

**HUBUNGAN ANTARA KERAPATAN DAN JENIS VEGETASI
TERHADAP KEJADIAN ANGIN PUTING BELIUNG
DI KABUPATEN KENDAL TAHUN 2017-2021**
*RELATION OF DENSITY AND TYPE OF VEGETATION
TOWARD OCCURRENCE OF TORNADOES
IN KENDAL REGENCY YEAR 2017-2021*

Dhina Rahardian^{1,*} dan Zauyik Nana Ruslana²

¹⁾ Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Semarang, 50275

²⁾ BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Semarang,
Jl. Siliwangi No. 291 Kalibanteng Kulon, Semarang, 50145

*Email: rahardian1912@gmail.com

ABSTRAK

Banyak kejadian angin puting beliung yang telah melanda Indonesia. Angin puting beliung disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan udara yang ekstrim antara daratan dan awan. Tekanan udara berkaitan dengan suhu udara. Suhu udara perkotaan yang lebih panas daripada daerah pedesaan di sekitarnya disebut urban heat island. Urban heat island berkaitan dengan vegetasi. Penelitian ini berusaha menganalisis hubungan antara kerapatan dan jenis vegetasi terhadap kejadian angin puting beliung di Kabupaten Kendal tahun 2017-2021. Metode yang digunakan adalah NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dan LST (Land Surface Temperature) dengan data-datanya yaitu data bencana dari BPBD dan citra Landsat 8. Hasilnya adalah wilayah dengan vegetasi hijau dan rapat serta bersuhu udara permukaan rendah potensi terjadinya angin puting beliung rendah, sedangkan wilayah dengan vegetasi tandus dan jarang serta bersuhu udara permukaan tinggi potensi terjadinya angin puting beliung tinggi. Vegetasi mempengaruhi terjadinya angin puting beliung dimana daerah non vegetasi lebih rawan terjadi angin puting beliung daripada daerah bervegetasi.

Kata kunci: Angin Puting Beliung, Urban Heat Island, NDVI

ABSTRACT

Many tornadoes have hit Indonesia. Tornadoes are caused by the extreme pressure difference between land and clouds. Pressure is related to temperature. The temperature of the urban air that is warmer than the surrounding rural area is called urban heat island. Urban heat islands are related to vegetation. This study attempts to analyze the relationship between density and type of vegetation on the occurrence of tornadoes in Kendal Regency in 2017-2021. The method used is NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and LST (Land Surface Temperature) with the data are data from BPBD and Landsat 8 imagery. The result is an area with dense green vegetation and low surface temperature with low potential for tornadoes, while areas with barren and sparse vegetation and high surface temperature have the potential for high tornadoes. Vegetation affects the occurrence of tornadoes where non-vegetated areas are more prone to tornadoes than vegetated areas.

Keywords: Tornadoes, Urban Heat Island, NDVI

1. Pendahuluan

Sebagai sebuah negara yang besar, Indonesia memiliki risiko berbagai jenis bencana, baik bencana alam maupun bencana non alam. Gunung meletus, gempa bumi, tsunami, hingga epidemi bisa terjadi di Indonesia. Selain itu, Indonesia juga berisiko dilanda bencana angin puting beliung. Banyak kejadian angin puting beliung yang telah melanda Indonesia.

Menurut Badan Penanggulangan Bencana Nasional (2016), angin puting beliung didefinisikan sebagai angin berkecepatan lebih dari 64,4 km/jam (34,8 knots) yang berputar, keluar dari awan cumulonimbus (cb), dan waktunya singkat. Angin puting beliung disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan udara yang ekstrim antara daratan dan awan. Suhu udara awan yang sangat dingin bertemu dengan suhu udara daratan yang panas. Suhu udara daratan yang panas tersebut disebut juga dengan *urban heat island* (BPBN, 2016).

Urban heat island adalah keadaan di mana suatu *urban* (kota) dalam keadaan penyerapan dan penahanan 'panas'-nya buruk. Daerah urban biasanya memiliki banyak bangunan, jalan aspal, atap dan dinding berwarna gelap, serta vegetasi yang jarang. Hal-hal tersebut menyebabkan tingginya suhu udara di daerah urban karena cenderung memantulkan balik cahaya matahari yang mengenainya (NASA, 2022).

Berbicara terkait perbedaan suhu udara dan *urban heat island*, vegetasi menjadi sesuatu yang tidak boleh terlewat untuk dibahas. Vegetasi merupakan pengontrol suhu udara. Daerah yang memiliki banyak vegetasi seperti pegunungan memiliki suhu udara yang dingin. Sebaliknya, daerah yang vegetasinya sedikit

seperti perkotaan memiliki suhu udara yang panas (NASA, 2022).

Kendal adalah sebuah kabupaten yang berada di wilayah Provinsi Jawa Tengah. Topografinya bermacam-macam mulai dari pesisir hingga pegunungan, yaitu berbatasan langsung dengan Laut Jawa di Utara dan Gunung Ungaran di Selatan. Kota Kendal dan daerah sekitarnya telah mengalami perkembangan yang pesat diantaranya terdapat banyak industri. Namun daerah-daerah lain masih asri dengan hutan-hutannya yang lebat. Hal-hal tersebut membuat Kabupaten Kendal cocok untuk dijadikan wilayah studi bencana angin puting beliung.

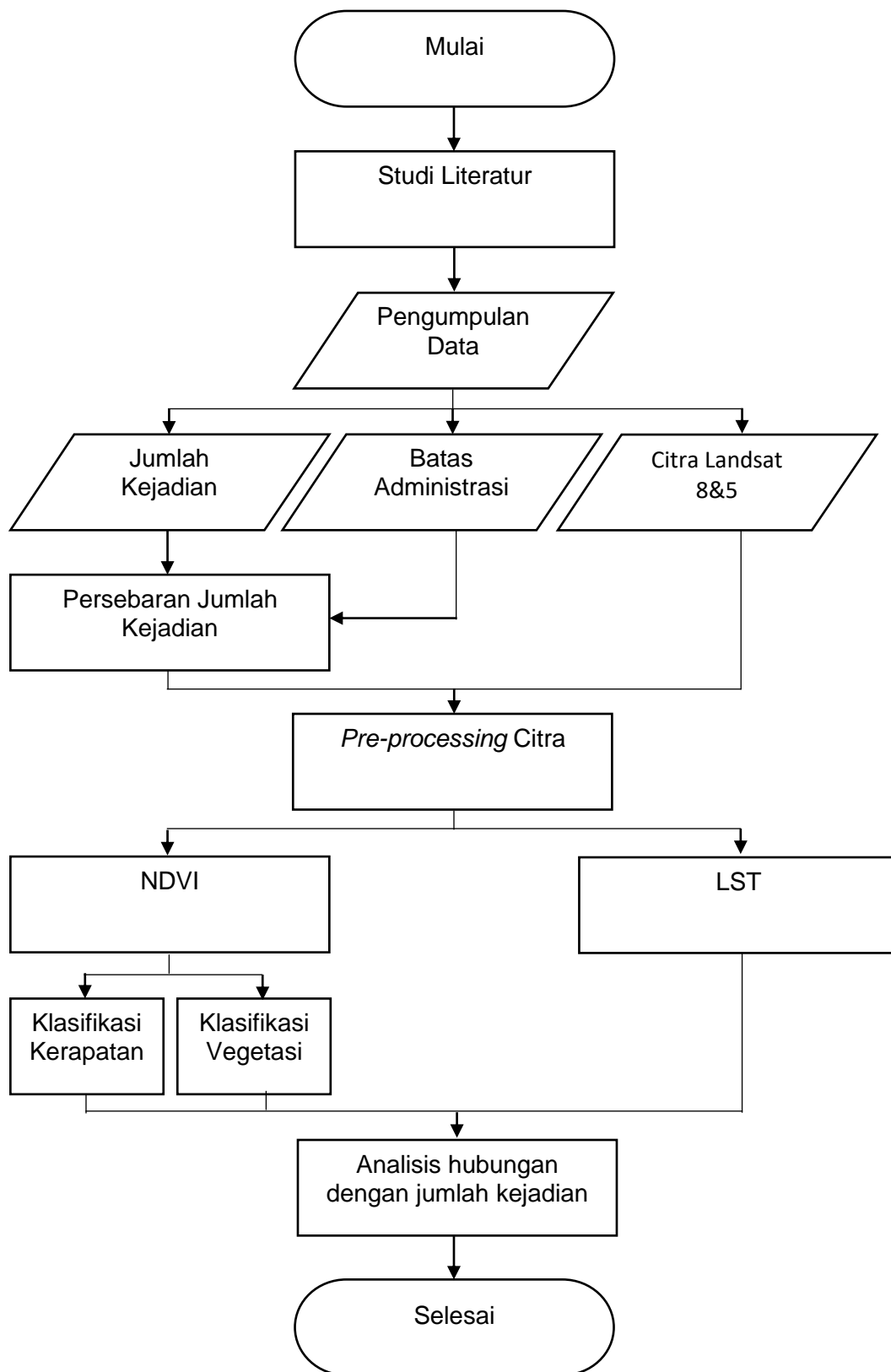
Penelitian ini berusaha menganalisis hubungan antara kerapatan dan jenis vegetasi terhadap kejadian angin puting beliung di Kabupaten Kendal tahun 2017-2021. Penelitian ini juga bertujuan untuk memperoleh upaya mitigasi bencana angin puting beliung yang dapat dilakukan berdasarkan kaitannya dengan kerapatan dan jenis vegetasi.

2. Metode

2.1. Pengumpulan Data

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bencana tahun 2017-2021 yang diperoleh dari Pusdalops PB BPBD Jateng. Kemudian untuk keperluan analisis vegetasi dan suhu udara permukaan menggunakan citra Landsat 8 yang diunduh dari website USGS. Selain itu, digunakan pula Peta RBI untuk keperluan *cropping* atau *subsetting* dan *layouting* peta yang dapat diunduh dari website *Indonesia Geospatial Portal* (tanahair.indonesia.go.id).

2.2. Pengolahan Data



Gambar 1. Diagram alir.

Data bencana yang diperoleh dari BPBD merupakan data bencana secara keseluruhan sehingga data-data yang diperlukan harus disusun ulang agar memudahkan dalam analisis data. Data tersebut berformat .xlsx atau dapat dibuka dengan menggunakan *software* Excel sehingga dalam pengolahannya bisa memanfaatkan fitur *filter data*.

Sebelum menerapkan algoritma dalam citra satelit untuk analisis vegetasi dan suhu udara permukaan, citra satelit yang diunduh dengan status *raw* tersebut harus di-*preprocessing* untuk menghilangkan *noise* yang terdapat di dalamnya. Pada penelitian ini, koreksi radiometrik dan atmosferik dilakukan dengan metode *rescaling factors*. Sedangkan koreksi geometrik dilakukan dengan metode *image to image rectification* yaitu dengan menggunakan GCP (*Ground Control Points*) untuk merektifikasi satu citra dengan citra lain. Selain koreksi, *preprocessing* citra juga dapat berupa *layer stacking* untuk menggabungkan beberapa *band (layer)* menjadi satu file, *cropping* atau *subsetting* yaitu pemotongan citra untuk mengkhususkan pengolahan pada wilayah penelitian saja, serta *image pansharpening* atau *image enchancement* untuk menajamkan atau meningkatkan kualitas citra yang bisa dilakukan dengan berbagai metode contohnya *Brovey* dan *Gram-Schmidt* yang dalam *software* ENVI telah tersedia menunya.

Untuk analisis vegetasi, metode yang digunakan adalah metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) yang mengitung rasio antara nilai merah dan inframerah dekat dengan memasukan rumus sederhana (USGS, 2022) pada *band math (software* ENVI), yaitu:

$$(NIR - R) / (NIR + R) \quad (\text{USGS, 2022})$$

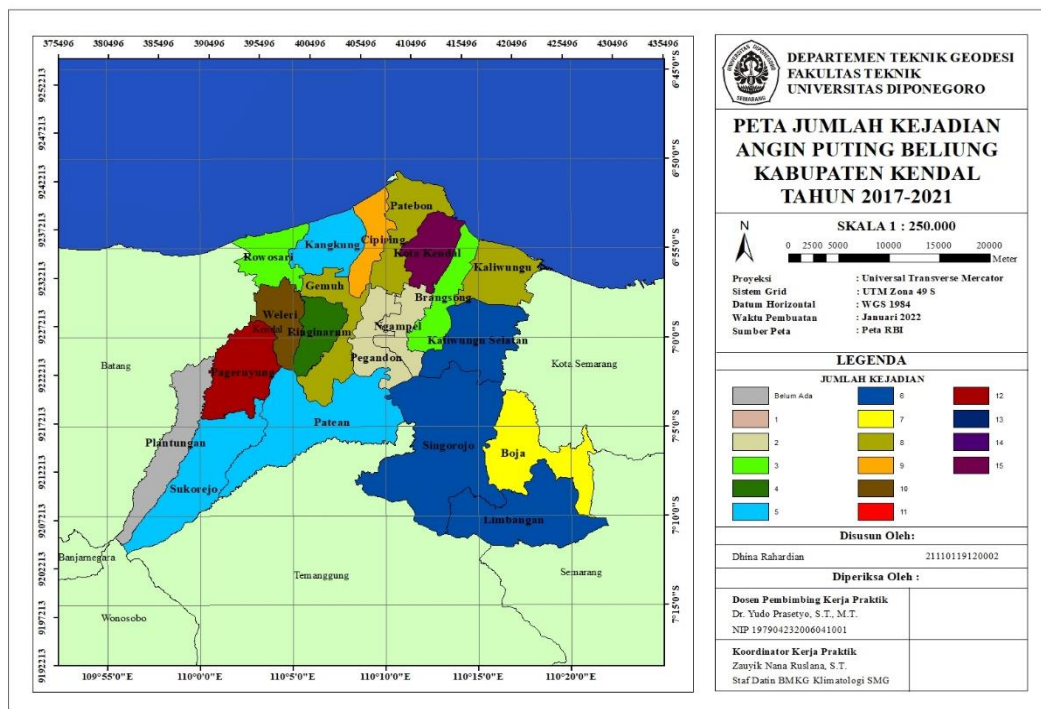
Untuk klasifikasi NDVI baik klasifikasi kerapatan maupun vegetasi menggunakan acuan penelitian sebelumnya oleh Ruslana & Sulistiyowati (2020).

Tabel 1. Klasifikasi NDVI (Ruslana & Sulistiyowati, 2020)

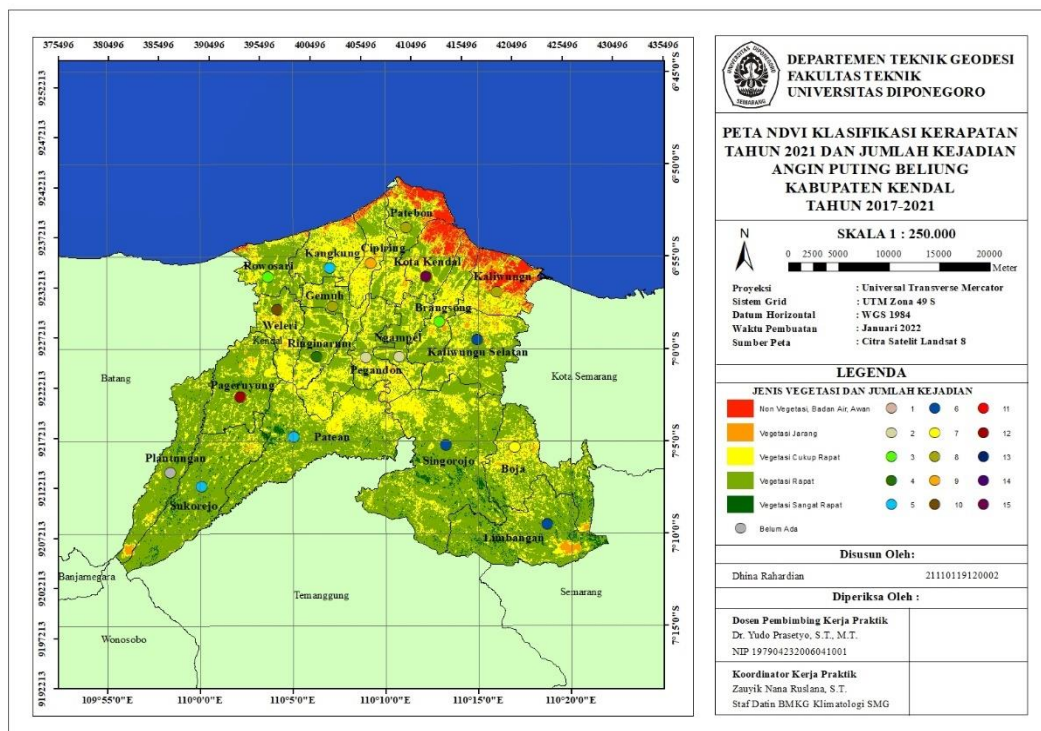
Rentang Klasifikasi	Kerapatan	Vegetasi
-1 – 0	Awan, Badan Air, Nonvegetasi	-
0,1 – 0,25	Vegetasi Jarang	Pemukiman, Lahan Kosong
0,26 – 0,55	Cukup Rapat	Sawah, Tegalan
0,56 – 0,78	Rapat	Sawah, Semak Belukar
0,79 – 1	Sangat Rapat	Hutan

Dalam penelitian ini, dibuat juga NDVI dari citra satelit Landsat 5 tahun 2011 untuk melihat perubahan vegetasi dalam selisih waktu selama 10 tahun. Peta NDVI tahun 2011 dibuat dalam dua klasifikasi juga yaitu klasifikasi kerapatan dan jenis vegetasi. Sedangkan untuk analisis suhu udara permukaan atau *Land Surface Temperature* menggunakan *band thermal*. Pengolahannya dilakukan dengan memanfaatkan fitur *plugin* di *software* QGIS.

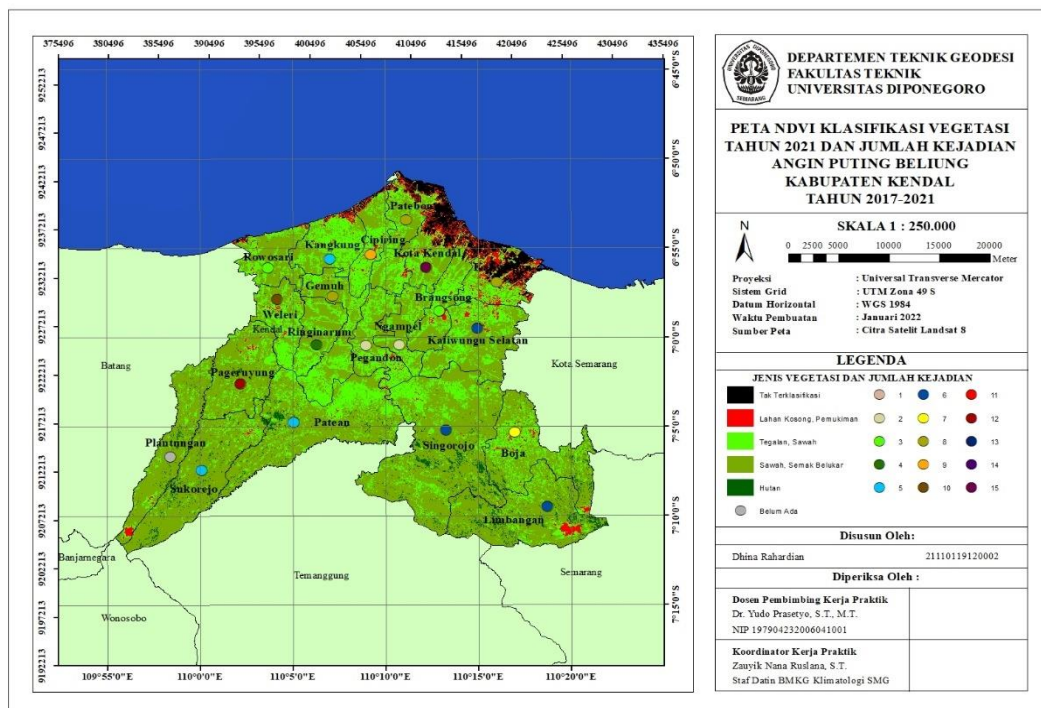
3. Hasil dan Pembahasan



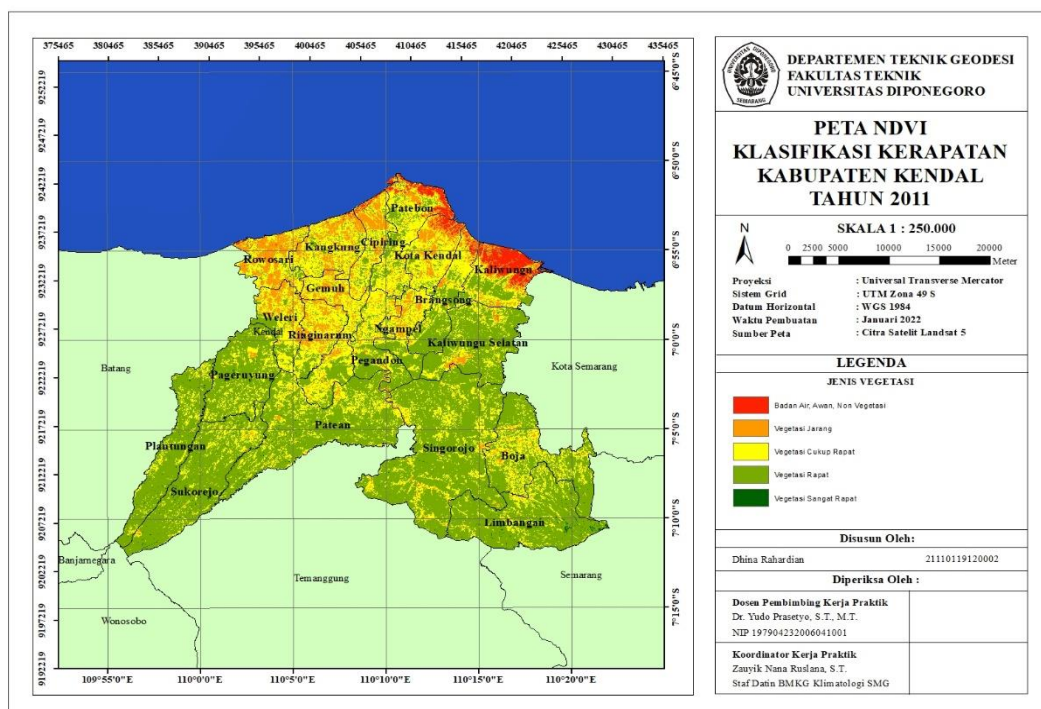
Gambar 2. Peta Jumlah Kejadian Angin Puting Beliung Kabupaten Kendal Tahun 2017-2021



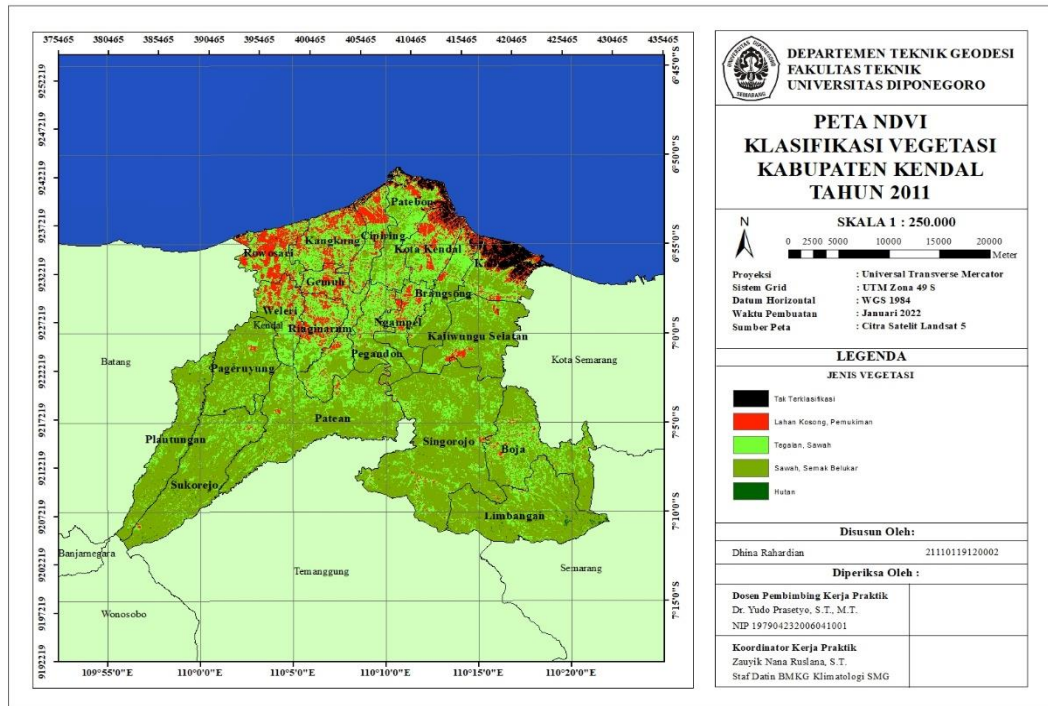
Gambar 3. Peta NDVI Klasifikasi Kerapatan Tahun 2021 dan Jumlah Kejadian Angin Puting Beliung Tahun 2017-2021.



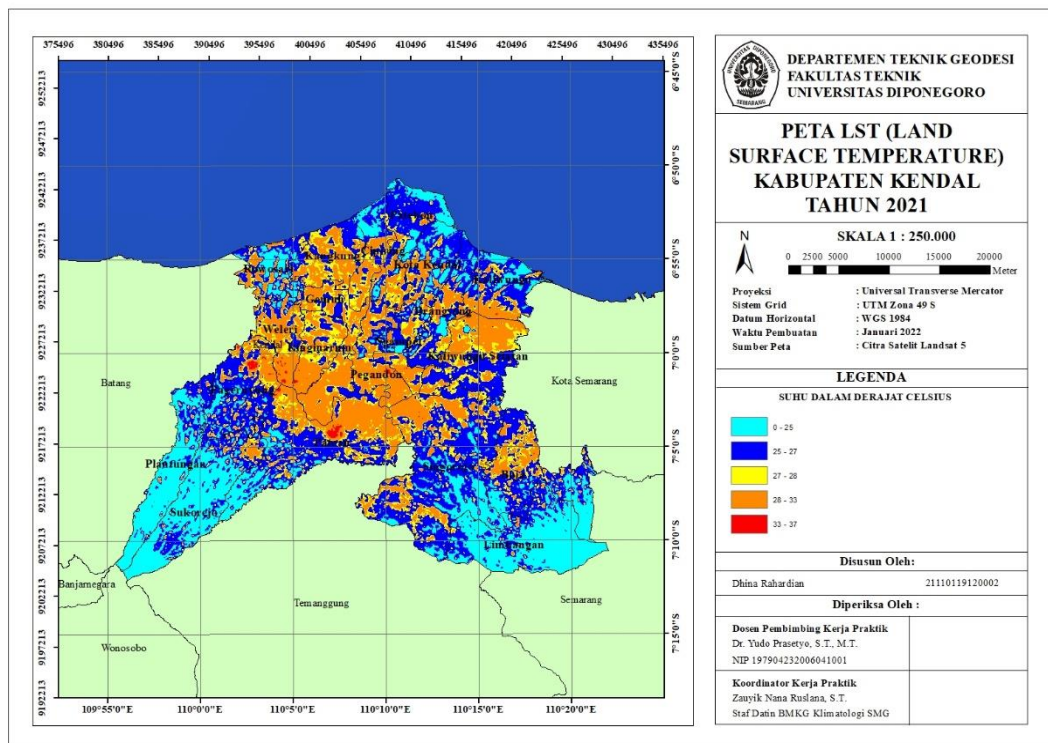
Gambar 4. Peta NDVI Klasifikasi Jenis Vegetasi Tahun 2021 dan Jumlah Kejadian Angin Puting Beliung Tahun 2017-2021.



Gambar 5. Peta NDVI Klasifikasi Kerapatan Tahun 2011.



Gambar 6. Peta NDVI Klasifikasi Jenis Vegetasi Tahun 2011.



Gambar 7. Peta LST Tahun 2021.

Tabel 2. Hasil penyusunan data jumlah kejadian angin puting beliung di Kabupaten Kendal tahun 2017-2021 per kecamatan per tahun.

Kecamatan	'17	'18	'19	'20	'21	Total
Boja	0	0	2	4	1	7
Brangsong	2	0	0	0	1	3
Cepiring	1	1	4	2	1	9
Gemuh	0	1	5	0	2	8
Kaliwungu	1	0	5	0	2	8
Kaliwungu Selatan	0	0	0	2	4	6
Kangkung	0	2	0	1	2	5
Kota Kendal	3	0	5	4	3	15
Limbangan	0	0	1	3	2	6
Ngampel	0	0	1	1	0	2
Pageruyung	1	2	2	3	4	12
Patean	0	1	0	4	0	5
Patebon	1	1	3	2	1	8
Pegandon	0	0	2	0	0	2
Plantungan	0	0	0	0	0	0
Ringinarum	0	0	1	2	1	4
Rowosari	1	0	1	0	1	3
Singorojo	0	1	2	3	0	6
Sukorejo	0	1	1	0	3	5
Weleri	1	0	2	4	3	10
Kab. Kendal	11	10	37	35	31	124

Jumlah kejadian angin puting beliung di wilayah Kabupaten Kendal selama 5 tahun dari tahun 2017 sampai tahun 2021 adalah 124 kejadian. Tahun 2018 merupakan tahun di mana kejadian angin puting beliung berjumlah paling sedikit, yaitu 10 kejadian. Sedangkan, tahun 2019 merupakan tahun di mana kejadian angin puting beliung berjumlah paling banyak, yaitu 37 kejadian.

Plantungan adalah kecamatan dengan kejadian angin puting beliung tahun 2017-2021 yang paling sedikit, yaitu belum ada kejadian sama sekali. Sedangkan Kota Kendal merupakan

kecamatan dengan kejadian angin puting beliung tahun 2017-2021 yang paling banyak, yaitu 15 kejadian.

Pada peta NDVI yang di layer atasnya ditampilkan titik yang menyimbolkan jumlah kejadian, baik peta NDVI klasifikasi kerapatan maupun jenis vegetasi, terlihat bahwa Plantungan yang merupakan wilayah yang belum ada kejadian sama sekali selama tahun 2017-2021 merupakan daerah yang didominasi 'Vegetasi Rapat' dan 'Sawah, Semak Belukar' yang mengindikasikan bahwa di Plantungan vegetasi lebih banyak daripada daerah terbangun. Selain itu juga, Plantungan berada di daerah pegunungan. Sedangkan Kota Kendal yang merupakan wilayah dengan jumlah kejadian selama tahun 2017-2021 terbanyak merupakan daerah yang didominasi 'Non Vegetasi, Badan Air' dan 'Tak Terklasifikasi' juga 'Lahan Kosong, Pemukiman' yang mengindikasikan bahwa di Kota Kendal vegetasi lebih sedikit daripada daerah terbangun. Selain itu juga, Kota Kendal berada di daerah pesisir.

Dari analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa vegetasi mempengaruhi terjadinya angin puting beliung. Daerah yang vegetasinya banyak kejadian angin puting beliungnya sedikit, sedangkan daerah yang vegetasinya sedikit kejadian angin puting beliungnya banyak. Kesimpulan ini semakin diperkuat dengan fakta bahwa terjadinya angin puting beliung disebabkan oleh adanya perbedaan yang ekstrim antara tekanan udara permukaan dengan tekanan uap air di awan. Tekanan udara berhubungan dengan suhu udara, apabila suhu udara rendah maka tekanan udaranya tinggi dan sebaliknya, apabila suhu udara tinggi tekanan udaranya rendah. Apabila suatu wilayah vegetasinya sedikit maka wilayah tersebut cenderung memiliki suhu udara permukaan yang panas

dan jika wilayah tersebut dilewati oleh awan yang memiliki suhu udara dingin dimana suhu udara dan tekanan udara permukaan dan awan berbeda jauh maka daerah tersebut lebih rawan terjadi angin puting beliung daripada wilayah yang vegetasinya banyak yang cenderung memiliki suhu udara permukaan yang dingin.

Pada peta NDVI klasifikasi kerapatan tahun 2011, terlihat sekali daerah dengan 'Vegetasi Jarang' terdapat lebih banyak daripada yang terdapat pada tahun 2021. Selain itu juga, pada peta tahun 2011 tidak teridentifikasi adanya 'Vegetasi Rapat'. Hal-hal tersebut dapat terjadi karena berbagai faktor, peningkatan jumlah vegetasi bisa terjadi apabila ada reboisasi, perubahan fungsi lahan dari lahan terbuka dengan 'Vegetasi Cukup Rapat' menjadi lahan vegetasi produktif menjadi dan lain-lain.

Pada peta NDVI klasifikasi jenis vegetasi, terlihat sekali banyaknya daerah dengan 'Lahan Kosong, Pemukiman'. Apabila dikaitkan dengan pembahasan sebelumnya, bertambah lagi faktor-faktor yang dapat menyebabkan hal tersebut, yaitu terjadinya penggusuran yang menyebabkan daerah 'Lahan Kosong, Pemukiman' berkurang.

Peta LST (*Land Surface Temperature*) atau peta suhu udara permukaan Kabupaten Kendal tahun 2021 menunjukkan bahwa daerah tengah Kabupaten Kendal suhu udaranya lebih tinggi daripada daerah pinggiran Kabupaten Kendal. Pada sebelah selatan Kabupaten Kendal terdapat Gunung Ungaran. Pegunungan biasanya bersuhu udara rendah, oleh karena itu sangat sesuai apabila pada peta daerah tersebut didominasi oleh warna *cyan* yang mewakili suhu udara antara 0 sampai 25 derajat celcius.

Wilayah dengan suhu udara yang lebih tinggi di wilayah Kabupaten Kendal dengan warna kuning hingga merah memiliki potensi kejadian angin puting beliung lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang memiliki suhu udara lebih rendah (warna *cyan*). Hal ini disebabkan wilayah yang lebih tinggi suhu udaranya memiliki wilayah yang kurang vegetasi, banyak perumahan atau lahan kosong, aspal, beton dan lain-lain yang memengaruhi dalam peningkatan suhu udara yang dapat memunculkan fenomena pulau panas (*heat island*), yang dapat memicu memunculkan potensi angin puting beliung dari awan cumulonimbus dan *dust devil* (semacam pusaran angin di wilayah tanah lapang yang luas) di saat cuaca cerah dan terik sinar matahari.

Wilayah dengan vegetasi hijau dan rapat serta bersuhu udara permukaan rendah potensi terjadinya angin puting beliung rendah, sedangkan wilayah dengan vegetasi tandus dan jarang serta bersuhu udara permukaan tinggi potensi terjadinya angin puting beliung tinggi. Hal ini berdasar pada sebab kejadian angin puting beliung itu sendiri. Angin puting beliung yang terjadi karena perbedaan tekanan udara yang signifikan antara permukaan dan awan khususnya awan cumulonimbus. Untuk tekanan udara permukaan, bisa diselidiki mengapa tekanan udaranya mempunyai perbedaan yang signifikan dengan tekanan udara awan atau bertekanan udara rendah. Permukaan bertekanan udara rendah atau bersuhu udara tinggi bisa disebabkan oleh tutupan lahannya. Tutupan lahan yang berupa vegetasi (hutan) suhu udara permukaannya cenderung rendah, sedangkan tutupan lahan non vegetasi suhu udara permukaannya cenderung tinggi. Hal ini disebabkan karena vegetasi (pohon) adalah pengontrol suhu udara permukaan.

4. Kesimpulan

Vegetasi mempengaruhi terjadinya angin puting beliung dimana daerah non vegetasi lebih rawan terjadi angin puting beliung daripada daerah bervegetasi. Hal ini dikarenakan vegetasi dapat mempengaruhi suhu udara yang berkaitan dengan tekanan udara yang menjadi penyebab angin puting beliung. Kemudian daerah dengan vegetasi jarang lebih rawan terjadi angin puting beliung daripada daerah vegetasi rapat. Selain itu, daerah dengan non vegetasi (badan air, lahan kosong, pemukiman) lebih rawan terjadi angin puting beliung daripada daerah vegetasi hijau (hutan, semak belukar, sawah). Hubungan antara suhu udara permukaan dan vegetasi adalah apabila vegetasi rapat maka suhu udara permukaan rendah dan sebaliknya apabila vegetasi jarang maka suhu udara permukaan tinggi. Berdasarkan uraian sebelumnya upaya mitigasi bencana angin puting beliung yang dapat dilakukan berdasarkan kaitannya dengan kerapatan dan jenis vegetasi antara lain adalah melakukan reboisasi atau penghijauan kembali serta bisa juga membuat taman kota sebagai pengontrol suhu udara.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Semarang dan Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Semarang telah bersedia untuk dijadikan tempat melaksanakan Kerja Praktik dan pihak-pihak di dalamnya telah memberikan banyak ilmu dan informasi yang sangat bermanfaat.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Penanggulangan Bencana Nasional (2016). Resiko Bencana Indonesia. Jakarta: Badan Penanggulangan Bencana Nasional.
- [2] Landsat Normalized Difference Vegetation Index (2022). <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index>, diakses 7 Februari 2022.
- [3] Ruslana, Z.N., & Sulistiyowati (2020). Analisis Indeks Kerapatan Vegetasi untuk Identifikasi Kejadian dan Potensi Puting Beliung di Wilayah Kabupaten Klaten. *Megasains*, 11, 1-14.
- [4] *What Is an Urban Heat Island?* (2022). <https://climatekids.nasa.gov/heat-islands/#:~:text=An%20urban%20heat%20island%20occurs,environment%20absorb%20and%20hold%20heat>, diakses 7 Februari 2022.