



MODEL DINAMIKA HASIL AIR TAHUNAN (ANNUAL WATER YIELD) MENGUNAKAN INVEST DI TAMAN NASIONAL TESSO NILO

ALMYANTI NINGRUM. CN



**PROGRAM STUDI KONSERVASI BIODIVERSITAS TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Model Dinamika Hasil Air Tahunan (*Annual Water Yield*) Menggunakan *InVEST* di Taman Nasional Tesso Nilo” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Oktober 2022

Almyanti Ningrum. CN
E3501202019

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

ALMYANTI NINGRUM.CN. Model Dinamika Hasil Air Tahunan (*Annual Water Yield*) Menggunakan *InVEST* di Taman Nasional Tesso Nilo. Dibimbing oleh YUDI SETIAWAN dan SURIA DARMA TARIGAN.

Salah satu permasalahan di Taman Nasional Tesso Nilo (TNTN) adalah perambahan kawasan untuk dijadikan kebun kelapa sawit. Hal ini memengaruhi jasa ekosistem TNTN sebagai penghasil air. Pentingnya jasa ekosistem TNTN sebagai penghasil air membuat jasa ini perlu dinilai secara kuantitatif dan divisualisasi untuk menjelaskan perubahan tutupan lahan terhadap perubahan jasa tersebut pada masa sekarang dan masa depan. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi model hasil air tahunan dan memprediksi hasil air tahunan pada 2030 di TNTN. Hasil air dianalisis menggunakan *InVEST Water Yield Model* pada periode 2000, 2004, 2009, 2014 dan 2018 sedangkan prediksinya dilakukan pada 2030. Prediksi hasil air pada 2030 merupakan kombinasi prediksi tutupan lahan menggunakan metode CA-Markov dan proyeksi perubahan iklim sesuai IPCC yaitu RCP4,5 dan RCP8,5. Hasil penelitian menunjukkan parameter yang memengaruhi hasil air yaitu presipitasi dan tutupan lahan. Nilai hasil air pada periode 2000-2018 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan prediksi pada 2030. Hal ini dikarenakan pada periode 2000-2018 terjadi perubahan tutupan lahan yang kompleks sehingga pengaruh presipitasi menjadi lebih dominan. Hasil air pada 2030 dominan dipengaruhi tutupan lahan. Konversi hutan menjadi kelapa sawit menurunkan nilai AET sehingga total hasil air tidak berpengaruh signifikan walaupun terjadi penurunan presipitasi. Peningkatan hasil air melalui konversi hutan menjadi kelapa sawit berasal dari aliran permukaan (*surface run-off*) yang mengalir cepat (*quickflow*) selama musim hujan. Cadangan air tanah (*groundwater*) dan *baseflow* menurun sehingga menyebabkan kelangkaan air tanah.

Kata kunci: hasil air, *InVEST*, jasa ekosistem, kelapa sawit

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

ALMYANTI NINGRU.CN. Annual Water Yield Dynamics Model Using InVEST in Tesso Nilo National Park. Supervised by YUDI SETIAWAN and SURIA DARMA TARIGAN.

One of the problems in Tesso Nilo National Park (TNTN) is the encroachment of areas for oil palm plantations. This affects the ecosystem services of TNTN as a water producer. The importance of TNTN ecosystem services as water producers makes it necessary to assess these services quantitatively and visualize to explain changes in land cover to changes in these services in the present and the future. The aim of the study is to evaluate the annual water yield model and predict the annual water yield in 2030 in TNTN. Water yields were analyzed using the InVEST Water Yield Model in the period 2000, 2004, 2009, 2014 and 2018 while predictions were made in 2030. Predicted water yields in 2030 are a combination of land cover predictions using the CA-Markov method and climate change projections according to the IPCC, namely RCP4,5 and RCP8,5. The results showed that the parameters that affect water yields are precipitation and land cover. The water yield value in the 2000-2018 period did not show a significant difference with the prediction in 2030. This is because in the 2000-2018 period there were complex land cover changes so that the influence of precipitation became more dominant. Water yield in 2030 is predominantly influenced by land cover. Conversion of forest to oil palm plantations reduced the AET value so that the total water yield does not show a significant difference even though there is a decrease in precipitation. The increase in water yields through forest conversion to oil palm plantations comes from quick surface run-off during the rainy season. Groundwater and baseflow reserves decreased, causing groundwater scarcity.

Keywords: ecosystem services, InVEST, palm oil, water yield

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2022
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



MODEL DINAMIKA HASIL AIR TAHUNAN (ANNUAL WATER YIELD) MENGUNAKAN INVEST DI TAMAN NASIONAL TESSO NILO

ALMYANTI NINGRUM. CN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika

**PROGRAM STUDI KONSERVASI BIODIVERSITAS TROPIKA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Model Dinamika Hasil Air Tahunan (*Annual Water Yield*)
Menggunakan *InVEST* di Taman Nasional Tesso Nilo
Nama : Almyanti Ningrum.CN
NIM : E3501202019

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing1:
Dr. Yudi Setiawan, S.P., M. Env.Sc
Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M. Sc

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Yanto Santosa, DEA
NIP. 196010041985011001
Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS
NIP. 196501221989031002

Tanggal Ujian:
20 September 2022

Tanggal Lulus: 11 OCT 2022



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala kasih dan anugrah-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian ini adalah Model Dinamika Hasil Air Tahunan (*Annual Water Yield*) Menggunakan *InVEST* di Taman Nasional Tesso Nilo.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Yudi Setiawan, S.P., M. Env.Sc dan Bapak Prof.Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc selaku dosen pembimbing.
2. Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA selaku dosen penguji pada sidang tesis
3. Ir. Halasan Tulus, Delfi Andra, SP, Ibram Eddy Chandra, S.Hut, M.Sc, Taufik Haryadi, S.P, Andi Kusumo, S.Si, M.Si, Edwar Firdaus, S.Hut, Ahmad Gunawan, S.Hut, Amir Hamzah, A.Md dan Ebrizal selaku pengelola Taman Nasional Tesso Nilo.
4. Bapak/Ibu dosen pengajar dan staf akademik di Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika Sekolah Pascasarjana IPB.
5. Seluruh pakar yang berkenan memberikan informasi, saran dan masukan bagi penelitian ini.
6. Rekan-rekan KVT Angkatan 2019 yang selama ini berjuang bersama, saling memberi semangat dalam menyelesaikan studi.
7. Albuzari CN, Enti Wahyuningsih, Latifa Rahayu CN, Akhmad Al Farizi CN yang telah memberikan doa.

Penulis menyadari penelitian ini memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan. Semoga penelitian ini akan berguna bagi alam semesta. Terima kasih.

Bogor, Oktober 2022

Almyanti Ningrum. CN



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hasil Air (<i>Water Yield</i>)	3
2.2 <i>InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs)</i>	3
2.3 Skenario Perubahan Iklim	6
III METODE	7
3.1 Wilayah Kajian	7
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	8
3.3 Alat	8
3.4 Pengumpulan Data	8
3.5 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Perubahan Tutupan Lahan Taman Nasional Tesso Nilo	16
4.2 Prediksi Tutupan Lahan pada 2030 Taman Nasional Tesso Nilo	20
4.3 Parameter Iklim di Taman Nasional Tesso Nilo	22
4.4 Proyeksi Perubahan Iklim di TNTN	24
4.5 Karakteristik Hasil Air Tahunan	25
4.6 Karakteristik Hasil Air Tahun 2030	28
4.7 Implikasi terhadap Pengelolaan Taman Nasional Tesso Nilo	31
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
RIWAYAT HIDUP	40



DAFTAR TABEL

1	Deskripsi dari skenario <i>Representative Concentration Pathways</i> (RCP)	6
2	Alat yang digunakan dalam penelitian	8
3	Informasi data yang digunakan dalam penelitian	9
4	Waktu akuisisi landsat	9
5	Tutupan lahan Taman Nasional Tesso Nilo	10
6	Skenario perubahan iklim dan tutupan lahan	14
7	Matriks probabilitas transisi yang diperoleh dari peta tutupan lahan di TNTN selama tahun 2009–2018	20
8	Prediksi perubahan tutupan lahan dari periode 2018-2030.	21
9	Rata-rata suhu udara, presipitasi dan evapotranspirasi aktual (AET) tahunan 2018-2030	22
10	Perubahan rata-rata dan total <i>water yield</i> di TNTN.	25
11	Prediksi AWY tahun 2030	28

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram konseptual dari metode neraca air yang disederhanakan untuk <i>annual water yield model</i> . Aspek neraca air yang berwarna termasuk dalam model sedangkan berwarna abu-abu tidak.	5
2	Peta wilayah kajian	7
3	Tahap prediksi hasil air tahunan	12
4	Tahap prediksi hasil air pada 2030	15
5	Perubahan luas tutupan lahan	16
6	Distribusi spasial tutupan lahan TNTN	17
7	Peta aksesibilitas, desa sekitar dan penunjukan TNTN	18
8	Peta perubahan tutupan lahan berdasarkan sejarah hukum kawasan hutan TNTN	19
9	Diagram perubahan tutupan lahan TNTN	19
10	Peta prediksi tutupan lahan 2030 di TNTN	21
11	Grafik perubahan total presipitasi (mm) di TNTN	22
12	Dinamika perubahan total hasil air tiap tutupan lahan ($m^3 \times 10^{-9}$)	26
13	Distribusi spasial rata-rata hasil air tahunan (mm/ha)	26
14	Prediksi AWY tahun 2030 ($m^3 \times 10^{-9}$) sesuai skenario RCP	29
15	Peta prediksi rata-rata AWY tahun 2030 (mm/ha) sesuai skenario RCP	29
16	Ilustrasi AWY yang dihasilkan tutupan hutan dan kelapa sawit	30