****

**KOLOKIUM DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Nama : Budi Arif Dermawan

Nomor Pokok : G651150521

Judul Penelitian : Prediksi area invasif *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del* dengan *Maximum Entropy Modeling* di Taman Nasional Baluran

Dosen Pembimbing : 1. Dr Yeni Herdiyeni, S.Si, M.Kom

: 2. Prof. Dr. Ir. Lilik Budi Prasetyo, M.Sc

Kelompok / Bidang : Keteknikan dan Teknologi Informasi

Hari / Tanggal : Kamis, 16 Februari 2017

Waktu : 14.00 – 15.00

Tempat : Ruang Sidang ILKOM

Pembahas : Angga Wahyu Pratama

**PREDIKSI AREA INVASIF *ACACIA NILOTICA (L.) WILLD.EX DEL* DENGAN *MAXIMUM ENTROPY MODELING* DI TAMAN NASIONAL BALURAN**

Budi Arif Dermawan1, Yeni Herdiyeni2, Lilik Budi Prasetyo3

1Mahasiswa Departemen Ilmu Komputer, FMIPA IPB

2Ketua Komisi Pembimbing, staf pengajar Departemen Ilmu Komputer, FMIPA IPB

3Anggota Komisi Pembimbing, staf pengajar Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, FAHUTAN IPB

## *Abstract*

Indonesia has the third largest tropical rainforest in the world where this condition makes the home to species of flora (plants). Approximately 40-50% of plant species that exist in Indonesia are endemic and the rest are introduced from other countries. One of the introduced species is Acacia nilotica originating from India. A. nilotica was originally planted in Baluran National Park serves as a natural firebreak, but with the passage of time and the characteristics of A. nilotica so these plants become invasive species in Baluran National Park. The development of A. nilotica ruin savanna conditions that exist in Baluran National Park qualitatively or quantitatively, where the savanna is a staple food for some species there. A. nilotica can a well developed when the relationship between species and environmental conditions are appropriate. This relationship is called ecology, and to analyze and predict the spread of invasive species on ecology can use the Species Distribution Model (SDM). The approach in human resources is the Maximum Entropy used to predict the spread of invasive species and the expected results of such modeling can be used as initial information in handling the distribution of invasive species A. nilotica (L) Willd.ex Del.

*Keywords: baluran national park, invasive species, maximum entropy, prediction.*

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan biodiversitas terbesar di dunia setelah Brazil karena memiliki kekayaan dan keanekaragaman hayati yang melimpah. Salah satunya adalah ekosistem savana di Taman Nasional Baluran yang dikenal sebagai replika dari savana-savana di Afrika. TN Baluran mempunyai identitas sebagai savana yang apabila terdapat gangguan pada kelestariannya akan menyebabkan pengaruh terhadap berbagai ekosistem lainnya([Sabarno 2002](#_ENREF_21)).

Semakin meluasnya invasi dari spesies *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del* menjadi indikator sebagai gangguan serta ancaman terbesar bagi ekosistem yang awalnya didatangkan dengan tujuan sebagai tumbuhan penyekat kebakaran. Kecepatan tumbuh serta penyebaran spesies eksotik ini mengakibatkan penurunan kualitas maupun kuantitas savana baluran. Penurunan tersebut berdampak pada perubahan pola perilaku satwa liar herbivora yang semula memakan rumput menjadi memakan biji *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* dikarenakan pergeseran keberadaan pakan utama oleh spesies *A. nilotica (L.) Willd.ex Del*. Selain itu area yang terbebas dari *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* menimbulkan masalah baru berupa kemunculan spesies invasif lainnya seperti Ocimum basilicum Linn. dan Thespesia lampas DAlz&Gibs. yang kurang disukai satwa([Qirom *et al.* 2016](#_ENREF_19)).

India, Pakistan dan juga Afrika diperkirakan sebagai asal dari spesies *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* ([Brenan 1983](#_ENREF_3)). *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* umum dijumpai pada tanah dengan kandungan liat yang tinggi, tetapi dapat juga tumbuh pada tanah lempung berpasir yang dalam serta di area dengan curah hujan yang tinggi([Gupta 1970](#_ENREF_9)). *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* yang di introduksi ke Indonesia merupakan sub spesies *indica*. Introduksi dilakukan dengan tujuan komersial sebagai penghasil getah (*gum*) yang berkualitas tinggi. Hasil dari introduksi tidak mencapai harapan dengan menghasilkan produksi getah yang sangat rendah. Introduksi kemudian dilanjutkan ke TN Baluran dengan tujuan sebagai sekat bakar untuk menghindari menjalarnya api dari savana ke kawasan hutan jati([Anonim 1999](#_ENREF_1)). Namun invasi *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* menyebabkan terdesaknya berbagai jenis vegetasi sebagai komponen utama penyusun padang rumput Baluran.

*A. nilotica (L.) Willd.ex Del* merupakan spesies tumbuhan kaya manfaat, namun di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Sebaliknya, kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran menimbulkan masalah sebagai tanaman invasi([Djufri 2004](#_ENREF_4)). Sehingga diperlukan langkah prediksi untuk pencegahan persebaran dengan mengetahui jenis habitat dari *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* dengan menggunakan *Species Distribution Modeling*. *Species Distribution modeling* (SDM) merupakan suatu model yang melakukan proses pengukuran terhadap variabel penduga (faktor lingkungan) dan titik kehadiran spesies (distribusi spesies)([Elith dan Leathwick 2009](#_ENREF_6)).

Beberapa pendekatan yang umum digunakan untuk *Species Distribution Modeling*, diantaranya yaitu Bioclim, Domain, Mahalanobis, GLM, GAM, MaxEnt, Random Forest, Support Vector Machine([Pearson 2010](#_ENREF_14)). Pada penelitian([Siswoyo 2014](#_ENREF_22)), analisis kesesuaian habitat *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* dilakukan dengan menggunakan metode regresi logistik yang diintegrasikan dengan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis. Hasil validasi dari model tersebut menghasilkan nilai sebesar 93.33 %. MaxEnt model digunakan pada penelitian [Rusman (2016)](#_ENREF_20) yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor lingkungan yang mempengaruhi kehadiran Badak Sumatera. Model yang telah dibuat dan dilakukan validasi menghasilkan kinerja dengan nilai 0.939. Namun [Yi *et al.* (2016)](#_ENREF_23) melakukan penelitian prediksi kuantitatif perubahan iklim terhadap spesies Riparian menggunakan metode *Correlation Analysis*, *Principal Compenent Analysis* dan MaxEnt, menghasilkan model dengan kinerja sebesar 0.899.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi terhadap area yang berpeluang untuk tumbuhnya *A. nilotica (L.) Willd.ex Del*. Model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Maximum Entropy (MaxEnt) yang telah terbukti melakukan dengan baik dibandingkan dengan model lain([Elith\* *et al.* 2006](#_ENREF_7)), mengungguli GARP dalam beberapa pengukuran dari akurasi prediksi([Phillips *et al.* 2006](#_ENREF_17), [Elith dan Graham 2009](#_ENREF_5)), terutama dengan ukuran sampel yang kecil([Hernandez *et al.* 2006](#_ENREF_10), [Pearson *et al.* 2007](#_ENREF_15)), dapat menggunakan data yang hanya terdapat data *presence*, dan dapat memanfaatkan data lingkungan yang bersifat kontinu dan kategorik([Phillips *et al.* 2006](#_ENREF_17)).

## Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Faktor lingkungan apa saja yang mempengaruhi kehadiran tumbuhan *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran.
2. Bagaimana membuat model prediksi dengan tipe data kontinu dan kategorik.
3. Bagaimana membuat antar muka yang dapat memudahkan pengguna dalam menganalisis model.

Adanya berbagai informasi tersebut diharapkan menjadi langkah awal yang penting untuk melakukan tindakan pencegahan meluasnya area invasif *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* sejak dini sehingga tidak perlu untuk mengeluarkan dana dan tenaga yang jauh lebih besar. Dengan demikian pengelolaan dapat difokuskan terhadap lokasi-lokasi yang telah terprediksi.

## Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran.
2. Membuat model spasial prediksi kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran dengan variabel kontinu dan kategorik.
3. Membuat visualisasi antar muka dengan *Shiny Framework*.

## Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain adalah:

1. Memberikan data dan informasi mengenai faktor lingkungan yang mempengaruhi kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del*, model prediksi dengan berbagai karakteristik lingkungan serta sebaran spasial *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran.
2. Manjadi masukan strategis yang berguna untuk menentukan langkah-langkah perencanaan dan pengelolaan kawasan dalam hal pencegahan invasi yang semakin meluas oleh spesies ini serta penyediaan pakan yang kontinyu bagi *grass land*.
3. Menjadi bahan untuk memperkaya ilmu pengetahuan di bidang *Computer Science* mengenai penerapan model distribusi spesies yang dipadukan dengan penggunaan Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam pengelolaan tumbuhan dengan jenis invasif.

## Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi area penelitian berada di Taman Nasional Baluran dengan menggunakan data sebaran spasial *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* hasil survey dari penelitian [Siswoyo (2014)](#_ENREF_22). Penggunaan variabel lingkungan yang diduga berpengaruh terdiri dari ketinggian, kemiringan, suhu, NDVI, NDMI, jarak sungai, dan tanah. Pembuatan model serta visualisasi menggunakan *Shiny Framework*.

# TINJAUAN PUSTAKA

## Species Distribution Modeling

Pengukuran daerah untuk menilai perubahan lanskap semakin diperlukan oleh ilmuwan lingkungan, baik dalam skala lokal maupun global, dan model statistik atau simulasi sering digunakan untuk ekstrapolasi data lingkungan([Peters dan Herrick 2004](#_ENREF_16), [Miller *et al.* 2004](#_ENREF_12)). Salah satunya adalah *Species Distribution Modeling* (SDM) yang melakukan ekstrapolasi data distribusi spesies dalam ruang dan waktu didasarkan pada model statistik. Mengembangkan model distribusi spesies dimulai dengan pengamatan terhadap data kemunculan dan menggunakan data variabel lingkungan yang diduga berpengaruh terhadap kesesuaian habitat. Jika model menghasilkan kecocokan antara distribusi spesies dan variabel penduga yang diperiksa, maka dapat memberikan wawasan tentang toleransi lingkungan atau preferensi habitat. Hal ini juga memberikan kesempatan untuk membuat prediksi spasial. Peta *predictor* lingkungan harus tersedia dalam rangka pemetaan prediktif. Identifikasi karakteristik suatu spesies dan variabel lingkungannya dapat membuat suatu model distribusi spesies sehingga dapat diketahui prediksi sebaran suatu spesies([Franklin 2010](#_ENREF_8)).

## Maximum Entropy (MaxEnt)

Saat estimasi distribusi probabilitas tidak diketahui, terdapat pertanyaan mengenai pemilihan pendekatan yang terbaik. Menurut [Jaynes (1957)](#_ENREF_11), pendekatan yang terbaik adalah pendekatan yang memenuhi kendala pada distribusi yang tidak diketahui, tunduk pada kendala tersebut, dan distribusi harus memiliki entropi maksimum. Hal tersebut dikenal dengan prinsip maksimum entropi. Persamaan 1 dan 2 digunakan untuk memaksimumkan informasi entropi.

(1)

(2)

Dimana:

Maxent adalah metode untuk keperluan umum untuk membuat prediksi atau kesimpulan dari informasi yang tidak lengkap(hanya menggunakan data *presence*)([Jaynes 1957](#_ENREF_11)). Ide umum dari Maxent adalah memperkirakan target distribusi probabilitas dengan menemukan distribusi probabilitas entropi maksimum (paling menyebar, paling dekat dengan seragam), tunduk pada seperangkat kendala yang mewakili informasi yang tidak lengkap tentang target distribusi([Phillips *et al.* 2006](#_ENREF_17)).

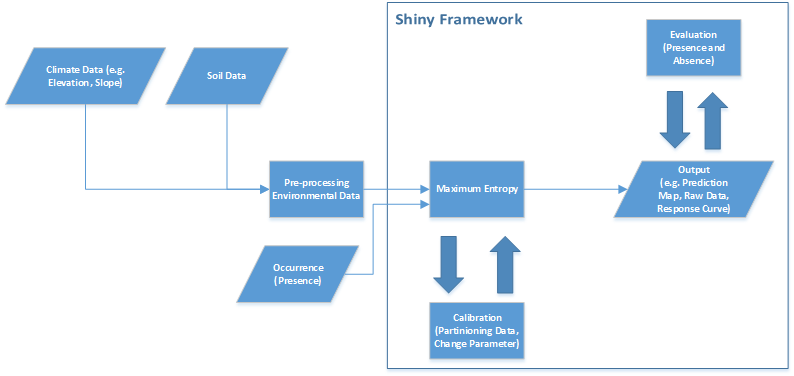
Penerapan teori entropi maksimum dalam memprediksi kemunculan spesies dapat dinyatakan sebagai berikut: jika kita tidak memiliki pengetahuan tentang kebiasaan hidup spesies atau kondisi ekologi setempat, prediksi yang paling masuk akal adalah bahwa probabilitas dari daerah yang cocok dan tidak cocok bagi spesies adalah 0.5. Setiap data kehadiran spesies dalam kondisi ekologi lokal merupakan informasi yang mengurangi ketidakpastian pada model *Maximum Entropy*. Semakin banyak informasi yang ada, maka semakin berkurang ketidakpastian.

## Web Framework Shiny

Pemrograman R menyediakan salahsatu paket yang bertujuan untuk membuat antar muka berbasis web. *Shiny* menyediakan berbagai widget yang bertujuan agar pembangunan *user interface* lebih cepat. *Shiny* dapat diintegrasikan dengan *web content* seperti HTML, CSS, Javascript dan jquery([Beeley 2016](#_ENREF_2)).

# METODE PENELITIAN

## Tahapan Penelitian



Gambar Tahapan Penelitian

Tahapan atau alur kerja dari penelitian ini dimulai dari pengumpulan data dan informasi sampai membangun model prediksi sesuai dengan gambar 1. Tahapan penelitian untuk prediksi area invasif *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran sebegai berikut:

### Pengumpulan Data dan Informasi

Data yang digunakan terdiri dari data utama dan data pendukung yang dikelompokan berdasarkan kegunaannya. Data utama adalah data yang digunakan dalam membangun model kesesuaian habitat di TN Baluran. Data utama terdiri dari: (1) data koordinat kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del*, dimana data tersebut merupakan data hasil observasi dari penelitian [Siswoyo (2014)](#_ENREF_22). (2) Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) level kabupaten. (3) Data *predictor* yang merupakan data hasil tumpukan (*stack*) dari beberapa variabel penduga (ketinggian, kemiringan, suhu, jarak dari sungai, index vegetasi, index kelembaban, tanah). Sedangkan data pendukung merupakan data atau informasi yang memiliki fungsi untuk mendukung pengolahan dan analisis data primer. Data yang dipergunakan mencakup informasi kondisi wilayah penelitian.

### Penyusunan Data Spasial

Beberapa tahapan penyusunan data spasial untuk membangun model prediksi *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran adalah sebagai berikut:

1. **Penyusunan Data Kehadiran (*Presence*)dan Ketidakhadiran (*Absence*) *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del***

Data koordinat sebaran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 195 temuan. Data tersebut kemudian disusun dalam bentuk *Comma Separated Value* (CSV) dengan menggunakan aplikasi *Libre Office* *Calc*. Koordinat *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* menggunakan sistem koordinat geografis.

1. **Pra-proses Spasial Data Lingkungan**

Pemilihan variabel lingkungan bergantung pada ketersediaan data spasial didalam pemodelan spasial distribusi spesies. Hal tersebut dikarenakan ketersediaan data spasial menjadi faktor pembatas dalam pembuatan model distribusi spesies([Osborne *et al.* 2001](#_ENREF_13)). Maka dari itu diperlukan pemilihan variabel lingkungan yang diduga berpengaruh terhadap kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* dan dapat dibuat data spasialnya.

Dalam penggunaan aplikasi MaxEnt, data spasial variabel lingkungan yang digunakan harus dalam format *raster*, *extent* yang sama, sistem koordinat geografis. Resolusi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 30 meter dengan *extent* -7.748274([Pearson *et al.*](#_ENREF_15)), 114.2937(*left*), 114.468(*right*), -7.928792(*bottom*). Beberapa variabel yang disusun adalah sebagai berikut:

1. Ketinggian (Elevation)
2. Kemiringan (Slope)
3. Suhu (Temperature)
4. Jarak dari Sungai (Distance RIver)
5. Index Vegetasi (NDVI)
6. Index Kelembaban (NDMI)
7. Tanah (Soil)

Ekstensi *extract by mask* digunakan untuk mendapatkan *extent* dan resolusi yang sama pada setiap variabel lingkungan yang digunakan.

### Membangun Model Prediksi *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del*

Model probabilitas kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran dibangun dengan menggunakan perangkat lunak R dengan paket dismo serta paket maxent.jar versi 3.3.3.k yang dapat diunduh secara gratis([Phillips *et al.* 2006](#_ENREF_17)). Maximum Entropy merupakan salahsatu pemodelan yang menggunakan dua buah dataset yaitu data kehadiran *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* dan variabel lingkungan dalam membangun model prediksi distribusi spesies *A. nilotica (L.) Willd.ex Del*. Tahapan untuk membangun model prediksi distribusi spesies *A. nilotica (L.) Willd.ex Del* di TN Baluran sebagai berikut:

1. **Persyaratan Data**

Dalam membangun model, MaxEnt membutuhkan dua buah dataset yaitu data kehadiran spesies dan data variabel lingkungan.

1. **Parameter Model**

Parameter yang digunakan dalam membangun model adalah parameter standar yang disediakan oleh paket “maxent.jar”. Penggunaan parameter regulasi standar pada MaxEnt akan menghasilkan model yang setara dengan model yang menggunakan data *absence*([Phillips dan Dudík 2008](#_ENREF_18)). Parameter regulasi standar yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel Parameter Regulasi pada MaxEnt

|  |  |
| --- | --- |
| Replicates | 1 |
| Random Test Presentage | 25 |
| Replicated run type | subsample |
| Max number of background points | 10 000 |
| Max iterations | 500 |

1. **Menjalankan Maxent**

Setelah tahapan mempersiapkan data kehadiran dan data variabel lingkungan dilakukan, selanjutnya adalah menjalankan aplikasi MaxEnt untuk membangun model prediksi distribusi spesies *A. nilotica (L.) Willd.ex Del*. Sebelum menjalankan MaxEnt, terlebih dahulu harus menyediakan data kehadiran yang disimpan pada variabel *presence* dan data tumpukkan (*stack*) variabel lingkungan yang disimpan dalam variabel *predictor*. Selanjutnya eksekusi perintah MaxEnt yang terdapat dalam paket dismo. Setelah proses pemodelan selesai, maxEnt akan menghasilkan *output* berupa:

1. Kinerja Model (*Model Performance*)

Keakuratan atau kinerja model dalam memprediksi keberadaan *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del* di Taman Nasional Baluran dapat dilihat dari salahsatu *output* MaxEnt yaitu berupa grafik *average omission and predicted area* serta grafik *sensitivity and specificity*.

1. Kurva Respon (*Response Curve*)

Hubungan antara probabilitas kehadiran *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del* dengan variabel lingkungan dapat dilihat pada kurva respon yang dihasilkan oleh MaxEnt. Kurva ini menunjukkan bagaimana variabel lingkungan yang sangat bervariasi mempengaruhi prediksi kehadiran *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del* di Taman Nasional Baluran.

1. Peta Prediksi (*Prediction Maps*)

Peta prediksi merupakan peta yang dihasilkan oleh MaxEnt yang bertujuan untuk melakukan analisis prediksi area mana saja yang mempunya peluang besar kemunculan *Acacia nilotica (L.) Willd.ex Del*

1. Kontribusi Variabel (*Variable Contribution*)

Pada analisis kontribusi variabel, MaxEnt menghasilkan *output* mengenai variabel lingkungan yang dianggap penting dan memberikan kontribusi terhadap model prediksi yang dihasilkan.

1. *Output* Data Mentah dan Parameter Kontrol (*Raw Data Output and Control Parameter*)

MaxEnt juga menghasilkan *output* berupa data mentah, dimana terdapat folder yang dihasilkan yang berisi data-data yang dapat diolah dan dianalisis selanjutnya.

1. **Calibration**

Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui akurasi dari model mengalami peningkatan atau penurunan jika digunakan teknik pembagian data menggunakan k-fold/cross validation atau dengan merubah parameter yang digunakan.

1. **Evaluation**

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui seberapa baik model dapat digunakan. Data yang dibutuhkan untuk tahap evaluasi yaitu data *presence* dan *absence*. Namun jika hanya memiliki data *presence*, maka data *absence* dapat digantikan oleh data *background* yang didapat secara acak. Tahap evaluasi juga menentukan nilai ambang batas (*threshold*) yang digunakan untuk melakukan degradasi area yang memiliki nilai dibawah ambang batas.

## Jadwal Penelitian

Waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian ini seperti yang terlihat pada tabel 2.

Tabel 2 Jadwal Penelitian

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Rencana Penelitian | Tahun/Bulan | | | | | | | |
| 2016 | | 2017 | | | | | |
| Nov | Des | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun |
| 1 | Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Sidang Komisi I |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Pendaftaran Kolokium dan Proposal |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Kolokium |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Praproses Data |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Penyusunan Draft Tesis  a. Pendahuluan  b. Tinjauan Pustaka  c. Metodologi |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | Analisis dan Penerapan Metode |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | Evaluasi dan Validasi Hasil |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | Publikasi Ilmiah |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | Penyusunan Draft Tesis  d. Hasil dan Pembahasan  e. Kesimpulan  f. Saran |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | Seminar |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 | Ujian Akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1999. Rancangan Pencabutan Seedling/Anakan Hasil Pembongkaran secara Mekanis, 150 ha di Savana Bekol Taman Nasional Gunung Baluran.

Beeley C 2016. *Web Application Development with R Using Shiny - Second Edition*, PACKT PUB.

Brenan JPM. 1983. Manual on taxonomy of Acacia species. Present taxonomy of four species of Acacia (A. albida, A. senegal, A. nilotica, A. tortilis). *Manual on taxonomy of Acacia species. Present taxonomy of four species of Acacia (A. albida, A. senegal, A. nilotica, A. tortilis).*

Djufri. 2004. Acacia nilotica (L.) Willd. ex Del. dan Permasalahannya di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Biodiversitas.* 5**:**96 - 104. doi: 10.13057/biodiv/d050211.

Elith J , Graham CH. 2009. Do they? How do they? WHY do they differ? On finding reasons for differing performances of species distribution models. *Ecography.* 32**:**66-77.

Elith J , Leathwick JR. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics.* 40**:**677.

Elith\* J, H. Graham\* C, P. Anderson R, Dudík M, Ferrier S, Guisan A, J. Hijmans R, Huettmann F, R. Leathwick J, Lehmann A, Li J, G. Lohmann L, A. Loiselle B, Manion G, Moritz C, Nakamura M, Nakazawa Y, McC. M. Overton J, Townsend Peterson A, J. Phillips S, Richardson K, Scachetti-Pereira R, E. Schapire R, Soberón J, Williams S, S. Wisz M , E. Zimmermann N. 2006. Novel methods improve prediction of species’ distributions from occurrence data. *Ecography.* 29**:**129-151. doi:10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x.

Franklin J 2010. *Mapping species distributions: spatial inference and prediction*, Cambridge University Press.

Gupta R. 1970. Resource survey of gummiferous Acacias in western Rajasthan. *Tropical Ecology.* 11**:**148-161.

Hernandez PA, Graham CH, Master LL , Albert DL. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography.* 29**:**773-785.

Jaynes ET. 1957. Information theory and statistical mechanics. *Physical review.* 106**:**620.

Miller JR, Turner MG, Smithwick EA, Dent CL , Stanley EH. 2004. Spatial extrapolation: the science of predicting ecological patterns and processes. *BioScience.* 54**:**310-320. doi:10.1641/0006-3568(2004)054[0310:SETSOP]2.0.CO;2.

Osborne PE, Alonso J , Bryant R. 2001. Modelling landscape‐scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with great bustards. *Journal of applied ecology.* 38**:**458-471.

Pearson RG. 2010. Species’ distribution modeling for conservation educators and practitioners. *Lessons in conservation.* 3**:**54-89.

Pearson RG, Raxworthy CJ, Nakamura M , Townsend Peterson A. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of biogeography.* 34**:**102-117.

Peters DP , Herrick JE. 2004. Strategies for ecological extrapolation. *Oikos.* 106**:**627-636. doi:10.1111/j.0030-1299.2004.12869.x.

Phillips SJ, Anderson RP , Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling.* 190**:**231-259.

Phillips SJ , Dudík M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography.* 31**:**161-175. doi:10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x.

Qirom MA, Andriani S, Azwar F , Octavia D. 2016. PENGARUH PEMBEBASAN JENIS AKASIA BERDURI Acacia nilotica (L.) Willd. ex Del TERHADAP KOMPOSISI JENIS TUMBUHAN PENYUSUN SAVANA DAN KUALITAS SAVANA DI TAMAN NASIONAL BALURAN, JAWA. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam.* 4**:**573-582.

Rusman D. 2016. *Prediksi Kehadiran Badak Sumatera (Dicerorhinus sumatrensis) dan Analisis Struktur Lanskap Habitatnya di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan.* Magister, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Sabarno MY. 2002. Savana Taman Nasional Baluran. *Biodiversitas.* 3**:**207 - 212. doi:10.13057/biodiv/d030107.

Siswoyo A. 2014. *Pemodelan Spasial Kesesuaian Habitat Akasia Berduri (Acacia Nilotica) di Taman Nasional Baluran.* Magister, Institut Pertanian Bogor.

Yi Y-j, Cheng X, Yang Z-F , Zhang S-H. 2016. Maxent modeling for predicting the potential distribution of endangered medicinal plant (H. riparia Lour) in Yunnan, China. *Ecological Engineering.* 92**:**260-269.