

# **PENENTUAN AREA PRIORITAS KONSERVASI ORANGUTAN KALIMANTAN: PENDEKATAN BERBASIS MODEL DISTRIBUSI SPESIES DAN SKENARIO IKLIM**

**IKSAN GUSTIAWAN**



**PROGRAM STUDI KONSERVASI BIODIVERSITAS TROPIKA  
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



## @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 “Penentuan Area Prioritas Konservasi Orangutan Kalimantan: Pendekatan Berbasis Model Distribusi Spesies dan Skenario Iklim” 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, Agustus 2025

Iksan Gustiawan  
NIM. E3501222011

- 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

IKSAN GUSTIAWAN. Penentuan Area Prioritas Konservasi Orangutan Kalimantan: Pendekatan Berbasis Model Distribusi Spesies dan Skenario Iklim. Dibimbing oleh DEDE AULIA RAHMAN dan ARYO ADHI CONDRO

Orangutan kalimantan (*Pongo pygmaeus*) merupakan salah satu spesies kunci dilindungi yang berstatus kritis (*Critically Endangered*) dalam daftar merah IUCN. Hilangnya habitat akibat alih fungsi lahan pertanian dan perkebunan, perburuan dan perdagangan ilegal, fragmentasi habitat, kebakaran hutan, serta konflik antara manusia dan satwa liar menjadi faktor yang berpengaruh terhadap penurunan populasi orangutan kalimantan. Perubahan iklim juga menjadi pemicu degradasi habitat yang menjadi masalah utama dalam konservasi biodiversitas di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan distribusi orangutan kalimantan, membandingkan kinerja tiga algoritma Boosted Regression Trees (BRT), Maximum Entropy (MaxEnt), Random Forest (RDF) dan satu model Ensambel. Menganalisis perubahan wilayah distribusi orangutan kalimantan di masa depan pada tahun 2050 menggunakan skenario iklim dan menentukan areal prioritas konservasi untuk orangutan kalimantan di Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya (TNBBBR).

Model Distribusi Spesies dan skenario iklim digunakan untuk memberikan informasi dasar penting untuk menilai distribusi orangutan kalimantan. Skenario *Shared Socioeconomic Pathway* (SSP) dalam skenario mitigasi dan *business-as-usual* (BAU) digunakan untuk memproyeksikan distribusi orangutan kalimantan dimasa depan pada tahun 2050. Hasil evaluasi model menunjukkan model Ensemble unggul pada lima ukuran akurasi (AUC, Kappa, TSS, Jaccard, Sørensen) dengan nilai berturut-turut sebesar  $0.95 \pm 0.01$ ,  $0.84 \pm 0.02$ ,  $0.84 \pm 0.02$ ,  $0.86 \pm 0.02$ , dan  $0.93 \pm 0.01$  dengan luasan distribusi orangutan kalimantan sebesar 323.78 km<sup>2</sup> (13.8%) dari luas total area studi. Variabel suhu udara merupakan prediktor yang paling berkontribusi dengan nilai 29% diikuti dengan jarak dari jalan dan jarak dari sungai dengan nilai berturut-turut sebesar 25% dan 15%.

Perubahan distribusi orangutan kalimantan pada tahun 2050 berdasarkan skenario mitigasi dan BAU berturut-turut sebesar -20.7% dan -27.5% dari distribusi saat ini. Skenario BAU memiliki proporsi kehilangan lebih besar dan proporsi peningkatan lebih kecil dibandingkan dengan skenario mitigasi. Identifikasi area restorasi dan refugia habitat yang dibangun berdasarkan perubahan iklim dan habitat merupakan aspek penting untuk membangun perencanaan konservasi orangutan kalimantan di masa depan. Skenario BAU menunjukkan areal ancaman tinggi lebih besar dengan potensi refugia lebih rendah untuk konservasi orangutan kalimantan dibandingkan skenario mitigasi. Penentuan area restorasi dan refugia habitat dapat dimanfaatkan untuk mendukung program reintroduksi orangutan kalimantan dimasa depan. Pendekatan ini dapat memberikan saran yang luas dan umum untuk mendukung aksi pengelolaan konservasi orangutan kalimantan dalam dimensi perubahan iklim dan habitat di TNBBBR.

Kata kunci: Distribusi, Mitigasi, Orangutan Kalimantan, Perubahan iklim, Pemodelan relung ekologi, Refugia habitat.

## SUMMARY

IKSAN GUSTIAWAN. Determining Priority Areas for Bornean Orangutan Conservation: A Species Distribution Model and Climate Scenario-Based Approach. Supervised by DEDE AULIA RAHMAN and ARYO ADHI CONDRO.

The Bornean orangutan (*Pongo pygmaeus*) is one of the key protected species that is Critically Endangered on the IUCN Red List. Habitat loss due to agricultural and plantation land conversion, illegal hunting and trade, habitat fragmentation, forest fires, and human-wildlife conflict are factors that have contributed to the decline of the Bornean orangutan population. Climate change is also fuelling habitat degradation, which is a major concern for future biodiversity conservation. This study aims to model the distribution of Bornean orangutans, comparing the performance of three algorithms Boosted Regression Trees (BRT), Maximum Entropy (MaxEnt), Random Forest (RDF) and one Ensemble model. Analyse future changes in Bornean orangutan distribution areas by 2050 using climate scenarios and determine priority conservation areas for Bornean orangutans in Bukit Baka Bukit Raya National Park (BBBRNP).

Species Distribution Models and climate scenarios were used to provide important baseline information to assess Bornean orangutan distribution. The *Shared Socioeconomic Pathway* (SSP) scenario under mitigation and *business-as-usual* (BAU) scenarios was used to project the future distribution of Bornean orangutans by 2050. Model evaluation results showed that the Ensemble model excelled on five accuracy measures (AUC, Kappa, TSS, Jaccard, Sørensen) with consecutive values of  $0.95 \pm 0.01$ ,  $0.84 \pm 0.02$ ,  $0.84 \pm 0.02$ ,  $0.86 \pm 0.02$ , and  $0.93 \pm 0.01$  with a Bornean orangutan distribution area of  $323.78 \text{ km}^2$  (13.8%) of the total study area. Air temperature was the most contributing predictor with a value of 29% followed by distance from roads and distance from rivers with values of 25% and 15%, respectively.

Changes in Bornean orangutan distribution in 2050 under the mitigation and BAU scenarios are -20.7% and -27.5% of the current distribution, respectively. The BAU scenario has a greater proportion of loss and a smaller proportion of increase compared to the mitigation scenario. Identification of habitat restoration and refugia areas based on climate and habitat changes is an important aspect in developing future Bornean orangutan conservation planning. The BAU scenario shows a larger high threat area with lower refugia potential for Bornean orangutan conservation compared to the mitigation scenario. The determination of habitat restoration areas and refugia can be used to support future Bornean orangutan reintroduction programmes. This approach can provide broad and generalised advice to support Bornean orangutan conservation management actions in the climate and habitat change dimensions of the BBRNP.

**Keywords:** *Bornean orangutans, Climate change, Distribution, Ecological niche modeling, Habitat refugia, Mitigation.*

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 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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025  
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.*

# **PENENTUAN AREA PRIORITAS KONSERVASI ORANGUTAN KALIMANTAN: PENDEKATAN BERBASIS MODEL DISTRIBUSI SPESIES DAN SKENARIO IKLIM**

**IKSAN GUSTIAWAN**

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  
2025**



**@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 : Penentuan Area Prioritas Konservasi Orangutan Kalimantan:  
Pendekatan Berbasis Model Distribusi Spesies dan Skenario  
Iklim

Nama : Iksan Gustiawan  
NIM : E3501222011

Disetujui Oleh

Pembimbing 1:  
Dede Aulia Rahman, S.Hut., M.Si., Ph.D .

Pembimbing 2:  
Dr. Aryo Adhi Condro, S.Si., M.Si

Diketahui Oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Ir. Yanto Santosa, DEA  
NIP 196010041985011001

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:  
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS  
NIP 196501221989031002

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.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari sampai bulan April 2024 ini ialah kesesuaian habitat dengan judul “Penentuan Area Prioritas Konservasi Orangutan Kalimantan: Pendekatan Berbasis Model Distribusi Spesies dan Skenario Iklim”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dede Aulia Rahman, S.Hut., M.Si., Ph.D dan Dr. Aryo Adhi Condro, S.Si., M.Si yang telah membimbing dan memberikan saran dalam penyempurnaan penyusunan tesis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jarwadi Budi Hernowo, M.Sc., F.Trop selaku dosen seminar, serta masukan-masukan mengenai penulisan karya ilmiah.
3. Bapak Dr. Tri Atmoko, S.Hut., M.Si selaku dosen penguji luar, serta masukan-masukan mengenai penulisan karya ilmiah.
4. Bapak Andi Muhammad Kadhafi, S.Hut., M.Si. selaku kepala Balai Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya (TNBBBR).
5. Yayasan Inisiasi Alam Rehabilitasi Indonesia (YARI) dan Bornean Orangutan Survival Foundation (BOSF) yang telah memberikan dukungan fasilitas dan data selama dilapangan.
6. Dosen dan Tenaga Kependidikan Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika atas segala ilmu dan bantuan yang telah diberikan.
7. Rhama Budhiana, M.Si, dan Morgan Sawaki, M.Si yang telah membantu memberi masukan dalam penelitian.
8. Kemal Muhsandi, M.Si, Ola Prajab Aso, M.Si dan Taufik Setiawan, M.Si yang telah membantu memberi masukan dalam analisis data.
9. Teman-teman Sekolah Pascasarjana Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika (KVT).
10. Bapak Nirwandi dan Ibu Sopia Aprianti, serta seluruh keluarga besar atas segala doa dan kasih sayang yang telah diberikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

*Iksan Gustiawan*



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 ISI                                                    | i   |
| DAFTAR TABEL                                                  | ii  |
| DAFTAR GAMBAR                                                 | ii  |
| DAFTAR LAMPIRAN                                               | iii |
| I PENDAHULUAN                                                 | 1   |
| 1.1 Latar belakang                                            | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah                                           | 2   |
| 1.3 Tujuan                                                    | 3   |
| 1.4 Manfaat                                                   | 3   |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian                                  | 4   |
| II METODE                                                     | 5   |
| 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian                               | 5   |
| 2.2 Alat dan Instrumen Penelitian                             | 5   |
| 2.3 Pengumpulan Data                                          | 5   |
| 2.4 Prosedur Analisis Data                                    | 11  |
| III HASIL DAN PEMBAHASAN                                      | 19  |
| 3.1 Model Distribusi Orangutan                                | 19  |
| 3.2 Perubahan Distribusi Orangutan Kalimantan                 | 24  |
| 3.3 Penentuan Wilayah Prioritas Konservasi Orangutan          | 26  |
| 3.4 Implikasi Kajian Terhadap Konservasi Orangutan Kalimantan | 28  |
| IV SIMPULAN DAN SARAN                                         | 31  |
| 4.1 Simpulan                                                  | 31  |
| 4.2 Saran                                                     | 31  |
| DAFTAR PUSTAKA                                                | 32  |
| LAMPIRAN                                                      | 40  |
| RIWAYAT HIDUP                                                 | 48  |



## DAFTAR TABEL

|    |                                                                                                                                             |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Data kehadiran orangutan kalimantan                                                                                                         | 6  |
| 2. | Informasi data model distribusi orangutan kalimantan                                                                                        | 6  |
| 3. | Variabel lingkungan yang digunakan dalam model distribusi orangutan kalimantan                                                              | 12 |
| 4. | Matriks galat                                                                                                                               | 18 |
| 5. | Perhitungan akurasi model                                                                                                                   | 18 |
| 6. | Evaluasi model distribusi orangutan berdasarkan ukuran diskriminasi berbeda dalam statistik rata-rata ( $\bar{x}$ ) dan simpangan baku (s). | 20 |

## DAFTAR GAMBAR

|     |                                                                                                                                                                              |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Peta lokasi penelitian                                                                                                                                                       | 5  |
| 2.  | Alur pembuatan peta variable ketinggian dan kelerengan                                                                                                                       | 7  |
| 3.  | Alur pembuatan peta variable jarak dari jalan, sungai dan pemukiman                                                                                                          | 7  |
| 4.  | Alur pembuatan peta variable forest canopy density                                                                                                                           | 8  |
| 5.  | Alur pembuatan peta variable Kernel NDVI                                                                                                                                     | 9  |
| 6.  | Alur pembuatan peta variable suhu udara baseline dan proyeksi                                                                                                                | 10 |
| 7.  | Alur pembuatan peta variable tutupan lahan                                                                                                                                   | 10 |
| 8.  | Alur proses resampling data kehadiran orangutan kalimantan                                                                                                                   | 11 |
| 9.  | Alur proses uji multikolinearitas                                                                                                                                            | 13 |
| 10. | Skema pembangunan model distribusi orangutan                                                                                                                                 | 14 |
| 11. | Skema perubahan model distribusi orangutan masa depan 2050                                                                                                                   | 15 |
| 12. | Diagram konseptual pengelolaan konservasi berbasis iklim dan                                                                                                                 | 17 |
| 13. | Hasil uji multikolinearitas antar variabel                                                                                                                                   | 19 |
| 14. | Model biner distribusi orangutan kalimantan di TNBBBR pada berbagai algoritma. (A) BRT, (B) Maxent, (C) Random Forest, dan (D) Ensemble berdasarkan nilai Maximum TSS.       | 21 |
| 15. | Persentase kontribusi setiap variabel terhadap model                                                                                                                         | 22 |
| 16. | Respon variable lingkungan terhadap model. Suhu udara (A), Euclidean jalan (B), Euclidean sungai (B), dan Euclidean desa (C).                                                | 23 |
| 17. | Distribusi orangutan kalimantan di TNBBBR tahun 2050 berdasarkan skenario BAU (A) dan skenario mitigasi (B).                                                                 | 25 |
| 18. | Grafik yang menggambarkan total luas setiap wilayah berdasarkan skenario BAU dan skenario mitigasi.                                                                          | 26 |
| 19. | Potensi konservasi jangka panjang orangutan kalimantan tahun 2050 berbasis di TNBBBR berdasarkan parameter iklim dan vegetasi berdasarkan skenario BAU (A) dan mitigasi (B). | 27 |
| 20. | Individu orangutan dari program reintroduksi di TNBBBR                                                                                                                       | 28 |
| 21. | Distribusi orangutan dari model Ensemble dan Zonasi di TNBBBR                                                                                                                | 29 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 1. Peta variabel lingkungan                          | 41 |
| 2. Dokumentasi kegiatan <i>ground check</i> lapangan | 46 |

