



**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG BOTANI**

**PENDEKATAN LANSKAP EKOSISTEM
EMBUNG UNTUK PEMANFAATAN AIR
IRIGASI DI LAHAN BERIKLIM KERING
NUSA TENGGARA TIMUR**



**OLEH:
WAHYU WIDIYONO**

**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
JAKARTA, 4 DESEMBER 2019**

PENDEKATAN LANSKAP EKOSISTEM
EMBUNG UNTUK PEMANFAATAN AIR
IRIGASI DI LAHAN BERIKLIM KERING
NUSA TENGGARA TIMUR

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



**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG BOTANI**

**PENDEKATAN LANSKAP EKOSISTEM
EMBUNG UNTUK PEMANFAATAN
AIR IRIGASI DI LAHAN BERIKLIM
KERING NUSA TENGGARA TIMUR**

**OLEH:
WAHYU WIDIYONO**

**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
JAKARTA, 4 DESEMBER 2019**

© 2019 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Penelitian Biologi

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Pendekatan lanskap ekosistem embung untuk pemanfaatan air irigasi di lahan beriklim kering
Nusa Tenggara Timur/Wahyu Widiyono. Jakarta: LIPI Press, 2019.

ix + 86 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-602-496-105-3 (cetak)
978-602-496-106-0 (e-book)

1. Lanskap ekosistem embung 2. Pemanfaatan air irigasi, Nusa Tenggara Timur

627.52

Copy editor : Fadly Suhendra
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : Rusli Fazi

Cetakan : Desember 2019



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
e-mail: press@mail.lipi.go.id
website: lipipress.lipi.go.id

 LIPI Press
 @lipi_press

BIODATA RINGKAS



Wahyu Widiyono lahir di Trenggalek, pada 22 Maret 1957 merupakan anak kedua dari Bapak Tjiptosantoso (alm.) dan Ibu Siswati. Menikah dengan Bakdo Purwanti dan dikaruniai seorang anak bernama Satwika Gemala Movementi, S.Sos.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 54/K Tahun 2017, tanggal 30 Oktober 2017 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai tanggal 01 Januari 2017.

Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Nomor 261/A/2019 tanggal 20 November 2019 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan pidato Pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri Suruh I di Trenggalek, tahun 1969, Sekolah Menengah Pertama Negeri I di Trenggalek, tahun 1972, Sekolah Pertanian Menengah Atas di Madiun, tahun 1975. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Fakultas Pertanian Universitas Jember tahun 1984, gelar Magister Sains bidang Biologi Konservasi dari FMIPA Universitas Indonesia tahun 2002, dan gelar Doktor bidang Biologi Konservasi, dari FMIPA Universitas Indonesia tahun 2008.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: *Training Course*, Fisiologi Stres, Adaptasi Tumbuhan Terhadap Lingkungan Buruk, Puslit Biologi LIPI dan University of Adelaide, Australia di Bogor (tahun 1992), Pelatihan Pemeliharaan Peralatan dan Pengelolaan serta

Analisis Data Iklim, CIRAD-Puslit Tanah dan Agroklimat, di Kupang, Nusa Tenggara Timur (tahun 2000), *Training Course on Sustainable Water Management, DAAD Serial Summer School*, University of Technology Ilmenau, Jerman (tahun 2013), *Global Training of Instructors on Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*, UNEP-LIPI- UNU EHS dan CNRD, Bogor, Indonesia (tahun 2014).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Asisten Peneliti Muda (Gol. III/b) tahun 1989, Asisten Peneliti Madya (Gol. III/b) tahun 1991, Ajun Peneliti Muda (Gol. III/c) tahun 1993, Ajun Peneliti Madya (Gol. III/d) tahun 1996, Peneliti Muda (Gol. IV/a) tahun 1999, Peneliti Madya (Gol. IV/b) tahun 2003, Peneliti Ahli Madya (Gol. IV/c) tahun 2009, Peneliti Ahli Utama (Gol. IV/d) tahun 2012, dan Peneliti Ahli Utama (Gol. IV/e) tahun 2017.

Menghasilkan 68 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk bagian dari buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak empat KTI ditulis dalam bahasa Inggris.

Sebagai Pemimpin Kelompok Penelitian Fisiologi Tumbuhan tahun 2009–2014, sebagai Wakil Kepala Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, tahun 2015 s.d. sekarang. Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing mahasiswa S3 di IPB dan mahasiswa PKL, dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia; sebagai pembimbing Peneliti pada jenjang Peneliti Ahli Pertama. Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Himpunan Peneliti Indonesia, Perhimpunan Biologi Indonesia, dan Masyarakat Limnologi Indonesia.

Menerima tanda penghargaan Satya Lancana Karya Satya X Tahun 2002, XX Tahun 2008 dan XXX Tahun 2015 dari Presiden RI.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS.....	v
PRAKATA PENGUKUHAN.....	ix
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN EMBUNG DI LAHAN BERIKLIM KERING 3	
2.1 Pembangunan Embung Periode Sebelum Tahun 1986	3
2.2 Perkembangan Embung Periode 1986–2018.....	5
2.3 Konsep Lanskap Ekosistem Embung di Masa Mendatang.....	8
III. PENDEKATAN LANSKAP EKOSISTEM EMBUNG UNTUK MENDUKUNG EFISIENSI PEMANFAATAN AIR IRIGASI DI NUSA TENGGARA TIMUR.....	11
3.1 Pemetaan Ekosistem Embung	11
3.2 Pendekatan Lanskap Ekosistem Embung	18
IV. KEBIJAKAN PENGELOLAAN EMBUNG SECARA TERPADU DAN BERKELANJUTAN	23
4.1 Kebijakan Pengelolaan Ekosistem Embung	23
4.2 Kelembagaan dalam Pengelolaan Embung Secara Terpadu	26
V. KESIMPULAN.....	30
VI. PENUTUP	32
UCAPAN TERIMA KASIH	33
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	49
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	52
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	63
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	72

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalamu 'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan sukur ke hadirat Allah Swt. atas segala berkah, rahmat, dan karunia-Nya sehingga kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir dalam acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

**“PENDEKATAN LANSKAP EKOSISTEM EMBUNG
UNTUK PEMANFAATAN AIR IRIGASI DI LAHAN
BERIKLIM KERING NUSA TENGGARA TIMUR”**

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air di daerah beriklim kering umumnya terbatas. Fenomena perubahan iklim mengakibatkan ketersediaan air semakin langka (*water stress and drought*)¹. Sebagai antisipasi dan mitigasi terhadap kelangkaan air, saat ini Pemerintah Indonesia sedang giat-giatnya membangun embung² diberbagai provinsi. Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang beriklim kering yang menghadapi masalah dalam penyediaan air bagi masyarakat, termasuk air irigasi dan rumah tangga. Oleh karena itu, pembangunan embung di provinsi ini mutlak diperlukan.

Embung adalah dam air buatan (*water reservoir*) yang digunakan untuk menampung air hujan dan air permukaan pada musim hujan untuk dimanfaatkan sepanjang tahun^{3,4,5}, terutama di musim kemarau. Berdasarkan kapasitas tampung, sumber air, dan pemanfaatannya, embung di Indonesia dapat diklasifikasikan menjadi: (1) embung kecil dan penampung air lainnya, (2) embung serbaguna, (3) embung besar, dan (4) bendungan.

Embung kecil dan penampung air lainnya termasuk *long storage* dan dam parit. Embung kecil memiliki daya tampung 500–3.000 m³, dengan sumber air dari sungai, mata air dan air hujan *Long storage* merupakan bangunan penahan air yang berfungsi menyimpan air dalam sungai, kanal/dan atau parit. Volume tampungan *long storage* berkisar antara 500–3.000 m³. Dam parit merupakan sungai atau parit dengan sumber air dari sungai atau sumber air dari mata air. Embung kecil, *long storage*, dan dam parit diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air baku pertanian guna meningkatkan produksi pertanian di Indonesia^{6,7,8}. Embung serbaguna berkapasitas tampung air³

5.000–25.000 m³, atau kapasitas maksimum⁹ 100.000 m³. Sumber airnya berasal dari hujan dan aliran permukaan.

Tujuan pembangunan embung serbaguna adalah untuk penyediaan air bersih penduduk, pertanian, dan peternakan. Embung besar dengan kapasitas tampung >100.000–5.000.000 m³, dengan pemanfaatan untuk irigasi; Bendungan dengan kapasitas tampung >5.000.000 m³, untuk irigasi, pembangkit tenaga listrik dan sebagainya¹⁰. Hingga tahun 2016 dilaporkan di Indonesia terdapat 3.569 embung¹¹, dan 1.000 embung di antaranya berada di Provinsi Nusa Tenggara Timur^{12,13}. Pada tahun 2018, jumlah embung di NTT mencapai 1.140 embung¹⁴. Lokasi penelitian tersebar di Kabupaten Kupang, Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU), dan Kabupaten Belu, Pulau Timor. Hal ini mengingat 60% embung di NTT berada di Pulau Timor¹⁰.

Ada tiga permasalahan utama dalam pengelolaan embung di NTT, yaitu 1), permasalahan degradasi daerah tangkapan air (*catchment area*), rendahnya penutupan vegetasi dan keanekaragaman jenis, tataguna lahan, kebakaran padang savana, laju aliran permukaan dan erosi; 2) permasalahan pada kolam embung (*water storage*), meliputi tingginya laju sedimentasi, infiltrasi dan evaporasi¹⁵, retak dan longsoran dinding embung⁴, beberapa embung mengering atau tidak berair; 3) permasalahan pada areal pemanfaatan air (*water utilization area*), yakni kurangnya optimasi dan efisiensi pemanfaatan air embung untuk budi daya pertanian¹⁵. Orasi ini akan membahas pendekatan lanskap ekosistem yang meliputi pengelolaan daerah tangkapan air, pemeliharaan kolam embung dan pemanfaatan air secara optimum serta efisien agar dapat mendukung pengembangan budi daya pertanian secara berkelanjutan pada daerah beriklim kering di NTT.

II. PERKEMBANGAN EMBUNG DI LAHAN BERIKLIM KERING

Pengembangan model embung kecil untuk pertanian, telah dimulai sejak tahun 1984⁵, dan pada tahun 2016, di Indonesia telah terdapat 3.569 embung¹¹. Sementara itu, untuk perkembangan pembangunan embung di NTT pada periode sebelum 1986 dan periode setelahnya sangat signifikan^{9,10,14}.

2.1 Pembangunan Embung Periode Sebelum Tahun 1986

Pembangunan embung serbaguna di NTT, dimulai sejak tahun 1986^{9,10,14}. Permasalahan ketersediaan air dan agroekosistem sebelum pembangunan embung-embung di NTT, dapat digambarkan pada uraian berikut ini.

2.1.1 Ketersediaan air

Kondisi tanah, iklim, dan topografi mengakibatkan ketersediaan air di wilayah NTT sangatlah rendah, dan hanya tersedia pada musim penghujan yang periodenya sangat pendek. Air hanya tersedia di cekungan-cekungan pinggir sungai atau di sungai-sungai kecil di lereng-lereng bukit yang jaraknya 2 hingga 5 km dari perkampungan penduduk^{16,17}. Kondisi tanah kering di NTT dicirikan oleh topografi berombak-berbukit dan ditunjang oleh vegetasi yang jarang sehingga laju aliran permukaan dan erosi tinggi; dan kemampuan tanah dalam menyimpan air rendah¹⁸.

Wilayah Provinsi NTT dicirikan oleh kondisi geologis Pulau Flores ke arah Timur yang memiliki jenis tanah vulkanik, dengan kondisi kimia tanah yang relatif lebih subur. Pulau besar Timor dan Pulau Sumba serta pulau-pulau di sekitarnya memiliki jenis tanah berbahan induk batu gamping, karang, dan marl, dengan

kondisi kimia tanah yang relatif kurang atau tidak subur^{16,19}. Untuk pengembangan budi daya pertanian, terdapat empat zona agro-ekosistem di NTT, yaitu zona tanah aluvial, zona tanah liat bobonaro (*bobonaro clay*), zona mamar, dan zona karang/tanah merah. Tanah liat bobonaro merupakan tanah liat yang paling baik untuk tanah fondasi, dasar embung, maupun material bahan urugan embung. Tanah tersebut banyak tersebar di wilayah Kabupaten Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan^{18,20}.

Di NTT, musim kemarau berlangsung 8–9 bulan (Maret–Oktober) dan musim penghujan hanya berlangsung 3–4 bulan (November–Februari). Evaporasi pada musim kemarau mencapai 202–230 mm/bulan, sebaliknya pada musim penghujan hanya 136–168 mm/bulan. Curah hujan rendah dan tidak tersebar merata. Rata-rata curah hujan tahunan hanya 1.000 mm/tahun dan pada beberapa wilayah mencapai 1.250 mm/tahun¹⁶.

Berdasarkan pemantauan pada embung Oemasi Kupang-NTT, tahun 1999–2006, diketahui periode curah hujan efektif berlangsung selama November–April. Curah hujan tersebar tidak merata, yakni intensitas curah hujan tertinggi mencapai 200 mm dalam 1 (satu) hari, kemudian diikuti periode tanpa hujan hingga periode 2 (dua) minggu berikutnya²¹. Tegangan air sebagai dampak dari curah hujan sebanyak 200 mm yang jatuh pada satu hari dan diikuti oleh periode tanpa hujan selama 20 hari akan mematikan tanaman budi daya²².

Kondisi iklim, tanah, topografi, hidrologi, dan budaya masyarakat setempat, membentuk vegetasi savana di Pulau Timor dan Sumba, NTT²³ dengan sisa hutan sekunder berada di sekitar kawasan Gunung Mutis, Pulau Timor²⁴. Hutan yang baik tersebut sangat mendukung keberadaan sumber air, yakni hutan Timor yang diduga berperan mendukung konservasi 14 sumber air di kawasan Camplong, Fatuleu-Kupang^{25,26}.

2.1.2 Agro-ekosistem

Pada masa lampau, agro-ekosistem di NTT dicirikan oleh pertanian subsisten dengan sistem tebas-bakar, dan dikombinasikan dengan sistem peternakan (sapi dan kuda), yang di lepas di padang savana¹⁷. Budi daya pertanian di lahan kering tersebut, hanya dapat dilakukan dalam periode pendek, sepanjang musim penghujan dengan menanam tanam-tanaman pokok (jagung, umbi, dan kacang-kacangan). Musim kemarau adalah masa yang kurang produktif untuk kegiatan pertanian. Kegiatan produktif yang dapat dilakukan, antara lain mengambil nira lontar yang dilakukan oleh petani²⁷, sedangkan ibu-ibu melakukan kegiatan menenun kain²⁸ dengan bahan pewarna dari pewarna alam yang berasal dari tumbuh-tumbuhan di sekitarnya¹⁷.

2.2 Perkembangan Embung Periode 1986–2018

Pengembangan embung di NTT sangat penting dalam rangka mendukung pengembangan pertanian tanaman pangan dan penyediaan air bagi kehidupan masyarakat. Untuk itu, diperlukan inovasi pengembangan embung yang lebih baik dan efisien serta berkelanjutan.

2.2.1 Model Embung Serbaguna Nusa Tenggara Timur

Selama kurun waktu 32 tahun (periode 1986–2018) telah dibangun sebanyak 1.140 embung, dengan target pelayanan untuk konsumsi 117.000 KK, 319.000 ekor ternak, dan 8.700 ha lahan pertanian¹⁴.

Model embung serbaguna NTT dalam pembahasan ini merupakan model embung yang berasal dari program *Nusa Tenggara Timur Integrated Area Development Project* (NTT IADP). Embung ini disebut juga embung tipe urugan tanah,

karena menggunakan lapisan tanah yang dipadatkan untuk pembangunan tanggul embung. Tanah liat bobonaro (*bobonaro clay*) yang tersebar pada beberapa wilayah, di Pulau Timor, merupakan jenis tanah yang paling sesuai untuk pembangunan embung-embung tipe urugan tanah ini^{9,10}.

Model embung serbaguna NTT pada prinsipnya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu daerah tangkapan, kolam embung, dan area pemanfaatan air. Secara terperinci model embung serbaguna NTT meliputi beberapa bagian, yaitu (1) daerah tangkapan air, (2) kolam embung, (3) saluran pelimpah, (4) tanggul embung, (5) pagar embung, (6) saluran pipa utama untuk pemanfaatan, (7) bak air bersih untuk konsumsi rumah tangga, (8) bak untuk sumber air budi daya pertanian, dan (9) bak untuk minum ternak^{9,10} (Gambar 1).

Model embung ini merupakan salah satu sumber air permukaan (*surface water*) berupa danau buatan yang diperoleh dari panen hujan dan aliran permukaan untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk, pemeliharaan ternak, dan budi daya pertanian, di wilayah pedesaan NTT. Setiap embung diharapkan mampu menampung air dengan volume sekitar 5.000–25.000 m³ untuk konsumsi sekitar 30–120 KK penduduk, budi daya pertanian sekitar 0,25–2 ha, dan pemeliharaan ternak sekitar 400–600 ekor sapi. Tinggi dinding embung 5–10 m, dan daerah tangkapan air embung 5–20 ha^{9,10}. Model embung NTT seperti tersebut di atas, dapat dilihat pada embung Desa Oemasi, Kabupaten Kupang.

Untuk pembangunan sebuah embung, diperlukan persyaratan tertentu, seperti (1) luasan lahan daerah tangkapan air mencukupi; (2) terdapat jenis tanah yang bersifat kedap air sehingga dapat menampung air hujan bila dipadatkan; (3) terdapat jaringan hidrologi, yang terdiri dari anak-anak sungai di daerah tangkapan

air, dan yang memiliki *inlet* ke calon lokasi embung; (4) kondisi iklim terutama curah hujan yang cukup untuk mengisi embung; dan (5) perkampungan penduduk yang berjarak tidak terlalu jauh, yakni sekitar 1–3 km dari bangunan embung agar pemanfaatan air mudah dilakukan^{9,10}. Sistem distribusi air, dari kolam embung ke areal pemanfaatan dilakukan secara gravitasi, menggunakan pipa *high density polyethylene* (HDPE) diameter 32 mm, yang ditimbun di bawah tanah. Jenis pipa lainnya dapat pula digunakan, seperti pipa logam yang digalvanisir dan pipa PVC jenis penggunaan beban yang berat. Panjang pipa bervariasi 600–3.000 m^{9,10}.

2.2.2 Pembangunan Embung di Nusa Tenggara Timur

Lokasi pembangunan embung model *Nusa Tenggara Timur Integrated Area Development Project* (NTT IADP), berada di areal pengembalaan dari empat buah desa, yaitu Mio, Oe Kam, Polo dan Linamnutu, Kecamatan Amanuban Selatan, Kabupaten Timor Tengah Selatan^{9,10}. Luas areal 4.000 ha, yang terdiri dari sekitar 1.700 ha berupa hutan, dan 2.300 ha berupa padang pengembalaan²⁹.

Fase pertama, dilaksanakan di kawasan Besipae, Kapupaten Timor Tengah Selatan (TTS), tahun 1980–1983, kegiatan meliputi survei pendahuluan tentang kondisi sumber daya lahan, iklim, topografi, vegetasi, tataguna lahan, dan sosial serta pemantapan disain embung. Lokasi Besi Pae dipilih karena memiliki tipe ekosistem yang sama dengan lokasi untuk pengembangan pada fase kedua, yaitu di sekitar Lembah Mina, Sungai Bena (*Benanain*), Pulau Timor²⁹. Sementara itu, fase kedua dilaksanakan tahun 1986 dengan lokasi kegiatan berada di Kota Kupang, Kabupaten TTS dan Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU). Kegiatan yang bersifat terintegrasi ini melibatkan

10 lembaga/instansi di pusat dan di daerah. Tujuan kegiatan adalah untuk meningkatkan standar kehidupan keluarga petani di wilayah lahan kering NTT, melalui penyediaan sumber air, yaitu pembangunan embung-embung, pengembangan peternakan dan pertanian serta konservasi lingkungan³⁰. Embung-embung yang telah dibangun melalui proyek NTT IADP, adalah sebanyak 82 embung, yang berlokasi di Kabupaten TTS dan TTU^{31,32}.

2.3 Konsep Lanskap Ekosistem Embung di Masa Mendatang

Pengelolaan embung secara terpadu dengan pendekatan lanskap ekosistem merupakan konsep untuk menjamin keberlanjutan fungsi embung. Konsep pengelolaan lanskap ekosistem embung di masa mendatang harus diimplementasikan secara terpadu untuk mendukung pengelolaan sumber daya alam dan lingkungannya secara berkelanjutan (*natural resources sustainable management*)³³. Salah satu kegiatannya meliputi konservasi sumber daya air, kondisi tanah, keanekaragaman jenis hayati (flora, fauna, dan mikroba) yang terdapat di kawasan tersebut dalam rangka tetap menjaga kelestarian kawasan tangkapan, kawasan penyimpanan air, dan kawasan produksi yang sangat berguna untuk kelangsungan pengembangan produksi pangan masyarakat di kawasan tersebut.

Pengembangan embung serbaguna di NTT menggunakan pendekatan lanskap ekosistem melalui kajian interdisipliner yang melibatkan berbagai disiplin ilmu^{34,35}. Kajian komprehensif berkaitan dengan eko-hidrologi³⁶, eko-fisiologi, ekologi lanskap, agronomi, kehutanan, pedologi, dan geologi telah memperkuat konsep lanskap ini³⁷. Kajian ini diperlukan untuk memahami kondisi vegetasi savana dan peranannya terhadap pengendalian laju aliran permukaan dan erosi³⁸.

Erosi yang berakibat pendangkalan merupakan ancaman utama keberlanjutan embung. Laju erosi dipengaruhi oleh intensitas hujan, erodibilitas tanah, panjang lereng, kecuraman lereng, tingkat kemiringan lereng, vegetasi penutup tanah, pengelolaan tumbuhan, dan tindakan konservasi tanah³⁹. Untuk pengembangan embung serbaguna terpadu ke depan, diperlukan kajian yang mendalam tentang aspek-aspek yang mempengaruhi laju erosi tersebut dan kajian hidrologi yang komprehensif, meliputi prediksi ketersediaan air, sumber daya air, kapasitas embung, sistem pemanfaatan, kelestarian kawasan tangkapan air, dan sistem pengelolaannya.

Aspek hidrologi yang harus dipenuhi antara lain informasi ketersediaan air embung yang dapat diketahui dari neraca air embung, yang dipengaruhi oleh *input* hujan dan aliran permukaan, air yang hilang melalui infiltrasi, evaporasi, dan air limpasan serta air yang dimanfaatkan. Dalam rangka menunjang keberhasilan kegiatan produksi atau usaha tani yang sumber airnya ditopang oleh keberadaan embung, dukungan kajian agronomi dan fisiologi pertumbuhan serta perkembangannya menjadi sangat penting, khususnya kajian tentang efisiensi pemanfaatan air oleh tanaman untuk budi daya (*crop water use efficiency*)⁴⁰.

Model embung di masa depan adalah model yang tahap-tahap pembangunannya selalu dilakukan menggunakan pendekatan riset. Kegiatan tersebut yaitu mengelola ekosistem embung menjadi kawasan konservasi yang didukung oleh legalitas dari pemerintah pusat dan daerah. Di daerah tangkapan air embung, dilakukan penghijauan menggunakan rumput-rumput dan pohon-pohon penahan erosi yang bernilai ekonomi. Di daerah penyimpanan air (kolam embung) digunakan teknologi anti-infiltrasi menggunakan *geomembrane*, dan anti-evaporasi menggunakan pelampung (*cover*). Di areal pemanfaatan,

dilakukan kegiatan pemanfaatan air untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, pemeliharaan ternak, dan budi daya pertanian secara hemat air.

III. PENDEKATAN LANSKAP EKOSISTEM EMBUNG UNTUK Mendukung Efisiensi Pemanfaatan Air Irigasi di Nusa Tenggara Timur

Pengembangan embung serbaguna secara terpadu dengan pendekatan berbasis bentang alam atau biasa disebut dengan *landscape ecosystem approach* adalah suatu pendekatan pengelolaan dan pengembangan kawasan ekosistem embung yang memastikan adanya sinergitas antara tataguna lahan dan penggunaan lahan oleh berbagai pemangku kepentingan (*multi-stakeholders*). Dengan adanya sinergitas yang saling mendukung dan melengkapi diharapkan tidak terjadi tumpang tindih dalam pengelolaannya. Hal ini dilakukan dengan memperhatikan berbagai faktor yang memengaruhinya, seperti faktor biofisik, ekologi, dan sosial budaya serta aspek keuntungan dari masing-masing pemangku kepentingan bisa tercapai, seperti keuntungan ekologi, ekonomi, dan sosial budaya.

Praksis dari pendekatan lanskap ekosistem embung meliputi pengenalan secara spasial, struktur, dan fungsi masing-masing komponen dalam ekosistem embung serta dalam pengelolaan embung secara terpadu untuk mendukung sistem produksi pertanian yang berkelanjutan melalui efisiensi irigasi atau pemanfaatan air di NTT. Ekosistem lanskap embung serbaguna terpadu terdiri dari ekosistem daerah tangkapan air (*catchment area*), kawasan cadangan air (*water storage*), dan pemanfaatan air (*water utilization*)^{37,38}.

3.1 Pemetaan Ekosistem Embung

Pemetaan ekosistem embung meliputi pengenalan spasial, struktur, fungsi, dan permasalahan yang terjadi pada daerah tangkapan

air, cadangan air, dan pemanfaatan air, khususnya efisiensi pemanfaatan air untuk irigasi.

3.1.1 Daerah Tangkapan Air

Permasalahan yang dihadapi daerah tangkapan air embung di Pulau Timor antara lain terdegradasinya daerah tangkapan air (*catchment area*) yang dapat diindikasikan dari rendahnya penutupan vegetasi dan keanekaragaman jenis tumbuhannya; belum teraturnya peruntukan tataguna lahan seperti untuk pengembalaan ternak, pertanian lahan kering, sawah tadah hujan, pemukiman penduduk dan kawasan konservasi; ancaman kebakaran padang savana yang terjadi hampir setiap tahun; dan laju aliran permukaan serta tingkat erosi yang tinggi²¹.

Ekosistem dan tataguna lahan daerah tangkapan air embung yang menjadi bagian tak terpisahkan dari agroekosistem di NTT pada umumnya adalah ladang berpindah, tegalan, sawah, hutan lontar, wanatani, dan peternakan. Suatu rumah tangga umumnya mengelola satu atau lebih dari keenam sistem tersebut^{17,19}. Ekosistem daerah tangkapan air embung-embung di Pulau Timor dapat terwakili dari kondisi vegetasi dan tata guna lahan di Oemasi yang meliputi: tipe ekosistem savana, padang rumput, dan tipe ekosistem hutan tropis kering yang didominasi oleh jenis pohon *Cassia fistula*, *Cassia javanica*, *Gmelina arborea*, dan bambu (*Bambusa multiplex*); daerah tangkapan air di Oelomin berupa semak belukar yang banyak ditemukan jenis *Chromolaena odorata* dan ekosistem sawah tadah hujan.

Sementara itu, daerah tangkapan air di Oeltua meliputi kawasan pertanian lahan kering dan hutan pohon jati (*Tectona grandis*); daerah tangkapan air di Manutapen Kupang meliputi kawasan savana yang didominasi oleh jenis pohon *Acacia farnesiana*; daerah tangkapan air di Besi Pae, Kabupaten Timor

Tengah Selatan meliputi tipe ekosistem savana dengan pohon *Acacia farnesiana*; daerah tangkapan air di Bu'at, Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) meliputi kawasan pertanian lahan kering dan hutan yang didominasi oleh jenis-jenis pohon *Pterocarpus indicus*; daerah tangkapan air di Benkoko, Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) meliputi kawasan savana yang banyak ditumbuhi oleh pohon *Acacia leucophloea*; dan daerah tangkapan air di Sasi Timor Tengah Utara berupa ekosistem savana yang banyak ditemukan pohon *Zizyphus jujuba* dan pohon ampupu (*Eucalyptus alba*).

Selanjutnya, untuk daerah tangkapan air embung Sirani, di Kabupaten Belu, didominasi oleh pohon ampupu dan pohon jati serta terdapat beberapa pohon *Acaccia auriculiformis*⁴¹. Kondisi vegetasi tersebut serupa dengan di DTA embung Boentuka dan embung Biloto, TTU⁴²; Oemasi, dan Buraen, Kupang; Besipae, TTS⁴³; DTA di Baudaok, Belu⁴⁴.

Dari hasil pemetaan dengan citra Landsat tentang tutupan vegetasi dan tataguna lahan di Desa Oemasi, Oelomin, dan Oeltua-Kupang, diketahui bahwa 78–86% kawasan ekosistem embung berupa campuran padang rumput dan semak belukar, 1–13% berupa kebun, 3–11% padang rumput dan 2–7,6% berupa ladang. Sawah hanya sekitar 1% dan hutan sekunder bahkan kurang dari 1%, sedangkan pemukiman 1–3%. Luas genangan embung Oemasi adalah 0,4 ha, Oelomin 0,5 ha, dan Oeltua 1 ha²¹. Keanekaragaman flora di daerah tangkapan air embung Oemasi, Oelomin, dan Oeltua-Kupang, Pulau Timor, cukup rendah yakni hanya terdapat 12–20 spesies pohon dan 55–122 jumlah individu pohon per hektare. Jenis tumbuhan yang mendominasi kawasan semak adalah *C. odorata*, *Lantana camara* dan *B. multiplex*; untuk pohon dominan adalah *A. leucophloea*, *C. javanica*, *Senna siamea*, *Senna timorensis*, *Ceiba pentandra* dan *Cordia subcordata*. Untuk jenis herba yang dominan adalah

Cyrtococcum patens, *Dichantium caricosum*, *Eragrotis armabilis* dan *Imperata cylindrica*²¹.

Luas daerah tangkapan air embung Oemasi adalah 16,8 ha dengan dua anak sungai kecil selebar 3–5 m yang *inlet*-nya menuju ke embung. Jenis tanahnya merupakan tanah liat bobonaro (*bobonaro clay*) yang bersifat lengket dan kedap air. Letak daerah tangkapan air embung Oemasi berada pada ketinggian antara 175–211 mdpl (kawasan paling rendah) dan pada ketinggian 463–500 mdpl (untuk kawasan paling tinggi) dengan kemiringan sekitar 2,5–10%. Jarak antara embung dan perkampungan penduduk sekitar 2–3 km³³.

Terdapat enam tipe tutupan vegetasi di daerah tangkapan air embung Oemasi, yaitu vegetasi padang rumput, komunitas bambu, semak belukar *C. odorata*, tegakan pohon dadap (*Erythrina orientalis*), tegakan pohon *G. arborea*, dan tanaman jagung (Gambar 2). Tutupan vegetasi tersebut sangat berperan dalam tangkapan air hujan dan juga sangat menentukan laju aliran air permukaan.

Hasil pengukuran laju aliran permukaan selama musim hujan, pada masing-masing plot pengamatan di setiap tipe vegetasi tersebut, yaitu pada vegetasi bambu 384 mm, padang rumput 476,5 mm, di bawah tegakan pohon dadap 408,5 mm, pada vegetasi semak sufmuti 478,4 mm, pada kebun jagung 299,3 mm, di bawah tegakan gmelina 323,8 mm. Dari hasil pengamatan aliran permukaan masing-masing plot, kemudian dikonversikan ke masing-masing luasan tipe vegetasi, dan diprediksi aliran permukaan total dari daerah tangkapan air embung. Pada daerah tangkapan seluas 16,8 ha, diprediksi terjadi aliran permukaan sekitar 60.000–70.000 m³, selama musim hujan berlangsung dalam satu tahun²¹.

Pengukuran potensi erosi tahunan daerah tangkapan air juga dilakukan pada embung Oemasi di Kupang dan embung Leosama di Belu. Hasil pengukuran dengan menggunakan parameter intensitas hujan (erosivitas), tekstur tanah (erodibilitas), panjang dan kecuraman lereng, dan kondisi vegetasi serta tataguna lahan kawasan daerah tangkapan air embung Oemasi, memiliki potensi erosi 7,56–11,35 ton/ha/tahun dan untuk di daerah tangkapan air embung Leosama, Kabupaten Belu memiliki potensi erosinya jauh lebih tinggi, yakni sebesar sebesar 19,47 ton/ha/tahun⁴⁵.

3.1.2 Cadangan Air Embung

Cadangan air yang tersedia di dalam embung mengikuti hukum neraca air (*water balance*), yakni keseimbangan cadangan air embung dipengaruhi oleh *input* hujan dan aliran permukaan; air yang hilang melalui infiltrasi tanah dan evaporasi; air limpasan; dan air yang keluar dari embung melalui pipa pemanfaatan menuju ke perkampungan penduduk^{46,47}. Infiltrasi (kehilangan air embung ke dalam tanah) dan evaporasi (penguapan air embung ke atmosfer) sangat tinggi. Embung Oemasi mengalami evaporasi sekitar 4,3 mm/hari dan infiltrasi sekitar 1,5 mm/hari⁴⁶. Evaporasi di Pulau Timor pada musim kemarau mencapai 202–230 mm/bulan, sebaliknya pada musim penghujan hanya 136–168 mm/bulan¹⁶. Infiltrasi dan evaporasi merupakan permasalahan yang perlu diatasi untuk pengembangan embung-embung di masa mendatang.

Untuk mengetahui kondisi cadangan air embung, digunakan studi kasus pada embung Desa Oemasi dan embung Desa Leosama, Kabupaten Belu. Dari hasil penelitian, diketahui bahwa embung Oemasi mengalami pendangkalan rata-rata 0,5 m/tahun^{45,48}. Pendangkalan tersebut mengakibatkan penurunan daya tampung embung Oemasi, antara 3,2–5,8% per tahun. Erosi

pada embung Leosama, Kabupaten Belu juga mengakibatkan pendangkalan rata-rata 0,6 m/tahun. Hal ini terlihat dari embung yang dibangun pada tahun 1995 dengan kedalaman maksimum 8 m, pada tahun 2005 hanya tinggal 2 m. Embung dengan kedalaman 2 m tersebut⁴⁸ diduga hanya mampu menampung 5.000 m³ air atau 15% dari kapasitas tampung semula sebesar 30.000 m³. Dari hasil penelitian tersebut, diduga embung-embung di NTT hanya akan memiliki umur teknis sekitar 15–20 tahun⁴⁶.

Untuk mengetahui neraca air embung pada embung Oemasi, Kabupaten Kupang tersebut, telah dipasang alat pengukur tinggi permukaan air embung yang terhubung dengan alat perekam data otomatis (*automatic water level recorder*), dan alat pengukur cuaca (suhu, curah hujan, dan kelembapan) secara otomatis (*automatic weather station*). Dari data cuaca dan tinggi permukaan air tersebut, yang dihubungkan dengan profil kedalaman dan volume embung dapat diketahui cadangan air yang tersedia di dalam embung sepanjang tahun^{46,47}.

Permasalahan yang dihadapi dalam mempertahankan cadangan air embung adalah permasalahan fisik bangunan embung (*water storage*), yakni erosi, sedimentasi, infiltrasi, dan evaporasi. Permasalahan fisik bangunan yang sering terjadi adalah retak dan longsornya dinding embung⁴ yang mengakibatkan embung mengering atau tidak berair.

Erosi yang tinggi berdampak terhadap tingginya laju sedimentasi^{21,45} dan penurunan kapasitas tampung embung. Hal ini terlihat dari kurva penurunan kapasitas tampung maksimum embung Oemasi di Kupang pada tahun 1992 adalah 31.939 m³, pada tahun 2000 menurun menjadi 17.209 m³, dan tahun 2005 menurun lagi menjadi 14.455 m³ (Gambar 3)^{21,46}.

Penurunan tersebut dapat dijelaskan, bahwa selama kurun waktu 12 tahun (1992–2005) telah terjadi rata-rata penurunan

kapasitas tampung embung Oemasi antara 3,2% dan 5,8% per tahun⁴⁵. Pada pengamatan tahun 2001, diketahui air embung surut dengan volume 4.000 m³ (Januari), dan terisi kembali dengan volume 17.000 m³ (Februari–April), dan terus menyusut (Mei–Agustus). Selanjutnya, defisit air akan terjadi sejak bulan Agustus hingga Januari, saat sebelum musim hujan tiba (Gambar 4)^{46,47}.

Permasalahan cadangan air berkaitan dengan tingginya laju infiltrasi dan evaporasi^{46,47}. Infiltrasi terkait dengan struktur dan tekstur tanah. Evaporasi terkait dengan intensitas sinar matahari dan kecepatan angin. Berdasarkan survei kualitas air pada embung-embung di Kabupaten Kupang, diketahui air embung masih cukup baik untuk konsumsi rumah tangga, minum ternak, dan budi daya pertanian (irigasi)⁴⁹.

3.1.3 Potensi Air untuk Irigasi

Cadangan air embung serbaguna sangat berpotensi untuk irigasi tanaman budi daya. Cadangan air didistribusi dari embung ke perkampungan penduduk melalui jaringan perpipaan secara gravitasi menuju tiga bak, yaitu (1) bak untuk konsumsi rumah tangga yang dilengkapi dengan alat penyaring sederhana menggunakan bahan arang, ijuk, dan pasir, (2) bak untuk minum ternak, dan (3) bak untuk pertanian. Bak untuk ternak dan bak untuk pertanian tanpa dilengkapi dengan penyaring^{3,9}. Debit air embung rata-rata yang tersalurkan ke perkampungan penduduk berkisar antara 20,7–22,86 m³/hari atau rata-rata 21,65 m³/hari. Debit air embung tidak banyak mengalami perubahan. Pada tahun 1993 debit air 21 m³/hari (50 KK), tahun 2001 debit air 20,7 m³/hari (58 KK), tahun 2005 debit air 22,06 m³/hari (60 KK), dan tahun 2011 debit air 22,86 m³/hari (70 KK). Hal ini setara dengan jumlah air untuk setiap KK mendapatkan 300–356 liter/hari^{21,46,50} yang dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah

tangga dan pertanian. Permasalahan yang sering dihadapi dalam menggunakan potensi air embung tersebut adalah masalah efisiensi pemanfaatan air, yaitu kurangnya optimasi dan efisiensi pemanfaatan air embung untuk budi daya pertanian. Pada umumnya, air embung serbaguna NTT hanya untuk konsumsi rumah tangga dan pemeliharaan ternak, sedangkan untuk kegiatan budi daya pertanian masih sangat kurang⁵⁰.

3.2 Pendekatan Lanskap Ekosistem Embung

Pendekatan lanskap ekosistem embung meliputi pengelolaan daerah tangkapan air, pemeliharaan kolam embung, dan efisiensi pemanfaatan air secara berkelanjutan.

3.2.1 Pengelolaan Daerah Tangkapan Air Embung

Tindakan pengelolaan daerah tangkapan air embung dapat dilakukan melalui dua cara. Pertama, pemagaran dengan jenis tumbuhan lokal untuk melindungi daerah tangkapan air (sebagai pagar luar) dan melindungi kolam embung (sebagai pagar dalam), agar ternak tidak masuk ke dalam kawasan embung. Hal ini karena ternak yang masuk ke kawasan daerah tangkapan air akan merusak semai dan anakan tanaman, injakan kaki ternak juga meningkatkan risiko erosi. Perbaikan pagar embung telah dilakukan pada embung Oemasi, Kupang⁵¹, dan embung Leosama, Belu⁴². Pemagaran pada embung Leosama, dilakukan sepanjang 1.000 m, menggunakan jenis-jenis tanaman lokal.

Kedua, Rehabilitasi lahan dan kegiatan penghijauan daerah tangkapan air bertujuan untuk mendapatkan fungsi ekologis, ekonomis, dan hidrologis. Penulis telah melakukan penghijauan daerah tangkapan air embung Leosama, Belu, seluas 7,5 ha dengan melakukan penanaman 13.500 anakan dari 10 jenis tanaman lokal, seperti kusambi (*Schleicera oleosa*), nitas

(*Sterculia foetida*), asam (*Tamarindus indica*), kelor (*Moringa oleracea*), johar (*C. javanica*), jarak pagar (*Ricinus communis*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), jambu mente (*Anacardium occidentale*), dan tanaman tumbuh cepat, yaitu *G. arborea* dan *A. auriculiformis*⁵².

Tanaman gmelina sebagai tanaman pioner telah cukup menghijaukan daerah tangkapan air embung Oemasi dan tanaman pinggir jalan perkampungan menuju ke embung sepanjang lebih kurang 2 km. Tanaman lokal yang ditanam pada embung Oemasi antara lain cemara (*Casuarina junghuhniana*), kom (*Ziziphus mauritiana*), kabesak (*Acacia leucophloea*), dan asam (*Tamarindus indica*)⁵¹. Jenis-jenis tanaman penghijauan tersebut kini telah tumbuh menjadi tegakkan vegetasi di kawasan tangkapan air embung Oemasi dan hasil kayunya telah dapat dimanfaatkan oleh masyarakat setempat.

Ketiga, pengembangan agroforestri, yaitu melalui budi daya tumpang sari tanaman pangan, pakan ternak, dan tanaman tahunan penghasil buah-buahan. Budi daya sistem agroforestri telah dilakukan pada lahan suboptimal di Oemasi dengan menggunakan tanaman jagung dan kacang tanah sebagai tanaman pangan dan jenis tanaman turi dan lamtoro sebagai penghasil pakan⁵¹. Sementara itu, untuk tanaman tahunan dapat digunakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi seperti cendana (*Santalum album*)⁵³.

Keempat, pengembangan ekowisata embung: daerah tangkapan air bersama dengan kawasan kolam embung berpotensi sebagai sarana ekowisata, untuk meningkatkan peranan embung Sirani, Haliwen, di Kabupaten Belu sebagai sarana ekowisata⁵⁴. Kelima, pengembangan strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim melalui kegiatan pengelolaan terintegrasi, daerah tangkapan air embung dengan kawasan di sekitarnya. Daerah tangkapan

air embung yang terpelihara dengan baik menjadi kawasan hutan dengan jumlah ribuan embung di NTT, dapat diusulkan untuk mendapatkan kompensasi dana sebagai upayaantisipasi dan mitigasi perubahan iklim⁵⁵.

3.2.2 Pemeliharaan Kolam Embung

Tindakan pemeliharaan kolam embung dapat dilakukan, melalui (1) pemasangan batu-batu untuk mencegah longsoran dari daerah tangkapan air embung. Hal ini seperti telah dilakukan oleh instansi terkait, pada embung Oemasi, Kupang; (2) penanaman rumput-rumputan pada dinding luar tanggul embung, untuk mencegah erosi; (3) penggunaan teknologi *geomembran* untuk mencegah infiltrasi⁵⁶; (4) penggunaan teknologi *cover* antievaaporasi⁵⁷; (5) pemasangan alat pemantau tinggi permukaan air (*automatic water level recorder*) dan alat pemantau (*automatic weather station*) pada beberapa titik yang mewakili sebaran embung di NTT^{46,47}. Teknologi *geomembran*, telah dilakukan untuk pembangunan beberapa embung serbaguna di NTT¹⁴, dan embung kecil di Jawa Timur⁵⁶. Teknologi ini sangat efisien digunakan untuk pembangunan embung, karena tanpa harus mencari tipe tanah liat bobonaro, sebagai persyaratan pembangunan embung di NTT.

3.2.3 Efisiensi Pemanfaatan Air Irigasi

Optimasi pemanfaatan air embung sangat penting dilakukan, mengingat air embung belum dimanfaatkan secara optimal⁵⁰, dan pemanfaatan air untuk budi daya pertanian (irigasi) sangat kurang efisien²⁷. Tujuan optimasi dan efisiensi pemanfaatan air embung adalah (1) mendorong petani memanfaatkan air embung untuk budi daya pertanian⁵⁸; (2) memperkenalkan teknik budi daya secara hemat air⁵⁹; (3) memberikan peluang ekonomi

masyarakat pada musim kemarau melalui budi daya hortikultura sayuran^{60,61}. Efisiensi irigasi dapat dilakukan melalui pemilihan metode budi daya dan pemilihan jenis tanaman tahan kekeringan. Efisiensi irigasi merupakan salah satu teknik budi daya secara ramah lingkungan⁶².

Penelitian untuk efisiensi irigasi pada tanaman sayuran telah dilakukan di berbagai lokasi antara lain: embung Desa Oemasi (Kabupaten Kupang)^{60,61}, embung Desa Leosama (Kabupaten Belu)⁵², pertanian hemat air di Desa Gambir manis (Wonogiri)⁵⁸, Desa Pulutan (Wonosari) dan mendukung program *Techno Park* Banyumulek (Lombok, NTB)^{63,64}. Adapun kegiatannya sebagai berikut: (1) penanaman sayuran di dalam pot plastik, polibag⁵⁸; (2) penggunaan mulsa plastik dan biomulsa (jerami dan sisa tumbuhan lainnya) sebagai penutup media tanam pot⁵⁸ dan bedeng tanam⁶³; (3) penanaman sayuran menggunakan bedeng beralaskan lembaran plastik⁶⁴; (4) irigasi tetes (*drip watering* dengan selang kapiler dan tanpa selang kapiler dan irigasi pengabutan (*fogging*)⁶⁴ pada tanaman cabai di Desa Gambirmanis, Wonogiri dengan irigasi sebanyak 0,25 liter/pot/hari pada fase vegetatif, dan 0,5 liter/pot/hari pada fase generatif. Dalam penelitian dan pengembangan ini ditanam 6.000 tanaman menggunakan pot plastik polibag, melibatkan 120 KK petani (sebanyak 11%) dari populasi warga seluruh Desa yang tersebar di 13 Dusun^{58,59}. Hasil panen cabai besar berkisar 170–390 gram/pot, atau rata-rata 260 gram/pot⁵⁸.

Kegiatan serupa juga dilakukan di Desa Oemasi dengan tanaman cabai dalam pot menggunakan irigasi air embung dengan volume irigasi 0,25 liter/pot/hari pada fase awal pertumbuhan, 0,5 liter/pot/hari fase vegetatif dan 1 liter/pot/hari atau rata-rata 0,67 liter/pot/hari. Kegiatan ini diikuti oleh 15 KK petani atau 29,41% dari populasi warga di Dua Dusun, di Oemasi, Kupang⁶⁰.

Pada tahun 2001/2002, seluruh warga pemakai air embung Oemasi sebanyak 58 KK (240 jiwa) memanfaatkan air embung untuk irigasi sebanyak 21.850 tanaman sayuran, dengan jumlah 16.000 berupa tanaman menggunakan pot plastik polibag dan 5.850 tanaman di tanam pada bedeng tanam⁶⁵.

Berbagai penelitian yang bersifat inovatif untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan air telah dilakukan pada tanaman cabai, terong, tomat^{66,67,68} (Gambar 5), mentimun, kacang panjang, jagung^{69,70,71,72} dengan berbagai teknik budi daya dan hasilnya sangat positif^{73,74,75,76}. Efisiensi pemanfaatan air embung terbukti dapat meningkatkan produktivitas tanaman yang lebih tinggi dari pada bercocok tanam konvensional.

IV. KEBIJAKAN PENGELOLAAN EMBUNG SECARA TERPADU DAN BERKELANJUTAN

Kebijakan pengelolaan embung secara terpadu dan berkelanjutan meliputi pengembangan strategi dan inovasi pengelolaan lanskap ekosistem embung, peningkatan peran para pihak, penguatan kelembagaan, dan penguatan aspek legal.

4.1 Kebijakan Pengelolaan Ekosistem Embung

Melalui hasil monitoring dan evaluasi 68 embung yang terdapat di empat kabupaten, yaitu Kupang, Timor Tengah Utara, Timor Tengah Selatan, dan Belu tahun 2007, diketahui permasalahan ekosistem embung serbaguna dan terpadu di NTT meliputi permasalahan teknis⁷⁷ dan nonteknis, seperti aspek sosial budaya⁷⁸. Permasalahan tersebut terjadi karena pengelolaan yang kurang baik di daerah tangkapan air, di bagian kolam embung, dan di areal pemanfaatan.

Diketahui bahwa embung tersebut mengalami kerusakan berat (10%), kerusakan sedang (40%) dan kerusakan ringan (40%)⁷⁹. Demikian pula kondisi 17 dari 26 embung di Kabupaten Belu pada tahun 2005, diketahui 41% mengering tidak berair, 35% embung berair tetapi pada musim kemarau mengering, dan 17% embung dapat menampung air sepanjang tahun⁸⁰. Kerusakan terkait aspek fisik dan sosial ini perlu diminimalkan⁸¹. Terkait hal-hal tersebut di atas, sebagai upaya pelestarian dan pendayagunaan embung di NTT⁸² perlu dilakukan kebijakan sebagai berikut: (1) kajian ilmiah dan komprehensif terhadap embung NTT¹⁵, (2) memperkuat aspek legal dengan membuat turunan peraturan daerah (Perda), peraturan Gubernur dan atau peraturan Bupati/Walikota ke dalam peraturan di tingkat tapak (desa) untuk melindungi keberadaan embung dan memper-

mudah pengelolaannya⁸³, (3) memperkuat sistem pengelolaan embung sebagai bagian utama dari pengembangan produksi pertanian untuk mendukung ketahanan pangan^{84,85} dan budaya masyarakat NTT⁸³; (4) meningkatkan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan, pendidikan, pembimbingan, studi banding dan pemberdayaan masyarakat selaku kelompok masyarakat pemakai air embung⁸⁵.

4.1.1 Kebijakan Pengelolaan Daerah Tangkapan Air

Daerah tangkapan air embung perlu dikelola dengan benar agar fungsi embung tetap lestari, terutama dalam upaya mengurangi risiko tingginya laju aliran permukaan dan erosi⁵¹. Kebijakan pengelolaan daerah tangkapan air ini mutlak diperlukan untuk menjaga fungsi embung. Ada tiga langkah kebijakan yang harus diambil, yaitu (1) rehabilitasi dan konservasi lahan melalui revegetasi, reboisasi, perhutanan, agroforestri, dan kegiatan konservasi lainnya⁸⁶. Konservasi tersebut harus memperhatikan kearifan budaya lokal^{28,87}. Tanaman yang digunakan adalah jenis-jenis yang memiliki fungsi ekologi, ekonomi, dan hidrologi⁸⁸, yaitu kombinasi penanaman tanaman lokal dengan tanaman yang telah beradaptasi dengan iklim kering⁸²; (2) pemagaran daerah tangkapan sebagai pagar luar, dan pemagaran embung sebagai pagar dalam^{9,42}; (3) pelatihan, pembinaan, dan pemberdayaan petani pemelihara daerah tangkapan air embung⁸⁶.

4.1.2 Kebijakan Pengelolaan Cadangan Air Embung

Kebijakan di bagian tengah daerah penyimpanan air (*water storage*) bertujuan untuk melindungi embung dari kerusakan fisik bangunan embung (longsor, retak, bocor, dan lain-lain⁴) dan nonfisik, seperti penyusutan tata tertib pemakaian air. Kerusakan teknik tersebut dapat menyebabkan terjadinya perem-

besan air ke dalam tanah melalui infiltrasi dan penguapan air ke atmosfer melalui evaporasi³². Kebijakan tersebut dimaksudkan agar daya tampung dan umur teknis embung dapat berlangsung lebih lama hingga 30 tahun bahkan lebih¹².

Beberapa kebijakan yang diusulkan, yaitu (a) pembangunan dan pemeliharaan fisik embung dengan menggunakan bahan dari batu yang dipasang di lereng embung bagian atas seperti yang telah dipasang pada embung Oemasi, Kupang¹²; (b) penanaman jenis-jenis tanaman konservasi dengan menanam jenis-jenis rumput penahan erosi pada lereng tanggul embung⁵¹; (c) penggunaan teknologi geomembran untuk menahan infiltrasi⁵⁶; (d) penggunaan cover pelampung untuk mengurangi evaporasi (*floating cover*)⁵⁷; (e) monitoring pendangkalan embung secara rutin⁴⁵; (f) monitoring cadangan air embung melalui prinsip neraca air embung⁴⁶; (g) pemasangan alat pengukur tinggi permukaan air embung dan pengukur cuaca pada beberapa wilayah yang mewakili Pulau Timor dan NTT⁴⁷; dan (h) pelatihan, pembimbingan dan pemberdayaan petani untuk monitoring embung⁸⁶.

Untuk meningkatkan pengelolaan air selain dengan menggunakan teknologi embung, dapat juga dilakukan dengan cara menyodet sungai kecil, dari sungai besar yang berair dan dialirkan secara gravitasi⁸⁹. Selain itu, memanfaatkan sumber air lainnya seperti sumur gali dan sumber mata air yang banyak terdapat di Pulau Timor⁹⁰.

4.1.3 Kebijakan Pemanfaatan Air Embung Berkelanjutan

Kebijakan efisiensi pemanfaatan air bertujuan agar air embung yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal, seperti untuk penyediaan air bersih rumah tangga, pemeliharaan ternak, dan budi daya pertanian secara efisien. Terkait tujuan tersebut, be-

berapa kebijakan yang diusulkan, yaitu (a) pelatihan dan pembinaan petani agar memanfaatkan air embung secara optimal dan efisien⁸⁶; (b) pemanfaatan air embung untuk budi daya pertanian secara hemat air⁶⁰; (c) pemanfaatan air untuk konservasi lingkungan^{42,52}; dan (d) penambahan jaringan perpipaan sesuai dengan perkembangan penduduk. Teknologi pertanian secara hemat air yang dapat digunakan adalah budi daya tanaman dengan pot polibag⁶⁰, irigasi tetes, irigasi sebar, bedeng media tanah beralaskan plastik⁶³, penggunaan mulsa, irigasi sesuai dengan kebutuhan air oleh tanaman^{66,67}, dan pemilihan jenis-jenis tanaman tahan kering, seperti sorgum dan jewawut. Selain itu, penggunaan bahan pembenah tanah, seperti kompos⁶³ dan biochar⁷⁶, terbukti sangat meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air.

4.2 Kelembagaan dalam Pengelolaan Embung Secara Terpadu

Pembangunan embung haruslah dipandang sebagai pembangunan kawasan secara berkelanjutan dengan tujuan untuk pengelolaan sumber daya alam hayati yang lestari, peningkatan kondisi sosial ekonomi masyarakat secara berkelanjutan, dan pemeliharaan nilai-nilai budaya masyarakat yang didasarkan pada kajian ilmiah. Implementasi pembangunan embung melalui pendekatan lanskap ekosistem bertujuan untuk menjamin keseimbangan antara fungsi ekologi, fungsi ekonomi, dan fungsi sosial budaya embung bagi masyarakat di kawasan tersebut. Pengelolaan embung secara terpadu harus melibatkan para pihak (*stakeholder*). Oleh karena itu, diperlukan kelembagaan untuk memperlancar komunikasi dan koordinasi pengelolaan embung pada berbagai tingkatan (lokal, regional, dan nasional)⁸³.

4.2.1 Keterlibatan dan Peran Para Pihak

Berbagai pihak diharapkan berperan dalam pengelolaan embung⁸³, yaitu (1) Pemerintah Pusat (Kementan bertugas menyiapkan potensi lokasi pengembangan embung, Kemen PUPR bertugas menetapkan pedoman perencanaan, pembinaan, dan pengawasan, Kemendes PDT dan Transmigrasi bertugas mendorong dan memfasilitasi pemanfaatan dana desa dan pendampingan pembentukan badan usaha milik desa sebagai pengelola embung; (2) Pemerintah Daerah (Gubernur dan Bupati/Walikota) bertugas mendorong pemanfaatan embung untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan memfasilitasi sarana dan prasarana pertanian, Balai Besar/Balai Wilayah Sungai bertugas melakukan pembinaan dan pengawasan perencanaan embung yang berkoordinasi dengan Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Pertanian, Dinas Pemberdayaan Masyarakat dan Tenaga Ahli Infrastruktur Desa; (3) Pemerintah Desa dan Kelompok Tani Pemakai Air embung; (4) Lembaga Penelitian dan Perguruan Tinggi; dan (5) Lembaga Swadaya Masyarakat².

4.2.2 Membangun Peran Para Pihak

Peningkatan peran para pihak dapat dilakukan melalui komunikasi, koordinasi, konsultasi, advokasi, pembangunan kapasitas sumber daya manusia (pelatihan, training, *workshop*, dan sebagainya), dukungan pendanaan, dan penyusunan program pengembangan ekosistem embung. Pembagian peran tersebut antara lain berfungsi untuk membangun kesepahaman pengelolaan kawasan embung-embung sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang Wilayah kabupaten/provinsi/nasional, menginventarisasi dan mengidentifikasi potensi dan permasalahan, mengkoordinasi penyusunan rencana kegiatan, merumuskan solusi bila terjadi hal-hal yang tidak sesuai dengan tujuan pembangun-

an embung, menyinergikan kegiatan pengelolaan embung, dan menyusun proposal penggalangan dana, serta melakukan monitoring dan evaluasi⁸³.

4.2.3 Penguatan Kelembagaan dan Aspek Legal

Dalam rangka memudahkan koordinasi, komunikasi, dan pengelolaan kawasan embung, perlu dibentuk kelembagaan pengelolaan kawasan embung. Kelembagaan yang terbentuk perlu mendapat dukungan dari berbagai pihak, khusus pemerintah pusat dan pemerintah daerah.

Sementara itu, aspek legal pembangunan embung dapat berupa Peraturan Desa, Peraturan Bupati/Walikota, Peraturan Gubernur, Peraturan Daerah, Peraturan Presiden/Instruksi Presiden. Berbagai aspek legal tersebut diperlukan sebagai dasar hukum dalam penyusunan program dan pendanaan. Aspek legal tersebut juga sebagai pelaksanaan dari Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2018 tentang Percepatan Penyediaan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa; Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 07/SE/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya; Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2017 tentang Penetapan Prioritas Penggunaan Dana Desa antara lain untuk Membiayai pembangunan Embung; buku Pedoman Teknis Pengembangan Embung Pertanian oleh Kementerian Pertanian, Direktur Jenderal Sarana dan Prasarana Pertanian, Direktorat Irigasi, tahun 2018⁶. Berbagai aspek legal tersebut perlu didukung pedoman teknis pembangunan embung dan pengelolaannya untuk pertanian⁸⁹ dan pemberdayaan masyarakat⁸.

Peraturan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur terkait pengelolaan embung, yang perlu ditingkatkan implementasinya, di antaranya Perda Nomor 5 Tahun 1994 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung di Provinsi, Perda Nomor 1 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah 2010–2030, dan Perda Nomor 1 Tahun 2009 tentang Irigasi di NTT.

V. KESIMPULAN

Pembangunan dan pengelolaan embung serbaguna di wilayah beriklim kering seperti NTT di masa depan memerlukan strategi pengelolaan dengan pendekatan konsep lanskap ekosistem. Konsep ini merupakan integrasi pengelolaan tiga ekosistem, yaitu daerah tangkapan air, cadangan air, dan areal pemanfaatan air untuk pertanian dan rumah tangga.

Pengelolaan ekosistem tangkapan air, perlu dilakukan melalui (1) penanaman pagar hidup, (2) rehabilitasi lahan dan penghijauan, (3) agroforestri, (4) ekowisata berbasis embung, dan (5) pengelolaan daerah tangkapan air sebagai strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Kemudian, untuk pengelolaan cadangan air embung, perlu dilakukan melalui (1) pengembangan teknik pencegah longsoran dinding embung dan erosi, (2) penggunaan teknologi *geomembran* antiinfiltrasi; (3) teknologi *cover* antievaporasi; (4) pemasangan alat pemantau tinggi permukaan air dan pemantau cuaca pada beberapa titik yang mewakili sebaran embung di NTT. Sementara itu, untuk pengelolaan areal pemanfaatan pertanian, perlu dilakukan teknik budi daya secara hemat air, yaitu menggunakan (1) pot plastik/polibag, (2) mulsa plastik dan biomulsa, (3) lembar plastik sebagai alas bedeng tanam; (4) irigasi tetes (*drip watering*), pengabutan (*fogging*); (5) irigasi berdasarkan kebutuhan air oleh tanaman; (6) Kompos dan biochar. Selanjutnya, efisiensi pemanfaatan air oleh rumah tangga, perlu dilakukan melalui penguatan fungsi organisasi pemakai air embung dan meningkatkan budaya masyarakat menggunakan air secara hemat.

Pengelolaan embung secara terpadu dan berkelanjutan di NTT perlu didukung oleh (1) kajian ilmiah secara komprehensif, (2) penetapan kelembagaan dan aspek legal, (3) sistem penge-

lolaan embung mendukung pengembangan produksi pertanian, (4) pengembangan embung sebagai budaya masyarakat, (5) peningkatan kapasitas SDM, dan (6) kebijakan pemerintah, keterlibatan, dukungan, dan peran para pihak.

VI. PENUTUP

Pengelolaan embung serbaguna dan berkelanjutan meliputi berbagai kegiatan, di antaranya pengelolaan ekosistem tangkapan air, cadangan air embung dan areal pemanfaatan (ekosistem pertanian dan rumah tangga). Untuk mewujudkan fungsi embung serbaguna dan berkelanjutan tersebut diperlukan dukungan penguatan kelembagaan dan aspek legal. Selain itu, pemanfaatan inovasi teknologi, penguatan program pengembangan, peningkatan SDM dan keterlibatan para pihak meliputi pemerintah pusat, pemerintah daerah (provinsi, kota/kabupaten), tenaga ahli infrastruktur termasuk lembaga penelitian dan perguruan tinggi, pemerintah desa, kelompok tani pemakai air embung, dan lembaga swadaya masyarakat. Penguatan kelembagaan dan aspek legal perlu didukung oleh peraturan daerah atau peraturan gubernur/kabupaten/kota yang melindungi dan menjamin keberadaan embung agar menjadi bagian dari budaya masyarakat, tempat pelatihan, pembimbingan, dan pemberdayaan masyarakat.

Air adalah sumber kehidupan. Memelihara sumber air adalah suatu keharusan. Tujuh puluh persen kandungan jasad hidup adalah air. Tanpa air, tidak ada keanekaragaman hayati di dalam ekosistem. Konservasi air berarti konservasi keanekaragaman hayati. Tanpa air tidak akan ada kehidupan di muka bumi. Khusus di NTT, tanpa embung berarti tidak ada air dan berarti pula kehidupan akan terganggu. Oleh karena itu, pembangunan embung di NTT wajib dilakukan untuk mendukung kehidupan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Mengakhiri orasi ilmiah ini, perkenankan penulis menyampaikan rasa sukur yang tak terhingga ke hadirat Allah Swt., atas segala nikmat, karunia, dan rahmat-Nya sehingga dapat menyampaikan orasi ilmiah ini.

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Presiden Republik Indonesia Ir. H. Joko Widodo atas penetapan saya sebagai Peneliti Ahli Utama, Kepala LIPI, Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.; Profesor Dr. Ir. Bambang Subiyanto, M.Agr., selaku Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset LIPI; Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani, D.E.A., selaku Sekretaris Majelis Pengukuhan Prosefor Riset LIPI sekaligus sebagai anggota Tim Penelaah Naskah Orasi; Prof. Dr. Ir. Yohanes Purwanto, D.E.A., dan Prof. Dr. Ir. Dedi Nursyamsi, M.Agr., selaku anggota Tim Penelaah Naskah Orasi.

Deputi Ilmu Pengetahuan Hayati LIPI, Dr. Yan Rianto M.Eng., Dr. Atit Kanti, M.Sc., Kepala Pusat Penelitian Biologi LIPI; Rr. Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A., Sekretaris Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada penulis untuk menyampaikan orasi di tempat terhormat ini; Kepada Profesor Dr. Enny Sudarmonowati mantan Deputi IPH; Dr. Ir. Bambang Sunarko dan Dr. Ir. Witjaksono, M.Sc., Mantan Kapuslit Biologi LIPI; Dr. Joeni Setijo Rahajoe, Mantan Kepala Bidang Botani; Dr. Atik Retnowati, Kepala Bidang Botani, Puslit Biologi LIPI, disampaikan terima kasih.

Kepada Bapak Gubernur dan Kepala Bapelitbangda Provinsi Nusa Tenggara Timur, Kepala Balai Besar Wilayah Sungai Nusa Tenggara II, Kementerian Pekerjaan Umum dan

Perumahan Rakyat, di Kupang. Kepada Bapak/Ibu yang telah banyak membantu penelitian embung di NTT, antara lain Ir. Joppy Manudima, M.M., Ir. Marthen Tella, dan Ir. Bernadeta Tea, S.ST., M.Si. Ucapan terima kasih juga kepada masyarakat Desa Oemasi, Kupang Barat.

Kepada kedua orang tua kami tercinta, almarhum Ayahanda Tjiptosantoso dan Ibunda Siswati yang telah mendidik, memberi semangat, kasih sayang, dan suri tauladannya untuk selalu tekun berusaha dan bersikap bersahaja. Meskipun tidak akan mungkin dapat membalas jasa beliau berdua, tetapi apa yang penulis raih ini merupakan salah satu bakti penulis kepada beliau. Tanpa asuhan, doa dan restu beliau, penulis tidak akan dapat berdiri di sini, pada hari ini. Kepada istri saya tercinta Bakdo Purwanti dan anak tunggal kami tersayang, Satwika Gemala Movementi, S.Sos. dan anak menantu kami, Anshar Dwi Wibowo, S.IP. Kepada kakak dan adik-adik kami, yaitu keluarga kakak Ir. Bambang Haryadi Basuki, keluarga adik-adik kami Drs. Djoko Setyono, Bakti Haryanto, S.E, M.M., dan Ir. Agung Budi Cahyono, terima kasih atas dukungannya yang tulus dan memberikan kontribusi yang sangat besar untuk kesuksesan ini.

Kepada Bapak/Ibu Dosen dan para pembimbing kami selama menempuh studi di FMIPA-UI, Jurusan Biologi Konservasi, yaitu Prof. Dr. S. Somadikarta, Prof. Dr. Rochadi Abdulhadi, Prof. Dr. Jatna Suprijatna, Prof. Dr. Hadi S. Alikodra, dan Dr. Bruno Lidon (CIRAD). Kepada Dr. Kasdi Subagyono, Dr. Gatot Irianto, Dr. Budi Kartiwa, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor yang telah banyak membantu selama penelitian dan penyelesaian studi berlangsung. Kepada Prof. Dr. Rosichon Ubaidillah, M.Phil., terima kasih atas saran dan masukannya.

Kepada para Senior dan sahabat kami, peneliti di Laboratorium Fisiologi, Bidang Botani, Puslit Biologi LIPI, yaitu Dr.

Beth Paul Naiola, Dr. Nuril Hidayati, Ir. Albert Husein Wawo M.Si., Dra. Fauzia Syarif, Ir. Niniek Setyowati, Ir. Titi Juhaeti M.Si, dan Drs. Saefudin. Para Junior kami beserta seluruh sahabat peneliti dan teknisi di Puslit Biologi LIPI. Terima kasih atas kerja samanya yang baik dan terus memberikan semangat untuk mencapai orasi ini.

Pada akhirnya kepada panitia penyelenggara orasi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih sehingga prosesi orasi ilmiah ini terselenggara dengan sukses. Kepada seluruh undangan, penulis sampaikan rasa hormat, terima kasih atas kehadiran dan perhatiannya. Penulis mohon maaf atas segala kekhilafan dan kekurangan, semoga Allah Swt. Senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya kepada kita sekian. Amin.

Wabillahi taufik wal hidayah,

Wassalamu'alaikum warakhmatullahi wabarakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asian Development Bank. Indonesia: Country water assessment. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank; 2016.
2. Presiden Republik Indonesia. Instruksi Presiden Republik Indonesia, Nomor 1, Tahun 2018 tentang Percepatan Penyediaan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya. Deputi Bidang Perekonomian, Sekretariat Kabinet RI; 2018.
3. ACIL. Dam Manual. NTTIADP, Nusa Tenggara Timur Integrated Area Development Project. A joint Cooperation Project of the Governments of Indonesia and Australia. ACIL Australia Pty Ltd, Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB); 1988.
4. Kasiro I, Rusli BS, Brotodihardjo APP. Beberapa permasalahan embung tipe NTT IADP di Pulau Timor 1986–1991. JLP 1991; 21(6): 3–15.
5. Fagi AM, Syamsiah I. Prospek embung dalam menunjang kelestarian lahan tadah hujan. Prosiding Simposium Meteorologi Pertanian III. Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI) 1992; 195–210.
6. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, No. 07/SE/M/2018, tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air lainnya di Desa.
7. Direktorat Irigasi Pertanian. Pedoman teknis pengembangan embung pertanian. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian; 2019.
8. Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Republik Indonesia. Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2018 tentang Prioritas Penggunaan Dana Desa; 2019.

9. Simpson B, Roberts K. Petunjuk pembuatan embung kecil tipe urugan tanah di Provinsi Nusa Tenggara Timur. NTTIADP, Nusa Tenggara Timur Integrated Area Development Project. A joint Cooperation Project of the Governments of Indonesia and Australia. ACIL Australia Pty Ltd, Project Manager, Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB); 1990.
10. Dinas Kimpraswil Provinsi Nusa Tenggara Timur. Usulan pengembangan dan konservasi sumber air di wilayah Timor dan Sumba. Dinas Permukiman dan Pengembangan Wilayah, Provinsi NTT; 2000.
11. Kementerian Umum dan Perumahan Rakyat. Data embung. Pusat Bendungan Direktorat Sumber Daya Air; 2016.
12. Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II, Kementerian PUPR. Perhitungan detail audit teknis dan AKNOP embung di Pulau Timor dan Kepulauan. Laporan Akhir. CV Kencana Layana Konsultan; 2016.
13. Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II, Kementerian PUPR. Perhitungan detail audit teknis dan AKNOP embung di Pulau Flores. Laporan Akhir. CV Cipta Wahana Nusantara Konsultan; 2016.
14. Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II, Kementerian PUPR. Data hasil pembangunan embung di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Laporan Akhir Tahun; 2018.
15. **Widiyono W.** Embung di Nusa Tenggara Timur: konsep, problem dan prospeknya. Limnotek. Perairan Darat Tropis di Indonesia 2011; 18(2): 110–119.
16. CIDA. Timor Island Water Resources Development Study, Final Report, Volume 1–20. Study Undertaken by Crippen International Ltd. For Canadian International Development Agency. Directorate General of Wat. Res. Develt. Mintry of Publick Works, Republick of Indonesia; 1980.

17. Ormeling FJ. The Timor Problem: a eographical interpretation of an underdeveloped Island. J.B. Wolters, Groningen; 1955.
18. Aldrick JM. Land resource of West Timor. Indonesia Australia NTT Livestock Development Project. Completion Report. ACIL Australia Pty Ltd, Project Manager, Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB); 1984.
19. Monk KA, de Fretes Y, Reksodihardjo-Lilley G. Ekologi Nusa Tenggara dan Maluku. Seri Ekologi Indonesia, Buku V. Prenhallindo; Jakarta; 2000.
20. Penelitian Sistem Usaha Tani di Main Base Kupang. Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nusa Tenggara (Proyek P3NT), Nusa Tenggara Agriculture Support Project. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kupang; 1987.
21. **Widiyono W**, Lidon B, Abdulhadi R, Somadikarta S. Sustainability of the water suplí for rural people in West Timor: overcoming high sedimenation rate (Case study of a man made dam in Oemasi Village). Proceeding of integrated water and soil management: Resources, Infrastructures and Risks in Rural and Urban areas. Hanoi, Vietnam, 5–9 November 2007. Orange D, Roose E, Vermande P, Gastellu-Etchegorry JP, Hua PM (Eds.). JSIR AUF & IRD 2007: 193–198.
22. Wiroatmodjo J, Wipartono. Pemanfaatan sumberdaya air untuk pengembangan pertanian tanah kering. Kongres Agronomi. Agronomi menjawab tantangan tahun 2000. Perhimpunan Agronomi Indonesia. Jakarta; 1977. 1–22.
23. Drees M. Distribution ecology and silvicultural possibilities of trees and schrubs from the savanna forest region in eastern Sumbawa and Timor. Communication of the forest research institut. Balai Penelitian Kehutanan Bogor; 1951.
24. Kartawinata K. Keanekaragaman Hayati di Indonesia Khususnya Bagian Timur. Pros. Simp. Meteorologi Pertanian III. Perhimp; 1992. 218–230.

25. Fox JJ. Panen lontar: perubahan ekologi dalam kehidupan masyarakat Pulau Rote dan Sabu. Matsay L. terjemahan dari Harvest of The Palm: Ecological change in Eastern Indonesia. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan; 1995.
26. Lembaga Biologi Nasional (LBN) LIPI. Sumberdaya Alam di Camplong dan sekitarnya, Kecamatan Fatuleu, Kabupaten Kupang, Timor, NTT; 1982.
27. **Widiyono W**, Walujo EB, Manudima JH. Potensi Sumberdaya alam dan manusia Desa Oemasi, Kupang NTT. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH. Puslitbang Biologi LIPI. Bogor; 1995. 289–298.
28. **Widiyono W**, Walujo EB. Pemanfaatan tanaman secara tradisional oleh masyarakat peladang Oemasi penghuni savana Timor. Pros. Sem. Etnobotani II; 1995. 363–371.
29. ACIL Australia Pty Ltd. NTT Livestock Development Project. Feasibility study and design study, Fase II. Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB); 1985.
30. Soka T. Mengenal NTT Livestock Development Project (ATA 136) Besi Pae, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Project Management Unit, Dinas Peternakan Provinsi Nusa Tenggara Timur; 1986.
31. Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB). A joint cooperation project of the Governments of Indonesia and Australia. ACIL Australia Pty Ltd. NTTIADP, Nusa Tenggara Timur Integrated Area Development Project; 1988.
32. Wood B. Monitoring and evaluation report pengairan TTU. Dalam: NTT Integrated Area Development Project, Monitoring and Evaluation Report, October 1990. ACIL Australia Pty. Ltd. Kupang, NTT; 1990.

33. **Widiyono W**, Lidon B. Managemen sumberdaya air ‘embung’ untuk menunjang ketahanan pangan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Prosiding Simposium Nasional Ekohidrologi, *‘Integrating Ecohydrological Principles for Good Water Governance’*. Jakarta, 24 Maret 2011. Puslit Limnologi LIPI, UNESCO & APCE 2011: 206–218.
34. **Widiyono W**, Abdulhadi R, Lidon B. Pengelolaan embung-embung secara terpadu meliputi bagian hulu, tengah dan hilir di Nusa Tenggara Timur (Studi Kasus embung Desa Oemasi, Oelomin dan Oeltua Kabupaten Kupang, Pulau Timor). Dalam: Hehanussa PE, Abdulhadi R dan Siregar M, editor. Prosiding Simposium ‘Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Sumber Daya Air di Kawasan Tri Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Eka Karya Bali LIPI dan Bapedalda, Pemda Provinsi Bali; 2015. 143–155.
35. Indrawan M, Primack RB, Supriatna J. Biologi konservasi. Edisi Revisi. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia; 2007.
36. Hehanussa PE, Haryani GS. Water resources potentials of Indonesian lages, an ecohydrological approach. Proceedings, Asia-Pacific Workshop on Eco-hydrology. Cibinong, Bogor, Indonesia 2001: 111–120.
37. **Widiyono W**. Survei ekohidrologi untuk pembangunan embung-embung di NTT: Studi Kasus embung Oemasi Kupang. Jurnal Hidrosfer Indonesia, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT; 2010: 5(1):9–16.
38. **Widiyono W**, Abdulhadi R, & Lidon B. Model analisis embung secara terpadu meliputi bagian hulu, tengah dan hilir (Studi Kasus embung Desa Oemasi, Kupang, NTT). Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia. Puslit Limnologi LIPI. 2015:12(1):1–9.
39. Wischmeier WH, Smith DD. Predicting rainfall erosion losses guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No.53; 1978.

40. **Widiyono W.** Potensi embung untuk pengembangan budidaya pertanian mencapai pembangunan ramah lingkungan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Bogor: Badan Litbangtan, Kementan; 2013. 441–451.
41. **Widiyono W.** Potency embung to conserve savanna eco-system and it utilization for people in East Nusa Tenggara Province. Proceedings of the 2nd INAFOR 2013. The Second International Conference of Indonesia Forestry Researchers; 28–29 Agustus 2013; Jakarta, Indonesia: Ministry of Forestry of the Republic of Indonesia Forestry, Research and Development Agency; 2013. 870–885.
42. **Widiyono W.** Upaya revegetasi daerah tangkapan air dan lingkungan di wilayah perbatasan Belu-NTT: studi kasus embung Leosama dan Sirani Haliwen. Prosiding Seminar Nas. VIII, Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter. Jurusan MIPA, FKIP UNS Solo; 2011: 171–176.
43. **Widiyono W.** Biodiversitas flora dan sustainabilitas embung-embung di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Prabowo, RE, ER Ardi, MH. Sastranegara, W. Lestari & G. Wijayanti, editors. Prosiding Seminar Nasional Biologi, Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik. Fabio Unsoed, Purwokerto; 2010. 727–732.
44. **Widiyono W.** Inventarisasi jenis tumbuhan dan kesesuaian lahan untuk konservasi daerah tangkapan air di Desa Baudaok, Kabupaten Belu, NTT. Jurnal Teknologi Lingkungan, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT 2010; 11(3): 353–361.
45. **Widiyono W, Abdulhadi R, Lidon B.** Kajian erosi dan pendangkalan embung di Pulau Timor NTT (Studi Kasus embung Oemasi-Kupang dan Embung Leosama-Belu). Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia. Puslit Limnologi LIPI 2006; 13(2): 21–28.

46. **Widiyono W**, Lidon B, Abdulhadi R. Water balance simulation model and watershed vegetation analysis of 'embung' a man made water reservoir in Timor Island-East Nusa Tenggara Province (A case study of embungs in Oemasi, Oelomin and Oeltua, Kupang District). Dalam: Hehanussa PE, Haryani GS, Pawitan H & Soedjatniko B, editor. Proceeding of International Symposium on Ecohydrology. Denpasar, Bali. IHP & UNESCO; 2005. 183–190.
47. **Widiyono W**, Suprpto, Lidon B, Irianto G. Analisis sumber daya air untuk peningkatan efisiensi pengelolaan air embung: Studi kasus di Oemasi, Oelomin dan Oeltua - Kupang, NTT. Prosiding Seminar Peranan Agroklimat Dalam Mendukung Pengembangan Usahatani Lahan Kering, Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor; 2002. 75–85.
48. **Widiyono W**. Pendugaan erosi dan neraca air embung wilayah perbatasan Kabupaten Belu Nusa Tenggara Timur. Jurnal Rekayasa Lingkungan. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT; 2008; 4(1): 1–10.
49. Lukman, **Widiyono W**. Kondisi kualitas air embung di Nusa Tenggara Timur. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI. LIPI, UNESCO, APCE dan CSEAS. Cibinong; 2013. 356–366.
50. **Widiyono W**. Pengelolaan sumberdaya air dan lingkungan. Jurnal Hidrosfer Indonesia, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. 2012; 7(1): 23–30.
51. **Widiyono W**. Konservasi flora, tanah dan sumberdaya air 'embung-embung' di Timor Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur (Studi Kasus embung Oemasi-Kupang dan embung Leosama-Belu). Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT. 2008;9(2):193–200.
52. **Widiyono W**, Harahap R, Naiola BP, Oematan H. Konservasi tanah marginal di Desa Oemasi Kupang NTT melalui budidaya pertanian lorong, perhutanan rakyat, penghijauan dan penataan pekarangan. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH; 1994. 254–262.

53. Wawo AH. Strategi manajemen konservasi cendana melalui upaya pembudidayaannya di Propinsi Nusa Tenggara Timur. Proyek Litbang dan Pendayagunaan Potensi Wilayah. Bogor: Puslitbang Biologi LIPI. 2000. 77–84.
54. **Widiyono W.** Studi ekohidrologi embung Sirani Haliwen bagi pengembangan ekowisata di Kabupaten Belu NTT. *Jurnal Hidrosfer Indonesia*, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. 2009;4(2):97–106.
55. **Widiyono W.** Konservasi daerah tangkapan air embung sebagai modelantisipasi terhadap perubahan iklim global di kawasan beriklim kering NTT. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia*, Pusat Penelitian Limnologi LIPI. 2010;17(1):1–7.
56. Setiawan BI, Wirasembada YC, Kuswanda WP, Sagita Jannati SL, Andayani A. Penentuan lokasi, rancangan dan pembuatan embung untuk pertanian. Kementerian Pertanian dan Institut Pertanian Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian; 2016.
57. Yao X, Zhang H, Lemckert C, Adam Brook A, Schouten P. Evaporation Reduction by Suspended and Floating Covers: Overview, Modelling and Efficiency. *Urban Water Security Research Alliance Technical Report No. 28*. The University of Queensland, Australia; 2010: 1–16.
58. **Widiyono W,** Harahap R, Naiola BP. Budidaya tanaman pot: Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas pekarangan lahan kering. *Ekspose II, Hasil Penelitian dan Pengembangan SDH*, Puslitbang Biologi LIPI; 1992. 228–236.
59. **Widiyono W,** Syarif F, Sumarnie, Harahap R. Budidaya tanaman lombo pot di pekarangan untuk meningkatkan pendapatan petani lahan kering di musim kemarau. *Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH 1992/1993*, Puslitbang Biologi LIPI, Bogor; 1993. 388–396.

60. **Widiyono W**, Komarudin Eng, Khusmayadi A, Komarudin End. Budidaya tanaman sayuran dalam pot di pekarangan dan perbaikan cara bertanam di kebun petani lahan kering untuk menghemat pemanfaatan air embung NTT. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH. Puslitbang Biologi LIPI, Bogor; 1994. 246–253.
61. **Widiyono W**, Syarif F. Managemen air embung untuk budidaya cabai di Nusa Tenggara Timur: Studi Kasus Desa Oemasi Kupang. Prosiding Seminar Ilmiah Perhorti; 2013. 300–306.
62. **Widiyono W**. Potensi embung untuk pengembangan budidaya pertanian mencapai pembangunan ramah lingkungan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Badan Litbangtan, Kementan, Bogor; 2013. 441–451.
63. **Widiyono W**, Wahyuni, A. Sugiarto, P. Lestari, F. Syarif, E. Komarudin, Budiarto, dan Sudiyono. Dalam: B. Subiyanto dkk., editors. Model pengembangan pertanian organik (hortikultura) terintegrasi dengan Techno Park Meat Business Center' Banyumulek NTB. Prosiding Seminar Technopreneurship dan Alih Teknologi dalam meningkatkan daya saing Nasional; 12–13 November 2015; Bogor: Pusat Inovasi LIPI; 2015. 530–548.
64. **Widiyono W**, Ridwan R, Sunarko B. Model agro-eduwisata hortikultura organik Techno Park Banyumulek NTB. Prosiding Seminar Nasional Technopreneurship dan Alih Teknologi Volume 2, Pusat Inovasi LIPI; 2017. 137–148.
65. **Widiyono W**. Upaya peningkatan efisiensi pemanfaatan air embung NTT: Studi Kasus embung Oemasi Kupang. Jurnal Hidrosfer Indonesia, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. 2010; 5(3):149–153.

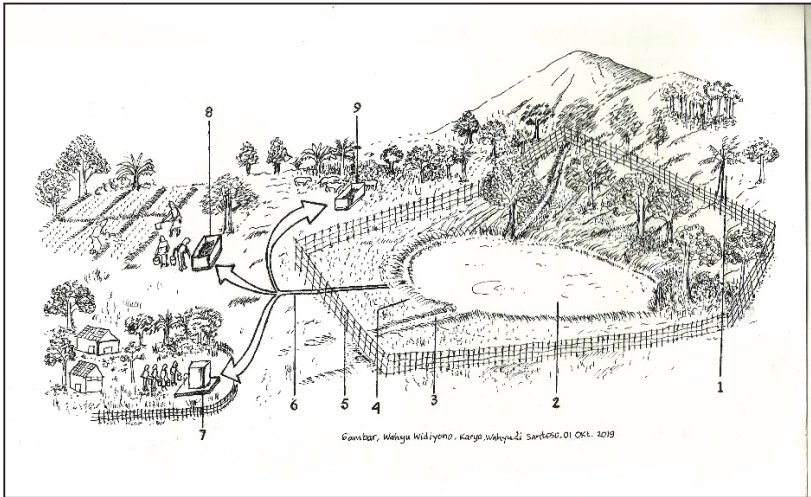
66. Syarif F, **Widiyono W**. Menagemen irigasi berdasarkan kebutuhan air pada tanaman cabai untuk menunjang kedaulatan pangan Nasional. Mendukung kedaulatan pangan dan energi yang berkelanjutan. Prosiding Simposium dan Seminar bersama Peragi-Perhorti-Peripi-HIGI. IPB International Convention Center; 2012; Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB; 2012. 492–496.
67. **Widiyono W**. Irrigation planning for organic vegetable development of Familia Solanaceae in Banyumulek West Nusa Tenggara Techno Park. Teknologi Indonesia LIPI, No. Akreditasi: 388/AU2/P2MI/04/2012 2016; 39(2): 35-42.
68. **Widiyono W**, Hidayati H. 2005. Periode kritis tanaman cabai merah besar (*Capsicum annuum* L. var. long chili) pada perlakuan cekaman air. Jurnal Biologi Indonesi. 2005; 3(9): 389–396.
69. **Widiyono W**. Uji produktivitas mentimun dengan jumlah benih berbeda pada pertanaman pot di wilayah lahan kering Desa Oemasi Kupang-NTT. Majalah Ilmiah Tajuk. Jakarta: Faperta Universitas Mercubuana. 1999; 5(99): 1–8.
70. **Widiyono W**, Naiola BP. Uji produktivitas pengaruh tumpang-sari lombok besar dengan kacang panjang dan ketimun pada pertanaman pot di lahan kering. Prosiding Seminar Nasional Biologi XI, Ujung Pandang; 1993. 367–374.
71. **Widiyono W**. Pengaruh kerapatan populasi, tanaman sela dan mulsa plastik terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. Biosfera, Fakultas Biologi, Unsoed. 2010; 27(1):9–16.
72. **Widiyono W**. Pengaruh penggunaan mulsa terhadap pertumbuhan gulma pada tanaman ketimun di lahan kering Desa Oemasi, Kupang-NTT. Prosiding Konferensi Nasional XIII dan Seminar Ilmiah HIGI; Bandar Lampung; 1996. 514–518.

73. Rahayu JS, **Widiyono W**. Pengaruh macam dan komposisi pupuk kandang terhadap produksi beberapa varietas cabe (Long Chili, Jatilaba dan Tit Super) dalam pot di Gambirmanis, Pracimantoro, Wonogiri. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Hayati, Puslitbang Biologi LIPI; 1994. 233–240.
74. Rahayu JS, **Widiyono W**, Syarif F. Budidaya tanaman cabe (*Capsicum annuum* var. Long Chili) dengan pot di pekarangan lahan kering, Gambirmanis, Pracimantoro, Wonogiri. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Hayati, Puslitbang Biologi LIPI; 1994. 241–245.
75. Steduto P, Katerji N, Puertos-Molina H, Hlii M, Mastroilli M, Rana G. Water-use efficiency of sweet sorghum under water stress conditions Gas-exchange investigations at leaf and canopy scales. *Field Crops Research*. 1997;54(2–3):221–234.
76. Nurida NL. Potensi pemanfaatan Biochar untuk rehabilitasi lahan kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*. 2014;8(3):57–68.
77. Naiola BP, Syarif F, **Widiyono W**. Kendala Pertanian di Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional III, Pengembangan Wilayah Lahan Kering, Universitas Bandar Lampung; 2000. 45–50.
78. Wuryandari G. Nusa Tenggara Timur dan Pengembangan Wilayah. Dalam: Wuryandari G, editor. *Pengembangan Wilayah di Nusa Tenggara Timur dari Pespektif Sosial: Permasalahan dan Kebijakan*. LIPI Pres; 2014. 1–18.
79. Pemda NTT Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah NTT. *Studi evaluasi kinerja embung kecil di lima kabupaten sedaratan Timor*; 2007.

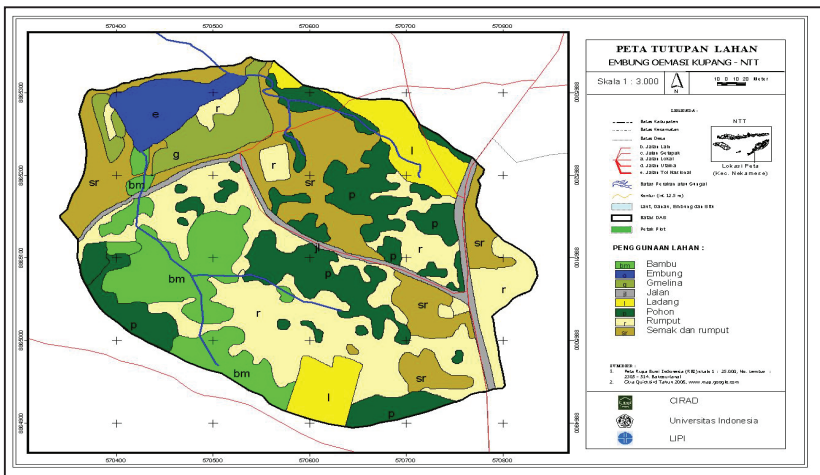
80. **Widiyono W.** Profil embung dan sumberdaya air di wilayah perbatasan Belu-NTT. Prosiding Seminar Nasional VIII, Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter . Jurusan MIPA, FKIP UNS Solo; 2011. 164–170.
81. Talan JP. Masa depan tata kelolah air dan tantangan penyediaan air melalui bendungan di Indonesia (Studi kasus konflik pembangunan embung di NTT). [Future of Water Governance and Challenges of Water Supply Through Dam Construction: A Case Study on Dam Conflict in NTT, Indonesia]. Institute of Resource Governance and Social Change, Indonesia; Working Paper; 2015:(13).
82. **Widiyono W**, Hidayati N. Upaya pelestarian dan pendayagunaan embung-embung di Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Hasil Litbang. Fisika Terapan dan Lingkungan, Puslitbang Fisika Terapan LIPI: Bandung; 1996. 468–477.
83. Purwanto Y, Hartono, Subagiadi H, Sukandar S, Susyafrianto, Munawir A. Pedoman pengelolaan cagar biosfer Indonesia. Direktorat kawasan konservasi, Direktorat Jenderal Konservasi Sumber daya alam dan ekosistem Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan; 2017.
84. **Widiyono W.** Managemen sumberdaya air untuk efisiensi irigasi tanaman budidaya. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jurnal Hidrosfer Indonesia. 2011; 6(3): 139–144.
85. **Widiyono W**, Syarif F, Turmuktini T. Pengelolaan potensi sumberdaya air untuk peningkatan ketahanan pangan di Nusa Tenggara Timur. Seminar Nasional Universitas Winaya Mukti (Unwin), Bandung. Penyunting: Simarmata T, Widiyono W, Turmuktini T, Karyanan, Ria ER, Sondari N: Sumedang; 2014: 131–142.

86. Cecilia NG. Panduan Pengelolaan Sumber Air. NTT IADP, Nusa Tenggara Timur Integrated Area Development Project. A joint Cooperation Project of the Governments of Indonesia and Australia. Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB). Dialih Bahasakan oleh: Tukan JR, Dinas Pengairan PU, Prov NTT; 1990.
87. **Widiyono W.** Konservasi daerah tangkapan sumber air berbasis diversitas flora dan kearifan budaya lokal di Kabupaten Trenggalek-Jatim. Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus, Fakultas Sain dan Teknologi, UNAIR, 5F; 2011. 33–37.
88. Saefudin, **Widiyono W.** Pemilihan jenis tanaman eksotik untuk penghijauan dan penataan lingkungan embung Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Tanaman Hias; Jakarta: Balai Penelitian Tanaman Hias; 1996. 34–40.
89. Nursyamsi D. Eksplorasi sumber daya air dan pembangunan infrastruktur air mendukung implementasi Inpres No. 1 tahun 2018. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Temu Teknis Inovasi Pertanian; 2018.
90. Soedjatmiko B, Arsadi EM, **Widiyono W.** Kajian potensi pemanfaatan sumber daya air di Kabupaten Belu Provinsi NTT. Dalam: Abbas A, Rudjianto B, Sriharti, Hidayat EW, Agus WM, Prasetyo YE, editors. Bhakti LIPI untuk Pembangunan Kawasan Timur Indonesia. LIPI; 2008. 61–88.

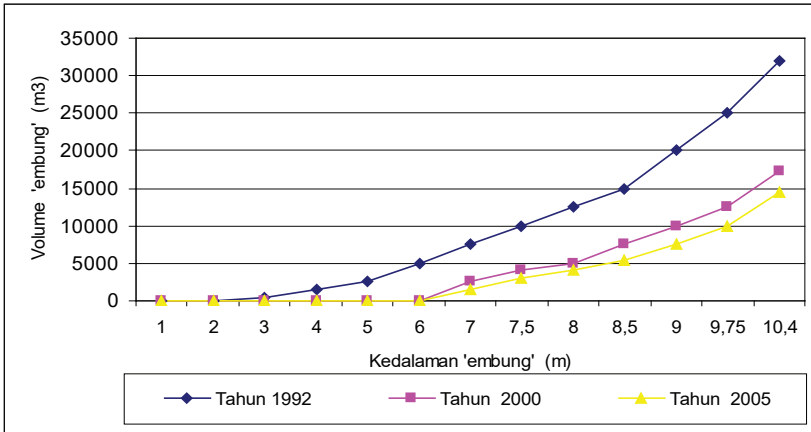
LAMPIRAN



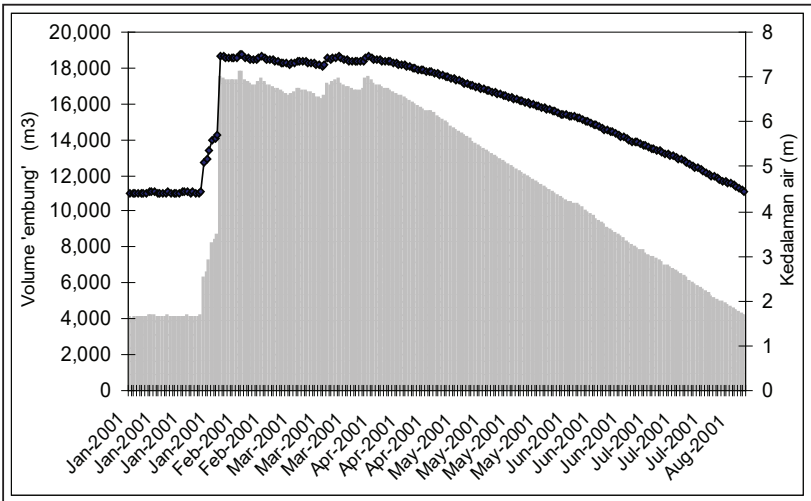
Gambar 1. Model embung serbaguna di Nusa Tenggara Timur.



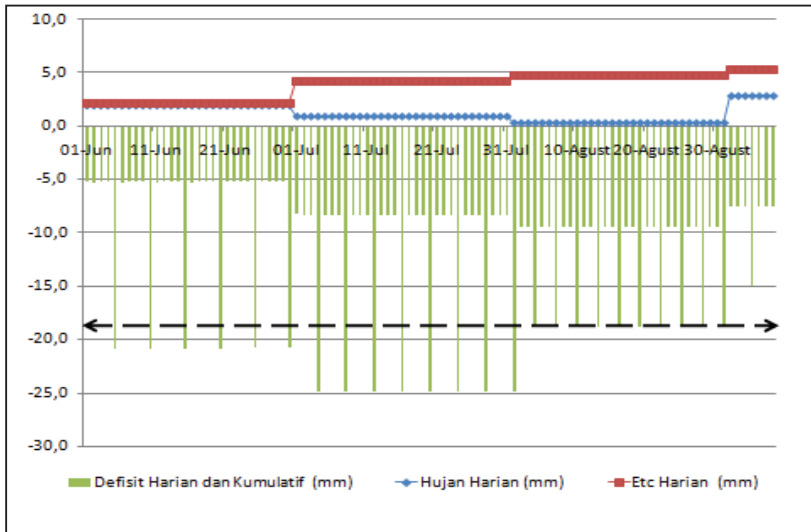
Gambar 2. Lanskap vegetasi daerah tangkapan air embung.



Gambar 3. Penurunan kapasitas tampung embung Oemasi di Kupang akibat laju sedimentasi.



Gambar 4. Air embung Oemasi surut dengan volume 4.000 m³ (Januari), terisi kembali dengan volume 17.000 m³ (Februari–April), dan terus menyusut (Mei–Agustus).



Gambar 5. Metode penyiraman berdasarkan defisit air, sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman (simulasi pada tanaman Familia *Solanaceae*: Cabai, terong dan tomat), untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan air embung.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Bagian dari Buku

1. Soedjatmiko B, Arsadi EM, **Widiyono W**. Kajian potensi pemanfaatan sumber daya air di Kabupaten Belu Provinsi NTT. Dalam: Abbas A, Rudjianto B, Sriharti, Hidayat EW, Agus WM, Prasetyo YE, editor. Bhakti LIPI untuk Pembangunan Kawasan Timur Indonesia. LIPI; 2008. 61–88.
2. **Widiyono W**. Perlindungan tanaman apotik hidup secara hayati dan terpadu. Dalam: Sutarno H, Atmowidjojo S, editor. Meningkatkan usaha apotik hidup dengan prinsip bersih lingkungan. Seri Pengembangan PROSEA; 2000.19–22.
3. **Widiyono W**. Nilai ekonomi tumbuhan penunjang. Dalam: Sutarno H, Atmowidjojo S, editor. Pengenalan dan pemanfaatan tumbuhan penunjang. Seri Pengembangan PROSEA; 2000. 11–20.
4. **Widiyono W**. Tantangan dan Harapan Agribisnis Sayuran. Dalam: Sutarno H, editor. Dari Mengolah Lahan Tidur Menuju Agribisnis Sayuran. Seri Pengembangan 8.1. PROSEA Indonesia; 1998. 18–26.
5. **Widiyono W**, Riswan S. Suksesi. Dalam: Sutarno H, Sudibyو editor. Training Manual: Mengenal Pemberdayaan Pohon Hutan; 1998. 145–162.
6. **Widiyono W**. Kompetisi. Dalam: Sutarno H, Sudibyو editor. Training Manual: Mengenal Pemberdayaan Pohon Hutan; 1998. 109–125.

Jurnal Nasional

7. **Widiyono W.** Irrigation planning for organic vegetable development of Familia Solanaceae in Banyumulek West Nusa Tenggara Techno Park. *Teknologi Indonesia LIPI*, No. Akreditasi: 388/AU2/P2MI/04/2012. 2016;39(2):35–42.
8. **Widiyono W.** Pengelolaan sumberdaya air dan lingkungan. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. *Jurnal Hidrosfer Indonesia*. 2012;7(1):23–30.
9. **Widiyono W.** Embung di Nusa Tenggara Timur: konsep, problem dan prospeknya. *Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia*. 2011; 18(2):110–119.
10. **Widiyono W.** Managemen sumberdaya air untuk efisiensi irigasi tanaman budidaya. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. *Jurnal Hidrosfer Indonesia*. 2011; 6(3):139–144.
11. **Widiyono W.** Konservasi daerah tangkapan sumber air berbasis diversitas flora dan kearifan budaya lokal di Kabupaten Trenggalek-Jatim. Fakultas Sain dan Teknologi, UNAIR. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*. 2011;(5F): 33–37.
12. **Widiyono W.** Potensi sumberdaya alam dan lingkungan untuk sistem pertanian terpadu pembangunan berkelanjutan di Kabupaten Trenggalek-Jawa Timur. Fakultas Sain dan Teknologi, UNAIR. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*. 2011;(7F): 7–10.
13. **Widiyono W, Ridwan R.** Aplikasi teknologi usahatani ternak sapi program Iptekda LIPI menuju ekosistem pertanian terpadu di Desa Suruh, Trenggalek-Jatim. Fakultas Sain dan Teknologi, UNAIR. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*. 2011;(7F): 11–15.
14. **Widiyono W.** Konservasi daerah tangkapan air embung sebagai model antisipasi terhadap perubahan iklim global di kawasan beriklim kering NTT. Pusat Penelitian Limnologi LIPI. *Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia*. 2010;17(1):1–7.

15. **Widiyono W.** Survei ekohidrologi untuk pembangunan embung-embung di NTT: Studi Kasus embung Oemasi Kupang. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jurnal Hidrosfer Indonesia. 2010;5(1):9–16.
16. **Widiyono W.** Prospek pengembangan kacang tanah untuk menunjang ketahanan pangan: (Studi Kasus Uji varietas di Desa Makamenggit, Kabupaten Sumba Timur, NTT). Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jurnal Rekayasa Lingkungan. 2010; 6(2):187–197.
17. **Widiyono W.** Inventarisasi jenis tumbuhan dan kesesuaian lahan untuk konservasi daerah tangkapan air di Desa Baudaok, Kabupaten Belu, NTT. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jurnal Teknologi Lingkungan. 2010;11(3): 353–361.
18. **Widiyono W.** Upaya peningkatan efisiensi pemanfaatan air embung NTT: Studi Kasus embung Oemasi Kupang. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jurnal Hidrosfer Indonesia. 2010; 5(3):149–153.
19. **Widiyono W.** Pengaruh kerapatan populasi, tanaman sela dan mulsa plastik terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. Biosfera, Fakultas Biologi, Unsoed. 2010; 27(1):9–16.
20. **Widiyono W.** Studi ekohidrologi embung Sirani Haliwen bagi pengembangan ekowisata di Kabupaten Belu NTT. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jurnal Hidrosfer Indonesia. 2009;4(2):97–106.
21. **Widiyono W.** Konservasi flora, tanah dan sumberdaya air ‘embung-embung’ di Timor Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur (Studi Kasus embung Oemasi-Kupang dan embung Leosama-Belu). Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT. 2008; 9(2):193–200.

22. **Widiyono W.** Pendugaan erosi dan neraca air embung wilayah perbatasan Kabupaten Belu Nusa Tenggara Timur. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Jurnal Rekayasa Lingkungan. 2008; 4(1): 1–10.
23. **Widiyono, W,** Abdulhadi R, Lidon B. Kajian erosi dan pendangkalan embung di Pulau Timor NTT (Studi Kasus embung Oemasi-Kupang dan Embung Leosama-Belu). Puslit Limnologi LIPI. LIMNOTEK, Perairan Darat Tropis di Indonesia. 2006; 13(2): 21–28.
24. **Widiyono, W,** Abdulhadi R, Lidon B. Model analisis embung secara terpadu meliputi bagian hulu, tengah dan hilir (Studi Kasus embung Desa Oemasi, Kupang, NTT). Puslit Limnologi LIPI. Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia. 2005;12 (1): 1–9.
25. **Widiyono W,** Hidayati H. Periode kritis tanaman cabai merah besar (*Capsicum annuum* L. var. long chili) pada perlakuan cekaman air. Jurnal Biologi Indonesia. 2005; 3(9):389–396.
26. **Widiyono W.** Uji produktivitas mentimun dengan jumlah benih berbeda pada pertanaman pot di wilayah lahan kering Desa Oemasi Kupang-NTT. Faperta Universitas Mercubuana, Jakarta. Majalah Ilmiah Tajuk. 1999;5(99): 1–8.
27. **Widiyono W.** Uji tiga varietas kedele tipe determinate dengan empat jarak tanam. Berita Biologi. 1988;3(8).

Prosiding Internasional

28. **Widiyono W,** Lidon B, Abdulhadi R. Water balance simulation model and watershed vegetation analisis of ‘embung’ a man made water reservoir in Timor Island-East Nusa Tenggara Province (A case study of embungs in Oemasi, Oelomin and Oeltua, Kupang District). Dalam: Hehanussa, PE, Haryani GS, Pawitan H, Soedjatniko B, editor. Proceeding of International Symposium on Ecohydrology; Denpasar, Bali: IHP & UNESCO; 2005.183–190.

29. **Widiyono W**, Lidon B, Abdulhadi R, Somadikarta S. Sustainability of the water supplí for rural people in West Timor: overcoming high sedimenation rate (Case study of a man made dam in Oemasi Village). Dalam: Orange D, Roose E, Vermande P, Gastellu-Etchegorry J-P, et Pham Quang Hua, editor. Proceeding of integrated water and soil management: Resources, Infrastructures and Risks in Rural and Urban areas; 5–9 November 2007; Hanoi, Vietnam: JSIR AUF & IRD; 2007. 193–198.
30. **Widiyono W**. Potency embung to conserve savanna eco-system and it utilization for people in East Nusa Tenggara Province. Proceedings of the 2nd INAFOR 2013. The Second International Conference of Indonesia Forestry Researchers; 28-29 Agustus 2013; Jakarta, Indonesia: Ministry of Forestry of the Republic of Indonesia Forestry, Research and Development Agency; 2013. 870–885.
31. **Widiyono W**, Renaud FG, Sudmeier-Rieux K. Mainsreaming of Eco-DRR to implement integrated water resources management in Indonesia. The International Symposium on Sustainability Science, University of Padjadjaran Bandung, at 8th–10th; September, 2014; United Nations University, MIE, UF, Universitet Twente, and DNPI; 2015: 95–100.

Prosiding Nasional

32. **Widiyono W**, Hidayat N, Usmani D, Sundari S, Alham L, Rahajoe JS. Model pengurangan risiko bencana banjir, kekeringan dan kebakaran berbasis pengelolaan ekosistem di Desa Kalampangan, Kalimantan Tengah. Prosiding Geotek Expo Puslit Geoteknologi LIPI; Desember; 2016. 486–496.

33. **Widiyono W**, Ridwan R, Sunarko B. Model agro-eduwisata hortikultura organik Techno Park Banyumulek NTB. Prosiding Seminar Nasional Technopreneurship dan Alih Teknologi Volume 2, Pusat Inovasi LIPI; 2017.137–148.
34. **Widiyono W**, Wahyuni, Sugiarto A, Lestari P, Syarif F, Komarudin Eng, Budiarmo, Sudiyono. Model pengembangan pertanian organik (hortikultura) terintegrasi dengan Techno Park Meat Business Center' Banyumulek NTB. B. Subiyanto dkk., editor. Seminar Nasional Technopreneurship dan Alih Teknologi Dalam Meningkatkan Daya Saing Nasional; Bogor: Pusat Inovasi LIPI; 2015. 530–548.
35. **Widiyono W**, Syarif F, Turmuktini T. Pengelolaan potensi sumberdaya air untuk peningkatan ketahanan pangan di Nusa Tenggara Timur. Simarmata T, Widiyono W, Turmuktini T, Karyanan, Ria ER, Sondari N, editor. Bandung: Seminar Nasional Universitas Winaya Mukti (Unwin) Sumedang; 2014. 131–142.
36. **Widiyono W**. Pengelolaan sumberdaya air terpadu Ciliwung dan Citarum dengan pendekatan pengurangan risiko bencana berbasis ekosistem. Seminar Nasional Limnologi VII; Bogor: LIPI dan PT Adaro Indonesia; 2014. 652–666.
37. **Widiyono W**, Syarif F. Manajemen air embung untuk budidaya cabai pada lahan sub optimal Nusa Tenggara Timur: Studi Kasus Desa Oemasi Kupang. Prosiding Seminar Ilmiah Perhorti 2013. Volume II: Tanaman Sayuran; Perhimpunan Hortikultura Indonesia; 2014. 307–313.
38. Lukman, **Widiyono W**. Kondisi kualitas air embung di Nusa Tenggara Timur. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI; Cibinong: LIPI, UNESCO, APCE dan CSEAS; 2013. 356–366.

39. **Widiyono W.** Potensi embung untuk pengembangan budidaya pertanian mencapai pembangunan ramah lingkungan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan; Bogor: Badan Litbangtan, Kementan; 2013. 441–451.
40. Syarif F, **Widiyono W.** Menagemen irigasi berdasarkan kebutuhan air pada tanaman cabai untuk menunjang kedaulatan pangan Nasional. Prosiding Simposium dan Seminar bersama Peragi-Perhorti-Peripi-HIGI. Mendukung kedaulatan pangan dan energi yang berkelanjutan. IPB International Convention Center; Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB; 2012. 492–496.
41. **Widiyono W.** Konsep pemanfaatan dan pengelolaan lahan pasca tambang PT Newmont Minahasa Raya-Manado untuk pembangunan Kebun Raya berwawasan MAB; Manado: Dipresentasikan pada Acara Kerjasama Yayasan Pembangunan Berkelanjutan Sulawesi Utara; 2011. 1–12.
42. **Widiyono W.** Upaya revegetasi daerah tangkapan air dan lingkungan di wilayah perbatasan Belu-NTT: Studi Kasus ‘embung’ Leosama dan Sirani Haliwen. Prosiding Seminar Nasional VIII, Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter; Jurusan MIPA, FKIP UNS Solo; 2011. 171–176.
43. **Widiyono W.** Profil ‘embung’ dan sumberdaya air di wilayah perbatasan Belu-NTT. Prosiding Seminar Nasional VIII, Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter; Jurusan MIPA, FKIP UNS Solo; 2011. 164–170.
44. **Widiyono W, Lidon B.** Managemen sumberdaya air ‘embung’ untuk menunjang ketahanan pangan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Prosiding Simposium Nasional Ekohidrologi, *‘Integrating Ecohydrological Principles for Good Water Governance’*; 24 Maret 2011; Jakarta: Puslit Limnologi LIPI, UNESCO & APCE; 2011. 206–218.

45. **Widiyono W.** Pengelolaan sumberdaya air dan lingkungan di NTT: Studi kasus embung Desa Oemasi Kupang. Prosiding Seminar Hari Lingkungan Hidup; Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Hidup Berbasis Kearifan Lokal; Puslit Lingkungan Hidup, LPM, UNSOED; 2011. 110–222.
46. **Widiyono W.** Biodiversitas flora dan sustainabilitas embung-embung di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Dalam: Prabowo RE, Ardi ER, Sastranegara MH, Lestari W, Wijayanti G, editor. Prosiding Seminar Nasional Biologi, Biodiversitas, dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik; Purwokerto: Fabio Unsoed; 2010. 727–732.
47. **Widiyono W.** Kearifan budaya lokal masyarakat peladang dalam konservasi dan pengelolaan sumberdaya alam di Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Etnobotani IV. Puslit Biologi LIPI, Perhimpunan Masyarakat Etnobiologi Indonesia dan Komite Nasional Program MAB-Unesco Indonesia 2009: 558–570.
48. **Widiyono W, Abdulhadi R, Lidon B.** Pengelolaan embung-embung secara terpadu meliputi bagian hulu, tengah dan hilir di Nusa Tenggara Timur (Studi Kasus embung Desa Oemasi, Oelomin dan Oeltua Kabupaten Kupang, Pulau Timor). Dalam: Hehanussa PE, Abdulhadi R, Siregar M, editor. Prosiding Simposium Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Sumber Daya Air di Kawasan Tri Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Eka Karya Bali LIPI dan Bapedalda, Pemda Provinsi Bali; 2005. 143–155.
49. Tafakresnanto C, **Widiyono W.** Kajian pemanfaatan lahan DAS Ciliwung dan Cisadane. Dalam: Maryanto I, Ubaidillah R, editor. Manajemen Bioregional Jabodetabek: Profil dan Strategi Pengelolaan Sungai Dan Aliran Air; Puslit Biologi LIPI Bogor; 2004. 275–289.

50. Roemantyo, Maryanto I, Ubaidillah R, Amir M, **Widiyono W**. Pola perubahan pemanfaatan lahan DAS Cisadane Hulu. Dalam: Ubaidillah R, Maryanto I, Amir M, Noerdjito M, Edy, Prasetyo B, Polosakan R, editor. *Managemen Bioregional Jabodetabek: Tantangan dan Harapan*; Puslit Biologi LIPI Bogor; 2003. 69–80.
51. Roemantyo, Maryanto I, Amir M, Noerdjito M, **Widiyono W**, Ubaidillah R, Polosakan R. *Kajian tataguna lahan DAS Cisadane hulu sebagai dasar pemilihan model pengelolaan bioregional Bopuncur*; 2002. 337–346.
52. **Widiyono W**, Suprpto, Lidon B, Irianto G. Analisis sumber daya air untuk peningkatan efisiensi pengelolaan air embung : Studi kasus di Oemasi, Oelomin dan Oeltua Kupang, NTT. *Prosiding Seminar Peranan Agroklimat Dalam Mendukung Pengembangan Usahatani Lahan Kering, Puslitbang Tanah dan Agroklimat*; Bogor; 2002. 75–85.
53. Naiola BP, Syarif F, **Widiyono W**. *Kendala Pertanian di Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nas. III, Pengembangan Wilayah Lahan Kering, Universitas Bandar Lampung*; 2000. 45–50.
54. Saefudin, **Widiyono W**. *Pemilihan jenis tanaman eksotik untuk penghijauan dan penataan lingkungan embung Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Tanaman Hias, Balai Penelitian Tanaman Hias; Jakarta*; 1996. 34–40.
55. **Widiyono W**. *Pengaruh penggunaan mulsa terhadap pertumbuhan gulma pada tanaman ketimun di lahan kering Desa Oemasi, Kupang-NTT. Prosiding Konfrensi Nasional XIII dan Seminar Ilmiah HIGI, Bandar Lampung*; 1996. 514–518.
56. **Widiyono W**, Hidayati N. *Upaya pelestarian dan pendayagunaan embung-embung di Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Hasil Litbang. Fisika Terapan dan Lingkungan, Puslitbang Fisika Terapan LIPI, Bandung*; 1996, 468–477.

57. Hidayati N, **Widiyono W**. Efektivitas zat pengatur tumbuh pada pertumbuhan dan produksi dua varietas jagung. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan dan Lingkungan, Bandung; 1996. 294–304.
58. **Widiyono W**, Walujo EB. Pemanfaatan tanaman secara tradisional oleh masyarakat peladang Oemasi penghuni savana Timor. Prosiding Seminar Etnobotani II, Yogyakarta; 1995. 363–371.
59. Rahayu JS, **Widiyono W**. Pengaruh macam dan komposisi pupuk kandang terhadap produksi beberapa varietas cabe (Long Chili, Jatilaba dan Tit Super) dalam pot di Gambirmanis, Pracimantoro, Wonogiri. Laporan Teknik. Proyek Penel. Bangwil. Puslitbang Biologi LIPI Bogor; 1995. 233–240.
60. Rahayu JS, **Widiyono W**, Syarif F. Budidaya tanaman cabe (*Capsicum annuum* var. Long Chili) dengan pot di pekarangan lahan kering, Gambirmanis, Pracimantoro, Wonogiri Laporan Teknik. Proyek Penel. Bangwil. Puslitbang Biologi LIPI Bogor; 1995. 241–245.
61. **Widiyono W**, Walujo EB, Manudima JH. Potensi Sumberdaya alam dan manusia Desa Oemasi, Kupang NTT. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH. Puslitbang Biologi LIPI, Bogor; 1995. 289–298.
62. **Widiyono W**, Harahap R, Naiola BP, Oematan H. Konservasi tanah marginal di Desa Oemasi Kupang-NTT melalui budidaya pertanian lorong, perhutanan rakyat, penghijauan dan penataan pekarangan. Dalam: Pratignjo SE, Farida WR, Sunaryo, editor. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH. Puslitbang Biologi LIPI Bogor; 1994. 254–262.

63. **Widiyono W**, Komarudin Engk, Khusmayadi A, Komarudin End. Budidaya tanaman sayuran dalam pot di pekarangan dan perbaikan cara bertanam di kebun petani lahan kering untuk menghemat pemanfaatan air embung NTT. Dalam: Pratignjo SE, Farida WR, Sunaryo, editor. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH. Puslitbang Biologi LIPI, Bogor; 1994. 246–253.
64. **Widiyono W**, Naiola BP. Uji produktivitas pengaruh tumpangsari lombok besar dengan kacang panjang dan ketimun pada pertanaman pot di lahan kering. Prosiding Seminar Nasional Biologi XI, Ujung Pandang; 1993. 367–374.
65. **Widiyono W**, Syarif F, Sumarnie, Harahap R. Budidaya tanaman lombok pot di pekarangan untuk meningkatkan pendapatan petani lahan kering di musim kemarau. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH., Puslitbang Biologi LIPI, Bogor; 1993. 388–396.
66. **Widiyono W**, Harahap R, Naiola BP. Budidaya tanaman pot: Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas pekarangan lahan kering. Ekspose II, Hasil Penelitian dan Pengembangan SDH, Puslitbang Biologi LIPI; Bogor 1992. 228–236.
67. **Widiyono W**. Pengaruh jarak tanam dan umur panen terhadap pertumbuhan dan produksi rimpang jahe merah. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Hayati. Puslitbang Biologi LIPI, Bogor; 1991. 137–142.
68. **Widiyono W**. Pengaruh Hormon Indone Butyric Acid (IBA) terhadap daya hidup setek berkayu tanaman *Ficus ardisioides* W, *F. Nekbudu* W, dan *F. Lyrata* W. Prosiding Seminar Tanaman Hias, Balai Penelitian Hortikultura, Lembang; 1989. 153–157.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

Disertasi dan Tesis

1. **Widiyono W.** Relationship between vegetation and runoff-erosion: consequences on embung water balance in West Timor-East Nusa Tenggara Province [Disertation, Doctoral]. Depok: University of Indonesia, Depok; 2008. 1–176.
2. **Widiyono W.** Konservasi embung di Nusa Tenggara Timur melalui analisis tutupan vegetasi dan sumberdaya air [Tesis, Pascasarjana]. Depok: Program Studi Biologi. Jurusan Biologi Konservasi, FMIPA Universitas Indonesia; 2002. Topik I dalam Bahasa Indonesia, 1–68; Topik II dalam bahasa Inggris, 1–101.

Pertemuan Ilmiah Internasional

3. **Widiyono W.** ‘Embung’, man-made water reservoir and crop water use efficiency to obtain sustainable agriculture in the dry area of Indonesia. International Conference on Tropical Limnology 2019. ‘Revisiting the values of inland aquatic ecosystems for sustainable management’; August 28–29; Bogor: Research Center For Limnology LIPI, CSC; 2019.
4. **Widiyono W,** Nugroho SN. Physiological characteristics to indicate water use efficiency and drought tolerance of 30 Indonesian sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] accessions. Paper was submitted to the International Journal; 2019:1–15.
5. **Widiyono W,** Nugroho S, Rahmat A, Sulistyowati DD, Syarif F, Lestari P, Nuril Hidayati N. Photosynthetics and transpiration rate to characterize potential of sorghum productivity and water use efficiency. Paper was presented in Poster Session of the 3rd SATREPS International Conference, SATREPS-JICA LIPI Bogor Botanical Garden. Abstract; 2018.

6. **Widiyono W**, Sundari S, Sumawijaya N, Hidayati N, Alham L, Rahajoe JS. Peatland disaster risk reduction based on ecosystem management in palangkaraya, central Kalimantan of Indonesia. Paper was presented in Oral Session of the 17th Science Council of Asia, Philippines. Oral Presentation; 2017.1–15.
7. **Widiyono W**, Rahmat A, Syarif F, Peni Lestari P, Hidayati N, Nugroho S. Physiological characteristic of Indonesian sorghum genotypes. Paper was presented in Poster Session of the 2nd SATREPS International Conference, SATREPS-JICA, LIPI, Mokushitsu Hall, Kyoto University, Japan; 2017.
8. **Widiyono W**, Nugroho S, Rahmat A, Syarif F, Lestari P, Nuril Hidayati. Physiological characteristic of Sorghum by using Li-6800 Portable Photosynthesis System and Li-3000c Portable Area Meter. Paper was presented in Poster Session of the 1st SATREPS International Conference, The project for producing biomass energy and material through revegetation of alang-alang (*Imperata cylindrica*) Field, SATREPS- JICA LIPI, Mokushitsu Hall, Kyoto University, Japan; 2016.
9. **Widiyono W**. Fotosynthesis of some collection trees in Bogor Botanical Garden, Cibodas Botanical Garden, Angke Tourism Garden and Indonesian University Conservation Forest-Depok. Prosiding ATBC. International Seminar; Bali; Universitas Indonesia & LIPI; 2010.
10. **Widiyono W**, Andono A, Sudmeier-Rieux K, Fabrice RG. Cibodas Biosphere Reserve-Ciliwung River Basin: Role and problem related to Eco-DRR management in Indonesia. International Conference ‘Analysis and Management of Changing Risks for Natural Hazards. UNEP, Padova, Italy. Oral Presentation. Extended Abstract; 2014. 1–10.

Pertemuan Ilmiah Nasional

11. **Widiyono W**, Prasetya B. Litbang Invagro sebagai model budidaya rendah karbon menuju pembangunan ekonomi hijau. Kick-off Seminar BB Biomaterial LIPI. Pemberdayaan Masyarakat Desa Temiang di Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu Menuju Konsep Bio-village LIPI; Cibinong: Puslit Biologi LIPI; 2012. 1–10.
12. **Widiyono W**, Syarif F, Saefudin. Kapasitas fotosintesis individu daun tanaman kayu komersial di dataran tinggi basah Cibodas. Seminar Nasional 159 Tahun Kebun Raya Cibodas; 2011. 1–11.
13. **Widiyono W**, Hidayati N. 1999. Pengaruh perlakuan EM4 terhadap perkecambahan rimpang laos (*Languas galanga* SW.). Seminar Nasional XV Tumbuhan Obat Indonesia; Jakarta; 1999. 1–15.
14. **Widiyono W**, Saefudin. Tinjauan pembudidayaan kerabat Curcuma untuk menunjang agroindustri. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional XIV; Bogor: Tumbuhan Obat Indonesia, IPB; 1998.1–15.
15. **Widiyono S**, Sumarnie. Etnobotani ketela pohon (*Manihot utilissima*) bagi masyarakat Suku Jawa: Studi Kasus di Desa Gambir Manis. Disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani, Cisarua, Bogor; 1992. 1–15.
16. **Widiyono W**, Danimihardja S. Pengamatan pendahuluan Fenologi Buah Ara (*Ficus* spp.). Disampaikan pada Seminar Ilmiah dan Kongres Biologi Nasional, Biologi X; Bogor: Dalam Rangka Dies Natalis IPB XXVIII; 1991.
17. Susetyo SB, Sukardjo S, **Widiyono W**. Vegetasi sekunder di bekas kebun kelapa di Pulau Pari. Disampaikan dalam Kongres Nasional Biologi VIII; Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman; 1987. 1–15.

Laporan Teknik

18. **Widiyono W.** Efisiensi pemanfaatan air dan sequestrasi karbon tanaman asal lahan kering NTT. Tolok ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air oleh tumbuhan untuk revegetasi ekosistem berbasis CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2011. 860–870.
19. Hidayati N, **Widiyono W.** Variasi serapan CO₂ jenis-jenis pohon daerah semi arid Nusa Tenggara Timur. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air oleh tumbuhan untuk revegetasi ekosistem berbasis CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2011. 871–885.
20. Saefudin, **Widiyono W.** Respon semai *Avicenia marina* (Forsk) Vierth dan *Rhizophora mucronata* Lamk terhadap kadar salinitas dan sequestrasi karbon melalui proses fotosintesis. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air oleh tumbuhan untuk revegetasi ekosistem berbasis CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2011. 886–984.
21. **Widiyono W**, Syarif F, Saefudin. Kapasitas fotosintesis individu daun tanaman tumbuh cepat di hutan konservasi UI Depok. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air pada tanaman bioprospek untuk mitigasi gas rumah kaca dalam kaitannya dengan CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2010. 627–635.
22. Syarif F, **Widiyono W**, Saefudin, Komarudin E. Kapasitas fotosintesis individu daun tanaman *Shorea* spp koleksi Kebun Raya Bogor. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air pada tanaman bioprospek untuk mitigasi gas rumah kaca dalam kaitannya dengan CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2010. 635–642.

23. Saefudin, **Widiyono W**, Syarif F. Kapasitas fotosintesis individu daun tanaman Mangrove di TW Angke Jakarta Utara. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air pada tanaman bioprospek untuk mitigasi gas rumah kaca dalam kaitannya dengan CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2010. 463–469.
24. **Widiyono W**, Syarif F, Saefudin, Gunawan I. Kapasitas fotosintesis individu daun tanaman kayu komersial di dataran tinggi basah Kebun Raya Cibodas. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air pada tanaman bioprospek untuk mitigasi gas rumah kaca dalam kaitannya dengan CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2010. 650–657.
25. **Widiyono W**, Syarif F, Saefudin, Sambas EN. Fotosintesis dan respirasi tanaman tumbuh cepat di hutan konservasi Universitas Indonesia, Depok. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air oleh tumbuhan untuk revegetasi ekosistem berbasis CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2009. 589–597.
26. Syarif F, **Widiyono W**, Saefudin. Fotosintesis dan respirasi tanaman kayu komersial dataran rendah basah koleksi Kebun Raya Bogor. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air oleh tumbuhan untuk revegetasi ekosistem berbasis CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2009. 598-612.
27. Sambas EN, Syarif F, **Widiyono W**, Mansyur M, Gunawan I. Fotosintesis dan respirasi tanaman kayu komersial dataran tinggi basah koleksi Kebun Raya Cibodas. Tolok Ukur: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air oleh tumbuhan untuk revegetasi ekosistem berbasis CDM. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2009. 613–618.

28. **Widiyono W**, Walujo EB, Suhardjono. Botani ekonomi Cengkeh, Pala dan Kayu manis di Ternate Provinsi Maluku Utara. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2009. 1004–1019.
29. **Widiyono W**, Hidayati N. Pemodelan ekohidrologi embung di Nusa Tenggara Timur. Tolok Ukur: Aplikasi dan validasi model pengelolaan embung secara terpadu di NTT. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2005. 627–637.
30. Sambas EN, **Widiyono W**, Hidayati N. Vegetasi pada beberapa daerah tangkapan air embung di Pulau Timor NTT. Tolok Ukur: Aplikasi dan validasi model pengelolaan embung secara terpadu di NTT. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2005. 635–640.
31. **Widiyono W**, Komarudin E, Budiarjo. Laju aliran permukaan dan erosi daerah tangkapan air embung di Pulau Timor-NTT: Studi kasus embung desa Oemasi Kupang. Tolok Ukur: Aplikasi dan validasi model pengelolaan embung secara terpadu di NTT. Laporan Teknik Bidang Botani; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2005. 641–645.
32. **Widiyono W**, Hapid U, Komarudin Eng. Pengujian varietas kacang tanah pada wilayah agroklimat kering di Desa Makamenggit Kabupaten Sumba Timur. Laporan Teknik Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2003. 16–23.
33. **Widiyono W**. Potensi agroklimat dan hidrologi untuk pengembangan kacang tanah di Sumba Timur. Laporan Teknik Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2003. 24–30.
34. **Widiyono W**. Neraca air tanaman cendana dan beberapa tanaman komponen agroforestry pada fase bibit. Laporan Teknik Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2002. 23–30.

35. **Widiyono W**, Ubaidillah R, Noerdjito M. Pengamatan profil sungai sebagai indikator permasalahan banjir sungai Cisadane. Laporan Teknik Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2002. 327–336.
36. Roemantyo, Maryanto I, Amir M, Noerdjito M, **Widiyono W**, Ubaidillah R, Polosakan R. Kajian tataguna lahan DAS Cisadane hulu sebagai dasar pemilihan model pengelolaan bioregional Bopuncur. Laporan Teknik Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2002. 337–346.
37. **Widiyono W**. Konservasi embung di Nusa Tenggara Timur: Studi Kasus di Desa Oemasi, Oelomin dan Oeltua-Kupang. Laporan Teknik Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan SDH; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 2001. 36–42.
38. **Widiyono W**. Peningkatan produksi cabai melalui pendekatan biokonservasi di Leuwiliang Kabupaten Bogor. Laporan Teknik Proyek Litbang Pendayagunaan Potensi Wilayah; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 1999. 167–174.
39. **Widiyono W**, Walujo EB. Replikasi teknologi embung dan budidaya pertanian lahan kering di Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Laporan Teknik Proyek Penel Bangwil; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 1996. 149–154.
40. **Widiyono, W**. Ketersediaan air dan potensi pekarangan sebagai calon lokasi budidaya pertanian hemat air di Desa Hansisi, Pulau Semau-Kupang NTT; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 1996. 172–181.
41. **Widiyono, W**, Komara D, Budiarjo, Komarudin End, Piha G. Pengembangan tanaman hemat air di Desa Hansisi Semau dan Tesabela, Kupang, NTT; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 1996. 182–192.

42. Zamzani F, **Widiyono W**, Kadarsan S. Percobaan pertanaman perhutanan di Desa Sillu dan Naibonat, Kupang, Timor, NTT. Laporan Teknik 1987–1988; Bogor: Puslitbang Biologi LIPI; 1988. 182–183.

Ilmiah Populer

43. **Widiyono W**. Ki Hiyang (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.). Dalam: Sutarno H, Atmowidjojo S, editor. Pengenalan dan pemanfaatan tumbuhan penunjang. Seri Pengembangan PROSEA. 1999;11(2): 50-51.
44. **Widiyono W**. Jeungjing (*Albizia chinensis* (Osbeck) Merrill). Dalam: Sutarno H, Atmowidjojo S, editor. Tumbuhan penunjang: Perannya pada rehabilitasi lahan marginal. Seri Pengembangan PROSEA. 1999; 11(1): 44–46.
45. **Widiyono W**. Krotalaria (*Crotalaria spectabilis* Roth.). Dalam: Sutarno H, Atmowidjojo S, editor. Tumbuhan penunjang: Perannya pada rehabilitasi lahan marginal. Seri Pengembangan PROSEA. 1999;11(1):50–52.
46. **Widiyono W**. Embung di daerah beriklim kering Nusa Tenggara Timur. Dalam: Latupapua HJD, Sambas EN, Wawo AH, Widodo, editor. Alam Kita. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Majalah Ilmiah Populer. 2004;12(2): 5–8.
47. **Widiyono W**. Mencangkok tanaman buah-buahan. Majalah Si Kuncung. 1990:14(34).
48. **Widiyono W**. Sengon (*Albizia falcataria*). Majalah Si Kuncung. 1990:16(34).
49. **Widiyono W**. Mengenal Minyak Jahe (Ginger Oil). DEPTH News Indonesia. Buletin Mingguan. 1990: 4(3).
50. **Widiyono W**. Perbanyak vegetatif dengan cara setek akar. Buletin Kebu Raya. 1986; (7)1: 9–15.

Populer

51. **Widiyono W.** Melestarikan keanekaragaman hayati. Surat Kabar, Harian Radar Bogor. 11 November 1999.
52. **Widiyono W.** Cendekiawan dalam masyarakat madani. Surat Kabar Harian Radar Bogor. 10 Oktober 1999.
53. **Widiyono W.** Mengembangkan pendidikan Biologi. Surat Kabar Harian, Radar Bogor, 23 September 1999.
54. **Widiyono W.** Soba (*Fagogyrum esculentum*). Dalam: Sutarno S, editor. Lembaran Informasi PROSEA (Plant Resources of South East Asia). PROSEA Indonesia, Yayasan Prosea, Puslitbang Biologi LIPI, Pusat Penyuluhan Pertanian, Deptan. 1998; 2(5): 29–30.
55. **Widiyono W.** Profil kepemimpinan pada Lembaga Penelitian. Surat Kabar Harian, Jayakarta. 27 Februari 1989.
56. **Widiyono W.** Bertanam ketimun dalam pot secara hemat air. Surat Kabar Harian, Pos Kupang. 5 September 1994.
57. **Widiyono W.** Cara Memangkas Batang Mawar yang Baik. Surat Kabar Harian, Suara Karya, 21 Juni 1989.
58. **Widiyono W.** Cara hidup kerabat beringin. Surat Kabar Harian Suara Karya. 17 Juli 1991.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

- Nama : Dr. Ir. Wahyu Widiyono, M.Si.
Tempat dan tanggal lahir : Trenggalek, 22 Maret 1957
Anak Ke : Dua dari lima bersaudara
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Ayah Kandung : Tjiptosantoso (Alm.)
Nama Ibu Kandung : Siswati
Nama Istri : Bakdo Purwanti
Nama Anak : Satwika Gemala Movementi, S.Sos.
Nama Instansi : Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Judul Orasi : Pendekatan lanskap ekosistem embung untuk pemanfaatan air irigasi di lahan beriklim kering Nusa Tenggara Timur
Bidang Kepakaran : Botani
No. SK Pangkat Terakhir : Keputusan Presiden Republik Indonesia, Nomor 54/K Tahun 2017, Tanggal 30-10-2017
No. SK Peneliti Ahli Utama : Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, LIPI, Nomor 87/D/2017, tanggal 12-01-2017.

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Nama Kota	Tahun Lulus
1.	SD	Suruh I	Trenggalek	1969
2.	SMP	SMP Negeri I	Trenggalek	1972
3.	SLTA	Sekolah Pertanian Menengah Atas (SPMA)	Madiun	1975
4.	S1	Fakultas Pertanian Jurusan Agronomi, Universitas Jember (UNEJ)	Jember	1984
5.	S2	Fakultas MIPA Jurusan Biologi Konservasi, Universitas Indonesia	Depok-Jakarta	2002
6.	S3	Fakultas MIPA Jurusan Biologi Konservasi, Universitas Indonesia	Depok-Jakarta	2008

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Kursus Metodologi Penyusunan Naskah Ilmiah	Puslit Biologi LIPI, Bogor	1989
2.	Training Course, Fisiologi Stres, Adaptasi Tumbuhan Terhadap Lingkungan Buruk	Puslit Biologi LIPI, Bogor	1992
3.	Training Course on the Biology and Control of Crop Pathogens	Biotrop, Bogor	1993

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
4.	Pelatihan Pemeliharaan Peralatan dan Pengelolaan serta Analisis Data Iklim, (Pengukur Tinggi Muka Air Otomatis/ <i>Automatic Water Level Recorder</i> dan Alat Pengukur Cuaca Otomatis/ <i>Automatic Weather Station</i>).	CIRAD-Puslit Tanah dan Agroklimat, BPTP Naibonat, Kupang, Nusa Tenggara Timur	2000
5.	Lokakarya Kiat-Kiat Memenangkan Proyek Penelitian	Puslit Biologi LIPI, Cibinong	2008
6.	Training Course of DAAD Serial Summer School on Sustainable Water Management	University of Technology, Ilmenau, Germany	2013
7.	Global Training of Instructors on Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation (Eco-DRR/CCA)	UNEP, LIPI, UNU-EHS and CNRD, Bogor, Indonesia,	2014

D. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Asisten Peneliti Muda (Gol. III/b)	01-12-1989
2.	Asisten Peneliti Madya (Gol. III/b)	01-08-1991
3.	Ajun Peneliti Muda (Gol. III/c)	01-02-1993
4.	Ajun Peneliti Madya (Gol. III/d)	01-08-1996
5.	Peneliti Muda (Gol. IV/a)	01-03-1999
6.	Peneliti Madya (Gol. IV/b)	01-03-2003
7.	Peneliti Ahli Madya (Gol. IV/c)	01-01-2009

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
8.	Peneliti Ahli Utama (Gol. IV/d)	01-10-2012
9.	Peneliti Ahli Utama (Gol. IV/e)	01-01-2017

E. Penugasan Khusus Nasional

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Sebagai Anggota Kegiatan Penelitian, yang berjudul: Peningkatan kualitas lingkungan lahan kering di Wonogiri (Provinsi Jawa Tengah) dan Wonosari (Provinsi Daerah Khusus Istimewa Yogyakarta)	Kapuslitbang Biologi LIPI	1991–1995
2.	Sebagai Sub Koordinator kegiatan Penelitian, yang berjudul: Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Hayati Lahan Kering, di Nusa Tenggara Timur	Kapuslitbang Biologi LIPI	1992–1996
3.	Sebagai Koordinator Penelitian, Kegiatan Program Kompetitif LIPI yang berjudul: Konservasi flora, tanah dan sumberdaya air di Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur	Kepala LIPI	2006–2008
4.	Sebagai Koordinator kegiatan penelitian, yang berjudul: Studi awal potensi sumberdaya tumbuhan, tanah dan air embung di Kabupaten Belu, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kerjasama Puslit Biologi LIPI dan Kepala BPMD Kabupaten Belu, Provinsi Nusa Tenggara Timur	Kapuslit Biologi LIPI	2006

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
5.	Sebagai Koordinator Penelitian yang berjudul: Potensi sequestrasi karbon bioprospek untuk mitigasi gas rumah kaca berbasis CDM	Kapuslit Biologi LIPI	2009
6.	Sebagai Koordinator Penelitian yang berjudul: Potensi sequestrasi karbon dan efisiensi pemanfaatan air oleh tumbuhan untuk revegetasi ekosistem	Kapuslit Biologi LIPI	2010
7.	Sebagai Koordinator kegiatan Iptekda-LIPI yang berjudul: Perbaikan sistem usahatani penggemukan sapi jantan jenis Jawa dan sapi betina jenis Brahman dengan inseminasi buatan di Desa Suruh, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur	Kapuslit Biologi LIPI	2011
8.	Sebagai Pemimpin Kelompok Penelitian Fisiologi Tumbuhan, Bidang Botani, Puslit Biologi, LIPI	Kapuslit Biologi LIPI	2009–2014
9.	Sebagai Wakil Kepala Laboratorium Fisiologi, Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI	Kapuslit Biologi LIPI	2015–2019
10.	Sebagai Direktur Program ICIAR-LIPI, Bidang <i>Climate Change and Disaster Risk Reduction</i>	Kepala LIPI	2012–2014

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
11.	Sebagai Koordinator Sub Kegiatan Konsorsium Litbang Invagro IPH LIPI, yang berjudul: Model Budidaya Rendah Karbon Menuju Pembangunan Ekonomi Hijau	Kapuslit Biologi LIPI	2012–2013
12.	Sebagai Koordinator Sub Kegiatan Insentif Riset Sinas, Konsorsium penelitian dan pengembangan sistem pertanian terpadu di lahan sub optimal (lahan kering masam dan lahan kering iklim kering) berbasis inovasi teknologi. Puslit Biologi-LIPI, Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian-Badan Litbangtan, Faperta Unpad dan Fakultas Peternakan Undana	Kapuslit Biologi LIPI	2013
13.	Sebagai Koordinator Sub Kegiatan, Techno Park Banyumulek, Puslit Bioteknologi LIPI, berjudul: Pengembangan model sayuran organik terintegrasi dengan ‘Technopark Business Center’ Peternakan di NTB	Kapuslit Bioteknologi LIPI	2015

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
14.	Sebagai Koordinator Sub Kegiatan, Techno Park Banyumulek, Puslit Bioteknologi LIPI berjudul: Pengolahan limbah peternakan untuk hortikultura organik dan Biogas	Kapuslit Bioteknologi LIPI	2016

F. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	Seminar Tanaman Hias, Sub Balai Penelitian Hortikultura Cipanas, Balai Penelitian Hortikultura Lembang	Sebagai Pemakalah	Cipanas, Bogor	1989
2.	Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional Biologi X IPB	Sebagai Pemakalah	Bogor	1991
3.	Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani. Puslitbang Biologi LIPI	Sebagai Pemakalah	Bogor	1992
4.	Sem. Nas. Biologi XI.	Sebagai Pemakalah	Ujung Pandang	1993
5.	Ekspose III, Hasil Litbang SDH, Puslitbang Biologi LIPI	Sebagai Pemakalah	Bogor	1993
6.	Sem. Nas Etnobotani II	Sebagai Pemakalah	Yogyakarta	1995

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
7.	Konperensi Nasional XIII dan Seminar Ilmiah HIGI	Sebagai Pemakalah	Bandar Lampung	1996
8	Seminar Hasil Litbang. Fisika Terapan dan Lingkungan. Puslit Geoteknologi LIPI	Sebagai Pemakalah	Bandung	1996
9	Seminar Nasional XIV Tumbuhan Obat Indonesia, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB	Sebagai Pemakalah	Bogor	1998
10.	Seminar Nasional XV Tumbuhan Obat Indonesia	Sebagai Pemakalah	Jakarta	1999
11.	Seminar Nasional III, Pengembangan Wilayah Lahan Kering, Universitas Bandar Lampung	Sebagai Pemakalah	Bandar Lampung	2000
12.	Simposium Nasional II, Tumbuhan Obat dan Aromatik, Puslitbang Biologi LIPI	Sebagai Pemakalah	Bogor	2001
13.	Seminar Peranan Agroklimat dalam mendukung pengembangan usahatani lahan kering. Puslitbang Tanah dan Agroklimat		Bogor	2001

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
14.	Seminar Limnologi di Hotel Salak	Sebagai Pemakalah	Bogor	2004
15.	Simposium Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Sumber Daya Air di Kawasan Tri Danau Beratan, Buyan dan Tamblingan. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Eka Karya Bali LIPI dan Bapedalda, Pemda Provinsi Bali	Sebagai Pemakalah	Bali	2005
16.	Seminar Limnologi di Gedung Widya Graha-LIPI	Sebagai Pemakalah	Jakarta	2006
17.	Seminar Nasional Limnologi IV, IPB International Convention Center	Sebagai Pemakalah	Bogor	2008
18.	Seminar Nasional Etnobotani IV, Puslit Biologi LIPI, Cibinong Science Center	Sebagai Pemakalah	Cibinong	2009
19.	Seminar Nasional Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik, Fakultas Biologi Unsoed	Sebagai Pemakalah	Purwokerto	2010

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
20.	Seminar Nasional Biodiversitas III, Dep. Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga	Sebagai Pemakalah	Surabaya	2010
21.	Seminar Nasional Green Technology for Better Future, Fsains Tek, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim	Sebagai Pemakalah	Malang	2010
22.	Presentasi, berjudul: Konsep pemanfaatan dan pengelolaan lahan pascatambang PT Newmont Minahasa Raya-Manado. Kerja Sama Yayasan Pembangunan Berkelanjutan Sulawesi Utara	Sebagai Pemakalah	Manado	2011
23.	Presentasi Litbang Invagro, Kick-off Seminar BB Biomaterial LIPI. Pemberdayaan Masyarakat Desa Temiang di Cagar Biosfer Giam Siak Kecil - Bukit Batu Menuju Konsep Bio-village LIPI. Puslit Biologi LIPI	Sebagai Pemakalah	Cibinong	2012

G. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	Jurnal Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia	Puslit Limnologi LIPI.	Mitra Bestari	2010
2.	Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia (JSTI), Edisi Pertanian,	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)	Mitra Bestari	2015
3.	Jurnal Widya Riset	Pusbin Diklat LIPI	Mitra Bestari	2017
4.	Naskah Buku, berjudul: Perancangan Irigasi Tetes untuk Tanaman Hortikultura-LIPI	LIPI Press	Mitra Bestari	2016
5.	Prosiding Seminar Nasional.	Universitas Winaya Mukti (Unwin), Bandung	Mitra Bestari	2014

H. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	43
2.	Penulis Utama	17
3.	Penulis Bersama Penulis Lainnya	8
	Total	68

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Karya Tulis dalam Bahasa Inggris	4
2.	Karya Tulis dalam Bahasa Indonesia	64
	Total	68

I. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Desty Dwi Sulistyowati, M.Si., Staf Peneliti Ahli Pertama	Puslit Biologi LIPI	Pembimbingan	2019
2.	Peni Lestari, M.Si., Staf Peneliti Ahli Muda	Puslit Biologi LIPI	Anggota Komisi Pembimbing, Program S3 <i>by Research</i> , di IPB	2019

Mahasiswa

No.	Nama	PT/Universitas	Peran/ Tugas	Tahun
1.	Rizkika Zakka Agustin	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2013
2.	Cici Fitria Yani	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2013
3.	Aisyiah Al Azizah	Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNS, Surakarta	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2014
4.	Dewi Larasati	Program Studi Biologi, FMIPA, UNS, Surakarta	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2017
5.	Retno Wahyu Subekti	Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Riau		2017
6.	Reska Widia Kirana	Departemen Teknik Pertanian dan Ekosistem, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Bandung	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2017
7.	Ghulam Fathir Authar Insaniy	Departemen Biologi Fakultas Ilmu Alam, ITS	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2018

No.	Nama	PT/Universitas	Peran/ Tugas	Tahun
8.	Leonardo Pascalis	Departemen Biologi Fakultas Ilmu Alam, ITS	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2018
9.	Ferdinand Fitria	Fakultas Biologi, UNSOED, Purwokerto	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2018
10.	R. M. Yani Abikresna Junanto	Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Unsoed	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2019
11.	Aldakris Afifah Nursela	Fakultas Pertanian, UNSOED, Purwokerto	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2019
12.	Egi Ardes Wardana	Program Studi Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Terapan Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta	Pembimbingan Mahasiswa PKL	2019

J. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI)	2019
2.	Anggota	Masyarakat Limnologi Indonesia (MLI)	2019
3.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia (Himpelindo)	2019

K. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Satyalancana Karya Satya X	Presiden Republik Indonesia, Megawati Soekarnoputri	2002
2.	Satyalancana Karya Satya XX	Presiden Republik Indonesia, Dr. H. Susilo Bambang Yudoyono.	2008
3.	Satyalancana Karya Satya XXX	Presiden RI, Joko Widodo.	2015



LIPI Press

Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp. (+62 21) 573 3465
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id

