IOD yang dapat menyebabkan musim kemarau yang panjang.

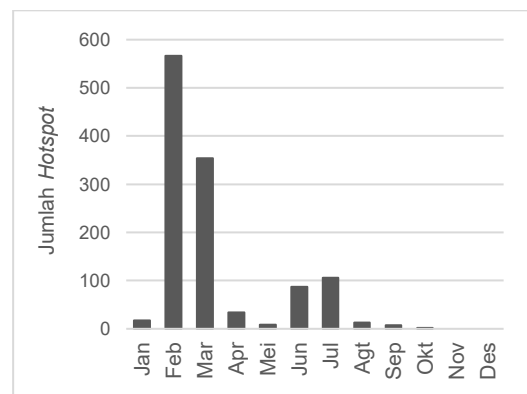


Gambar 2. Curah hujan rata-rata tahun 2013-2022

Perhitungan *hotspot* bulanan kumulatif tahun 2013-2022 menghasilkan intensitas jumlah *hotspot* berkesesuaian dengan pola curah hujan yang juga bervariasi setiap bulannya. Pulau Rupa memiliki karakteristik khusus terkait periode kemunculan *hotspot* tertinggi setiap tahunnya yaitu pada bulan Februari-Maret dan Juni-Juli yang erat kaitannya dengan puncak musim kemarau. Sedangkan, *hotspot* terendah tercatat pada periode Agustus-

Januari dan April-Mei yang merupakan bulan-bulan dengan curah hujan tinggi sehingga kemunculan *hotspot* relatif kecil, bahkan pada bulan November-Desember yang merupakan bulan dengan curah hujan tertinggi tidak ada *hotspot* yang bermunculan.

Periode Februari-Maret jumlah *hotspot*-nya jauh lebih tinggi dibandingkan periode Juli-Juni. Kondisi ini erat kaitannya pola iklim di Pulau Rupa, yaitu bulan Februari dan Juli merupakan bulan dengan curah hujan terendah, dengan curah hujan bulan Februari lebih rendah dari bulan Juli (Gambar 3).

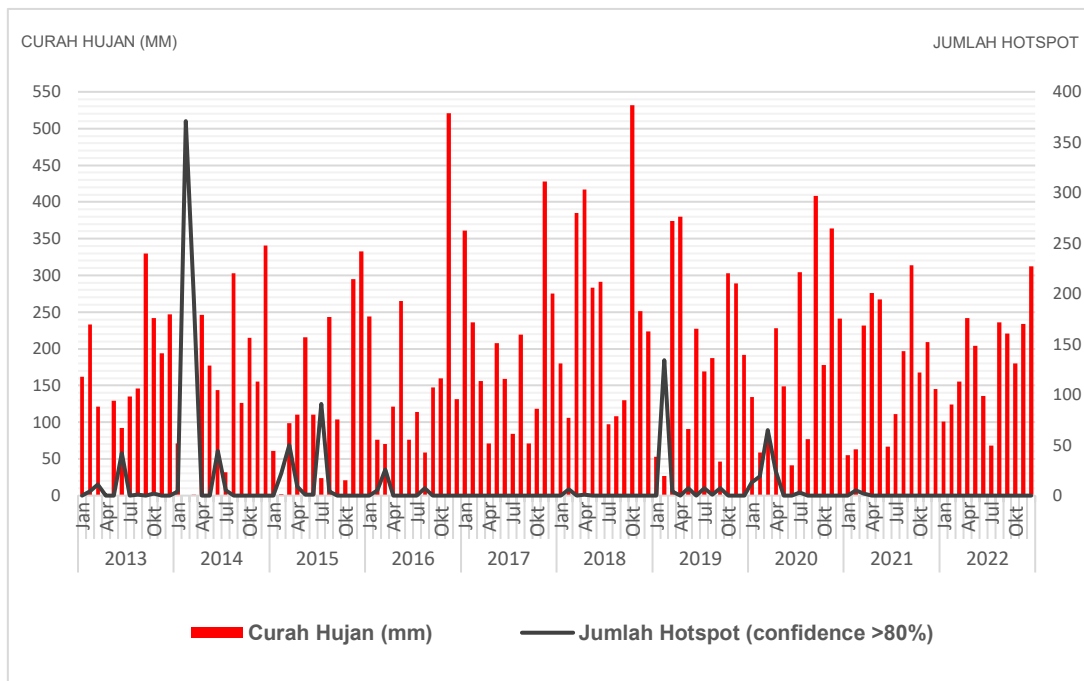


Gambar 3. Kumulatif *hotspot* bulanan tahun 2013-2022

Uji korelasi menunjukkan antara curah hujan bulanan dengan jumlah *hotspot* bulanan memiliki hubungan negatif (-) dengan *p-value* -0,303 signifikan pada probabilitas 0,001 (probabilitas $\leq 0,05$), artinya curah hujan berpengaruh nyata terhadap jumlah *hotspot*. Korelasi negatif menunjukkan bahwa kenaikan curah hujan akan diikuti penurunan jumlah *hotspot*, sebaliknya penurunan curah hujan akan diikuti kenaikan jumlah *hotspot*. Nilai korelasi sebesar -0,303 tergolong rendah, namun curah hujan minimum memiliki

pengaruh nyata terhadap peningkatan *hotspot* seperti yang terjadi pada bulan Februari-Maret tahun 2014. Februari-Maret tahun 2014 adalah bulan dengan hari tanpa hujan terlama dan juga merupakan bulan dengan catatan *hotspot* tertinggi pada selang tahun 2013-2022. Sebaliknya, curah hujan maksimum berpengaruh nyata terhadap penurunan *hotspot*. Curah hujan maksimum yang jatuh pada bulan November-Desember tiap tahunnya, berbanding terbalik dengan kemunculan

hotspot yaitu tidak ada catatan kemunculan *hotspot* bulan November-Desember selang tahun 2013-2022 (Gambar 4). Hubungan curah hujan dan *hotspot* adalah berbanding terbalik, karena adanya perbedaan waktu kejadian, yaitu curah hujan yang tinggi terjadi saat musim hujan atau dengan komponen panas yang rendah, sedangkan titik panas yang terdeteksi muncul saat musim panas dengan komponen panas yang tinggi (Syaufina & Hafni, 2018).



Gambar 4. Curah hujan bulan dan kumulatif curah hujan bulan tahun 2013-2022

Sebaran Spasial *Hotspot* Berdasarkan Tipe Tanah

Berdasarkan tipe tanahnya, Pulau Rupa merupakan wilayah yang didominasi oleh tanah gambut, yaitu 48,46% (880,59 km²) tanah gambut dan 42,53% (625,56 km²) tanah mineral. Dominasi tanah gambut mengakibatkan wilayah Pulau Rupa berfungsi sebagai pengatur tata air dan pemendam

karbon, seperti ditetapkan Kesatuan Hidrologi Gambut (HHG) Rupa oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kemen-LHK, 2017). Namun, karena sifatnya yang *irreversible drying*, tanah gambut sangat rentan terhadap gangguan antropogenik khususnya gangguan kebakaran hutan dan lahan. Sifat *irreversible drying*, artinya ketika lahan mengalami

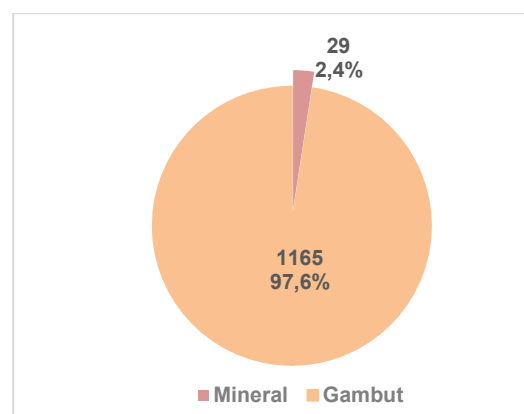
kekeringan yang berlebih (*over drained*) sifat koloid gambut akan rusak sehingga gambut tidak dapat kembali menyerap air dan unsur hara, akibatnya gambut berubah sifat menjadi seperti arang yang mudah terbakar pada musim kemarau (Widyati, 2011).

Fakta di lapangan menunjukkan semakin terbatasnya lahan untuk kegiatan perladangan menyebabkan masyarakat membuka lahan gambut untuk areal pertanian. Sebagian besar masyarakat melakukan pembakaran dalam membuka lahan. Gambut memiliki kemampuan menyerap air yang sangat besar sehingga ketika lapisan atas kering pada musim kemarau, lapisan bawahnya tetap lembab dan bahkan basah. Ketika terbakar kobaran api akan bercampur dengan uap air sehingga asapnya sangat banyak. Karakteristik gambut seperti ini kurang diketahui oleh masyarakat yang membuka lahan. Pembakaran umumnya tidak terencana dan tidak terkendali dengan baik. Pembakaran biasanya dibiarkan berlangsung beberapa hari sehingga kobaran api kemana-kemana.

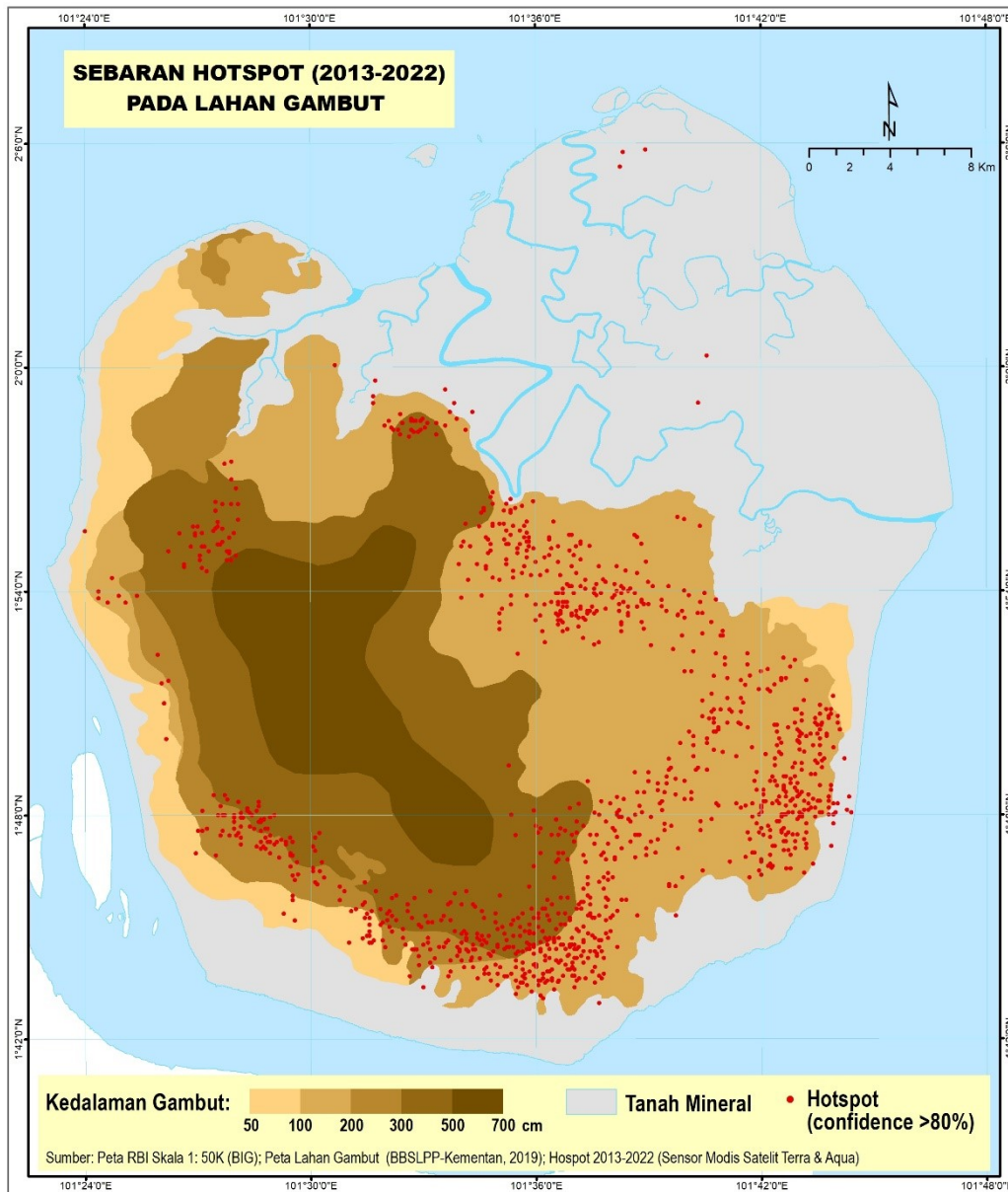
Lahan gambut dijadikan sebagai areal pertanian tidak hanya dilakukan oleh masyarakat setempat, melainkan perusahaan berbasis kehutanan dan perkebunan juga membuka lahan di atas tanah gambut, seperti konsesi HTI (Hutan Tanaman Industri) dengan komoditas akasia dan konsesi HGU (Hak Guna Usaha) untuk pengembangan kelapa sawit. Kebakaran yang terjadi selama proses konversi lahan menjadi hutan tanaman atau perkebunan

memaikan peranan penting dalam durasi dan intensitas kebakaran di lahan gambut selama beberapa dekade terakhir. Misalnya dalam laporan (*Eyes on the Forest*, 2015), ditemukan pembakaran hutan dan lahan di konsesi PT. Sumatera Riang Lestari Blok IV (Pulau Rupert) pada dua lokasi dengan perkiraan luas hutan terbakar 5 ha dan lebih dari 300 ha.

Hasil *spatial join* sebaran kumulatif *hotspot* dan tipe tanah (Gambar 6), menunjukkan kemunculan *hotspot* di Pulau Rupert tersebar pada jenis tanah gambut dan tanah mineral, dengan dominasi pada tanah gambut. (Gambar 5) menunjukkan 1.165 *hotspot* (97,65%) ditemukan pada tanah gambut, sedangkan pada tanah mineral terdapat hanya 29 *hotspot* (2,40%). Fakta ini mendukung penjelasan bahwa tanah gambut sangat rawan terbakar dan merupakan jenis tanah yang berpotensi terbakar jauh lebih besar dari pada jenis tanah mineral, terutama pada lahan gambut yang sudah terdegradasi.



Gambar 5. Diagram sebaran *hotspot* berdasarkan tipe tanah



Gambar 6. Sebarat hotspot berdasarkan tipe tanah

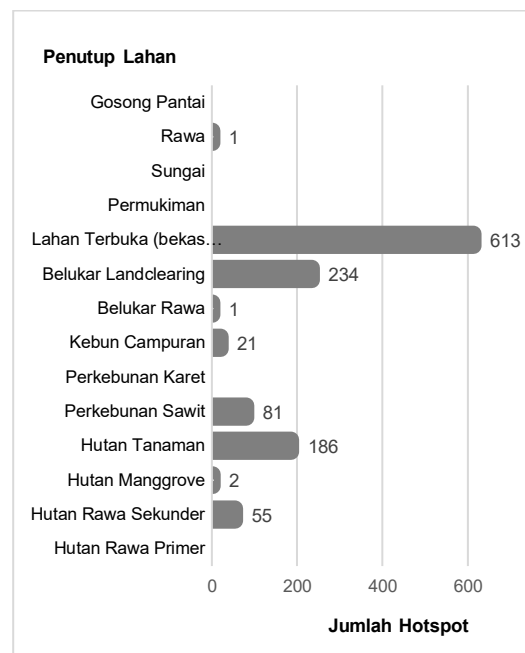
Sebaran Spatial *Hotspot* Berdasarkan Kelas Penutup Lahan

Berdasarkan interpretasi citra landat 8 Oli, tutupan lahan Pulau Rupa dapat diklasifikasikan 14 jenis, yaitu lahan non budidaya (hutan rawa primer, hutan rawa sekunder, hutan mangrove dan belukar rawa), lahan budidaya (hutan tanaman industri, perkebunan sawit, perkebunan karet, dan kebun campuran) belukar bekas *land clearing*,

perairan (sungai dan rawa), lahan terbuka (lahan terbuka bekas *land clearing* dan gosong pantai), dan permukiman. Lahan budidaya mendominasi dengan luas 775,10 km² (50,13%), kemudian lahan non budidaya 434,80 km² (28,87%), belukar bekas *land clearing* 109,50 km² (7,27%), perairan 17,28 km² (1,15%), lahan terbuka 169,36 km² (11,24%) dan permukiman 20,15 km² (1,34%).

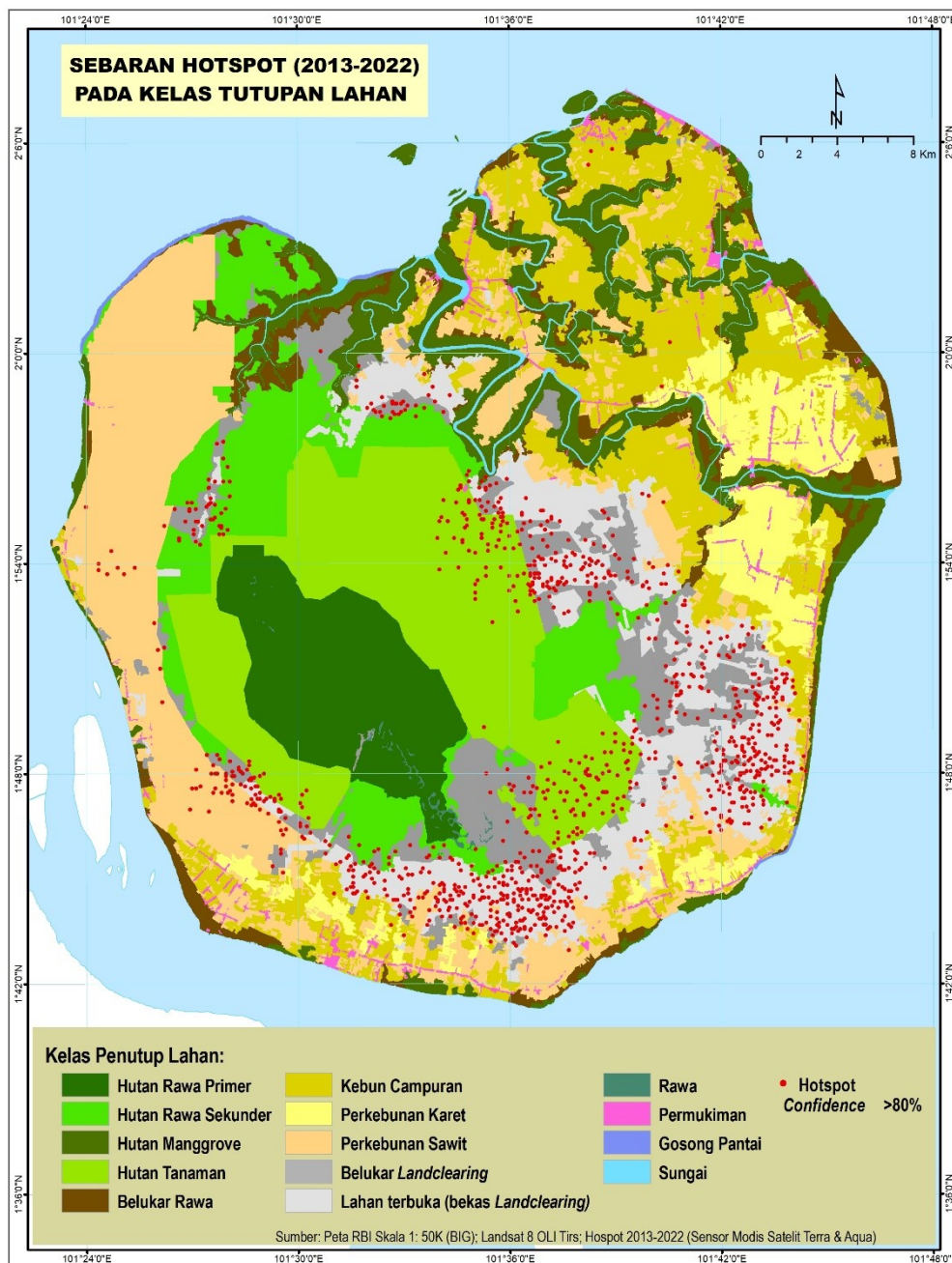
Pembukaan hutan, khususnya hutan rawa primer dan hutan rawa sekunder untuk budidaya perkebunan, seperti hutan tanaman industri dan perkebunan sawit diduga berkontribusi terhadap peningkatan *hotspot* di Pulau Rupa. Tren pola perubahan tutupan lahan terlihat mengarah kepada pengembangan perkebunan sawit dengan luasan yang terus bertambah setiap tahunnya. Hutan rawa primer dibuat kanalisasi untuk tujuan pengeringan lahan sehingga berubah menjadi hutan rawa sekunder. Pada hutan rawa sekunder ditemukan 55 *hotspot* (4,61%). Hutan rawa yang sudah dikanalisis dilakukan pembukaan lahan (*land clearing*). Hasil analisis menunjukkan *hotspot* terbanyak ditemukan pada lahan terbuka bekas *land clearing* yaitu 631 *hotspot* (51,34%). Pembukaan lahan dengan cara dibakar atau bekas tebangan yang terbakar pada musim kemarau diduga menjadi penyebab *hotspot* banyak bermunculan. Selanjutnya, lahan terbuka pada waktu-waktu berikutnya ditumbuhi oleh vegetasi semak sehingga menjadi belukar yang berpotensi untuk terbakar kembali. *Hotspot* pada belukar bekas *land clearing* terdeteksi sebanyak 234 *hotspot* (19,60%). Pada tutupan lahan budidaya berupa lahan bekas *land clearing* dan belukar bekas *land clearing* yang sudah ditanami juga ditemukan banyak *hotspot*, seperti pada hutan tanaman industri terdeteksi 186 *hotspot* (15,58%), perkebunan sawit terdeteksi 81 *hotspot* (6,78%), dan pada perkebunan campuran terdeteksi 21 *hotspot* (1,76%). Perubahan komoditas perkebunan pada perkebunan tradisional dari karet menjadi sawit juga

masif terjadi yang ikut berkontribusi terhadap peningkatan *hotspot* di Pulau Rupa. Sementara itu, pada kelas tutupan lahan lainnya *hotspot* yang terdeteksi sangat sedikit (Gambar 7).



Gambar 7. Sebaran *hotspot* berdasarkan kelas tutupan lahan

Secara keruangan (Gambar 8) sebaran *hotspot* terkonsentrasi pada bukaan lahan yaitu pada lahan terbuka dan belukar bekas *land clearing* dengan 874 *hotspot* (70,94%). Konsentrasi kemunculan *hotspot* berikutnya adalah pada hutan tanaman industri dan perkebunan sawit yang lokasinya berdekatan dengan bukaan lahan, yaitu sebanyak 267 *hotspot* (22,36%). *Hotspot* juga terkonsentrasi pada hutan rawa sekunder yang berdekatan dengan bukaan lahan dengan 55 *hotspot* (4,61%). Pada tutupan lahan lainnya, yaitu kebun campuran, hutan mangrove, belukar rawa dan rawa kemunculan *hotspot* tidak terkonsentrasi pada lokasi tertentu, melainkan tersebar acak dengan 25 *hotspot* (2,09%).



Gambar 8. Sebaran *hotspot* berdasarkan kelas tutupan lahan

Hubungan penutup lahan dengan *hotspot* adalah berbanding lurus, artinya semakin terbuka suatu lahan dari tutupan alaminya, maka jumlah kemunculan *hotspot* juga semakin besar. Uji korelasi menunjukkan antara kelas tutupan lahan dengan jumlah *hotspot* memiliki

korelasi positif (+) dengan *p-value* 0,814 signifikan pada probabilitas 0,002 (probabilitas $\leq 0,05$), artinya variasi tutupan lahan berpengaruh nyata terhadap intensitas jumlah dan sebaran *hotspot*. Nilai 0,814 mengindikasikan bahwa hubungan kelas penutup lahan dengan jumlah *hotspot* sangat tinggi

Pembukaan lahan, khususnya hutan rawa sekunder untuk budidaya perkebunan berkontribusi nyata terhadap peningkatan *hotspot* di Pulau Rupa. *Hotspot* paling banyak ditemukan pada lahan pasca pembukaan (*land clearing*) dan belukar bekas *land clearing*. Bukaan hutan rawa berdampak terhadap menurunnya kemampuan fungsi hidrologis gambut dalam menyimpan air, sehingga pada musim kemarau lahan menjadi kering dan rentan untuk terbakar.

Pola Spasial-Temporal Sebaran *Hotspot*

(Gambar 9) menunjukkan *hotspot* spasial-temporal kumulatif bulanan tahun 2013-2022. Secara temporal, *hotspot* muncul selama bulan Januari sampai Oktober dengan intensitas jumlah dan luasan wilayah kemunculan *hotspot* yang berbeda-beda dan cenderung berkesesuaian dengan pola curah hujan bulanan. Secara spasial, hampir keseluruhan *hotspot* muncul pada lahan gambut (97,60%) dan terkonsentrasi pada kelas penutup lahan berupa lahan terbuka bekas *land clearing* dan belukar bekas *land clearing* (70,94%).

Curah hujan merupakan faktor alami yang memberi peluang terjadinya kebakaran hutan dan lahan pada saat kemarau. Begitu juga dengan kondisi tanah, tanah gambut yang belum terdegradasi memiliki kemampuan hidrologis yang baik dalam menyimpan air sehingga akan tetap menjaga kelembaban permukaan pada saat kemarau sekalipun. Hasil analisis menunjukkan, tanah gambut dengan tutupan hutan rawa primer selang tahun 2013-2022 tidak ada kemunculan

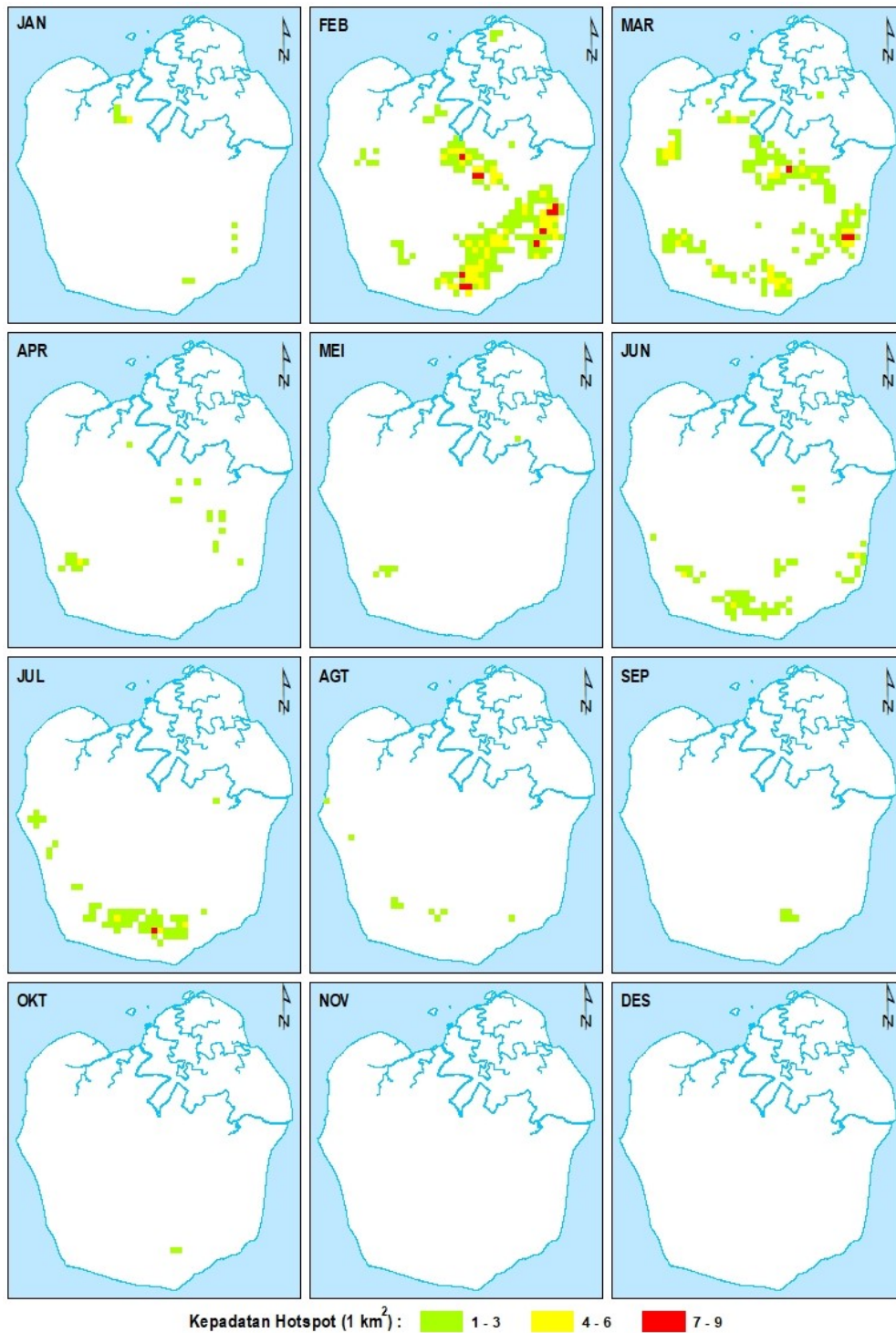
hotspot yang terdeteksi. Tutupan hutan rawa primer adalah seluruh kenampakan hutan di daerah rawa gambut yang belum menampakkan tanda-tanda penebangan atau gangguan lainnya dari aktivitas manusia. Hutan rawa primer adalah seluruh kenampakan hutan di rawa gambut yang belum menampakkan tanda-tanda penebangan atau gangguan lainnya dari aktivitas manusia.

Hotspot mulai terdeteksi pada tutupan hutan rawa sekunder, yaitu seluruh kenampakan hutan di daerah rawa yang telah menampakkan bekas penebangan atau gangguan lainnya dari aktivitas manusia. Pembukaan hutan rawa primer yang bertujuan untuk pengembangan perkebunan adalah faktor utama terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Pulau Rupa. Proses perubahan tutupan lahan dapat dirinci dari hutan rawa primer menjadi hutan rawa sekunder, kemudian menjadi lahan terbuka dan atau rawa. Tanah terbuka yang dibiarkan berubah menjadi belukar. Tanah terbuka yang langsung ditanami berubah menjadi perkebunan sawit ataupun hutan tanaman industri. Dari proses tersebut *hotspot* terbanyak ditemukan pada saat lahan terbuka bekas tebangan dan pada saat lahan terbuka mulai ditumbuhi semak belukar.

Dapat disimpulkan bahwasanya kebakaran hutan dan lahan umum terjadi pada wilayah bergambut adalah akibat ulah manusia yang merubah tanah gambut dari tutupan alaminya, artinya faktor penutup lahan adalah faktor lingkungan yang paling berpengaruh dalam kejadian kebakaran hutan dan lahan. Sementara itu, faktor iklim memberi peluang kejadian

kebakaran hutan dan lahan secara temporal dan faktor tipe tanah memberi peluang secara spasial. Kebakaran hutan dan lahan akan berpeluang terjadi

pada saat musim kemarau dan wilayah dengan tipe tanah gambut adalah wilayah yang rentan terbakar.



Gambar 8. Hotspot spasial-temporal kumulatif bulanan tahun 2013-2022

4. Penutup

Secara spasial, *hotspot* di Pulau Rupat Selama 10 tahun (2013-2022) terkonsentrasi pada tipe tanah gambut dengan tutupan lahan berupa lahan terbuka dan belukar bekas *land clearing*. Uji korelasi menunjukkan variasi kelas penutup lahan berpengaruh nyata terhadap jumlah *hotspot* dengan hubungan yang sangat tinggi (*p-value* 0,814 signifikan pada probabilitas 0,002). Secara temporal, kemunculan *hotspot* berpengaruh nyata dan cenderung berkesesuaian dengan pola curah hujan bulanan (*p-value* -0,303 signifikan pada probabilitas 0,001) dengan hubungan yang tergolong rendah, namun curah hujan minimum dan maksimum signifikan berpengaruh terhadap peningkatan dan penurunan jumlah *hotspot*.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor dan Ketua LPPM Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang menyetujui serta mendanai pelaksanaan penelitian ini. Kepada Pemerintahan Provinsi Riau, khususnya Kecamatan Rupat dan Rupat Utara, Stasiun Klimatologi Riau, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Riau, serta Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau kami mengucapkan terima kasih atas izin melaksanakan penelitian dan dukungan fasilitas sehingga penelitian ini berjalan dengan baik.

Daftar Pustaka

Aldrian, E., & Dwi Susanto, R. (2003). Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia

and their relationship to sea surface temperature. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(12), 1435–1452.

Almegi, A., Akmal, A., Alfiah, A., Nelvawita, N., & Novita, Y. (2022). Sebaran Spasial Titik Panas (Hotspot) Berdasarkan Penutupan Lahan di Kabupaten Pesisir Selatan. *EL-JUGHRAFIYAH*, 2(1), 16–21.

Anwar, M., Sutikno, S., & Sandhyavitri, A. (2020). Kekeringan Meteorologi di Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 7(1), 1–7.

Baroroh, A., & Harintaka, H. (2020). Deteksi Area Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Tahun 2018–2020 (Studi Kasus: Pulau Rupat, Bengkalis). *Prosiding Forum Ilmiah Tahunan (FIT)-Ikatan Surveyor Indonesia (ISI)*, 1, 73–80.

Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2–16.

BNPB. (2012). Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana. In *Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Republik Indonesia*.

Endrawati, S. H. (2016). Analisis Data Titik Panas (Hotspot) dan Areal Kebakaran Hutan dan Lahan tahun 2016. *Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*, 1.

- Eyes on the Forest. (2015). *Pemantauan Pembakaran Hutan dan Lahan di konsesi Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman PT. Sumatera Riag Lestari Blok IV (Pulau Rupa) Agustus 2015*.
- Eyes on the Forest. (2021). *Pemantauan Pembakaran Hutan dan Lahan di konsesi Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman PT. Sumatera Riag Lestari Blok IV (Pulau Rupa) Maret 2021*.
- Giglio, L., Schroeder, W., Hall, J. V, & Justice, C. O. (2018). MODIS Collection 4 Active Fire Product User's Guide Table of Contents. Revisión B. Nasa, B, 64.
- Greenpeace. (2020). *Five years of fires: Indonesia's pro-business "Omnibus Law" gives more impunity to biggest plantation sector burners*. <https://www.greenpeace.org/south-eastasia/publication/44140/burning-issues-five-years-of-fire/>
- Kemen-LHK. (n.d.). *Rekapitulasi Luas Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) Per Provinsi di Indonesia*. Sipongi.Menlhk.Go.Id. Retrieved September 7, 2022, from <https://Sipongi.Menlhk.Go.Id/>.
- Kemen-LHK. (2017). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor SK.130/MENLHK/SETJEN/PKL.0/2/2017 Tentang Penetapan Peta Fungsi Ekosistem Gambut Nasional*.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1975). A review of statistical methods in the analysis of data arising from observer reliability studies (Part I). *Statistica Neerlandica*, 29(3), 101–123.
- Putra, I., Heryanto, E., Sopaheluwakan, A., Pradana, R. P., & Haryoko, U. (2019). Spatial and Temporal Hotspots Distribution in Indonesia from MODIS Satellites by using Gridding Method. *Seminar Nasional Geomatika*, 3, 1123–1128.
- Saharjo, B. H. (2021). Forest and Land Fires on Rupa Island, Riau. *Journal of Tropical Silviculture*, 12(1), 1–8.
- Syaufina, L., & Hafni, D. A. F. (2018). Variability of Climate and Forest and Peat Fires Occurrences in Bengkalis Regency, Riau. *Journal of Tropical Silviculture*, 9(1), 60–68.
- Widyati, E. (2011). Kajian optimasi pengelolaan lahan gambut dan isu perubahan iklim. *Tekno Hutan Tanaman*, 4(2), 57–68.
- World Bank. (2015). *Indonesia Economic Quarterly, December 2015: Reforming Amid Uncertainty*. World Bank.
- World Bank. (2019). *Indonesia Economic Quarterly, Desember 2019: Investing People*. World Bank.