

Monitoring Deforestasi Mangrove di Kabupaten Belitung Timur Berbasis Citra Penginderaan Jauh Sentinel 2 dan Klasifikasi Random Forest

Dwiky Roman^{1*}, Muhammad Sufwandika Wijaya², Ike Sari Astuti¹

¹Departement Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No. 5, Sumberasari, Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia 651451

²Pusat Pemetaan, dan Integrasi Tematik, Badan Informasi Geospasial, Jalan Raya Jakarta-Bogor KM.46, Cibinong, Kabupaten Bogor, Indonesia 16911

*Email: dwiky.roman.2107226@students.um.ac.id

Artikel diterima : 19 Desember 2024 Revisi diterima : 26 Februari 2025

ABSTRACT

Mangroves are defined as vegetation whose roots extend above the ground and are found in river estuaries and coastal regions. Mangrove forests play a crucial role in maintaining the balance of ecosystems in coastal areas and river estuaries. The deforestation of mangrove forests, caused by changes in land use and the conversion of mangrove vegetation, poses a significant threat to the sustainability of life in these coastal and estuarine environments. The presence of mangrove vegetation is crucial for East Belitung Regency, as it serves as a protective barrier against abrasion and provides a habitat for local fauna. However, anthropogenic activities, such as mining and shrimp pond cultivation, have led to the conversion of mangrove forests. This conversion has resulted in a decrease in the area of mangrove forests, which poses a threat to their continued existence. Conducting regular monitoring of mangrove ecosystems is imperative to document changes in deforestation patterns from 2017 to 2024. The utilization of Sentinel-2 data plays a crucial role in analyzing the presence and extent of conversion. The Mangrove Vegetation Index (MVI) formula is employed to calculate the area covered by mangrove vegetation. The application of random forest algorithms facilitates the analysis of the advanced stage of mangrove function change. The field survey (ground check) was also conducted to validate the Area of Interest (AOI) studied.

Key words: Conversion; Deforestation; Mangrove; Coastal; Sentinel 2.

ABSTRAK

Mangrove merupakan vegetasi yang akarnya menjalar dipermukaan, dan berada di muara sungai, dan pesisir. Hutan mangrove sangat penting keberadaannya karena merupakan sistem di dalam menyeimbangkan ekosistem di pesisir, dan muara sungai. Deforestasi hutan mangrove dari akibat alih fungsi lahan pada vegetasi mangrove menjadi ancaman bagi keberlanjutan kehidupan di wilayah pesisir, dan muara. Keberadaan vegetasi mangrove yang penting bagi Kabupaten Belitung Timur untuk menjaga dari abrasi, dan habitat satwa. Aktivitas manusia menyebabkan alih fungsinya hutan mangrove sehingga menimbulkan deforestasi. Aktivitas manusia menyebabkan alih fungsi berbentuk aktivitas pertambangan, dan budidaya tambak udang. Luasan hutan mangrove yang semakin berkurang dari aktivitas tersebut menyebabkan deforestasi. Hal ini akan menjadi ancaman kepunahan yang akan terjadi di masa depan. Monitoring mangrove sangat penting karena untuk melihat deforestasi luasan hutan mangrove yang berubah dari tahun 2017 ke tahun 2024. Data Sentinel 2 sangat berperan penting untuk data yang diolah untuk melihat keberadaan, dan luasan alih fungsi. Rumus *Mangrove Vegetation Index* (MVI) digunakan untuk mengetahui area vegetasi mangrove. Aplikasi *Random Forest* untuk menganalisis tingkat lanjut terhadap perubahan alih fungsi mangrove. Survei lapangan (*ground check*) juga dilakukan untuk validasi pada *Area of Interest* (AOI) yang dikaji.

Kata kunci: Alih fungsi; Deforestasi; Mangrove; Pesisir; Sentinel 2

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan komponen vital dalam ekosistem pesisir dan muara sungai yang memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan ekologi dan ekonomi wilayah pesisir (FAO, 2007; Alongi, 2002). Ekosistem ini tidak hanya berfungsi sebagai habitat bagi berbagai biota laut, spesies aves, dan organisme lainnya (Chatting

dkk., 2022), tetapi juga berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim melalui kemampuannya menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar jika dibandingkan dengan jenis hutan lainnya (Donato dkk., 2011; Richards & Friess, 2016). Secara ekonomi, hutan mangrove menyediakan berbagai sumber daya alam yang bernilai tinggi bagi masyarakat pesisir, seperti hasil perikanan, kayu bakar, dan bahan bangunan yang mencapai nilai

ekonomi tahunan hingga ratusan juta rupiah per hektar (Astikasari dkk., 2023; Sondak dkk., 2019).

Konservasi hutan mangrove saat ini menjadi tantangan serius dalam pengelolaan mangrove di dunia saat ini (Cahyaningsih dkk., 2022; Murdiyarso dkk., 2015). Studi menunjukkan bahwa dalam 10 tahun terakhir, mangrove telah mengalami penurunan luasan dan berkontribusi terhadap 8% emisi karbon tambahan akibat deforestasi di Indonesia (Arifanti dkk., 2021). Problematika deforestasi di Indonesia salah satunya terdapat Kepulauan Bangka Belitung. Sebagai produsen timah terbesar di Indonesia, Bangka Belitung menghadapi dilema antara pengembangan ekonomi melalui pertambangan dan pelestarian lingkungan (Haiba dkk., 2023). Kawasan hutan mangrove di Belitung Timur yang merupakan bagian integral dari ekosistem mangrove Indonesia sedang mengalami tekanan berat akibat deforestasi (Oktavia dkk., 2024). Setidaknya terdapat 10 spesies mangrove di wilayah ini yang menjadi rumah bagi beragam flora dan fauna unik, namun keberadaannya terancam oleh konversi lahan menjadi area tambang timah dan pembangunan infrastruktur (Randiansyah dkk., 2023).

Pemetaan dan monitoring ekosistem mangrove telah mengalami evolusi signifikan dalam beberapa dekade terakhir (Kongwongjan dkk., 2013; Kuenzer dkk., 2011). Pada awalnya, identifikasi mangrove hanya mengandalkan indeks vegetasi sederhana seperti Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang memiliki keterbatasan dalam membedakan mangrove dari vegetasi pesisir lainnya (Faizal dkk., 2023)). Perkembangan selanjutnya menghasilkan indeks yang lebih spesifik seperti *Mangrove Vegetation Index* (MVI) yang dikembangkan oleh Baloloy (Baloloy dkk., 2020) untuk pemetaan mangrove yang lebih akurat. Inovasi berlanjut dengan penggunaan klasifikasi terbimbing dengan mengkombinasikan saluran spektral citra dengan beberapa indeks vegetasi untuk mendapatkan hasil yang optimal (Wang dkk., 2019; Purnamasayangsukasih dkk., 2016).

Kemajuan teknologi komputasi dan ketersediaan data yang mudah diakses mendorong pengembangan metode klasifikasi berbasis kecerdasan buatan (Kamal dkk., 2020). Algoritma *Random Forest* telah terbukti sangat efektif dalam klasifikasi dan pemetaan mangrove dengan tingkat akurasi diatas 80 % (Le dkk., 2019). Penggunaan data multi-sumber seperti kombinasi citra optik Sentinel-2 dengan data SAR telah meningkatkan akurasi pemetaan mangrove secara signifikan (Ghorbanian dkk., 2022; Rosmasita dkk., 2019). Di

Indonesia sendiri, aplikasi teknologi machine learning untuk pemetaan mangrove telah berhasil diterapkan di berbagai lokasi seperti wilayah pesisir selatan Provinsi Papua dengan hasil yang dapat dikategorikan baik meskipun tetap perlu dilakukan cek secara visual (Kamal dkk., 2020)

Meskipun telah berkembang pesat teknologi dan metode pemetaan mangrove berbasis penginderaan jauh, penelitian terkait perubahan tutupan mangrove di Belitung Timur belum banyak. Beberapa studi berfokus pada kondisi ekosistem dengan pendekatan survei ekologi (Aliviyanti & Isdianto, 2020; Henri dkk., 2023). Penelitian sejenis yang menggunakan pendekatan penginderaan jauh untuk monitoring perubahan mangrove di Belitung dilakukan oleh Cipta dkk. (2021). Pada penelitian tersebut penggunaan data citra landsat sangat efektif digunakan untuk memonitoring perubahan mangrove akibat aktifitas pertambangan. Oleh karena itu pengayaan penelitian terkait monitoring ekosistem mangrove di Kepulauan Bangka Belitung dirasa sangat diperlukan.

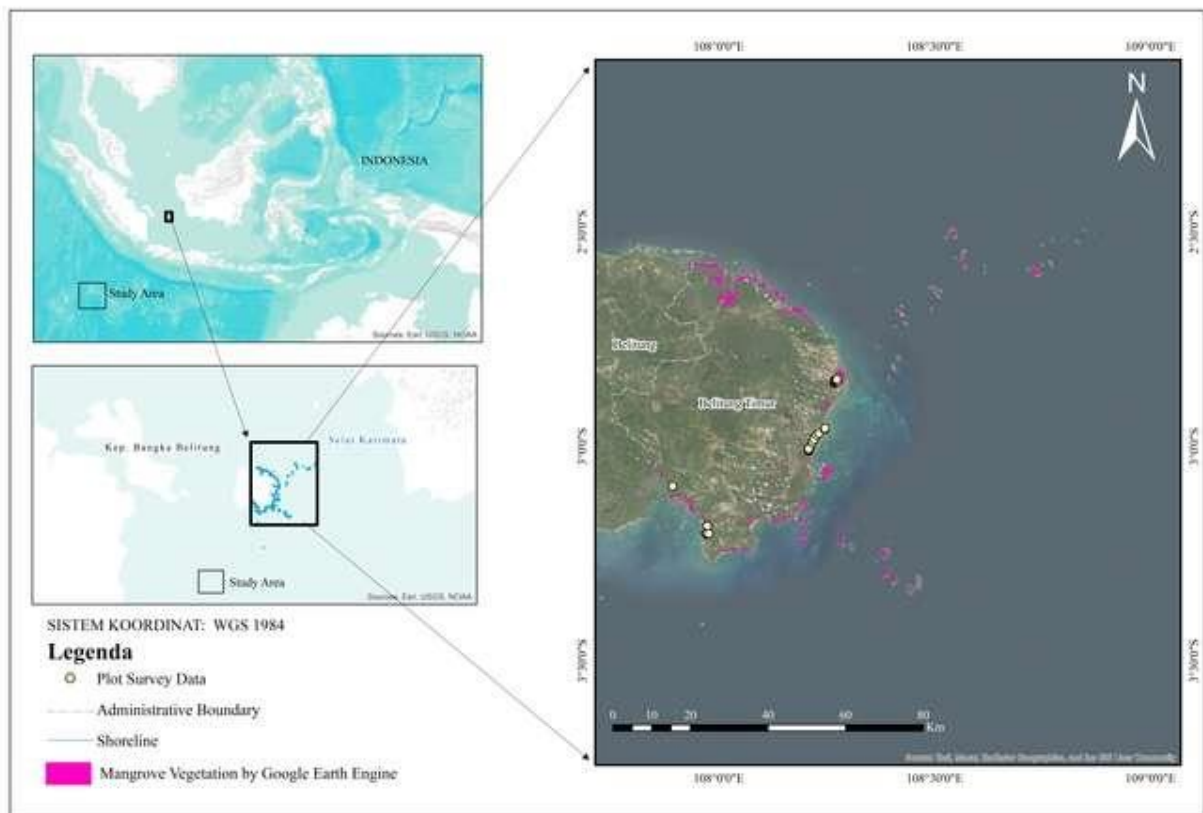
Melihat urgensi dari pemetaan alih fungsi lahan mangrove di Belitung Timur dan potensi penginderaan jauh untuk memetakannya, maka penelitian ini difokuskan untuk melakukan deteksi dan memetakan perubahan alih fungsi lahan pada kawasan mangrove di Belitung Timur periode 2017-2024. Dengan menggunakan kombinasi data Sentinel-2 dan algoritma *Random Forest* (RF), penelitian ini diharapkan dapat memberikan analisis yang lebih akurat tentang dinamika perubahan tutupan lahan mangrove. Hasil penelitian ini akan menjadi dasar ilmiah untuk strategi konservasi dan rehabilitasi lahan pasca tambang yang lebih efektif.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Area studi penelitian ini merupakan vegetasi mangrove di Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia (Gambar 1). Secara administratif kecamatan belitung timur yang terdapat vegetasi mangrove adalah kecamatan Gantung, Perbatasan Kecamatan Damar dengan Kecamatan Manggar, Kecamatan Simpang Pesak, dan Kecamatan Dendang dan berada di sebelah Selatan Khatulistiwa, terletak pada 107° – 108° Bujur Timur dan 2° –3° Lintang Selatan dengan luas wilayah adalah 2.506,91 km² atau 250.691 Ha. Pemilihan area studi didasarkan karena Kabupaten Belitung Timur merupakan area tambang timah, dan tambak udang yang masuk sehingga terdapat

banyak deforestasi hutan mangrove yang terjadi di pesisir Belitung Timur (Henri dkk., 2023; Juwita dkk., 2015.).



Gambar 1. Area studi hasil pengolahan data *Mangrove Vegetation Index* (MVI)

Prosedur Penelitian

Pengumpulan data dengan *Google Earth Engine* (GEE) citra Sentinel-2 Level 2 dengan tutupan awan kurang dari 40 persen. Komposit dengan satu tahun dengan tanggal 1 Januari hingga 31 Januari 2017, dan 1 Januari hingga September 2024. Untuk menghilangkan awan pada citra satelit digunakan QA band (*Quality Assessment*) dan penggunaan *reducer median* yang tersedia di dalam GEE. Penggunaan QA band berfungsi untuk menghapus awan yang mengganggu pada setiap citra, sedangkan fungsi *reducer median* berfungsi memilih nilai tengah piksel dari seluruh tumpukan citra yang digunakan (Nandika dkk., 2023.). Dari proses tersebut hasilnya mendapatkan satu citra yang terhindar dari nilai piksel terlalu terang (misalnya awan) atau terlalu gelap (misalnya bayangan).

Esktraksi Vegetasi Mangrove Sentinel 2

Metode *Random Forest* (RF) digunakan untuk mengkategorikan tutupan lahan pada dalam lima kelas yang berbeda (2023, Nandika). Dengan menggunakan metode RF didalam penggunaan *script Google Earth Engine*. Sampel yang

digunakan sebanyak 422 titik sampel. Pengambilan titik sampel menggunakan *Cluster Random Sampling*, dengan mempertimbangkan *Area of Interest* (AOI) pada pengambilan dari pengamatan citra satelit. Sampel data terbagi beberapa variabel. Variabel tersebut melakukan proses klasifikasi sehingga mengkategorikan lima kelas yang berbeda yaitu tubuh air, mangrove, lahan terbangun, lahan terbuka, dan vegetasi non mangrove. Kombinasi penggunaan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Built-Up Index* (NDBI), dan *Mangrove Vegetation Index* (MVI) sehingga digunakan algoritma RF.

Penggunaan NDVI karena panjang gelombang berdasarkan kebutuhan untuk analisis NDVI sehingga terseleksi panjang gelombang pada band 4 dan 8 dan kebutuhan komposit citra untuk ekstraksi data penutupan lahan sehingga terseleksi band 2 dan 3 (Faizal dkk., 2023). NDBI digunakan untuk melihat periode tutupan lahan yang mengalami perubahan ke lahan terbangun. Dalam penelitian perubahan mangrove di Pelabuhan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan sebagian besar kawasan hutan mangrove berubah menjadi kawasan terbangun. wilayah studi

dianggap sangat rentan terhadap perubahan akibat aktivitas antropogenik (Rendana dkk., 2023).

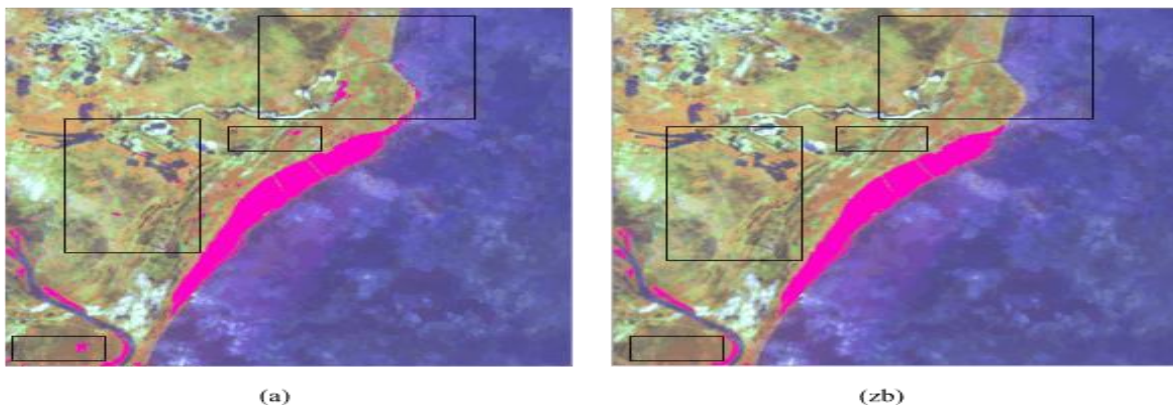
Analisis data mangrove ini menggunakan metode *Mangrove Vegetation Index* (MVI) (Baloloy dkk., 2020). Pemilihan MVI untuk digunakan dalam penelitian ini karena metode ini memiliki nilai akurasi 80-90 % dari penelitiannya sehingga akurasi tersebut dilakukan untuk penelitian, dan untuk menguji penelitian terdahulu di lokasi berbeda pada kabupaten Belitung Timur (Baloloy dkk., 2020).

Rumus MVI sebagai berikut (Baloloy dkk., 2020).

$$MVI = \frac{Band\ 8 - 3}{Band\ 11 - 3}$$

Hasil ekstraksi tutupan vegetasi mangrove menggunakan MVI dilakukan kontekstual editing. Mangrove hasil klasifikasi yang tidak sesuai tempatnya seperti tumbuhan mangrove yang ada di

daratan, atau ada di kolong bekas pertambangan timah (Gambar 3). Pada kontekstual editing secara teknis dilakukan adalah melakukan filtering dari kesalahan pengkelasan data mangrove, dan secara visual dengan komposit data citra. Sebelum kontekstual editing pada (Gambar 3a) terdapat mangrove di tengah pulau di bekas kolong timah, dan perairan di daratan yang tidak ada mangrove. Setelah kontekstual editing pada (Gambar 3b) lahan mangrove berada di pesisir, dan muara sungai. Hal ini didasarkan dari visual komposit tersebut. Pada komposit citra satelit objek-objek yang harus diperhatikan adalah vegetasi mangrove. Vegetasi mangrove harus diperhatikan dikarenakan seperti (Gambar 3a) mendapatkan vegetasi mangrove yang tidak seharusnya. Gambar 3b menunjukkan setelah dilakukan kontekstual editing bisa melihat mangrove di pesisir pantai. Sementara klasifikasi lain yaitu lahan terbangun, lahan terbuka, vegetasi mangrove, dan tubuh air juga harus diperhatikan.



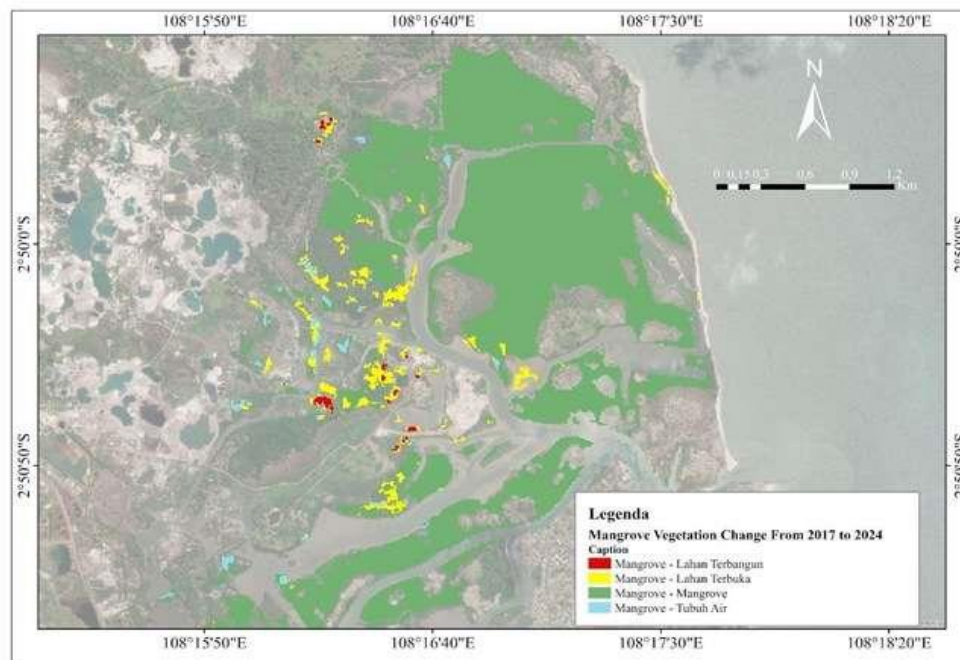
Gambar 3. (a) Sebelum dilakukan kontekstual editing, dan (b) Sesudah dilakukan kontekstual editing

Kajian Deforestasi Mangrove

Fenomena deforestasi mangrove dideteksi dengan melakukan tumpang susun (*overlay*) peta mangrove 2017 - 2024. Perubahan mangrove menjadi bukan mangrove dari tahun 2017 dan 2024 menjadi indikasi area terdeforestasi. Pada area tersebut menjadi area untuk melakukan pengecekan di lapangan. Pada area yang mengalami perubahan tersebut harus dilihat dengan melihat overlay mangrove dengan tahun 2017, dan tahun 2024.

Untuk itu dilakukan overlay sebelum melakukan pengecekan di lapangan.

Peta yang sudah overlay dari data mangrove tahun 2017, dan 2024 (Gambar 4). Di salah satu area yang mengalami perubahan alih fungsi lahan mangrove. Peta tersebut mewakilkan warna-warna yang mengalami perubahan alih fungsi mangrove. Warna hijau menggambarkan vegetasi mangrove yang belum ada perubahan alih fungsi mangrove. Sebaliknya warna lain selain hijau mengalami perubahan alih fungsi sehingga dilakukan survei lapangan (*ground check*).



Keterangan: Warna hijau menunjukan area yang masih ada mangrove. Sementara warna merah, kuning, dan biru menunjukkan perubahan alih fungsi lahan mangrove.

Gambar 4. Peta dari hasil overlay data mangrove tahun 2017, dan 2024 Area yang mengalami perubahan alih fungsi lahan mangrove.

Survei Lapangan

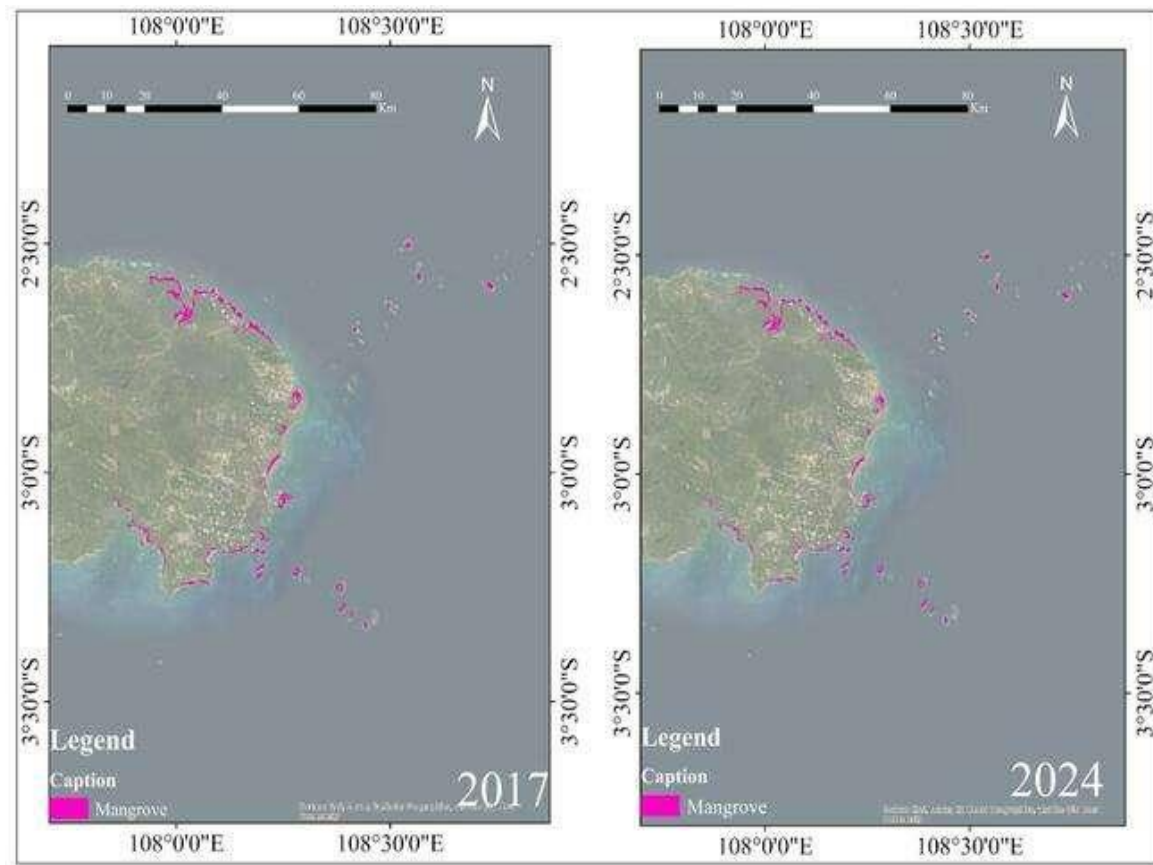
Survei lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan informasi untuk validasi pada area yang dulunya hutan mangrove yang sekarang terjadi alih fungsi serta penyebab terjadinya alih fungsi tersebut. Penentuan titik sampling untuk *Ground Check* didasarkan pada hasil klasifikasi overlay perubahan mangrove tahun 2017, dan tahun 2024. Secara *purposive sampling* di mana setiap keterwakilan piksel dengan melihat perubahan dari overlay mangrove (Faizal dkk., 2023). Penentuan didasarkan aksesibilitas lokasi yang mudah, dan mempertimbangkan waktu.

Validasi dilakukan dengan klasifikasi perubahan dari overlay mangrove tahun 2017, dan 2024 (Gambar 4). Pengambilan gambar dilakukan pada tanggal 16, 17, dan 18 April 2024 di lapangan dengan menggunakan kamera (handphone). Informasi yang diambil adalah titik koordinat sebanyak 29 koordinat yang tersebar di 4 area di Kabupaten Belitung Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deforestasi Mangrove Belitung Timur

Peta *Land cover* vegetasi mangrove pada tahun 2017, dan 2024 mengalami deforestasi (Gambar 5). Deforestasi yang terjadi pada 7 tahun mengalami alih fungsi mangrove. Pada deforestasi ini dalam (Tabel 1) bisa dilihat perubahan alih fungsi mangrove. Hutan mangrove yang mengalami deforestasi mengalami 167,73 Ha yang mengalami deforestasi atau sebanyak, 0,0669% dari luasan administrasi kabupaten Belitung Timur yang terjadi deforestasi. Deforestasi mangrove dari tahun 2017 – 2024 mengalami 2,08% alih fungsi. Perubahan alih fungsi mangrove yang besar pada lahan terbuka yaitu sebesar 93,35 ha. Alih fungsi yang terkecil pada lahan terbangun sebesar 5,75 ha. Sehingga alih fungsi tersebut haruslah dilakukan survei lapangan (*ground check*) untuk validasi di lapangan.



Gambar 5. Peta Land cover detection tahun 2017, dan tahun 2024

Tabel 1. Tabulasi data alih fungsi, dan deforestasi mangrove (dalam hektar) menggunakan data mangrove dari MVI , dan Random Forest tahun 2017, dan 2024

		2024					Total
Perubahan (dalam ha)		Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Mangrove	Tubuh Air	Vegetasi Non-Mangrove	
2017	Lahan Terbangun	1.3550,50	-	-	-	-	13.550,50
	Lahan Terbuka	7.906,135	3.235,11	2,95	48,56	679,68	11.872,45
	Mangrove	5,75	93,35	8.062,48	68,62	-	8.230,216
	Tubuh Air	22,22	1.073,72	105,08	25.689,92	726,63	27.617,58
	Vegetasi Non-Mangrove	5.671,06	11.009,61	-	577,42	203.878,78	221.136,8

Penyebab Deforestasi Mangrove Belitung Timur

Area perubahan yang memiliki luasan deforestasi luas adalah area A yaitu perbatasan Kecamatan Manggar, dan Damar (Gambar 6). Pada area A tersebut ditemukan banyak aktivitas tambang timah yang terjadi pada areanya yang merupakan tempat muara sungai Manggar. Pada area B terjadi pertambangan kuarsa di masa lalu sehingga terjadinya deforestasi mangrove di area B. Pada area C terjadinya alih fungsi mangrove beralih menjadi tambak udang. Pada area D tidak ditemukan terjadi perubahan alih fungsi mangrove. Sehingga luasan area A tersebut mengalami deforestasi paling yang masif karena aktivitas

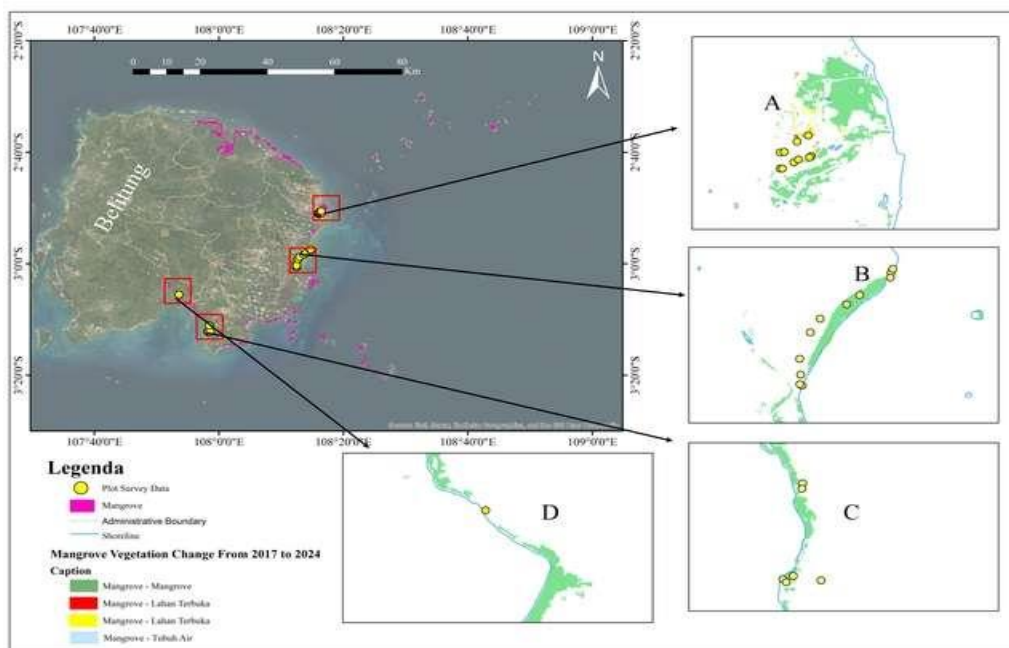
tambang timah yang membuat hutan mangrove menjadi berkurang dari tahun ke tahun.

Penyebab terjadi deforestasi hutan Mangrove di Kabupaten Belitung Timur pada area A adanya aktivitas tambang timah di muara sungai Manggar, perbatasan kecamatan Manggar, dan Damar. Pada area A ditemukan aktivitas-aktivitas tambang timah yang sedang beroperasi. Letak area tersebut yang pada titik-titik pengamatan yang diambil area A berwarna merah pada vegetasi tersebut semak belukar, dan menyisakan aktivitas tambang timah.

Area B ditemukan area rawa-rawa, dan vegetasi seperti enceng gondok, pohon cemara laut, pohon akasia, dan teratai. Area B juga masih banyak ditemukan area mangrove yang masih kecil, dan

sudah besar. Area ini juga merupakan bekas tambang kaolin di masa lalu, dan masih rehabilitasi hutan pada saat survei yang dilakukan. Pada area C berada di kecamatan Simpang Pesak, Kabupaten Belitung Timur pesisir selatan, ditemukan pada survei di lapangan terdapat perubahan alih fungsi mangrove menjadi tambak udang. Pada tambak udang tersebut 2 lokasi yang disurvei terjadi perubahan alih fungsi. Area D tidak ditemukan perubahan yang terjadi. keadaan vegetasi mangrove

di titik pengamatan D terdapat vegetasi mangrove yang belum ada perubahan, sehingga pada kawasan hutan mangrove yang mengalami deforestasi membuat ekosistem, dan keanekaragaman hayati menjadi berkurang hingga kepunahan. Pada pesisir menjadi terancam akan naiknya muka air laut ini karena tidak ada penghalang alami yaitu vegetasi mangrove (Libriyono dkk., 2018).



Keterangan: Warna merah menunjukan area mengalami deforestasi menjadi lahan terbangun, kuning menjadi lahan terbuka, dan biru menjadi tubuh air sementara warna hijau merupakan kawasan hutan mangrove.

Gambar 6. Area A berada di Kecamatan Manggar-Damar, area B berada di Kecamatan Gantung, Area C berada di Kecamatan Simpang Pesak, dan Area D berada di Kecamatan Dendang.



Gambar 7. Foto dari survei di area A, dan area B.

Area A berada di perbatasan Kecamatan Damar, dan Manggar yang dipisahkan dari muara sungai

Manggar (Gambar 7). Pada area ini diambil 10 sampel. Gambar-gambar tersebut menunjukkan

terjadi akibat dari kegiatan tambang. Sehingga menunjukkan pemandangan lahan terbuka dengan pohon-pohon yang sudah mati atau kering, dan habis. perubahan lahan yang dialami. Perubahan akibat kegiatan aktivitas tambang timah, sehingga menunjukkan pemandangan lahan terbuka dengan pohon-pohon yang sudah mati atau kering, dan habis. Menyisakan vegetasi mangrove di beberapa area tersebut. Gambar 6 memperlihatkan pada area A mengalami alih fungsi tersebut.

Area B berada di Kecamatan Gantung pada area B diambil 12 sampel. Foto-foto ini menunjukkan ekosistem pesisir mangrove yang mengalami perubahan. Gambar 7 memperlihatkan lahan terbuka yang didominasi vegetasi. Hal ini bisa menunjukkan area yang mungkin pernah menjadi tempat vegetasi mangrove tetapi telah mengalami perubahan karena faktor alami atau antropogenik. Pada sampel yang lain masih ada mangrove yang akar-akar mangrove menjulur ke atas permukaan.



Gambar 8. Foto dari survei di area C, dan area D.

Area C diambil di Kecamatan Simpang Pesak diambil 8 sampel titik pengamatan. Pada (Gambar 8) tersebut memperlihatkan erosi parah dengan tanah terbuka, dan terjal. Pada gambar tersebut adanya area vegetasi mangrove berlokasi dekat dengan aktivitas tambak udang, dan dalam gambar tersebut ada aktivitas budidaya tambak udang. Pada (Gambar 6) dalam peta, perubahan vegetasi mangrove menunjukkan adanya bahwa tempat aktivitas budidaya tambak udang tersebut merupakan tempat vegetasi beberapa mangrove pada area tersebut.

Area D diambil 1 titik pengamatan di kecamatan Dendang. Gambar 8 menunjukkan area D terdapat vegetasi mangrove yang belum ada perubahan alih fungsi vegetasi mangrove. Sehingga pada area hutan mangrove yang masih asri, dan terjaga dari deforestasi sehingga membuat ekosistem, dan keanekaragaman hayati menjadi terjaga, dan terlindungi dari ancaman. Kawasan pesisir menjadi terlindungi dari naiknya muka air laut, dan abrasi dari gelombang laut.

KESIMPULAN

Kawasan hutan mangrove di Kabupaten Belitung Timur memiliki luas 2.506,91 km² atau 250.691 hektar. Namun, luas hutan mangrove mengalami alih fungsi sebesar 167,73 hektar dari tahun 2017 hingga 2024. Berdasarkan kegiatan *ground check* di lapangan, alih fungsi mangrove menggunakan *Mangrove Vegetation Index* (MVI) menjadi validasi pada lapangan. Alih fungsi ini menjadi ancaman serius bagi makhluk hidup, dan penduduk pesisir yang bergantung pada habitat hutan mangrove. Pada tahun 2024, di Kabupaten Belitung Timur terjadi alih fungsi lahan dari kawasan hutan mangrove menjadi tambak udang dan area pertambangan timah, berdasarkan survei lapangan. Alih fungsi lahan ini menambah tekanan pada ekosistem mangrove yang sudah terancam, sehingga diperlukan upaya konservasi dan pengelolaan yang lebih efektif untuk menjaga keseimbangan ekologi dan keanekaragaman hayati di kawasan tersebut. Maka dari itu harus ada sinergi

dari pemerintah daerah untuk mengupayakan konservasi hutan mangrove di Kabupaten Belitung Timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa dan kepada pihak Badan Informasi Geospasial yang membantu penulisan artikel ini, dan memberikan saran-saran kepada penulis dalam pengerjaan sehingga mampu menyelesaikan artikel dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliviyanti, D., & Isdianto, A. (2020). Komposisi dan Kerapatan Mangrove Kawasan Konservasi Taman Wisata Perairan Gugusan Pulau- Pulau Momparang. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(2), 63–67.
<https://doi.org/10.15294/ijc.v9i2.26547>
- Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(3), 331–349.
<https://doi.org/10.1017/S0376892902000231>
- Arifanti, V. B., Novita, N., Subarno, & Tosiani, A. (2021). Mangrove deforestation and CO₂ emissions in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 874(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/874/1/012006>
- Astikasari, L., Indriyani, S., Muryanto, B. S., Al Madani, A. R., Muhammad, F., Putri, A., Hartanti, A. N., Afifah, R. N., Zuaini, P. A. K., Rezapratama, M. S., Negari, S. I. T., Sunarto, S., Kususmaningrum, L., Kurniawati, I., Budiharta, S., Flores, A. B., & Setyawan, A. D. (2023). Analysis of ecotourism development as a mangrove conservation effort in Pasir Kadilangu and Jembatan Api-Api, Kulon Progo, Yogyakarta, Indonesia. *Indo Pacific Journal of Ocean Life*, 7(2), 125–132.
<https://doi.org/10.13057/oceanlife/o070201>
- Baloloy, A. B., Blanco, A. C., Raymund Rhommel, R. R. C., & Nadaoka, K. (2020). Development and application of a new mangrove vegetation index (MVI) for rapid and accurate mangrove mapping. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 166, 95–117.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.06.001>
- Cahyaningsih, A. P., Deanova, A. K., Pristiawati, C. M., Ulumuddin, Y. I., Kusumaningrum, L., & Setyawan, A. D. (2022). Review: Causes and impacts of anthropogenic activities on mangrove deforestation and degradation in Indonesia. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 12(1), 12–22.
<https://doi.org/10.13057/bonorowo/w120102>
- Chatting, M., Al-Maslamani, I., Walton, M., Skov, M. W., Kennedy, H., Husrevoglu, Y. S., & Le Vay, L. (2022). Future Mangrove Carbon Storage Under Climate Change and Deforestation. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.781876>
- Cipta, I. M., Sobarman, F. A., Sanjaya, H., & Darminto, M. R. (2021). Analysis of Mangrove Forest Change from Multioral Landsat Imagery Using Google Earth Engine Application : (Case Study: Belitung Archipelago 1990 - 2020). 2021 IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology, AGERS 2021 - Proceeding. <https://doi.org/10.1109/AGERS53903.2021.9617354>
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297.
<https://doi.org/10.1038/ngeo1123>
- Faizal, A., Mutmainna, N., Amran, M. A., Saru, A., Amri, K., & Nessa, M. N. (2023). Application of NDVI Transformation on Sentinel 2A Imagery for mapping mangrove conditions in Makassar City. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 7(1), 59–66.
<https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.7.1.59-66>
- FAO. (2007). *The World's Mangrove 1980-2004*.
- Ghorbanian, A., Ahmadi, S. A., Amani, M., Mohammadzadeh, A., & Jamali, S. (2022). Application of Artificial Neural Networks for Mangrove Mapping Using Multi-Temporal and Multi-Source Remote Sensing Imagery. *Water (Switzerland)*,

- 14(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/w14020244>
- Henri, Farhaby, A. M., Supratman, O., Adi, W., & Febrianto, S. (2023). Assessment of species diversity, biomass and carbon stock of mangrove forests on belitung island, indonesia. *Biodiversitas*, 24(12), 6761–6769. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250103>
- Juwita, E., Soewardi, K., & Yonvitner. (2015). Kondisi Habitat dan Ekosistem Mangrove Kecamatan Simpang Pesak, Belitung Timur Untuk Pengembangan Tambak Udang. *Manusia Dan Lingkungan*, 22(1), 59–65.
- Kamal, M., Farda, N. M., Jamaluddin, I., Parella, A., Wikantika, K., Prasetyo, L. B., & Irawan, B. (2020). A preliminary study on machine learning and google earth engine for mangrove mapping. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 500(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/500/1/012038>
- Kongwongjan, J., Suwanprasit, C., & Thongchumnum, P. (2013). Comparison of vegetation indices for mangrove mapping using THEOS data. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 33(0), 56. <https://doi.org/10.7125/apan.33.6>
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V., & Dech, S. (2011). Remote sensing of mangrove ecosystems: A review. In *Remote Sensing* (Vol. 3, Issue 5, pp. 878–928). <https://doi.org/10.3390/rs3050878>
- Libriyono, A., Kusratmoko, E., & Kertopermono, A. P. (2018). Spatial modelling of shoreline change to coastal disaster management in Jakarta Bay. *AIP Conference Proceedings*, 1987, 1–7. <https://doi.org/10.1063/1.5047306>
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., & Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12), 1089–1092. <https://doi.org/10.1038/nclimate2734>
- Nandika, M. R., Ananda, A. A. M., Suardana, P., & Anggraini, N. (2023). Pemetaan Mangrove Menggunakan Algoritma Multivariate Random Forest. *Majalah Ilmiah Globè*, 25, 21–30.
- Oktavia Dina, Pratiwi Dwi Santri, Kamaludin Nuraniya Nadia, Widiawaty Agung Millary, & Dede Moh. (2024). Dynamics of Land use, and Land cover in the Belitung Island, Indonesia. *Heliyon*, 10, 1–11.
- Purnamasayangasukasih, R. P., Norizah, K., Ismail, A. A. M., & Shamsudin, I. (2016). A review of uses of satellite imagery in monitoring mangrove forests. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 37(1), 1–14. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/37/1/012034>
- Randiansyah, R., Henri, H., & Farhaby, A. M. (2023). Analisis Produksi Serasah Mangrove pada Hutan Mangrove Desa Kurau Timur, Kabupaten Bangka Tengah, Bangka Belitung. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(3), 491–501. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i3.439>
- Rendana, M., Razi Idris, W. M., Abdul Rahim, S., Ghassan Abdo, H., Almohamad, H., Abdullah Al Dughairi, A., & Albanai, J. A. (2023). Effects of the built-up index and land surface temperature on the mangrove area change along the southern Sumatra coast. *Forest Science and Technology*, 19(3), 179–189. <https://doi.org/10.1080/21580103.2023.2220576>
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000-2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(2), 344–349. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510272113>
- Rosmasita, Siregar, V. P., Agus, S. B., & Jhonnerie, R. (2019). An object-based classification of mangrove land cover using Support Vector Machine Algorithm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 284(1), 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/284/1/012024>
- Schwartz, M. O., Rajah, S. S., Askury, A. K., Putthapiban, P., & Djaswadi, S. (1995). The Southeast Asian Tin Belt. *Earth-Science Reviews*, 38, 95–293.
- Sondak, C. F. A., Kaligis, E. Y., & Bara, R. A. (2019). Economic valuation of Lansia Mangrove forest, north Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(4), 978–986.

<https://doi.org/10.13057/biodiv/d200407>
Tsalisa Haiba, A., Deya Safitri, F., Ageng
Munawwaroh, G., Donny Sudrajat, M.,
Novebri Putri, R., Purwadinata, F., Milla,
M., Jales, W. W., Ramadhani Said, P., &
Eka Mardyansyah Simbolon, M. (2023).
Environmental preservation through post-
tin mining land reclamation in Sukamandi

Village, East Belitung. 8(9), 1467–1472.
<https://doi.org/10.31603/ce.166>
Wang Le, Jia Mingming, Yin Dameng, & Tian
Jintan. (2019). A review of remote sensing
for mangrove forest: 1956-2018. *Remote
Sensing of Environment*, 231, 1–15.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.
2019.111223](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111223)