

CURAH HUJAN, ANOMALI SEA SURFACE TEMPERATURE (SST) DAN KEBAKARAN HUTAN SABANA DI WAINGAPU

Precipitation, Sea Surface Temperature Anomaly (SSTA) and Savanna Fire in Waingapu

Erianto Indra Putra^{1*} dan Abi Abdillah Niko Ghaniyy²

(Diterima 20 Mei 2021 /Disetujui 12 Juli 2021)

ABSTRACT

Waingapu is one of the areas in Nusa Tenggara Timur Province which often suffered from savanna fires. Savanna fires prevention can be done by utilizing hotspot data for analysis using Geographic Information System (GIS). The climate is one of factors influence the occurrence of savanna fires in Waingapu. The purpose of this study was to analyze the relationship between precipitation, SST anomalies, and the occurrences of savanna fires in Waingapu. This research was conducted on February April 2021 at the Forest and Land Fires Laboratory, Department of Silviculture, Faculty of Forestry and Environment, IPB University. The data used are MODIS and VIIRS hotspot data, daily precipitation data and SST 3.4 anomaly data. The results showed that precipitation was inversely related to hotspots with a negative correlation value. SST anomaly is inversely related to precipitation a negative correlation value. While the SST anomaly with hotspots is directly proportional with a positive correlation value.

Keywords: climate, hotspot, Geographic Information System (GIS), Waingapu

ABSTRAK

Waingapu merupakan salah satu daerah di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang sering dilanda kebakaran hutan sabana. Pencegahan kebakaran hutan dan lahan dapat memanfaatkan data titik panas untuk dianalisis dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Iklim merupakan salah satu faktor alam yang memengaruhi terjadinya kebakaran hutan sabana di Waingapu. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara curah hujan, anomali SST, dan kejadian kebakaran hutan sabana di Waingapu. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari April 2021 di Laboratorium Kebakaran Hutan dan Lahan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. Data yang digunakan adalah data titik panas MODIS dan VIIRS, data curah hujan harian dan data anomali SST 3.4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan berhubungan terbalik dengan titik panas dengan nilai korelasi negatif. Anomali SST berhubungan terbalik dengan curah hujan dengan nilai korelasi negatif. Sedangkan anomali SST dengan titik panas berbanding lurus dengan nilai korelasi positif.

Kata Kunci: hotspot, iklim, Sistem Informasi Geografis (SIG), Waingapu

¹ Dosen Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University

* Penulis korespondensi:

e-mail: eindraputra@yahoo.com

² Mahasiswa Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan salah satu permasalahan yang terjadi di Indonesia setiap tahun. Kebakaran hutan adalah peristiwa pembakaran yang penjarannya bebas serta mengonsumsi bahan bakar alam dari hutan. Bahan bakar yang berada di dalam hutan sangat beragam dan tersebar dari lantai hutan hingga pucuk pohon dan lapisan tajuk hutan. Bahan bakar yang berada di dalam hutan dapat berupa serasah, rumput, ranting, pohon mati yang tetap berdiri, log, tunggak pohon, gulma, semak belukar dan pohon-pohon (Suratmo *et al.* 2003). Kebakaran hutan menimbulkan berbagai kerugian serta kerusakan lingkungan, ekonomi, dan sosial yang berdampak besar. Selain dampak negatif terhadap ekosistem hutan dan lingkungan, kebakaran hutan juga berdampak pada masalah kesehatan makhluk hidup. Pencegahan serta pengendalian kebakaran hutan sangat diperlukan untuk mengurangi dampak kebakaran hutan.

Sabana adalah vegetasi padang rumput yang ditumbuhi pohon atau sekelompok pohon yang terpencar-pencar (Sutomo 2016). Kurangnya penelitian kebakaran hutan sabana di Indonesia sehingga perlu dilakukan penelitian kebakaran hutan sabana. Menurut Sutomo (2016), Kebakaran hutan telah banyak dipelajari dan menarik banyak perhatian sedangkan kebakaran lahan sabana masih sangat kurang diketahui. Penelitian dan publikasi internasional mengenai kebakaran hutan sabana di Indonesia masih sangat rendah dibandingkan dengan negara-negara lain. Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu provinsi yang sering terjadi kebakaran tiap tahunnya pada hutan sabana. Waingapu merupakan ibukota Kabupaten Sumba Timur yang terletak pada Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Iklim merupakan salah satu faktor alam yang dapat memengaruhi kebakaran sabana. Kondisi iklim (kelembaban, curah hujan, kecepatan angin, dan suhu) di suatu tempat akan memengaruhi tingkat kekeringan bahan bakar, ketersediaan oksigen, dan penjaralan api. Selain kondisi iklim anomali *Sea Surface Temperature* (SST) diduga memengaruhi terjadinya kebakaran. Perubahan suhu permukaan laut diduga dapat menyebabkan perubahan pola curah hujan menjadi lebih banyak atau lebih sedikit yang pada akhirnya dapat memengaruhi pada kejadian kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Pengaruh kebakaran hutan sabana dengan iklim terutama pada faktor curah hujan dan anomali SST dengan cara menganalisis hubungan anomali SST, curah hujan, dan titik panas (hotspot).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara curah hujan, anomali SST, dan kejadian kebakaran hutan sabana di Waingapu.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – April 2021. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Kebakaran Hutan dan Lahan, Departemen

Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat tulis, laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak ArcGIS 10.3 untuk pengolahan data dalam format Sistem Informasi Geografis (SIG), aplikasi SPSS serta Microsoft Office untuk pengolahan tabulasi dan grafik. Data yang digunakan didalam penelitian adalah data sekunder persebaran titik panas (hotspot) dari tahun 2015-2019 pada daerah Waingapu yang diperoleh dari NASA MODIS dan VIIRS hotspot dataset. Data curah hujan harian Waingapu pada periode tahun 2015 hingga 2019 yang diperoleh dari BMKG pusat. Data anomali SST Nino 3.4 periode tahun 2015-2019 diperoleh dari NOAA.

Prosedur Penelitian

Data titik panas (Hotspot) harian diunduh dari NASA MODIS (<https://firms2.modaps.eosdis.nasa.gov>) dalam bentuk shapefile (.shp) dan (.csv) yang digunakan untuk membangun model spasial. Data yang telah diunduh diolah untuk memperoleh tumpang susun (*overlay*) dan identity data titik panas (hotspot) dengan selang kepercayaan $\geq 50\%$ pada peta batas wilayah administrasi kabupaten dan kecamatan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3. Rekapitulasi hasil dilakukan berdasarkan waktu dengan Microsoft Excel 2017. Penyajian perhitungan data dibuat dalam bentuk tabel, grafik, dan *layout* peta data titik panas (hotspot) berdasarkan peta batas wilayah administrasi kabupaten dan kecamatan. Data curah hujan dari BMKG (<https://dataonline.bmkg.go.id>) dan anomali SST 3.4 dari NOAA (<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices>) direkapitulasi di Microsoft Excel 2017.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis statistik dan deskriptif. Analisis data yang pertama dilakukan adalah pemetaan sebaran hotspot di Waingapu pada tahun 2015-2019 menggunakan data hotspot dengan tingkat kepercayaan lebih besar dari 50%. Setelah itu dilakukan perhitungan jumlah hotspot bulanan di Waingapu pada periode tahun 2015-2019 dengan menggunakan ArcGIS 10.3, perhitungan nilai curah hujan bulanan di Waingapu periode tahun 2015-2019, dan perhitungan jumlah data anomali SST periode tahun 2015-2019.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dilakukan perhitungan Nilai Korelasi Pearson untuk mengetahui signifikan atau tidaknya hubungan antara parameter curah hujan bulanan, jumlah deteksi hotspot dan anomali SST dengan SPSS. Persamaan yang dapat digunakan dalam penelitian ini yaitu: (sudjana 2005)

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2]} \sqrt{[n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

Keterangan:

r_{xy} = korelasi, x = variabel 1, y = variabel 2, n = jumlah data

Nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai dengan 1. Tanda positif menyatakan bahwa korelasi data berbanding lurus. Naiknya y akan diikuti dengan peningkatan nilai x , sedangkan tanda negatif menyatakan bahwa korelasi antara kedua variabel berbanding terbalik, yaitu saat nilai y turun maka nilai x akan naik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

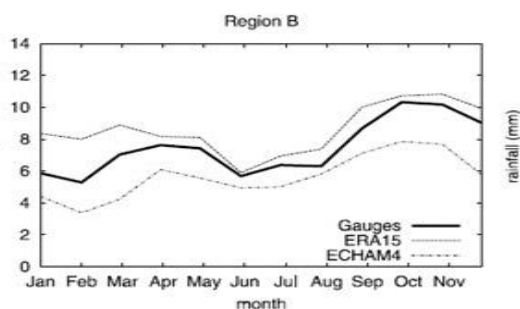
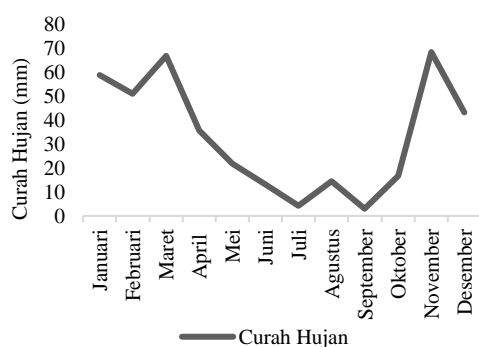
Kondisi Umum Daerah Penelitian

Wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki hamparan sabana yang luas dan mendominasi daratan pulau-pulau di provinsi ini. Luas sabana di Nusa Tenggara Timur mencapai 1.023.846,036 ha. Jika dibandingkan dengan wilayah daratan Nusa Tenggara Timur yang luasnya 4.650.063,192 ha (BPKH Wil. XIV 2012) maka proporsi sabana meliputi $\pm 22\%$ dari luas daratan NTT. Waingapu merupakan ibukota Kabupaten Sumba Timur yang terletak di provinsi Nusa Tenggara Timur. Luas wilayah Waingapu yaitu 7380 ha dengan jumlah penduduk sejumlah 39.690 jiwa (BPS Kabupaten Sumba Timur 2014). Luasan hutan sabana pada Waingapu sebesar 558.17 ha.

Kondisi iklim Kabupaten Sumba Timur beriklim semi arid dengan tiga rejim curah hujan yaitu:

1. Kawasan utara rata-rata curah hujan 800-1000 mm per tahun.
2. Kawasan tengah bagian timur dan selatan rata-rata curah hujan 1000 – 1500 mm per tahun.
3. Kawasan tengah bagian barat rata-rata curah hujan 1500 – 2000 mm per tahun.

Dengan tiga rejim tersebut di atas, maka tingkat curah hujan rata-rata per tahun berlangsung 3 – 4 bulan



Gambar 1 Pola curah hujan di Waingapu tahun 2015- 2019 hasil penelitian ini (atas) dan pola curah hujan zona B (Aldrian dan Susanto 2003) (bawah)

dengan suhu rata-rata minimum 28,8° C dan maksimum 31,4° C. Dalam lima tahun terakhir suhu minimum 17° C dan maksimum 36,1° C terjadi pada tahun 2001. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2001 sebesar 1.314 mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 136 hari yang tertinggi terjadi pada bulan Maret dan Desember 2001, sedangkan kekeringan terjadi pada tahun 2004 dimana hari hujan sebanyak 79 hari dengan curah hujan 522 mm dan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari dan menurun pada bulan Maret, puncak kekeringan terjadi pada bulan Agustus dan September.

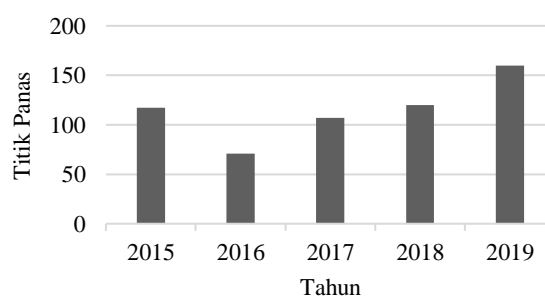
Pola Curah Hujan di Waingapu

Data curah hujan bulanan dari tahun 2015 sampai dengan 2019 menunjukkan bahwa curah hujan di Waingapu menunjukkan pola yang menyerupai dengan siklus curah hujan pada zona B (pola curah hujan ekuatorial). Rata-rata curah hujan di Waingapu pada periode 2015 sampai dengan 2019 adalah 33 mm. Curah hujan yang cukup tinggi (>33 mm) di Waingapu terjadi di bulan November-April, sedangkan curah hujan rendah (<33 mm) terjadi pada bulan Mei-Oktober.

Sebagian besar hutan yang ada di Waingapu adalah hutan sabana. Iklim ini termasuk iklim sabana tropis, iklim sabana tropis adalah jenis iklim kategori klasifikasi koppen “Aw” dan “As”. Iklim sabana tropis memiliki rata-rata bulanan diatas 18°C di setiap bulan dalam setahun biasanya musim kemarau yang nyata dengan bulan terkering memiliki curah hujan kurang dari 100 mm/tahun (Febrianti 2008). Rendahnya curah hujan pada hutan sabana ditunjukkan dengan curah hujan pada bulan kering < 60 mm dan bulan basah >60 mm. Bulan basah terjadi pada bulan Maret dan Desember dimana Waingapu mengalami musim penghujan. Waingapu memiliki pola hujan musonal dimana memiliki dua puncak musim hujan (Gambar 1) rata-rata normal curah hujan bulan Maret dan Desember adalah 66.61 mm dan 68.26 mm, berada diatas normal yaitu <60 mm (Margareth 2014).

Sebaran Titik Panas (Hotspot)

Kebakaran hutan sabana hampir setiap tahun terjadi di Waingapu. Jumlah titik panas (*hotspot*) pada tahun 2016 hingga 2019 menunjukkan kecenderungan meningkat (Gambar 2). Penyebab timbulnya titik panas (*hotspot*) di Waingapu yaitu ancaman kebakaran yang terjadi sepanjang tahun adalah budaya masyarakat sabana



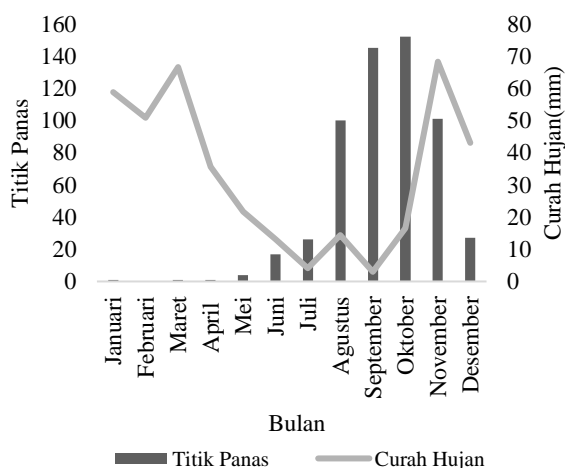
Gambar 2 Jumlah titik panas (*hotspot*) per tahun di Waingapu pada 2015-2019

untuk meregenerasi rumput sebagai pakan ternak. Secara periodik masyarakat memanen rumput, terutama di saat musim kering untuk campuran pakan ternak masyarakat atau dijual kepada investor dan karantina hewan di pelabuhan. Pada beberapa kasus perebutan lahan ini, turut memengaruhi konflik kepentingan antara masyarakat atau dengan pihak pengelolaan (Hidayat 2013).

Pengaruh Curah Hujan Terhadap Titik Panas (*Hotspot*)

Kondisi iklim di Waingapu termasuk kedalam kategori iklim sabana tropis yang terdiri dari dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Kebakaran hutan sabana terjadi karena kekeringan di Sumba Timur yang dipengaruhi El Nino. Jumlah titik panas bulanan dan curah hujan tahun 2014-2019 di Waingapu secara lengkap tersaji pada Gambar 3, dapat ditunjukkan bahwa sebaran titik panas (*hotspot*) dari bulan Januari hingga Desember, berbanding terbalik dengan curah hujan bulanan. Apabila curah hujan naik, maka jumlah titik panas (*hotspot*) yang ditemukan turun. Curah hujan bulanan terendah terjadi pada bulan September (3 mm) yang disertai jumlah titik panas (*hotspot*) tertinggi (145 titik). Curah hujan tertinggi pada bulan Maret (66.6 mm) dengan tidak terdapat titik panas (0 titik). Hal ini sesuai dengan Syaufina dan Sukmana (2008) bahwa peningkatan dan penurunan jumlah titik panas pada bulan-bulan tertentu akan berkaitan dengan peningkatan dan penurunan jumlah curah hujan. Tingginya curah hujan di suatu wilayah dapat menyebabkan berkurangnya potensi muncul titik panas (*hotspot*).

Berdasarkan hasil uji korelasi curah hujan dan titik panas (*hotspot*) diperoleh nilai uji korelasi $-0,315$ dan nilai p -value sebesar $0,014$, dimana nilai tersebut berada dibawah batas kesalahan maksimal yang dapat digunakan yaitu sebesar $0,05$. Hasil uji korelasi ini sesuai dengan penelitian Syaufina dan Hafni (2018), yang menyatakan bahwa curah hujan dapat digunakan dalam pendugaan jumlah titik panas (*hotspot*) pada hutan maupun lahan jika nilai kesalahannya kurang dari batas maksimal sebesar $0,05$.



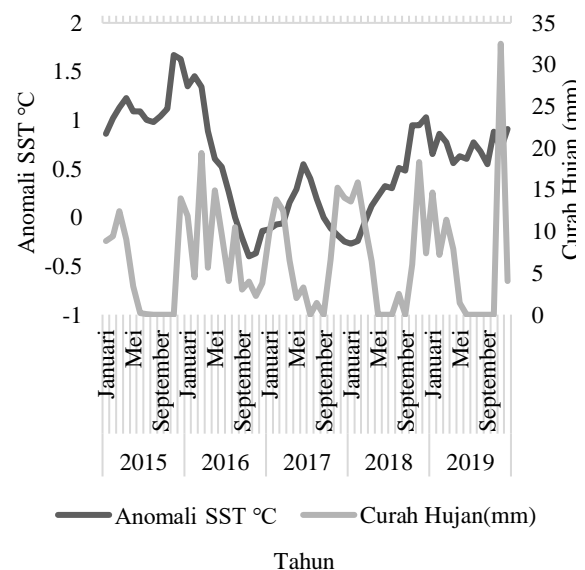
Gambar 3. Jumlah titik panas (*hotspot*) bulanan dan curah hujan bulanan di Waingapu tahun 2015-2019

Pengaruh Anomali SST Terhadap Curah Hujan

Variabilitas iklim musiman dan tahunan di Indonesia dipengaruhi oleh monsun dan ENSO. ENSO merupakan sebuah interaksi laut atmosfer yang berpusat di wilayah ekuator Samudra Pasifik (Aldrian 2008) yang menyebabkan anomali iklim global (Trenberth dan Caron 2000). ENSO terdiri dari tiga fenomena yaitu kejadian normal, El Nino dan La Nina (Sitompul dan Nurjani 2013). Gejala ENSO memberikan pengaruh terhadap kondisi laut di Indonesia yaitu menjadi lebih dingin pada tahun El Nino dan lebih hangat pada tahun La Nina. Akibatnya terjadi peningkatan jumlah hujan pada tahun La Nina dan penurunan pada tahun El Nino (Aldrian 2008).

Gambar 4 menunjukkan hubungan anomali SST terhadap curah hujan di Waingapu pada tahun 2015-2019. Anomali SST tertinggi pada periode tahun 2015-2019 terjadi pada bulan November 2015 sebesar $+1,67^{\circ}\text{C}$ dengan curah hujan 0 mm sedangkan SST terendah terjadi pada bulan November 2016 dengan nilai $-0,37^{\circ}\text{C}$ dan curah hujan 2.24 mm. Nilai anomali SST yang positif di daerah Waingapu ini menyebabkan penurunan curah hujan dan kemarau pada bulan April hingga Oktober tahun 2015, sedangkan anomali SST negatif menyebabkan peningkatan curah hujan (musim hujan) pada bulan November 2017 hingga Maret 2018. Gambar 4 menunjukkan bahwa Anomali SST bulanan dari tahun 2015-2019 berhubungan terbalik dengan curah hujan bulanan di Waingapu. Kenaikan anomali suhu permukaan laut bulan Mei-Juni sebesar $+1^{\circ}\text{C}$, menyebabkan penurunan curah hujan.

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai korelasi hasil negatif dengan nilai $-0,038$ yang mengartikan bahwa hubungan anomali SST dengan curah hujan berbanding terbalik atau tidak sebanding. Korelasi negatif ini diperkuat dengan nilai P -value yang diperoleh sebesar $0,776$ atau nilai P -value $> 0,05$ yang menyatakan bahwa parameter anomali SST tidak berpengaruh terhadap curah hujan pada periode tahun 2015-2019.



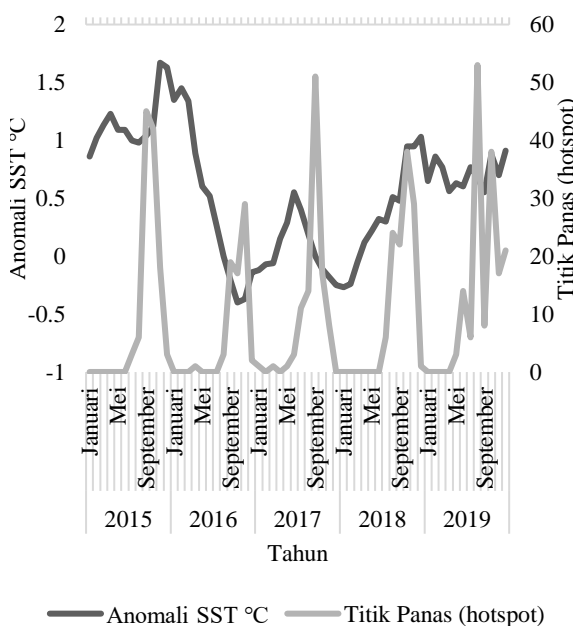
Gambar 4. Anomali SST dan curah hujan di Waingapu pada tahun 2015-2019

Pengaruh Anomali SST Terhadap Titik Panas (Hotspot)

Hubungan anomali SST terhadap titik panas (*hotspot*) di Waingapu pada tahun 2015 sampai 2019 ditunjukkan pada Gambar 5. SST tertinggi sebesar +1,67°C dengan jumlah titik panas (*hotspot*) sebanyak 20 titik terjadi pada bulan November 2015 sedangkan SST terendah terjadi pada bulan November 2016 yaitu -0,37°C dengan titik panas (*hotspot*) sebanyak 40 titik. Gambar 5 menunjukkan bahwa hubungan anomali SST dengan titik panas (*hotspot*) berbanding lurus. Dengan nilai korelasi 0.037 dimana nilai (+) menunjukkan bahwa anomali SST dengan titik panas (*hotspot*) berjalan berbanding lurus. Hal ini sama seperti yang terjadi di Kalimantan Tengah. Menurut Putra dan Hayasaka (2011) jumlah *hotspot* yang tinggi terdeteksi di Kalimantan Tengah terutama pada musim kering pada saat anomali SST bernilai positif tinggi dan jumlah *hotspot* sedikit di temukan ketika anomali SST bernilai positif rendah.

Nilai *P-value* yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 0.779 yang berarti melebihi *P-value* > 0.05 yang menunjukkan parameter anomali SST tidak berpengaruh pada kejadian *hotspot*. Hal ini sesuai dengan yang terjadi di Riau (Putra dan Hadiwijoyo 2012). Nilai anomali SST yang rendah (bernilai negatif) tidak selalu di ikuti dengan peningkatan jumlah *hotspot* di Riau dan hal ini tidak selalu terjadi pada musim kemarau, sehingga El-Nino dan La-Nina tidak berpengaruh terhadap jumlah titik *hotspot* yang terjadi di Provinsi Riau pada periode tahun 2001-2009.

Nilai positif pada anomali SST mengindikasikan bahwa SST Pasifik Equator Tengah dan Timur terjadi lebih tinggi dari rata-ratanya yang berimplikasi bahwa laut Indonesia lebih dingin. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan hujan di wilayah Indonesia. Sebaliknya nilai negatif mengindikasikan bahwa SST Pasifik Equator Tengah dan Timur terjadi lebih rendah



Gambar 5. SST dan titik panas (*hotspot*) di Waingapu pada tahun 2015-2019

dari rata-ratanya yang berimplikasi terhadap laut Indonesia yang menjadi lebih panas (Putra dan Hadiwijoyo 2012).

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Curah hujan tahunan pada tahun 2015 hingga 2019 di Waingapu menunjukkan siklus pola curah hujan zona B (pola hujan ekuatorial). Rata-rata curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada bulan November sebesar 68.25 mm sedangkan rata-rata curah hujan terendah terjadi pada bulan September sebesar 3 mm dalam jangka waktu 5 tahun. Jumlah titik panas (*hotspot*) tahunan pada tahun 2015 hingga 2019 terjadi sebanyak 611 titik yang terpantau oleh sensor MODIS dan VIIRS pada wilayah Waingapu. Hubungan curah hujan dengan titik panas (*hotspot*) menunjukkan hasil berbanding terbalik dengan hasil uji korelasi menunjukkan nilai -0,343. Hubungan anomali SST dengan curah hujan menunjukkan hasil berbanding terbalik dengan hasil uji korelasi menunjukkan nilai -0,038. Hubungan anomali SST dengan titik panas (*hotspot*) menunjukkan hasil berbanding lurus dengan hasil uji korelasi menunjukkan nilai 0,016.

SARAN

Perlu adanya pemeriksaan langsung di lapangan untuk mengetahui penyebab utama timbulnya kebakaran hutan sabana di Waingapu.

DAFTAR PUSTAKA

Aldrian E, Susanto RD. 2003. Identification of three dominant rainfall regions within indonesia and their relationship to sea surface temperature. *International Journal Climatol* 23(1):1435-1452.

Aldrian E. 2008. *Meteorologi Laut Indonesia*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

[BMKG]. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Kabupaten Sumba Timur. 2021. Sumba Timur: BMKG Kabupaten Sumba Timur

[BPKH Wilayah XIV]. Statistik Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah XIV Kupang Tahun 2011. Kupang: BPKH Wilayah XIV.

[BPS Kabupaten Sumba Timur]. Kabupaten Sumba Timur dalam Angka 2014. Waingapu: BPS Kabupaten Sumba Timur.

Febrianti N. 2008. Perubahan Zona Iklim di Indonesia Dengan Menggunakan Sistem Klasifikasi Koppen [Prosiding]. Jakarta(ID): Lapan.

Hidayat O. 2013. Keaneragaman spesies avifauna di KHDTK Hambala, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 2(1):12-25. <http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2013.vol2iss1pp12-25>

Margareth T. 2014. *Pengaruh Siklon Tropis Rusty terhadap keadaan cuaca di Kabupaten Sumba Timur (studi kasus tanggal 24 Februari 2013)*. Tugas Akhir Sekolah Tinggi Meteorologi

- Klimatologi dan Geofisika, Oktober 2014*. Jakarta: Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Putra EI, Hadiwijoyo E. 2012. Pengaruh anomali sea surface temperatur (SPL) dan curah hujan terhadap potensi kebakarn hutan dan lahan di Provinsi Riau. *Jurnal Silvikulutur Tropika* 3(2):121-124.
- Putra EI, Hayasaka H. 2011. The effect of the precipitation pattern of the dry season on peat fire occurrence in the Mega Rice Project area, Central Kalimantan, Indonesia. *Jurnal Tropics* 19(4):145-156.
- Sitompul Z, Nurjani E. 2013. Pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO) terhadap curah hujan musiman dan tahunan di Indonesia. *Jurnal Bumi Indonesia* 2(1):11-18.
- Sutomo. 2016. Asal Usul Formasi Savana: Tinjauan dari Nusa Tenggara Timur dan Hasil Penelitian di Baluran Jawa Timur [Seminar Nasional]. Kupang: Balai Penelitian Kehutanan Kupang.
- Syaufina L, Hafni DAF. 2018. Variabilitas iklim dan kejadian kebakaran hutan dan lahan gambut di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. *Jurnal Silvikulutur Tropika* 9(1): 60-68.
- Syaufina L, Sukmana A. 2008. *Kajian Penyebab Utama Kebakaran Hutan di Daerah Tangkapan Air Danau Toba. Laporan Akhir Studi Program ITTO PD 394/06 Rev. 1 (F)*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Konservasi Alam.
- Trenberth KE, Caron JM. 2000. The Southern Oscillation Revisited: Sea Level Pressures, Surface Temperatures and Precipitation. *Journal of Climate* 13(1):4358 – 4365.