

TINJAUAN HISTORIS DATA DAN INFORMASI LUAS MANGROVE INDONESIA

(A Historical Review of Data and Information of Indonesian Mangroves Area)

ASWIN RAHADIAN¹⁾, LILIK BUDI PRASETYO²⁾, YUDI SETIAWAN³⁾ DAN KETUT WIKANTIKA⁴⁾

¹⁾ Program Studi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan, Kampus IPB Baranangsiang Bogor 16144

^{2,3)} Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

⁴⁾ Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB, Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40132

Email: rahadianisasi@gmail.com

Diterima 05 Maret 2019 / Disetujui 21 Juni 2019

ABSTRACT

Quantification of the mangrove area in Indonesia was very diverse, which is quantified in the pre and post development of remote sensing technology. This causes uncertainty comprehensive information of mangrove in Indonesia. The planners at national and international level of faced with the problems of uncertainty information that has implications for the quality of data availability. Therefore, it is important to develop a comprehensive of mangrove extent and distribution database. The method used in-depth study literature on various publications related mangrove mapping in Indonesia and comparative analysis. This study aims to identify comprehensive information mangrove forests of Indonesia and analyze the factors which cause diversity of quantification area and reliability of data. We found 42 publications containing data and information on Indonesia's mangrove forests area, with 17 sources including detailed information per province. The study results showed that the difference mangrove quantification area was influenced by several main factors including analysis periode, differences in the concept and mangrove boundaries, basic data and scale, method of mangrove mapping, as well as regional coverage.

Keywords: historical data, Indonesia, mangrove area

ABSTRAK

Kuantifikasi luas mangrove di wilayah Indonesia sangat beragam, baik yang dikuantifikasi pada periode pra maupun pasca perkembangan teknologi penginderaan jauh di Indonesia. Hal tersebut menyebabkan ketidakpastian informasi luas hutan mangrove Indonesia. Para Perencana di level internasional dan nasional dihadapkan pada permasalahan ketidakpastian informasi luas yang berimplikasi pada kualitas ketersediaan data. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan basis data yang komprehensif tentang luas dan distribusi mangrove. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah studi literatur secara mendalam pada berbagai publikasi terkait pemetaan mangrove di Indonesia dan analisis komparatif. Tujuan kajian ini adalah mengidentifikasi data informasi luas hutan mangrove Indonesia dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan keberagaman kuantifikasi luas serta reliabilitas datanya. Terdapat 42 publikasi yang berisi data dan informasi luas hutan mangrove Indonesia, dengan 17 sumber di antaranya memiliki informasi detail luas per provinsi. Hasil kajian menunjukkan bahwa perbedaan kuantifikasi luas mangrove disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya, periode analisis, perbedaan konsep dan batasan mangrove, data dasar dan skala, metode pemetaan kuantifikasi dan pemetaan, serta cakupan wilayah.

Kata kunci: data historis, Indonesia, luas mangrove

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove terdistribusi di seluruh Kepulauan Indonesia (Noor *et al.* 1999), terutama di sepanjang pantai timur Sumatera, pantai utara Jawa, pesisir barat dan timur Kalimantan, lansekap teluk terlindung di Sulawesi, pulau-pulau kecil di Maluku, dan pesisir selatan Papua. Mangrove tumbuh pada lansekap pantai berlumpur, teluk terlindung, delta, dan pulau-pulau kecil. Hingga kini, Indonesia masih menjadi negara dengan mangrove terluas di dunia, meskipun deforestasi dan degradasi mangrove terus terjadi (Spalding *et al.* 2010; Giri *et al.* 2011; Richards dan Friess 2016; Bunting *et al.* 2018).

Pengelolaan sumber daya alam, termasuk ekosistem mangrove, tidak dapat terlepas dari kebutuhan data dan informasi geospasial (Hartini *et al.* 2010; Saputro *et al.* 2012). Akan tetapi, kuantifikasi luas mangrove Indonesia sangat beragam, baik yang dikuantifikasi pada masa pra maupun pasca perkembangan teknologi penginderaan jauh. Sehingga hal ini menyebabkan terdapat perbedaan luasan hutan mangrove yang tercatat, bahkan perbedaan tersebut dapat terjadi pada periode analisis waktu yang sama.

Perencana di level internasional dan nasional dihadapkan pada permasalahan ketersediaan data, maka diperlukan pengembangan basis data yang komprehensif tentang luas dan distribusi mangrove (Saenger *et al.* 1983). FAO (2005) telah merangkum

informasi luasan mangrove Indonesia yang berasal dari berbagai sumber, dan dituangkan dalam laporan penilaian sumberdaya hutan dunia dengan tematik kajian mangrove. Menariknya, data ini menunjukkan keberagaman dan ketidakpastian pada data luasan mangrove Indonesia.

Keberagaman data luasan mangrove menjadi masalah nasional mengingat pentingnya data historis tentang keberadaan dan distribusi hutan mangrove yang reliabel dan konsisten. Reliabilitas data historis luas hutan mangrove penting untuk pemantauan serta menunjang dalam membangun strategi pengelolaan mangrove. Oleh karena itu, tujuan kajian ini adalah mengidentifikasi informasi kuantifikasi luas hutan mangrove Indonesia, menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan keberagaman kuantifikasi luas serta tingkat reliabilitas data.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam kajian adalah studi literatur secara mendalam dengan menelaah berbagai publikasi terkait pemetaan mangrove dan publikasi yang memiliki relevansi dengan informasi luas mangrove Indonesia. Publikasi berupa jurnal nasional, internasional, prosiding ilmiah, dan laporan teknis dari lembaga nasional dan internasional. Selanjutnya untuk beberapa literatur yang dilengkapi dengan *supplementary data* dilakukan analisis komparatif terhadap data tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keberagaman Data dan Informasi Luas Mangrove Indonesia

Studi tentang status dan distribusi mangrove di Indonesia telah dilakukan sejak awal abad 20 (Ilman *et al.* 2011). Diawali dengan survei terestris dan pemetaan konvensional dilakukan oleh pemerintah Hindia-Belanda (Kint 1934), selanjutnya tematik mangrove juga ditemukan pada The Army Map Service yang di publikasikan oleh Agen Kartografi Militer, Departemen Pertahanan Amerika Serikat yang dimulai pada tahun 1941-1968, selanjutnya sampai saat ini pemetaan nasional dimandatkan kepada Badan Informasi Geospasial. Ketersediaan data dan informasi yang bersifat multi-waktu pada level nasional saat ini belum tersedia dengan baik. Berdasarkan studi literatur mendalam tentang data perkiraan luas mangrove Indonesia yang berbasis pemetaan setidaknya telah dilakukan sejak tahun 1950 (Martosubroto dan Naamin 1977; Silvius *et al.* 1987).

Terdapat 42 publikasi tentang kuantifikasi luas mangrove di Indonesia dan hasilnya bervariasi, dari mulai yang terendah 1.000.000 Ha (Direktorat Perencanaan Hutan 1979 dalam FAO 2015) sampai tertinggi 9.361.957 Ha (BPDAS-PS 2005). Luasan tersebut menunjukkan perbedaan angka yang signifikan yang menyebabkan ketidakpastian. Tabel 1 menyajikan perkiraan luas mangrove Indonesia pada level nasional dari berbagai sumber.

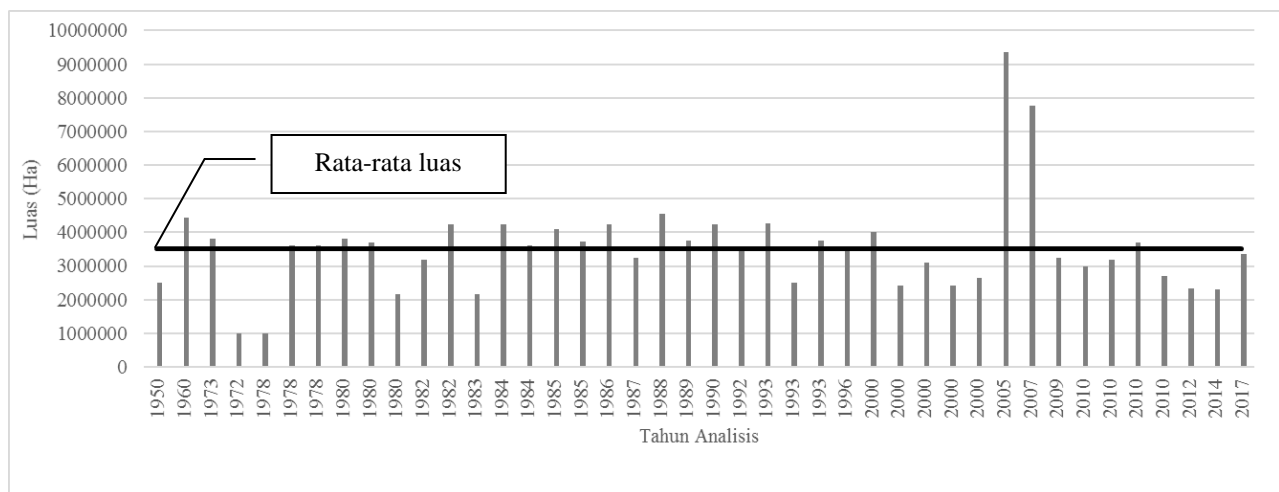
Tabel 1 Perkiraan luas mangrove Indonesia dari berbagai sumber pada periode 1950-2017

No	Tahun analisis	Luas (Ha)	Sumber publikasi	Data dasar/metode	Cakupan wilayah di Indonesia
1	1950	2.501.825	Martosubroto dan Naamin (1977)	Data sekunder dari Direktorat Perencanaan, Direktorat Jendral Kehutanan, Departemen Pertanian; Metode penggambaran manual	Tidak termasuk Sumatera Barat, Bengkulu, Bali-Nusa Tenggara, Kalimantan Barat, Sulawesi Tengah dan Tenggara
2	1960	4.429.500	Silvius <i>et al.</i> (1987)	Data sekunder dari <i>National Conservation Plan for Indonesia</i> ; FAO (1981a); Metode kompilasi data	Tidak termasuk Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Sulawesi Tengah
3	1973	3.807.100	Direktorat Perencanaan Hutan (1981)	<i>Report on the Forest of Indonesia</i> ; Data sekunder dari Direktorat Perencanaan Hutan, Direktorat Jendral Kehutanan, Departemen Pertanian; Metode kompilasi data	Tidak termasuk Nusa Tenggara
4	1972	1.000.000	Kartawinata <i>et al.</i> (1978) dalam FAO (2005)	Tidak diketahui	Seluruh Indonesia
5	1978	1.000.000	Direktorat Perencanaan Hutan, Departemen Pertanian (1979) dalam FAO (2005)	Tidak diketahui	Seluruh Indonesia
6	1978	3.600.000	Soemodihardjo (1978) dalam FAO (2005)	Tidak diketahui	Seluruh Indonesia
7	1978	3.627.119	Wiroatmodjo dan Judi (1978) dalam FAO (2005)		Tidak termasuk Sumatera Barat, Jambi, Lampung,

No	Tahun analisis	Luas (Ha)	Sumber publikasi	Data dasar/metode	Cakupan wilayah di Indonesia
					Bali, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara
8	1980	3.806.119	Burbridge dan Koesobiono (1980)	Data sekunder: <ul style="list-style-type: none"> • Wiroatmodjo dan Judi (1978), • Direktorat Bina Program, Departemen Pertanian RI (1978) • Personal Interview Metode kompilasi data	Tidak termasuk Sumatera Barat, Jambi, Lampung, Bali, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara
9	1980	3.707.119	Knox dan Miyabara 1984	Data sekunder: <ul style="list-style-type: none"> • Burbridge P dan Koesobiono (1980) • Wiroatmodjo dan Judi (1978) Metode kompilasi data	Tidak termasuk Sumatera Barat, Jambi, Lampung, DKI Jakarta, Jawa Timur, Bali, Sulawesi Tengah
10	1980	2.171.300	Sutter (1989)	Data sekunder: <ul style="list-style-type: none"> • Peta vegetasi skala 1: 2.750.000 tahun 1972 • Jawa dan Bali skala 1: 1.000.000 Metode kompilasi data	Sulawesi Tengah Seluruh Indonesia
11	1982	4.251.011	Direktorat Bina Program Kehutanan, Departemen Pertanian (1982) dalam FAO (1985)	Data citra Landsat; Analisis data citra dengan penggambaran manual	Tidak termasuk Sumatera Barat, Bengkulu, Sulawesi Tengah
12	1982	3.177.200	Sutter (1989)	Data sekunder: <ul style="list-style-type: none"> • Direktorat Bina Program (1982) • FAO (1981b) and 1982 • Data pembaharuan dari Asian Wetland Bureau (AWB) Metode kompilasi data	Sulawesi Tengah Seluruh Indonesia
13	1983	2.176.271	Saenger <i>et al.</i> (1983); IUCN	Data sekunder; Metode kompilasi data	Hanya di Pulau Sumatera, Jawa, dan Kalimantan
14	1984	4.250.000	Darsidi (1984)	Data sekunder dari Direktorat Bina Program Kehutanan, Departemen Pertanian (1982); Metode kompilasi data	Tidak termasuk Sumatera Barat, Bengkulu, Sulawesi Tengah
15	1984	3.627.100	Soegiarto (1984)	Data sekunder dari Wiroatmodjo dan Judi (1978) yang diperbaharui; Metode kompilasi data	Tidak termasuk Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Jawa Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara
16	1985	4.098.527	<i>Regional Physical Planning Programme for Transmigration</i> (RePPProT 1990); data tahun 1985-1989	<ul style="list-style-type: none"> • Jawa: (RePPProT mid 1980's (1985-1989) • Bali: Departemen Kehutanan (1982) • Kalimantan: Ditjen INTAG, Departemen Kehutanan, <i>National Forest Inventory</i> 1993 • Nusa Tenggara: FAO; Ditjen INTAG (1995) • Sulawesi: FAO; Ditjen INTAG (1995) • Maluku NFI tahun 1993 • Irian Jaya NFI tahun 1993 	Sulawesi Utara Seluruh Indonesia
17	1985	3.737.340	Direktorat Jendral Inventarisasi dan Tata Guna kehutanan (Ditjen INTAG 1993), Departemen Kehutanan <i>National Forest Inventory</i> (NFI) tahun	Remote sensing dengan digitasi manual	Seluruh Indonesia

No	Tahun analisis	Luas (Ha)	Sumber publikasi	Data dasar/metode	Cakupan wilayah di Indonesia
18	1986	4.250.226	1993 Naamin (1986)	Data sekunder dari Direktorat Bina Program Kehutanan, Departemen Pertanian (1982); Metode kompilasi data	Tidak termasuk Sumatera Barat, Bengkulu, Sulawesi Tengah
19	1987	3.235.700	Silvius <i>et al.</i> (1987)		Tidak termasuk Sumatera Barat, NTB, Sulawesi Tengah
20	1988	4.542.100	Spalding <i>et al.</i> (1997)	Analisis peta skala 1:2.500.000 dikombinasikan dengan data nasional berbasis penginderaan jauh. Sumatera (1988); Jawa dan Bali (1989); Nusa Tenggara (1989); Kalimantan: Kalteng (1985), Kalsel, Kalbar, dan Kaltim (1987); Sulawesi (1988); Maluku (1989); Irian jaya (1986). Diperbarui lebih lanjut dari serangkaian peta yang disediakan oleh Wim Giesen. terutama di Sumatera dan Irian Jaya.	Seluruh Indonesia
21	1989	3.743.500	FAO dan Ditjen INTAG (1995)	Data sekunder Ditjen INTAG (1993), kecuali untuk Sulawesi; Remote sensing dengan digitasi manual	Seluruh Indonesia
22	1990	4.249.000	Choong <i>et al.</i> (1990)	Data Sekunder dari Darsidi (1984); Metode kompilasi data	Tidak termasuk Sumatera Barat, Bengkulu, Sulawesi
23	1992	3.515.471	Departemen Kehutanan Republik Indonesia	Peta Fungsi Kawasan Hutan (Peta Tata Guna Hutan Kesepakatan); Citra Landsat; Remote sensing dengan metode interpretasi manual	Seluruh Indonesia
24	1993	4.255.000	Sumodihardjo (1993) dalam Spalding <i>et al.</i> (1997)	Data sekunder dari Direktorat Bina Program Kehutanan, Departemen Pertanian tahun 1982; Metode kompilasi data	Seluruh Indonesia
25	1993	2.490.185	Giesen (1993)	Kuantifikasi dari mangrove yang tersisa dari RePPProT (1990) data tahun 1985-1989, ditambah dengan informasi dari pendekatan penginderaan jauh untuk beberapa pulau	Tidak termasuk Jawa Timur
26	1993	3.765.250	<i>National Forest Inventory</i> (NFI 1993) Ditjen INTAG, Departemen Kehutanan	Citra Satelit Landsat dengan metode interpretasi manual	Tidak termasuk NTB
27	1996	3.533.600	Kitamura <i>et al.</i> (1997)	Kompilasi data sekunder	Seluruh Indonesia
28	2000	4.000.000	Aizpuru <i>et al.</i> (2000)	Data sekunder dan literatur review; Metode estimasi dan ekstrapolasi	Seluruh Indonesia
29	2000	2.423.700	World Resources Institute (2000)	Data sekunder; Metode kompilasi data	
30	2000	3.112.989	Giri <i>et al.</i> (2011)	Citra satelit Landsat dengan metode Klasifikasi Hibrida (<i>Supervised dan Unsupervised</i>)	Seluruh Dunia
31	2000	2.407.300	Hamilton dan Casey (2016)	Citra satelit Landsat dengan metode Klasifikasi Hibrida (<i>Supervised dan Unsupervised</i>)	Seluruh Dunia
32	2000	2.642.200	Tang <i>et al.</i> (2010)	Data Sekunder Giri <i>et al.</i> (2011) yang dianalisis lanjut Klasifikasi Digital	Seluruh Dunia
33	2005	9.361.957	BPDAS-PS (2005)	Citra Satelit Landsat dengan metode interpretasi manual	Seluruh Indonesia
34	2007	7.758.410	Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial (RPLS 2007)	Citra Satelit Landsat dengan metode interpretasi manual	Seluruh Indonesia
35	2009	3.244.018	Saputro <i>et al.</i> (2012); Badan Informasi Geospasial	Citra Satelit Landsat (2006-2009) dengan metode interpretasi manual	Seluruh Indonesia
36	2010	2.986.496	Spalding <i>et al.</i> (2010)	Kompilasi data	Seluruh Dunia
37	2010	3.190.000	Spalding <i>et al.</i> (2010)	Kompilasi data	Seluruh Dunia
38	2010	3.687.578	BPDAS-PS (2010)	Citra Satelit Landsat dengan metode interpretasi	Tidak termasuk

No	Tahun analisis	Luas (Ha)	Sumber publikasi	Data dasar/metode	Cakupan wilayah di Indonesia
				manual	Banten dan Sulawesi Barat
39	2010	2.689.000	Bunting <i>et al.</i> (2018)	Citra satelit Alos Palsar dengan metode <i>Machine Learning; Extremely Randomized Trees</i>	Seluruh Dunia
40	2012	2.332.429	Hamilton dan Friess (2018)	Citra satelit Landsat dengan metode Klasifikasi Hibrida (<i>Supervised dan Unsupervised</i>)	Seluruh Dunia
41	2014	2.314.300	Hamilton dan Casey (2016)	Citra satelit Landsat dengan metode Klasifikasi Hibrida (<i>Supervised dan Unsupervised</i>)	Seluruh Dunia
42	2017	3.361.216	Satu Peta Mangrove Nasional	Citra Satelit Landsat, ALOS AVNIR, SPOT dan Data sekunder: Saputro <i>et al.</i> (2012); Badan Informasi Geospasial dengan metode interpretasi manual, update sampai 2017	Seluruh Indonesia



Gambar 1 Histogram keberagaman luas mangrove Indonesia dari berbagai sumber

Berdasarkan hasil observasi data dan informasi luas mangrove dari berbagai sumber dan literatur diketahui bahwa perbedaan luas mangrove disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya periode analisis, konsep dan batasan mangrove, data dasar dan skala, metode kuantifikasi dan pemetaan, serta cakupan wilayah. Pembahasan mendalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan akan dibahas selanjutnya.

2. Periode Analisis

Perbedaan periode analisis akan menyebabkan perbedaan data dan informasi luas mangrove dengan pertimbangan adanya dinamika yang terjadi di lapangan, tetapi jika mengacu pada Ilman *et al.* (2016) yang menyebutkan luas asli mangrove Indonesia adalah 4,1 juta hektar, maka terdapat dua sumber data yang diduga kuantifikasi luasnya *underestimate* yaitu seluas 1.000.000 Ha (Kartawinata *et al.* 1978; Direktorat Perencanaan Hutan 1979 dalam FAO 2005) dan dua sumber data yang *overestimate* yaitu seluas 7.758.410 Ha (RPLS 2007) dan 9.361.957 Ha (BPDAS-PS 2005). Berdasarkan data pada Tabel 1 (data nomor 4, 5, 33, dan 34 dikecualikan), luas rata-rata mangrove Indonesia $\pm 3,5$

juta hektar. Gambar 1 menunjukkan histogram keberagaman luas mangrove Indonesia dari berbagai sumber berdasarkan perbedaan periode waktu analisis.

3. Konsep dan Batasan Mangrove

Bervariasinya pemahaman terkait definisi mangrove yang tidak universal mengarah ke berbagai perkiraan mengenai kuantifikasi luas mangrove di Indonesia. 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.

Istilah “mangrove” pada dasarnya kurang tepat untuk diaplikasikan dalam konteks pemetaan, artinya berbeda dari penulis satu ke yang lainnya, pihak satu ke pihak lainnya, bahkan negara ke negara lain. Hasilnya statistik luas mangrove pun berbeda. Maka diperlukan batasan yang lebih spesifik yang berkaitan dengan konsep dan batasan mangrove. Menurut Blasco *et al.*

(1998) yang dimodifikasi istilah “Mangrove” ditafsirkan dalam beberapa definisi, di antaranya:

- a. Ekosistem mangrove: mencakup komunitas hutan dan permukaan air terbuka seperti sungai, anak sungai dan kanal, serta sedimen pasir atau lumpur tanpa hutan. Secara implisit dipahami bahwa hubungan antara tumbuhan, biota darat atau perairan, hidrologi tidak dapat dipisahkan
- b. Hutan Mangrove: mencakup komunitas pepohonan di wilayah pasang surut yang tumbuh secara alami maupun ditanam. Tahap suksesi atau dinamika dari vegetasi tidak diperhitungkan. Khusus mangrove terkadang definisi hutan tidak merujuk pada tingkat kedewasaan tumbuhan.
- c. Daratan Mangrove: semua komunitas tumbuhan berkayu dan tidak berkayu yang bersifat halofitik yang termasuk dalam zona pasang surut yang dianggap sebagai wilayah potensial mangrove, meskipun tanahnya hampir tandus, dan tergenang selama beberapa hari dalam setahun.
- d. Areal Mangrove: Konsep ini masih lebih luas dari yang lain dan selalu sangat tidak jelas. Definisi ini tidak cukup akurat untuk kuantifikasi. Areal mangrove merupakan komunitas tanaman termasuk dataran garam dan susunan unit-unit penggunaan lahan yang diperluas yang dihasilkan dari konversi mangrove ke penggunaan lain misalnya tambak, lahan pertanian. Konsep ini umumnya diterapkan pada peta skala kecil yang menunjukkan hanya memberikan lokasi kasar dari wilayah hutan mangrove.
- e. Vegetasi mangrove: yang merujuk seluruh tumbuhan maupun tanaman yang tumbuh di areal pasang surut atau secara botani diklasifikasikan dalam vegetasi mangrove.

Batasan dan konsep mangrove penting untuk ditetapkan dan dijelaskan diawal dalam narasi dokumen yang dipublikasikan. Berdasarkan observasi data yang dipublikasikan oleh beberapa sumber, terdapat perbedaan konsep sebagai contoh data nomor 16 pada Tabel 1 merujuk pada konsep dan batasan ekosistem mangrove, data nomor 33 dan 34 jika dibandingkan dengan luas rata-rata publikasi lainnya tergolong *overestimate*, karena luas tersebut mencakup luas hutan mangrove, areal mangrove, dan hutan pantai yang dikuantifikasi berdasarkan basis data sistem lahan (hasil analisis data tabular), sementara lainnya merujuk pada konsep dan batasan hutan mangrove maupun vegetasi mangrove.

4. Data Dasar dan Skala

Ketersediaan data dasar penginderaan jauh menjadi komponen penting dalam menghasilkan kualitas data kuantifikasi luasan mangrove yang akurat. Sebelum hadirnya data penginderaan jauh data dasar yang digunakan mengacu pada survei terestris dan penafsiran foto udara seperti pada periode analisis tahun 1950-1970 pada Tabel 1. Survei terestris pada dasarnya akan menghasilkan luasan yang akurat akan tetapi cakupan

wilayah yang terbatas, hal tersebut sulit dilakukan untuk perhitungan secara nasional.

Ketersediaan data penginderaan jauh pada era *open access* data seperti saat ini memberikan kemudahan untuk kuantifikasi luasan mangrove baik luasan pada masa lampau maupun saat ini. Citra satelit dibedakan berdasarkan resolusi, sensor dan mode ketersediaan. Berkaitan dengan resolusi, citra satelit dikategorikan menjadi empat jenis resolusi yaitu resolusi spektral, spasial, temporal, dan resolusi radiometrik (Campbell dan Wynne 2011). Resolusi temporal akan berimplikasi pada ketersediaan data *time series* mangrove, sementara resolusi spasial berimplikasi pada tingkat kedetailan dan skala peta yang dihasilkan. Resolusi spasial yang rendah tentunya akan menghasilkan peta dengan skala besar yang jika luasannya dikuantifikasi akan menghasilkan luasan yang kasar. Pada taraf nasional Indonesia pada tonggak sejarah perhitungan luasan mangrove menggunakan data Landsat yang dilakukan secara representatif seluruh Indonesia sekitar tahun 1990-an, sebagai contoh (pada Tabel 1) data nomor 17, 23 dan 26. Selanjutnya berdasarkan data dasar dan skala, kuantifikasi luas yang relatif akurat adalah sumber nomor 35 dan 42.

5. Metode Kuantifikasi dan Pemetaan

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa metode yang digunakan untuk mengkuantifikasi luasan mangrove terdiri dari, metode estimasi, penggambaran dan pengukuran manual, penggambaran dan perhitungan secara digital, klasifikasi digital dan *Machine Learning*. Keberagaman metode pemetaan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan kuantifikasi luasan mangrove.

Tahun 1970-an merupakan tahun tonggak sejarah perkembangan data satelit penginderaan jauh dan secara efektif dimulai sejak peluncuran Earth Resources Technological Satellite (ERTS-1) yang kemudian dikenal dengan Landsat. Akan tetapi pada tahun yang sama data dan teknologi untuk menganalisisnya belum terdistribusi sampai ke Indonesia. Kuantifikasi luasan mengandalkan metode estimasi, pengukuran terestris, dan foto udara (terbatas) yang umumnya dilakukan beberapa wilayah Indonesia secara parsial. Pada metode estimasi luasan di ditentukan oleh orang yang sudah berpengalaman. Metode ini jika dibandingkan dengan metode pengukuran lainnya tidak cukup kredibel untuk mendapatkan luasan yang mendekati kondisi sebenarnya di lapangan untuk saat ini, metode ini dicirikan dengan angka luasan yang bulat seperti pada Tabel 1 data nomor 1, 4, dan 5. Berdasarkan dokumen yang ada pada umumnya peta masih digambar dengan cara manual di atas kertas dan dihitung luasannya dengan menggunakan planimeter.

Metode selanjutnya adalah dengan penggambaran digital, merupakan pembuatan peta umumnya dikenal dengan istilah digitasi (*on-screen digitization*), digitasi

dilakukan dengan menggunakan software tertentu untuk mendapatkan data luasan pada fitur-fitur yang terdapat pada foto udara maupun citra satelit. Walaupun metode ini bersifat subjektif dan tergantung pada kemampuan interpreter akan tetapi metode ini cukup efektif untuk mendapatkan informasi luasan yang lebih akurat.

Pada perkembangan selanjutnya data mulai berkembang dengan menggunakan klasifikasi digital seperti metode *supervised* dan *unsupervised* (Giri *et al.* 2011; Hamilton dan Casey 2016). *Machine Learning* merupakan kemajuan terbaru dalam bidang komputersasi. Pengenalan pola dan teknologi kecerdasan buatan telah menghasilkan perkembangan teknik pembelajaran mesin baru yang memungkinkan diskriminasi spesies mangrove dengan akurasi lebih tinggi daripada teknik klasifikasi tradisional (Pham *et al.* 2019). Beberapa metode dan pendekatan untuk mengkuantifikasi luasan mangrove yang teridentifikasi pada kajian ini tentunya memiliki kelemahan dan kelebihan, yang satu sama lain jika dikombinasikan akan menjadi metode yang saling melengkapi.

6. Cakupan Wilayah

Pada dasarnya semua sumber yang ada pada Tabel 1 memiliki tujuan yang sama, yaitu mengkuantifikasi luasan mangrove (dengan konsep dan batasan tertentu) di wilayah Indonesia, tetapi secara faktual beberapa sumber tidak mengkuantifikasi luas mangrove di seluruh wilayah Indonesia. Fakta ini membuat data yang disajikan tidak reliabel untuk dirujuk sebagai data luas mangrove Indonesia (Data nomor 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 22, 25, 26, dan 38). Meskipun demikian data tersebut banyak digunakan sebagai referensi luas mangrove Indonesia pada beberapa publikasi penting, tanpa melengkapi data kosong pada wilayah lain. Hal ini menegaskan bahwa pemetaan pada skala nasional cakupan wilayah harus menyeluruh karena menjadi faktor yang mempengaruhi hasil dari kuantifikasi luas mangrove. Informasi detail mengenai cakupan wilayah pada beberapa literatur yang menjadi rujukan kajian ini disajikan secara lengkap per provinsi pada lampiran.

7. Analisis Hubungan antar Faktor dan Realiabilitas Data

Berdasarkan beberapa faktor permasalahan keberagaman dan ketidakpastian yang teridentifikasi, selanjutnya dibuat matriks hubungan antara komponen-komponen tersebut. Komponen tersebut terbagi dalam 6 periode waktu berdasarkan pertimbangan perkembangan teknologi dan keterbukaan data penginderaan jauh yang menjadi data esensial dalam konteks pemetaan dan kuantifikasi luasan mangrove. Menurut Ikawati dan Setiawati (2009) perkembangan informasi geospasial di Indonesia dibagi menjadi 4 periode semenjak pra kemerdekaan, yaitu (1) Periode 1970-1980 merupakan periode pembangunan kembali sistem koordinasi survei dan pemetaan, (2) 1980-1990 merupakan periode

penyatuan sistem pemetaan, (3) 1990-2000 merupakan periode transformasi manual ke digital, (4) 1990-2000 pembangunan infrastruktur dan menata informasi geospasial.

7.1 Periode Sebelum Tahun 1970

Periode sebelum tahun 1970 perkembangan pemetaan lahan mengandalkan survei terestris dan penggambaran manual dari hasil foto udara konvensional. Metode ini tentunya menghasilkan informasi yang akurat dengan skala yang tinggi, meskipun informasi cakupan wilayah bersifat parsial. Sejarah mencatat terdapat beberapa peneliti pada masa kolonial yang melakukan aktivitas survei dan pemetaan mangrove yang menghasilkan hasil pemetaan cukup mendetail dengan skala yang besar. Publikasi yang berjudul "*De luchtfoto en de topografische teresingesteldheid in de mangrove*" menunjukkan visualisasi dari proses pemetaan mangrove yang dilakukan pada tahun 1934.

Pada level nasional informasi distribusi mangrove yang tersedia pada periode ini adalah peta yang dipublikasikan oleh *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) pada tahun 1958 berupa vegetasi yang memuat tematik mangrove. Konsep dan batasan yang digunakan adalah ekosistem mangrove. Institusi dan lembaga pemerintah Indonesia pada periode ini belum memfokuskan kegiatan survei dan pemetaan pada tematik tertentu (Ikawati dan Setiawati 2009), termasuk tematik mangrove yang belum menjadi isu yang menonjol.

7.2 Periode Tahun 1970-1980

Periode tahun 1970-1980 merupakan periode pembangunan kembali sistem koordinasi survei dan pemetaan. Ketersediaan citra satelit dimiliki oleh pemerintah Indonesia akan tetapi dengan kuantitas dan kualitas yang terbatas. Satelit pemantauan sumberdaya alam mengalami peningkatan dengan diperkenalkannya teknologi digital untuk menggantikan sistem manual. Transisi ini mulai berlangsung pada tahun 1980 (Ikawati dan Setiawati 2009).

Pendekatan konsep mangrove belum mengerucut pada definisi yang universal, wilayah yang dipetakan belum menyeluruh, dan data masih merujuk pada data tunggal yang dipublikasikan oleh Departemen Pertanian atau Kehutanan. Umumnya wilayah yang tidak terpetakan adalah wilayah Provinsi Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Lampung, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara (Tabel 1).

7.3 Periode Tahun 1980-1990

Periode 1980-1990 merupakan periode penyatuan sistem pemetaan. Penggunaan citra satelit resolusi sedang seperti Landsat di level nasional mulai digunakan, dan cakupan wilayah yang dipetakan masih bersifat parsial mengingat kendala awan. Data luas mangrove yang

bersifat menyeluruh di wilayah Indonesia umumnya data kompilasi dari berbagai sumber yang dianalisis lebih lanjut.

Selain itu sejalan dengan perkembangan pembangunan pada tahun 1984 pemerintah Indonesia melalui proyek *Regional Physical Planning Programme for Transmigration* (RePPPProT) melaksanakan pemetaan potensi sumberdaya lahan skala 1:250.000 mencakup

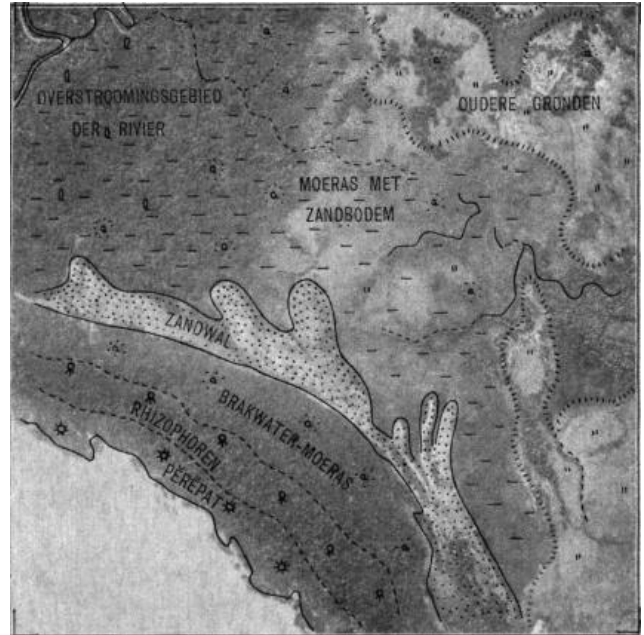
seluruh provinsi di Indonesia. Pemetaan menggunakan teknik penginderaan jauh, dengan menggunakan foto udara dan serta citra satelit (Landsat). Peta RePPPProT pada dasarnya secara tidak langsung telah memetakan ekosistem mangrove dengan atribut yang berbeda. Giesen (1993) menggunakan sumber data RePPPProT untuk mengkuantifikasi luas mangrove, yang secara konsep dan batasan menghasilkan data luas “ekosistem mangrove”.

Tabel 2 Matriks hubungan antar faktor dengan periode analisis

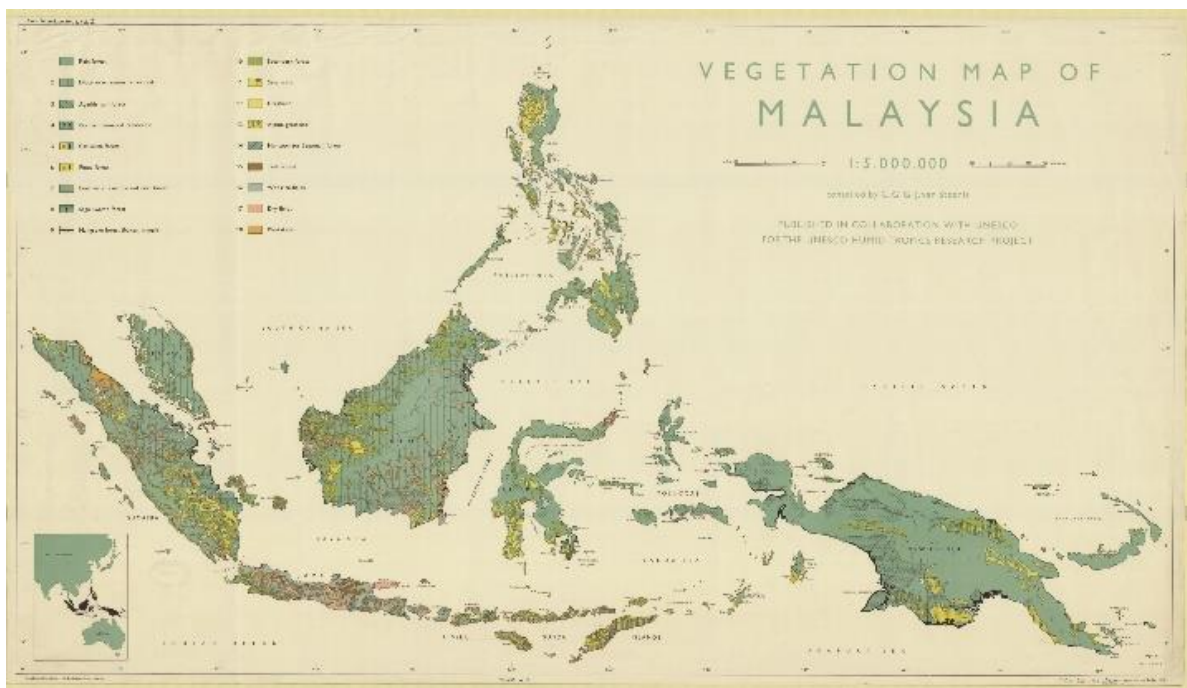
Faktor	Periode analisis					
	< 1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-sekarang
Konsep dan batasan mangrove	Ekosistem mangrove	Ekosistem mangrove	Ekosistem mangrove	Ekosistem mangrove	Ekosistem mangrove	Ekosistem mangrove
		Daratan mangrove	Daratan mangrove	Daratan mangrove	Daratan mangrove	Daratan mangrove
				Hutan mangrove	Hutan mangrove	Hutan mangrove
						Vegetasi mangrove
Data dasar	Pengukuran lapangan	Pengukuran lapangan	Pengukuran lapangan	Pengukuran lapangan	Pengukuran lapangan	Pengukuran lapangan
	Foto udara	Foto udara	Foto udara	Foto udara	Foto udara	Foto udara
		Citra satelit resolusi rendah	Citra satelit resolusi rendah	Citra satelit resolusi rendah	Citra satelit resolusi rendah	Citra satelit resolusi rendah
			Citra satelit resolusi sedang	Citra satelit resolusi sedang	Citra satelit resolusi sedang	Citra satelit resolusi sedang
					Citra satelit resolusi tinggi	Citra satelit resolusi tinggi
Metode	Estimasi	Estimasi	Estimasi	Estimasi	Estimasi	Estimasi
	<i>Expert judgment</i>	<i>Expert judgment</i>	<i>Expert judgment</i>	<i>Expert judgment</i>	<i>Expert judgment</i>	<i>Expert judgment</i>
	Penggambaran manual	Penggambaran manual	Penggambaran manual	Penggambaran manual	Penggambaran manual	Penggambaran manual
			Penggambaran digital	Penggambaran digital	Penggambaran digital	Penggambaran digital
				Klasifikasi digital	Klasifikasi digital	Klasifikasi digital
Cakupan wilayah	Parsial	Parsial	Parsial	Parsial	Parsial	Parsial
				Seluruh Indonesia	Seluruh Indonesia	Seluruh Indonesia
						<i>Machine learning</i>



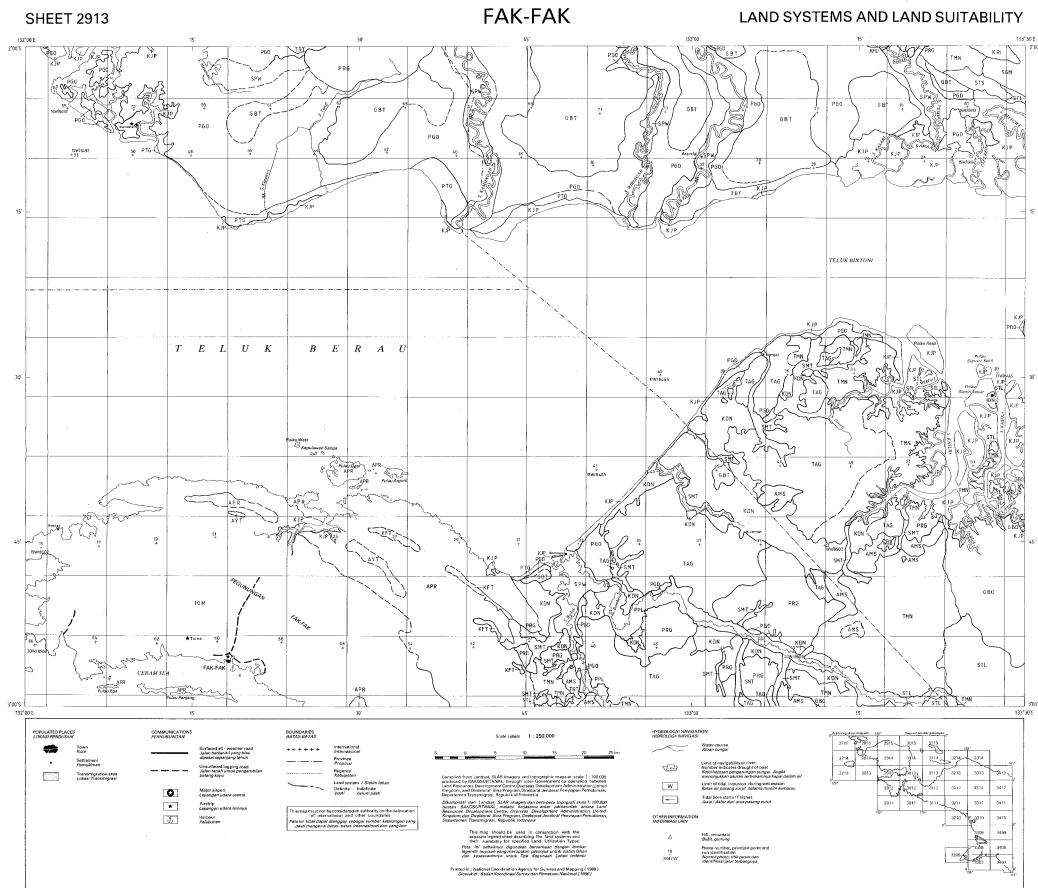
Gambar 2 Foto udara mangrove di wilayah Tanjung Punai, Provinsi Bangka Belitung (Sumber: *Mililaire Luchtvaart Afdeeling*; Kint 1934).



Gambar 3 Foto udara dengan penggambaran mangrove manual di atas plastik mika transparansi (Sumber: *Mililaire Luchtvaart Afdeeling*; Kint et al. 1934).



Gambar 4 Peta vegetasi yang memuat tematik mangrove di wilayah Indonesia (Sumber: UNESCO 1958).



Gambar 5 Contoh Peta RePPProT wilayah Papua (RePPProT 1990) data tahun 1986

7.4 Periode 1990-2000

Periode 1990-2000 merupakan periode tranformasi manual ke digital dalam kelembagaan pemetaan Indonesia. Konsep dan batasan mangrove mulai mengerucut pada hutan mangrove. Peta penutupan lahan yang berisi tematik mangrove yang pada awalnya dibuat dengan penggambaran manual ditransformasikan menjadi data-data digital dan data mangrove yang nasional mulai tersedia secara menyeluruh pada cakupan nasional yang terangkum dalam *National Forest Inventory* (Ditjen INTAG 1993).

7.5 Periode 2000-2010

Periode 2000-2010 merupakan pembangunan infrastruktur dan penataan informasi geospasial. Konsep dan batasan yang digunakan umumnya adalah hutan mangrove dengan data citra yang digunakan yaitu citra satelit resolusi sedang untuk pemetaan dengan cakupan wilayah seluruh Indonesia, dan resolusi tinggi untuk beberapa wilayah secara parsial dan metode klasifikasi digital berkembang pesat pada periode ini.

7.6 Periode 2010-Sekarang

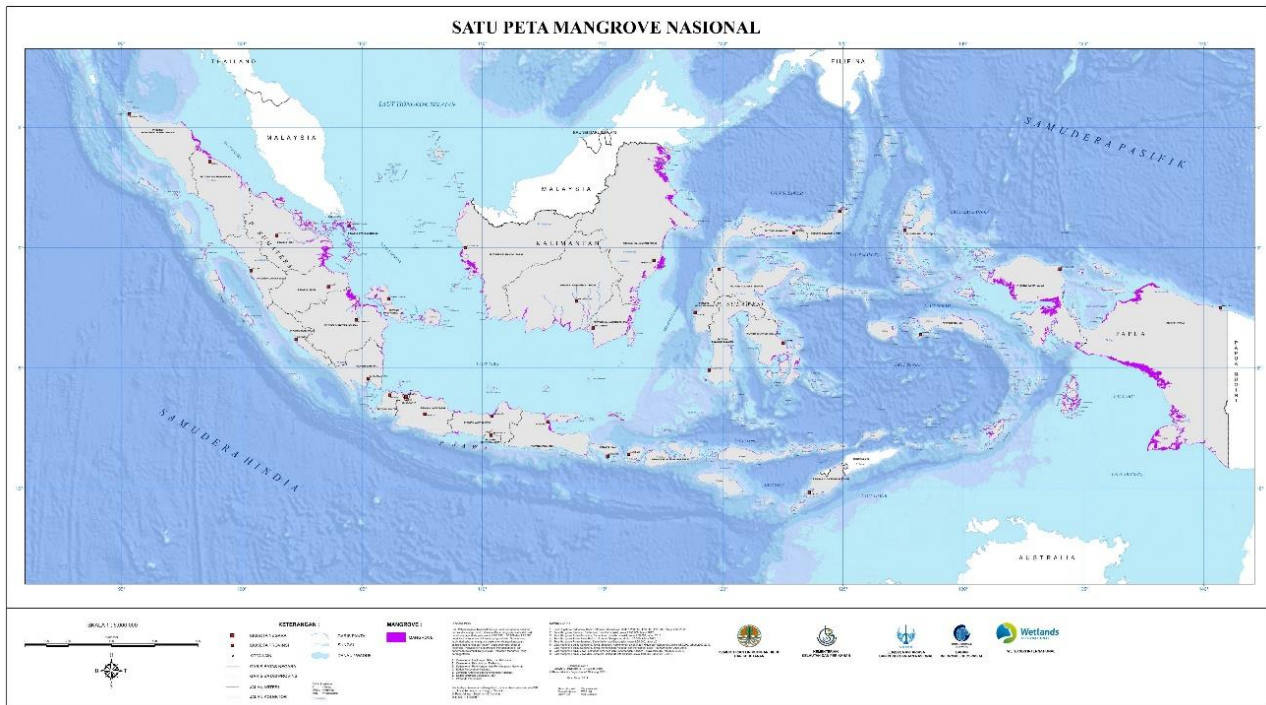
Pada periode ini melalui Kebijakan Satu Peta (KSP) konsep dan batasan mangrove dalam kerangka pemetaan yang disepakati adalah vegetasi mangrove. KSP atau dikenal juga dengan *One Map Policy* (OMP) merupakan tindak lanjut dari kebijakan yang dicanangkan Presiden Susilo Bambang Yudhoyono pada tahun 2010. Kegiatan ini ditindaklanjuti oleh Presiden Joko Widodo melalui Peraturan Presiden No. 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada tingkat ketelitian 1:50.000. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (c.q. Direktorat Konservasi Tanah dan Air PDASHL) ditunjuk menjadi wali data peta tematik mangrove melalui SK Kepala BIG Nomor 54 Tahun 2015 tentang Walidata Informasi Geospasial Tematik dan Permenhut P.28/Menlhk/Setjen/KUM.1/2/2016 tentang Jaringan Informasi Geospasial Lingkup Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Kebijakan ini dilakukan dalam rangka membangun data dasar dari berbagai tema (Susanto *et al.* 2018). Khusus mangrove kebijakan ini diinisiasi oleh Kelompok Kerja Mangrove Nasional (KKMN) untuk mengintegrasikan dan mensinkronisasikan peta mangrove menjadi satu peta yang dapat digunakan sebagai acuan nasional yang bermanfaat untuk pembuatan kebijakan, perencanaan, dan implementasi. Mangrove

dipetakan secara bertahap untuk seluruh wilayah Indonesia yaitu Jawa (2013), Sumatera (2014), Sulawesi (2015), Bali-Nusra (2016), Maluku (2017), Kalimantan (2018), Papua (2019) (Gambar 6). Meskipun dari aspek perspektif resolusi temporal luas mangrove akan bias, tetapi peta mangrove ini direncanakan memiliki skala handal untuk diimplementasikan untuk penataan ruang.

Selanjutnya metode pemetaan terus berkembang, saat ini dikenal *Machine Learning*, dan mulai banyak digunakan untuk melakukan klasifikasi mangrove. Metode digital umumnya digunakan pada kegiatan

penelitian. Di level nasional di institusi dan lembaga pemerintah metode yang digunakan masih menggunakan digitasi manual. Berdasarkan berbagai data dan informasi luas mangrove Indonesia yang ditinjau, Data yang bersumber dari Saputro *et al.* (2012) dapat dikategorikan data dan informasi yang reliabel, dimana data memiliki konsep dan batasan, data dasar, metode, dan cakupan wilayah yang jelas. Konsep dan batasannya adalah hutan mangrove, data dasar citra Landsat, dengan menggunakan interpretasi manual, dan informasi luas lengkap di semua provinsi di Indonesia yang memiliki hutan mangrove.



Gambar 6 Satu Peta Mangrove Nasional

SIMPULAN

Terdapat 42 sumber informasi kuantifikasi luas mangrove Indonesia yang menunjukkan hasil yang berbeda-beda, acuan prakiraan luas mangrove yang reliable saat ini adalah ± 3 juta hektar. Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan kuantifikasi luas mangrove disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya adalah periode analisis, konsep dan batasan, data dasar dan skala, metode, dan cakupan wilayah. Faktor-faktor tersebut merupakan acuan dalam menilai reliabilitas data luas mangrove. Cakupan wilayah yang dianalisa menjadi permasalahan irasionalnya data kuantifikasi luasan jika dibuat tren perubahan luasan atau data historis. Kebijakan Satu Peta menjadi instrumen penting dalam perencanaan pembangunan, data informasi distribusi dan luas mangrove yang dihasilkan dari sumber ini merupakan data dasar yang reliabel dengan skala yang

ideal dalam merancang penataan ruang dan sebagai acuan data dan informasi mangrove nasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Riset Kolaborasi Indonesia-WCU (WORLD CLASS UNIVERSITY), Tahun Anggaran 2019, Nomor: 0853/IT3.L1/PN/2019, yang telah mendukung dilaksanakannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aizpuru M, Achard F, Blasco F. 2000. Global Assessment of Cover Change of the Mangrove Forests using satellite imagery at medium to high resolution. In *EEC Research project n 15017-1999-05 FIED ISP FR* – Joint Research center. Ispra.

- [BPDAS-PS] Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial. 2005. *Data Mangrove dan Hutan Pantai Indonesia*. Jakarta (ID): BPDAS-PS
- [BPDAS-PS] Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial. 2010. *Data Mangrove dan Hutan Pantai Indonesia*. Jakarta (ID): BPDAS-PS
- Blasco F, Gauquelin T, Rasolofoharinoro M, Denis J, Aizpuru M, Caldirou V. 1998. Recent advances in mangrove studies using remote sensing data. *Mar. Freshwater Res.* 49:287–296.
- Bunting P, Rosenqvist A, Lucas R, Rebelo LM, Hilarides L, Thomas N, Hardy A, Itoh T, Shimada M, Finlayson CM. 2018. The Global Mangrove Watch – a New 2010 Global Baseline of Mangrove Extent. *Remote Sensing*. 10(1669):1-19.
- Burbridge PR, Koesobiono. 1982. Management of mangrove exploitation in Indonesia. *Appl. Geogr.* 2: 39-54.
- Campbell JB, Wynne RH. 2011. *Introduction to Remote Sensing 5th edition*. London (GB): The Guilford Press.
- Choong ET, Wirakusumah RS, Achmadi SS. 1990. Mangrove forest resources in indonesia. *Forest Ecology and Management*. 33: 45-47.
- Direktorat Perencanaan Hutan. 1981. *Report on The Forest of Indonesia*. Publication No.18. Jakarta (ID): Direktorat Perencanaan Hutan
- Darsidi A. 1984. Mangrove forest management in Indonesia. Dalam: Soemodihardjo S. 1982. *Proceedings of the Seminar on the mangrove ecosystem II*. Baturaden: LIPI. 19-26.
- [Ditjen INTAG] Direktorat Jendral Inventarisasi dan Tata Guna Hutan. 1993. *National Forest Inventory*. Jakarta (ID): Ditjen INTAG.
- [Ditjen INTAG] Direktorat Jendral Inventarisasi dan Tata Guna Hutan. 1995. *National Forest Inventory*. Jakarta (ID): Ditjen INTAG.
- Duke NC. 1992. Mangrove floristics and biogeography. *Tropical Mangrove Ecosystems*. 41(4):63-100.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1981. *National Conservation Plan for Indonesia. UNDP/FAO National Parks Development Project INS/78/061*. 8th Volume. Rome (IT): FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization, UNEP. 1981. *Tropical Forest Resources Assesment Project. Forest Resources of Tropical Asia*. FAO. UNEP. 475. Rome (IT): FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1982. *Management and utilization of mangroves in Asia and the Pacific*. FAO environment paper 3.160. Rome (IT): FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1985. *Mangrove management in Thailand, Malaysia, and Indonesia*. FAO Environment Paper No. 4. Rome (IT): FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. Directorate General of Forest Inventory and Land Use Planning. 1995. *Second Interim Forest Resources Statistics Indonesia*. UTF/INS/066/INS. Rome (IT): FAO
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2005. *Global Forest Resources Assessment 2005 Thematic Study on Mangrove Indonesia Country Profile*. Rome (IT): Food and Agricultural Organization.
- Giesen W. 1993. *Indonesia's mangroves: an update on remaining area and main management issues*. Presented at the international seminar on coastal zone management of small island ecosystems. Ambon 7 - 10 April 1993. AWB Indonesia. 10.
- Giri C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland T, Masek J, Duke N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 20: 154-159.
- Hamilton SE, Casey D. 2016. Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Glob. Ecol. Biogeogr.* 25: 729–738.
- Hamilton SE, Friess DA. 2018. Global carbon stock and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012. *Nat. Clim. Change*. 8(3).
- Hartini S, Saputro GB, Suprajaka, Niendyawati. 2010. Review on a national mangrove mapping case study on the Indonesia mangrove mapping by Bakosurtanal. *Globe* 12(2):146-150.
- Ikawati Y, Setiawati DR. 2009. *Survei dan Pemetaan Nusantara*. Jakarta (ID): Bakosurtanal.
- Ilman M, Dargusch P, Dart P, Onrizal. 2016. A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land Use Policy*. 54:448-459.
- Ilman M, Iwan TCW, Suryadiputra INN. 2011. *State of the Art Information on Mangrove Ecosystems in Indonesia*. Bogor (ID): Wetlands International-Indonesia Programme.
- Kartawinata K, Adisumarto S, Soemodihardjo S, Tantra IGM. 1978. Status pengetahuan hutan bakau di Indonesia. *Presented at Seminar on Mangrove Ecosystem*. 27 February - 1 March 1978. Jakarta.
- Kint A. 1934. *De luchtfoto en de topografische terresingesteldheid in de mangrove*. Bogor.
- Kitamura S, Anwar C, Chaniago A, Baba S. 1997. *Handbook of mangroves in Indonesia - Bali & Lombok - JICA*. ISME. Japan.
- Knox G, Miyabara T. 1984. *Coastal Zone Resource Development and Conservation in Southeast Asia with special reference to Indonesia*. UNESCO East-West Centre. Jakarta Pusat. Indonesia. 182.
- Macnae W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the indo-west-pacific region. *Adv. mar. Biol.* 6: 73-270.
- Martosubroto P dan Naamin N. 1977. Relationship between tidal forests (mangroves) and commercial shrimp production in Indonesia. *Marine Resources Indonesia*. 18: 81-86.

- Naamin. 1986. Conversion of mangrove areas to tambaks aquaculture in Indonesia. *Workshop on the conversion of mangrove areas to aquaculture*. Iloilo, Visayas, Philippines, April 24-26 1986. UNDP/UNESCO Philippines.
- Noor YR, Khazali M, Suryadipurta INN. 1999. *Pandangan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor (ID): PHKA/WI-IP.
- Pham TD, Yokota N, Bui DT, Yohino K, Friess DA. 2019. Remote Sensing Approaches for Monitoring Mangrove Species, Structure, and Biomass: Opportunities and Challenges. *Remote Sensing*. 11(230):1-24.
- Richards DR, Friess DA. 2016. Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia 2000-2012. *PNAS*. 113(2):344-349.
- [RePPPProT] Regional Physical Planning Programme for Transmigration. 1990. *The Land Resources of Indonesia A National Overview*. Final report dated 1990. Land Resources Department of the Overseas Development Administration, London (Government of U.K.), and Ministry of Transmigration (Government of Indonesia), Jakarta.
- [RPLS] Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. 2007. *Data Mangrove dan Hutan Pantai Indonesia*. Jakarta (ID) RPLS.
- Saenger P, Hegerl EJ, Davie JDS. 1983. *Global status of mangrove ecosystems*. Commission on Ecology Papers No.3. IUCN. Gland. Switzerland. 88 pp.
- Saputro GB, Hartini S, Sukardjo S, Sutanto, Sumarno, Edrus, Meissarah P. 2012. *Peta Mangroves Indonesia*. Bogor (ID): Bakosurtanal.
- Silvius MJ, Steeman APJM, Berczy ET, Djuharsa E, Taufik A. 1987. *The Indonesian Wetland Inventory. A Preliminary Compilation of Existing Information on Wetlands of Indonesia*. Bogor (ID): PHPA.
- Soegiarto A. 1984. The mangrove ecosystem in Indonesia. its problems and management, 69-70. Dalam: Teas HJ. *Physiology and management of mangroves*. 1984. The Hague (NE): Dr W. Junk Publishers.
- Soegiarto A, Sukardjo S. 1984. Utilization of mangrove forest in brackish water culture pond development in Indonesia. *The National Workshop on Shrimp Culture*, Jakarta.
- Soemodihardjo S. 1978. Utilization and management of mangrove resources in Indonesia. *Prosiding Seminar I Ekosistem Hutan Mangrove 27 Februari-1 Maret 1978* Man and the Biosphere Program/Indonesian Institute of Science, Jakarta.
- Spalding MD, Blasco F, Field CD. 1997. *World Mangrove Atlas*. Okinawa (JP): The International Society for Mangrove Ecosystems.
- Spalding M, Kainuma M, Collins L. 2010. World atlas of mangroves. *Hum Ecol*. 39:107-1109.
- Susanto A, Surbaya C, Poniman A. 2018. Kebijakan Satu Peta; Momentum Reformasi Penyelenggaraan Informasi Geospasial Nasional. *Seminar Nasional Peran Geospasial dalam Membingkai NKRI*; 2016; Bogor, Indonesia Bogor (ID): BIG. hlm 23-34.
- Sutter H. 1989. *Forest Resources and Land Use in Indonesia*. Forestry studies: I-1. MOF – FAO.
- Tang W, Zheng M, Zhao X, Shi J, Yang J, Trettin CC. 2010. Big geospatial data analytics for global mangrove biomass and carbon estimation. *Sustainability*. 10(472): 1-17.
- Tomlinson PB. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge U.K.
- [UNESCO] United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. 1958. *Vegetation Map of Malaysia*. National Library of Australia.
- Wiroatmodjo P, Judi DM. 1978. Pengelolaan hutan payau di Indonesia / Management of brackish-water forests in Indonesia. *Presented at Seminar on Mangrove Ecosystem. 27 February - 1 March 1978*. Jakarta.
- [WRI] World Resources Institute. 2000. *World resources 2000-2001: people and ecosystem—the fraying web of life*. Washington DC (US):UNDP.

LAMPIRAN

Tabel 2 Rangkuman luas mangrove per provinsi dari berbagai sumber

No	Provinsi	Martosubroto dan Naamin (1977)	Silvius <i>et al.</i> (1987)	Wiroatmodjo dan Judi (1978)	Burbridge dan Koesbiono (1982)	Knox dan Miyabara (1984)	Direktorat Bina Program, Departemen Pertanian	Soegiarto (1984)	RePPPProT (1989)	Naamin (1986)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1950's	1960's	1978	1980	1980	1982	1984	1985	1986
1	NAD	48.125	170.000	50.000	50.000	50.000	54.335	50.000	60.000	54.335
2	Sumatera Utara	81.250	100.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	95.000	60.000
3	Sumatera Barat	-	-	-	-	-	-	-	11.000	-
4	Riau	343.750	680.000	75.000	95.000	95.000	276.000	75.000	259.500	276.000
5	Kepulauan Riau*									
6	Jambi	67.500	-	-	-	-	65.000	-	18.500	65.000
7	Sumatera Selatan	102.500	230.000	195.000	195.000	195.000	195.000	195.000	354.500	195.000
8	Bangka Belitung*									
9	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	2.000	-
10	Lampung	6.875	20.000	-	-	17.000	17.000	17.000	56.500	17.000
11	Jawa Barat	84.950	26.000	20.400	20.400	20.400	28.608	20.400	66.500	28.513,16
12	Banten*									
13	DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Jawa Tengah		14.000	14.041	14.041	14.041	13.577	14.000	46.500	13.576,87
15	DI Yogyakarta	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Jawa Timur		5.000	6.000	6.000	-	7.750	6.000	57.500	7.750
17	Bali	-	2.000	-	-	-	1.950	-	1.000	1.950
18	Nusa Tenggara Barat	-	23.000	3.678	3.678	3.678	3.678	3.700	9.500	3.678
19	Nusa Tenggara Timur	-					1.830		29.000	1.830
20	Kalimantan Barat	-	425.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	213.000	40.000
21	Kalimantan Tengah	181.250	20.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	84.000	10.000
22	Kalimantan Selatan	68.125	165.000	20.000	75.000	75.000	66.650	20.000	115.000	66.000
23	Kalimantan Timur	447.500	950.000	20.000	150.000	40.000	266.800	20.000	680.000	266.800
24	Kalimantan Utara*									
25	Sulawesi Tengah	-	-	-	-	-	-	-	43.000	-
26	Sulawesi Tenggara	-	40.000	29.000	29.000	29.000	29.000	29.000	89.000	29.000
27	Sulawesi Utara	37.500	17.000	-	-	-	4.833	-	27	4.833
28	Gorontalo*									
29	Sulawesi Selatan	58.750	61.000	24.000	24.000	24.000	66.000	24.000	110.000	66.000
30	Sulawesi Barat*									
31	Maluku	70.625	56.500	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	197.500	100.000
32	Maluku Utara*									
33	Papua	898.125	1.425.000	2.934.000	2.934.000	2.934.000	2.943.000	2.943.000	1.500.000	2.943.000

No	Provinsi	Martosubroto dan Naamin (1977)	Silvius <i>et al.</i> (1987)	Wiroatmodjo dan Judi (1978)	Burbridge dan Koesbiono (1982)	Knox dan Miyabara (1984)	Direktorat Bina Program, Departemen Pertanian	Soegiarto (1984)	RePPPProT (1989)	Naamin (1986)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1950's	1960's	1978	1980	1980	1982	1984	1985	1986
34	Papua Barat*									
	T o t a l	2.496.825	4.429.500	3.601.119	3.806.119	3.707.119	4.251.011	3.627.100	4.098.527	4.250.266,03

Lanjutan Tabel 3 Rangkuman luas mangrove per provinsi dari berbagai sumber

No	Provinsi	Silvius <i>et al.</i> (1987)	Choong <i>et al.</i> (1990)	Ditjen INTAG, Departemen Kehutanan	Giesen (1993)	Dirjen Planologi, Kementrian Kehutanan (2002)	Dirjen RPLS, Kementrian Kehutanan (2007)	Saputro <i>et al.</i> (2012) BIG	Dirjen BPDAS-PS, Kementrian Kehutanan (2010)	Satu Peta Mangrove (2013-2017)
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
		1987	1990	1993	1993	2005	2007	2009	2010	Update 2017
1	NAD	55.000	54.300	102.970	20.000	18.000	422.703	22.950,32	60.726,82	33.053,07
2	Sumatera Utara	60.000	60.000	98.340	30.750	25.000	364.581,15	50.369,79	22.775,70	67.589,45
3	Sumatera Barat	-	-	4.850	1.800	17.000	61.534	3.002,69	7.650,43	20.009,14
4	Riau	470.000	276.000	221.050	184.400	235.000	261.285,33	206.292,64	37.966,41	213.459,21
5	Kepulauan Riau*						178.417,55	54.681,92	64.821,80	68.997,76
6	Jambi	50.000	65.000	13.450	4.050	5.000	52.566,88	12.528,32	8.073,33	9.967,64
7	Sumatera Selatan	110.000	195.000	363.430	231.025	128.000	1.693.112,11	149.707,43	596.697,46	158.573,58
8	Bangka Belitung*						63.000	273.692,82	31.701,37	80.825,76
9	Bengkulu	20.000	-	520	2.000	2.000	-	2.321,87	1.904,90	4.798,23
10	Lampung	3.000	17.000	49.440	11.800	-	866.149	10.533,68	4.403,95	9.165,02
11	Jawa Barat	5.700	28.600	8.200	5.000	2.000	13.883,20	7.932,95	30.534,72	5.748,00
12	Banten*						3.000	2.936,19	-	3.141,00
13	DKI Jakarta	-	-	-	-	-	259,93	500,68	-	585,00
14	Jawa Tengah	1.000	13.600	18.700	13.577	9.000	50.690	4.857,94	110.252,43	4.670,00
15	DI Yogyakarta	-	-	-	-	-	-	-	88,32	1,00
16	Jawa Timur	500	7.700	6.900	500	26.000	272.230,30	18.253,82	61.708,20	21.944,00
17	Bali	500	1.900	800	500	3.000	2.215,50	1.925,05	454,90	2.017,85
18	Nusa Tenggara Barat	-	3.700	-	4.500	13.000	18.356,88	11.921,18	13.931	10.667,18
19	Nusa Tenggara Timur	21.500		10.780	20.700	19.000	40.640,85	20.678,45	10.800	22.147,38
20	Kalimantan Barat	60.000	40.000	194.300	40.000	137.000	342.600,12	149.344,19	127.864	149.344,19
21	Kalimantan Tengah	20.000	10.000	48.740	20.000	38.000	30.497,71	68.132,45	64.663,23	68.132,45
22	Kalimantan Selatan	90.000	66.600	120.780	66.650	99.000	116.824	56.552,06	135.181,50	56.552,06

No	Provinsi	Silvius <i>et al.</i>	Choong <i>et al.</i>	Ditjen	Giesen	Dirjen	Dirjen RPLS,	Saputro <i>et al.</i>	Dirjen	Satu Peta
		(1987)	(1990)	INTAG, Departemen Kehutanan	(1993)	Planologi, Kementerian Kehutanan (2002)	Kementerian Kehutanan (2007)	(2012) BIG	BPDAS-PS, Kementerian Kehutanan (2010)	(2013-2017)
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
		1987	1990	1993	1993	2005	2007	2009	2010	Update 2017
23	Kalimantan Timur	750.000	266.800	775.640	266.800	367.000	883.379	364.254,99	1.121.925,27	364.254,99
24	Kalimantan Utara*									
25	Sulawesi Tengah	-	29.000	37.640	17.000	44.000	29.621,56	67.320,10	88.030,16	33.538,95
26	Sulawesi Tenggara	25.000	-	70.840	29.000	64.000	74.348,82	44.030,40	46.706,10	62.446,83
27	Sulawesi Utara	10.000	4.800	38.150	4.833	12.000	32.384,49	7.348,70	12.063,00	11.884,75
28	Gorontalo*					15.000	32.934,62	12.315,47	26.475,64	8.006,31
29	Sulawesi Selatan	55.000	66.000	104.030	34.000	27.000	28.978,30	12.821,50	73.140,95	10.412,00
30	Sulawesi Barat*					-	3.000	3.182,20	-	3.720,00
31	Maluku	46.500	100.000	148.710	100.000	128.000	128.035	139.090,92	92.648,33	176.592,75
32	Maluku Utara*					42.000	43.887	39.659,73	46.259,41	44.967,56
33	Papua	1.382.000	2.943.000	1.326.990	1.382.000	1.622.000	1.438.421	1.634.003,50	356.871	1.634.003,50
34	Papua Barat*								431.257,90	
T o t a l		3.235.700	4.249.000	3.765.250	2.490.885	3.163.000	7.758.410,60	3.244.018,53	3.687.578,23	3.361.216,61

Keterangan: * Provinsi pemekaran; Kepulauan Riau (2002), Bangka Belitung (2003), Banten (2000), Kalimantan Utara (2012), Gorontalo (2000), Sulawesi Barat (2004), Maluku Utara (1999), Papua Barat (2007)