



## Analisis Komparasi Metode Pemetaan Ekosistem Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis

Isma Yullia Rahma<sup>\*1</sup>, Annisa Rizki Amalia<sup>2</sup>, Ilham Surya Maulana<sup>3</sup>, M. Syamsul Hilal<sup>4</sup>, Zahra Sa'diatul Aulya<sup>5</sup>, Nandi<sup>6</sup>, Riki Ridwana<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Jurusan Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

### Article Info

#### Article History

Dikirim 11 Mei 2020  
 Diterima 20 Juni 2020  
 Terbit 29 Juli 2020

#### Keywords:

penginderaan jauh; mangrove; metode analisis

remote sensing; mangrove; analysis methods

### Abstrak

Penggunaan alat dan metode dalam pemetaan ekosistem mangrove terus mengalami perubahan. Dewasa ini tren dalam pemetaan adalah dengan menggunakan penginderaan jauh dan teknologi sistem informasi geografis. Terdapat beberapa metode yang umum digunakan untuk pemetaan ekosistem mangrove, namun perlu dipahami bahwa pemilihan metode analisis yang tepat akan sangat menunjang kualitas hasil penelitian. Metode penelitian yang dipakai adalah pendekatan deskriptif dan komparatif, serta studi pustaka dari berbagai buku dan jurnal ilmiah terakreditasi. Selanjutnya dilakukan analisis aplikasi metode pemetaan ekosistem mangrove dari berbagai studi kasus dan kebutuhan penelitian. Berdasarkan penelitian diketahui terdapat lima metode dan analisis yang digunakan yaitu interpretasi manual dengan mirror stereoscope, metode NDVI (Normalized Difference Vegetation Indeks) sebagai analisis paling umum yang digunakan oleh berbagai peneliti dalam pemetaan persebaran mangrove, Multivariat PCA (Principal Component Analysis), analisis Model FCD (Forest Canopy Density), dan metode untuk memetakan perubahan luas ekosistem mangrove yaitu metode komparasi antar citra multispektral. Dengan demikian hasil penelitian ini bisa menjadi masukan bagi para calon peneliti ekosistem mangrove dalam menentukan metode analisis yang tepat.

### Abstract

*The use of mangrove ecosystem mapping tools and methods continues to change. The mapping trend nowadays is remote sensing and digital geographic information system technology. There are several methods commonly used for mapping the mangrove ecosystem, but we need to understand that choosing the right analytical method will significantly influence the resulting quality of the research. Here, we use a research approach of descriptive and comparative, also the method of literature study from various accredited scientific books and journals. Furthermore, I also analyzed the application of the mangrove ecosystem mapping method from multiple case studies and research needs. Base on those researches, there are five methods and analyzes, i.e. manual interpretation with mirror stereoscope, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) as the most commonly used analysis by various researches, especially in mapping the mangrove distribution, Multivariate PCA (Principal Component Analysis), FCD (Forest Canopy Density) model, as well as a method for mapping changes the vast mangrove ecosystems area, namely the comparison method between multispectral images. Hopefully, the results of this study can provide input for prospective mangrove ecosystem researchers in determining the appropriate analysis method.*

\* E-mail : [isma.yullia.rahma@upi.edu](mailto:isma.yullia.rahma@upi.edu)  
 Address : Gedung Nu'man Somantri Lt. 2 Sayap Selatan  
 Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Kota Bandung 40154

## PENDAHULUAN

Pemetaan bentang alam mangrove telah dilakukan sejak lama dimulai dari pemetaan manual hingga digital. Hutan mangrove sendiri merupakan sebuah formasi beberapa tumbuhan spesifik yang umumnya tumbuh berkembang di daerah pantai atau pesisir dengan iklim tropis dan subtropis. Secara umum hutan mangrove mempunyai arti sebagai formasi tumbuhan dengan yang terdiri dari bermacam-macam jenis famili tumbuhan yang berbeda, seperti *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bru-guiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Scyphyphora* dan *Nypa* serta mempunyai kesamaan dalam adaptasi morfologi dan fisiologi dengan habitat yang dipengaruhi oleh fenomena pasang-surut air laut dengan jenis tanah alluvial (kondisi anaerobik).

Pada praktik pemetaan ekosistem mangrove, peneliti perlu mempersiapkan banyak hal salah satunya peta masukan/ *input*, dan metode analisis. Namun sering kali kebutuhan penelitian tidak dibarengi dengan spesifikasi metode analisis. Ada banyak kebutuhan penelitian dalam pemetaan ekosistem mangrove, semisal pemetaan untuk pemantauan, perubahan areal, dan persebaran mangrove.

Dewasa ini data masukan untuk pemetaan mangrove telah tersedia dalam bentuk digital dan diperoleh melalui penginderaan jauh. Menurut Lillesand dan Kiefer (1979), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang dikaji. Sedangkan menurut Colwell (1984), penginderaan jauh yaitu suatu pengukuran atau perolehan data pada objek di permukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas atau jauh dari objek yang diindra.

Setelah peta masukan berhasil diperoleh, kemudian diolah dengan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografi (SIG). Menurut Riyanto, dkk (2009) SIG adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit, adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah *database*. Pada dasarnya SIG merupakan sebuah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, mengintegrasikan dan menganalisis informasi dari data yang sudah didapatkan dan siap diolah sehingga mampu menciptakan sebuah informasi baru.

Tujuan penelitian ini adalah pertama, untuk membandingkan evolusi metode pemetaan ekosistem mangrove. Kedua, untuk mendeskripsikan serta membandingkan metode analisis pemetaan ekosistem mangrove berdasarkan kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai dengan penginderaan jauh sebagai salah satu data masukan serta sistem informasi geografis sebagai teknologi yang digunakan.

Pentingnya penelitian ini adalah sebagai perbandingan penerapan berbagai metode dalam pemetaan mangrove dan diharapkan bisa menjadi masukan bagi para peneliti untuk menentukan jenis metode serta pengolahan data yang tepat, sehingga penelitian bisa terlaksana secara maksimal serta sesuai dengan kebutuhan dan harapan penelitian.

## METODE

Pada penelitian ini penulis menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dan komparatif, dengan metode studi pustaka. Digunakan alat penelitian berupa perangkat keras yaitu laptop dan ponsel pintar. Serta bahan yang digunakan adalah data sekunder berupa jurnal ilmiah nasional dan internasional yang terakreditasi minimal klaster sinta 2 mengenai pemetaan mangrove yang kemudian diambil 10 jurnal sebagai sampel.

Metode Penelitian yang digunakan adalah studi pustaka yang meliputi proses umum seperti mengidentifikasi teori secara sistematis, penemuan pustaka, dan analisis dokumen yang memuat informasi yang berkaitan dengan topik penelitian (Nazir, 2015).

Teknik analisis yang digunakan terbagi menjadi dua tahapan. Pertama, analisis deskriptif kualitatif dengan mencermati dan menafsirkan sumber data sehingga mampu memberikan pemaparan mengenai berbagai penerapan metode analisis dalam pemetaan mangrove. Kedua, dilakukan analisis komparatif yaitu dengan membandingkan evolusi alat dan teknologi yang digunakan dalam pemetaan, serta perbandingan relevansi dan kualitas penggunaan metode analisis yang didasarkan pada kebutuhan dalam penelitian pemetaan mangrove.

## HASIL PEMBAHASAN

Penulis telah melakukan pengumpulan data mengenai variasi metode pemetaan persebaran mangrove dengan menggunakan Penginderaan Jauh (PJ) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dari berbagai jurnal terakreditasi.

### Analisis Mirror Stereoscope

Pada awal era pemrosesan peta menggunakan data penginderaan jauh sebelum ada teknologi digital, tentu dilakukan secara manual. Dalam penelitian wilayah ekosistem mangrove yang hilang (studi kasus di Surabaya) yang dilakukan oleh Hartono dan Muljosukojo (1991) menggunakan peta masukan yaitu foto udara inframerah dengan skala 1:30.000 (diambil tahun 1981), pita magnetik citra landsat tahun 1985, dan data numerik citra satelit SPOT tahun 1987. Dilengkapi dengan data pendukung seperti peta topografi, geologi, penggunaan lahan, administrasi, dan peta isohaline. Dalam analisisnya, foto udara secara manual diinterpretasi melalui *mirror stereoscope*, sementara pita magnetik landsat dan SPOT di analisis secara digital dengan perangkat lunak DIDACTIM yang tersedia di *Institut de la Carte Internationale de la Vegetation* (ICIV). Peningkatan teknik dan 2 prosedur klasifikasi *supervised* yaitu *barycentric* dan *hypercube* pun telah diterapkan. Hasil interpretasi lihat di Gambar 1.

### Analisis NDVI

*Normalized Difference Vegetation Indeks* atau NDVI merupakan metode analisis yang paling umum digunakan untuk memetakan persebaran mangrove. Metode NDVI pada Citra Landsat-8 digunakan Kartikasari dan Sukojo (2015) untuk menganalisis persebaran ekosistem mangrove (Lihat Gambar 2). NDVI digunakan untuk menggambarkan tingkat kehijauan suatu jenis mangrove. Pengolahan indeks vegetasi NDVI dilakukan dengan cara memasukkan algoritma indeks vegetasi. Kemudian melakukan pengelompokan indeks vegetasi sesuai dengan nilai NDVI titik-titik yang telah disurvei di lapangan. Penentuan jenis mangrove dilakukan menggunakan metode transek 10x10m dengan kegiatan menghitung jenis mangrove, mengukur diameter dan tinggi pohon dan mengambil gambar kanopi pohon mangrove.

Pemanfaatan Citra Landsat TM-5 dan analisis NDVI juga digunakan oleh Hidayah (2011) dalam pemetaan distribusi ekosistem mangrove di Kota Surabaya dan Sidoarjo (lihat Gambar 3). Pengolahan citra satelit dimulai dengan pengoreksian radiometri (untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai) dan koreksi geometri (untuk meletakkan posisi obyek di citra sesuai dengan posisi sebenarnya di lapangan). Penajaman citra menggunakan komposit 4-5-3 dengan klasifikasi terselia (*supervise*) dengan metode Maximum Likelihood.

Dalam penelitian Irawan dan Malau (2016)

mengenai analisis persebaran mangrove di pulau Batam (lihat Gambar 4.) menggunakan teknologi penginderaan jauh menggunakan Citra Landsat 8 dengan analisis NDVI dan menghitung nilai Faktor Indeks Maksimum (OIF) pada komposit 453 yang memberikan perbedaan warna yang kontras antara mangrove dan non mangrove. Kemudian data dianalisis untuk mengetahui persebaran mangrove serta dilakukan klasifikasi berdasarkan kerapatannya. Untuk memvalidasi data tersebut, telah dilakukan survei lapangan terkait kondisi mangrove, beserta bangunan di sekitarnya, dan lokasi pemukiman terdekat.

Penelitian mengenai perubahan luasan mangrove di Teluk Youtefa Jayapura oleh Hamuna dan Tanjung (2018) menggunakan Citra Landsat Multitemporal yaitu citra satelit Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI dengan rentang waktu 23 tahun. Pengamatan kondisi mangrove di lapangan dilakukan dengan menggunakan GPS dan pengolahan citra menggunakan algoritma NDVI dengan klasifikasi *supervised*. Peta hasil interpretasi citra satelit dijadikan *overlay*/ tumpang susun untuk mengetahui sebaran dan perubahan luasan kawasan mangrove (lihat Gambar 5.).

### Analisis Multivariat PCA

Dalam studi kasus pemetaan distribusi spasial vegetasi mangrove di Pantai Utara Pematang, Poedjirahajoe, dkk (2017) menganalisis vegetasi mangrove di kawasan tersebut dihitung kemelimpahan tumbuhan mangrove berdasarkan Indeks Nilai Penting dan keanekaragaman jenis menggunakan Indeks Diversitas Shannon. Pola distribusi spasial vegetasi mangrove dianalisis dengan menggunakan pendekatan analisis multivariat PCA. Penggunaan metode ini bertujuan untuk menentukan pola sebaran jenis tanaman mangrove dan faktor habitat yang memengaruhi pola sebaran tersebut. *Principal Component Analysis* pada prinsipnya menggunakan pengukuran jarak euclidean pada data. Semakin kecil jarak euclidean antara dua stasiun, maka semakin mirip karakteristik parameter lingkungan tersebut.

### Analisis Model FCD (Forest Canopy Density)

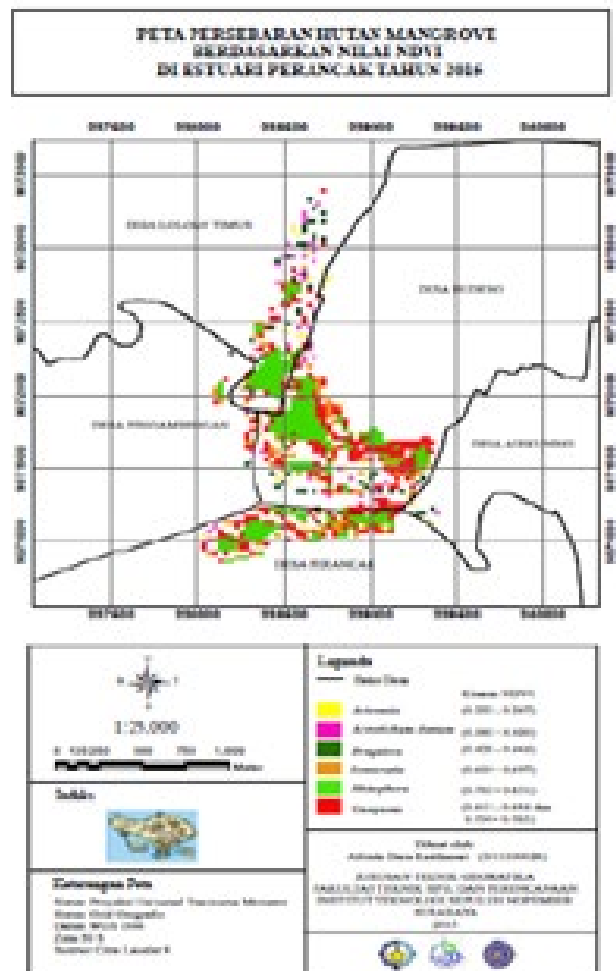
Dalam penelitian pengawasan mangrove di Kalimantan oleh Sukarna dan Syahid (2015) menggunakan Citra Landsat 7 yang diperbaiki ETM +14 dan Landsat 8 OLI dan TYR tahun 2014. Pada langkah pra-pemrosesan dilakukan koreksi untuk menutupi semua awan pada citra, dengan membuat topeng bayangan awan, menggunakan histogram berdasarkan data yang berasal dari TM band 1, 2, dan 3. Dan langkah selanjutnya adalah

koreksi geometrik gambar untuk meminimalisir perbedaan marginal dalam akurasi geometris. Dalam pengawasan hutan, digunakanlah model FCD yang analisisnya didasarkan pada fenomena pertumbuhan hutan. Itu juga memungkinkan untuk melakukan pemantauan transformasi kondisi hutan dari waktu ke waktu seperti kemajuan kegiatan kehutanan (Rikimaru, 2003). Model FCD melibatkan biospektral pemodelan dan analisis fenomena yang memanfaatkan data yang berasal dari empat indeks, yaitu *Vegetation Index* (AVI) untuk memeriksa karakteristik klorofil-a, *Bare Soil Index* (BI), *Shadow Index* (SI) dan *Thermal Index* (TI). AVI dipilih karena lebih sensitif terhadap kepadatan hutan dan kelas vegetasi fisiognomik, dan bereaksi secara sensitif terhadap jumlah vegetasi yang dibandingkan dengan NDVI. Dalam analisis ini tidak mencakup semua faktor yang memiliki kemungkinan untuk mempengaruhi perubahan tajuk hutan, sehingga harus dianalisis secara komprehensif. Karena itu, untuk menjelaskan perubahan lingkungan mangrove melalui FCD akan sangat kompleks tanpa analisis detail dan pemahaman faktor lain, tetapi model FCD bisa digunakan khususnya untuk citra resolusi menengah. Untuk peta Klasifikasi Mangrove hasil penelitian ini lihat Gambar 6.

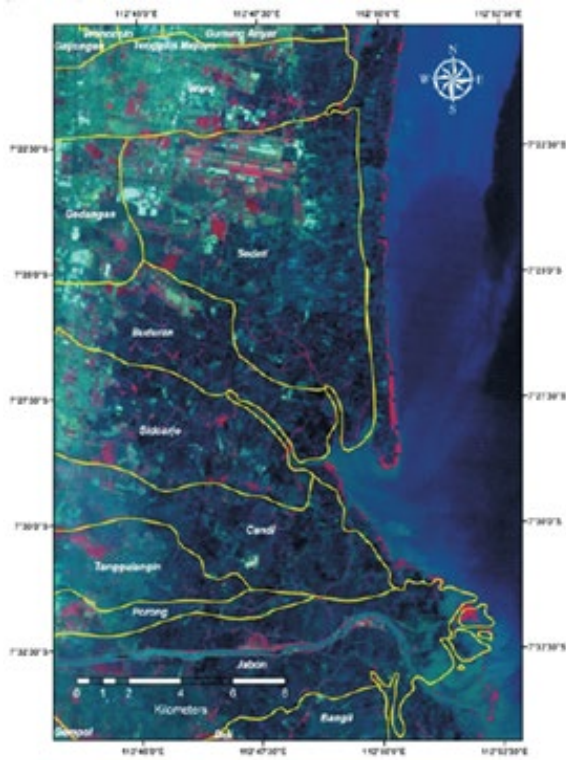
**Metode Komparasi**

Dalam studi kasus evaluasi perubahan dinamika ekosistem mangrove di Cagar Alam Teluk Bintuni (lihat Gambar 7) Gandhi, dkk (2008) mengedepankan kualitas input peta yang akan dianalisis. Salah satu peta yang mendekati tingkat akurasi geografis yang diinginkan adalah peta digital yang dihasilkan dari analisis satelit *Forest Watch Indonesia* (FWI/GFW, 2001), meski begitu di dalamnya masih terdapat beberapa kesalahan dalam klasifikasi tutupan lahan. Untuk mengatasi hal tersebut, mereka menggunakan citra satelit Path 105, Row 62, dari arsip *Forest Watch Indonesia*, dan set yang sama yang dibeli dari LAPAN. Selain itu, dilakukan juga pengamatan di lapangan sebagai referensi geografis untuk pengoreksian gambar berdasarkan data dari pembacaan GPS, dan untuk mengurangi informasi yang rumit dari citra satelit dan data yang terbatas tentang distribusi spesies bakau. Tiga Citra satelit Landsat TM 5 dengan rentang waktu 10 tahun yang mencakup area yang sama digunakan untuk memantau perubahan tutupan lahan. Tiga gambar Landsat kemudian dibandingkan satu sama lain untuk melihat perubahan tutupan lahan.

Studi pemetaan perubahan hutan bakau yang dilakukan di daerah pesisir Thai Binh dan Taman Nasional Xuan Thuy oleh Nguyen, dkk (2019) menggunakan gambar satelit yaitu Citra satelit Landsat yang diperoleh dari *United States Geological Survey* (USGS). Dengan menggunakan Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM + dan Landsat 8 OLI dengan resolusi spasial 30 m, dan Sentinel 2 dengan resolusi spasial 10 m. Selain itu, pengukuran dilakukan dengan mengukur biomassa di atas permukaan tanah. Untuk peta penggunaan lahan dan tutupan lahan beresolusi 100 piksel dipilih untuk setiap tahun, yang kemudian diperiksa dengan referensi ke peta *Google Earth* dan penggunaan lahan/putupan peta yang ada di lapangan (lihat Gambar 8). Akurasi keseluruhan 93%, 96%, 86%, 94% dan 91% tercapai untuk tahun 1998, 2003, 2007, 2013, dan 2018 dengan koefisien Kappa (k) dari 0,8881, 0,7953, 0,9357, 0,91, dan 0,8761.



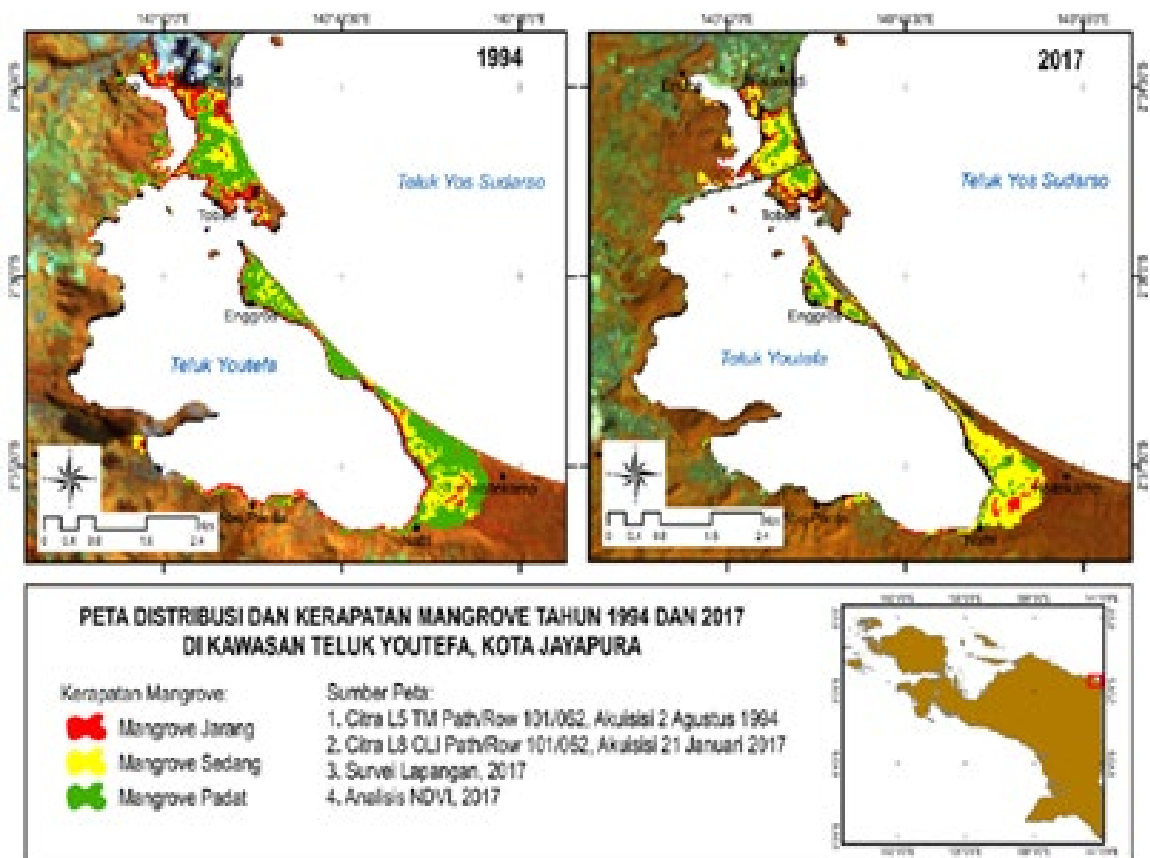
**Gambar 2.** Persebaran Hutan Mangrove tahun 2015 (Kartikasari, 2015)



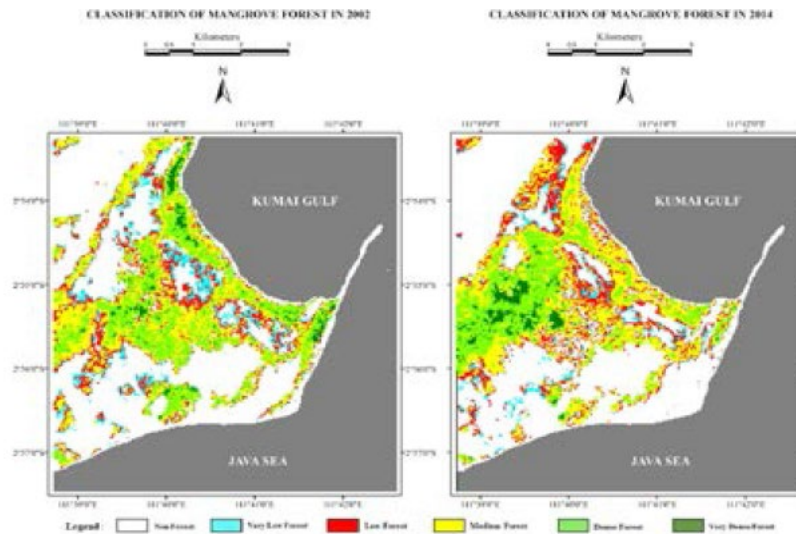
**Gambar 3.** Sebaran Ekosistem Mangrove di Sidoarjo Berdasarkan Citra Landsat TM-5 2009 (Hidayah, 2011)



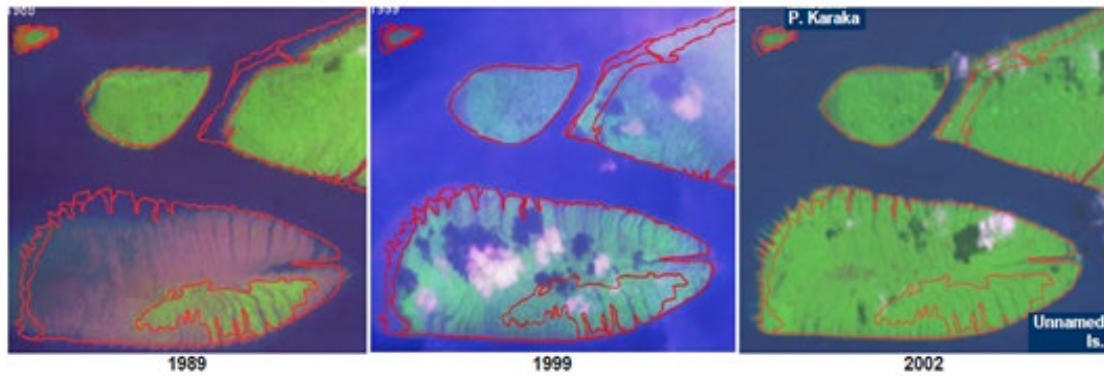
**Gambar 4.** Peta Persebaran Mangrove di Pulau Batam (Irawan dan Malau, 2016)



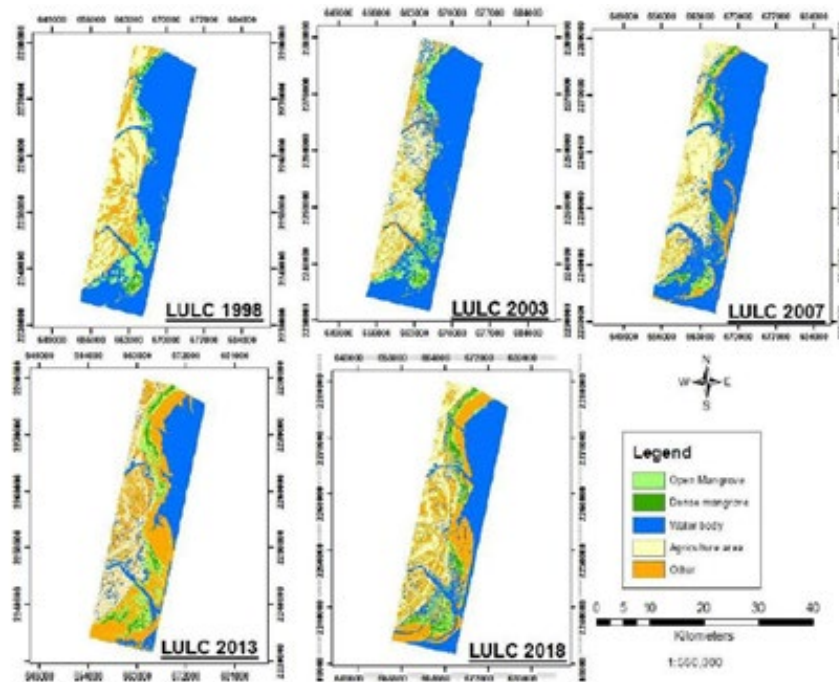
**Gambar 5.** Peta sebaran dan kerapatan mangrove kawasan Teluk Youtefa tahun 1994 dan 2017 (Hamuna dan Tanjung, 2018)



Gambar 6. Peta Klasifikasi Mangrove (Sukarnaa dan Syahid, 2015)



Gambar 7. Perbandingan Dinamika Ekosistem Mangrove dari Landsat ETM (Gandhi, dkk., 2008)



Gambar 8. Perbandingan Peta Penggunaan Lahan dan Tutupan Lahan (Nguyen, dkk., 2008)

## Perbandingan Seluruh Metode Temuan

Pada metode analisis *mirror stereoscope* diperlukan data masukan berupa foto udara yang sudah dicetak, dan selanjutnya diinterpretasi secara manual berdasarkan pengamatan peneliti.

NDVI merupakan metode analisis yang paling umum digunakan dalam pemetaan vegetasi, tak terkecuali mangrove. Karena dengan analisis NDVI dapat diperoleh beragam data seperti persebaran, kerapatan, jenis, hingga tingkat kehijauan dan kekeringan vegetasi.

Selain NDVI, pendekatan analisis multivariat PCA dapat digunakan untuk pemetaan pola sebaran jenis mangrove dengan melihat faktor habitat dan karakteristik lingkungan yang akan memengaruhi pola sebaran.

Metode analisis FCD dalam pemetaan serta pengawasan tajuk hutan memerlukan analisis yang komprehensif sehingga proses analisisnya sangatlah kompleks. Ini diperlukan untuk memperoleh data berkualitas untuk memantau transformasi kondisi hutan dari waktu ke waktu.

Metode Komparasi mutlak digunakan untuk pemetaan perubahan kawasan mangrove, karena perlunya data citra dalam jangka waktu setidaknya 10 tahun sebagai pembandingan.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dapat diketahui bahwa penggunaan metode analisis *mirror stereoscope* merupakan teknologi yang umum digunakan pada abad 20-an, sehingga penggunaannya pada masa kini kurang relevan, karena peta masukan sudah tersedia dalam bentuk digital dan proses analisis telah didukung oleh teknologi kecerdasan buatan.

Meskipun metode NDVI umum digunakan, namun untuk pemetaan serta pengawasan tajuk hutan model FCD akan lebih efektif karena memanfaatkan data yang berasal dari empat indeks, salah satunya adalah *Vegetation Index* (AVI) yang memiliki sensitivitas lebih tinggi terhadap kepadatan hutan, kelas vegetasi fisiognomik, dan jumlah vegetasi yang dibandingkan dengan NDVI. Serta model FCD bisa digunakan khususnya untuk citra resolusi menengah.

Dengan demikian artikel ini bisa menjadi masukan bagi para calon peneliti ekosistem mangrove dalam menentukan metode analisis yang tepat sesuai dengan kebutuhan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Colwell, R. N. 1984. *The Visible Portion of The Spectrum, In; Remote Sensing of Environment*, J. Lintz Jr and D.S Simonett, Addison-Wesly Publishing of Company, Inc. London
- Gandhi, Y., Hardiono, M., Rahawarin, Y., Nugroho, J., & Manusawai, J. 2008. Interpretation of mangrove ecosystem dynamic in Bintuni Bay Nature Reserve using geographic information system. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 9(2).
- Hamuna, B., & Tanjung, R. H. 2018. Deteksi perubahan luasan mangrove Teluk Youtefa Kota Jayapura menggunakan citra landsat multitemporal. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(2), 115-122.
- Hartono, H., & Muljosukojo, B. 1991. Monitoring mangrove disappearance by remote sensing: A case study in Surabaya, East Java-Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 21(61), 15-32.
- Hidayah, Z. 2011. Pemetaan Distribusi Ekosistem Mangrove di Wilayah Kota Surabaya dan Sidoarjo Memanfaatkan Citra Landsat TM-5 [Distribution Mapping of Mangrove Ecosystem in Surabaya and Sidoarjo by Using Landsat TM-5 Imagery]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(1), 7-11.
- Irawan, S., & Malau, A. O. 2016. Analisis Persebaran Mangrove Di Pulau Batam Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh. *Jurnal Integrasi*, 8(2), 80-87.
- Kartikasari, A. D., & Sukojo, B. M. 2015. Analisis Persebaran Ekosistem Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat-8 Di Estuari Perancak Bali. *Geoid*, 11(1), 1-8.
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W.. 1979. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nazir, M. 2015. *Metode Penelitian*. Jakarta : PT Ghalia Indonesia
- Nguyen, L. D., Nguyen, C. T., Le, H. S., & Tran, B. Q. 2019. Mangrove Mapping and Above-Ground Biomass Change Detection using Satellite Images in Coastal Areas of Thai Binh Province, Vietnam. *Forest and Society*, 3(2), 248-261.
- Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani, F. K. 2017. Penggunaan principal component analysis dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di Pantai Utara Pematang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(1), 29-42.
- Riyanto., Prihanali E. Putra., dan Hendi Indelarko. 2009. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Dekstop dan Web. Yogyakarta: Gava Media.
- Sukarna, R. M., & Syahid, Y. 2015. FCD Application Of Landsat For Monitoring Mangrove In Central Kalimantan. *The Indonesian Journal of Geography*, 47(2), 160.