

WEBINAR LAUT KITA 3

APLIKASI REMOTE SENSING UNTUK SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUT

PEMETAAN MANGROVE MENGGUNAKAN DATA OBSERVASI BUMI



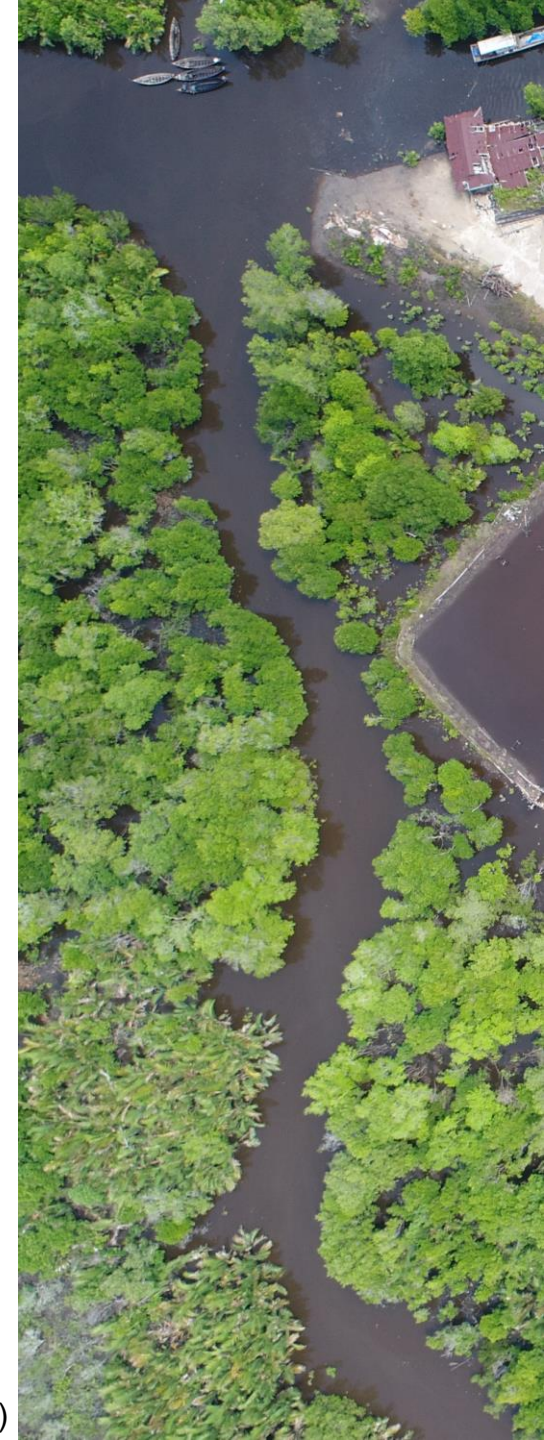
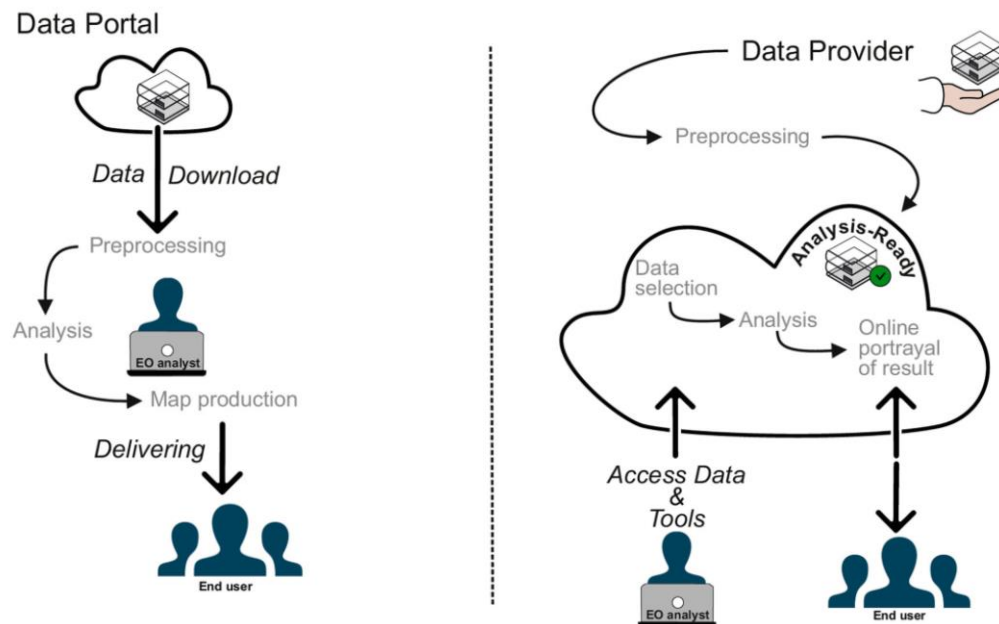
Romie Jhonnerie

Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Kelautan – Universitas Riau

20062020

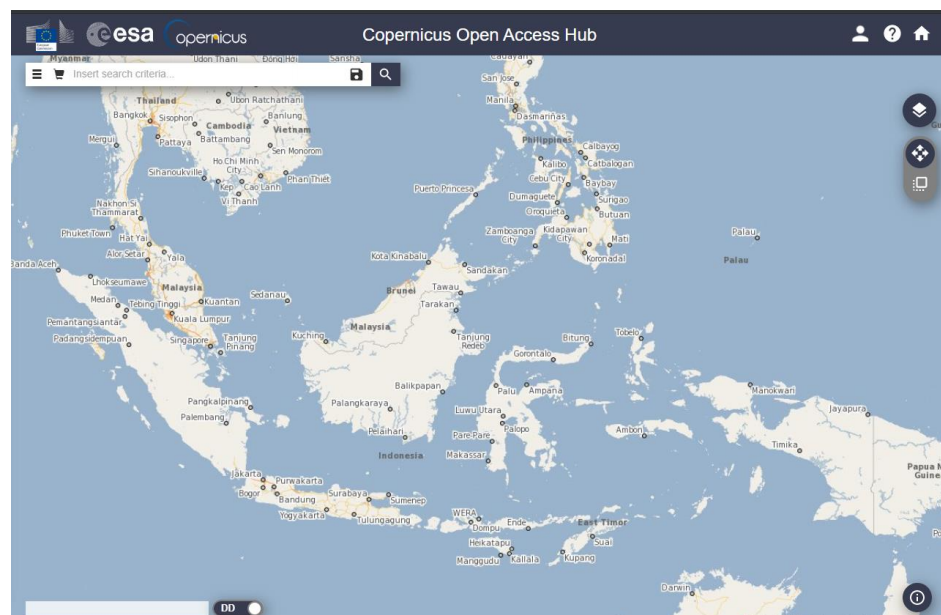
Data Observasi Bumi

- Data sistem fisik, kimia, dan biologis melalui teknologi **penginderaan jauh**, dilengkapi dengan teknik **survei (*insitu*)**,
 - Meliputi : pengumpulan, analisis, dan penyajian data.



Data Observasi Bumi

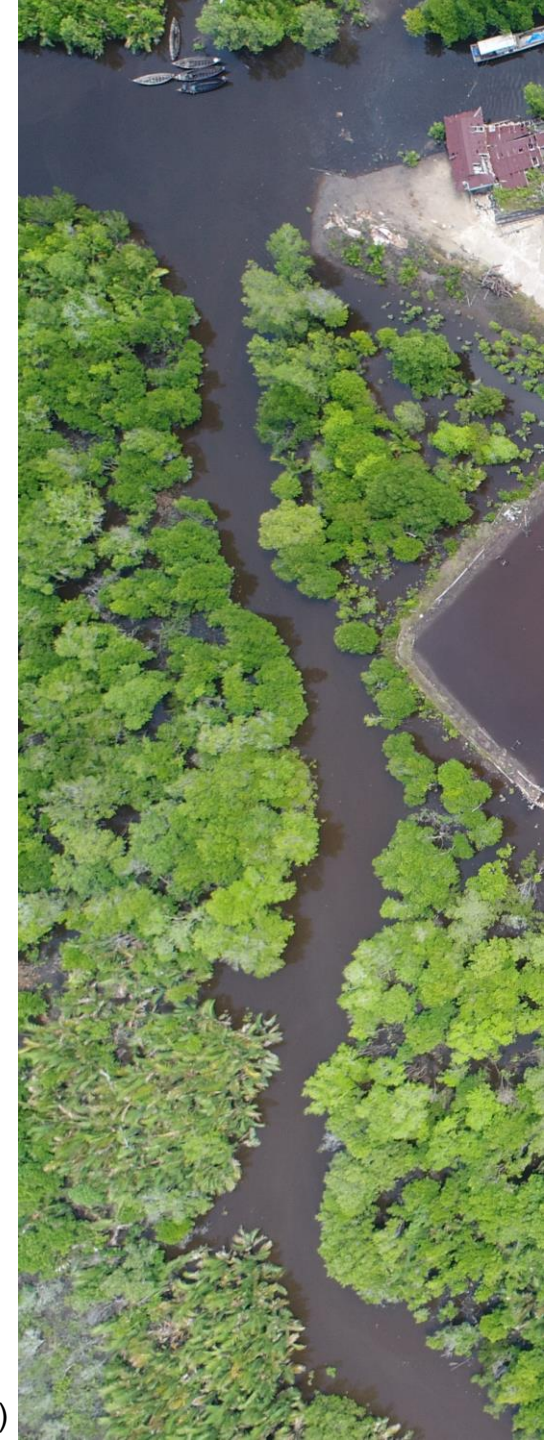
- Ketersediaan



<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>



<https://earthexplorer.usgs.gov/>



Sumber: Sudmanns et al (2019)

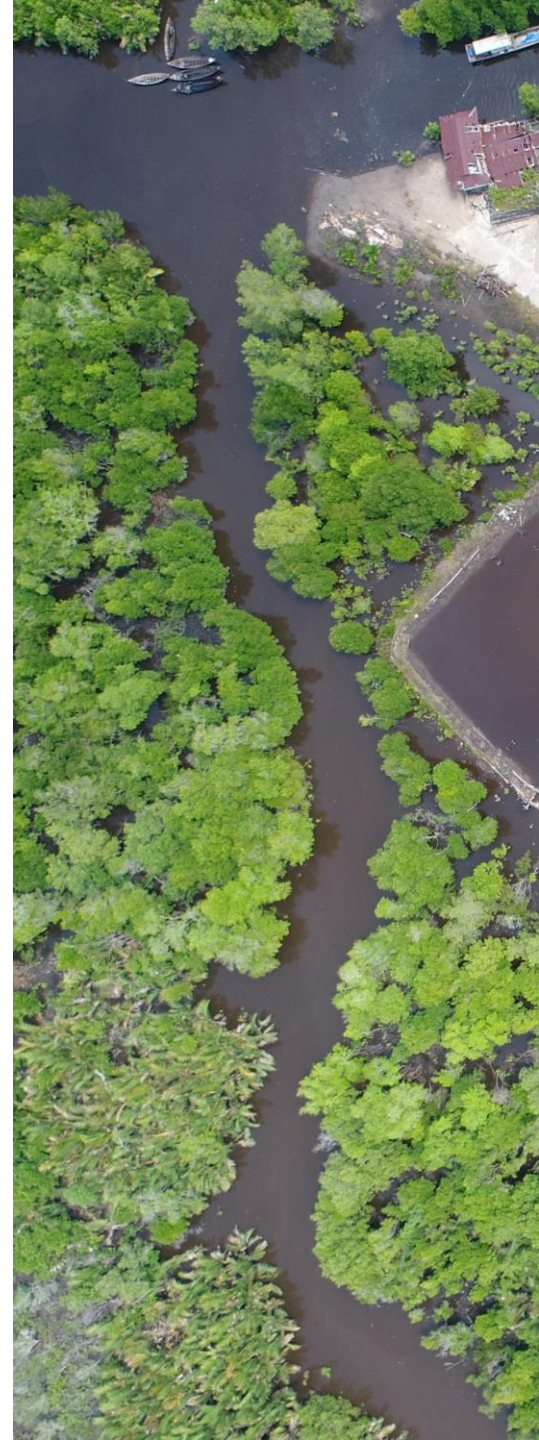


Defenisi Mangrove

- Macnae (1968) dan Duke (1992) mendefinisikan mangrove sebagai pohon atau semak yang tumbuh di antara wilayah pasang surut seperti pantai yang terlindung, muara sungai, sampai dengan wilayah yang masih dipengaruhi penetrasi kadar garam.
- Tomlinson (1986) mendefinisikan mangrove sebagai komunitas tumbuhan tropis yang khas yang menempati zona pasang surut antara laut dan darat.

Defenisi Mangrove

- Blasco et al (1994)
 - Ekosistem mangrove
 - Hutan mangrove
 - Daratan mangrove
 - Areal mangrove
 - Vegetasi mangrove
- Berdampak terhadap estimasi luas mangrove (Rahardian et al, 2019)



Acrostichum aureum



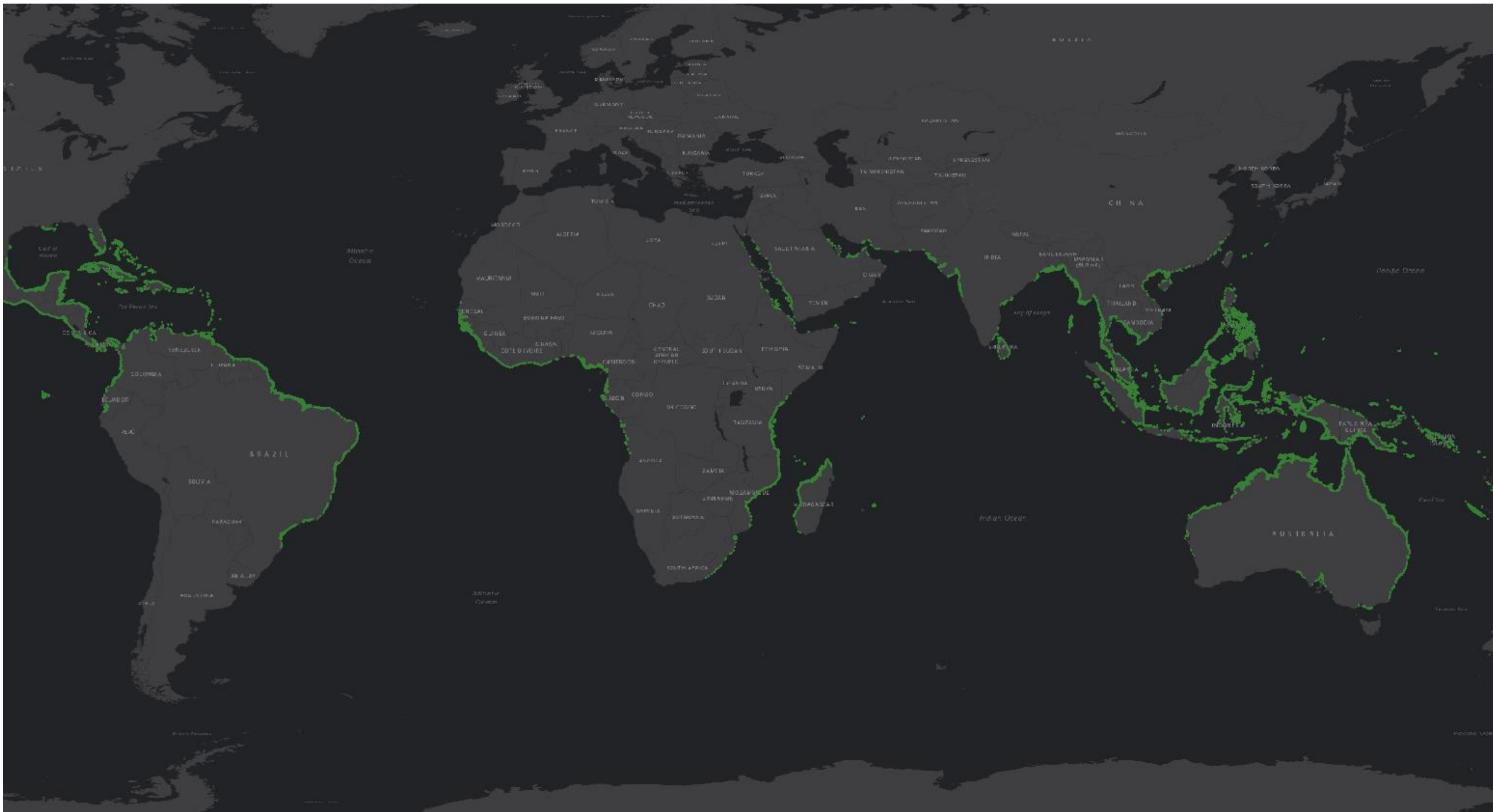
Mangrove sejati

Chapman (1984)

Lin (1987)

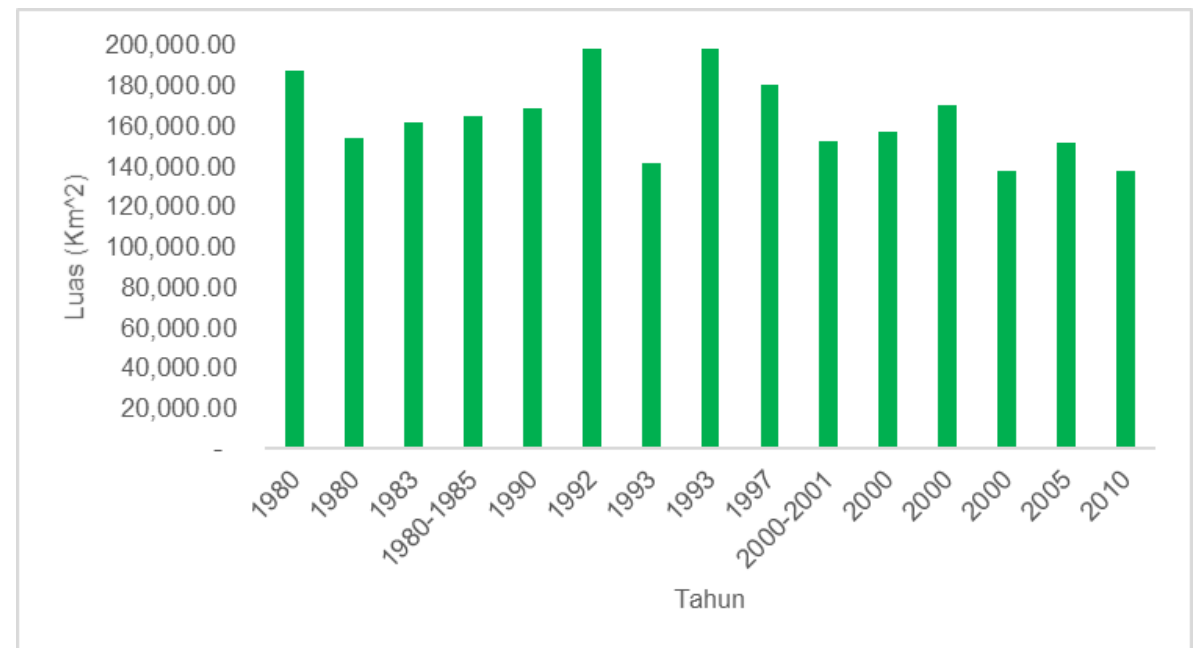
Giesen et al (2005)





Luas Mangrove Global

No	Publikasi	Tahun	Luas	Jumlah Negara
1	FAO (2007)	1980	187,940.00	Global
2	Lanly (1982)	1980	154,620.00	76
3	Saenger at al (1983)	1983	162,210.00	66
4	FAO (2004)	1980-1985	165,399.00	56
5	FAO (2007)	1990	169,250.00	Global
6	Groombridge (1992)	1992	198,478.00	87
7	ITTO & ISME (1993)	1993	141,973.00	Global
8	Fisher & Spalding (1993)	1993	198,817.00	91
9	Spalding et al . (1997)	1997	181,077.00	112
10	Spalding et al . (2010)	2000-2001	152,361.00	123
11	FAO (2007)	2000	157,400.00	Global
12	Aizpuru et al . (2000)	2000	170,756.00	112
13	Giri et al . (2011)	2000	137,600.00	Global
14	FAO (2007)	2005	152,310.00	Global
15	Bunting et al (2018)	2010	137,600.00	Global





VIETNAM

CAMBODIA

PHILIPPINES

Philippine Sea

Andaman Sea

Gulf of Thailand

Sulu Sea

PALAU

MALAYSIA

BRUNEI DARUSSALAM

Celebes Sea

Makassar Strait

Molucca Sea

Java Sea

INDONESIA

Banda Sea

Flores Sea

TIMOR-LESTE

Arafura Sea

PAPUA NEW GUINEA

Bismarck Sea

Solomon Sea

SOLOMON ISLANDS

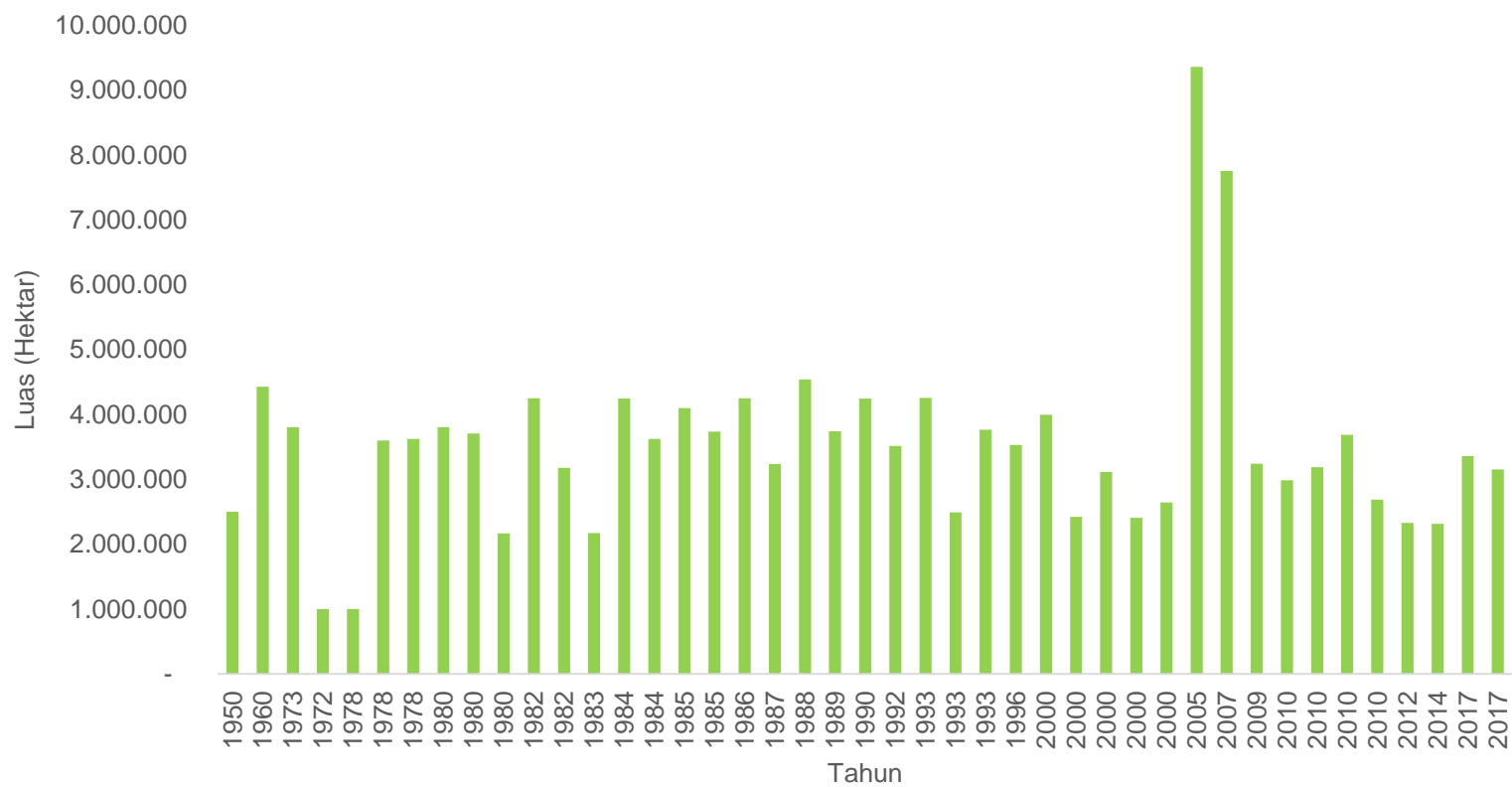
Timor Sea

Gulf of Carpentaria

Coral Sea

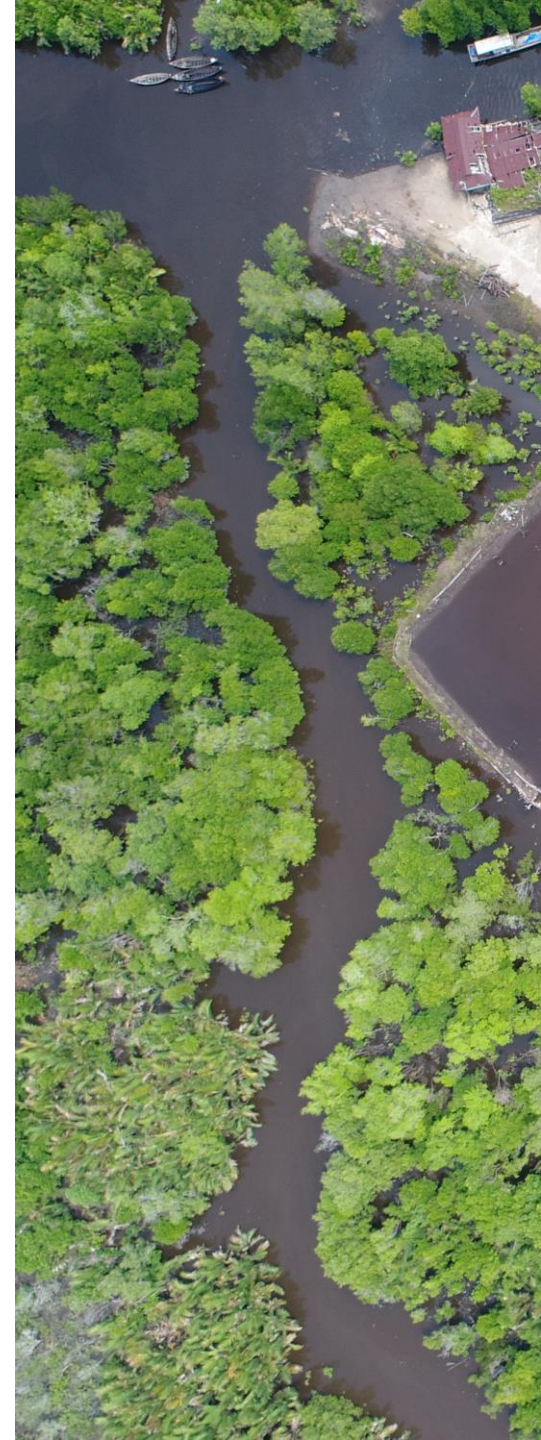
NEW

Luas Mangrove Indonesia



Pemanfaatan DOB

- Inventarisasi habitat (penentuan luas, spesies dan komposisi, status kesehatan);
- Deteksi dan pemantauan perubahan (penggunaan lahan, tutupan lahan, keberhasilan konservasi dan reboisasi, silvikultur, dan pengembangan akuakultur);
- Dukungan evaluasi ekosistem;
- Penilaian produktivitas (estimasi biomassa);
- Estimasi kapasitas regenerasi;
- Berbagai permintaan pengelolaan (perikanan, kegiatan budidaya, pengelolaan konservasi, pedoman dan strategi pengelolaan);
- Perencanaan survei lapangan;
- Pasokan informasi cepat untuk manajemen bencana; dan
- Membantu memahami lebih baik tentang hubungan dan proses ekologis dan biologis, proses, fungsi, dan dinamika



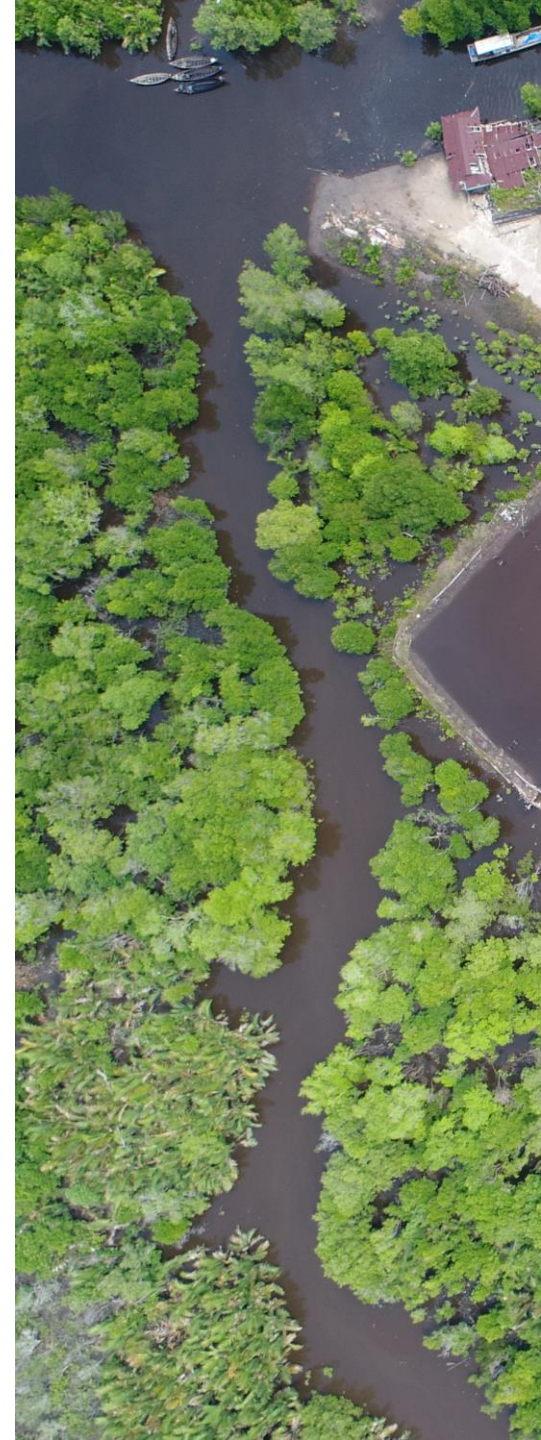


Ekologi dan Ekonomi Mangrove

- Penghalang alami terhadap dinamika laut di sepanjang garis pantai. Kemampuan mereka melindungi garis pantai dan daratan dari bahaya alam (angin topan, angin topan, tsunami)
- Memecahkan kekuatan gelombang dan mencegah erosi pantai
- Mendukung rantai makanan dan membentuk habitat fauna laut, seperti kepiting udang, ikan (lepas pantai dan karang) serta larva

Ekologi dan Ekonomi Mangrove

- Ekosistem mangrove menyediakan produk dan layanan penting:
 - Penyediaan: perikanan, akuakultur, bahan bangunan, bahan bakar, tanin, madu, obat tradisional, kertas, dan tekstil;
 - Budaya: pariwisata dan rekreasi, spiritual
- Nilai ekonomi tahunan ekosistem bakau adalah US \$ **9.990** / ha (Costanza et al, 1997). Sathirathai dan Barbier (2001) menilai nilai ekonomi jauh lebih tinggi: antara US \$ **27.264** dan \$ **35.921** / ha

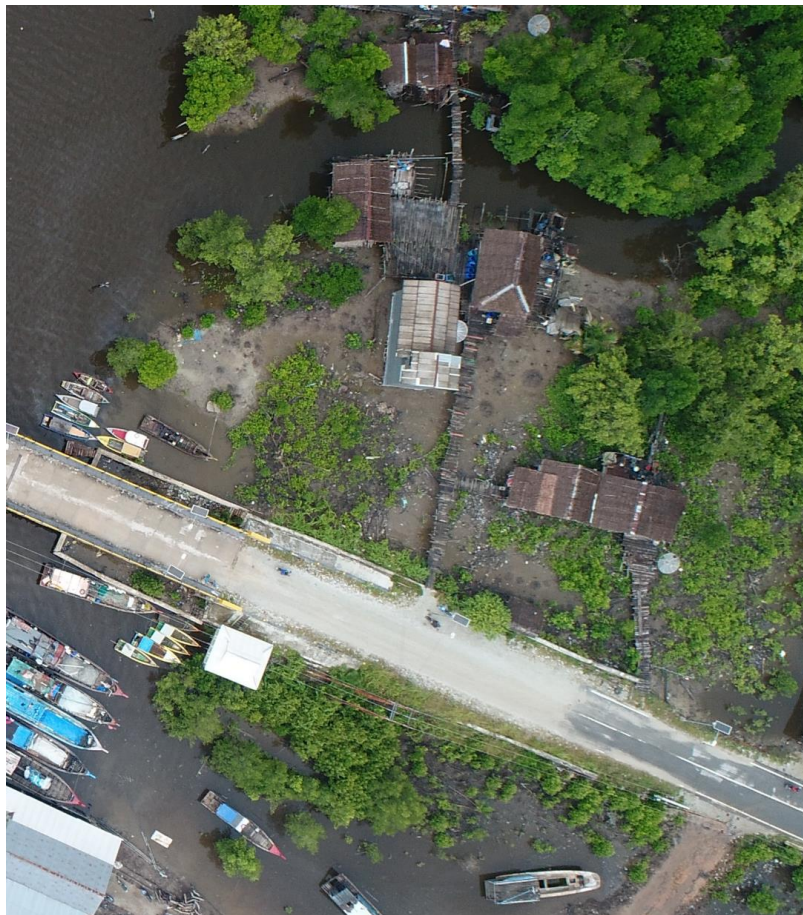


An aerial photograph showing a coastal area. On the left, there is a dense mangrove forest with green trees. To the right of the forest is a sandy area and a body of water. Further right, there is a road with several vehicles and some buildings, including one with a red roof. The overall scene illustrates the proximity of human development to a natural mangrove ecosystem.

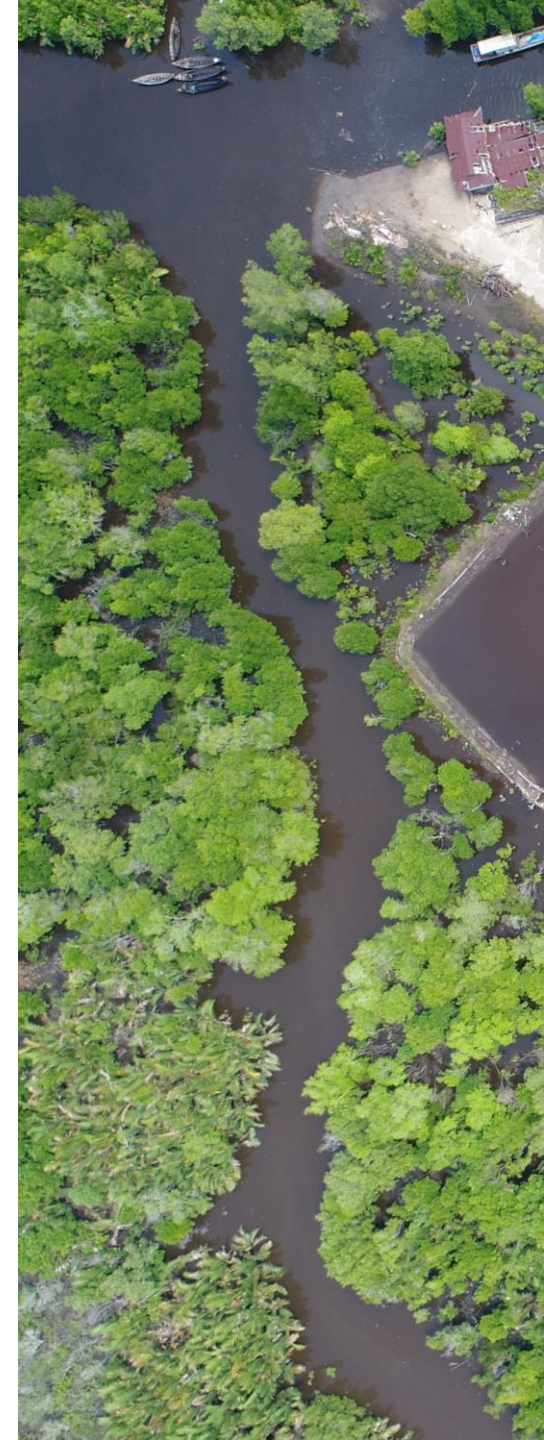
Perlindungan dan Reforestasi

- Hilangnya mangrove akibat
 - Antropogenik
 - Konversi
 - Tambak (50% kontribusi)
 - Pengambilan kayu dan chip
 - Bertambahnya populasi manusia
 - Industrialisasi
 - Pertanian
 - Alam
 - Tsunami
 - Topan
 - Pemanasan global
- Perlu adanya upaya perlindungan dan rehabilitasi untuk keberlanjutan pemanfaatan mangrove

Karakteristik Berdasarkan DOB

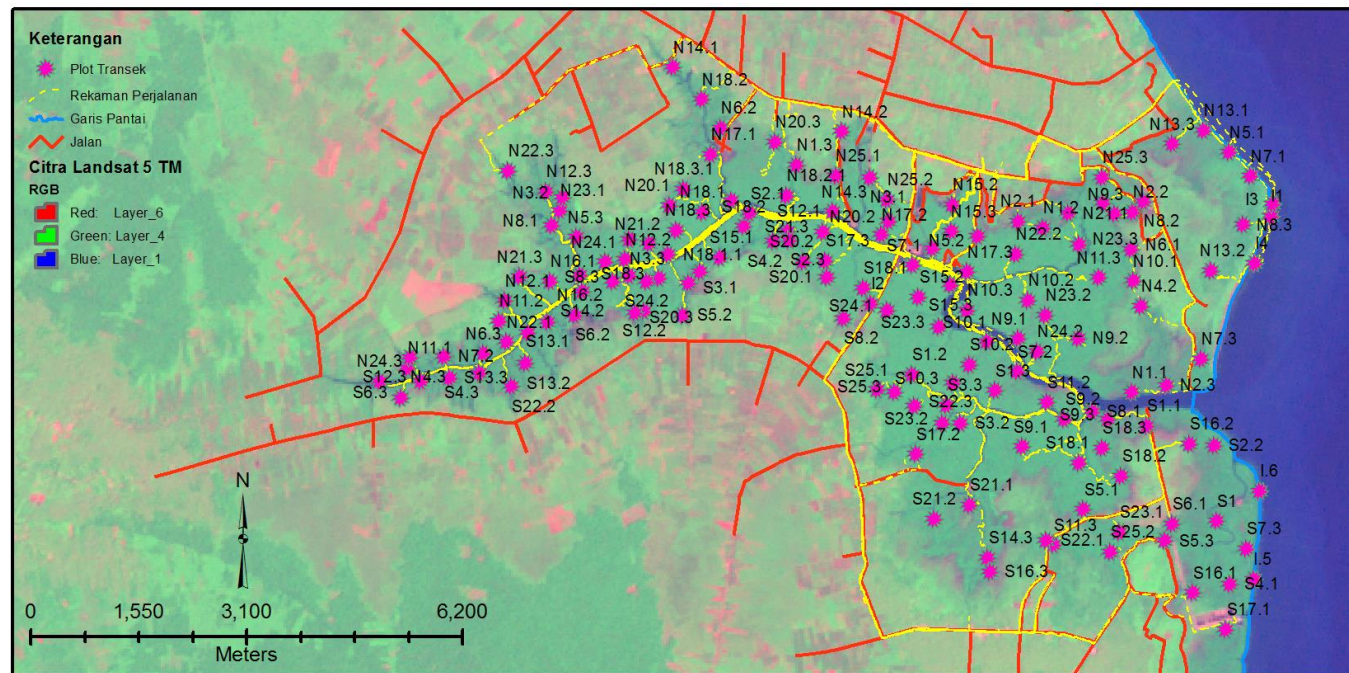


- Fitur utama yang berkontribusi dalam piksel DOB:
 - Vegetasi
 - Tanah
 - Air
- Penghambat karakterisasi radiometrik yang akurat

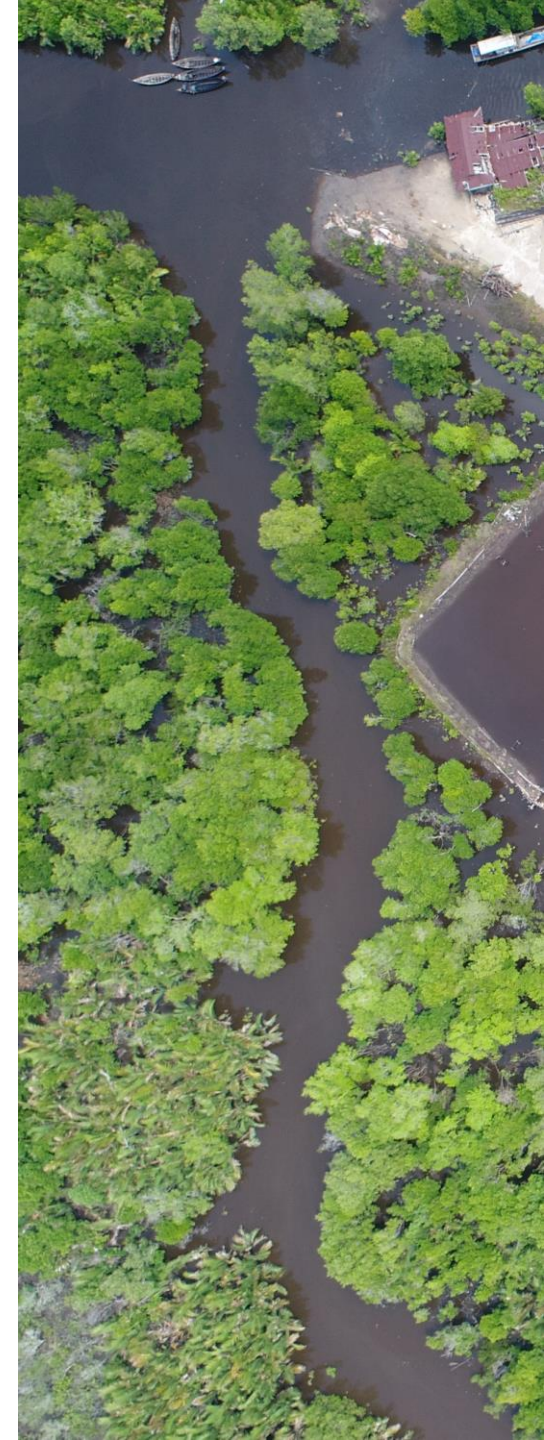
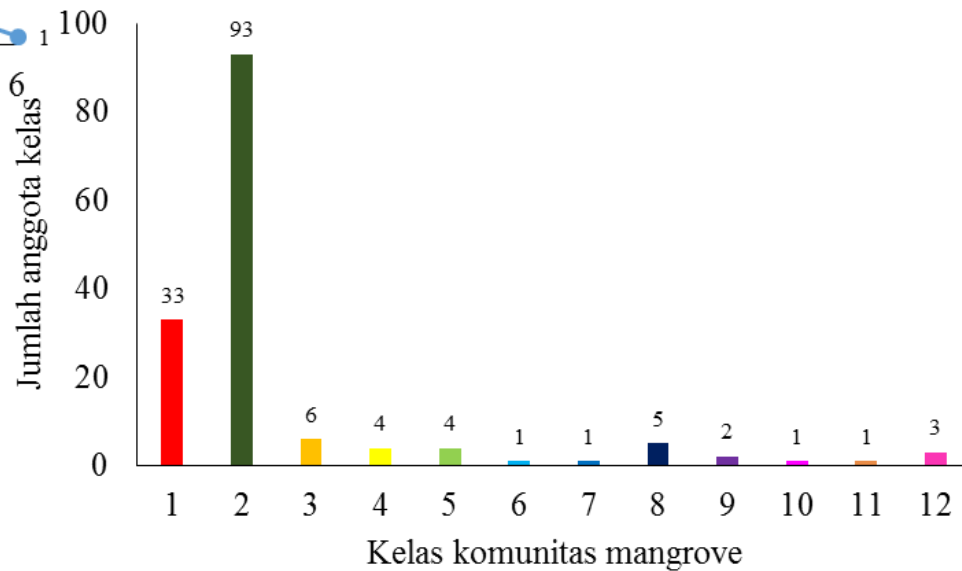
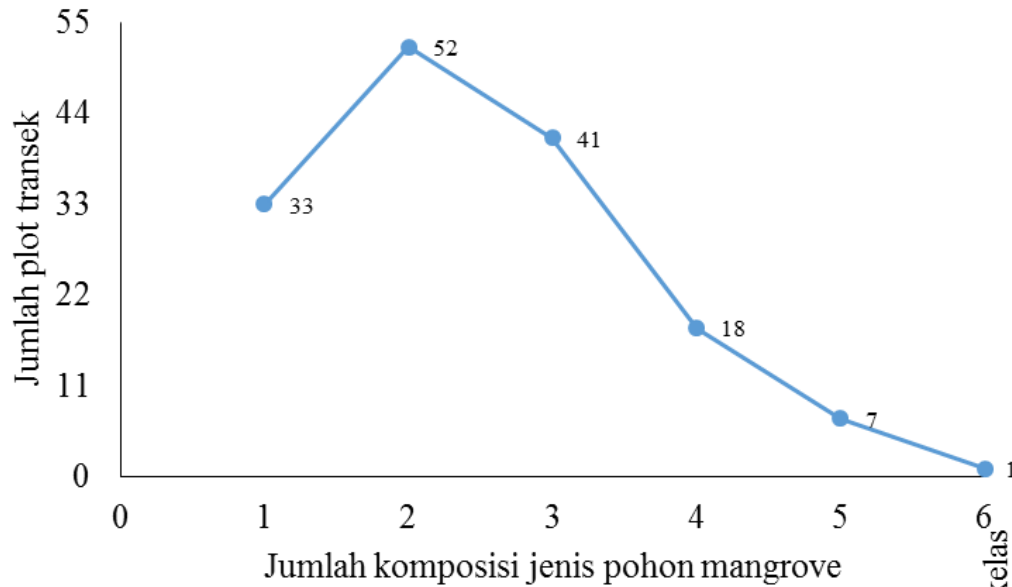


Karakteristik Berdasarkan DOB

- Keanekaragaman spesies mangrove yang tinggi mempengaruhi tingkat diskriminasi spesies mangrove untuk mendapatkan spektral spesies yang unik

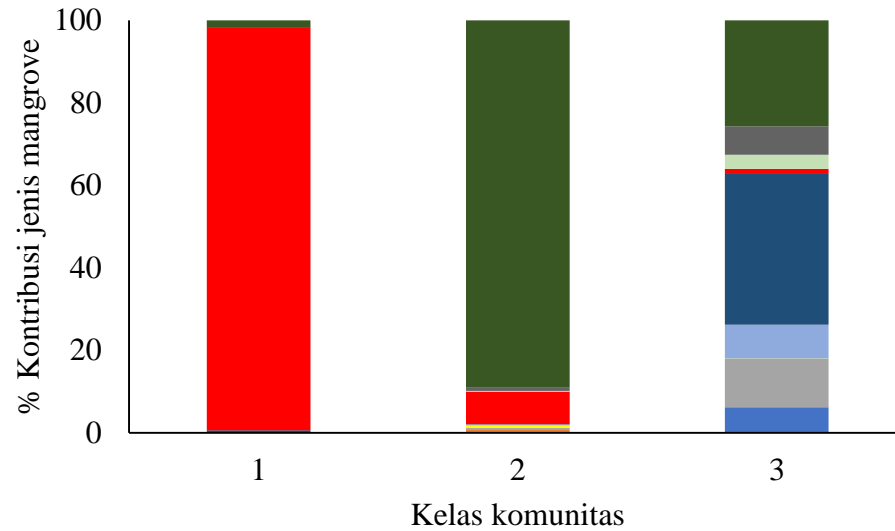


Karakteristik Berdasarkan DOB

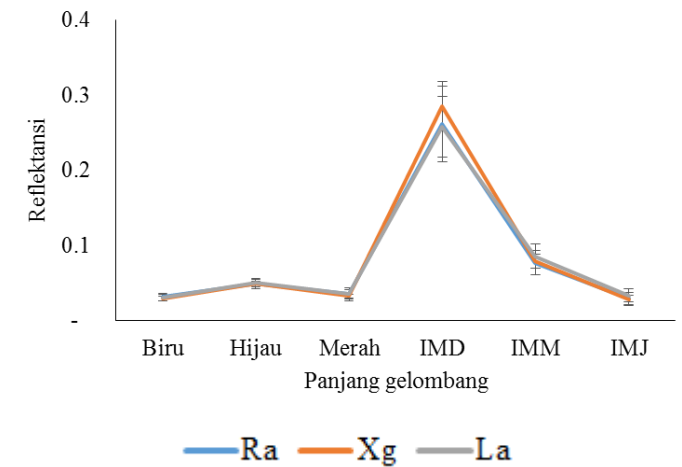




Karakteristik Berdasarkan DOB

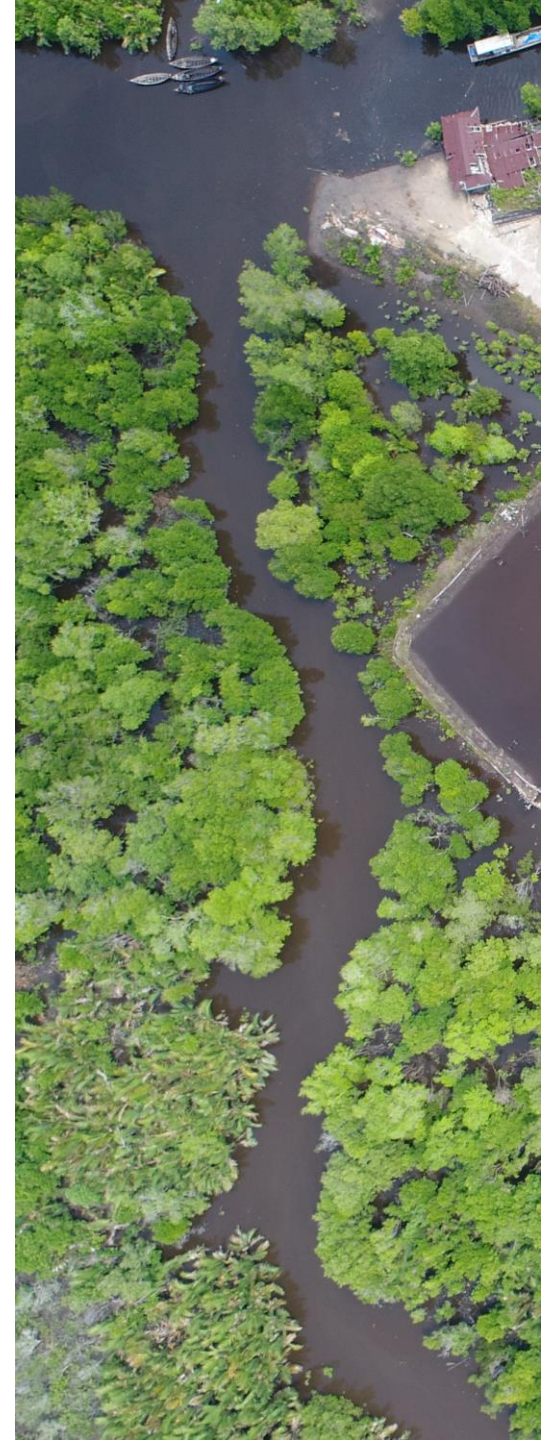


	Ra	Xg	La
SPOT 6			
Ra		0.915	0.518
Xg			0.607
La			
Landsat 5 TM			
Ra		1.011	0.517
Xg			0.814
La			

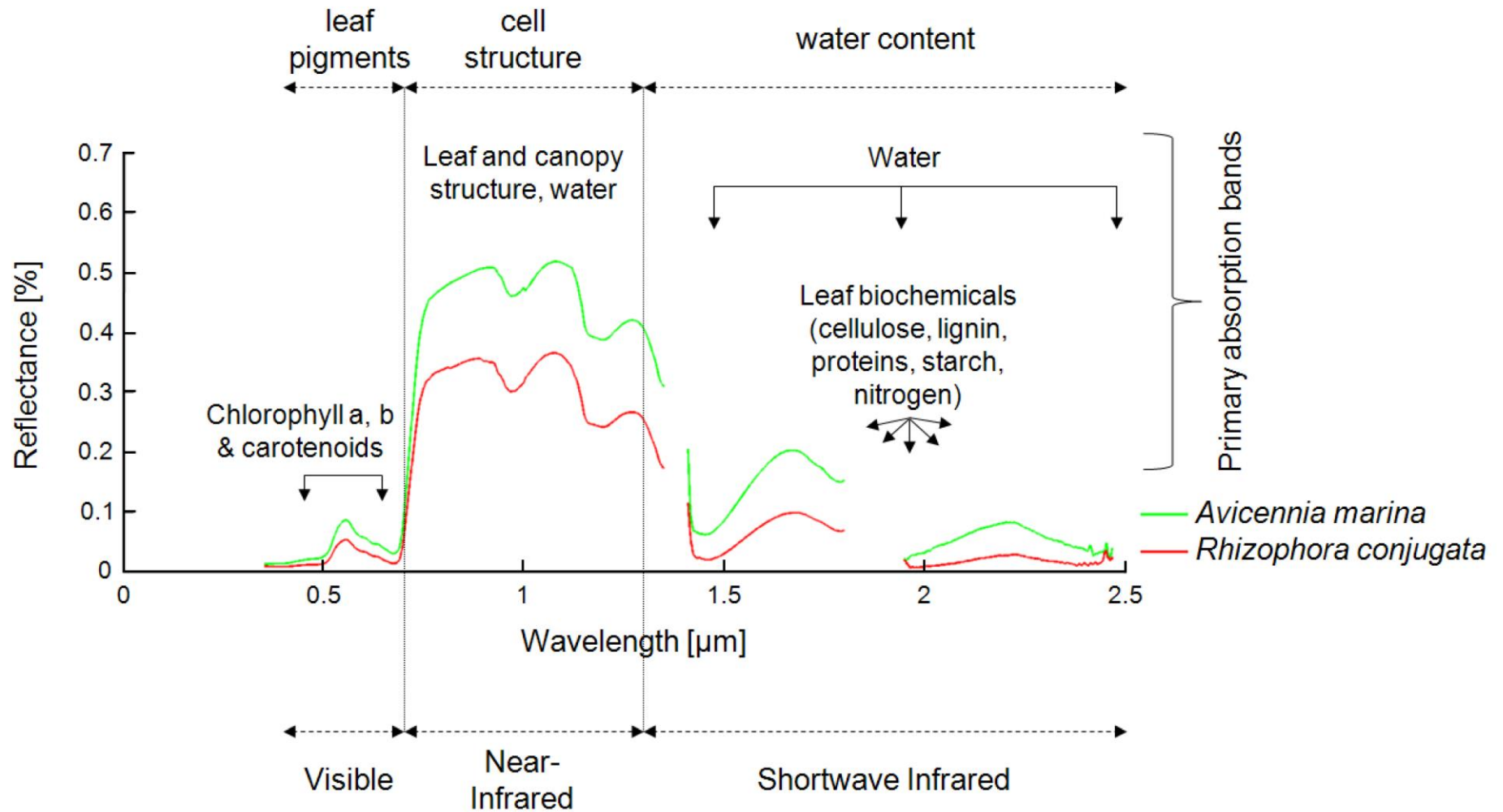


Karakteristik Data Optik

- Spektrum piksel dipengaruhi
 - Eksternal DOB
 - Daun, batang dan cabang, lumpur dan tanah yang mendasari, permukaan air; tergantung pada
 - Jenis; kekuatan; umur dan musim
 - Jenis tanah
 - Kekeruhan dan kualitas air
 - Geometri tanaman dan daun, LAI, kepadatan tegakan dan kondisi atmosfer
 - Internal DOB:
 - Platform (*airborne; spaceborne*)
 - Resolusi spasial dan spektral yang digunakan

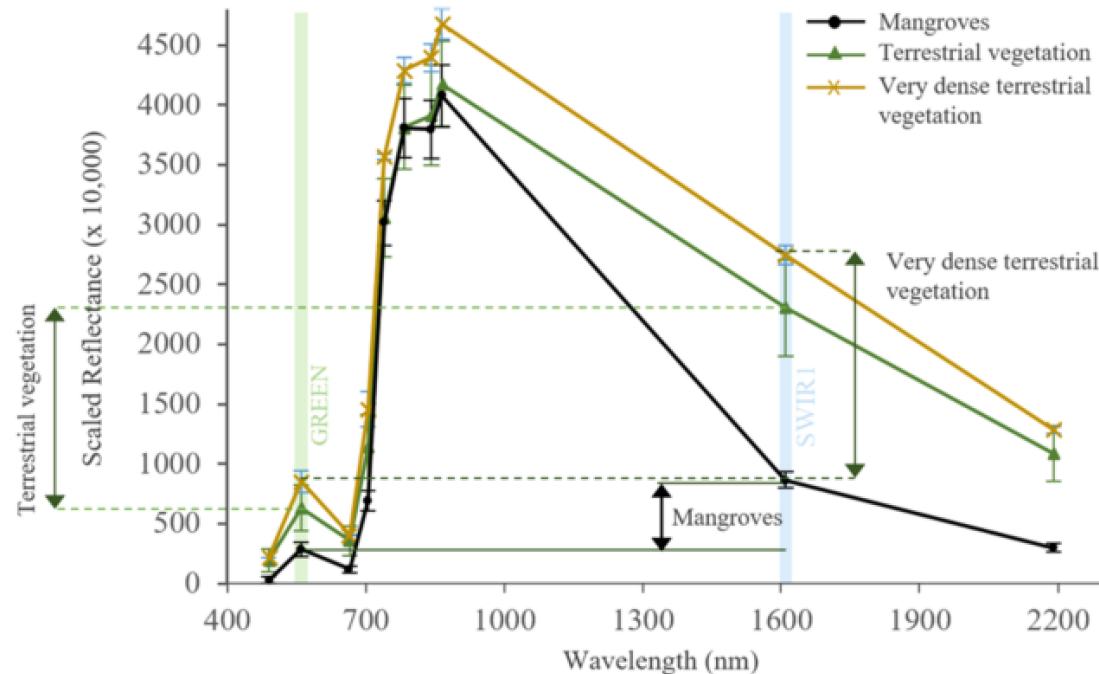


Karakteristik Data Optik



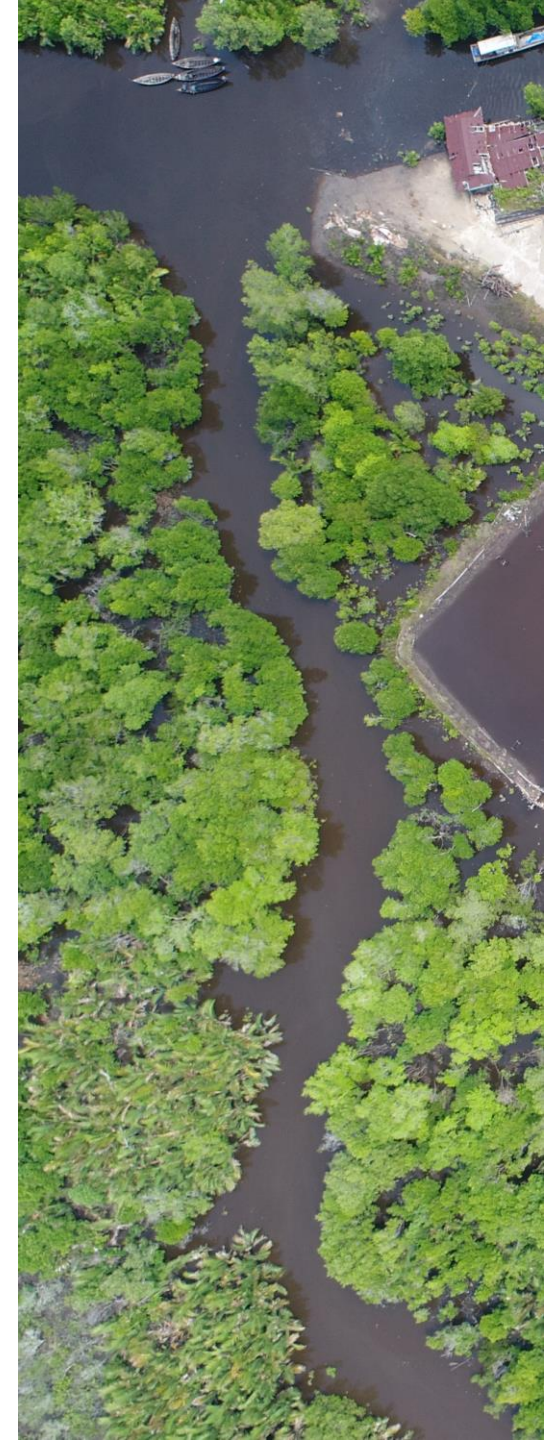
Index Name	Author	Formula	Satellite Image Used
Mangrove Index (MI)	Winarso et al., 2014	$MI = (NIR - SWIR/NIR \times SWIR) \times 10000$	Landsat
Mangrove Recognition Index (MRI)	Zhang and Tian, 2013	$MRI = GVI_L - GVI_H \times GVI_L \times (WI_L + WI_H)$ <i>where GVI - Green vegetation index; WI - Wetness index; Subscript L - at low tide; Subscript H - at high tide</i>	Landsat
Combine Mangrove Recognition Index (CMRI)	Gupta et al., 2018	NDVI - NDWI <i>where NDVI is the Normalized Difference Vegetation Index and NDWI is the Normalized Difference Water Index</i>	Landsat
Mangrove Probability Vegetation Index (MPVI)	Kumar et al., 2019	$MPVI = \frac{\sum_{n=1}^n R_i r_i - \sum_{n=1}^n R_i \sum_{n=1}^n r_i}{\sqrt{\sum_{n=1}^n R_i^2 - \left(\sum_{n=1}^n R_i\right)^2} \sqrt{\sum_{n=1}^n r_i^2 - \left(\sum_{n=1}^n r_i\right)^2}}$ <i>where n = total number of bands in the image, R_i is the reflectance value at band i for a pixel of the reflectance image, and r_i is the reflectance value at band i for candidate spectrum of mangrove forest.</i>	EO-1 Hyperion
Normalized Difference Wetland Vegetation Index (NDWVI)	Kumar et al., 2019	$NDWVI = (R_{2203} - R_{559}) / (R_{2203} + R_{559})$	EO-1 Hyperion
Mangrove Forest Index (MFI)	Jia et al., 2019	$MFI = [(\rho_{\lambda_1} - \rho_{B\lambda_1}) + (\rho_{\lambda_2} - \rho_{B\lambda_2}) + (\rho_{\lambda_3} - \rho_{B\lambda_3}) + (\rho_{\lambda_4} - \rho_{B\lambda_4})] / 4$ <i>where the ρ_{λ} is the reflectance of the band center of λ, and i ranged from 1 to 4; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ are the center wavelengths at 705, 740, 783 and 865 nm, respectively.</i>	Sentinel-2

Karakteristik Data Optik

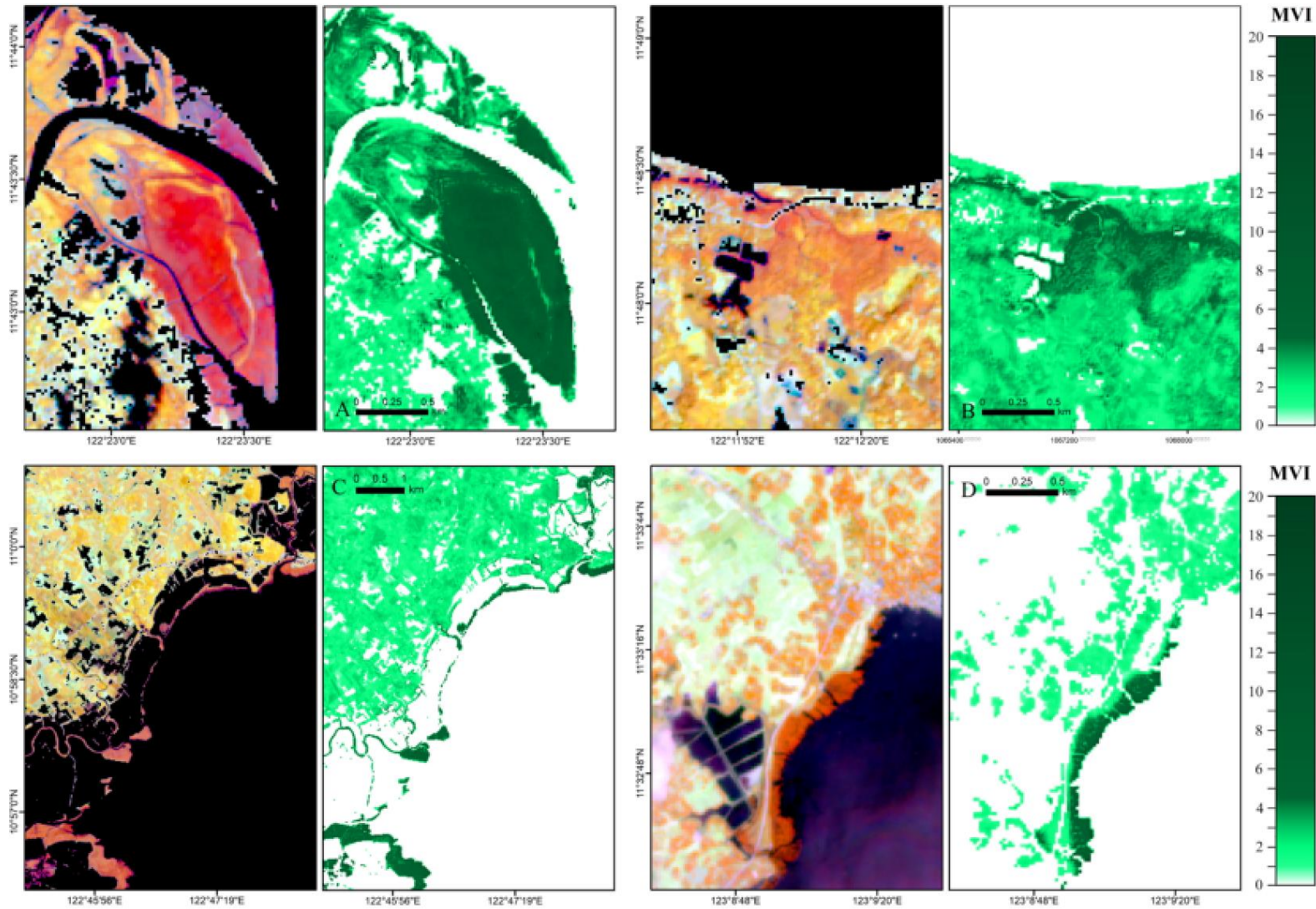


$$MVI = \frac{(IMD - Hijau)}{(SWIR1 - Hijau)}$$

Teori dasar yang didasarkan pada reflektansi spektral bakau, vegetasi terestrial dan vegetasi terestrial yang sangat padat, menunjukkan sejauh mana perbedaan reflektansi antara **SWIR1** dan wilayah **hijau** dari masing-masing kelas. Perbedaan antara nilai SWIR dan nilai hijau untuk hutan **bakau relatif** lebih kecil daripada perbedaan yang diamati di wilayah spektral yang sama dari vegetasi darat padat dan sangat padat. Pixel vegetasi yang sangat rapat umumnya memiliki nilai SWIR yang tinggi, sehingga dapat dipisahkan dari piksel bakau (**Baloloy, 2020**).



Karakteristik Data Optik



RGB B11-B8-B4

Karakteristik Data Optik

- Keuntungan dan batasan pemetaan mangrove menggunakan foto udara & drone

	Keuntungan	Keterbatasan
Resolusi spektral	Spektrum tampak - IMD	Tidak ada
Resolusi spasial	Sangat tinggi (sentimeter - meter)	Hanya mencakup wilayah yang kecil
Resolusi temporal	Selalu tersedia	Akuisisi yang kompleks serta peralatan dan jalur penerbangan harus disiapkan
Biaya	Biaya rendah pada daerah yang kecil	Biaya meningkat seiring dengan meningkatnya luas cakupan dan penerepan sensor tambahan
Tujuan	Pemetaan mangrove lokal	Hanya untuk kajian-kajian lokal
Tingkat diskriminasi	Komunitas spesies, dan parameter kepadatan	Terlalu banyak detil (dapat menghambat pemrosesan gambar yang tidak bias)
Metode	Interpretasi visual melalui digitasi dan pendekatan berbasis objek	Otomatisasi umumnya tidak memungkinkan, bias analisis yang cukup besar
Lainnya	Sumber informais berharga untuk mendukung survei lapangan, interpretasi citra dan uji akurasi. Mampu menghasilkan model elevasi kanopi	

Karakteristik Data Optik

- Keuntungan dan batasan pemetaan mangrove menggunakan resolusi menengah

	Keuntungan	Keterbatasan
Resolusi spektral	Spektrum tampak - IMD, Mid Infrared dan Thermal infrared	Memerlukan tenaga terlatih untuk mengeksploitasi informasi yang tersimpan pada banyak band
Resolusi spasial	Cocok untuk pemetaan pada skala regional	Terlalu kasar untuk observasi Terlalu kasar untuk pengamatan lokal yang membutuhkan diferensiasi dan parameterisasi spesies yang mendalam
Resolusi temporal	Pemetaan lebih sering mungkin untuk dilakukan	Tingkat pengulangan mungkin terlalu rendah untuk mencatat dampak peristiwa ekstrem (mis., Topan, banjir, tsunami); lebih jauh lagi, sangat bergantung pada cuaca (awan) = kritis di daerah subtropis dan tropis
Biaya	Bergantung pada sensor, tersedia secara bebas (mis., Landsat), sangat hemat biaya (ASTER), atau mahal (mis., SPOT); tetapi semuanya hemat biaya dibandingkan dengan survei lapangan dan kampanye melalui udara	Diperlukan perangkat lunak untuk pemrosesan gambar (perangkat lunak umum, seperti Erdas, ENVI, dan ArcGIS, memiliki biaya lisensi tinggi), tetapi biasanya bukan batasan nyata
Tujuan	Inventarisasi dan peta status; deteksi perubahan, seperti penilaian kerusakan dampak; penilaian keberhasilan reboisasi dan konservasi	Untuk kajian spesies, resolusi terlalu kasar
Tingkat diskriminasi	Mangrove - non mangrove, variasi kepadatan, zonasi mangrove	Klasifikasi dipengaruhi oleh kondisi ekosistem, seperti keanekaragaman, heterogenitas, target yang berbatasan dengan objek lain, identifikasi spesies tidak mungkin
Metode	Interpretasi visual melalui digitasi, berbasis piksel, berbasis objek dan hibrid, analisis dan transformasi citra	Memerlukan keahlian analisis untuk mengeksploitasi potensi keseluruhan data
Lainnya	Data mudah diperoleh, tipe data yang dieksplorasi terbaik dan, dengan demikian, sebagian besar literatur tersedia; pemantauan jangka panjang diberikan	

Karakteristik Data Optik

- Keuntungan dan batasan pemetaan mangrove menggunakan resolusi tinggi




	Keuntungan	Keterbatasan
Resolusi spektral	Spektrum tampak - IMD, dengan red-edge, biasanya ditambah dengan pankromatik untuk fusi	Jumlah spektrum lebih sedikit
Resolusi spasial	Tinggi (0,5 - 4m) untuk pemetaan skala lokal	Hanya kawasan kecil yang terliput
Resolusi temporal	Pemetaan regular mungkin dilakukan berdasarkan permintaan	Ketertgantungan terhadap cuaca, biaya yang intensif jika pengawasan berulang dilakukan
Biaya	Biaya sedang untuk satu akuisisi data	Biaya sangat tinggi untuk pengawasan berulang dan biaya software berbasis objek
Tujuan	Diskriminasi spesies, distribusi spasial, status kesehatan	Diskriminasi pohon tunggal tidak memungkinkan
Tingkat diskriminasi	Hingga spesies	Klasifikasi dipengaruhi oleh kondisi ekosistem, seperti keanekaragaman, heterogenitas, target yang terbatas dengan objek lain, identifikasi spesies tidak mungkin
Metode	Interpretasi visual melalui digitasi, berbasis piksel, berbasis objek dan hibrid	Memerlukan keahlian analisis untuk mengeksploitasi potensi keseluruhan data
Lainnya	Sumber informasi yang berharga untuk mendukung survei lapangan dan penilaian akurasi.	Di beberapa daerah data dari sensor yang relevan sangat sulit untuk dibeli

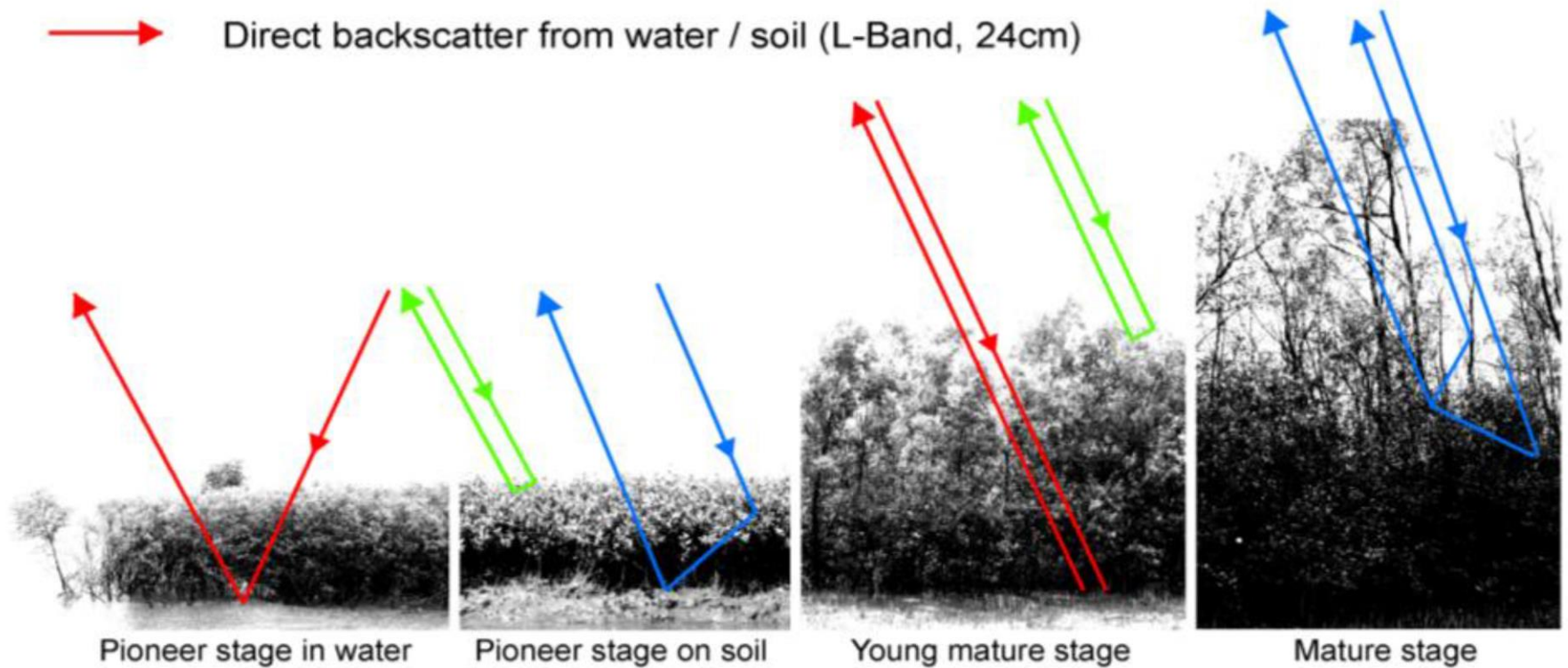
Karakteristik Data Optik

- Keuntungan dan batasan pemetaan mangrove menggunakan hyperspektral

	Keuntungan	Keterbatasan
Resolusi spektral	Sangat tinggi, mencakup jangkauan luas dengan bandwidth sempit	Volume data tinggi, band-band dengan informasi yang berlebihan
Resolusi spasial	Biasanya sangat tinggi (cm - m)	Cakupan kawasan yang sangat kecil
Resolusi temporal	<i>Spaceborne</i> : karena beberapa sensor tanpa akuisisi jangka panjang, maksimum bulanan; <i>airborne</i> : tergantung permintaan	Ketergantungan terhadap cuaca, biaya dan peralatan yang intensif
Biaya	Tidak ada	Biaya sangat tinggi untuk akuisisi data (peralatan, personal)
Tujuan	Diskriminasi spesies, distribusi spasial, status kesehatan	Tidak ada keterbatasan penting
Tingkat diskriminasi	Spesies	Tidak ada keterbatasan penting
Metode	Metode analisis data hyperspectral (SAM, MTMF)	Pengetahuan khusus diperlukan untuk analisis data; pengalaman dalam pemrosesan data hyperspectral yang baik seringkali tidak tersedia
Lainnya	Pemetaan detail bukan mangrove sangat menguntungkan	Relatif sedikit penelitian yang telah dilakukan; masih dalam tahap pengujian; sangat sedikit sensor ruang angkasa yang tersedia

Karakteristik Data SAR

-  Direct backscatter from canopy top (X-Band, 3cm)
-  Plant / soil multiple- and volume scattering (C-Band, 6cm)
-  Direct backscatter from water / soil (L-Band, 24cm)



Karakteristik Data Optik

- Keuntungan dan batasan pemetaan mangrove menggunakan SAR

	Keuntungan	Keterbatasan
Resolusi spektral	Radiasi gelombang mikro aktif; memberikan informasi alternatif tentang struktur permukaan; berbagai panjang gelombang dan polarisasi dapat dipilih	Tidak ada informasi spektral
Resolusi spasial	Beragam	Biasanya rendah (Kecuali TerraSAR dan PALSAR 2)
Resolusi temporal	Tinggi, tidak dipengaruhi oleh cuaca	Tidak ada
Biaya	Beberapa data tersedia gratis (melalui proposal penelitian); Sentinel-1, ALOS PALSAR	Akses data terbatas (pada scene tertentu, dan beberapa data tidak dapat dibagi kepada negara tertentu)
Tujuan	Kawasan mangrove, kondisi, kanopi, deforestasi, estimasi biomasa	Tidak ada informasi yang dapat diturunkan dari spektrum band yang tersedia (diferensiasi spesies tidak dimungkinkan kecuali spesies berbeda dalam penampilan strukturalnya)
Tingkat diskriminasi	Struktur umur, parameter hutan, estimasi biomassa	Tidak ada diskriminasi antara hutan bakau dan bentuk-bentuk vegetasi lainnya tanpa sepengetahuan apriori; tidak ada pemisahan antar spesies
Metode	Metode analisis data hyperspectral (SAM, MTFM)	Menganalisa sinyal hamburan balik menggunakan teknik pengolahan citra tingkat lanjut; cara analisis citra berbasis fisika yang sangat kuantitatif
Lainnya	Hasil paling menjanjikan ketika data SAR dikombinasikan dengan citra optik	Relatif sedikit penelitian yang telah dilakukan; perangkat lunak atau modul khusus diperlukan untuk pemrosesan citra radar

Pemetaan mangrove

Model		Komposisi layer/band								Res. spasial
M1	PALSAR	HH	HV							12.5
M2	SENTINEL-1	VV	VH							10
M3	L5	B	H	M	IMD					30
M4	L5 + PALSAR	B	H	M	IMD	HH	HV			30; 12.5
M5	L5	B	H	M	IMD	IMM	IMJ			30
M6	L5 + PALSAR	B	H	M	IMD	IMM	IMJ	HH	HV	30; 12.5
M7	S6	B	H	M	IMD					5
M8	S6 + SENTINEL-1	B	H	M	IMD	VV	VH			5; 10
M9	S6 + Pan	B	H	M	IMD					5
M10	S6 + Pan + SENTINEL-1	B	H	M	IMD	VV	VH			5; 10

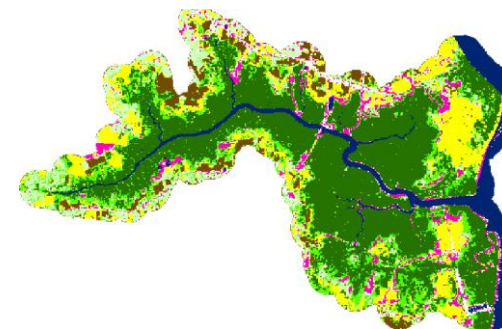
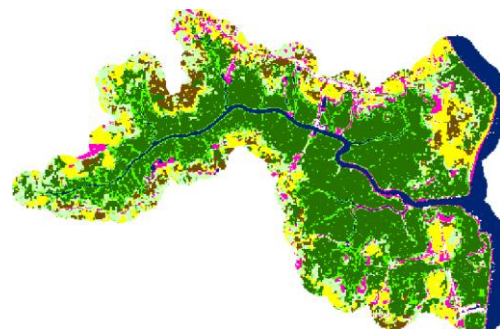
- Classifier BO : RandomForest
- Classifier BP : Maximum Likelihood

ALOS PALSAR

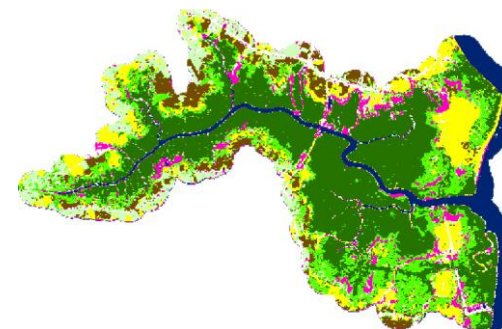
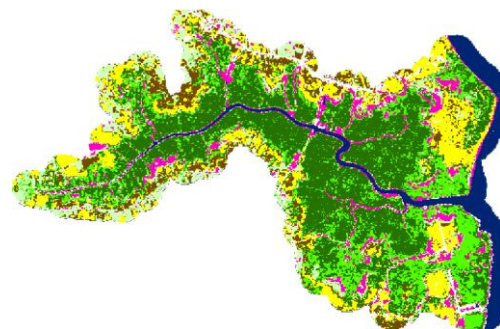
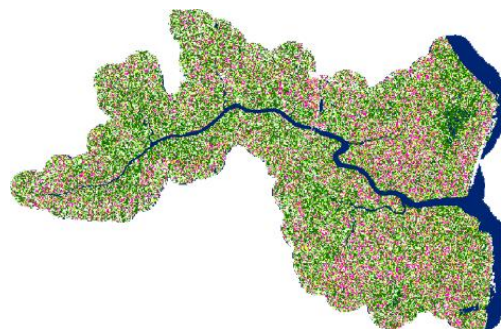
SENTINEL-1

LANDSAT 5 TM (4 bands)

LANDSAT 5 TM + PALSAR



Berbasis Objek



Berbasis Piksel

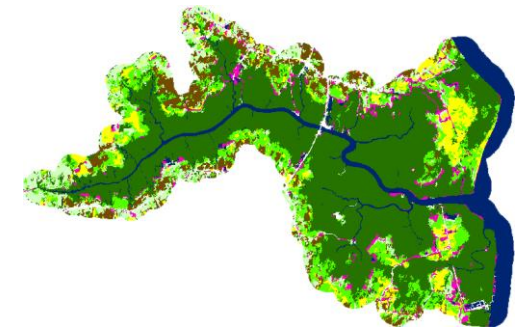
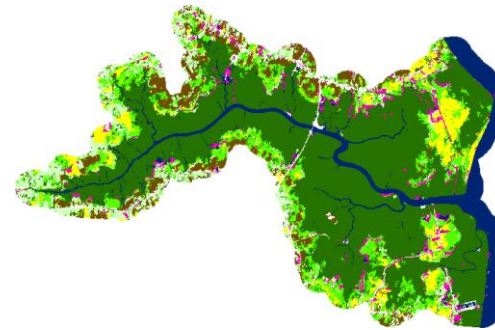
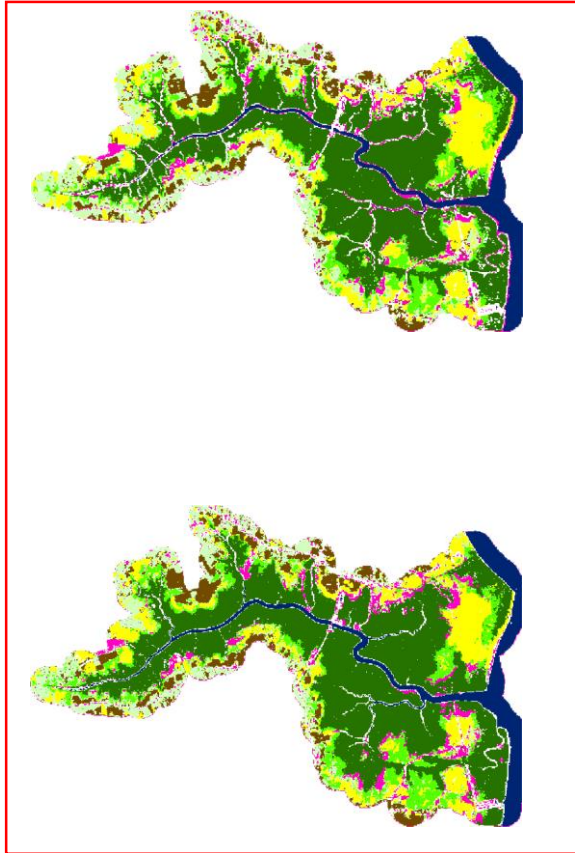
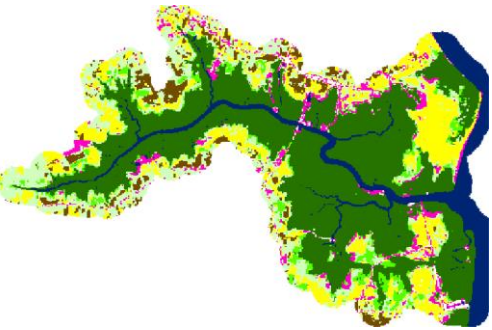


LANDSAT 5 TM FULL BAND

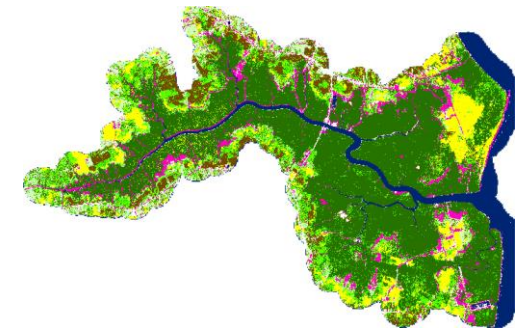
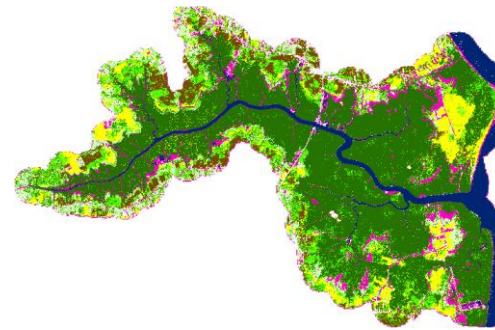
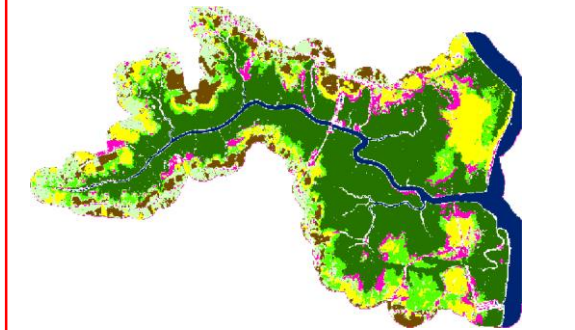
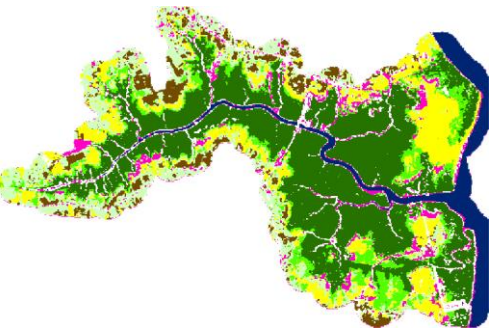
LANDSAT 5 TM FULL BAND + PALSAR

S6

S6 + SENTINEL 1



Berbasis Objek

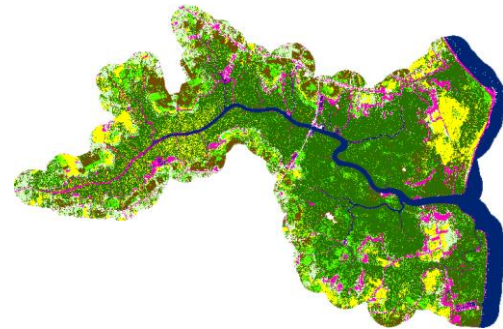
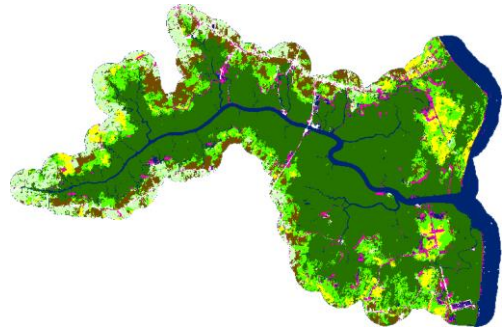


Berbasis Piksel

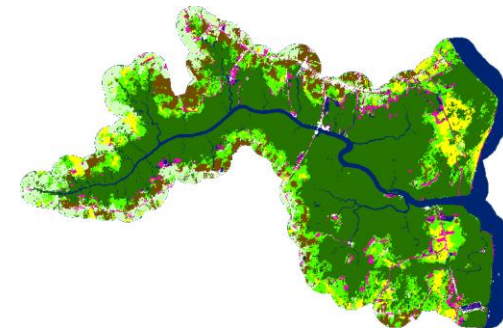
■ Badan Air ■ Karet ■ Kelapa □ Lahan Dibangun ■ Lahan Terbuka ■ Mangrove ■ Semak ■ Transisi

S6 + PAN

S6 + PAN+ SENTINEL 1

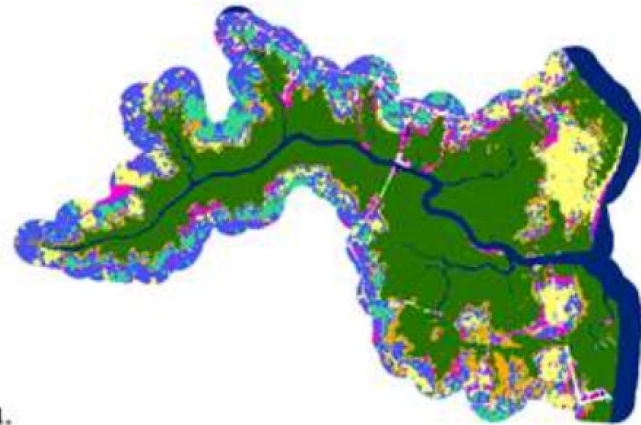


Berbasis Objek

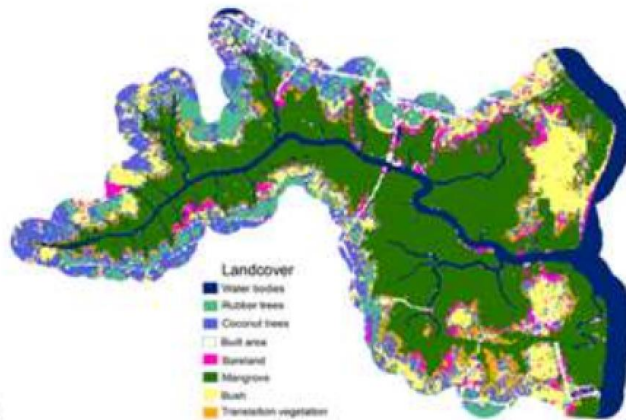


Berbasis Piksel

	PA	UA	OA	K
Berbasis Objek				
M1	75.3	60.3	51.2	0.393
M2	50.5	28.8	26.3	0.104
M3	90.8	81.8	73.4	0.665
M4	92.0	85.1	75.4	0.689
M5	97.3	90.1	80.2	0.749
M6	96.5	91.7	81.6	0.766
M7	88.5	86.1	76.9	0.696
M8	89.5	85.5	78.3	0.716
M9	88.7	87.6	80.3	0.741
M10	88.8	86.1	78.8	0.722
Berbasis Piksel				
M1	74.3	45.5	44.4	0.332
M2	52.9	35.8	29.0	0.127
M3	91.1	59.5	60.8	0.526
M4	97.9	77.7	74.4	0.683
M5	100	79.3	75.8	0.700
M6	98.2	88.4	80.2	0.751
M7	86.6	74.2	65.2	0.556
M8	87.2	72.4	62.2	0.523
M9	80.2	62.4	55.8	0.447
M10	79.6	57.9	54.4	0.434



a.

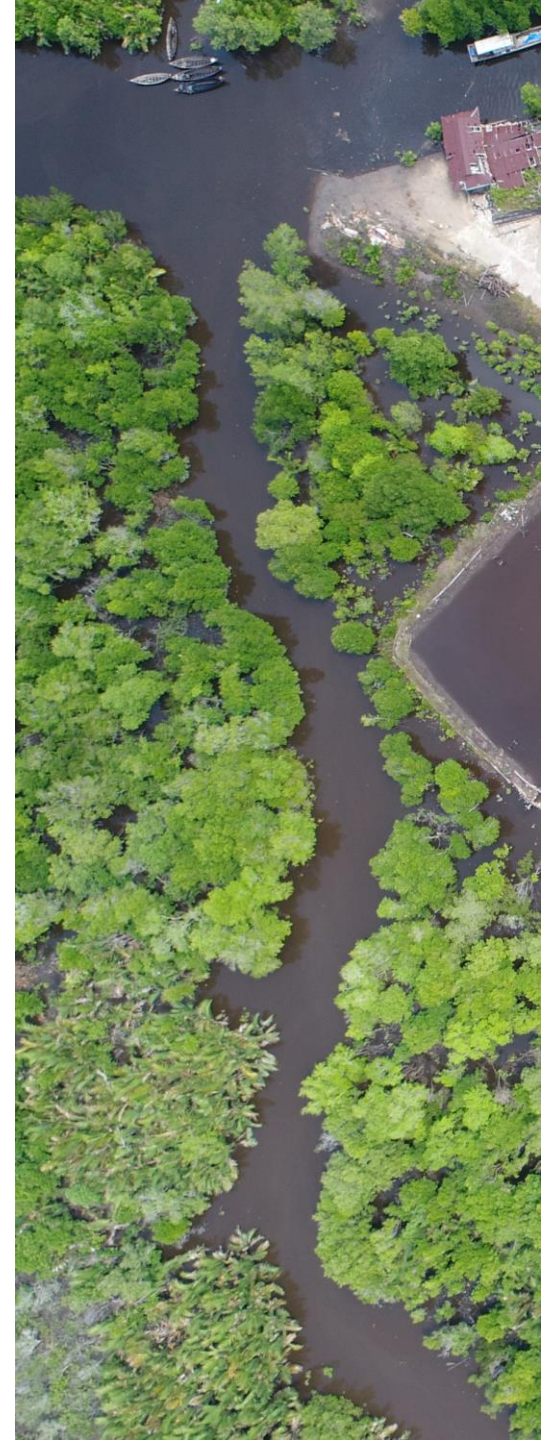


b.

Class	BA	KT	KA	LN	LT	ME	SB	VO	Total	UA
Object-based										
BA	21	0	0	0	0	0	0	0	21	100.0
KT	0	23	0	2	0	0	0	1	26	88.5
KA	1	0	23	4	3	0	1	6	38	60.5
LN	0	0	0	19	0	0	0	0	19	100.0
M	0	0	2	7	20	2	0	1	32	62.5
ME	1	0	0	1	0	112	0	1	115	97.4
SB	0	0	2	0	0	1	22	5	30	73.3
VO	0	0	0	1	0	6	0	5	12	41.7
Total	23	23	27	34	23	121	23	19	293	
PA	91.3	100.0	85.2	55.9	87.0	92.6	95.7	26.3		
OA	83.6	Kappa	0.79	Z	30.35					
Pixel-based										
BA	21	0	0	0	1	2	0	0	24	87.5
KT	0	23	1	1	0	0	0	1	26	88.5
KA	0	0	18	3	1	1	0	1	24	75.0
LN	0	0	4	22	1	1	0	0	28	78.6
M	0	0	1	6	19	3	0	1	30	63.3
ME	1	0	0	0	0	109	0	6	116	94.0
SB	0	0	3	2	1	0	23	5	34	67.6
VO	1	0	0	0	0	5	0	5	11	45.5
Total	23	23	27	34	23	121	23	19	293	
PA	91.3	100.0	66.7	64.7	82.6	90.1	100.0	26.3		
OA	81.9	Kappa	0.77	Z	29.58					

Kesimpulan

- Pemetaan mangrove cukup menantang dalam penginderaan jauh, karena sinyal penginderaan jauh dari ekosistem mangrove terdiri dari beberapa komponen dan dipengaruhi oleh sejumlah besar parameter lainnya.
- Ketersediaan DOB semakin besar dan peluang memperolehnya semakin mudah
- Data yang digunakan dan metode yang tergantung pada berbagai faktor,
 - Tujuan dan fokus penelitian,
 - Keahlian untuk prosedur pemetaan,
 - Aksesibilitas ekosistem mangrove,
 - Ketersediaan data GIS tambahan pada komponen ekosistem terkait



Terima Kasih

Save Mangrove – Save Our Future