



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

**TEKNOLOGI PEMANTAUAN
MANGROVE YANG EFISIEN
DI INDONESIA BERBASIS
DATA PENGINDERAAN JAUH OPTIK**



**OLEH:
RATHI DEWANTI**

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
JAKARTA, 10 MARET 2022**

**TEKNOLOGI PEMANTAUAN
MANGROVE YANG EFISIEN
DI INDONESIA BERBASIS
DATA PENGINDERAAN JAUH OPTIK**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

Buku ini tidak diperjualbelikan.



**TEKNOLOGI PEMANTAUAN
MANGROVE YANG EFISIEN
DI INDONESIA BERBASIS
DATA PENGINDERAAN JAUH OPTIK**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

**OLEH:
RATIH DEWANTI**

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
JAKARTA, 10 MARET 2022**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2022 Badan Riset dan Inovasi Nasional
Organisasi Riset Penerbangan dan Antariksa (OR PA)

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Teknologi Pemantauan Mangrove yang Efisien di Indonesia Berbasis Data Penginderaan Jauh Optik/Ratih Dewanti. Jakarta: Penerbit BRIN, 2022.

xi + 60 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-7425-50-2 (cetak)
978-623-7425-54-0 (e-book)

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1. Mosaik Bebas Awan | 2. <i>Mosaic tile-based</i> |
| 3. Pengolahan data | 4. <i>Analysis Ready Data</i> |

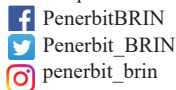
660.63

Copy editor : Risma Wahyu Hartiningsih
Proofreader : Sarwendah Puspita Dewi
Penata Isi : Meita Safitri
Desainer Sampul : Meita Safitri

Cetakan : Maret 2022



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung BJ Habibie, Jln. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: 0811-8612-369
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id



Buku ini tidak diperjualbelikan.

BIODATA RINGKAS



Ratih Dewanti, lahir di Yogyakarta pada 8 Juli 1960, merupakan anak kelima (terakhir) dari H. Saleh Rozi (alm.) dan Ibu Sitti Mukarromah (almh.). Menikah dengan Dr. H. Muhammad Dimiyati, M.Sc. dan dikaruniai dua orang anak, yaitu Arifata Ahmad Rahmawan, M.B.A. dan Afiati Arsy Rahmani, B.B.A.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 3/M Tahun 2022 tanggal 19 Januari 2022 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Utama terhitung mulai 1 Oktober 2021.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor SK MPPR 54/HK/2022 Tanggal 12 Februari 2022 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan pidato pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Muhammadiyah Karangkajen II Yogyakarta tahun 1972, Sekolah Menengah Pertama (SD Pembangunan I Lanjutan) IKIP Yogyakarta tahun 1974, dan Sekolah Menengah Atas Negeri I IKIP Yogyakarta (sekarang SMAN 9 Yogyakarta) tahun 1977. Memperoleh gelar sarjana (S-1) dari Jurusan Hidrologi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada tahun 1983; gelar *Master of Agricultural Science* (S-2) dari Laboratory of Regional Planning, Tropical Agricultural Division, Faculty of Agriculture, Kyoto University tahun 1995; dan gelar

doktor bidang studi Geografi, peminatan Penginderaan Jauh dari Universitas Gadjah Mada tahun 2019.

Mengikuti beberapa pelatihan teknis yang terkait dengan bidang kompetensinya, di antaranya *Short Course on Basics of Remote Sensing* at ARRSTC di AIT, Bangkok, Thailand tahun 1985; *Short Course on Application of Remote Sensing for Urban Studies*, IIRS di Dehradun India tahun 1987; *Industrial Training* sebagai *Research Fellow* di Takushoku University, Tokyo tahun 1989, dilanjutkan di The Laboratory of Regional Planning, Tropical Agriculture Division, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Jepang tahun 1990; *Short Course on Image Processing Using Personal Computer*, Japan Remote Sensing Association di RESTEC Tokyo, Japan tahun 1989; *Training on Regional Development for Indonesian Local Government Officials*, United Nations Centre for Regional Development UNCRD di Nagoya, Jepang tahun 1994; *Training on RADARSAT Data Analysis* at Remote Sensing Institute RSI di Ottawa, Kanada tahun 1997; *Research Fellow* di The Laboratory of Regional Planning, School of Global Environment, Kyoto University, Kyoto, Japan tahun 2002; *Training on Space Technology and Remote Sensing Application*, Asia Pacific Multilateral Cooperation in Space Technology and Applications (AP-MCSTA) di Jiao Tong University, Shanghai dan Beihang University, Beijing tahun 2003; *ALOS Data Processing* di RESTEC, Tokyo, Japan tahun 2007.

Pernah menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Bidang Pemantauan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PSDAL), Pusat Pengembangan Penginderaan Jauh (Pusbangja) LAPAN 2001–2004; Kepala Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh LAPAN tahun 2004–2010; Kepala Biro Hubungan Masyarakat dan Kerjasama Kedirgantaraan

(Humasmagan) LAPAN 2010–2011; Kepala Biro Kerjasama dan Hubungan Masyarakat (KSH) LAPAN 2011–2013.

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Asisten Peneliti Muda III/a tahun 1986, Asisten Peneliti Madya III/b tahun 1987, Ajun Peneliti Muda III/c tahun 1990, Ajun Peneliti Madya III/d tahun 1992, Peneliti Muda IV/a tahun 1996, Peneliti Madya IV/b tahun 2000, Ahli Peneliti Muda IV/c tahun 2001, Ahli Peneliti Madya IV/d tahun 2004, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama IV/e bidang Teknologi Penginderaan Jauh tahun 2021.

Menghasilkan 50 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 21 KTI ditulis dalam bahasa Inggris.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing skripsi (S-1) di Institut Pertanian Bogor (IPB), pembimbing tesis (S-2) di Institut Pertanian Bogor (IPB), dan penguji penelitian disertasi (S-3) di Universitas Indonesia dan Institut Pertanian Bogor.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN) 2001–2010, Wakil Presiden International Society of Remote Sensing and Earth Sciences (IReSES) 2006–2010, anggota Japan Rural Planning Association 1993–1995, anggota International Society on Mangrove Ecosystems (ISME) 1993–sekarang, anggota Asian Association of Remote Sensing (AARS) 1995–sekarang, anggota Ikatan Geograf Indonesia (IGI) 1984–sekarang, dan anggota Himpunan Peneliti Indonesia (HIMPENINDO) 2019–sekarang.

Menerima tanda penghargaan Peneliti Muda Terbaik dari Kepala LAPAN (tahun 1998), Satyalancana Karya Satya X Tahun (1998), Satyalancana Karya Satya XX Tahun (2005), dan Satyalancana Karya Satya XXX Tahun (2014) dari Presiden RI.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	v
PRAKATA PENGUKUHAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PEMANTAUAN MANGROVE BERBASIS DATA PENGINDERAAN JAUH OPTIK.....	5
III. PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMANTAUAN MANGROVE YANG EFISIEN.....	8
3.1 Model-1 Pengembangan Mosaik Bebas Awan Data Penginderaan Jauh Optik.....	8
3.2 Model-2 Penentuan Liputan Mangrove	9
3.3 Model-3 Deteksi Keberadaan, Kerapatan, dan Zonasi Mangrove	10
3.4 Model-4 Pemantauan Laju Kerusakan Lahan Mangrove	13
3.5 Model-5 Penyediaan ARD Penginderaan Jauh Optik.....	15
IV. IMPLEMENTASI MODEL PEMANTAUAN MANGROVE YANG EFISIEN DI INDONESIA	17
V. KESIMPULAN.....	21
VI. PENUTUP	22
UCAPAN TERIMA KASIH	23
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	32
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	39
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA	46
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	47

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia, serta hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset, Badan Pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“TEKNOLOGI PEMANTAUAN MANGROVE YANG
EFISIEN DI INDONESIA BERBASIS
DATA PENGINDERAAN JAUH OPTIK”.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

I. PENDAHULUAN

Mangrove mempunyai arti penting sebagai sumber daya yang berasal dari hutan, dan berharga bagi sektor pembangunan guna meningkatkan kesejahteraan manusia^{1,2,3}. Meskipun nilai ekonomi mangrove semakin diakui, tetapi mangrove di seluruh dunia masih terus menurun^{4,5,6}. Di beberapa daerah, penurunan tersebut disebabkan oleh eksploitasi, pembukaan lahan, dan pencemaran ekosistem mangrove^{2,6,7}.

Mangrove di dunia telah dipetakan dan dipantau dengan foto udara dan data satelit untuk berbagai tujuan^{8,9,10}. Beberapa penelitian pemanfaatan data penginderaan jauh mulai dari deteksi parameter liputan, keberadaan, lokasi, kerapatan, zonasi, dan kerusakan lahan mangrove, hingga membangun model pembuatan citra mosaik bebas awan untuk pemantauan mangrove yang efisien telah dilakukan^{11,12}. Variatifnya pemahaman tentang mangrove dapat mempersulit asesmen, serta menyebabkan perbedaan dalam deteksi, analisis, dan informasi mangrove yang dihasilkan^{13,14,15}.

Penggunaan data penginderaan jauh optik, utamanya resolusi menengah, mempunyai kemungkinan pengembangan lebih luas karena kemudahan dalam memperoleh dan mengolah data dibandingkan data *synthetic aperture radar* (SAR)^{16,17,18}. Pemantauan mangrove menggunakan teknik penginderaan jauh telah dioperasionalkan di tingkat lokal. Namun, hal ini belum mencapai standar dan kesepakatan yang diharapkan di tingkat regional dan global^{2,8}. Kondisi tersebut berakibat pada pemanfaatan data penginderaan jauh untuk pemetaan mangrove tingkat nasional lebih menggunakan cara konvensional.

Perkembangan metode pengolahan citra penginderaan jauh untuk pemantauan mangrove telah dilakukan oleh banyak peneliti dalam dan luar negeri. Hasilnya menunjukkan bahwa pengolah-

an tersebut lebih efisien digunakan pada wilayah luas atau skala makro tingkat regional, nasional, dan global^{2,14,15}. Namun, model pengolahan tersebut masih memerlukan kepakaran pengolah data dan justifikasi pakar (*expert judgment*), serta ketersediaan perangkat komputer. Walau demikian, berkembangnya maha-data (*Big Data*) dan teknik pengolahan data siap pakai yang disebut *Analysis Ready Data* (ARD), serta semakin banyaknya penelitian yang dilengkapi dengan perangkat yang lebih baik, maka penggunaan data penginderaan jauh untuk pemantauan mangrove sangat prospektif dan dapat diandalkan^{2,19,20}.

Meski demikian, terdapat banyak permasalahan dalam pengolahan data penginderaan jauh untuk pemantauan mangrove tingkat nasional. Dengan mempertimbangkan wilayah Indonesia yang berada di khatulistiwa yang terdiri dari beberapa pulau besar dan ribuan pulau kecil yang merupakan liputan mangrove yang sering tertutup awan, maka deteksi mangrove sering mengalami kendala. Mengatasi hal itu perlu dicari solusi untuk meminimalkan tutupan awan pada lokasi tersebut, dan pembuatan citra mosaik multitemporal merupakan salah satu alternatif¹¹.

Penelitian terkait telah lama dilakukan dan terus ditekuni guna mencari upaya yang lebih efisien dan praktis sebagai salah satu solusi atas permasalahan dimaksud. Permasalahan tersebut, antara lain:

- a. Ada ketertutupan awan untuk sebagian data penginderaan jauh optik yang mengakibatkan pemanfaatan data penginderaan jauh optik tidak optimal. Hal tersebut dapat berakibat pada inefisiensi penggunaan data penginderaan jauh optik;
- b. Permasalahan terkait model untuk menentukan wilayah potensi mangrove (lahan mangrove) secara efisien, baik yang

masih ada mangrove maupun tidak ada, tetapi pernah tumbuh, telah rusak, atau hilang;

- c. Permasalahan terkait model untuk mendeteksi keberadaan, kerapatan, dan zonasi mangrove dan non-mangrove secara efisien;
- d. Permasalahan terkait dinamika sosial ekonomi masyarakat, perlu model untuk mengukur laju kerusakan mangrove secara efisien; dan
- e. Pada aspek efisiensi, pra-pengolahan untuk analisis diperlukan koreksi radiometrik, koreksi geometrik, dan pengubinan (*tiling*) data penginderaan jauh dengan ukuran tertentu yang memerlukan waktu dan ketelitian untuk memetakan mangrove nasional yang sangat luas.

Pemikiran dalam orasi akan disajikan dalam sistematika yang mencakup Pendahuluan, Perkembangan Model Pemantauan Mangrove Berbasis Data Penginderaan Jauh, Pengembangan Model Pemantauan Mangrove yang Efisien Berbasis Data Penginderaan Jauh Optik, Implementasi Model Pemantauan Mangrove yang Efisien di Indonesia Berbasis Data Penginderaan Jauh Optik, Kesimpulan, dan Penutup. Pada bagian pengembangan model pemantauan mangrove yang efisien, selain menjelaskan bagian utama rekam jejak penelitian, juga menggambarkan rangkaian pemikiran dalam mendorong pemberlakuan model ARD dan Mosaik Bebas Awan (MBA) data penginderaan jauh optik untuk mendukung kelancaran pemantauan mangrove dalam tata cara pengolahan data penginderaan jauh^{12,21,22}.

Pada orasi ini disampaikan model yang efisien dalam pengolahan data penginderaan jauh optik yang dikontribusikan untuk menghasilkan data dan informasi dalam mendukung pemantauan mangrove^{12,21,23}. Efisien dalam konteks ini adalah lebih cepat

dan lebih sedikit penggunaan sumber daya untuk menyediakan data yang dapat digunakan untuk pemantauan mangrove dibandingkan pendekatan konvensional. Model ini apabila diintegrasikan dengan perkembangan konsep mutakhir ARD akan memberi bobot yang lebih signifikan dalam pengolahan data penginderaan jauh optik untuk mangrove^{11,12,24}. Gabungan antara algoritma *mosaic tile based* (MTB) dengan model ARD diberi nama model Mosaik Bebas Awan (MBA). Garis besar kerangka orasi disajikan pada Gambar 1.

Apa yang disampaikan dalam orasi diharapkan menjadi khazanah baru dalam dunia ilmiah dan menjadi pertimbangan dalam perumusan kebijakan penyediaan data penginderaan jauh optik. Dengan demikian, ini akan semakin memperkuat implementasi prinsip kebijakan berbasis bukti (*evidence based policy*)²⁵, mendukung implementasi satu standar dan satu data sebagai bagian dari Kebijakan Satu Peta²⁶, dan sejalan dengan optimalisasi pemanfaatan data penginderaan jauh sebagai amanat Undang-undang tentang Keantariksaan²⁷.

II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PEMANTAUAN MANGROVE BERBASIS DATA PENGINDERAAN JAUH OPTIK

Ekosistem mangrove mempunyai nilai penting sosial ekonomi, ekologi, kelembagaan, dan perundang-undangan^{28,29}. Untuk itu, perlu dilakukan upaya konstruktif agar keberadaan mangrove tetap terjaga dengan baik. Salah satu upaya konstruktif dimaksud adalah pengembangan model yang efisien berbasis data penginderaan jauh optik untuk pemantauan mangrove.

Pada awalnya pemetaan mangrove mengandalkan survei terestris dan penggambaran konvensional secara manual dari hasil foto udara^{15,30}. Setelah Pemerintah Indonesia mendapatkan akses data Landsat, penggunaan data tersebut semakin meluas. Namun, karena keterbatasan program dan sumber daya, wilayah pemetaannya masih terbatas di Pulau Jawa dan Kalimantan. Metode pemetaannya masih mengandalkan justifikasi pakar dengan unsur interpretasi dan data survei lapang^{14,30}. Pemetaan mangrove di luar negeri saat itu pun ditandai dengan banyaknya penggunaan data satelit resolusi menengah Landsat dan foto udara yang dipadukan dengan justifikasi pakar^{2,15}.

Sejak tahun 1980-an seiring dengan kemudahan akses data dan berkembangnya teknologi pengolahan data penginderaan jauh, penelitian mangrove berbasis data penginderaan jauh mulai dilakukan. Pengolahan data dengan citra komposit warna yang telah dilakukan penajaman, indeks vegetasi, dan klasifikasi terbimbing yang dilengkapi data hasil survei lapang mulai diperkenalkan dan dioperasionalkan. Pemetaan mangrove menggunakan data resolusi menengah, seperti Landsat dipergunakan secara luas, tetapi karena variabel ketertutupan awan, implementasinya masih belum mencakup seluruh wilayah Indonesia^{14,30,31}.

Proyek *Regional Physical Planning Programme for Transmigration* (RePPPProT) yang memetakan sistem lahan skala 1:250.000 seluruh provinsi di Indonesia menggunakan foto udara dan Landsat telah membantu memetakan mangrove nasional^{14,31,32}. Perkembangan pemetaan mangrove di luar negeri mulai dilakukan dengan memadukan satelit resolusi menengah, resolusi tinggi, seperti penggunaan data Landsat, SPOT dan foto udara. Penggunaan klasifikasi digital yang dipandu dengan justifikasi pakar sudah mulai digunakan untuk beberapa kasus pemetaan mangrove^{2,15}.

Pada dekade 1990-an ditandai dengan maraknya transformasi manual ke digital oleh berbagai lembaga pemetaan nasional^{14,33}. Peta mangrove yang pada awalnya dibuat dengan penggambaran manual ditransformasikan menjadi digital. Selain itu, pengolahan untuk mendeteksi keberadaan, zonasi, dan kerusakan mangrove dengan indeks vegetasi, seperti *mangrove vegetation index* (MVI) menggunakan data penginderaan jauh optik dan penggunaan data penginderaan jauh *synthetic aperture radar* (SAR) mulai diperkenalkan^{34,35,36}. Dengan demikian mulai tersedia data mangrove pada cakupan nasional^{37,38}. Di beberapa negara, teknik pengolahan data seperti klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing, rasio antarkanal, serta pemanfaatan citra SAR semakin banyak diimplementasikan, Thailand menggunakan data JERS-1, India menggunakan ERS-1 SAR, Madagaskar menggunakan SIR-C SAR dan SPOT XS^{8,9,39}. Namun, konsep dasar dalam mendeteksi mangrove belum terlihat standar dan belum memperhatikan musim dan regionalisasi^{2,15,40}.

Pada periode 2000-an, pemetaan mangrove diwarnai dengan pemanfaatan citra satelit resolusi menengah untuk pemetaan dengan cakupan wilayah seluruh Indonesia, dan penggunaan resolusi tinggi untuk beberapa wilayah secara parsial^{10,38}.

Metode klasifikasi digital untuk pemetaan mangrove, seperti klasifikasi kemungkinan maksimum (*maximum likelihood classification*) yang selanjutnya disebut MLC, *principal component analysis* (PCA), dan analisis *Fuzzy* berkembang pesat pada periode ini^{10,41,42}. Pendekatan digital yang mengelaborasi rasio antarkanal, pendekatan berbasis objek, pendekatan termal, dan penggunaan SAR mulai banyak digunakan di beberapa negara, seperti di Meksiko menggunakan ENVISAT, Australia dan Amerika Selatan menggunakan ALOS PALSAR, serta Brasil menggunakan RADARSAT-1 dan Landsat-5 TM^{2,15,43}.

Pada periode 2010-an sampai sekarang, pada saat penetapan dan implementasi Kebijakan Satu Peta (Perpres 9/2016), gerakan pemetaan mangrove pun mengalami kebangkitan kembali. Hal tersebut ditandai dengan ditunjuknya Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan sebagai wali data peta tematik mangrove^{26,44} dan diselesaikannya pemutakhiran Peta Mangrove Nasional.

Model deteksi mangrove dengan menggunakan data penginderaan jauh terus berkembang, baik di dalam maupun di luar negeri, hingga menggunakan pendekatan *machine learning* dan *hybrid*^{4,45,46}. Operasionalisasi penggunaan metode tersebut pada Kementerian/Lembaga terkait dengan penyediaan dan pemanfaatan data mangrove secara luas masih menunggu bukti efisiensi model dimaksud^{47,48,49}. Sementara itu, sebagai institusi yang memiliki kewenangan dari proses akuisisi data penginderaan jauh sampai dengan analisis pemanfaatannya (UU 21/2013), OR PA mengembangkan sistem informasi berbasis *web* yang disebut Sistem Pemantauan Bumi Nasional (SPBN). Salah satu data dan informasi dalam SPBN adalah data mangrove hasil konsolidasi Kelompok Kerja Mangrove Nasional.

III. PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMANTAUAN MANGROVE YANG EFISIEN

Pada bab ini disampaikan beberapa hasil pengembangan model penyediaan data penginderaan jauh untuk pemantauan mangrove. Pada Tabel 1 digambarkan Model-1 pengembangan mosaik bebas awan data penginderaan jauh optik^{11,12}; Model-2 penentuan liputan mangrove¹⁶; Model-3 pendeteksian keberadaan, kerapatan, dan zonasi mangrove^{23,50}; Model-4 pemantauan laju kerusakan lahan mangrove^{21,22}; dan Model-5 penyediaan ARD penginderaan jauh^{11,51}.

3.1 Model-1 Pengembangan Mosaik Bebas Awan Data Penginderaan Jauh Optik

Masalah perolehan citra satelit di daerah tropis, terutama di sekitar khatulistiwa seperti Indonesia, adalah ketertutupan awan sepanjang tahun. Kebutuhan citra bebas awan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kegiatan pembangunan nasional berbasis kebijakan satu peta. Namun, kontinuitas dan ketersediaan data penginderaan jauh bebas awan untuk keperluan pemantauan sumber daya alam, termasuk mangrove masih rendah^{12,14,49}.

Model pembuatan mosaik bebas awan data penginderaan jauh resolusi menengah Landsat-8 menggunakan *mosaic tile-based* (MTB) untuk mendapatkan citra mosaik multitemporal yang bebas awan. Algoritma MTB dibangun dari sekumpulan ubin (*tile*) berukuran tertentu yang terdiri atas kumpulan piksel dengan mempertimbangkan kualitas citra bebas awan atau awan minimal dari data multitemporal^{12,52,53}.

Algoritma MTB dilakukan menggunakan data Landsat-8 *Operational Land Imager* (OLI) yang meliputi 10 *scene* di

Provinsi Riau dan Sumatra Barat, dengan periode perekaman 3 tahun dari Januari 2015 hingga Desember 2017. Algoritma MTB diuji dengan ubin ukuran 0,1 derajat ($11 \times 11 \text{ km}^2$), 0,05 derajat ($5,5 \times 5,5 \text{ km}^2$), dan 0,02 derajat ($2,2 \times 2,2 \text{ km}^2$)^{11,12}.

Hasil menunjukkan bahwa perbandingan persentase cakupan luas wilayah bebas awan selama 3 tahun untuk tiga citra mosaik MTB dengan ukuran ubin 0,10, 0,05, dan 0,02 derajat masing-masing adalah 68,2%, 78,8%, dan 86,4%. Hasil analisis tersebut mempertegas bahwa ukuran ubin terkecil 0,02 derajat memberikan kualitas terbaik dalam menyajikan citra bebas awan. Hal ini berarti semakin kecil ukuran ubin, semakin tinggi persentase bebas awan yang dihasilkan. Dengan demikian, algoritma MTB dapat digunakan sebagai bagian dari prosedur penyediaan data penginderaan jauh optik bebas awan oleh pihak yang mempunyai tugas fungsi dalam urusan tersebut, seperti OR PA BRIN^{12,52,53}. Model pengembangan mosaik bebas awan (MBA) data penginderaan jauh optik dijelaskan pada Gambar 2. Hasil pengolahan data dengan algoritma MTB ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

3.2 Model-2 Penentuan Liputan Mangrove

Keterlibatan dalam pengolahan data mangrove diawali dengan melakukan pengembangan model penentuan liputan mangrove dan non-mangrove berbasis data penginderaan jauh optik. Penentuan liputan mangrove dilakukan melalui deteksi kenampakan objek dari data citra menggunakan komposit warna semu. Pada Landsat 5/TM, citra komposit warna semu berasal dari kanal 4, kanal 5, dan kanal 3, masing-masing diberi filter merah, hijau, dan biru. Model penentuan liputan mangrove dijelaskan pada Gambar 5. Deteksi diawali dengan interpretasi visual dari citra komposit warna semu berdasar unsur interpretasi rona/warna, tekstur, pola, lokasi, dan/atau asosiasi. Hasil interpretasi visual

dilakukan digitasi pada layar (*on-screen digitizing*) yang menghasilkan objek mangrove Level-1^{43,54}.

Klasifikasi terbimbing dilakukan dengan *training data* dari bantuan peta tematik tutupan lahan skala menengah dan data survei lapang dengan sampel yang diambil secara acak. Klasifikasi *maksimum likelihood* digunakan untuk memisahkan liputan mangrove dan non-mangrove. Hasil klasifikasi terbimbing yang terdiri dari tiga kelas liputan mangrove jarang, sedang, dan lebat diuji statistik untuk mendapatkan ketelitian klasifikasi yang menghasilkan informasi kerapatan kanopi mangrove Level-2^{9,50,54}.

Proses berikutnya adalah pendugaan penutupan kanopi/tajuk mangrove berdasar algoritma indeks vegetasi *normalized difference vegetation index* (NDVI) dan indeks mangrove (IM). Citra NDVI atau IM dipisahkan menjadi tiga kelas indeks vegetasi rendah, sedang, dan tinggi. Pemisahan tersebut menunjukkan sebaran penutupan kanopi mangrove Level-3^{9,10,55}.

Hasil model pemantauan mangrove Level-1, Level-2, dan Level-3 dilakukan penggabungan melalui proses *overlay* (tumpang susun) untuk mendapatkan klas penutupan kanopi mangrove jarang, sedang, dan tinggi. Citra hasil tumpang susun yang disebut citra mangrove Level-4 merupakan hasil analisis penentuan liputan mangrove. Hasil akhir Level-4 yang dipisahkan menjadi kelas mangrove kerapatan jarang, sedang, dan tinggi disebut Citra Liputan Mangrove hasil analisis data penginderaan jauh optik^{16,22,39}.

3.3 Model-3 Deteksi Keberadaan, Kerapatan, dan Zonasi Mangrove

Pendeteksian keberadaan liputan mangrove berbasis data penginderaan jauh optik dimulai dengan penghitungan *optimum*

index factor (OIF) sebagai lanjutan Model-2 penentuan liputan mangrove. Dalam klasifikasi terbimbing, selain kualitas *training data*, penentuan kanal yang digunakan sebagai masukan dalam proses klasifikasi berperan menentukan kualitas hasil klasifikasi. Guna mendapatkan hasil akurasi yang lebih baik, pemilihan kanal yang digunakan dalam proses klasifikasi terbimbing perlu dipilih berdasarkan kriteria yang tepat sehingga pengolah data lebih mudah membedakan objek. OIF juga menjadi cara yang digunakan dalam memilih kanal dalam proses klasifikasi terbimbing, yakni yang mempunyai nilai OIF tertinggi⁹.

Klasifikasi terbimbing yang menggunakan kanal masukan untuk diolah menggunakan kriteria OIF, dalam kasus analisis menggunakan Landsat 5/TM di Indragiri Hilir, Riau memberikan hasil pemisahan keberadaan kelas liputan mangrove dan non-mangrove yang lebih baik. Hal tersebut dipastikan melalui pengujian lapang dan perbandingan dengan klasifikasi terbimbing yang pemilihan kanal tidak dilakukan dengan kriteria OIF^{9,17,41}.

Pendekatan indeks vegetasi untuk penentuan kerapatan tegakan mangrove berbasis data penginderaan jauh optik dilakukan dengan menguji korelasi nilai respons spektral data citra dengan nilai indeks vegetasi mangrove. Nilai vegetasi mangrove di lapang diestimasi menggunakan formula bahwa kerapatan tegakan vegetasi mangrove merupakan rasio dari jumlah tegakan vegetasi mangrove dengan luas *area* contoh. Proses tersebut menghasilkan temuan bahwa hanya kanal 3, 4, dan 5 yang mempunyai hubungan nyata dengan kerapatan tegakan vegetasi mangrove dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa regresi linier berganda mempunyai nilai R^2 paling tinggi^{9,10,55}.

Proses analisis korelasi antara kerapatan tegakan mangrove dengan indeks vegetasi menunjukkan hasil bahwa formula

NDVI, *difference vegetation index* (DVI), *ratio vegetation index* (RVI), *transformed normalized difference vegetation index* (TNDVI), *transformed ratio vegetation index* (TRVI), dan IM memiliki hubungan nyata. Formula IM memiliki koefisien determinasi (R^2) paling tinggi. Analisis tersebut dilakukan dengan citra Landsat 5/TM di wilayah Segara Anakan, Cilacap^{9,10,55}.

Penentuan zonasi jenis mangrove berbasis data penginderaan jauh dilakukan dengan pengembangan model pendugaan biomassa dan *leaf area index* (LAI). Oleh karena pendekatan pendugaan tersebut sangat sensitif terhadap pengaruh atmosfer, maka untuk menganalisis citra satelit dilakukan koreksi atmosferik. Model pendugaan tersebut dihitung berdasarkan pengelompokan jenis mangrove yang dominan berada pada suatu lokasi. Dominasi keberadaan mangrove diestimasi berdasarkan nilai respons spektral citra satelit melalui teknik *sampling*. Luas sampel disesuaikan dengan ukuran resolusi spasial citra satelit yang digunakan. Pengecekan lapang untuk penghitungan biomassa dilakukan menggunakan persamaan alometrik, dilakukan terhadap mangrove jenis *Rizophora* spp., *Avicennia* spp. dan *Sonneratia* spp.⁵⁶ Di samping itu pendugaan LAI lapang untuk jenis *Rizophora* spp.-*Bruguiera* spp. dan jenis *Avicennia* spp.-*Sonnerata* spp. juga dilakukan menggunakan persamaan alometrik^{10,55,57}.

Berdasar hasil penelitian di Segara Anakan, Cilacap menggunakan data Landsat 5/TM dan SPOT XS dapat diketahui bahwa kedua model penduga biomassa maupun model penduga LAI dapat digunakan untuk mengetahui zonasi mangrove. Berdasar model matematik dengan uji akurasi secara statistik melalui uji nilai R^2 diketahui bahwa model terpilih sebagai penduga biomassa dengan kanal spektral Landsat 5/TM adalah model eksponensial, sedang pada SPOT XS adalah model linier. Se-

mentara itu, model penduga LAI dengan indeks vegetasi terbaik adalah hubungan antara LAI dan kanal infra merah (Landsat 5/TM), serta antara LAI dan NDVI (SPOT XS). Formula terbaik pada pendugaan LAI sama dengan pada pendugaan biomassa. Hal tersebut disebabkan biomassa dan LAI berkorelasi positif. Biomassa yang besar akan mempunyai nilai LAI yang tinggi demikian juga sebaliknya^{10,57}.

Hasil penelitian di Segara Anakan menunjukkan bahwa berdasar ciri-ciri geobiofisik dominasi mangrove dengan menggunakan Landsat TM di wilayah studi dapat dikelompokkan tiga zona, yaitu zona *Rhizophora* spp., zona *Brugueira* spp., dan zona campuran dari *Avicennia* spp.-*Sonneratia* spp. Namun, dengan menggunakan data SPOT-XS hanya dapat dibedakan menjadi dua dominasi jenis mangrove, yaitu zona campuran *Rhizophora* spp.-*Bruguiera* spp., dan campuran *Avicennia* spp.-*Sonneratia* spp.^{10,55,57}.

Dari model-model estimasi biomassa dan LAI mangrove yang diuji, berdasarkan karakteristik respons spektral dan indeks vegetasi menunjukkan bahwa Landsat 5/TM mempunyai hubungan lebih signifikan daripada SPOT XS^{9,10,55}. Model deteksi keberadaan, kerapatan, dan zonasi mangrove berbasis data penginderaan jauh optik dijelaskan pada Gambar 6.

3.4 Model-4 Pemantauan Laju Kerusakan Lahan Mangrove

Penentuan laju kerusakan lahan mangrove berbasis data penginderaan jauh optik didekati dengan analisis multitemporal tahunan. Tahapan model dimulai dengan menggunakan Citra Mangrove Level-4 yang diperoleh dari pengolahan yang dijelaskan pada butir 3.2 untuk citra dengan waktu perekaman yang berbeda tahun. Penggunaan citra multitemporal tahunan dipilih

untuk mengetahui pola perubahan atau pola kerusakan dengan lebih jelas, daripada dengan multitemporal yang lebih pendek waktunya^{21,58}.

Informasi utama yang didapatkan dari analisis data satelit dengan klasifikasi terbimbing adalah jenis penutup lahan (PL) mangrove dalam beberapa kelas. Analisis NDVI atas citra satelit menghasilkan citra kerapatan kanopi (KK) dalam beberapa kelas. Citra KK yang ditumpang-susunkan dengan citra PL menghasilkan citra tingkat kerapatan kanopi mangrove (KKM) dalam beberapa kelas^{54,59}.

Dengan melakukan pengolahan data secara konvensional, yaitu melakukan tumpang susun citra PL, citra KKM, dan Peta Sistem Lahan dihasilkan Peta Citra Kerusakan Lahan Mangrove Sementara. Survei lapang dilakukan untuk pengecekan Peta Kerusakan Lahan Mangrove Sementara dan pengambilan sampel tanah dan air. Kerja laboratorium dilakukan untuk menganalisis kandungan dan kedalaman pirit (KKP), serta ketahanan tanah terhadap abrasi (KITA). Analisis peta citra kerusakan lahan mangrove sementara yang diolah secara konvensional, dilakukan pembaruan dengan penghitungan kerusakan lahan mangrove berdasar skoring^{21,22,38}.

Penghitungan kerusakan lahan mangrove (KL) dilakukan dengan formula $KL = \text{fungsi [PL, KKM, KKP, KITA]}$. Keempat variabel independen (PL, KKM, KKP, dan KITA) diolah menggunakan formula total nilai skoring (TNS) berdasar sistem skoring yang ditentukan oleh Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan 1998^{21,22}. TNS merupakan total nilai skoring yang menunjukkan tingkat kerusakan lahan mangrove, meliputi nilai 100–200 dikategorikan Rusak Berat, nilai 200–300 Rusak, dan nilai lebih dari 300 Tidak Rusak. Hasil pembaruan model tersebut dilakukan validasi dengan data lapang dan penghitungan

skoring cara konvensional tersebut, menghasilkan akurasi lebih baik. Peta kerusakan lahan mangrove hasil pembaruan model digunakan untuk memperbaiki informasi statistik luas mangrove di Indonesia^{21,22,38}. Secara diagram, Model Pemantauan Laju Kerusakan Lahan Mangrove ditunjukkan pada Gambar 7.

3.5 Model-5 Penyediaan ARD Penginderaan Jauh Optik

ARD merupakan konsep terbaru di dunia yang memberikan akses *online* data penginderaan jauh resolusi spasial, temporal, dan spektral tertentu secara gratis^{8,51}. Konsep tersebut memberikan efisiensi kepada pengguna data penginderaan jauh dalam pra-pengolahan yang diperlukan. ARD merupakan data satelit yang telah diolah untuk memenuhi persyaratan dan diatur ke dalam format yang memungkinkan analisis langsung dengan upaya tambahan minimum oleh pengguna, dan memiliki interoperabilitas yang baik terhadap waktu dan kumpulan atau mosaik data lainnya. Data dalam ARD telah dilakukan koreksi radiometrik dan koreksi geometrik, serta dilakukan proses pengubinan (*tiling*) sesuai dengan indeks data penginderaan jauh global^{11,12,51}. Dengan proses ARD tersebut diperoleh data mosaik bebas awan lebih cepat daripada pengolahan secara konvensional yang memerlukan waktu 2–3 tahun.

Beberapa langkah pengembangan terus dilakukan karena masih terdapat kendala kesempurnaan ARD, seperti i) volume ARD masih sama atau bahkan lebih besar dari data aslinya; ii) variabilitas spasial dan temporal dalam ketersediaan data dan ketidaklengkapan sebagian karena awan, orbit akuisisi, dan skenario observasi, yang masih memerlukan algoritma khusus untuk terus dikembangkan. Oleh karena itu, pengembangan algoritma MTB merupakan langkah penting dan strategis dalam implementasi konsep ARD di Indonesia agar data penginderaan

jauh optik benar-benar siap pakai bagi pengguna, khususnya untuk pemantauan mangrove^{12,51,60}.

United States Geological Survey (USGS)-Landsat telah mulai menyediakan ARD data Landsat sebagai produk koleksi-1 sejak 2016. Rilis produk Landsat koleksi-2 pada Desember 2020. Beberapa negara Eropa dan Jepang telah mengolah sebagian data yang diakuisisi dengan menggunakan konsep ARD untuk keperluan pengguna masing-masing. Indonesia melalui OR PA BRIN perlu mempertimbangkan implementasi konsep tersebut untuk meningkatkan layanan prima terhadap pengguna. Hal tersebut sejalan dengan amanat Undang-undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan, bahwa OR PA (LAPAN), BRIN wajib menyelenggarakan penyimpanan dan pendistribusian data melalui bank data penginderaan jauh nasional sebagai simpul jaringan data penginderaan jauh dalam sistem jaringan data spasial nasional²⁷. Guna mendukung pemantauan mangrove berbasis data penginderaan jauh optik, ARD yang dikembangkan dengan penyempurnaan pengembangan algoritma tutupan awan MTB akan menjadi solusi yang baik dan efisien^{11,12,50}.

IV. IMPLEMENTASI MODEL PEMANTAUAN MANGROVE YANG EFISIEN DI INDONESIA

Berbagai penelitian mangrove menggunakan data penginderaan jauh, baik optik maupun SAR, dengan pengolahan data secara konvensional hingga menggunakan *machine learning*, yang dilakukan selama ini semakin jelas dan terarah. Keterarahan terlihat dengan adanya komunikasi yang terbangun antarkomunitas penyedia data penginderaan jauh untuk membuat suatu standar yang berlaku global^{4,8,45}.

Dengan berbagai dinamika global dan nasional yang terjadi, peluang dan tantangan dalam implementasi model pemantauan mangrove yang dapat diterapkan secara berkesinambungan dengan akurasi yang terpercaya, terutama untuk di tingkat nasional, perlu memperhatikan hal-hal berikut. Pertama, definisi baku atas istilah mangrove dalam penggunaan data penginderaan jauh optik^{2,3}. Kedua, skema klasifikasi baku. Ketiga, metode pengolahan data standar yang memperhatikan pengaruh musim dan regionalisasi. Keempat, penilaian akurasi yang transparan. Kelima, penelitian lebih lanjut tentang penggunaan data secara sinergis dan komplemen karena banyak data penginderaan jauh yang menjanjikan untuk penelitian mangrove, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal.

Standardisasi kelima hal tersebut akan memudahkan implementasi model pemantauan mangrove yang efisien, baik secara nasional maupun regional, menurut karakteristik wilayah^{1,2}. Tahap awal standardisasi dapat dilakukan dengan menyediakan ARD untuk membuat citra mosaik bebas awan (MBA). Implementasi MBA untuk pemantauan mangrove berbasis data penginderaan jauh optik secara digital lebih efisien dibanding dengan cara konvensional yang mengedepankan interpretasi

visual, interpretasi berbasis *scene*, dan justifikasi pakar^{20,23}. Efisiensi tersebut diperoleh dari pengalaman dalam mengolah data penginderaan jauh optik sebanyak 10 *scene* untuk pemantauan mangrove dengan menggunakan Model-2, Model-3, dan Model-4 yang memerlukan waktu sekitar 7 hari, dibanding dengan mengolah data yang sama dengan menggunakan Model-1 yang memerlukan waktu hanya 1 hari.

Hasil temuan sebagian telah diimplementasikan dalam pemetaan mangrove yang dilaksanakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), dan dilaporkan dalam Sistem Pemantauan Hutan Nasional (Simontana)⁶¹. Simontana dan Kelompok Kerja Mangrove Nasional mendapatkan masukan citra mosaik tahunan implementasi model MBA secara rutin oleh OR PA BRIN (LAPAN). Temuan ini menjadi salah satu bagian masukan dalam proses pengolahan data. Selain itu, dalam Web-GIS hasil kerja sama IPB-LAPAN-Ecometrica, dengan pendanaan dari *United Kingdom Space Agency* (UKSA), salah satunya telah diimplementasikan model MBA untuk data Landsat.

Di sisi lain, salah satu implementasi model MBA telah diajukan sebagai Hak Cipta *Software* Pengolahan Data Citra Multitemporal Landsat-8 Versi 2.0 Pembuatan citra *mosaic tile-based* (MTB) dengan nomor EC00202045661 tanggal 2 November 2020. Pengembangan dari MBA yang dilakukan oleh Tim Periset OR PA BRIN dan IPB telah tercatat sebagai *Patent Registered* dengan nomor S00202-106657, dan sedang dalam proses *Patent Granted* di Ditjen HAKI, Kementerian Hukum dan HAM. Sementara itu, dalam pengembangan ARD sebagai bagian dari model MBA, juga sedang dalam proses pengembangan kerja-

sama antara OR PA BRIN, *World Resources Institute* (WRI), dan Universitas Gadjah Mada.

Pada masa depan, data terkait semakin mudah diakses publik, riset pengolahan data semakin terarah, berbagai model pengolahan data untuk pemantauan mangrove semakin berkembang. Dengan perkembangan mahadata yang sangat dinamis, implementasi model MBA semakin meningkatkan efisiensi pengolahan data penginderaan jauh optik^{11,24}.

Dengan demikian, implementasi MBA dapat berkontribusi signifikan dalam peningkatan kualitas data mangrove nasional. Hal tersebut sekaligus bermakna menjalankan bagian dari strategi nasional pengelolaan ekosistem mangrove (SNPEM), khususnya melaksanakan misi SNPEM²⁹, yaitu “konservasi dan rehabilitasi ekosistem mangrove pada kawasan lindung dan budi daya”. Selain itu, implementasi MBA berarti sekaligus menjalankan arah kebijakan SNPEM⁶² terkait “pengendalian pemanfaatan dan konservasi ekosistem mangrove dengan prinsip kelestarian”. Hal tersebut juga berarti menjalankan arah kebijakan SNPEM²⁹ butir delapan, yakni “pengembangan riset, iptek dan sistem informasi yang diperlukan untuk memperkuat pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan”²⁹.

Upaya tersebut merupakan bagian tak terpisahkan dari implementasi undang-undang Nomor 19 Tahun 2004 tentang Kehutanan⁶³, Undang-undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup⁶⁴, Undang-undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan²⁷, Undang-undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial⁶⁵, dengan Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Kebijakan Satu Peta^{26,44}.

Sebagai bagian dari OR PA BRIN, telah diupayakan agar temuan algoritma MTB bagian dari MBA dapat diimplementa-

sikan dalam sistem pengolahan data untuk memenuhi tuntutan layanan pengguna^{27,64,66}. Implementasi MBA semakin sempurna apabila ke depan diintegrasikan dengan implementasi ARD. Hasil implementasi gabungan keduanya dapat menjadi bagian perbaikan layanan kualitas data melalui Sistem Pemantauan Bumi Nasional (SPBN).

V. KESIMPULAN

Perkembangan teknologi pengolahan data berpengaruh positif dalam mendukung pemantauan mangrove. Pengolahan data penginderaan jauh berorientasi pada peningkatan tepat mutu dan tepat waktu layanan kepada pengguna. Model MBA merupakan bagian penting dari upaya tepat mutu dan tepat waktu dimaksud. Temuan berupa algoritma MTB yang merupakan bagian dari MBA dapat menyelesaikan masalah ketertutupan awan pada data penginderaan jauh optik, terutama untuk wilayah pesisir sekitar khatulistiwa yang sering tertutup awan.

Algoritma MTB merupakan bagian dari upaya untuk mewujudkan data penginderaan jauh optik bebas awan. Algoritma tersebut dapat secara langsung diterapkan dalam pengolahan data pra-pengolahan. Implementasi model tersebut memberikan peningkatan kualitas citra dari tutupan awan karena wilayah pada citra yang tertutup awan akan digantikan dengan citra yang tidak mengandung awan dari citra multitemporal. Hasilnya berupa citra mosaik bebas awan tahunan.

Perpaduan model MBA dan proses penyiapan ARD meningkatkan efisiensi proses pengolahan data bagi pengguna. Untuk itu, implementasi algoritma MTB sebagai bagian dari model MBA direkomendasikan untuk diterapkan dalam pra-pengolahan data penginderaan jauh di OR PA BRIN. Mengingat BRIN sebagai satu-satunya institusi di Indonesia yang diberi kewenangan mengakuisisi data satelit penginderaan jauh, dan BRIN mempunyai tugas memberikan layanan prima kepada pengguna data, maka model MBA dapat menjadi bagian Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Optik.

VI. PENUTUP

Indonesia terbentang di khatulistiwa dengan wilayah pesisir yang luas, terekam dalam data penginderaan jauh optik dengan waktu pengulangan yang sering, tetapi ketersediaan data bebas awan relatif jarang. Sementara itu, kebutuhan data penginderaan jauh untuk berbagai kepentingan, baik untuk pengelolaan sumber daya alam, pengendalian kebencanaan, maupun pemantauan kebakaran hutan, termasuk pemantauan mangrove, semakin meningkat.

OR PA BRIN, sebagai institusi bagian dari Kelompok Kerja Satu Peta Mangrove Nasional, bersama institusi KLHK, BIG, KKP, BRGM, Kemenko Marves, dan pemerintah daerah berperan aktif dalam penyusunan *Roadmap* Rehabilitasi Mangrove 2021–2024. *Roadmap* tersebut disusun sebagai pedoman dan arah kegiatan rehabilitasi mangrove kepada para pihak terkait. Arah program tersebut tertuang dalam Permenko Perekonomian Nomor 4 Tahun 2017 tentang Kebijakan Strategi, dan Program yang bertujuan melaksanakan pemantauan dan rehabilitasi mangrove. Program tersebut merupakan bentuk upaya pemulihan ekosistem mangrove. Sasaran wilayah mangrove yang dibangun dan direhabilitasi adalah seluas 620 ribu hektare dalam jangka waktu 2021–2024.

Guna meningkatkan kualitas data mangrove nasional, direkomendasikan untuk menerapkan teknologi pemantauan mangrove yang efisien berbasis data penginderaan jauh optik, dengan memperhatikan musim dan karakteristik wilayah geografis, serta sebaran kepulauan di Indonesia. Ditemukannya algoritma MTB bagian dari MBA, didukung berkembangnya sumber daya, menjadi tantangan bagi periset untuk meningkatkan kecepatan layanan pengguna dalam hal pengolahan data penginderaan jauh, termasuk untuk pemenuhan Kebijakan Satu Peta Mangrove Nasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Majelis Pengukuhan dan hadirin yang berbahagia,

Pada akhir pidato pengukuhan ini, perkenankanlah saya mengucapkan syukur *Alhamdulillah Robbil'alamiin*, hanya dengan ridho-Nya, saya bisa menyampaikan Orasi Profesor Riset ini.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. H. Joko Widodo atas penetapan sebagai Peneliti Ahli Utama. Ucapan terima kasih juga kepada Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional, Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.; kepada Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Bambang Subiyanto, M.Agr.; dan kepada Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Gadis Sri Haryani, yang telah memberikan kepercayaan dan kesempatan kepada saya untuk ditetapkan sebagai Profesor Riset. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah, Prof. Dr. Thomas Djamaludin, M.Sc.; Prof. Dr. Wikanti Asriningrum, M.Si.; dan Prof. Dr. Lilik Budi Prasetyo, M.Sc. Ucapan terima kasih kepada Panitia Pelaksana Pengukuhan Profesor Riset, atas jerih payah dan dukungannya dalam menyelenggarakan acara Pengukuhan Peneliti Utama BRIN sebagai Profesor Riset pada hari ini.

Pada kesempatan ini saya juga mengucapkan terima kasih kepada Plt. Organisasi Riset Penerbangan dan Antariksa (ORPA), Prof. Dr. Erna Sri Adiningsih, M.Si.; Tim Penelaah internal, Prof. Dr. Ir. Eddy Hermawan, M.Sc. dan Prof. Dr. Ir. Dony Kushardono, M.Eng.; Deputi Bidang Penginderaan Jauh 2014–2021, Dr. Orbita Roswintiarti, M.Sc.; Kapustekdata 2014–2021, Ir. Dedi Irawadi; dan Plt. Kapustekdata, Dr. Rahmat Arief, Dipl. Ing. atas kesempatan dan dukungannya.

Perjalanan panjang ini tentu tidak bisa saya lalui tanpa peran dan jasa para guru saya, terutama pembimbing dan guru

yang baik hati di Jepang, Prof. Dr. Teitaro Kitamura (alm.), Prof. Dr. Shintaro Kobayashi; kolega dan senior yang selalu membantu di Laboratorium serta pembimbing doktoral, Prof. Drs. Projo Danoedoro M.Sc., Ph.D. dan Prof. Dr. Hartono DEA, DESS (alm.); para guru dan senior yang selalu menasihati dan membimbing saya, Ir. Mahdi Kartasmita, M.S., Ph.D., Drs. Bambang S. Tejasukmana Dipl.Ing., Ir. Nurhidayat, Dipl.Ing., Dr. Bidawi Hasyim, M.Si., Prof. Zalbawi Soejoeti S.F.(alm.), serta rekan-rekan yang telah banyak memberikan perhatian, saran, masukan, dan kesempatan kepada saya untuk mengembangkan diri. Kolega Dr. Kustiyo, M.Si. dan teman-teman baik di kampus Pekayon termasuk yang telah membantu dalam penulisan naskah ini, saya sampaikan terima kasih dan penghargaan tinggi.

Kepada para hadirin tamu undangan, juga semua pihak yang turut berperan dalam mengantarkan saya sampai pada kondisi hari ini, namun tidak dapat saya sebutkan satu per satu, dengan tulus saya ucapkan terima kasih.

Kepada keluarga, almh. ibunda Sitti Mukarromah dan ayahanda alm. H. Saleh Rozi, yang telah membesarkan dan mendidik, dan selalu mendoakan saya. Kepada suami saya, Dr. H. Muh. Dimiyati, M.Sc.; ayah mertua, alm. Drs. H. Muh. Markum; ibu mertua, Hj. Sri Pudjiati; anak, menantu, cucu, kakak, adik, keponakan, yang telah mendukung dan menyayangi selama ini, saya ucapkan terima kasih tak terkira.

Terakhir, saya ucapkan mohon maaf apabila ada kekurangan dan kekeliruan dalam penyajian dan penyampaian materi ini. Semoga Allah Swt. senantiasa memberikan bimbingan, perlindungan, dan ampunan bagi kita semua.

Aamiin ya Robbalalamiin. Wabilahi taufik wal hidayah.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wa barakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Blasco F, Saenger P, Janodet E. Mangroves as indicators of coastal change. *Catena*. 1996; 27(3–4): 167–178.
2. Thakur S, Mondal I, Ghosh PB, Das P, De TK. A review of the application of multispectral remote sensing in the study of mangrove ecosystems with special emphasis on image processing techniques. *Spat Inf Res*. 2019; 28(1): 39–51.
3. Sun YG, Zhao DZ, Guo WY, Gao Y, Su X, Wei BQ. A review on the application of remote sensing in mangrove ecosystem monitoring. *Shengtai Xuebao/Acta Ecol Sin*. 2013; 33(15): 4523–4538.
4. 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). *Global Ecology and Biogeography*. 2016; 25(6): 729–738.
5. F.A.O. Mangrove management in Thailand, Malaysia, and Indonesia. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1985. (Environment and Energy Paper).
6. Spalding M, Kainuma M, Collins L. World atlas of mangroves. *Hum Ecol*. 2010; 39: 107–1109.
7. Giri C, Long J, Abbas S, Murali RM, Qamer FM, Pengra B, Thau, D. Distribution and dynamics of mangrove forests of South Asia. *Journal of Environmental Management*; 2014: 1–11.
8. Giri C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland T, Masek J, Duke N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*; 2011. 20(1): 154–159.
9. Januardi MF, **Dewanti R**. Pembuatan Model estimasi biomassa mangrove menggunakan data Landsat-TM (Studi kasus di Areal HPH PT Bina Lestari, Indragiri Hilir, Riau). *Prosiding Seminar VI Ekosistem Mangrove*. 1998; VI(76): 163–178.

10. Budi C, Kusmana C, Rosalina U, **Dewanti R**. Model penduga biomassa dan indeks luas daun vegetasi mangrove menggunakan data Landsat-TM dan SPOT-XS di Segara Anakan, Cilacap. *Ma-jalah LAPAN*. 2000: 45–56.
11. **Dewanti R**. Pengembangan Model citra mosaik tahunan *tile-based mosaic* (TBM) Landsat-8 OLI dan evaluasinya untuk klasifikasi liputan lahan (Studi kasus Sumatera bagian tengah) Universitas Gadjah Mada; 2019. Disertasi.
12. **Dewanti R**, Danoedoro P, Hartono, Kustiyo. A minimum cloud cover mosaic image model of the Operational Land Imager Land-sat-8 multitemporal data using tile based. *Int J Elec Com Eng*. 2018; 8(1): 360–371.
13. Trisakti B, Hasyim B, **Dewanti R**, Hartuti M, Winarso G. Tekno-logi penginderaan jauh dalam pengelolaan wilayah pesisir dan lautan. Jakarta: LAPAN; 2003: 1–109.
14. Rahadian A, Prasetyo LB, Setiawan Y, Wikantika K. Tinjauan historis data dan informasi luas mangrove Indonesia. *Media Kon-serv*. 2019; 24(2): 163–178.
15. Kuenzer C, Bluemel A, Gebhardt S, Quoc TV, Dech S. Remote sensing of mangrove ecosystems: A review. Vol. 3, *Remote Sensing*. 2011: 878–928.
16. **Dewanti R**. Pengamatan kondisi mangrove di Kawasan Taman Nasional Ujung Kulon, Jawa Barat antara tahun 1995 dan 1998. *Seminar Kelautan*. Jakarta; 2000.
17. **Dewanti R**. Pemilihan filter terbaik untuk data RADARSAT pada kawasan mangrove, studi kasus di Benoa, Bali. *Final Workshop Adro 630 BPPT-CCRS*. Jakarta: BPPT-CCRS; 2000.
18. **Dewanti R**. Pengembangan model pengolahan data inderaja radar SAR untuk pemantauan hutan mangrove: identifikasi hutan mangrove menggunakan data inderaja radar (ERS, JERS, dan RADARSAT) di Bali Selatan dan Segara Anakan Jawa Tengah. *Prosiding penelitian pemanfaatan pengolahan penginderaan jauh satelit*. Jakarta; 1998.

19. Ilman M, Dargusch P, Dart P, Onrizal. A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land use policy*. 2016; 54: 448–459.
20. Bakosurtanal. Peta mangrove Indonesia. Bogor: Pusat Survei Sumberdaya Alam Laut; 2009.
21. **Dewanti R**. Pembaharuan metode identifikasi kerusakan hutan mangrove menggunakan data inderaja dan SIG. Prosiding Seminar VI Ekosistem Mangrove. Pekanbaru: Panitia Program MAB Indonesia-LIPI; 1998: 194–200.
22. Budhiman S, **Dewanti R**, Kusmana C, Puspaningsih N. Kerusakan hutan mangrove di Pulau Lombok menggunakan data Landsat-TM dan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Warta LAPAN*; 2001. (September 2015):12.
23. **Dewanti R**, Gantini T, Utaminingsih S, Kusmana C. Pemanfaatan data Landsat MSS dan TM untuk studi pemantauan luasan dan zonasi mangrove (bakau) di Segara Anakan, Jawa Tengah tahun 1984 sampai 1994. *Majalah LAPAN*; 1998.
24. **Dewanti R**, Danoedoro P, Hartono H, Kustiyo K, Dimiyati M. Digital interpretability of annual tile-based mosaic of Landsat-8 OLI for Time-series land cover analysis in the central part of Sumatra. *Indonesian Journal of Geography*. 2018; 50(2): 168.
25. Republik Indonesia. Undang-undang Nomor 11 Tahun 2019 tentang Sistem nasional ilmu pengetahuan dan teknologi. 2019.
26. Republik Indonesia. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 tentang perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1:50.000; 2021.
27. Republik Indonesia. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan. 2013.
28. Pramuji. *Mangrove di Indonesia*. 1st ed. Bogor: LIPI Indonesia; 2017.
29. Republik Indonesia. Peraturan Menteri Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2017 tentang

Kebijakan, strategi, program, dan indikator kinerja pengelolaan ekosistem mangrove nasional. 2017: 1–47.

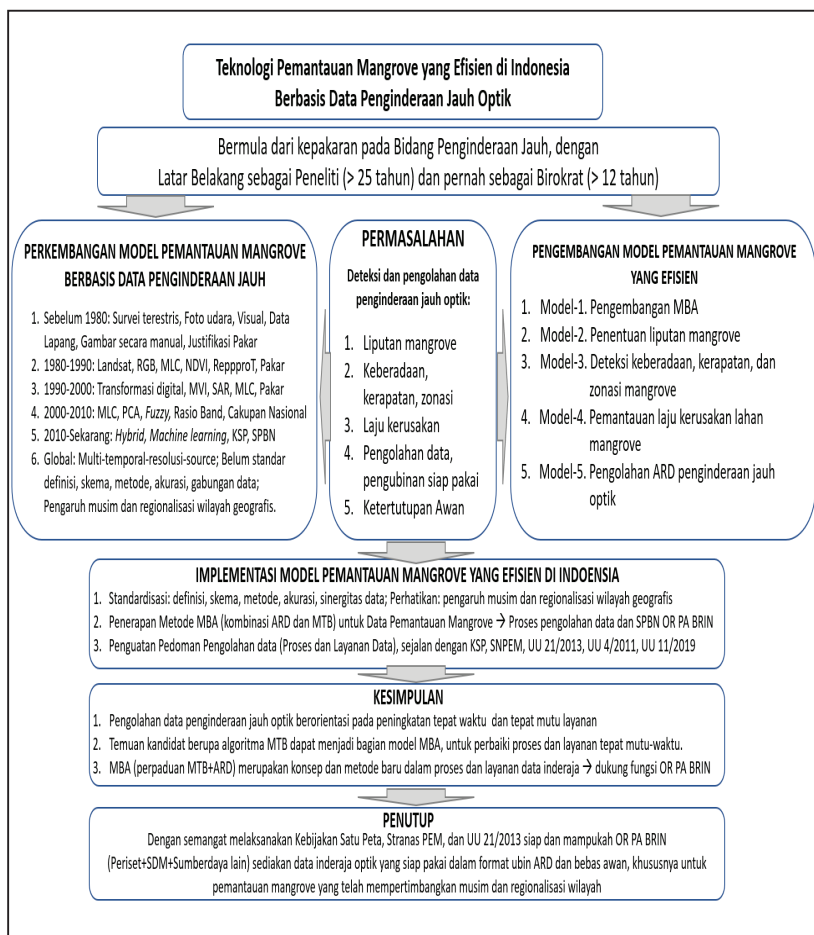
30. Ikawati Y, Setiawati DR. Survei dan pemetaan Nusantara. Kresnawati DK, Munajati SL, Christianto A, eds. Jakarta: Bakosurtanal; 2009.
31. **Dewanti R**. Pemanfaatan data inderaja satelit multitemporal untuk mangrove di Segara Anakan, Jawa Tengah. Peringatan Tahun Bahari Internasional 1998. Cilacap; 1998. 4–7.
32. Giesen W. Indonesia's mangrove: an update on remaining area and main management issues. Int Semin Coast Zone Manag Small Island Ecosyst; 1993 (January):10.
33. Dimiyati M, Hartono, Soemarto I, **Dewanti R**. GIS Applications for agro-environmental issues in developing regions education and training in the field of geographic information systems in Indonesia. The 6th JIRCAS International symposium 1999-09-07- GIS applications for agro-environmental issues in developing regions. 183–188.
34. **Dewanti R**, Hasyim B, Siregar V, Jayawirya Y. Distribution of mangrove forest and its density in south bali: an assessment of high resolution satellite data. Proceedings of the Indonesian Remote Sensing Society. Jakarta: MAPIN; 1995.
35. **Dewanti R**. Perubahan fisik lingkungan di wilayah pesisir segara anakan, jawa tengah menggunakan data satelit. konvensi nasional pembangunan benua maritim Indonesia. Makassar: BPPT; 1996.
36. **Dewanti R**. Pemantauan ekosistem hutan mangrove Muara Angke Jakarta tahun 1984–1995. Warta Inderaja. Jakarta: MAPIN; 1997.
37. Maulana T, **Dewanti R**, Budhiman S. Perubahan Hutan mangrove di Karawang, Segara Anakan, Lampung Timur, dan Pulau Tibi. Majalah LAPAN; 1999: 63–71.
38. Budhiman S, **Dewanti R**, Kusmana C. Application of Landsat-TM data and Geographic Information Systems for inventorying the degradation of mangrove forest in East Kalimantan Province. Proceedings of Remote Sensing and Ocean Science for Marine

- Resources Exploration and Environment. Bali: PORSEC; 2002: 791–796.
39. **Dewanti R**, Maulana T, Budhiman S, Zainuddin F, Munyati. Kondisi hutan mangrove di Kalimantan Timur, Sumatra, Jawa, Bali dan Maluku. *Majalah LAPAN*; 1999: 29–43.
 40. **Dewanti R**, Dirgahayu D, Arhatin R. Studi berbagai filter kernel pada Citra SAR ERS, JERS, dan RADARSAT untuk kawasan hutan mangrove. Jakarta; 1998.
 41. Widyastuti A, Siregar V, **Dewanti R**. Back propagation neural network classification method. Case study mangrove forest mapping in Segara Anakan; 2002: 43–57.
 42. Shofiyati R, **Dewanti R**, Kristijono A, Wahyunto. Tsunami effect in Nanggroe Aceh Darussalam and North Sumatra Provinces, Indonesia. *Asian Journal of Geoinformatics*. 2007; 5(3): 100–10.
 43. Danoedoro P. Penginderaan Jauh untuk inventarisasi mangrove: potensi, keterbatasan dan kebutuhan data. Prosiding Workshop “Sinergi survei dan pemetaan nasional dalam mendukung pengelolaan mangrove berkelanjutan.” Bogor: Bakosurtanal; 2009: 98–113.
 44. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Peraturan Menteri KLHK tahun 2016 tentang Jaringan informasi geospasial lingkup Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta: Kemenkum HAM RI; 2016.
 45. Dawod AY, Sharafuddin MA. Assessing mangrove deforestation using pixel-based image: a machine learning approach. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. 2021; 10(6): 3178–3190.
 46. Kushardono D, **Dewanti R**. Pemetaan kebutuhan sensor optik satelit penginderaan jauh di Indonesia. *Majalah Inderaja*. 2016: 20–27.
 47. Roswintiarti O, **Dewanti R**, Furby S, Wallace J. The Remote sensing monitoring program of Indonesia’s National Carbon Accounting System: Methodology and products, version 1. Jakarta; 2014.

48. Kustiyo, Roswintiarti O, Tjahjaningsih A, **Dewanti R**, Furby S, Wallace J. Annual forest monitoring as part of the Indonesia's National Carbon Accounting System. *Int Arch Photogramm Remote Sensing Spatial Inf Sci-ISPRS Arch.* 2015; 40(7W3): 441–8.
49. Kustiyo, **Dewanti R**, Sari IL. Pengembangan metode koreksi radiometrik citra SPOT 4 multi-spektral dan multi-temporal untuk mosaik citra. *Seminar nasional penginderaan jauh*; 2014: 79–87.
50. **Dewanti R**, Arief M, Maulana T. Degradasi tingkat kerapatan kanopi mangrove di Delta Brantas menggunakan analisis NDVI data Landsat multitemporal. *Warta Inderaja. MAPIN/ISRS.* 1998. 11(2).
51. Frantz D. FORCE-Landsat + Sentinel-2 analysis ready data and beyond. *Remote sens. MDPI.* 2019; 11: 1124. 1–21.
52. Dimiyati M, **Dewanti R**, Kustiyo, Danoedoro P, Hartono. Interpretability evaluation of annual mosaic image of MTB model for land cover changes analysis. *Telkomnika Telecommunication Comput Electron Control.* 2018; 16(3): 934–945.
53. Dimiyati M, Kustiyo, **Dewanti R**. Paddy field classification with MODIS-terra multi-temporal image transformation using phenological approach in Java Island. *Int J Electr Comput Eng.* 2019; 9(2): 1346.
54. **Dewanti R**. Mangrove cover changes in Bekasi-Karawang coastal area, West Java from 1990 to 1993 using multitemporal remote sensing data. *Master Thesis. Tropical Agriculture Div., Fac. of Agriculture, Kyoto University.* 1995.
55. Haryadi, **Dewanti R**, Tejasukmana BS. Pengembangan algoritma penduga kerapatan vegetasi mangrove menggunakan data Landsat-TM, Studi kasus Segara Anakan, Jawa Tengah. *Majalah LAPAN*; 2000: 47–60.
56. Kusmana C. Management of mangrove ecosystem in Indonesia. *JPSL.* 2011; 1(2): 152–157.
57. **Dewanti R**. Pemanfaatan data penginderaan jauh multitemporal untuk pemantauan wilayah pesisir. *Majalah LAPAN*; 1988.

58. Budhiman S, **Dewanti R**. Pemanfaatan data Landsat-TM multi-temporal untuk mendeteksi perubahan mangrove di Subang, Jawa Barat. Prosiding Seminar VI Ekosistem Mangrove. Pekanbaru: Kontribusi MAB Indonesia; 1998: 179–194.
59. **Dewanti R**. The Changes of land use/cover in relation with population and wood consumption in Bekasi-Karawang coastal area, West Java from 1990 to 1995 using geographic information systems (GIS). Seminar Peranan Informasi Geografis dalam menghadapi Millenium III. Jakarta: FMIPA UI; 1999.
60. USGS. US Landsat analysis ready data. USGS-Landsat missions; 2017.
61. Margono B.A. Sistem Monitoring Hutan Nasional (Simontana). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan; 2020.
62. Republik Indonesia. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove; 2012.
63. Republik Indonesia. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2004 tentang Perubahan atas Undang-undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan; 2004.
64. Republik Indonesia. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup; 2009.
65. Republik Indonesia. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial; 2011.
66. Rafikasari A, Susanti D. Nilai ekonomi data dan informasi penginderaan jauh sebagai wujud pelaksanaan visi keantariksaan di Indonesia. Seminar Nasional Kebijakan Penerbangan dan Antariksa III (SINAS KPA-III) 2018.

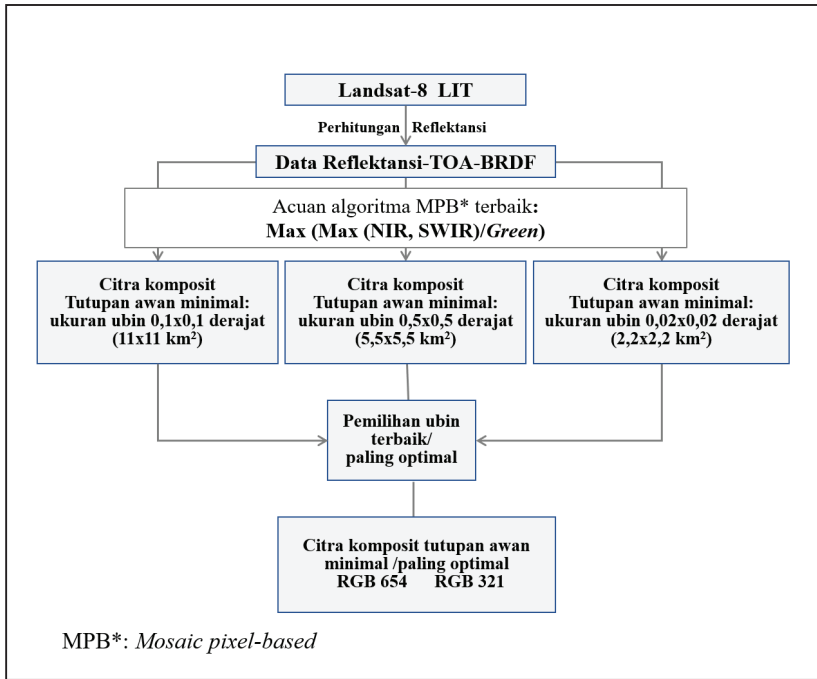
LAMPIRAN



Sumber: Dewanti (2021)

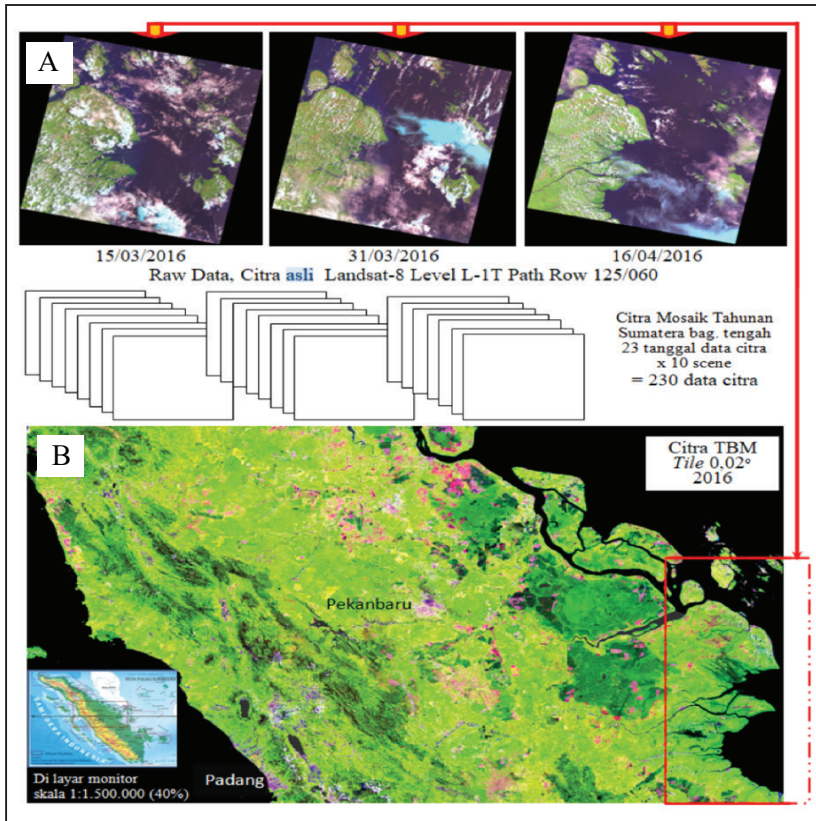
Gambar 1. Diagram Alir Kerangka Pikir Orasi

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Dewanti (2018)¹²

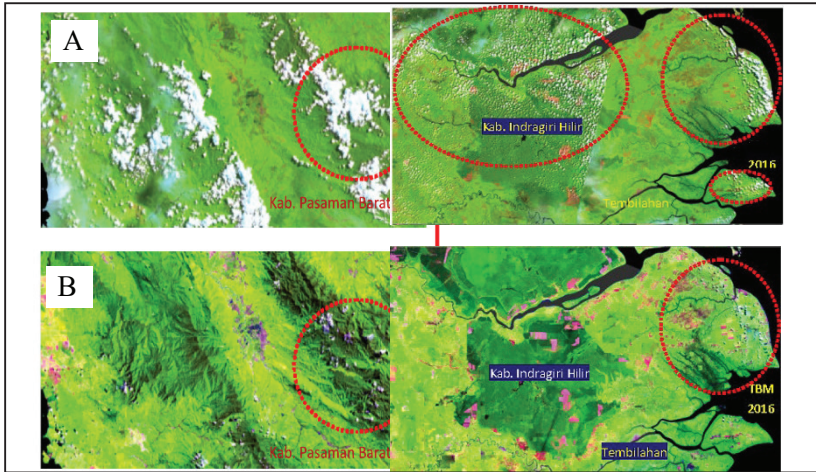
Gambar 2. Model-1: Model MBA *Mosaic Tile Based* (MTB) Berbasis Landsat 8/OLI



Ket.: A) Sebelum Diolah B) Sesudah Diolah dengan Algoritma MTB Ubin Ukuran 0,02°

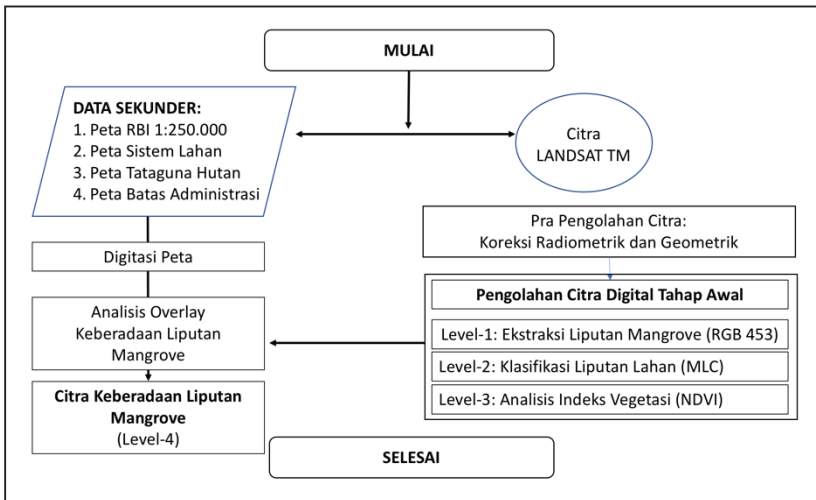
Sumber: Dewanti (2019)¹²

Gambar 3. Perbandingan Kondisi Awan Citra MBA Landsat 8/OLI Tahun 2016 Wilayah Sumatra Bagian Tengah



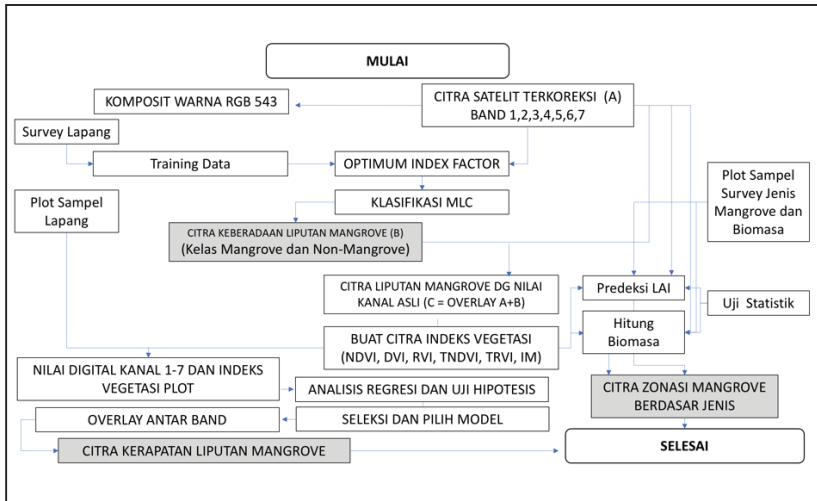
Ket.: A) Sebelum Diproses B) Sesudah Diproses dengan Algoritma MTB Ubin Ukuran 0,02°
 Sumber: Dewanti (2019)¹²

Gambar 4. Perbandingan Kondisi Awan Citra MBA Tahun 2016 Wilayah Pasaman Barat, Sumatra Barat (kiri) dan Indragiri Hilir, Riau (kanan)



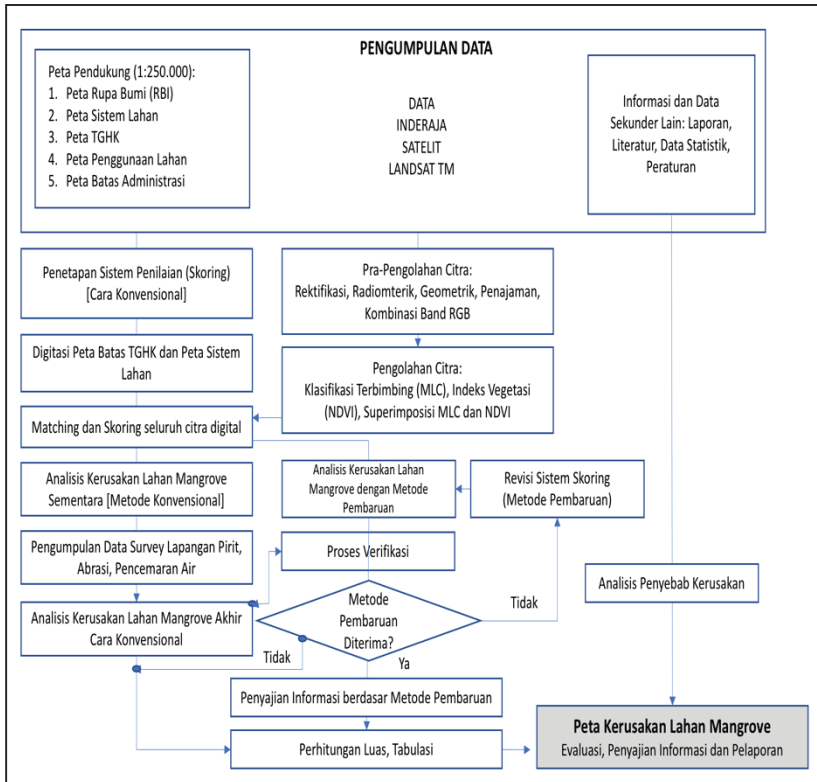
Sumber: Dewanti dkk. (1998)¹⁶

Gambar 5. Model-2: Model Analisis Penentuan Liputan Mangrove Berbasis Landsat 5/TM



Sumber: Dewanti dkk. (2000)^{23,50}

Gambar 6. Model-3: Model Analisis Keberadaan, Kerapatan, dan Zonasi Mangrove Berbasis Landsat 5/TM



Sumber: Dewanti dkk. (2001)²²

Gambar 7. Model-4: Model Pentahapan Analisis Tingkat Kerusakan Lahan Mangrove

Tabel 1. Perkiraan Kecepatan Pengolahan Data Implementasi Teknologi Pemantauan Mangrove Efisien di Indonesia Berbasis Data Penginderaan Jauh Optik

No Model	Tahun Temuan	Kelebihan		Keterangan
		Akurasi	Waktu Pengolahan	
1 Model Pengembangan Citra Mosaik Bebas Awan Data Inderaja optik multitemporal	2019 Data citra mosaik bebas awan (tutupan awan minimal) dengan konsistensi radiometrik, geometrik terjaga, terutama untuk cakupan wilayah luas, Informasi mono dan multitemporal.	$\geq 85\%$	1 hari*) 22 hari**)	Pada citra mosaik tahunan, belum memperhatikan, aspek regionalisasi (karakteristik wilayah mangrove dan musim). Banyaknya parameter tergantung tujuan dan kedetilan informasi.
2 Model penentuan lahan mangrove (citra optik)	1988 Deteksi, identifikasi manual, OIF dan OSD untuk cakupan sempit, informasi monotemporal.	$\geq 85\%$	7 hari*) 157 hari**)	Waktu: relative lama, bantuan peta, expert judgment, wilayah relative sempit. 1 Parameter (Lahan Mangrove)
3 Model deteksi keberadaan, kerapatan dan zonasi, serta perubahan (citra optik)	1995 Deteksi secara digital Comalvi serta berbagai indeks vegetasi lain termasuk Indeks Mangrove (IM), informasi dual/multitemporal.	$\geq 85\%$	7 hari*) 157 hari**)	Konsistensi radiometrik data time series belum diperhatikan, contextual editing (OSD), subjektif. 4 Parameter (keberadaan, kerapatan, zonasi, dan perubahan)
4 Model Monitoring Laju Kerusakan (citra optik)	2001 Deteksi secara digital Comalvi dengan Peta Land System (KJP, KHY, dll), dan per wilayah luas (regional dan nasional), informasi dual/multitemporal.	$\geq 85\%$	7 hari*) 157 hari**)	Masih belum memperhatikan konsistensi radiometrik data time series sehingga masih ada contextual editing (OSD). 1 Parameter (laju kerusakan)
5 Metode Penyediaan ARD Penginderaan Jauh	2018 Data ARD jaminan radiometrik, geometrik, dan tiling terjaga. Informasi monotemporal, memungkinkan multitemporal	$\geq 85\%$	2 hari*) 44 hari **)	Data masih ada tutupan awan, kecuali SAR tapi masih terbatas. Banyaknya parameter tergantung tujuan dan kedetilan informasi.

Sumber: hasil penelitian 1988 sampai dengan 2019

*) studi kasus 10 *scenes*; **) seluruh Indonesia 225 *scenes*

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Buku Nasional

1. **Dewanti R**, Dimiyati M. Remote sensing dan sistem informasi geografis untuk perencanaan. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta; 1998.
2. Roswintiarti O, **Dewanti R**, Furby S, Wallace J. The Remote sensing monitoring program of Indonesia's National Carbon Accounting System: Methodology and products, version 1. Jakarta; 2014.
3. Sugito AN, Widadi I, **Dewanti R**, Dimiyati M. (penyelaras), terjemahan. Sistem perencanaan perkotaan di Jepang. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Ditjen Penataan Ruang. JICA; 2002.
4. **Dewanti R**, Hartuti M, Budhiman S, Drajat S, Sunarsanti A, Dimiyati M. (penyelaras), terjemahan. Perencanaan perdesaan dan pembangunan di Jepang. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Ditjen Penataan Ruang. JICA; 2002.

Bagian dari Buku Internasional

5. Roswintiarti O, **Dewanti R**, Furby S, Wallace J. Executive summary extracted from The Remote sensing monitoring program of Indonesia's National Carbon Accounting System: Methodology and products. Jakarta: LAPAN-IAFCP; 2014: 1–14.
6. Roswintiarti O, **Dewanti R**, Furby S, Wallace J. terjemahan: Ringkasan eksekutif program penginderaan jauh INCAS: Metodologi dan hasil. Jakarta: LAPAN-IAFCP; 2014: 1–16.

Bagian dari Buku Nasional

7. Trisakti B, Hasyim B, **Dewanti R**, Hartuti M, Winarso G. Teknologi penginderaan jauh dalam pengelolaan wilayah pesisir dan lautan. Jakarta: LAPAN; 2003: 1–109.
8. Kushardono D, Haryani NS, **Dewanti R**, Martono DN. Perubahan aliran lahar gunung merapi antara tahun 1991 dan 2001 melalui data satelit penginderaan jauh, dalam **Dewanti dkk.** (ed.), Pemanfaatan data penginderaan jauh dan SIG untuk mitigasi rawan bencana. Jakarta: LAPAN; 2002: 104–114.

Jurnal Internasional

9. Shofiyati R, **Dewanti R**, Kristijono A, Wahyunto. Tsunami effect in Nanggroe Aceh Darussalam and North Sumatra Provinces, Indonesia. *Asian Journal of Geoinformatics*. 2007; 5(3): 100–110.
10. **Dewanti R**, Danoedoro P, Hartono, Kustiyo. A minimum cloud cover mosaic image model of the operational land imager Landsat-8 multitemporal data using tile-based. *Int. J. Electr Comput Eng*. 2018; 8(1): 360–371.
11. Dimiyati M, Kustiyo K, **Dewanti R**. Paddy field classification with MODIS-terra multi-temporal image transformation using phenological approach in Java Island. *Int. J. Electr. Comput Eng*. 2019; 9(2): 1346.
12. **Dewanti R**, Danoedoro P, Hartono H, Kustiyo K, Dimiyati M. Digital interpretability of annual tile-based mosaic of Landsat-8 OLI for time-series land cover analysis in the central part of Sumatra. *Indonesian Journal of Geography*. 2018; 50(2): 168.
13. Dimiyati M, **Dewanti R**, Kustiyo, Danoedoro P, Hartono. Interpretability evaluation of annual mosaic image of MTB model for land cover changes analysis. *Telkomnika (Telecommunication comput electron control)*. 2018; 16(3): 934–945.
14. Widyastuti A, Siregar V, **Dewanti R**. Back Propagation Neural Network Classification Method. Case study Mangrove Forest Mapping in Segara Anakan; 2002: 43–57.

Jurnal Nasional

15. Parwati E, Trisakti B, Carolina I, Kartika T, Harini S, **Dewanti R**. Analisis hubungan penutup/penggunaan lahan dengan total suspended matter (TSM) kawasan perairan Segera Anakan menggunakan data inderaja. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*. 2006; 3(1): 87–97.
16. Budhiman S, **Dewanti R**, Kusmana, Puspaningsih N. Kerusakan hutan mangrove di Pulau Lombok menggunakan data Landsat-TM dan sistem informasi geografis (SIG). *Warta LAPAN*. 2001; 3(4): 12.
17. Kustiyo, **Dewanti R**, Sari IL. Detection of forest fire. smoke source locations in kalimantan during the dry season for the year 2015 using Landsat 8 from the threshold of brightness temperature algoritm. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*. 2015; 12(2): 151–160.
18. Kustiyo, **Dewanti R**, Sari IL. A two-steps radiometric correction of SPOT-4 Multispectral and Multitemporal for Seamless Mosaic in Central Kalimantan. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*. 2014; 11(2): 97–104.
19. Semedi B, **Dewanti R**. Study of short mackerel catch, sea surface temperature, and chlorophyll-a in the Makassar Strait. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*. 2009; 6: 77–84.
20. SambodoAK, Murni A, **Dewanti R**, Kartasasmita M. Polarimetric-SAR classification using fuzzy maximum likelihood estimation clustering with consideration of complementary information based on physical polarimetric parameters, target scattering characteristics, and spatial context. *International Journal Remote Sensing and Earth Science*. 2008; 5: 1–16.
21. Budhiman S, **Dewanti R**. Aplikasi filter lolos atas dan filter lolos bawah dalam penajaman citra SPOT-XS untuk deteksi penyebaran tumpahan minyak di perairan Pulau Batam. *Warta LAPAN*. 2010; (4): 35–42.

22. Budi C, Kusmana C, Rosalina U, **Dewanti R**. Model penduga biomassa dan indeks luas daun vegetasi mangrove menggunakan data Landsat-TM dan SPOT-XS di Segara Anakan, Cilacap. *Majalah LAPAN*; 2000: 45–56.
23. **Dewanti R**, Gantini T, Utaminingsih S, Kusmana C. Pemanfaatan data Landsat MSS dan TM untuk studi pemantauan luasan dan zonasi mangrove (bakau) di Segara Anakan, Jawa Tengah tahun 1984 sampai 1994. *Majalah LAPAN*; 1998.
24. Maulana T, **Dewanti R**, Budhiman S. Perubahan hutan mangrove di Karawang, Segara Anakan, Lampung Timur, dan Pulau Tibi. *Majalah LAPAN*; 1999: 63–71.
25. Budhiman S, **Dewanti R**, Kusmana C, Puspaningsih N. Kerusakan hutan mangrove di Pulau Lombok. *Warta LAPAN*; 2001: 200–210.
26. Budhiman S, **Dewanti R**, Kusmana C. Application of Landsat-TM data and geographic information systems for inventorying the degradation of mangrove forest in East Kalimantan Province. *Proceedings of Remote Sensing and Ocean Science for Marine Resources Exploration and Environment*. Bali: PORSEC; 2002: 791–796.
27. **Dewanti R**. Pemantauan ekosistem hutan mangrove Muara Angke Jakarta tahun 1984–1995. *Warta Inderaja*. Jakarta: MAPIN; 1997.
28. **Dewanti R**, Maulana T, Budhiman S, Zainuddin F, Mulyati. Kondisi hutan mangrove di Kalimantan Timur, Sumatra, Jawa, Bali dan Maluku. *Majalah LAPAN*; 1999: 29–43.
29. Kushardono D, **Dewanti R**. Pemetaan kebutuhan sensor optik satelit penginderaan jauh di Indonesia. *Majalah Inderaja*; 2016: 20–27.
30. **Dewanti R**, Arief M, Maulana T. Degradasi tingkat kerapatan kanopi mangrove di Delta Brantas menggunakan analisis NDVI data Landsat multitemporal. *Warta Inderaja*. MAPIN/ISRS. 1998. 11(2).

31. Haryadi, **Dewanti R**, Tejasukmana BS. Pengembangan algoritma penduga kerapatan vegetasi mangrove menggunakan data Landsat-TM, Studi kasus Segara Anakan, Jawa Tengah. *Majalah LAPAN*; 2000: 47–60.

Prosiding Internasional

32. Kustiyo, Roswintiarti O, Tjahjaningsih A, **Dewanti R**, Furby S, Wallace J. Annual forest monitoring as part of the Indonesia's National Carbon Accounting System. *Int Arch Photogramm Remote Sens. Spat. Inf. Sci.- ISPRS Arch.* 2015; 40(7W3): 441–448.
33. Siwi SE, Rahayu MI, Bramantya RP, Muchsin F, Prabowo Y, Ulfa K, Budiono ME, Hutapea DY, Rangkuti CN, **Dewanti R**. Determination of window image matching size for geometric accuracy test of very high resolution images. *The Fifth International Conference of Indonesian Society for Remote Sensing (ICOIRS) and MAPIN Congres.* Bandung: Itenas; 2019: 17–22.
34. **Dewanti R**, Shofiyati R. Food security monitoring using remote sensing data. *Proceedings of the ICALRD-JIRCAS Workshop on Enhancement of remote sensing and GIS technologies for sustainable utilization of agricultural resources in Indonesia.* Bogor: ICALRD-JIRCAS; 2008: 29–36.
35. Budhiman S, **Dewanti R**, Kusmana C. Application of Landsat-TM data and geographic information systems for inventorying the degradation of mangrove forest in East Kalimantan Province. *Proceedings of Remote Sensing and Ocean Science for Marine Resources Exploration and Environment.* Bali: PORSEC; 2002: 791–796.
36. Dimiyati M, Hartono, Soemarto I, **Dewanti R**. GIS applications for agro-environmental issues in developing regions education and training in the field of geographic information systems in Indonesia. *The 6th JIRCAS International Symposium 1999-09-07- GIS Applications for Agro-Environmental Issues in Developing Regions* 183–188.

37. Kushardono D, **Dewanti R**, Sambodo KA, Arief R, Maryanto A, Suhermanto. User needs of remote sensing data in Indonesia: preliminary study for concept design review of SAR equatorial satellite InaRSSat-1. Proceeding. International Conference of Indonesian Society for Remote Sensing, Yogyakarta; 2016.

Prosiding Nasional

38. **Dewanti R**. Pembaharuan metode identifikasi kerusakan hutan mangrove menggunakan data inderaja dan SIG. Prosiding Seminar VI Ekosistem Mangrove. Pekanbaru: Panitia Program MAB Indonesia-LIPI; 1998: 194–200.
39. Budhiman S, **Dewanti R**. Pemanfaatan data Landsat-TM multitemporal untuk mendeteksi perubahan mangrove di Subang, Jawa Barat. Prosiding Seminar VI Ekosistem Mangrove. Pekanbaru: Kontribusi MAB Indonesia; 1998: 179–194.
40. **Dewanti R**. Pengembangan model pengolahan data inderaja radar SAR untuk pemantauan hutan mangrove: identifikasi hutan mangrove menggunakan data inderaja radar (ERS, JERS, dan RADARSAT) di Bali Selatan dan Segara Anakan Jawa Tengah. Prosiding Penelitian Pemanfaatan Pengolahan Penginderaan Jauh Satelit. Jakarta; 1998.
41. Januardi MF, **Dewanti R**. Pembuatan model estimasi biomassa mangrove menggunakan data Landsat-TM (Studi Kasus di Areal HPH PT Bina Lestari, Indragiri Hilir, Riau). Prosiding Seminar VI Ekosist Mangrove. 1998; VI(76): 163–178.
42. **Dewanti R**. Pemanfaatan data inderaja satelit multitemporal untuk mangrove di Segara Anakan, Jawa Tengah. Peringatan Tahun Bahari Internasional 1998. Cilacap; 1998: 4–7.
43. **Dewanti R**. Perubahan fisik lingkungan di wilayah pesisir Segara Anakan, Jawa Tengah menggunakan data satelit. Konvensi Nasional Pembangunan Benua Maritim Indonesia. Makassar: BPPT; 1996.

44. **Dewanti R**, Hasyim B, Siregar V, Jayawirya YU. Distribution of mangrove forest and its density in south bali: an assessment of high resolution satellite data. Proceedings of the Indonesian Remote Sensing Society. Jakarta: MAPIN; 1995.
45. **Dewanti R**. Pengamatan Kondisi Mangrove di Kawasan Taman Nasional Ujung Kulon, Jawa Barat Antara Tahun 1995 dan 1998. Seminar Kelautan. Jakarta; 2000.
46. **Dewanti R**. The Changes of land use/cover in relation with population and wood consumption in Bekasi-Karawang coastal area, West Java from 1990 to 1995 using geographic information systems (GIS). Seminar Peranan informasi geografis dalam menghadapi Millenium III. Jakarta; FMIPA UI: 1999.
47. Kustiyo, Dewanti **R**, Lolitasari I. Pengembangan metode koreksi radiometrik citra SPOT 4 multi-spektral dan multi-temporal untuk mosaik citra. Seminar Nasional Penginderaan Jauh; 2014: 79–87.
48. Kartasmita M, Hasyim B, Kushardono D, Adiningsih ES, **Dewanti R**, Sambodo KA. (Dewan Penyunting). Prosiding Seminar Penginderaan jauh 2014: Penguatan Kemandirian Melalui Peningkatan Kualitas Penyelenggaraan Penginderaan Jauh untuk Mendukung Pembangunan Nasional. 21 April 2014 IPB International Convention Center Bogor.
49. Sambodo KA, Hasyim B, Kushardono D, Adiningsih ES, Asriningrum W, **Dewanti R**, Harsanugraha WK. (Dewan Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2015: Kemampuan IPTEK dan pemanfaatan penginderaan jauh dalam mendukung kemandirian pemerintah daerah dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan. 11–12 November 2015 IPB International Convention Center Bogor, Indonesia.
50. **Dewanti R**, Parwati E, Arief R, Hartuti M, Soleh M. (Dewan redaksi) Prosiding seminar nasional penginderaan jauh 2016. Penguatan Kemandirian Iptek dan Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Mendukung Pengelolaan Sumber Daya Alam, Lingkungan, dan Mitigasi Bencana, 27 Juli 2016. The Margo Hotel Depok, Indonesia.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. Lestariya AW, Muchsin F, Kustiyo, **Dewanti R**, Maryanto A, Hendayani, Sunarmodo W. SNI. Pengolahan data penginderaan jauh; Koreksi geometrik data optik satelit penginderaan jauh resolusi menengah. SNI 8842:2019. Jakarta: BSN; 2019.
2. **Dewanti R**, Candra DS, Kustiyo, Fadila M, Maryanto A, Prabowo Y, Dianovita. SNI Pengolahan data penginderaan jauh; Koreksi data optik satelit penginderaan jauh. SNI 8940:2020. Jakarta: BSN; 2020.
3. **Dewanti R**, Kustiyo, Pradono KA, Hendayani, Candra DS, Muchsin F dkk. Software pengolahan data citra multitemporal landsat-8 versi 2.0: Pembuatan citra *tile-based mosaic* (TBM). Indonesia; Pencatatan Hak Cipta 000213809; 2020.
4. **Dewanti R**. Mangrove cover changes in Bekasi-Karawang Coastal Area, West Java from 1990 to 1993 Using Multitemporal Remote Sensing Data. Master Thesis. Kyoto: Tropical Agriculture Div., Fac. of Agriculture, Kyoto University; 1995.
5. **Dewanti R**. Pengembangan model citra mosaik tahunan *tile-based mosaic* (TBM) Landsat-8 OLI dan evaluasinya untuk klasifikasi liputan lahan (Studi kasus Sumatera bagian tengah). Disertasi. Universitas Gadjah Mada; 2019.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama	:	Dr. Ratih Dewanti, M.Sc.
Tempat, Tanggal Lahir	:	Yogyakarta, 8 Juli 1960
Anak ke-	:	5 (lima)
Jenis Kelamin	:	Wanita
Nama Ayah Kandung	:	H. Saleh Rozi
Nama Ibu Kandung	:	Sitti Mukaromah
Nama Suami	:	Dr. H. Muhammad Dimiyati, M.Sc.
Jumlah Anak	:	2 (dua) orang
Nama Anak	:	1. Arifata A. Rahmawan, M.B.A. 2. Afiati Arsy Rahmani, B.B.A.
Nama Instansi	:	Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Organisasi Riset Penerbangan dan Antariksa (OR PA)
Judul Orasi	:	Teknologi Pemantauan Mangrove yang Efisien di Indonesia Berbasis Penginderaan Jauh Optik
Bidang Kepakaran	:	Penginderaan Jauh
No. SK Pangkat Terakhir	:	31/K Tahun 2021
No. Keppres Peneliti Ahli Utama	:	3/M Tahun 2022

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Tempat/ Kota/Negara	Tahun Lulus
1.	SD	Muhammadiyah Karangkajen II	Yogyakarta	1972
2.	SMP	SD Pembangunan I (Lanjutan) IKIP	Yogyakarta	1974
3.	SMA	Negeri I IKIP	Yogyakarta	1977
4.	S1	Jurusan Hidrologi, Fak. Geografi, Univ. Gadjah Mada (UGM)	Yogyakarta	1983
5.	S2	Lab. of Reg. Planning, Trop. Agriculture Div., Fac. of Agriculture, Kyoto University	Kyoto, Jepang	1995
6.	S3	Prodi Geografi (Peminatan Penginderaan Jauh), Universitas Gadjah Mada (UGM)	Yogyakarta	2019

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	<i>Short Course on Basics of Remote Sensing</i>	ARRSTC-AIT, Bangkok, Thailand	1985
2.	<i>Short Course on Application of Remote Sensing for Urban Studies</i>	IIRS, Dehradun, India	1987
3.	<i>Industrial Training</i> , sebagai <i>Research Fellow</i> , diawali <i>pra-training</i> Bahasa Jepang 6 bulan pertama di Takushoku University, Tokyo	The Lab, of Regional Planning, Trop. Agriculture Div., Fac. of Agriculture, Kyoto Univ., Japan	1989– 1990

4.	<i>Short course on Image Processing Using Personal Computer</i>	Japan Remote Sensing Assoc/ Restec, Tokyo, Japan	1989
5.	<i>Training on Regional Development for Indonesian Local Govt. Officials</i>	UNCRD Nagoya, Japan	1992
6.	<i>Training on RADARSAT Data Analysis</i>	Canadian Remote Sensing Institute (CRSI), Ottawa, Canada	1997
7.	<i>Research Fellow</i>	The Lab. of Regional Planning, School of Global Environment, Kyoto University, Japan	2002
8.	<i>Training on Space Technology and Remote Sensing Application,</i>	AP-MCSTA/ APSCO, Shanghai-Beijing, China	2003

D. Jabatan Struktural

No.	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1.	Kepala Bidang Pemantauan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PSDAL), Pusat Pengembangan Penginderaan Jauh (Pusbangja)	LAPAN	2001–2004
2.	Kepala Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh (Pusbangja)	LAPAN	2004–2010
3.	Kepala Biro Hubungan Masyarakat dan Kerja Sama Kedirgantaraan (Humasmagan)	LAPAN	2010–2011
4.	Kepala Biro Kerjasama dan Hubungan Masyarakat (KSH)	LAPAN	2011– 2013

E. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Asisten Peneliti Muda III/a	1-9-1986
2.	Asisten Peneliti Madya III/b	1-4-1987
3.	Ajun Peneliti Muda (Peneliti Muda III/c)	1-9-1990
4.	Ajun Peneliti Madya (Peneliti Muda III/d)	1-4-1992
5.	Peneliti Muda (Peneliti Madya IV/a)	1-10-996
6.	Peneliti Madya (Peneliti Madya IV/b)	1-8-2000
7.	Ahli Peneliti Muda (Peneliti Madya IV/c)	1-4-2001
8.	Ahli Peneliti Madya (Peneliti Utama IV/d)	1-7-2004
9.	Peneliti Ahli Utama IV/d	1-8-2013
10.	Peneliti Ahli Utama IV/e	25-10-2020

F. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Ketua Delegasi LAPAN dengan 7 anggota, <i>Technical Visit, Discussion on The Use of Remote Sensing for Precision Farming</i> , Malaysian Center of Remote Sensing (MACRES), Kuala Lumpur, Malaysia	LAPAN-Sekretariat Negara	2004
2.	Peserta/ <i>Presenter Country Report</i>) APRSAF-12 Asia Pacific Regional Space Agency Forum, <i>Annual meeting</i> , MEXT-JAXA, Kitakyushu, Japan	LAPAN-Sekretariat Negara	2005
3.	Ketua Delegasi dari 2 anggota. SCOSA-ASEAN COST-15 <i>Biannual meeting in</i> Bandar Seri Begawan, Dept.of Survey, Brunei Darussalam	LAPAN/Kemenristek/Sekretariat Negara	2006

4.	Ketua Panitia Lokal (<i>Co-Host Country</i>), <i>Co-Chair</i> di Earth Observation Working Group (EOWG), APRSAF-13 Asia Pacific Regional Space Agency Forum, <i>Annual Meeting</i> , MEXT-JAXA, RISTEK-LAPAN Jakarta.	LAPAN- Kemenristek	2006
5.	Peserta/Anggota Delegasi. APRSAF-14 Asia Pacific Regional Space Agency Forum, <i>Annual meeting</i> , MEXT-JAXA, ISRO Bangalore, India.	LAPAN- Sekretariat Negara	2006
6.	Anggota delegasi/Presentasi Proposal (<i>New Initiative</i>), SCOSA-ASEAN COST-17 <i>Biannual meeting in</i> Danang, Vietnam, Min.S&T, VAST, Vietnam	LAPAN- Kemenristek/ Sekretariat Negara	2007
11.	Peserta/Presentasi <i>Country Report</i> EOWG dan SAFE <i>Initiative</i> , APRSAF-15 Asia Pacific Regional Space Agency Forum, <i>Annual Meeting</i> , MEXT-JAXA, Min. S&T, VAST, Hanoi, Vietnam,	LAPAN- Sekretariat Negara	2007
12.	Peserta/Presentasi <i>Country Report</i> Workshop-JPTM WG on Space Application for Development of DSS for Disaster Management “Sentinel Asia-2”, APRSAF-EOWG-JAXA, Kobe Jepang.	LAPAN- Kemenristek/ Sekretariat Negara	2008
13.	Ketua Delegasi RI (2 orang), <i>Workshop on Fengyun Cast Utilization for Supporting Disaster Management</i> , Beijing, China	LAPAN- Sekretariat Negara	2008

14.	Peserta <i>Workshop on Space Technology Application for Supporting Disaster Management</i> , UNSPIDER, UNOOSA, Vienna, Austria	LAPAN-Sekretariat Negara	2008
15.	Presentasi/Ketua Panitia Workshop, JPTM WG on <i>Space Application for Development of DSS for Disaster Management</i> “Sentinel Asia-2”, APRSAF-EOWG-JAXA, LAPAN, Denpasar	LAPAN	2009
16.	Anggota Delegasi IAFCP (Indonesia Australia Forest Carbon Partnership) <i>Bilateral meeting Development of Indonesia National Carbon Accounting System (INCAS)</i> , Aus Aid/IAFCP, Canberra	LAPAN-Sekretariat Negara	2009
17.	Presentasi <i>Report Hasil JPTM sebelumnya & Country Report SEAWG</i> , APRSAF-16 Asia Pacific Regional Space Agency Forum, <i>Annual Meeting</i> , MEXT-JAXA/GISTDA, Bangkok, Thailand.	LAPAN-Sekretariat Negara	2010
18.	Anggota Delegasi <i>Forest Carbon Tracking (FCT) Workshop</i> , GEO FCT, CEOS, GISTDA, Chiang Rai Thailand.	LAPAN-Sekretariat Negara, Aus Aid	2009
19.	Anggota Delegasi SCOSA-ASEAN COST 21st <i>Meeting of the ASEAN Sub Committee on Space Technology and Applications</i> , Min. of S&T, Vientiane, Lao PDR.	LAPAN-Kemenristek/Sekretariat Negara	2010

20	Anggota delegasi, Presentasi <i>Panel discussion</i> , APRSAF-17 Asia Pacific Regional Space Agency Forum, <i>Annual Meeting</i> , Policy Dept., MEXT, JAXA, Melbourne.	LAPAN-Sekretariat Negara,	2010
21	Anggota delegasi <i>2nd Joint Committee Meeting on Space between LAPAN and Indian Space Research Organisation (ISRO)</i> , New Delhi, India.	LAPAN-Sekretariat Negara	2011
22	Anggota delegasi <i>Workshop on Cooperative Project on the Establishment of ASEAN Earth Observation Satellite</i> , GISTDA, Pattaya, Chonburi, Bangkok, Thailand.	LAPAN-Sekretariat Negara	2011
23	Anggota delegasi, Presentasi <i>Panel discussion APRSAF-18 Asia Pacific Regional Space Agency Forum, Annual meeting</i> , CRISP, MEXT, JAXA, Singapore, dan SEAWG	LAPAN-Sekretariat Negara	2011
24	Ketua delegasi, Presentasi- <i>Country Report The 1st General Meeting & Special Conference of the IAF Asia Pacific Regional Group</i> , KARI, Daejeon, Korea.	LAPAN-Sekretariat Negara	2011
25	Ketua delegasi dari 3 anggota. <i>First meeting of the Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAF) Task Force</i> , GISTDA, Bangkok, Thailand.	LAPAN-Sekretariat Negara	2012
26	Anggota delegasi <i>19th Annual meeting Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAF)</i> , Berjaya, Putra Jaya, Kuala Lumpur, Malaysia.	LAPAN-Sekretariat Negara	2012

27	Ketua delegasi dari 3 anggota. <i>Launch Witness</i> di Jiuquan Satellite Launch Center dan Diskusi <i>Preliminary Cooperation on Satellite Launching with China Satellite Launch and Tracking Control Center (CLTC)</i> , Greatwall, Beijing, Jiuquan, China.	LAPAN-Sekretariat Negara	2012
28	Anggota delegasi <i>The Fiftieth Session of the Scientific and Technical Subcommittee</i> of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (UNCOPUOS), UNOOSA, Vienna, Austria.	LAPAN-Sekretariat Negara	2013
29	Ketua delegasi dari 7 anggota, pada <i>Benchmarking on The Development of Space Education Visitor Centers and Spaceport Facilities and Programs</i> di JAXA, MRI, and Mitsubishi Heavy Industry MHI, JAXA, JSF, MHI, di Tokyo, Tsukuba, Tanegashima, Nagoya, dan Sagamihara, Jepang.	LAPAN-Sekretariat Negara	2013

G. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara, Kota, Negara	Tahun
1.	<i>Workshop on Application of Remote Sensing for ASEAN Countries</i> , ASEAN-China	Peserta	ASEAN COST Panzihua, China	2000
2.	<i>Seminar and Workshop on Application of Remote Sensing for Disaster Management</i>	Peserta	UNESCAP, Bangkok, Thailand	2001

3.	<i>Workshop on Capacity in Space Technology for Benefits of Developing Countries with Emphasis on Natural Disaster Management</i>	Peserta dan Poster Session.	IAF, UNOOSA, Vancouver, Canada,	2004
4.	<i>Workshop JPTM-2 Working Group on Implementation of Remote Sensing Data for Disaster for Development of "Sentinel Asia"</i>	Peserta Presentasi	APRSAF-GISTDA, Bangkok, Thailand.	2006
5.	<i>Workshop JPTM WG on Space Application for Development of DSS for Disaster Management "Sentinel Asia-2".</i>	Peserta Presentasi Country Report	APRSAF-EOWG-JAXA, Kobe Jepang.	2008
6.	<i>Meeting on Space Application for Environment (SAFE) and Workshop on Climate Regional Readiness Review (CR3)</i>	Peserta	EOWG APRSAF-Space Policy Unit, DIISR, Perth, Australia	2012
7.	<i>Rural Planning Association Annual Meeting and seminar (Nousonkeikau gakkai)</i>	Peserta	Japan Rural Planning Association, Okayama	1990
8.	<i>Rural Planning Association Annual Meeting and Seminar (Nousonkeikau gakkai)</i>	Peserta	Japan Rural Planning Association, Tokyo Univ. of Agriculture Tokyo	1994

H. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)	LAPAN/ IReSES	<i>Editor in Chief/Editor/Reviewer</i>	2006– sekarang
2.	Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital	LAPAN	Editor/ Penelaah/ Mitra Bestari	2019– sekarang
3.	Journal of Geography of Tropical Environments	FMIPA, Dept.of Geography, UI	<i>Reviewer</i>	2020
4.	Warta Inderaja	MAPIN	Redaksi/ Editor	2004–2006

I. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	7
2.	Bersama Penulis Lainnya	43
	Total	50

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	29
2.	Bahasa Inggris	21
	Total	50

J. Pembinaan Kader

Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Drs. Taufik Maulana, M.B.A.	LAPAN	Mitra	1999
2.	Dr.(kand) Drs. Kustiyo, M.Si.	IJReSES, ISPRS, IJECE	Mitra	2014, 2015, 2018, 2019
3.	Dr.(kand.) Ir. Syarief Budhiman, M.Sc.	MAB, LAPAN, PORSEC	Mitra	1998, 1999, 2001, 2002
4.	Dr. Nining Puspaningsih, M.Hut.	IPB	Mitra	2001
5.	Dr. Dwi Nowo Martono, M.Si.	LAPAN	Mitra	2002
6.	Drs. Ahmad Maryanto, M.T.	IOP/ ICOIRS	Mitra	2016
7.	Ir. Arum Tjahyaningsih, M.Si.	IAFCP	Mitra	2014, 2015
8.	Dr. Katmoko Ari Sambodo, M.Eng.	IJReSES, IReSES/ LAPAN	Mitra	2008
9.	Ir. Yan U. Jayawirya, MM	MAPIN	Mitra	1995
10.	Danang Surya Chandra, S.Si., M.Eng., Ph.D.	BSN	Mitra	2020
11.	Dr.(kand.) Fadilla Muchsin, S.T., M.Si.	BSN	Mitra	2019
12.	Dr.(kand.) Dra. Maryani Hartuti, M.Sc.	LAPAN	Mitra	2003
13.	Dr.(kand.) Gathot Winarso, S.Pi., M.Sc.	LAPAN	Mitra	2003

14.	Dr. Bambang Semedi, M.Eng.	IJReSES/ IReSES	Mitra	2009
13.	Dr. Rizatus Shofiyati, M.Eng.Sc.	JIRCAS, AJG	Mitra	2007, 2008
14.	Inggit Lolitasari, M.Sc., Ph.D. (cand.)	IJReSES	Mitra	2014, 2015
15.	Dr. Bambang Trisakti, M.Eng.	LAPAN	Mitra	2003, 2006
16.	Dr. Ety Parwati, M.Si.	LAPAN	Mitra	2006
17.	Dr.(kand) Ir. Ita Carolita, M.Si.	LAPAN	Mitra	2006
18.	Tatik Kartika, M.Si.	LAPAN	Mitra	2006
19.	Mulia Inda Rahayu, S.T., M.Si.	IOP/ ICOIRS	Mitra	2019
20.	Dianovita, M.Si.	BSN	Mitra	2020
21.	Hendayani, M.Si.	BSN	Mitra	2019
22.	Yudhi Prabowo, S.T., M.Sc.	IOP/ ICOIRS	Mitra	2019
23.	Kuncoro Adhi Pradana, S.T.	HAKI	Mitra	2020

Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Dr. (kand). Risti Endriani Arhatin, S.Pi., M.Si.	IPB, S1, S3	Pembimbing skripsi, Penguji proposal disertasi	1998, 2020
2.	Dr. Istiana Maftuchah, S.Si., M.Sc.	UMS, S1	Pembimbing penelitian skripsi	2001
3.	Maya, S.Pi.	IPB, S1	Pembimbing skripsi	1999

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
4.	Haryadi, S.Hut.	IPB, S1	Pembimbing skripsi	2000
5.	Dr. Khursatul Munibah, M.Eng.	IPB/ AIT, S2	Pembimbing penelitian thesis	1998
6.	Ir. Suparjo, M.Si.	Unmul S2	Pembimbing penelitian tesis	1999
7.	Dra. Ani Widyastuti, M.Sc.	IPB/ Biotrop S2	Pembimbing thesis	2002
8.	M. Farid Januardi, S.Hut.	IPB, S1	Pembimbing skripsi	1998
9.	Chandra Budhi, M.Hut.	IPB, S2	Pembimbing thesis	1998
10.	Agus, S.Pi.	IPB, S1	Pembimbing skripsi	1998
11.	Deni Muchamad, S.Pi.	IPB, S1	Pembimbing skripsi	1997
12.	Dr. Onrizal, M.Hut.	IPB, S1	Pembimbing skripsi	1999
13.	Dr. (kand). Ayom Widi Paminto, M.T.	UI, S3	Penguji proposal penelitian disertasi	2020
14.	Dr. (kand). Ir. Muchamad Muchlis, M.Si.	UI, S3	Penguji proposal penelitian disertasi	2020
15.	Dr. (kand). Heri Sulyantoro, M.Eng.	UI, S3	Penguji proposal penelitian disertasi	2020

K. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN)	2001–2010
2.	<i>Vice President</i>	International Society of Remote Sensing and Earth Sciences (IReSES)	2007–2010
3.	<i>Member</i>	Japan Rural Planning Association	1993–1995
4.	<i>Life Member</i>	Asian Association of Remote Sensing (AARS)	1995–sekarang
5.	<i>Member</i>	International Remote Sensing Society (RSSoc)	1995–1996, 2013–2015
6.	<i>Life Member</i>	International Society on Mangrove Ecosystems (ISME)	1993–sekarang
7.	Anggota	Ikatan Geograf Indonesia (IGI)	2020–2021
8.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia (HIMPENINDO)	2019–2021

L. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Peneliti Muda Terbaik	Kepala LAPAN	1998
2.	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	1998
3.	Satyalancana Karya Satya XX Tahun	Presiden RI	2005
4.	Satyalancana Karya Satya XXX Tahun	Presiden RI	2014



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung BJ Habibie, Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: 0811-2612-369
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.14203/press.527



ISBN 978-623-7425-50-2



9 786237 425502