

ANALISIS SPASIAL KERAPATAN TAJUK MANGROVE KOTA SEMARANG TAHUN 2021 MENGGUNAKAN INDEKS VEGETASI MRE – SR PADA CITRA SENTINEL 2A

Bagus Adi Susilo, Tjaturrahono Budi Sanjoto

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Februari 2022
Disetujui Maret 2022
Dipublikasikan April 2022

Keywords:

Remote Sensing, Landcover Change, Land Surface Temperature, Cellular Automata, SUHI Prediction.

Abstrak

Kota Semarang dalam Rencana Tata Ruang dan Wilayah Tahun 2011 – 2031 telah menetapkan beberapa wilayah sebagai Kawasan Pantai Berhutan Bakau yang fungsi utamanya untuk mempertahankan fungsi hutan mangrove di wilayah pesisir Kota Semarang, namun dalam perkembangannya dinamika yang terjadi di wilayah pesisir Kota Semarang cukup tinggi sehingga mempengaruhi kondisi ekosistem mangrove yang sudah ada. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kondisi spasial kerapatan tajuk mangrove tahun 2021 di wilayah yang ditetapkan sebagai Kawasan Pantai Berhutan Bakau Kota Semarang melalui analisis indeks vegetasi mRE - SR. Hasil penelitian ini adalah dari indeks vegetasi mRE – SR dinilai cukup baik dalam memetakan kerapatan tajuk mangrove, luas tutupan tajuk mangrove Kota Semarang tahun 2021 seluas 261,92 Ha dengan tutupan terluas adalah Kelurahan Mangunharjo (73,18 Ha) dan terendah Kelurahan Terboyo Kulon (6,01 Ha), tingkat kerapatan tajuk mangrove dominan berada di tingkat “sedang” dan pola distribusi seluruhnya mengelompok dengan nilai ANN di 0,47 – 0,88. Tingkat kerapatan tajuk mangrove yang dominan pada tingkat sedang dipengaruhi oleh penggunaan lahan tambak yang menekan habitat mangrove, namun disisi lain juga menyediakan substrat yang aman dari gelombang dan bahan organik yang melimpah.

Abstract

The Semarang City in the Spatial and Regional Planning (RTRW) 2011-2031 has establish several areas as Coastal Mangrove Areas whose main function is to protect the function of mangrove forests in the coastal areas of Semarang City, but in its development the dynamics that occur in the coastal areas of Semarang City are quite high so that it affects condition of the existing mangrove ecosystem. The purpose of this study was to determine the spatial condition of the mangrove canopy density on 2021 in the area has establish as the Mangrove Forest Coast Area of Semarang City through analysis of the mRE - SR vegetation index. The results of this study are the mRE - SR vegetation index is considered quite good in mapping mangrove canopy density, the mangrove canopy cover area of Semarang City in 2021 is 261.92 ha with the widest cover being Mangunharjo Village (73.18 ha) and the lowest is Terboyo Kulon Village (6.01 ha), the density level of the dominant mangrove canopy is at the "medium" level and the distribution pattern is all clustered with ANN values at 0.47 - 0.88. The dominant mangrove canopy density at a medium level is influenced by the use of pond land which suppresses mangrove habitat, but on the other side also provides a substrate that is safe from waves and abundant organic matter.

© 2022 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: geografiunnes@gmail.com

ISSN 2252-6285

PENDAHULUAN

Hutan mangrove adalah hutan yang terutama tumbuh di lumpur aluvial di daerah pantai yang eksistensinya selalu dipengaruhi oleh

pasang surut (Sorianegara, 1987 dalam Pramudji, 2001). Peran hutan mangrove terhadap lingkungan sekitarnya setidaknya dilihat dalam dua aspek, yaitu ekologis dan fisik. Pada aspek ekologis hutan mangrove dapat menciptakan suasana iklim yang kondusif bagi kehidupan bio-aquatik. Pada aspek fisik peran hutan mangrove sebagai “benteng” alam mengendalikan dinamika wilayah pesisir, diantaranya terkait abrasi, akresi, sedimentasi, dan hempasan angin laut.

Kota Semarang sebagai salah satu kota yang menjadi pusat pertumbuhan di wilayah pesisir yang memiliki dinamika wilayah pesisir yang cukup tinggi, salah satunya adalah abrasi dan akresi. Menurut Safitri et al., (2019) pada tahun 2008 – 2013 terjadi abrasi sebesar 337,986 ha dan pada tahun 2013 – 2018 terjadi akresi sebesar 195,338 ha. Tingginya tingkat abrasi yang terjadi salah satunya mengindikasikan kurang optimalnya fungsi ekosistem mangrove Kota Semarang pada rentang tahun tersebut. Menurut Ardiansyah & Buchori (2014) kondisi hutan mangrove di salah satu wilayah Kota Semarang, yaitu Kecamatan Tugu 77,73% luasan hutan mangrovenya dalam kondisi rusak berat dan sisanya 22,77% dalam kondisi rusak.

Kondisi tersebut cukup ironis karena dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Semarang tahun 2011 - 2031 telah ditetapkan beberapa wilayah sebagai Kawasan Pantai Berhutan Bakau yang fungsi utamanya adalah perlindungan dan pelestarian ekosistem mangrove, kawasan tersebut meliputi Kecamatan Tugu (Kelurahan Mangkang Kulon, Kelurahan Mangunharjo, Kelurahan Mangkang Wetan, Kelurahan Randugarut, Kelurahan Karanganyar, Kelurahan Tugurejo) dan Kecamatan Genuk (Kelurahan Terboyo Kulon dan Kelurahan Trimulyo).

Berdasarkan kondisi diatas maka dibutuhkan upaya untuk memastikan kondisi terkini hutan mangrove di wilayah yang telah ditetapkan tersebut. Salah satu teknik yang bisa dilakukan adalah melalui penilaian kerapatan vegetasi mangrove, hal ini karena kerapatan vegetasi mangrove yang rapat cenderung menunjukkan kesesuaian habitat mangrove yang

cukup baik. Terkait hambatan terhadap lokasi pertumbuhan mangrove yang tersebar di wilayah yang cukup luas, maka teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengefektifkan proses.

Teknik yang dilakukan adalah dengan penilaian kerapatan tajuk mangrove menggunakan analisis indeks vegetasi. Menurut Fathoni, (2016) tajuk pohon tersusun atas kumpulan ranting, cabang dan daun pada bagian atas pohon. Sedangkan indeks vegetasi merupakan transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam memberikan informasi terkait vegetasi (Danoedoro, 2012).

Pada penggunaannya terdapat beberapa faktor terkait karakteristik citra satelit yang digunakan, yaitu resolusi spasial citra satelit yang digunakan harus dapat mencakup ukuran komunitas mangrove yang tumbuh di habitatnya, dan kemampuan saluran multispektralnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi mangrove pada habitatnya yang berasosiasi dengan lumpur aluvial dan tubuh air. Salah satu citra satelit yang memiliki karakteristik yang cukup baik untuk pemantauan kerapatan tajuk mangrove adalah satelit Sentinel 2A. Satelit ini resolusi spasialnya dapat dimaksimalkan sampai ukuran piksel 10 meter², merupakan satelit multisaluran dengan total ada 13 saluran, dan resolusi temporalnya adalah setiap 5 hari (ESA, 2015).

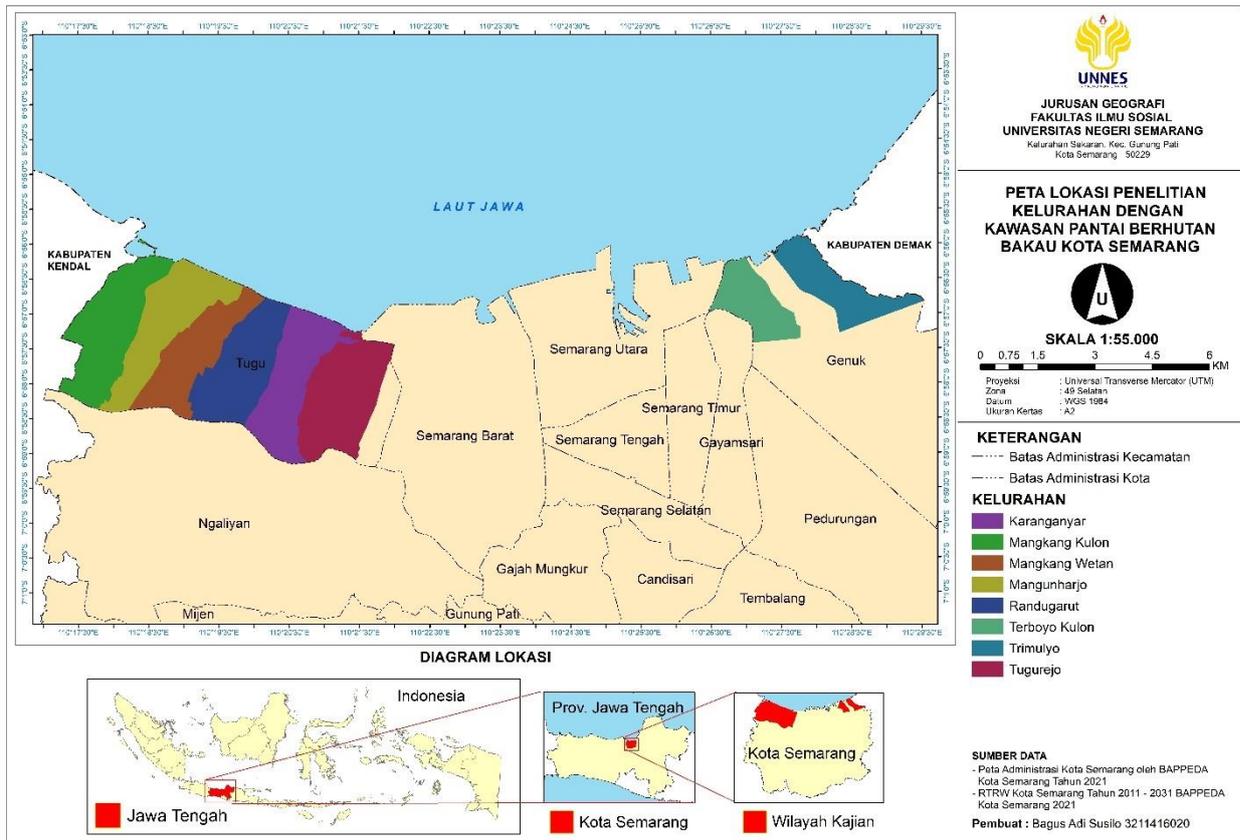
Selain itu jenis indeks vegetasi yang digunakan harus menunjukkan kualitas yang baik dalam pemantauan vegetasi, khususnya mangrove. Indeks vegetasi yang dinilai cukup baik digunakan untuk analisis mangrove adalah mRE – SR (modified Red Edge – Simpel Ratio). Menurut Pratama et al., (2019) mRE – SR adalah algoritma terbaik dalam memetakan kerapatan tajuk mangrove menggunakan citra Sentinel 2A.

Berdasarkan berbagai kondisi tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi spasial kerapatan tajuk mangrove tahun 2021 di wilayah yang ditetapkan sebagai Kawasan Pantai Berhutan Bakau Kota Semarang menggunakan indeks vegetasi mRE – SR pada citra Sentinel 2A.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode analisis kerapatan vegetasi dan analisis spasial untuk menjelaskan kondisi spasial kerapatan tajuk mangrove Kota Semarang. Secara spasial lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :

Analisis kerapatan vegetasi menggunakan indeks vegetasi mRE – SR untuk menganalisis pantulan reflektan pada tajuk mangrove yang diklasifikasikan dalam kelas kerapatannya menurut PERKA BIG No. 14 Tahun 2014, yaitu 5 kelas kerapatan pada skala pemetaan 1:20.000. Algoritma indeks vegetasi mRE – SR sebagai berikut :



$$mRE - SR = \frac{\left(\frac{NIR}{Red\ Edge}\right) - 1}{\sqrt{\left(\frac{NIR}{Red\ Edge}\right) + 1}}$$

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Pengolahan data, 2021)

Algoritma mRE - SR merupakan pengembangan dari algoritma SR (Simple Ratio) Candra et al., (2016). Pada mRE - SR saluran merah (Red) digantikan oleh saluran merah tepi (Red Edge) pada saluran 5 di citra Sentinel 2A.

Band merah tepi diketahui lebih sensitif terhadap parameter bio - fisik dari vegetasi sehingga menghasilkan nilai indeks vegetasi yang lebih besar (Zhu et al., 2017). Namun kelemahannya adalah rentang reflektan pada algoritma ini belum diketahui dengan pasti.

Solusi dari kelemahan tersebut adalah dilakukan interpretasi visual untuk memisahkan objek mangrove dan non mangrove sebelum dilakukan pengolahan indeks vegetasi. Interpretasi visual tersebut dilakukan terhadap komposit saluran 11 (SWIR), saluran 8 (NIR), dan saluran 4 (Red) pada citra Sentinel 2A. Komposit tersebut lebih memudahkan proses identifikasi karena menunjukkan perbedaan kenampakan pada objek vegetasi yang berasosiasi dengan air dan vegetasi yang tidak berasosiasi dengan air.

Hasil pengolahan indeks vegetasi kemudian dianalisis secara regresi linier untuk melihat besarnya hubungan terhadap hasil pengukuran kerapatan tajuk di lapangan. Selain itu juga dilakukan uji akurasi RMSE untuk melihat presisi pemetaan kerapatan tajuk mangrove.

Pengukuran lapangan menggunakan metode fotografi, menurut Dharmawan & Pramudji., (2014) metode fotografi memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah cenderung lebih akurat, memiliki bukti yang kuat dan dapat dilakukan analisis untuk penelitian lainnya. Pengolahannya dilakukan di aplikasi ImageJ dengan prinsip memisahkan piksel langit dan piksel tutupan tajuk vegetasi (Ishida 2004,

Chinaucci et.al., 2014 dalam Dharmawan & Pramudji., 2014)

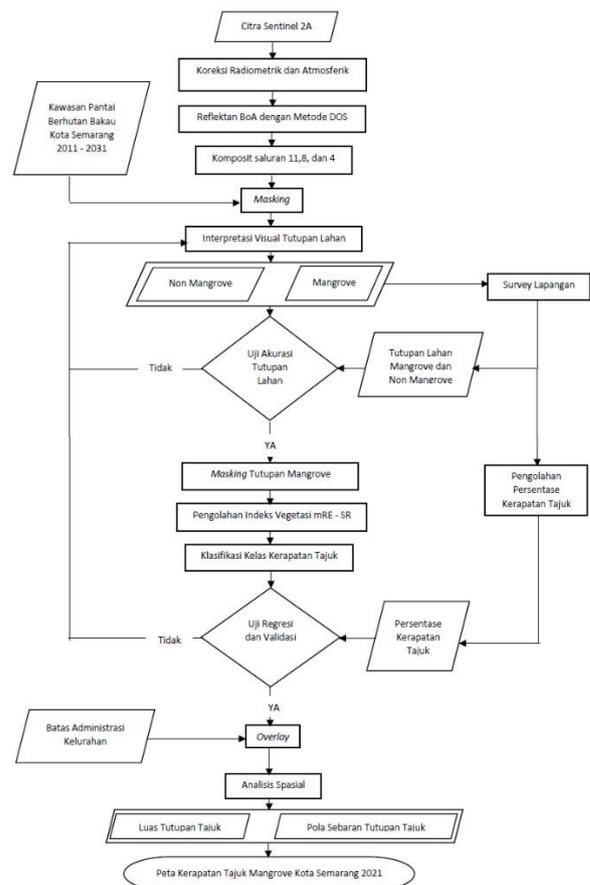
Analisis spasial digunakan dengan teknik overlay data batas wilayah kelurahan dengan data tutupan tajuk mangrove untuk mengetahui kondisi mangrove di setiap kelurahan yang ditetapkan. Kemudian dianalisis pola persebaran mangrove setiap kelurahan dengan analisis tetangga terdekat yang mencari nilai ANN (Average Nearest Neighbor) di aplikasi Arcmap 10.4, menurut Arisca & Agustini (2020) nilainya dijelaskan sebagai berikut :

ANN < 1 pola mengelompok

ANN = 1 pola acak

ANN > 1 pola seragam

Tahapan penelitian ini adalah secara rinci sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kawasan Pantai Berhutan Bakau yang telah ditetapkan dalam RTRW Kota Semarang tahun 2011 - 2031 meliputi 8 wilayah kelurahan yang telah dijelaskan di bagian sebelumnya. Kelurahan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain yang secara umum terbentuk dari bentuk lahan marine dan aluvial yang pembentukannya dari material endapan permukaan berupa endapan aluvial dari berbagai sungai yang bermuara di pantainya dan dari pengaruh laut yang diterima. Kemiringan lereng keseluruhan berada pada rentang 1,74 - 9,47% (Andika et al., 2018). Jenis tanah yang dominan di setiap kelurahan adalah aluvial hidromorf, terdapat juga variasi jenis aluvial kelabu, aluvial coklat kekelabuan, grumusol kelabu, dan litosol di beberapa wilayah. Kemudian secara umum penggunaan lahan yang paling dominan adalah lahan tambak dan pertanian, serta kawasan industri yang hanya di Kelurahan Terboyo Kulon dan Trimulyo (BAPPEDA Kota Semarang, 2021).

Citra Sentinel 2A yang digunakan dalam penelitian ini dikoreksi radiometrik dan atmosferik terlebih dahulu untuk mengurangi gangguan atmosfer. Koreksi dilakukan sampai pada tahap BoA (Bottom of Atmospheric) di aplikasi QGIS 3.16. Kemudian dilakukan penajaman citra untuk memaksimalkan resolusi spasial setiap saluran yang akan digunakan sampai pada ukuran piksel 10 meter².

Dilanjutkan proses komposit saluran 11,8 dan 4 untuk digunakan dalam interpretasi visual objek mangrove dan non mangrove. Pada Gambar 3 adalah perbedaan kenampakan komposit saluran 11,8,4 (kiri) dan komposit RGB (kanan) citra Sentinel 2A :



Gambar 3. Perbedaan komposit saluran. (Pengolahan data, 2021)

Gambar diatas menunjukkan perbedaan yang cukup jelas terhadap kenampakan vegetasi, pada vegetasi yang berasosiasi dengan tubuh air (biru) terlihat berwarna hijau lebih tua, sedangkan vegetasi yang tidak berasosiasi dengan tubuh air berwarna hijau muda. Perbedaan tersebut yang menjadi dasar dalam memisahkan vegetasi mangrove dan non mangrove dalam penelitian ini.

Hasil interpretasi visual tersebut kemudian diuji akurasi dengan metode confusion matrix untuk mengetahui tingkat kebenaran interpretasi terhadap kondisi sebenarnya. Hasil yang diperoleh adalah pada 45 sampel yang diinterpretasi sebagai objek mangrove seluruhnya sesuai dengan kondisi sebenarnya, namun pada 4 objek yang diinterpretasi sebagai vegetasi lain hanya 4 objek yang tepat sedangkan 1 objek kondisi sebenarnya adalah mangrove jenis *Avicennia marina*. Kemudian 5 sampel yang diinterpretasi sebagai objek daratan (unsur tanah) hanya 3 sampel yang tepat sedangkan 2 sampel lainnya kondisi sebenarnya adalah tubuh air. Hasil tersebut terdapat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Uji *Confusion matrix*

Sampel		Hasil Observasi Lapangan				
		Mangrove	Vegetasi lain	Tubuh air	Daratan	Jumlah
Hasil Interpretasi Visual	Mangrove	45				45
	Vegetasi lain	1	4			5
	Tubuh air			5		5
	Daratan			2	3	5
	Jumlah	46	4	7	3	60

Dari hasil tersebut maka diperoleh nilai Overall Accuracy sebesar 95% dan nilai koefisien Kappa 87,67%. Mengacu pada nilai minimal yang ditetapkan oleh PERKA BIG No. 3 Tahun 2014 yaitu 70% maka hasil interpretasi visual ini cukup baik.

Sumber : Pengolahan data (2021)

Analisis kerapatan vegetasi dilakukan setelah proses masking saluran 8 (NIR) dan saluran 5 (Red Edge) citra Sentinel 2A yang telah terkoreksi terhadap hasil interpretasi objek mangrove. Hasil yang diperoleh adalah rentang reflektan hasil pengolahan indeks vegetasi mRE – SR berada pada rentang -0,432640 sampai 1,451073. Hasil tersebut kemudian dikelaskan sehingga diperoleh kelas kerapatan tajuk mangrove sebagai berikut :

Tabel 2. Rentang reflektan mRE - SR

Kelas Kerapatan	Rentang Reflektan
Sangat rapat	1,0743305 – 1,451073
Rapat	0,6975879 – 1,0743304
Sedang	0,3208453 – 0,6975878
Jarang	-0,0558975 – 0,3208452
Sangat jarang	-0,432640 – (-0,0558974)

Sumber : Pengolahan data (2021)

Nilai reflektan minimal yang negatif tersebut berbeda dengan rentang nilai indeks vegetasi SR yang merupakan induk mRE – SR, pada SR rentangnya menunjukkan kerapatan vegetasi rendah pada nilai 0 atau mendekati dan menunjukkan kerapatan tinggi pada nilai hingga

dua digit (Danoedoro, 2012). Perbedaan tersebut disebabkan indeks mRE – SR menggunakan band merah tepi (Red edge) pada band 5 dengan panjang gelombang 705 nm sebagai pengganti band merah tampak (Red) pada SR. Hal inilah yang mempengaruhi nilai minimal rentang reflektannya lebih rendah dari nol (-0,432640), namun secara umum masih sama rentangnya karena mendekati nilai 0.

Setelah dilakukan klasifikasi kerapatan tajuk mangrove berdasarkan rentang reflektan tersebut, kemudian dilakukan uji regresi linier untuk mengetahui besarnya hubungan indeks vegetasi mRE – SR terhadap kerapatan tajuk mangrove di lapangan. Uji regresi dilakukan terhadap 71,1% sampel kerapatan tajuk mangrove (32 sampel).

Hasilnya menunjukkan angka yang positif dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,91 yang tergolong sangat kuat (Sugiyono, 2006). Sedangkan koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,82 atau 82% kerapatan tajuk mangrove dapat dijelaskan oleh indeks vegetasi mRE – SR dengan 18% lainnya dipengaruhi faktor lain. Faktor lain tersebut diantaranya adalah masih adanya gangguan atmosfer pada lokasi kajian, perbedaan kondisi pasang surut saat perekaman citra Sentinel 2A dan pengukuran kerapatan tajuk di lapangan, serta adanya perubahan pada mangrove itu sendiri dari waktu perekaman citra Sentinel 2A sampai pengukuran tajuk dilakukan.

28,8% (13 sampel) sampel lainnya dilakukan uji RMSE untuk mengetahui presisi pemetaan kerapatan tajuk mangrove. Semakin rendah nilai RMSE maka akurasi pemetaan semakin tinggi dan sebaliknya (Pratama et al., 2019). Hasil yang diperoleh adalah nilai RMSE sebesar 2,230066. Kedua hasil uji tersebut menunjukkan indeks vegetasi mRE – SR dapat

digunakan dengan baik dalam memetakan kerapatan tajuk mangrove Kota Semarang 2021.

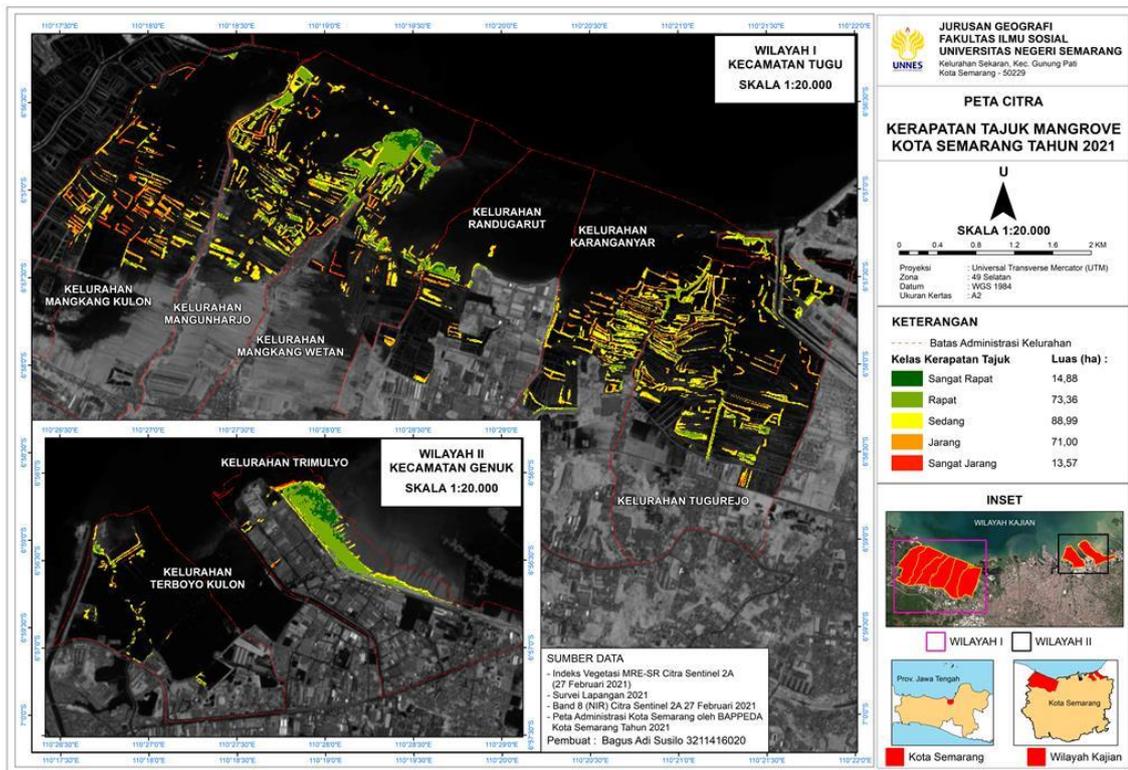
Dalam menghitung luas kerapatan tajuk setiap kelasnya di setiap kelurahan, dilakukan overlay dan masking data kerapatan tajuk mangrove terhadap batas wilayah kelurahan.

Pola distribusi spasialnya dianalisis dengan metode tetangga terdekat yang menghitung nilai ANN objek mangrove dalam setiap batas wilayah kelurahan. Seluruh proses tersebut dilakukan sepenuhnya dalam aplikasi Arcmap 10.4, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Kelurahan	Luas Kelas Kerapatan Tajuk (Ha)		Luas Total (Ha)	ANN	Pola Distribusi Spasial
Mangkang Kulon	Sangat Jarang	5,19	30,06	0,63	Mengelompok
	Jarang	15,48			
	Sedang	7,79			
	Rapat	1,57			
	Sangat Rapat	0,03			
Mangunharjo	Sangat Jarang	2,45	73,18	0,88	Mengelompok
	Jarang	14,52			
	Sedang	23,01			
	Rapat	27			
	Sangat Rapat	6,19			
Mangkang Wetan	Sangat Jarang	1,38	17,54	0,73	Mengelompok
	Jarang	4,75			
	Sedang	6,25			
	Rapat	4,48			
	Sangat Rapat	0,69			
Randugarut	Sangat Jarang	0,18	10,98	0,47	Mengelompok
	Jarang	3,39			
	Sedang	3,76			
	Rapat	3,01			
	Sangat Rapat	0,63			
Karanganyar	Sangat Jarang	1,54	32,52	0,66	Mengelompok
	Jarang	11,8			
	Sedang	14,87			
	Rapat	4,22			
	Sangat Rapat	0,1			
Tugurejo	Sangat Jarang	2,04	56,12	0,75	Mengelompok
	Jarang	17,81			
	Sedang	25,88			
	Rapat	10,07			
	Sangat Rapat	0,32			
Terboyo Kulon	Sangat Jarang	0,25	6,01	0,46	Mengelompok
	Jarang	1,79			
	Sedang	2,77			
	Rapat	1,08			
	Sangat Rapat	0,11			
Trimulyo	Sangat Jarang	0,55	35,51	0,75	Mengelompok
	Jarang	1,55			
	Sedang	4,66			
	Rapat	21,93			
	Sangat Rapat	6,82			
Luas Total Tutupan Tajuk Kota Semarang Tahun 2021					261,92 Ha

Sumber : Pengolahan data (2021)

Tabel 3 menunjukkan kelurahan dengan



Gambar 4. Peta Kerapatan Tajuk Mangrove Kota Semarang 2021. (Pengolahan data, 2021)

luas tutupan mangrove tertinggi adalah Kelurahan Mangunharjo dengan luas tutupan 73,18 ha dan kelurahan dengan tutupan mangrove terendah adalah Kelurahan Terboyo Kulon dengan luas tutupan hanya 6,01 ha. Komposisi tingkat kerapatan tajuk mangrove hampir diseluruh kelurahan didominasi oleh kelas kerapatan sedang, kecuali di Kelurahan Trimulyo yang didominasi oleh kelas kerapatan rapat dan di Kelurahan Mangkang Kulon yang didominasi oleh kelas kerapatan sangat jarang. Seluruh tutupan mangrove tersebut memiliki pola persebaran yang sama yaitu mengelompok karena nilai Average Nearest Neighbour (ANN) seluruhnya kurang dari 1. Hasil pemetaan kerapatan tajuk mangrove Kota Semarang tahun 2021 adalah sebagai berikut :

Kerapatan tajuk mangrove pada seluruh kelurahan yang dikaji didominasi oleh kelas kerapatan “sedang”, kecuali pada Kelurahan Trimulyo didominasi oleh kelas kerapatan “rapat” dan pada Kelurahan Mangkang Kulon didominasi oleh kelas kerapatan “jarang”. Dominasi kelas kerapatan “sedang” ini salah satunya dipengaruhi oleh bentuk penggunaan lahan lahan tambak yang mendominasi di 6 kelurahan tersebut. Hal ini disebabkan terbatasnya ruang tumbuh yang tersedia pada lahan tambak, sesuai hasil pengamatan di lapangan bahwa mangrove yang tumbuh di lahan tambak produktif sebagian besar hanya tumbuh mengelompok di sepanjang pematang tambak dan pada lahan tambak yang sudah tidak produktif mangrove mengelompok pada lahan tambak yang dasar substratnya masih dapat dijangkau perakaran mangrove jika tambak tersebut selalu terendam akibat abrasi.

Namun disini lain lahan tambak juga menjadi habitat yang sesuai untuk

mangrove karena kondisi substratnya dan tingginya kandungan bahan organik yang berasal dari kegiatan pertambakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Walsh (dalam Ghufroon & Kordi, 2012) bahwa tipe substrat yang cocok untuk pertumbuhan mangrove adalah lumpur lunak, mengandung silt, clay dan bahan-bahan organik yang lembut.

Kondisi tersebut juga mempengaruhi proses analisis indeks vegetasi pada citra Sentinel 2A. Pada ukuran sampel plot dan piksel citra Sentinel 2A yang 10 meter², komunitas mangrove di pematang tambak cenderung menghasilkan reflektan yang tergolong tidak rapat saat analisis indeks vegetasi dan terklasifikasi tidak rapat saat pengolahan kerapatan tajuk metode fotografi karena masih menyisakan ruang yang tidak tertutup tajuk mangrove. Kondisi tersebut akibat kurangnya ruang tumbuh di pematang tambak atau pola pertumbuhan mangrove yang memanjang sehingga tidak memenuhi ukuran 10 meter². Perbandingan nilai reflektan piksel yang terklasifikasi dalam kelas “sedang” dan hasil pemotretan pada plot sampel terklasifikasi “sedang” dapat dilihat pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil pemotretan dan nilai reflektan kelas kerapatan sedang

Nilai reflektan : 0,604208	
Hasil pemotretan persentase tutupan tajuk : 85,12%:	

Sumber : Pengolahan data (2021)

Kondisi berbeda di Kelurahan Mangkang Kulon yang didominasi kelas kerapatan “jarang”. Sesuai pengamatan di lapangan bahwa sebagian besar mangrove yang tumbuh di lahan tambak kelurahan tersebut cukup terbatas dan tegakan mangrovenya cenderung tersebar sebagai satu individu di berbagai lokasi, kondisi ini semakin mengakibatkan tutupan tajuk yang terklasifikasi dalam ukuran 10 meter² semakin rendah.

Kondisi berbeda juga terjadi di Kelurahan Trimulyo yang sebagian besar

mangrove tumbuh membentuk satu kesatuan hutan mangrove. Pada kondisi ini mangrove dapat lebih berkembang pertumbuhannya sehingga pada ukuran 10 meter² dapat tertutup sebagian besarnya oleh tajuk mangrove sehingga kelas kerapatan tajuk dominan yang terklasifikasi adalah kelas “rapat”.

Terkait pengamatan jenis mangrove di wilayah kajian hanya berfokus pada jenis mangrove sejati (mayor) yaitu mangrove yang berupa pohon tegakan. Sesuai hasil pengamatan di lapangan, diketahui terdapat beberapa jenis mangrove di dalam dan di sekitar plot sampel. Jenis – jenis tersebut adalah :

- Avicennia alba
- Avicennia marina
- Avicennia officinalis
- Bruguiera gymnorrhiza
- Exoecaria agallocha
- Rhizophora apiculata
- Rhizophora stylosa
- Xylocarpus rumphi

Jenis mangrove yang dominan ditemukan adalah jenis Avicennia marina, jenis ini ditemukan di 35 polt sampel. Kemudian jenis Rhizophora apiculata yang ditemukan di 24 titik sampel. Selain dipengaruhi oleh faktor fisiologi jenis itu sendiri, terdapat juga pengaruh manusia dalam distribusi kedua jenis tersebut. Seperti informasi yang diperoleh dari beberapa narasumber bahwa kedua jenis tersebut sengaja diadaptasikan dalam kegiatan rehabilitasi wilayah pesisir maupun untuk kepentingan pemeliharaan tambak ikan oleh nelayan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Indeks vegetasi mRE – SR dapat digunakan dengan baik dalam memetakan kerapatan tajuk mangrove Kota Semarang, namun diperlukan citra satelit dengan resousi spasial yang disesuaikan dengan distribusi mangrove di wilayah kajian.
2. Kondisi spasial kerapatan tajuk mangrove di wilayah yang ditetapkan sebagai Kawasan Pantai Berhutan Bakau

memiliki luas tutupan mangrove sebesar 261,92 ha yang sebagian besar didominasi oleh kelas kerapatan sedang dengan luas 88,99 ha, pola distribusi seluruhnya tutupan mangrove adalah mengelompok. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh faktor penggunaan lahan berupa tambak yang menekan habitat mangrove namun disisi lain menjadi habitat yang cukup sesuai karena kondisi substrat dan kandungan organiknya cukup melimpah.

3. Jenis mangrove yang dominan di wilayah kajian adalah jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculate*. Faktor yang mempengaruhi dominannya kedua jenis tersebut selain dari fisiologisnya sendiri juga karena mendapat pengaruh dari kegiatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, N. D., Aji, A., & Sanjoto, T. B. (2018). Analisis Kerentanan Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Kota Semarang. *Geo Image*, 7(1), 78–87.
- Ardiansyah, D. ., & Buchori, I. (2014). Pemanfaatan Citra Satelit Untuk Penentuan Lahan Kritis Mangrove Di Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 1(1), 1–12.
- Arisca, W. D., & Agustini, E. P. (2020). Pola Persebaran Sekolah Sma Dan Smk Di Kabupaten Ogan Komerin Ulu, Ogan Ilir, Penukal Abab Lematang Ilir, Dan Prabumulih Menggunakan Metode Avarage Nearst Neighbour. *Jurnal Bina Komputer*, 2(2), 99–121. <https://doi.org/10.33557/binakomputer.v2i2.975>
- Candra, E. D., Hartono, & Wicaksono, P. (2016). Above Ground Carbon Stock Estimates of Mangrove Forest Using Worldview-2 Imagery in Teluk Benoa, Bali. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012014>
- Danoedoro, P. (2012). Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Yogyakarta. In Penerbit Andi. Yogyakarta : Andi, 2012.
- Dharmawan, I. . W. E., & Pramudji. (2014). Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove (Pramudji & A. Nontj (eds.); Issue 1). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- ESA. (2015). SENTINEL-2 User Handbook. 1, 1–64. https://sentinel.esa.int/document/s/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook
- Fathoni, R. (2016). Model Tajuk Pohon Berdiri Jati Plus Perhutani Asal Kebun Benih Klon Umur 6 Sampai 13 Tahun di KPH Ngawi. 1–4. http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/102171
- Ghufron, & Kordi. (2012). Ekosistem mangrove : potensi, fungsi, dan pengelolaan (Cet. 1.). Rineka Cipta.
- Pemerintah Indonesia. (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan Dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove. Website : <https://jdih.big.go.id/hukumjdih/3830>. Diunduh pada tanggal 1 Juli 2020
- Pemerintah Kota Semarang. (2011). Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 14 tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 – 2031. Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Semarang.
- Pramudji. (2001). Ekosistem hutan mangrove dan peranannya. *Oseana*, XXVI(4), 13–23.
- Pratama, I. G. M. Y., Karang, I. W. G. A., & Suteja, Y. (2019). Distribusi Spasial Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Sentinel-2A

- Di TAHURA Ngurah Rai Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2), 192. <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i02.p05>
- Safitri, F., Suryanti, S., & Febrianto, S. (2019). Analisis Perubahan Garis Pantai Akibat Erosi Di Pesisir Kota Semarang. *Geomatika*, 25(1), 37. <https://doi.org/10.24895/jig.2019.25-1.958>
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Zhu, Y., Liu, K., Liu, L., Myint, S. W., Wang, S., Liu, H., & He, Z. (2017). Exploring the potential of world view-2 red-edge band-based vegetation indices for estimation of mangrove leaf area index with machine learning algorithms. *Remote Sensing*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/rs9101060>
- Bokaie, M., Zarkesh, M. K., Arasteh, P. D., & Hosseini, A. (2016). Assessment of Urban Heat Island Based on the Relationship between Land Surface Temperature and Land Use/Land Cover in Tehran. *Sustainable Cities and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.03.009>
- Chakraborty, S. D., Kant, Y., & Mitra, D. (2013). Assessment of Land Surface Temperature and Heat Fluxes Over Delhi Using Remote Sensing Data. *Journal of Environmental Management*, 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.034>
- Estoque, R. C., Murayama, Y., & Myint, S. W. (2017). Effects of Landscape Composition and Pattern on Land Surface Temperature: An Urban Heat Island Study in The Megacities of Southeast Asia. *Science of the Total Environment*, 577, 349–359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.195>
- Fajarini, R., Barus, B., & Panuju, R. (2015). Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan dan Prediksinya Untuk Tahun 2025 Serta Keterkaitannya dengan Perencanaan Tata Ruang 2005-2025 di Kabupaten Bogor. *Jurnal Tanah Lingkungan*, 17(1), 8–15.
- Firozjaei, M. K., Kiavarz, M., Alavipanah, S. K., & Lakes, T. (2018). Monitoring and Forecasting Heat Island Intensity Through Multi-temporal Image Analysis and Cellular Automata-Markov Chain Modelling : A Case of Babol City , Iran. *Ecological Indicators*, 91(July 2017), 155–170. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.052>
- Kikon, N., Singh, P., Singh, S. K., & Vyas, A. (2016). Assessment of Urban Heat Islands (UHI) of Noida City, India Using Multi-Temporal Satellite Data. *Sustainable Cities and Society*, 22, 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.01.005>
- Li, K., Chen, Y., Wang, M., & Gong, A. (2019). Spatial-Temporal Variations of Surface Urban Heat Island Intensity Induced by Different Definitions of Rural Extents in China. *Science of the Total Environment*, 669, 229–247. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.100>
- Limas, A. V., Perdana, A., W, N., & Tannady, H. (2014). Pembahasan Mengenai Efek Urban Heat Island dan Solusi Alternatif Bagi Kota Jakarta. *J@TI UNDIP*, IX(1), 29–34.
- Mathew, A., Khandelwal, S., & Kaul, N. (2018). Investigating Spatio-Temporal Surface Urban Heat Island Growth Over Jaipur City Using Geospatial Techniques. *Sustainable Cities and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.04.018>
- McGranahan, G. (2015). Urbanization. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition* (Vol. 24, pp. 958–964).

- <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.72120-9>
- Nugroho, S. P. (2002). Evaluasi Pembangunan Wilayah Pengembangan Selatan DKI Jakarta Sebagai Kawasan Resapan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(1), 43–49.
- Rahmadewi, D. P., & Hanafi, F. (2020). Kajian Perubahan Penutup Lahan dengan Pemodelan Cellular Automata dan Pengaruhnya Terhadap Suhu Permukaan Lahan di Kabupaten Semarang. *Geo Image (Spatial-Ecological-Regional)*, 9(2), 154–166.
- Rushayati, S. B., & Hermawan, R. (2013). Characteristics of Urban Heat Island Condition in DKI Jakarta. *Media Konservasi*, 18(2), 96–100. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v27i2.2370>
- Rushayati, S. B., Prasetyo, L. B., Puspaningsih, N., & Rachmawati, E. (2016). Adaptation Strategy Toward Urban Heat Island at Tropical Urban Area. *Procedia Environmental Sciences: The 2nd International Symposium on LAPAN-IPB Satellite for Food Security and Environmental Monitoring 2015, LISAT-FSEM 2015*, 33, 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.073>
- Sejati, A. W., Buchori, I., & Rudiarto, I. (2019). The Spatio-Temporal Trends of Urban Growth and Surface Urban Heat Islands Over Two Decades in The Semarang Metropolitan Region. *Sustainable Cities and Society*, 46(January), 101432. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101432>
- Setyawan, R. E., Puspaningsih, N., & Saleh, M. B. (2014). Klasifikasi Penutupan Lahan Hutan Mangrove Di Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Propinsi Jawa Timur, Dengan Citra Terrasar-X High Resolution. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, 129–140.
- Tursilowati, L., Tetuko, J., Sumantyo, S., Kuze, H., & Adiningsih, E. S. (2012). Relationship Between Urban Heat Island Phenomenon and Land Use/Land Cover Changes in Jakarta – Indonesia. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)*, 3(4), 645–653.
- Ullah, S., Ahmad, K., Sajjad, R. U., Abbasi, A. M., Nazeer, A., & Tahir, A. A. (2019). Analysis and Simulation of Land Cover Changes and Their Impacts on Land Surface Temperature in a Lower Himalayan Region. *Journal of Environmental Management*, 245(April), 348–357. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.063>
- Wicahyani, S., Sasongko, S. B., & Izzati, M. (2014). Pulau Bahang Kota (Urban Heat Island) di Kota Yogyakarta dan Daerah Sekitarnya Hasil Interpretasi Citra Landsat OLI-TIRS Tahun 2013. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 11(2), 196–204. <https://doi.org/10.15294/jg.v11i2.8027>
- Xu, H., Ding, F., & Wen, X. (2009). Urban Expansion and Heat Island Dynamics in the Quanzhou Region, China. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2(2), 74–79.
- Yang, C., He, X., Yan, F., Yu, L., Bu, K., Yang, J., ... Zhang, S. (2017). Mapping The Influence of Land Use/Land Cover Changes on The Urban Heat Island Effect-A Case Study of Changchun, China. *Sustainability (Switzerland)*, 9(312), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su9020312>
- Zhang, Y., Balzter, H., Liu, B., & Chen, Y. (2017). Analyzing the Impacts of Urbanization and Seasonal Variation on Land Surface Temperature Based on Subpixel Fractional Covers Using Landsat Images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(4), 1344–1356. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2016.2608390>
- Zhao, L., Lee, X., Smith, R. B., & Oleson, K. (2014). Strong contributions of local

background climate to urban heat islands. *Nature*, 511(7508), 216–219.
<https://doi.org/10.1038/nature13462>

Rudi, Alasadad. (2016). Penyebab Menyusutnya Ruang Terbuka Hijau di Jakarta Artikel ini telah tayang di Kompas.com dengan judul "Penyebab Menyusutnya Ruang Terbuka Hijau di Jakarta", <https://megapolitan.kompas.com/read/2016/02/18/16514011/Penyebab.Menyusutnya.Ruang.Terbuka.Hijau.di.Jakarta>. Diakses tanggal 19 Februari 2020