

**PROFIL POPULASI DAN PEMODELAN REGENERASI
TUMBUHAN CENDANA (*Santalum album* L.)
DI HUTAN DAN KEBUN DI PULAU TIMOR BARAT
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

DISERTASI

Oleh
YOSEPH NAHAK SERAN
147090100111001



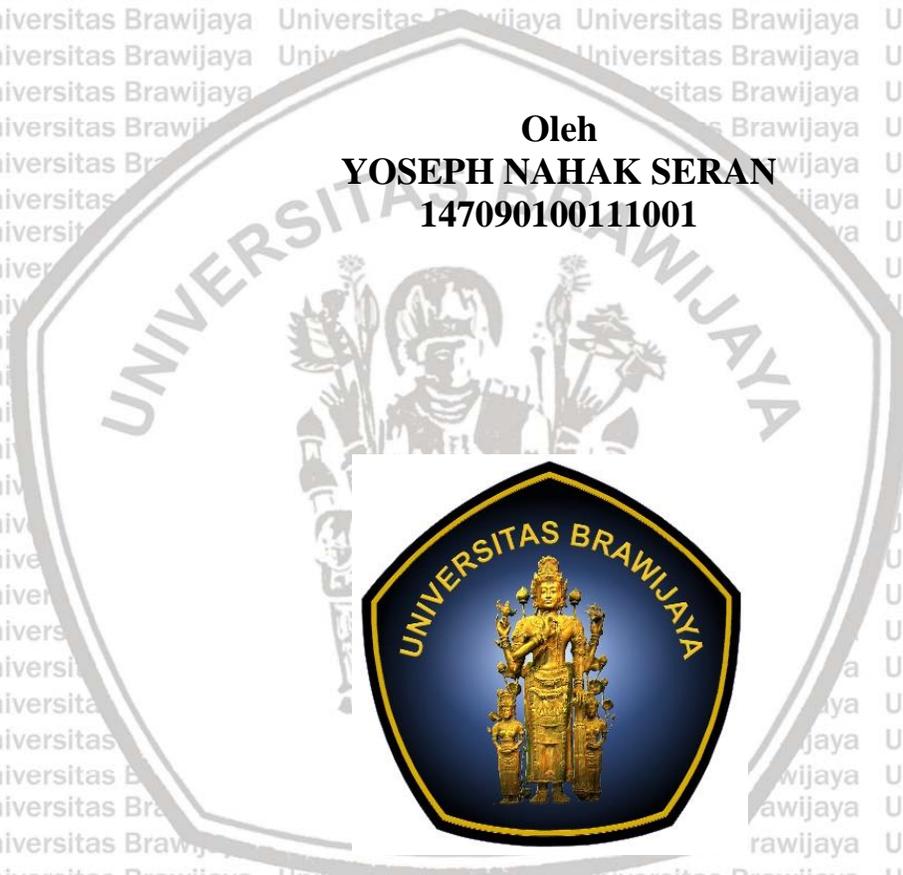
**PROGRAM DOKTOR BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**



**PROFIL POPULASI DAN PEMODELAN REGENERASI
TUMBUHAN CENDANA (*Santalum album* L.)
DI HUTAN DAN KEBUN DI PULAU TIMOR BARAT
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

DISERTASI

Oleh
YOSEPH NAHAK SERAN
147090100111001



**PROGRAM DOKTOR BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

HALAMAN PERGESAHAN DISERTASI

**PROFIL POPULASI DAN PEMODELAN REGENERASI
TUMBUHAN CENDANA (*Santalum album* L.)
DI HUTAN DAN KEBUN DI PULAU TIMOR BARAT
PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

YOSEPH NAHAK SERAN

147090100111001

Malang, 18 Februari 2019

Menyetujui
Promotor

Dr. Endang Arisoesilansih, MS
NIP. 19590908 1989032001

Ko-Promotor I

Ko-Promotor II

Dr. Ir. Sudarto, MS
NIP.195603171983031003

Luchman Hakim, S.Si.M.Agr.Sc., Ph.D
NIP.197108081998021001

Mengetahui
Ketua Program Studi Doktor Biologi
FMIPA Universitas Brawijaya

Tri Ardyati, M.Agr., Ph.D
NIP. 196712131991032001

SUSUNAN KOMISI PEMBIMBING DAN PENGUJI DISERTASI

Judul Disertasi:

PROFIL POPULASI DAN PEMODELAN REGENERASI TUMBUHAN CENDANA (*Santalum album* L.) DI HUTAN DAN KEBUN DI PULAU TIMOR PROPINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Nama : Yoseph Nahak Seran, S. Pd., M.Si
 Nim : 147090100111001

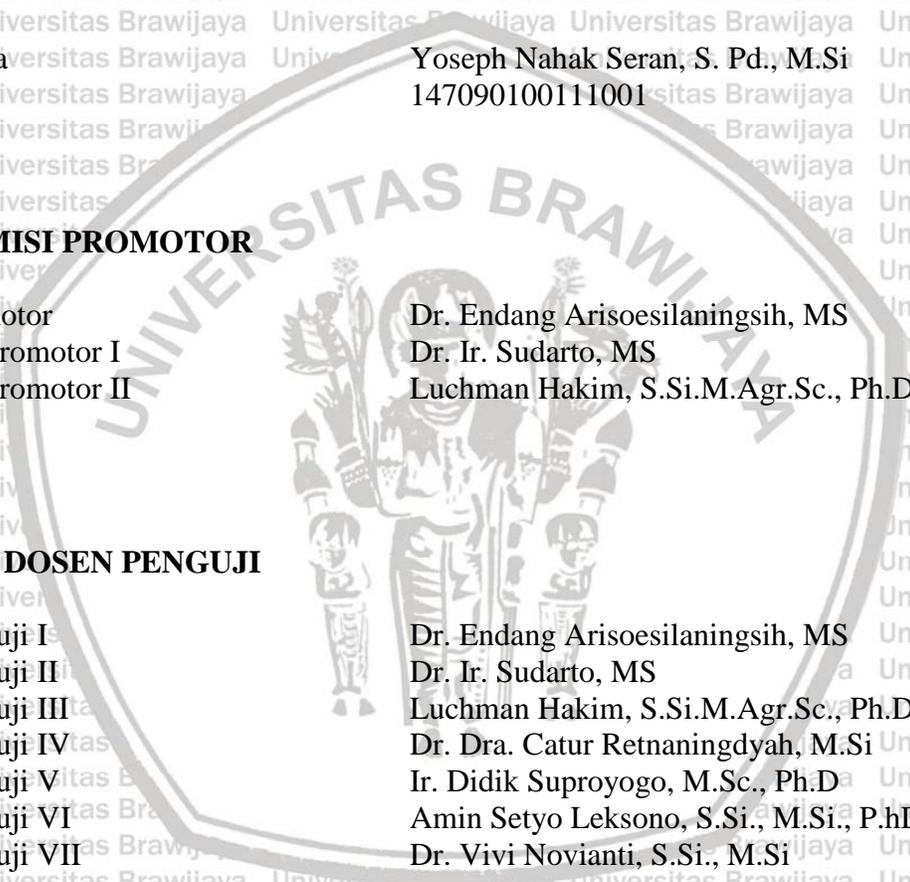
KOMISI PROMOTOR

Promotor : Dr. Endang Arisoesilaningih, MS
 Ko-Promotor I : Dr. Ir. Sudarto, MS
 Ko-Promotor II : Luchman Hakim, S.Si.M.Agr.Sc., Ph.D

TIM DOSEN PENGUJI

Penguji I : Dr. Endang Arisoesilaningih, MS
 Penguji II : Dr. Ir. Sudarto, MS
 Penguji III : Luchman Hakim, S.Si.M.Agr.Sc., Ph.D
 Penguji IV : Dr. Dra. Catur Retnaningdyah, M.Si
 Penguji V : Ir. Didik Suproyogo, M.Sc., Ph.D
 Penguji VI : Amin Setyo Leksono, S.Si., M.Si., P.hD
 Penguji VII : Dr. Vivi Novianti, S.Si., M.Si

Seminar Hasil Penelitian : 17 Desember 2018
 Ujian Kelayakan Disertasi : 2 Januari 2019
 Ujian Akhir Disertasi : 30 Januari 2019



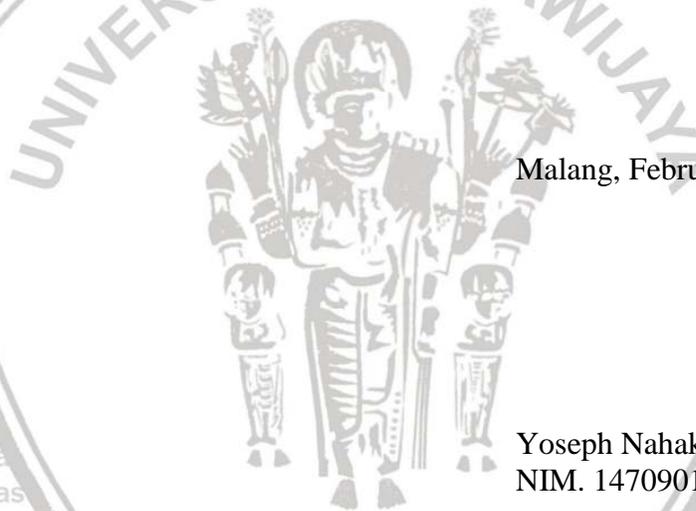
HALAMAN PERNYATAAN ORIGINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Disertasi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (DOKTOR) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, Februari 2019

Yoseph Nahak Seran
NIM. 147090100111001



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Yoseph Nahak Seran, lahir di Fahiluka Kabupaten Malaka, 12 Agustus 1976, Putra dari ayah Benyamin Seran dan ibu Oliva Balok, lulus dari SDI Fahiluka tahun 1989, SMP Negeri I Maliana tahun 1992, SMA Negeri I Maliana tahun 1995, menempuh pendidikan S-1 di Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Timor-Timur Dili lulus tahun 2000, menempuh Pendidikan S-2 di Bidang Biologi Konservasi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta lulus tahun 2008, menempuh Pendidikan S-3 di Bidang Biologi Konservasi pada Program Studi Doktor Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang lulus tahun 2019, sejak tahun 2003 sampai sekarang menjadi PNS pada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Timor Kefamenanu, Nusa Tenggara Timur.

Malang, Februari 2019

Penulis

Yoseph Nahak Seran

PEDOMAN PENGGUNAAN DISERTASI

Disertasi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



RINGKASAN

PROFIL POPULASI DAN PEMODELAN REGENERASI TUMBUHAN CENDANA
(*Santalum album* L.) DI HUTAN DAN KEBUN DI PULAU TIMOR BARAT
NUSA TENGGARA TIMUR

Yoseph Nahak Seran, Endang Arisoesilansih, Sudarto, Luchman Hakim
Program Doktor Biologi-FMIPA, Universitas Brawijaya
2019

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan tumbuhan tropik dan spesies endemik dari Nusa Tenggara Timur (NTT). Kontribusi cendana bagi peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) NTT sangat besar setiap tahunnya yakni 28,20-47,60 %, sedangkan kontribusi cendana bagi PAD Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) dan Timor Tengah Selatan (TTS) sebesar 50 % per tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi profil populasi, membandingkan variasi spasial distribusi dan regenerasi cendana masa kini, mengidentifikasi karakteristik habitat alami maupun buatan yang sesuai untuk pertumbuhan cendana, menguji faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi regenerasi, analisis kondisi sosial, ekonomi, budaya, kebijakan, menyusun rekomendasi pengembangan strategi konservasi cendana secara berkelanjutan.

Penelitian ini dilaksanakan dalam lima tahap yang diawali dengan tahap persiapan penelitian, yaitu melakukan studi pendahuluan meliputi pengumpulan data sekunder populasi cendana, pembuatan peta dasar sebaran cendana dengan kombinasi variasi populasi, kelerengan dan suhu, penentuan lokasi *sampling*, rencana lokasi survei data sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan. Penelitian tahap pertama yaitu melakukan *sampling* profil populasi, distribusi dan regenerasi cendana masa kini di hutan dan kebun dengan metode *sampling* lapang dengan plot. Penentuan plot dilakukan secara *purposive sampling* atau *selective sampling*. Pengambilan data koordinat cendana menggunakan *Geographic Position System* (GPS). Variabel pengamatan meliputi kerapatan, tinggi (T), tinggi batang bebas cabang (TBBC), tinggi pancang (TP), diameter batang (DB), lebar tajuk (LT), dan kerimbunan (*coverage*) untuk semai. Analisis data tentang profil populasi, distribusi, dan regenerasi cendana dilakukan dengan cara menganalisis struktur populasi cendana, peta distribusi dan regenerasi cendana dengan menggunakan ArcGis Map 9.0. Variasi spasial struktur populasi dianalisis secara statistik deskriptif dan *multivariate* dengan biplot dan *cluster* menggunakan *software* PAST 3.0. Hasil penelitian tahap I menunjukkan struktur populasi cendana secara keseluruhan struktur populasi cendana di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) didominasi oleh populasi semai ($69,410 \text{ ind. ha}^{-1}$) dan pancang (*sapling*) ($2,547 \text{ ind. ha}^{-1}$) jika dibandingkan dengan populasi tiang (578 ind. ha^{-1}) dan pohon (48 ind. ha^{-1}). Struktur populasi cendana di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) tidak menunjukkan adanya perbedaan atau dapat dikatakan hampir sama jumlah kerapatan populasi tiang, pancang, dan semai.

Penelitian tahap II adalah mengidentifikasi karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik habitat alami dan buatan yang sesuai untuk pertumbuhan cendana, kualitas interaksi populasi cendana dan vegetasi dengan faktor lingkungan. Pengambilan data kualitas vegetasi sebagai habitat cendana dengan cara menganalisis vegetasi pohon, tiang, pancang, dan semai, mengukur faktor abiotik meliputi kandungan bahan organik tanah (BOT), pH, dan konduktivitas tanah. Metode penelitian yaitu metode *sampling* vegetasi menggunakan *nested plot* secara *purposive sampling*. Variabel



pengamatan meliputi kerapatan, diameter batang, tinggi pohon, tinggi pancang, dan TBBC. Analisis data kualitas vegetasi, interaksi populasi cendana, dan faktor abiotik dilakukan menggunakan statistik *univariate* dengan uji ANOVA dengan *Games-Howell test*, statistik *multivariate* dengan biplot dan *cluster* menggunakan *software* PAST 3.0. Hasil penelitian tahap kedua yaitu kualitas vegetasi di habitat cendana sangat bervariasi antar lokasi. Hasil analisis biplot dan *cluster* menunjukkan bahwa kualitas interaksi vegetasi, populasi cendana, dan faktor fisika kimia sangat bervariasi dan dikelompokkan menjadi lima group. Hasil uji ANOVA dengan *Games-Howell test* menunjukkan bahwa kandungan kualitas fisika kimia bahan organik, pH, dan konduktivitas tanah paling tinggi terdapat di tiga kebun, yaitu stasiun pengamatan Binaus dan Oelbubuk (TTS), serta Upfaon dan hutan Oinbit (TTU). Diversitas inang cendana paling tinggi terdapat di stasiun Oinbit, Upfaon, Binaus, dan Banamlaat. Kualitas fisika kimia paling rendah terdapat di stasiun pengamatan Tetaf. Karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana terdapat di kebun Binaus dan hutan Oinbit.

Penelitian tahap III yaitu menguji faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi regenerasi cendana menggunakan pemodelan struktural *WarpPLS* 6.0. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghasilkan model struktural regenerasi cendana. Metode yang digunakan dalam penelitian tahap tiga adalah mengidentifikasi faktor-faktor pembatas regenerasi cendana meliputi variabel populasi, vegetasi, geografi, tanah, iklim dan variabel regenerasi sebagai *out put* model. Analisis data pemodelan struktural faktor pembatas regenerasi cendana dengan statistik *multivariate Warp Partial Least Square* 6.0. Hasil penelitian tahap ketiga menunjukkan bahwa sebagian besar indikator yang diusulkan layak atau signifikan menyusun variabel laten kecuali indikator diversitas inang. Model struktural yang dihasilkan sangat relevan dan memiliki nilai relevansi prediksi Q^2 sebesar 96,65 %, sehingga model struktural yang diusulkan dalam penelitian ini memiliki nilai prediksi yang sangat relevan dan tinggi terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap regenerasi cendana.

Penelitian tahap IV yaitu menganalisis kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan pemerintah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi sosial, ekonomi, budaya, dan pengetahuan, serta kebijakan. Metode yang digunakan adalah wawancara semi terstruktur dengan menggunakan kuisioner dan observasi lapang. Analisis data secara statistik deskriptif. Hasil penelitian tahap empat menunjukkan bahwa 58,90% responden tahu tentang profil populasi dan sebaran cendana pada masa lampau dan masa kini dan 41,10% sangat tahu tentang habitat cendana. Aspek sosial di masyarakat masih sangat kuat pengaruhnya terhadap budidaya cendana. Nilai ekonomi cendana sangat mempengaruhi keinginan dan minat masyarakat untuk menanam cendana. Aspek budaya dan kebijakan, perlu memberlakukan kembali peraturan desa dan kebijakan pemerintah untuk menjaga dan melestarikan cendana.

Penelitian tahap V yaitu analisis pengembangan strategi konservasi cendana. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan strategi konservasi cendana. Metode analisis data yaitu *Gap analysis* dan *Root Cause Analysis*. Hasil penelitian dengan *Gap analysis* menunjukkan bahwa struktur populasi cendana berindikasi positif yang berarti ada peningkatan populasi pancang dan semai. Variabel tanah memberikan pengaruh yang bervariasi terutama indikator pH dan konduktivitas tanah. Hasil *Root Cause Analysis* meliputi implementasi dan pemantauan *masterplan* cendana tahun 2010-2030, sosialisasi dan penegakan kebijakan baru, pengembangan inovasi dan model riset cendana yang *low input* serta pemberdayaan masyarakat lokal dalam penanaman, pengembangan dan penjualan kayu cendana.

SUMMARY

POPULATION PROFILE AND REGENERATION MODELING OF SANDALWOOD
(*Santalum album* L.) IN FOREST AND PLANTATION OF WEST TIMOR ISLAND, EAST
NUSA TENGGARA

Yoseph Nahak Seran, Endang Arisoesilaningsih, Sudarto, Luchman Hakim
Biology Doctoral Program - Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Brawijaya University-2019

Sandalwood (*Santalum album* L.) is a tropical plant and an endemic species from East Nusa Tenggara. Sandalwood contribution to the increase of NTT local own source revenue is very large every year, namely 28,20-47,6%, meanwhile the sandalwood contribution for local own source revenue of Timor Tengah Utara (TTU) and Timor Tengah Selatan (TTS) Regencies equal to 50% per year. This study aims to evaluate the profile of sandalwood population, sandalwood distribution and regeneration, identify the criteria for natural and artificial habitats that are suitable for sandalwood growth, tests the limiting factors that affect regeneration, analyzes social, economic, cultural, policy and compiles the recommendations for the improvement of conservation strategy of sandalwood. The research was carried out in five stages beginning with the research preparation stage, namely conducting a preliminary study covering the collection of secondary data on sandalwood populations, the making of sandalwood distribution basic map with combination of variations in population, slope and temperature, determining the location of *sampling sites*, planning of survey location of social, economic, cultural and policy.

The first stage of the study namely conducting the sampling of population profile, distribution and regeneration of present-day sandalwood at forests and plantations with a field sampling method using a plot. Plot determination is conducted by *purposive sampling* or *selective sampling*. Sandalwood coordinate data retrieval using *Geographic Positioning System* (GPS). Observation variables for each plot include density, height (T), clearbole height (TBBC), sapling height, stem diameter (DB), canopy width, *coverage*. Analysis of data on the profile of population, distribution and regeneration of sandalwood was carried out by analyzing the sandalwood population structures, map of distribution and regeneration of sandalwood using ArcGis Map 9.0. Spatial variation of population structure was carried out in using by statistic descriptive and multivariate analysis using biplot and cluster analysis by PAST 3.0. The results of the stage I of the study showed that the sandalwood population structure overall the structure of sandalwood population in Timor Tengah Utara (TTU) Regency is dominated by seedlings populations ($69,410 \text{ ind.ha}^{-1}$) and saplings ($2,547 \text{ ind.ha}^{-1}$) when compared to poles populations (578 ind.ha^{-1}) and trees (48 ind.ha^{-1}). Sandalwood population structure in Timor Tengah Selatan (TTS) Regency does not show any difference or it can be said to be almost the same as the number of population densities of poles, saplings and seedlings.

Stage II of the research is to identify the habitat characteristics for sandalwood growth. This study aims to identify the criteria for natural and artificial habitats that are suitable for sandalwood growth, evaluate the quality of sandalwood population and vegetation interactions with environmental factors. Data collection on vegetation quality was carried out by analyzing the vegetation of trees, poles, saplings and seedlings, measurement of abiotic factors including soil organic matter content (BOT), pH and soil conductivity. The method used is the vegetation



sampling method using *nested plots* by *purposive sampling*. The observation variable for each plot namely density, stem diameter, trees height, saplings height, clearbole height. Analysis of vegetation quality, interaction of sandalwood populations and abiotic factors data using univariate statistics with anova test with Games-Howell and *multivariate statistics* with biplot and cluster PAST 3.0. The results of the second stage of the study showed that the quality of vegetation in sandalwood habitat varied greatly between locations. The results of the biplot and cluster analysis show that the quality of interaction of vegetation, sandalwood populations and physical chemical factors varies greatly and grouped into 5 groups. The results of the anova test with Games-Howell test showed that the highest physical-chemical quality of organic matter, pH and soil conductivity were found in three plantations namely the observation stations of Binaus and Oelbubuk (TTS), Upfaon and Oinbit forest (TTU). The highest diversity of sandalwood hosts at Oinbit, Upfaon, Binaus and Banamlaat stations. The lowest quality of chemical physics found at the Tetaf observation station. The ideal habitat characteristics for sandalwood growth located in Binaus plantation and Oinbit forest.

Stage III of the research namely to examine the limiting factors that affect regeneration in forests and plantations by using *Warp PLS 6.0* structural modeling. This study aims to identify and produce the structural models of sandalwood regeneration. The method used in this stage is to identify limiting factor regeneration is population factor, vegetation, geography, soil, climate, and regeneration. Data analysis of structural modeling of the limiting factor for sandalwood regeneration with multivariate statistics of *Warp Partial Least Square 6.0*. The results of the third stage of the study show that most of the proposed indicators are feasible or significant composing the latent variables except indicators of host diversity. The resulting structural model is very relevant and has a Q^2 prediction relevance value of 96,65%, so that the structural model proposed in this study has a highly relevant and high predictive value for factors that influence the sandalwood regeneration. Stage IV of the research namely to analyze social, economic, cultural conditions and government policies. The main purpose of this research is to find out the social, economic, cultural condition and community knowledge and regulation. The method used in this study is a semi-structured interview method using questionnaires and field observations. Data were analyzed descriptively statistically. The results of stage four of the research show that 58.90% of respondents knew about population profiles and the distribution of sandalwood in the past and present and 41.10% know very well about sandalwood habitat. The social structure in the community still has a strong influence on cultivation. The economic value of sandalwood greatly influences people's desire and interest to plant sandalwood in plantation. Cultural and regulation aspects, need stated strongly agree to the re-establishment of village regulations and the role of customary institutions.

Stage V of the research namely analysis of improvement of sandalwood conservation strategies. The aims to determine the improvement of sandalwood conservation strategies. The data analysis method used in this study namely *Gap analysis* and *Root Cause Analysis*. The results of the study based on the *Gap Analysis* matrix table show that the sandalwood population structure had positive indications which means there was an increase in sandalwood population especially for the sapling and seedling. Variable of soil gives a varied influence, especially the soil pH indicator and conductivity. *Root Cause Analysis* shows that the improvement for the implementation and monitoring of the NTT sandalwood master plan for 2010-2030, need continuously to conduct the socialization and enforcement of regional government policies, innovate develop and low input sandalwood agroforestry research model and community empowerment in the planting, development and sale of sandalwood.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas Berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Disertasi pada Program Pendidikan Doktor Biologi FMIPA Universitas Brawijaya. Penyelesaian Disertasi ini karena telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar besarnya kepada yang terhormat:

1. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan beasiswa melalui program Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) dan Hibah Disertasi Doktor (PDD) Tahun 2018 sehingga penulis dapat menyelesaikan studi Doktor.
2. Rektor Universitas Brawijaya yang telah memperkenankan penulis untuk mengikuti Pendidikan Doktor di Universitas Brawijaya
3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Brawijaya, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti Pendidikan Program Doktor.
4. Rektor Universitas Timor, yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk mengikuti Pendidikan Doktor Biologi di Universitas Brawijaya.
5. Ibu Dr. Endang Arisoelaningsih, MS, selaku Promotor yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, mendidik, memberikan saran, motivasi serta semangat kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan disertasi. Beliau menjadi panutan saya dalam menulis karya ilmiah yang baik, menyiapkan bahan presentasi serta tampilan gambar dan grafik yang baik dan menarik.
6. Bapak Dr. Ir. Sudarto, MS, selaku Ko-Promotor I yang telah membimbing, mendidik, memberikan saran, motivasi dan mengarahkan penulis selama menyelesaikan penelitian dan penulisan disertasi.
7. Bapak Luchman Hakim, S.Si. M.Agr.Sc, Ph.D., selaku Ko-Promotor II yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran dan motivasi kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan disertasi.
8. Ibu Dr. Dra. Catur Retnaningdyah, M.Si., yang telah bersedia menjadi penguji dan memberikan banyak masukan dan saran dalam disertasi ini.

9. Bapak Ir. Didik Suprayogo, M.Sc., Ph.D., yang telah bersedia menjadi penguji dan memberikan banyak masukan dan saran dalam penulisan disertasi ini.
10. Bapak Amin Setyo Laksono, M.Sc., Ph.D., yang telah bersedia menjadi penguji dan memberikan saran, masukan dan motivasi dalam penyelesaian disertasi ini.
11. Ibu Dr. Vivi Novianti, S.Si., M.Si, yang telah bersedia menjadi penguji dan memberikan masukan, saran dan arahan dalam penulisan disertasi ini.
12. Ibu Tri Ardyati, M.Agr., Ph.D, selaku Ketua Program Doktor Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya yang selalu memberikan arahan, motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan studi Doktor.
13. Dekan Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti Program Pendidikan Doktor Biologi di FMIPA Universitas Brawijaya.
14. Dekan FKIP Universitas Timor, yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk mengikuti Program Pendidikan Doktor di FMIPA Universitas Brawijaya.
15. Staf Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Brawijaya, yang telah banyak membantu penulis selama melaksanakan penelitian di Laboratorium Ekologi.
16. Staf Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Brawijaya, yang membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian disertasi ini.
17. Staf Laboratorium Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dalam penelitian di Laboratorium Jurusan Tanah.
18. Seluruh staf Dosen Pengampu Program Doktor Biologi FMIPA Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan yang sangat bermanfaat.
19. Muhammad Yusuf, S.Si., M.Si, yang telah memberikan saran dan membantu penyelesaian penelitian disertasi ini.
20. Hamdani Prasetyo, S.Si., M.Si, yang telah membantu penulis selama penelitian disertasi ini.
21. Rekan-rekan mahasiswa Program Doktor Biologi FMIPA Universitas Brawijaya atas dukungan dan kebersamaan nya.
22. Kedua Orang Tua tercinta, Istri dan Anak-anakku terkasih dan keluarga besar atas segala doa, dukungan dan motivasi kepada penulis selama mengikuti Pendidikan Doktor.

23. Para mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Timor, yang telah membantu penulis selama penelitian disertasi ini.

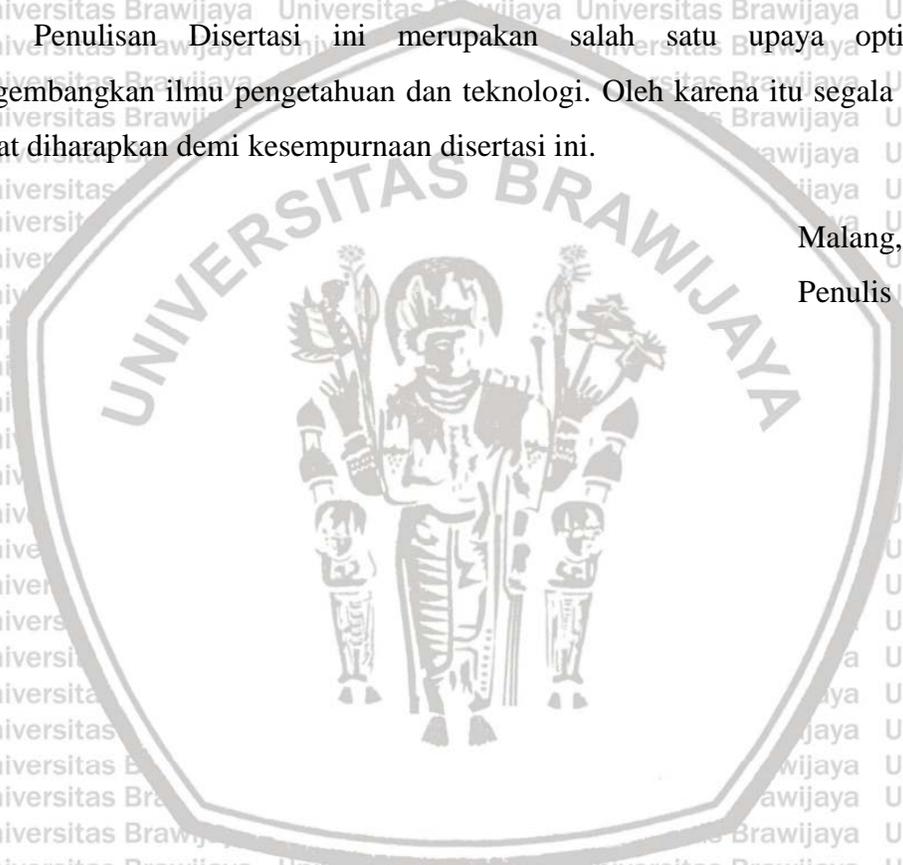
24. Kelompok masyarakat petani cendana di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, yang telah banyak membantu penulis sehingga penelitian disertasi dapat berjalan dengan lancar.

25. Semua pihak yang tidak penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil sehingga memperlancar penulisan disertasi ini.

Penulisan Disertasi ini merupakan salah satu upaya optimal penulis untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Oleh karena itu segala saran dan kritik yang sangat diharapkan demi kesempurnaan disertasi ini.

Malang, Februari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

RINGKASAN..... i
SUMMARY..... iii
KATA PENGANTAR..... v
DAFTAR ISI..... viii
DAFTAR TABEL..... xi
DAFTAR GAMBAR..... xiv
DAFTAR LAMPIRAN..... xiv

BAB I PENDAHULUAN..... 1
 1.1 Latar Belakang..... 1
 1.2 Perumusan Masalah..... 5
 1.3 Tujuan Penelitian..... 6
 1.4 Manfaat Penelitian..... 7
 1.5 Kerangka Konsep Penelitian..... 7
 1.6 Kebaruan Penelitian..... 8
 1.7 Kerangka Operasional Penelitian..... 17

**BAB II PROFIL STRUKTUR POPULASI DAN REGENERASI CENDANA
 DI HUTAN DAN KEBUN DI KAB. TTS DAN TTU
 DI PULAU TIMOR BARAT, NTT**..... 23
ABSTRAK..... 23
 2.1 Pendahuluan..... 24
 2.2 Tujuan Penelitian..... 25
 2.3 Metode Penelitian..... 26
 2.4 Hasil dan Pembahasan..... 30
 2.5 Kesimpulan..... 34
 2.6 Saran..... 35

**BAB III KARAKTERISTIK HABITAT VEGETASI CENDANA DI HUTAN
 DAN KEBUN DI KAB. TTS DAN TTU, PULAU TIMOR BARAT
 NUSA TENGGARA TIMUR**..... 36
ABSTRAK..... 36
 3.1 Pendahuluan..... 37
 3.2 Tujuan Penelitian..... 37
 3.3 Metode Penelitian..... 38
 3.4 Hasil dan Pembahasan..... 41
 3.5 Kesimpulan..... 61
 3.6 Saran..... 62

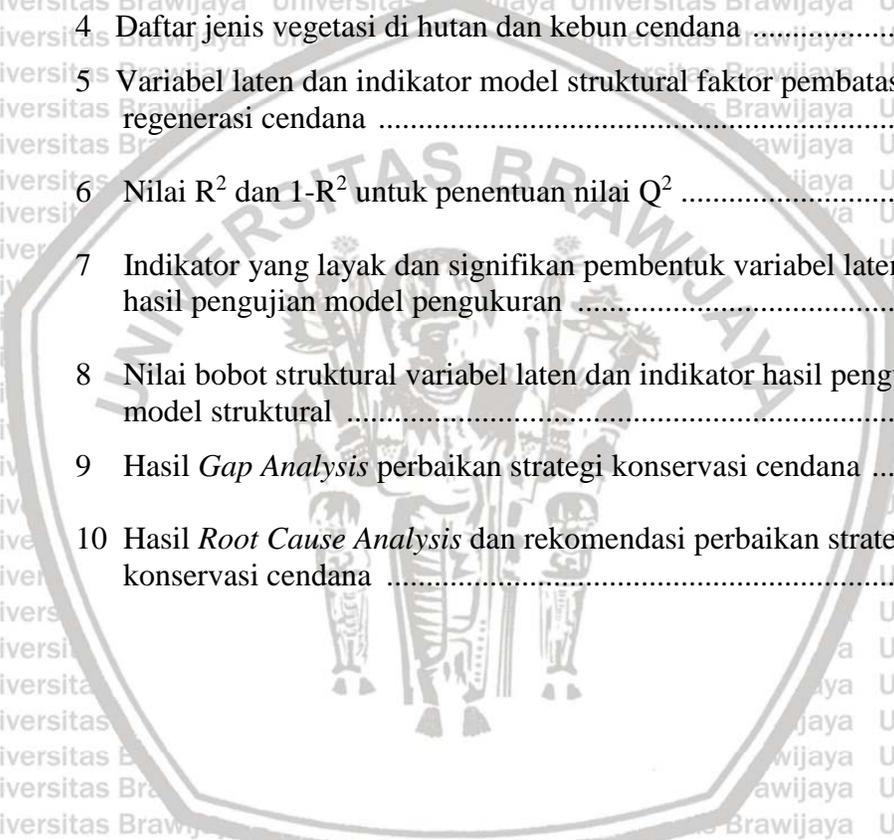
**BAB IV MODEL STRUKTURAL FAKTOR-FAKOTR PEMBATAS YANG
 MEMPENGARUHI REGENERASI CENDANA DI PULAU
 TIMOR BARAT, NUSA TENGGARA TIMUR**..... 63
ABSTRAK..... 63



4.1 Pendahuluan.....	63
4.2 Tujuan Penelitian.....	65
4.3 Metode Penelitian.....	65
4.4 Hasil dan Pembahasan.....	68
4.5 Kesimpulan.....	74
4.6 Saran.....	74
BAB V ANALISIS ASPEK SOSIAL, EKONOMI, BUDAYA DAN	
KEBIJAKAN TENTANG CENDANA DI PULAU	
TIMOR BARAT, NUSA TENGGARA TIMUR.....	75
ABSTRAK.....	75
5.1 Pendahuluan.....	75
5.2 Tujuan Penelitian.....	76
5.3 Metode Penelitian.....	77
5.4 Hasil dan Pembahasan.....	78
5.5 Kesimpulan.....	90
5.6 Saran.....	91
BAB VI ANALISIS STRATEGI KONSERVASI CENDANA	
DI KAB. TTS DAN TTU.....	92
ABSTRAK.....	92
6.1 Pendahuluan.....	92
6.2 Tujuan Penelitian.....	94
6.3 Metode Penelitian.....	94
6.4 Hasil dan Pembahasan.....	95
6.5 Kesimpulan.....	98
6.6 Saran.....	98
BAB VII PEMBAHASAN UMUM.....	99
7.1 Struktur populasi, distribusi dan regenerasi cendana di hutan dan kebun di Pulau Timor Barat, NTT.....	99
7.2 Karakteristik vegetasi sebagai habitat cendana di Pulau Timor Barat, NTT.....	101
7.3 Kontribusi faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi regenerasi cendana di Pulau Timor Barat, NTT.....	104
7.4 Analisis perbaikan strategi konservasi cendana di hutan dan kebun di Pulau Timor Barat, NTT.....	107
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN.....	109
8.1 Kesimpulan.....	109
8.2 Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....	111
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	121

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1	Kebaharuan penelitian 11
2	Tahapan penelitian, metode dan <i>output</i> 20
3	Lokasi, tegakan, variabel pengamatan 30
4	Daftar jenis vegetasi di hutan dan kebun cendana 41
5	Variabel laten dan indikator model struktural faktor pembatas regenerasi cendana 66
6	Nilai R^2 dan $1-R^2$ untuk penentuan nilai Q^2 69
7	Indikator yang layak dan signifikan pembentuk variabel laten hasil pengujian model pengukuran 71
8	Nilai bobot struktural variabel laten dan indikator hasil pengujian model struktural 72
9	Hasil <i>Gap Analysis</i> perbaikan strategi konservasi cendana 96
10	Hasil <i>Root Cause Analysis</i> dan rekomendasi perbaikan strategi konservasi cendana 97



DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman

1 Peta penurunan sebaran alami cendana masa lampau di NTT..... 2

2 Penurunan populasi cendana di NTT tahun 1987-1998..... 3

3 Luas lahan regenerasi cendana di NTT..... 4

4 Kerangka konsep penelitian 9

5 Kerangka operasional penelitian 19

6 Peta lokasi penelitian 27

7 *Nested Plot* Pengamatan Populasi..... 29

8 Struktur populasi cendana fase pohon dan tiang di lokasi penelitian 31

9 Struktur populasi cendana fase pancang dan semai 32

10 Struktur populasi cendana fase pohon, tiang, pancang, dan semai 33

11 Dinamika populasi cendana masa lampau dan masa kini 34

12 Peta distribusi dan regenerasi cendana tahun 2010 & 2016 35

13 Peta distribusi pohon cendana..... 36

14 Peta distribusi tiang cendana..... 37

15 Peta distribusi pancang cendana 39

16 Peta distribusi semai cendana 40

17 Variasi kualitas tajuk (*crown quality*) pohon dan tiang di lokasi penelitian 42

18 Rata-rata diameter batang cendana fase pohon, tiang, dan pancang di lokasi penelitian 43

19 Rata-rata tinggi cendana fase pohon, tiang, pancang..... 44

20 Kualitas pertumbuhan cendana berdasarkan *score* vitalitas 45

21 Pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan variasi kualitas pertumbuhan pohon cendana menggunakan analisis PCA dengan biplot..... 46

22 Analisis *cluster* pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan kesamaan kualitas pertumbuhan pohon cendana

menggunakan indeks jarak <i>Euclidean</i>	47
23 Kekayaan jenis vegetasi di lokasi penelitian	59
24 Kerapatan jenis vegetasi pohon dan tiang	59
25 Kerapatan jenis vegetasi pancang dan semai	60
26 Nilai diversitas spesies vegetasi di lokasi penelitian	61
27 Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi pohon di lokasi penelitian	62
28 Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi tiang	63
29 Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi pancang	64
30 Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi semai	66
31 Analisis biplot kekayaan, kerapatan, dan indeks diversitas seluruh taksa dengan faktor abiotik	68
32 Analisis cluster kekayaan, kerapatan, dan indeks diversitas dengan faktor abiotik	68
33 Analisis biplot pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan interaksi semua faktor abiotik	70
34 Analisis cluster pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan kualitas interaksi semua faktor abiotik	70
35 Nilai rata rata BOT (10 dan 20 cm) di lokasi penelitian	71
36 Nilai rata rata pH (10 dan 20 cm)	72
37 Nilai rata rata Konduktivitas (10 dan 20 cm)	73
38 Model struktural teoritis variabel-variabel laten eksogen yang mempengaruhi regenerasi cendana	81
39 Hasil uji model struktural hubungan variabel laten yang mempengaruhi regenerasi cendana	86
40 Jawaban responden aspek pengetahuan tentang cendana	94
41 Jawaban responden aspek budidaya cendana	96
42 Jawaban responden aspek sosial	97

43 Jawaban responden aspek ekonomi 99

44 Jawaban responden aspek budaya 100

45 Jawaban responden aspek kebijakan 103



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1	134
2	134
3	135
4	136
5	136
6	137
7	138
8	140
9	146
10	147
11	147
12	148
13	148
14	149
15	149
16	150
17	150
18	151
19	151
20	152
21	153
22	155

23 Dokumentasi Kegiatan Penelitian Disertasi di Kab. TTU	156
24 Dokumentasi Kegiatan Wawancara Aspek Sosekbud dan Kebijakan Pemerintah tentang Cendana	157
25 Artikel Ilmiah Yang Telah DiPublikasikan di Jurnal Biodiversitas Terindeks Scopus	158
26 Sertifikat Seminar Internasional	165
27 Sertifikat Bebas Plagiasi	167



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan

Keterangan

NTT	Nusa Tenggara Timur
TTS	Timor Tengah Selatan
TTU	Timor Tengah Utara
Up	Upfaon
Ba	Banamlaat
Oi	Oinbit
Oe	Oelbubuk
Bi	Binaus
Nu	Nununamat
Te	Tetaf
KS	Karang Siri
*	Hutan
PAD	Pendapatan Asli Daerah
PERDA	Peraturan Daerah
pH	Derajat Keasaman
pH10	Derajat Keasaman (10 cm)
pH20	Derajat Keasaman (20 cm)
BOT	Bahan Organik Tanah
BO10	Bahan Organik Tanah (10 cm)
BO20	Bahan Organik Tanah (20 cm)
Konduc	Konduktivitas Tanah
Konduc10	Konduktivitas Tanah (10 cm)
Konduc20	Konduktivitas Tanah (20 cm)
H'	Indeks Diversitas Shannon-Winner
tax	Taksa
Warp PLS	<i>Warp Partial Least Square</i>
PAST	<i>Paleontological statistic</i>
PCA	<i>Principal Componen Analysis</i>
UPUp	<i>Kefa Plantation Upfaon</i>
UFBa	<i>Kefa Forest Banamlaat</i>
UFOi	<i>Kefa Forest Oinbit</i>
SPOe	<i>Soe Plantation Oelbubuk</i>
SPBi	<i>Soe Plantation Binaus</i>
SPNu	<i>Soe Plantation Nununamat</i>
SFTe	<i>Soe Forest Tetaf</i>
SFKs	<i>Soe Forest Karang Siri</i>
GA	<i>Gap Analysis</i>
RCA	<i>Root Cause Analysis</i>
K	Kekayaan
N	Jumlah Individu
SIG	Sistem Informasi Geografis
GPS	<i>Global Positioning System</i>



BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
T	<i>Trees</i>
P	<i>Poles</i>
Sp	<i>Saplings</i>
Sd	<i>Seedlings</i>
CH	Curah Hujan
BK	Bulan Kering
Vit.	Vitalitas
HP	Hama Penyakit
NBiji	Jumlah Biji
UP1	Ukuran Populasi Pohon
UP2	Ukuran Populasi Tiang
UP3	Ukuran Populasi Pancang
UP4	Ukuran Populasi Semai
V1	Kerapatan Vegetasi
V2	Kekayaan Taksa
V3	Indeks Diversitas Jenis
V4	Indeks Diversitas Inang Cendana
G1	Ketianggungian Tempat
G2	Lereng
Tcrown	Kualitas Tajuk Pohon
Tdia	Diameter Pohon
Pdia	Diameter Tiang
Sdia	Diameter Pancang
PD	Kerapatan Tiang
SD	Kerapatan Pancang
cm	Centi Meter
gr	Gram
Ha	Hektar
%	Persen
<	Lebih kecil/sama dengan
>	Lebih besar/sama dengan
Ind.ha ⁻¹	Individu per <i>hectare</i>
mdpl	Meter Diatas Permukaan Air Laut
mS.cm ⁻¹	Mikro Siemen per Centimeter
Q ²	<i>Predictive Relevance</i>
R ²	Koefisien Determinasi (<i>Goodness of Fit</i>)
pvalue	Nilai Probabilitas

DAFTAR ISTILAH

- Dinamika :** Suatu bentuk perubahan, baik itu yang sifatnya besar atau kecil, maupun secara cepat atau lambat, selalu bergerak atau berkembang serta memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap keadaan tertentu (Odum, 1993; Ningsih, 2011; Wati, *et al.* 2013).
- Regenerasi :** Kemampuan suatu spesies untuk mempertahankan eksistensinya dialam, yang ditandai dengan kemampuan spesies untuk bereproduksi yang dapat diukur dari ketersediaan pohon, tiang, pancang maupun semai (Deb, *et al.* 2008; Anitha, *et al.* 2010).
- Profil :** Keadaan, kondisi suatu populasi yang dapat dideskripsikan, diuraikan dan dijelaskan menurut ruang dan waktu (Setyawan, *et al.* 2008).
- Distribusi :** Suatu pola, mekanisme penyebaran suatu spesies kedalam atau keluar suatu populasi yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan manusia (Odum, 1993).
- Populasi :** Sekelompok organisme sejenis yang menempati suatu wilayah atau areal tertentu pada waktu tertentu (Odum, 1993).
- Sampel :** Bagian dari populasi yang terdapat dalam suatu wilayah tertentu
- Populasi Tumbuhan:** Sekelompok individu tumbuhan sejenis yang hidup di suatu habitat atau lingkungan tertentu dan dapat melakukan persilangan di anatara sesama jenisnya yang menghasilkan keturunan yang fertil (Suswanto, 2004).
- Kerapatan populasi:** Jumlah individu suatu spesies yang terdapat pada suatu luasan atau unit tertentu.
- Haumeni :** Kayu yang wangi; memiliki aroma yang khas.
- Hau lasi :** Kayu pembawa masalah atau perkara; kayu yang selalu mendatangkan masalah.
- Hau plenat :** Kayu milik pemerintah.

Pemodelan Struktural : Suatu teknik statistik yang mampu menganalisis pola hubungan antara variabel laten dan indikator, variabel laten yang satu dengan lainnya, serta kesalahan pengukuran secara langsung.

Faktor Pembatas : Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu spesies.

Gap Analysis : Salah satu metode untuk melakukan suatu evaluasi terhadap potensi keanekaragaman hayati dalam suatu kawasan konservasi.

Root Cause Analysis : Salah satu metode analisis yang dilakukan secara bertahap dan terfokus pada penemuan akar penyebab suatu masalah.

Biplot : Suatu Teknik statistik yang dapat menggambarkan atau menyajikan data secara simultan n obyek pengamatan dan p peubah dalam suatu ruang bidang datar, sehingga ciri-ciri peubah dan obyek pengamatan dapat diamati dan posisi relatif antar obyek pengamatan dapat dianalisis.

Cluster : Suatu teknik statistik *multivariate* yang bertujuan untuk mengelompokkan obyek pengamatan berdasarkan persamaan karakteristik yang dimilikinya, sehingga obyek yang sama akan mengelompok dalam satu *cluster* yang sama.

Euclidean : Suatu formula yang digunakan untuk mencari jarak antara 2 titik dalam *Euclidean space*.

Purposive Sampling : Teknik Pengambilan *sampling* dimana peneliti menentukan pengambilan sampel berdasarkan suatu kriteria atau ciri khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian sehingga diharapkan dapat menjawab permasalahan penelitian.

Validitas : Derajat ketepatan suatu instrument (alat ukur) untuk mengukur apa yang akan diukur.

Reliabilitas : Tingkat keajegan atau hasil pengukuran yang memiliki konsistensi hasil yang relatif sama bila pengukuran itu dilakukan secara berulang pada waktu yang berbeda.

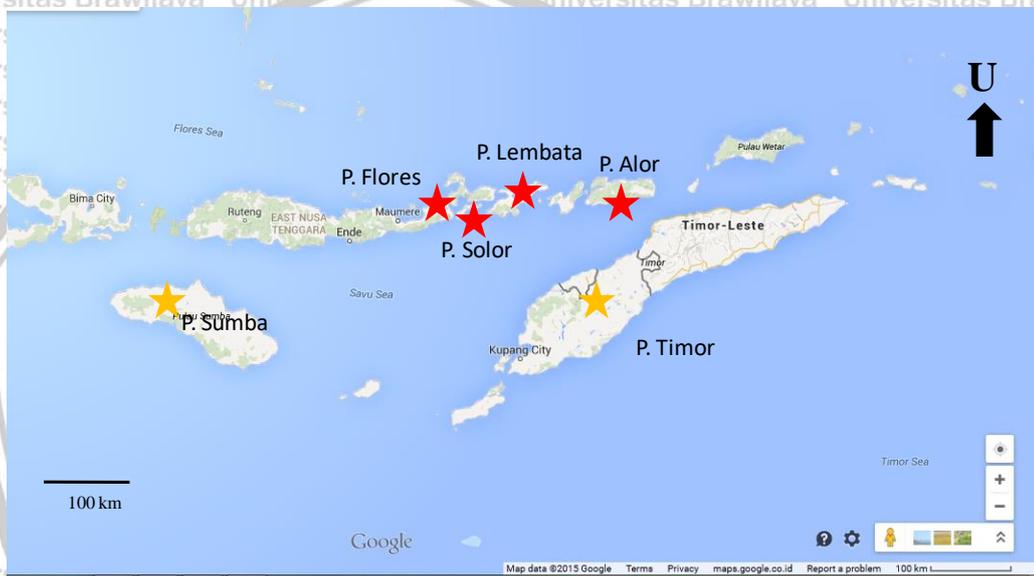
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan daerah beriklim kering dengan vegetasi tropika musiman. Musim kering yang panjang menyebabkan sektor pertanian di NTT menghadapi kendala besar. Untuk pengembangan komoditas, salah satu tanaman yang cocok di daerah beriklim kering adalah tanaman endemik NTT antara lain cendana (*Santalum album* L.). Tanaman cendana, tumbuh secara alami di hutan dan dibudidayakan secara tradisional di kebun oleh nenek moyang masyarakat NTT karena cendana memiliki nilai ekonomi, sosial dan budaya yang tinggi. Selain itu, cendana juga dikenal oleh masyarakat sebagai lambang pemersatu, pembawa keharuman *hau meni*, dan penghidupan keluarga (Tallo, 2001; Seran, *et al.* 2018). Oleh karena itu, sejak tahun 1986 tanaman cendana telah ditetapkan menjadi maskot NTT (Suripto, 1992). Kontribusi cendana dalam menunjang Pendapatan Asli Daerah (PAD) NTT sangat besar per tahun, sehingga pemerintah menetapkan cendana sebagai salah satu komoditas utama NTT. Menurut Dinas Kehutanan NTT, sejak tahun 1986/1987-1997/1998, cendana memiliki peranan penting sebagai sumber utama PAD setiap tahunnya yaitu 28,20-47,60 %, sedangkan kontribusi cendana bagi PAD Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Timor Tengah Utara (TTU) sebesar 50 % per tahun (Banoet, 2001). Hasil perdagangan kayu cendana menunjang perekonomian baik secara lokal maupun nasional karena tanaman cendana menghasilkan kualitas kayu yang sangat baik dan wangi sehingga banyak digunakan sebagai bahan baku ukiran, berbagai barang kerajinan, dan minyak wewangian. Oleh karena potensinya yang tinggi itulah eksploitasi cendana dari habitat aslinya terus menerus dilakukan dan kurang memperhatikan upaya-upaya konservasinya, sehingga populasi cendana terus menurun dan cenderung menuju kepunahan. Penurunan sebaran dan ukuran populasi cendana di alam menyebabkan produksi hasil hutan berupa kayu cendana maupun populasi tanamannya sangat menurun, sehingga pada tahun 2001 sumbangan cendana terhadap PAD sangat rendah dan bahkan tidak ada lagi (Banoet, 2001; Dinas Kehutanan NTT, 2001).

Menurut Widiyatmika (2000), di masa lampau tanaman cendana tumbuh alami di hutan dan populasinya paling banyak dijumpai di Pulau Timor, P. Alor, P. Sumba, P. Solor, P. Lembata, dan P. Flores (Gambar 1). Tetapi pada tahun 1987 sebaran alami telah menurun dan populasi cendana di hutan dan di kebun hanya dijumpai di P. Timor (empat kabupaten) dan P.

Sumba (dua kabupaten) (Lampiran 1). Gambar 2 menunjukkan bahwa tahun 1987/1988 sampai tahun 1997/1998, telah terjadi penurunan populasi cendana sebesar 53,95% (Dinas Kehutanan NTT, 1998; Darmokusumo, *et al.* 2001; Surata, 2006). Pada tahun 1997 penyebaran populasi cendana terus menurun dan tersisa di empat kabupaten di P. Timor yaitu terdapat Timor Tengah Selatan (TTS), Belu, Timor Tengah Utara (TTU) dan Kupang (Lampiran 2). Kabupaten Belu dan Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) sebagian besar wilayahnya berbukit, populasi cendana lebih terkonservasi dan produksi kayu cendana cenderung stabil serta adanya partisipasi masyarakat dalam konservasi. Penurunan sebaran dan ukuran populasi cendana di alam tersebut menyebabkan hasil hutan berupa kayu cendana sangat menurun.

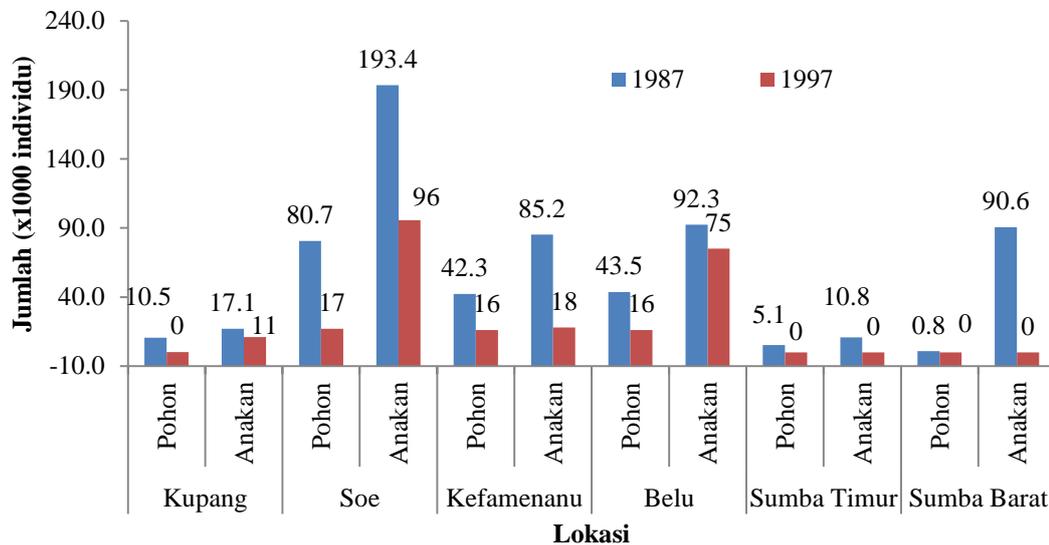


Gambar 1. Penurunan sebaran alami cendana masa lampau dan masa kini di NTT (Widiyatmika, 2000)

Keterangan: ★ Cendana tidak ada lagi ☆ Sebaran masa kini

Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) yang memiliki luas wilayah keseluruhan adalah 266.970 ha dan 40,18 % di antaranya merupakan habitat bagi tanaman cendana. Data tahun 2006 menunjukkan bahwa populasi alami cendana di Kabupaten Timor Tengah Utara sebanyak 33.678 pohon atau turun 98,82 % dibandingkan dengan tahun 1997 (Dinas Kehutanan Kab. TTU, 2007). Sedangkan populasi cendana di Kabupaten TTS berdasarkan hasil inventarisasi tahun 2010 sebanyak 1.426 pohon atau turun sebesar 79,03 % jika dibandingkan dengan hasil inventarisasi cendana tahun 1997 sebanyak 112.710 pohon (Dinas Kehutanan Kab. TTS, 2010). Penurunan populasi ini, menyebabkan kayu cendana semakin langka baik di pasaran lokal, nasional maupun regional (Butarbutar, 2008). Produksi tanaman

pendana di NTT khususnya P. Timor belum mencukupi kebutuhan dan populasinya sangat sedikit, sehingga pada tahun 1999 sampai tahun 2003 penebangan pohon cendana di dua wilayah tersebut dihentikan, pasokan kayu cendana yang beredar di pasaran berasal dari Pulau Sumba.

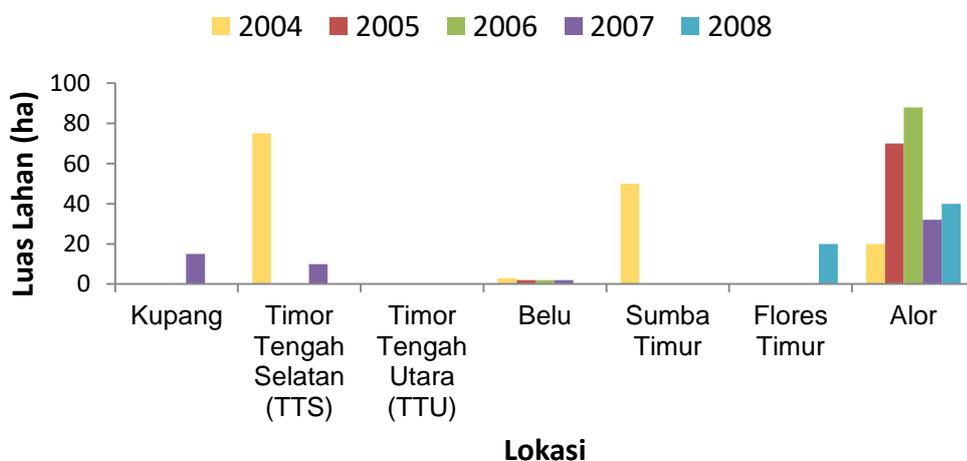


Gambar 2. Penurunan populasi cendana di NTT dari tahun 1987-1997 (Dinas Kehutanan NTT, 1998 ; Darmokusumo, *et al.* 2001 ; Surata, 2006)

Penyebab utama langkanya kayu cendana dan rendahnya kemampuan regenerasi cendana adalah kegiatan eksploitasi berlebihan melebihi kapasitas produksi, adanya penetapan target tebangan tahunan yang tinggi, kerusakan hutan sekunder sebagai habitat alami cendana, konversi hutan cendana menjadi daerah pertanian dan pemukiman, serta gangguan kebakaran hutan dan lahan. Faktor-faktor inilah yang semakin mempengaruhi penurunan jumlah populasi cendana di Pulau Timor dan peningkatan status konservasi cendana di dunia yang semula *not threatened* (Walter and Gillet, 1998) menjadi *vulnerable* (IUCN, 2014). Di Propinsi NTT faktor lain yang berpengaruh terhadap penurunan populasi cendana adalah terbatasnya pola pelestarian terutama mengenai pembibitan dan budidaya cendana oleh masyarakat, tidak tepatnya penentuan area konservasi cendana, adanya kebijakan tentang cendana yang belum berpihak sepenuhnya kepada masyarakat petani terutama terkait kepemilikan dan perdagangan kayu cendana, keterbatasan sumber benih cendana, belum terbentuknya struktur kelembagaan petani lokal cendana di masyarakat, dan terbatasnya dana untuk upaya mendukung kegiatan konservasi cendana (Wawo, *et al.* 2001; Surata, 2006, Susila, 2006). Oleh karena itu, sebagian masyarakat Suku Timor, menganggap cendana sebagai tanaman atau kayu pembawa masalah atau perkara (*hau lasi*) dan kayu milik pemerintah (*hau plenat*) (Banoet, 2001). Pohon cendana

yang awalnya dianggap sebagai *putri rumah* yang melindungi seluruh anggota keluarga dengan mengeluarkan aroma wangi berubah menjadi *kayu masalah* atau kayu yang selalu mendatangkan masalah. Pengalaman buruk masyarakat terkait pengelolaan cendana pada masa lampau telah mengubah persepsi masyarakat sehingga peran serta masyarakat dalam pembudidayaan cendana sangat rendah.

Kelangkaan cendana di tingkat lokal, nasional maupun global menyebabkan minyak atsiri cendana merupakan minyak yang paling sering dipalsukan dan dijual di pasar gelap untuk memenuhi kebutuhan industri kosmetik, kesehatan, dan seni yang terus meningkat. Mengingat nilai penting cendana dalam kehidupan sosial, budaya, dan ekonomi masyarakat NTT khususnya dan Indonesia umumnya di masa lampau maupun saat ini, maka diperlukan upaya konservasi cendana. Upaya-upaya regenerasi cendana yang sudah dilaksanakan oleh pemerintah atau instansi terkait, yaitu Dinas Kehutanan, di antaranya membangun demplot pengembangan cendana di TTS dan TTU, pemberian bantuan bibit cendana kepada masyarakat. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Darmokusumo, *et al.* (2001) dan Surata (2006) menyatakan bahwa tingkat keberhasilan tanaman cendana yang dilakukan oleh Dinas Kehutanan kurang dari 30% dibandingkan dengan jumlah penebangan cendana yang telah dilakukan oleh pemerintah. Kegiatan regenerasi buatan yang dilakukan di NTT masih sangat rendah, data luas lahan kegiatan penanaman cendana selama kurun waktu 5 tahun yaitu tahun 2004-2008 sebesar 429 ha per tahun (Gambar 3), jika dibandingkan dengan kegiatan penebangan kayu cendana yang telah dilakukan oleh pemerintah yakni mencapai 6.200-12.400 pohon per tahun (Surata, 2006).



Gambar 3. Luas lahan regenerasi cendana di NTT dari tahun 2004-2008 (Darmokusumo, *et al.* 2001 ; Surata, 2006)

Untuk itu Kementerian Kehutanan bekerjasama dengan Pemerintah Provinsi NTT pada tahun 2010 telah menyusun *Master Plan* untuk mengembangkan dan melestarikan cendana sebagai maskot daerah NTT serta mewujudkan kembalinya NTT menjadi provinsi cendana pada tahun 2030 (Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2010). Fokus kebijakan tidak saja untuk melestarikan tegakan cendana tersisa, namun juga meningkatkan populasi cendana melalui perbaikan kebijakan dan peraturan, penguatan kesadaran dan peran aktif masyarakat, perbaikan teknik budidaya dan pemanfaatan serta peningkatan komunikasi, transparansi, tertib peredaran hasil maupun akuntabilitas pengelolaan cendana di masa mendatang. Akan tetapi, upaya pemerintah untuk mengembalikan cendana sebagai maskot Provinsi NTT, meningkatkan populasi cendana di habitatnya, dan menggalakkan budidaya cendana sebagai penyumbang PAD menghadapi banyak tantangan. Pencurian kayu dan bibit cendana di hutan, kebakaran hutan, keterbatasan bibit cendana, kekeringan, regenerasi dan pertumbuhan cendana yang bervariasi menjadi kendala utama. Selain itu, hingga 2016 belum diperoleh informasi keberhasilan *Masterplan* 2010-2030. Sejak tahun 2010, tidak tersedia informasi tentang populasi cendana di lahan budidaya maupun habitat alami, distribusi, regenerasi serta peran masyarakat dalam konservasi cendana. Untuk mendukung upaya konservasi cendana maka diperlukan data dan informasi yang terkini mengenai profil populasi cendana masa lampau dan kini, distribusi dan faktor pembatas regenerasinya di Pulau Timor sebagai habitat alami cendana.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan pemutakhiran data dan informasi tentang profil populasi dan distribusi cendana masa lampau maupun masa kini, faktor pembatas variasi regenerasi cendana di hutan maupun di kebun, serta analisis aspek ekonomi, sosial budaya masyarakat petani lokal. Selain itu, hal ini sangat penting untuk memantau keberhasilan *Masterplan* strategi konservasi cendana di NTT. Hasil penelitian ini diharapkan juga menghasilkan suatu model regenerasi cendana serta rekomendasi untuk pengelolaan, pengembangan dan pelestarian cendana di Kab. Timor Tengah Selatan (TTS) dan Kab. Timor Tengah Utara (TTU) di masa mendatang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan cendana di NTT sangatlah kompleks. Di satu sisi, telah terjadi penurunan populasi dan distribusi cendana akibat eksploitasi berlebihan menyebabkan kelangkaan cendana di habitat alami dan kebun. Kemarau panjang, kerusakan habitat akibat kebakaran dan penebangan liar, variasi regenerasi serta peningkatan status konservasi cendana menurut IUCN. Sementara itu, *Masterplan*

Pengembangan dan Pelestarian Cendana belum dievaluasi sejak ditetapkan tahun 2010. Kebijakan pemerintah daerah yang telah menetapkan cendana sebagai maskot dan lambang pemersatu masyarakat NTT dan bernilai ekonomi, sosial, dan budaya tinggi. Untuk itu, kegiatan budidaya dan regenerasi cendana telah digalakkan pemerintah selama enam tahun, namun produksi kayu cendana belum mampu memenuhi kebutuhan pasar cendana. Di berbagai negara, budidaya cendana menguntungkan, cendana mudah ditanam, bernilai ekonomis dan memiliki permintaan pasar yang tinggi, serta menghasilkan kualitas kayu dan minyak atsiri yang tinggi (Sumanto, *et al.* 2011). Oleh karena itu, permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimanakah profil populasi cendana masa lampau dan masa kini di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTU dan Kab. TTS?
2. Bagaimanakah variasi spasial distribusi dan regenerasi cendana yang ada di Kab. TTU dan Kab. TTS?
3. Bagaimanakah karakteristik habitat alami maupun buatan yang sesuai untuk pertumbuhan cendana di Kab. TTU dan Kab. TTS?
4. Bagaimanakah faktor pembatas mempengaruhi populasi dan regenerasi cendana di Kab. TTU dan Kab. TTS?
5. Bagaimana kondisi sosial, ekonomi, budaya masyarakat petani cendana dan kebijakan pemerintah lokal di Kab. TTU dan Kab. TTS?
6. Bagaimanakah rekomendasi pengembangan konservasi cendana di Kab. TTU dan Kab. TTS?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi profil populasi cendana masa lampau dan masa kini di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTU dan Kab. TTS.
2. Membandingkan variasi spasial distribusi dan regenerasi cendana yang ada di Kab. TTU dan Kab. TTS.
3. Mengidentifikasi karakter habitat alami maupun buatan yang sesuai untuk pertumbuhan cendana di Kab. TTU dan Kab. TTS.
4. Menguji faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi regenerasi cendana yang ada di Kab. TTU dan Kab. TTS melalui pemodelan struktural.
5. Menganalisis kondisi sosial, ekonomi, budaya masyarakat petani cendana dan kebijakan pemerintah lokal
6. Menyusun rekomendasi pengembangan konservasi cendana di Kab. TTU dan Kab. TTS.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi tentang profil populasi, distribusi, karakteristik habitat dan model regenerasi cendana di hutan dan kebun masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) dan Kab. Timor Tengah Selatan (TTS).
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang faktor pembatas bagi regenerasi cendana dan mendukung keberhasilan *masterplan* pengembangan dan pelestarian cendana di Kab. TTU dan TTS.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi penentu kebijakan konservasi dan pengelolaan cendana yang ada di Kab. Timor Tengah Utara dan Kab. Timor Tengah Selatan secara terpadu dan berkelanjutan.
4. Hasil penelitian dapat memberikan sumbangan informasi kepada masyarakat lokal untuk memperhatikan contoh peran masyarakat dalam melindungi dan melestarikan populasi cendana di masa yang akan datang.

1.5 Kerangka Konsep Penelitian

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan jenis tanaman endemik yang khas serta memiliki nilai ekonomi, sosial budaya bagi masyarakat NTT. Kayu menjadi bahan baku ukiran, berbagai barang kerajinan, dan kandungan minyak atsiri yang wangi. Hal ini menyebabkan kayu cendana banyak diperdagangkan baik di Indonesia maupun di manca negara sehingga cendana memberikan kontribusi terhadap pendapatan daerah. Namun saat ini, populasi cendana yang tumbuh di hutan maupun kebun masyarakat di Pulau Timor, khususnya Kab. TTS dan TTU cenderung menurun dan mengarah kepada proses kepunahan spesies. Berdasarkan inventarisasi populasi cendana 20 tahun terakhir diketahui telah terjadi penurunan populasi cendana sebesar 53,95% (Rahayu, 2002 dalam Raharjo, 2006). Penurunan populasi cendana di Pulau Timor disebabkan karena eksploitasi berlebihan, pencurian, konversi habitat cendana menjadi daerah pemukiman dan perkebunan dengan sistem tebas bakar, kebakaran dan variasi regenerasi cendana (Surata, 2006).

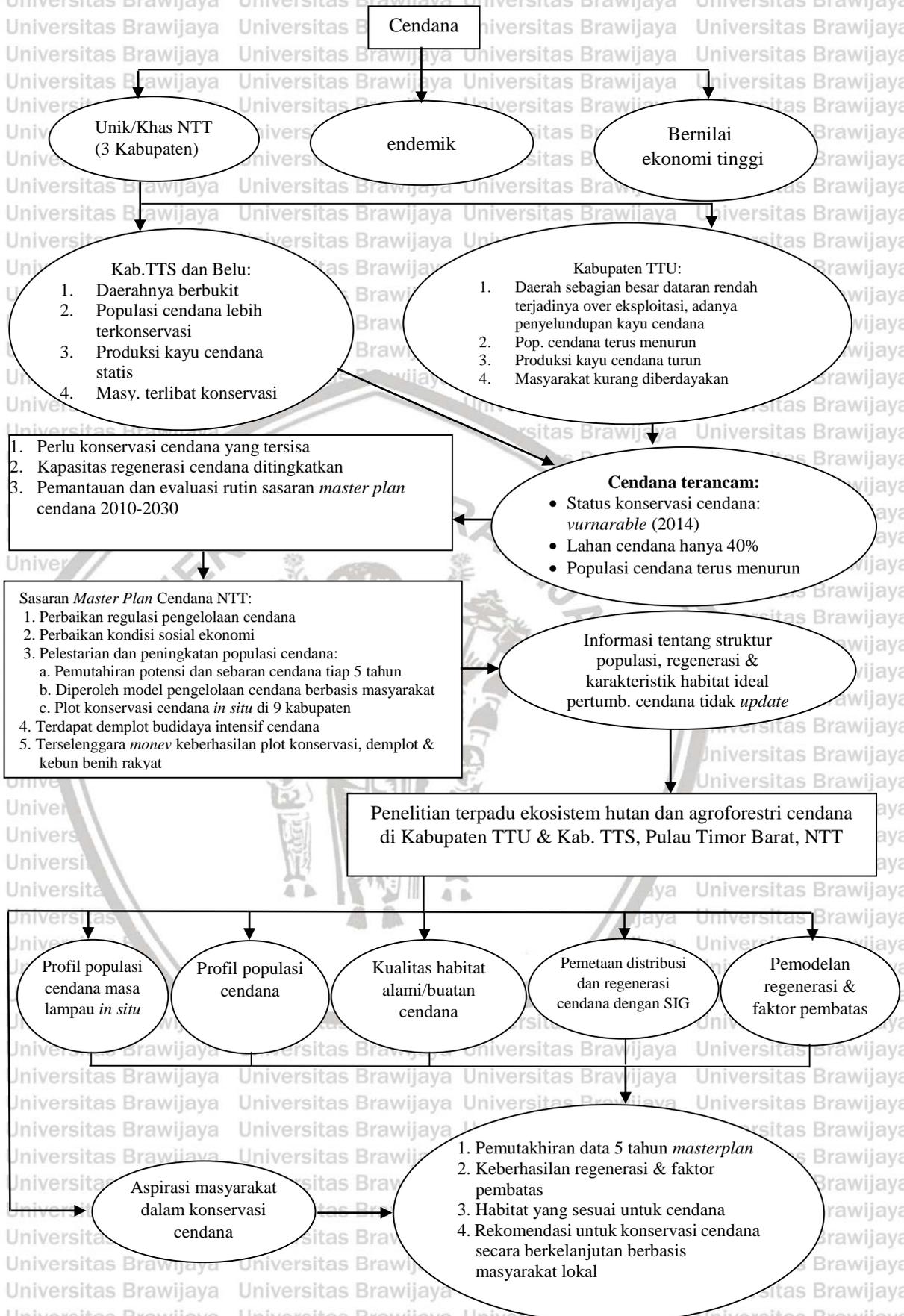
Upaya-upaya konservasi cendana yang sudah dilakukan di Kab. TTS dan TTU masih sangat terbatas dan tidak berkelanjutan. Darmokusumo, *et al.* (2001) menyebutkan bahwa tingkat keberhasilan tanaman cendana yang dilakukan oleh Dinas Kehutanan kurang dari 30% dalam kurung waktu 5 tahun terakhir. Hal ini disebabkan karena pengelolaan cendana yang tidak berpihak kepada masyarakat, aspek manajemen cendana yang bergantung kepada pemerintah daerah, kajian *in situ* yang dilakukan masih sangat terbatas dan lebih banyak ditekankan pada aspek kebijakan cendana sehingga informasi tentang struktur populasi

pendanaan, distribusi, regenerasi, karakteristik habitat, dan interaksi faktor-faktor pembatas regenerasi cendana belum memadai. Oleh karena itu, penelitian tentang dinamika profil populasi, distribusi dan regenerasi cendana, juga identifikasi faktor pembatas regenerasi cendana sangat penting dilakukan untuk menghasilkan rekomendasi akhir dalam upaya konservasi cendana yang mengacu kepada profil populasi pada masa lampau, distribusi dan regenerasi cendana saat ini secara *in situ* maupun *ex situ*, hingga pemberdayaan masyarakat lokal dalam upaya konservasi cendana (Gambar 4).

1.6 Kebaruan penelitian dan keterkaitan dengan penelitian terdahulu.

Penelitian terdahulu mengenai tanaman cendana sudah banyak dilakukan baik di Indonesia maupun di mancanegara. Umumnya penelitian-penelitian tersebut lebih banyak mengkaji tentang aspek regulasi cendana, persepsi masyarakat terhadap regulasi cendana, pola pendekatan konservasi cendana, asosiasi cendana dengan inang, dan teknik pembudidayaan cendana yang baik untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman cendana yang terbaik dari pertumbuhan sebelumnya (Wawo, *et al.* 2008; Wawo, 2009; Daping, *et al.* 2011; Lakshmana, 2011). Penelitian-penelitian terbaru mulai menekankan pada metode konservasi yang lebih baik daripada yang sebelumnya (Sumanto, *et al.* 2011, dan Rimbawanto, 2011). Prasetyo dan Raharjo (2011) meneliti mengenai tingkat preferensi masyarakat terhadap kebijakan pemerintah tentang pengelolaan cendana. Silva, (2011) telah melakukan penelitian mengenai peran partisipasi masyarakat untuk melindungi tegakan cendana Sri Langka (Tabel 1).

Penelitian-penelitian di atas sebagian besar dilakukan di India, China, dan Sri Langka, serta Indonesia. Penelitian cendana yang dilakukan di Indonesia umumnya di wilayah Kab. Sumba, Kab. Belu, dan Kab. TTS, Provinsi NTT yang bertujuan untuk menemukan cara-cara yang tepat untuk dapat menghasilkan tanaman cendana dengan tingkat pertumbuhan yang lebih baik. Ada pula yang menganalisis aspek hukum terhadap pengembangan cendana di masyarakat. Selain itu, pada tahun 2010, telah disusun *masterplan* pengembangan dan pelestarian cendana di NTT dengan lima sasaran strategis yang akan dicapai tahun 2030. Dengan memperhatikan struktur genetik cendana yang masih tersisa, Rimbawanto, (2011) mengusulkan penelitian lanjutan untuk melengkapi data profil populasi cendana yang tersisa, distribusi dan faktor pembatas regenerasi cendana untuk menjadi dasar strategi untuk mengkonservasi sumber-sumber genetik cendana di Pulau Timor. Faktor pembatas regenerasi cendana di hutan maupun kebun masyarakat, tidak terlepas dari kajian sosial ekonomi masyarakat, budaya dan pemahaman masyarakat tentang perubahan kebijakan yang berkaitan dengan strategi konservasi cendana.



Gambar 4. Kerangka konseptual penelitian

Kebaruan dalam penelitian ini meliputi: 1) integrasi data profil populasi cendana pada masa lampau dan kondisi saat ini, variasi spasial habitat dan regenerasi secara alami di hutan maupun di kebun masyarakat ke dalam pemodelan struktural *multivariate*; 2) teridentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi regenerasi cendana, dan analisis permasalahan konservasi cendana di Pulau Timor Provinsi NTT. Penelitian ini selain menggunakan pendekatan ekologi, biologi konservasi, dan biokomputasi multivariat dan pemodelan (*structural modeling*) untuk menjelaskan hubungan keterkaitan antara variasi regenerasi dengan populasi cendana, habitat, dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini juga sebagai salah satu tindak lanjut untuk memantau keberhasilan penghijauan cendana di NTT. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa diperoleh model regenerasi cendana sebagai dasar menyusun rekomendasi untuk konservasi cendana di Pulau Timor khususnya di Kab. Timor Tengah Utara (TTU) dan Kab. Timor Tengah Selatan (TTS).



Tabel 1. Penelitian-penelitian yang sudah dilakukan mengenai cendana

No	Nama, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Wawo, 2008	Pelestarian Cendana Melalui Pola Konservasi Lekat-Lahan di Kabupaten Belu-NTT	Untuk melestarikan cendana melalui pola konservasi lekat-lahan yang dilaksanakan di Kabupaten Belu, NTT dan menentukan pola pertumbuhan cendana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konservasi lekat lahan adalah pola yang sesuai untuk pelestarian cendana dan juga flora lainnya yang memiliki nilai ekonomi tinggi di daerah kering. 2. Keberhasilan pertumbuhan cendana lebih banyak ditentukan oleh keterlibatan masyarakat lokal sebagai pelaku konservasi di lapangan. 3. Pekarangan adalah lokasi yang baik untuk konservasi cendana karena lokasi ini aman dari tindakan pencurian dan pemeliharaan tanaman cendana mudah dilakukan. 4. Laju pertumbuhan tinggi cendana pada umur antara 1-3 tahun rata-rata antara 60-75 cm tiap tahun, namun pada umur 3-4 tahun laju pertumbuhan cendana semakin menurun sekitar 25-26 cm/tahun. 5. Jumlah cendana yang hidup dalam model agroforestri selama 2-4 tahun setelah tanam berkisar 72-79 %, sedangkan dalam lahan pekarangan selama 6 bulan jumlah semai yang hidup sebanyak 75 %.
2.	Wawo <i>et al.</i> 2008	Peranan Pohon Induk dan Pengaruh dan Pengaruh Pemupukan Daun Terhadap Pola Pertumbuhan Semai Cendana (<i>Santalum album L.</i>)	Untuk menentukan pertumbuhan semai cendana dari dua pohon induk yang berbeda asalnya dan respon semai cendana pada pemupukan daun.	Pertumbuhan semai cendana hanya dipengaruhi oleh benih induknya.
3.	Wawo, 2009	Pengaruh Pohon Induk Cendana (<i>Santalum album L.</i>) dan Pemangkasan Cabang Terhadap Pertumbuhan Tanaman di Kebun Benih Cendana- Kian Rai Ikun, Kab. Belu - NTT	Untuk menentukan tanaman cendana dalam kebun benih cendana Kian Rai Ikun, Belu yang berasal dari beberapa pohon induk yang ada di Kabupaten Belu dan Kab. TTU sebagai reaksi dari pemangkasan atau pengurangan cabang.	Pertumbuhan cendana di Kian Rai Ikun dipengaruhi oleh asal sumber benihnya. Laju pertumbuhan tinggi dan jumlah cabang tanaman yang ada di lapangan tidak terpengaruh pemangkasan pada waktu 1-10 bulan setelah pemangkasan.

No	Nama, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Kurniawan <i>et al.</i> 2011	Analisis Kebijakan dan Strategi Litbang Kehutanan dalam Pengembangan Cendana di Nusa Tenggara Timur	Untuk mengetahui peran lembaga penelitian dalam pengembangan tanaman cendana.	Lembaga penelitian sangat berperan dalam pengembangan cendana melalui penemuan paket-paket teknologi yang mudah dilaksanakan dan dapat diandalkan keberhasilannya dilapangan, penetapan prioritas penelitian dan penemuan serta terobosan baru yang dapat menambah nilai ekonomis cendana.
5.	Prasetyo <i>et al.</i> 2011	Preferensi Masyarakat Terhadap Kebijakan Pengelolaan Cendana di Desa Tialai, Kab. Belu Propinsi Nusa Tenggara Timur.	Mengetahui secara deskriptif mengenai tingkat preferensi masyarakat terhadap kebijakan pemerintah tentang pengelolaan cendana di Desa Tialai Kab. Belu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Telah terjadi peningkatan jumlah tanaman cendana di Desa Tialai, minimnya konflik yang dipicu keberadaan pohon cendana dan kemauan kuat dari masyarakat untuk menanam kembali cendana sejak diberlakukannya Perda Kab. Belu nomor 19 Tahun 2002. 2. Pengetahuan masyarakat Desa Tialai mengenai peraturan cendana masih didominasi peraturan lama dan belum diadakan sosialisasi secara formal dari pemerintah tentang peraturan yang baru. 3. Tingkat preferensi masyarakat terhadap kebijakan pengelolaan cendana masih bersifat konservatif, yakni masih menginginkan campur tangan pemerintah dalam pengelolaan dan ijin pemasaran cendana dan dianggap perlunya peraturan tentang cendana. 4. Masyarakat juga menginginkan pembatasan peran pemerintah dalam menentukan harga jual cendana
6.	Rimbawanto, 2011	<i>Conservation of Genetic Resources of Sandalwood (Santalum album L.)</i>	Menguraikan strategi konservasi cendana berbasis kondisi sumber genetik dan karakter biologis/genetik spesies.	Menyusun lima usulan strategi konservasi sumber sumber genetik cendana di Pulau Timor sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan inventarisasi pohon cendana yang masih ada di Pulau Timor 2. Mempertahankan pohon cendana yang masih ada untuk melindungi sumber genetik yang masih ada dan untuk hilangnya kekayaan genetik yang lebih banyak. 3. Mengumpulkan benih dari pohon-pohon yang masih ada di Pulau Timor dan membuat plot-plot konservasi <i>ex situ</i> di beberapa lokasi 4. Penanaman kembali untuk rehabilitasi habitat cendana

No	Nama, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
				5. Melanjutkan penelitian mengenai cendana termasuk distribusi, faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan regenerasi dan struktur genetik cendana.
7.	Daping <i>et al.</i> 2011	<i>Mixed Plantation of Santalum album and Dalbergia odorifera in China</i>	Untuk mengetahui kococokan antara cendana dan inang jangka panjangnya yang bernilai ekonomi tinggi <i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen.	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen adalah inang jangka panjang yang sangat baik untuk cendana. Oleh karena itu pertanaman campur antara cendana dan <i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen adalah sebuah model yang bagus untuk dikembangkan dan akan mencapai sukses yang besar di China Bagian Selatan.
8.	Silva, 2011	<i>Community Participation in Conservation and Protection of Rare and Valuable Tree Species Sandalwood (Santalum album. L)</i>	Mengetahui peran partisipasi masyarakat untuk melindungi tegakan cendana dari penyebab utama rusaknya permudaan alami cendana di Sri Langka yaitu api dan pengembalaan liar.	1. Partisipasi masyarakat efektif untuk mengurangi tingkat kerusakan yang disebabkan oleh api dan pengembalaan liar. 2. Staf yang terlatih secara sistematis dengan pembawaan yang bersahabat dengan masyarakat adalah kunci dari kesuksesan program-program yang melibatkan masyarakat.
9.	Lakshmana, 2011	<i>Conservation of Melia dubia Cav. and Santalum album Linn.by Extension and Development Trials in Tobacco Farms in South India</i>	Mengetahui pengaruh dari pertanaman campur tembakau dan cendana di India Selatan.	Penanaman cendana secara tumpang sari (<i>silvi-holticultural</i>) dengan tanaman tembakau memberikan banyak manfaat, yaitu hasil secara ekonomis dan kondisi lingkungan yang meningkat
10.	Robson, 2012	<i>Variation in Sandalwood (Santalum album Linn.) Seed Diameter and its Effect on Nursery and Field Growth.</i>	Untuk menentukan karakteristik benih yang dikirim ke pesemaian dan bagaimana ukuran benih berpengaruh pada persen perkecambahan dan pertumbuhan tinggi semai selama masa pesemaian dan dua belas bulan setelah penanaman.	Diameter benih memiliki pengaruh dalam laju perkecambahan dan pertumbuhan semai selama fase persemaian. Pertumbuhan bibit di lapang mengikuti kecenderungan pertumbuhan di persemaian.
11.	Raharjo, 2008	Persepsi Masyarakat Desa Oenbesi dan Netpala Kec. Molo Utara Tentang Pengembangan Cendana	Untuk menganalisis persepsi masyarakat tentang kebijakan baru tentang pengembangan cendana	Sebagian besar masyarakat tidak mengetahui adanya perubahan PERDA tentang cendana

No	Nama, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
12.	Njurumana, 2013	Konservasi Cendana Berbasis Masyarakat pada Sistem Kaliwu di Pulau Sumba	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengidentifikasi peran masyarakat dalam pelestarian cendana 2. Untuk mengetahui strategi konservasi cendana pada Sistem Kaliwu 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peran serta masyarakat dalam pengembangan cendana pada Sistem Kaliwu sangat potensial 2. Strategi konservasi cendana dengan mengoptimalkan potensi dan kapasitas masyarakat dalam memelihara dan membudidayakan cendana pada Sistem Kaliwu
13.	Kurniawan, 2011	Kajian Beberapa Aspek Ekologi Cendana pada lahan masyarakat	Untuk mendapatkan informasi tentang habitat, populasi dan sebaran cendana di lahan masyarakat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertumbuhan cendana di lahan masyarakat didominasi oleh struktur populasi tingkat <i>sapling</i>, semai, diikuti tiang dan pohon. 2. Cendana mendominasi tegakan dengan indeks kompetisi rendah
14.	Irdez <i>et al.</i> 2002	<i>A Case Study of the Production to-Consumption System of Sandalwood in South Central Timor, Indonesia</i>	Untuk menentukan produksi cendana dan kontribusi bagi PAD Kabupaten Timor Tengah Selatan	Produksi cendana selama 10 tahun cenderung menurun sebesar 20- 40 %, dibandingkan dengan produksi kayu cendana tahun 1970-1997.
15.	Subasinghe, 2014	<i>Restoration of Santalum album L. Resource in Sri Lanka : Distribution, Seed Storage, Germination and Establishment</i>	Untuk menyusun strategi perlindungan spesies cendana dan sebaran, perkecambahan dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi perkecambahan biji cendana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cendana yang tumbuh di India, Indonesia dan Srilangka yang memiliki kualitas kayu dan minyak atsiri yang paling baik 2. Cendana bersifat hemi parasit dan termasuk spesies yang pertumbuhan lambat. 3. <i>Desmodium triflorum</i>, <i>Mimosa pudica</i> dan <i>Clitoria ternatea</i> merupakan inang yang baik selama periode perkecambahan biji hingga semai cendana 4. Perlakuan dengan asam Giberelin dapat memacu proses perkecambahan cendana
16.	Subasinghe, 2013	<i>Sandalwood Research: A Global Perspective</i>	Untuk menentukan perkembangan penelitian cendana dan pandangan dunia tentang cendana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distribusi alami cendana (<i>S. album</i>) meliputi India, Indonesia, Srilangka 2. Spesies <i>S. yasi</i> distribusi alami meliputi Fiji, Niue, Tonga 3. <i>S. asutrocaledonicum</i> spesies asli dari New Caledonia, Vanuatu 4. <i>S. macgregorii</i> spesies asli Papua Nugini

No	Nama, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
				5. <i>S. spicatum</i> dan <i>S. lanceolatum</i> spesies asli dari Australia
17.	Shobha, 1990	<i>Status and Cultivation of Sandalwood in India</i>	Untuk menentukan status konservasi dan cara pembudiyaaan cendana di India	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cendana merupakan tumbuhan lokal India yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan satu-satunya komoditas andalan 2. Sistem pembudidayaan cendana (semai) sejak 6-8 bulan perlu dijaga dari serangan hama penyakit seperti jamur. 3. Regenerasi cendana dimulai dari benih yang tumbuh dari pohon induk sebesar 60 % secara alami dan 40 % tumbuh hasil kultivar di laboratorium
18.	Seema et al. 2010	<i>Sandalwood Conservation in Southern India : A Review of Policies and Their Impacts</i>	Untuk menentukan arah kebijakan dan dampaknya terhadap konservasi cendana di India Selatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arah dan perspektif kebijakan menjadi faktor utama konservasi sumber daya genetik dan regulasi pemasaran cendana. 2. Perlu ada pengelolaan dan perlindungan sumber daya genetik sebagai sumber plasma nutfah.
19.	Bottin et al. 2013	<i>Genetic Diversity and Population Structure of an Insular Tree S. austrocaledonicum in New Caledonian</i>	Untuk menentukan keanekaragaman genetik dan struktur populasi spesies cendana <i>S. austrocaledonicum</i> di Caledonia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor isolasi geografis sangat mempengaruhi keanekaragaman genetik <i>S. austrocaledonicum</i>. 2. <i>Santalum austrocaledonicum</i> merupakan spesies endemik dari Kepulauan Kaledonia Baru yang mengandung minyak atsiri.
20.	Majeed et al. 2011	<i>Status and Strategies for Conservation and Management of Forest Genetic Resource of India</i>	Untuk menentukan status dan strategi konservasi dan manajemen sumber daya genetik hutan di India	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konversi lahan menjadi pemukiman, ekspansi perkotaan, pembangunan infrastruktur, pemanasan global faktor-faktor yang menyebabkan degradasi keanekaragaman genetik hutan. 2. Upaya silvikultur dan sistem agroforestri menjadi salah satu cara yang paling efektif untuk melakukan konservasi sumber daya genetik hutan.
21.	Batabyal, 2014	<i>Effect of different seed-sources on germination parameters by means of artificial seed germination of Santalum album L</i>	Untuk menentukan pengaruh perbedaan sumber benih melalui pengamatan perkecambahan cendana secara <i>in vitro</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses perkecambahan biji sangat dipengaruhi oleh pemberian perlakuan dengan konsentrasi berbeda dengan menggunakan asam giberelin. 2. Proses perkecambahan biji cendana dimulai dari waktu 60 hari setelah disemaikan biji dengan pemberian efek GA3.

No	Nama, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
22.	Hanington <i>et al.</i> 2010	<i>Breeding Behaviour of Santalum lanceolatum Self-Intra and Interspecific Cross-Compatibility</i>	Untuk menentukan perilaku atau respon <i>Santalum lanceolatum</i> , perbandingan spesies dan antar Spesies	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adanya variasi genotip cendana menyebabkan proses penyerbukan silang sebesar 60% sedangkan proses penyerbukan sendiri 40%. 2. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara penyerbukan silang dengan proses penyerbukan sendiri.

1.7 Kerangka Operasional Penelitian

Data primer diperoleh melalui pengamatan (observasi) di lapang, analisis peta di laboratorium SIG dan wawancara. Data sekunder diperoleh dari dokumen dan informasi instansi terkait antara lain: Dinas Kehutanan NTT, BMKG NTT, Dinas Kehutanan Kab. TTS dan TTU, tokoh masyarakat, dan pemerintah desa. Penelitian ini diselesaikan dalam lima tahapan (Gambar 5) yaitu :

Tahap persiapan penelitian diawali dengan: **a)** Studi pendahuluan : pembuatan peta dasar berdasarkan data variasi populasi, kelerengan dan suhu, survei awal, dan wawancara langsung dengan *key person* di Kabupaten TTS dan TTU (kepala dinas kehutanan, kepala desa, pengusaha dan petani cendana) yang bertujuan untuk mendapatkan informasi umum tentang lokasi-lokasi cendana masa lampau dan tahun 2016, dan rencana lokasi penelitian. Teknik pemilihan responden dilakukan secara *purposive sampling*, artinya pemilihan responden berdasarkan pertimbangan pemahaman permasalahan cendana, **b)** melakukan klarifikasi di lapang terhadap *key person* di lokasi pengamatan yang bertujuan untuk menentukan kepastian sebaran populasi cendana masa lampau dan saat ini, sehingga bisa menentukan jumlah *sampling site* setiap kabupaten berdasarkan variasi populasi cendana. Pada bagian klarifikasi lapang ini juga sekaligus untuk menentukan lokasi survei pengambilan data sosial, ekonomi, budaya masyarakat, dan kebijakan cendana oleh masyarakat,

Tahap I meliputi: pengambilan data lapang pada lima lokasi pengamatan di Kab. TTS dan tiga lokasi pengamatan di Kab. TTU, yaitu dengan analisis populasi cendana menggunakan metode wawancara untuk memperoleh data profil populasi dan sebaran cendana masa lampau, *sampling* profil populasi dan sebaran cendana tahun 2016 dan masa lampau sehingga bisa dianalisis struktur populasi, distribusi cendana di hutan dan kebun masyarakat, peta regenerasi cendana tahun 2016,

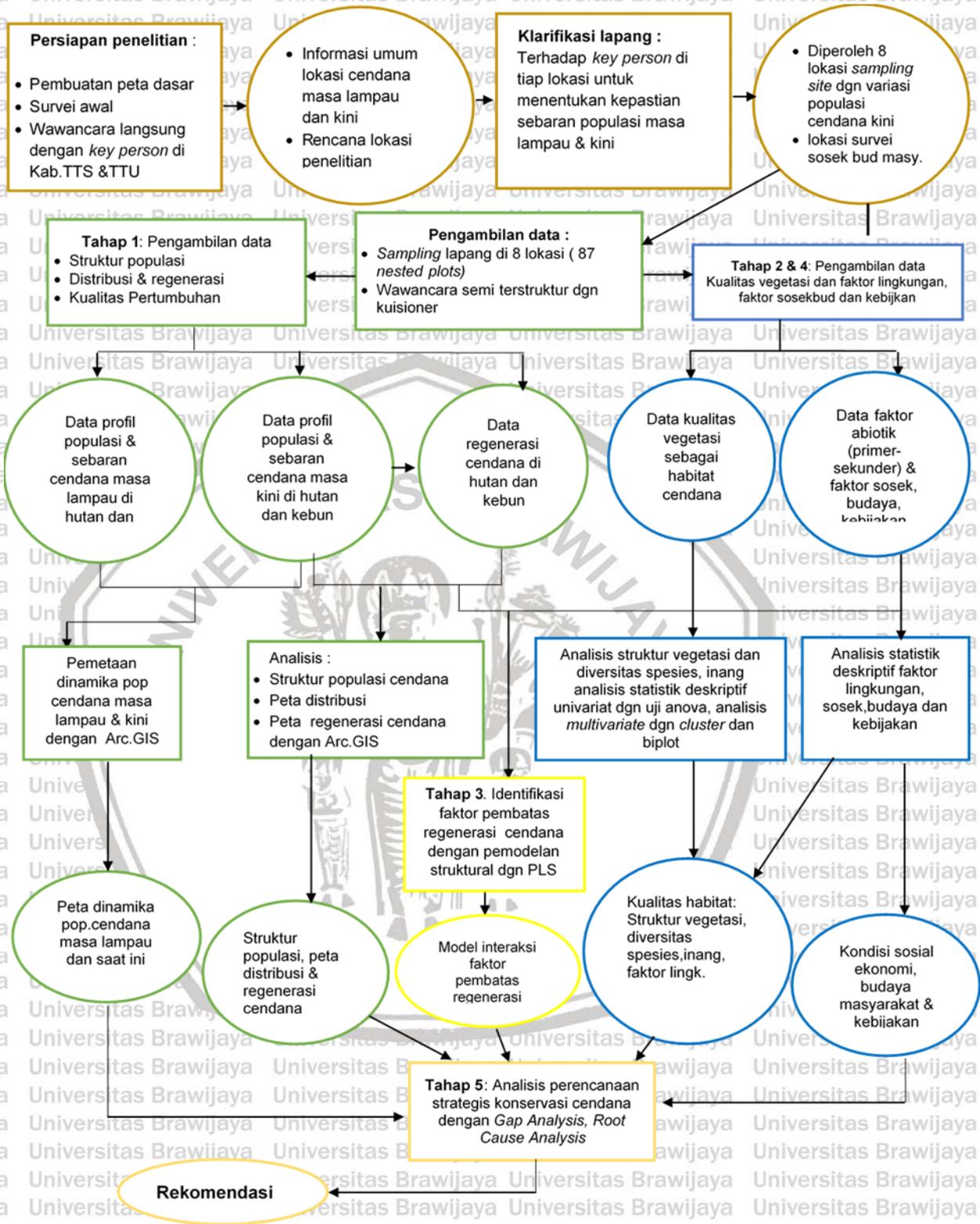
Tahap II yaitu analisis vegetasi penutup tanah, pancang, tiang dan pohon dengan *purposive nested sampling* kualitas vegetasi di sekitar tiang/pohon cendana di hutan maupun kebun masyarakat, serta pengambilan sampel tanah pada setiap plot pengamatan pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm,

Tahap III yaitu identifikasi faktor pembatas regenerasi cendana dengan pemodelan struktural multivariat *Warp PLS 6.0*. Data kuantitatif dari delapan variabel laten diintegrasikan dalam model sehingga teridentifikasi interaksi dan kontribusi setiap variabel pada regenerasi cendana,

Tahap IV yaitu analisis aspek sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan pemerintah mengenai pelestarian dan pengelolaan cendana yang berkelanjutan dengan wawancara semi terstruktur dengan masyarakat petani dan *stakeholdernya* (kepala desa/dinas kehutanan),

Tahap V yaitu analisis permasalahan konservasi cendana dengan menggunakan *Gap Analysis* dan *Root Cause Analysis* (RCA) guna menyusun rekomendasi dan melengkapi strategi konservasi cendana di masa mendatang yang ada di *masterplan*. Analisis mengacu pada permasalahan profil populasi masa lampau dan kini, peta distribusi dan variasi regenerasi cendana, kualitas vegetasi di habitat cendana, model regenerasi dan faktor pembatas, kondisi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat petani, dan kebijakan pemerintah.





Gambar 5. Kerangka operasional penelitian

Tabel 2. Tahapan penelitian, metode/pendekatan yang digunakan dan *output* penelitian

Tujuan Penelitian	Tahap Penelitian	Kegiatan Penelitian	Metode /Pendekatan	Output Penelitian
Mengevaluasi profil populasi cendana masa lampau dan kondisi saat ini di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTU dan Kab. TTS.	Tahap Persiapan	Persiapan penelitian: Pembuatan peta dasar sebaran cendana berdasarkan data populasi, kelerengan dan suhu, klarifikasi lapangan, penentuan 8 lokasi <i>sampling site</i> , 87 <i>nested plots</i> , dan rencana lokasi untuk survei data sosial, ekonomi, budaya masyarakat & kebijakan	Survei awal, wawancara langsung terhadap <i>key person</i> di lokasi Kab. TTS dan TTU antara lain Kadis Kehutanan, kepala desa, petani untuk mendapatkan informasi umum lokasi cendana di hutan dan kebun, mengetahui sebaran cendana masa lampau & kini (Lampiran 7)	Informasi lokasi tumbuh cendana tersisa di hutan maupun kebun, serta persetujuan ijin lokasi penelitian
Membandingkan variasi spasial distribusi dan regenerasi cendana yang ada di Kab. TTU dan Kab. TTS.	Tahap I	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Sampling</i> data profil populasi dan distribusi di hutan dan kebun masyarakat 2. Survei populasi cendana masa lampau ke masyarakat petani 2. Pemetaan variasi spasial sebaran dan regenerasi cendana di Kab. TTS dan TTU masa lampau dan kini 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis struktur populasi di lapang secara <i>purposive sampling</i> dengan menggunakan plot kuadrat dengan ukuran 20 x 20 m, 10 x 10 m, 5 x 5 m, 2 x 2 m. 2. Analisis data statistik deskriptif dan multivariat 3. Penyebaran kuisioner ke masyarakat petani 4. Analisis GIS menggunakan software Arc.GIS Map.9.3 dan dianalisis di Lab. SIG Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya 	<p>Variasi profil populasi masa lampau dan kini</p> <p>Peta distribusi dan regenerasi cendana</p> <p>Teridentifikasi faktor penyebab menurunnya populasi cendana pada masa lampau</p>
Mengidentifikasi karakter habitat alami dan buatan yang sesuai untuk pertumbuhan cendana di Kab. TTU serta Kab. TTS	Tahap II	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Sampling</i> kualitas vegetasi sebagai habitat cendana, inang cendana 2. Pengukuran faktor geografi dan tanah, fisika kimia tanah 3. Pengumpulan data sekunder (iklim mikro) di Kantor BMKG Provinsi NTT 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metode <i>sampling</i> lapang dengan menggunakan plot berbentuk kuadrat dengan ukuran 20 x 20 m, 10 x 10 m, 5 x 5 m, 2 x 2 m. 2. Pengukuran faktor-faktor abiotik dilakukan pada setiap plot pengamatan berupa tanah; bahan organik tanah, pH, dan konduktivitas tanah 	Karakterisasi kualitas habitat vegetasi cendana, diversitas jenis inang cendana

			3. Analisis statistik deskriptif dan multivariat	
Menguji faktor-faktor pembatas yang mempengaruhi regenerasi cendana yang ada di Kab. TTU dan Kab. TTS melalui pemodelan struktural.	Tahap III	Identifikasi faktor pembatas regenerasi cendana dengan pemodelan struktural multivariat	Model interaksi faktor-faktor pembatas regenerasi cendana (integrasi data kuantitatif populasi, vegetasi, tanah, geografi, iklim) dengan menggunakan Warp PLS 6.0	Model teori interaksi faktor pembatas regenerasi cendana
Menganalisis kondisi sosial, ekonomi, budaya masyarakat petani cendana dan kebijakan pemerintah lokal	Tahap IV	Analisis kondisi sosial, ekonomi, budaya masyarakat petani dan kebijakan pemerintah tentang cendana	1. Wawancara semi terstruktur dengan kuisisioner dengan petani dan pemerintah 2. Analisis statistik secara deskriptif (Lampiran 8, 9)	Teridentifikasinya kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan pemerintah
Menyusun rekomendasi pengembangan konservasi cendana di Kab. TTU dan Kab. TTS.	Tahap V	Analisis permasalahan konservasi cendana untuk menyusun rekomendasi dan melengkapi strategi konservasi cendana yang mengacu kepada profil populasi masa lampau dan kini, distribusi dan model regenerasi cendana, aspek sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan	Metode <i>Gap Analysis</i> (GA) dan <i>Root Cause Analysis</i> (RCA).	Pengembangan strategi konservasi cendana yang mengacu pada permasalahan profil populasi, distribusi dan variasi regenerasi cendana, model regenerasi, kondisi masyarakat petani, dan kebijakan pemerintah

BAB II**PROFIL STRUKTUR POPULASI, DISTRIBUSI DAN REGENERASI CENDANA DI HUTAN DAN KEBUN DI KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA DAN TIMOR TENGAH SELATAN, PULAU TIMOR BARAT, NTT****ABSTRAK**

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan tumbuhan tropik dan spesies endemik dari Nusa Tenggara Timur (NTT), yang memiliki nilai ekonomi, sosial dan budaya yang tinggi karena dapat digunakan untuk bahan baku kosmetik, obat-obatan, kayu ukiran dan bahan kerajinan rumah tangga. Selain itu, cendana juga dianggap sebagai lambang pemersatu dan pembawa keharuman “*hau meni*” bagi masyarakat NTT. Oleh karena potensinya yang tinggi itulah, yang menyebabkan eksploitasi cendana dari habitat aslinya terus menerus dilakukan tanpa memperhatikan upaya-upaya konservasinya, sehingga populasi cendana terus menerus menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi profil populasi cendana di hutan dan kebun, mengevaluasi kualitas pertumbuhan populasi cendana di hutan dan kebun, membandingkan variasi spasial distribusi dan regenerasi cendana di Kab. Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan. Metode yang digunakan adalah metode *sampling* lapang dengan menggunakan plot yang berbentuk kuadrat dengan ukuran plot 20x20 m² (pohon), 10x10 m² (tiang), 5x5 m² (pancang), 2x2 m² (semai) berdasarkan kombinasi variasi populasi, kelerengan dan suhu. Penentuan dan penempatan plot di setiap stasiun pengamatan dilakukan secara *purposive sampling* atau selektif *sampling*. Pemetaan data regenerasi dan distribusi cendana di hutan dan kebun menggunakan *Geographic Position System* (GPS), metode wawancara semi terstruktur untuk pengambilan data sekunder tentang profil cendana masa lampau dan tahun 2016. Variabel pengamatan setiap plot meliputi kerapatan, tinggi (T), tinggi batang bebas cabang (TBBC), tinggi pancang (TP), diameter batang (DB), lebar tajuk (LT), kerimbunan (*coverage*) untuk semai, koordinat masing-masing titik pengamatan populasi cendana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur populasi cendana didominasi oleh fase semai dan pancang pada 87 plot pengamatan dengan nilai kerapatan 123,521 individu.ha⁻¹ dan pancang 9,285 ind.ha⁻¹, tiang 1,713 ind.ha⁻¹, dan pohon 75 ind.ha⁻¹. Secara keseluruhan struktur populasi cendana di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) didominasi oleh populasi semai (anakan) (69,410 ind.ha⁻¹) dan pancang (sapling) (2,547 ind.ha⁻¹) jika dibandingkan dengan populasi tiang (578 ind.ha⁻¹) dan pohon (48 ind.ha⁻¹). Struktur populasi cendana di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) tidak menunjukkan adanya perbedaan atau dapat dikatakan hampir sama jumlah kerapatan populasi tiang, pancang dan semai kecuali fase pohon dengan kepadatan populasi lebih sedikit (27 ind.ha⁻¹). Hal ini berarti bahwa regenerasi cendana di masa mendatang akan lebih baik. Secara umum struktur populasi cendana (*juvenile*) di dua kabupaten tahun 2016 mengalami peningkatan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan populasi cendana tahun 1998, sedangkan populasi cendana terendah terjadi pada tahun 2010 yakni kerapatan populasi hanya 405-761 ind. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa populasi cendana di Kab. TTU dan TTS meningkat sangat signifikan (200-500%) sebagai akibat dari keberhasilan regenerasi budidaya cendana yang didominasi oleh *juvenile*.

Kata kunci: Distribusi, populasi, regenerasi, *sandalwood*, NTT

2.1 Pendahuluan

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan tumbuhan tropik dan spesies endemik dari Nusa Tenggara Timur (NTT). Cendana memiliki nilai ekonomi, sosial dan budaya yang tinggi karena dapat digunakan untuk bahan baku kosmetik, obat-obatan, kayu ukiran. Selain itu, cendana dianggap sebagai lambang pemersatu dan pembawa keharuman “*hau meni*” bagi masyarakat NTT (Tallo, 2001). Kontribusi cendana bagi peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) NTT sangat besar setiap tahunnya yakni 28,20-47,6 %, sedangkan kontribusi cendana bagi PAD Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Timor Tengah Utara (TTU) sebesar 50 % per tahun (Banoet, 2001). Hasil perdagangan kayu cendana dapat menunjang perekonomian baik lokal maupun nasional. Oleh karena potensinya yang tinggi itulah yang menyebabkan eksploitasi cendana dari habitat aslinya terus menerus dilakukan dan kurang memperhatikan upaya-upaya konservasinya, sehingga populasi cendana terus menurun dan cenderung menuju kepunahan. Penurunan sebaran dan ukuran populasi cendana di alam menyebabkan produksi hasil hutan berupa kayu cendana maupun populasi tanamannya saat ini sangat menurun.

Di Pulau Timor, cendana tumbuh alami dan dibudidayakan terutama di Kabupaten TTS, TTU, Belu, dan Kupang. Sejak tahun 1987/1988 sampai tahun 1997/1998, telah terjadi penurunan populasi cendana sebesar 53,95% (Dinas Kehutanan NTT, 1998; Darmokusumo, *et al.* 2001; Surata, 2006). Data tahun 2006 menunjukkan bahwa populasi alami cendana di Kabupaten TTU sebanyak 33.678 pohon atau turun 98,82 % dibandingkan dengan tahun 1997 (Dinas Kehutanan Kab. TTU, 2007). Lahan yang menjadi habitat tanaman cendana tersebut mencapai 40,18 % dari luas wilayah Kabupaten TTU sebesar 266.970 ha. Selanjutnya, populasi cendana di Kabupaten TTS tahun 2010 sebanyak 1.426 pohon atau turun sebesar 79,03 % jika dibandingkan dengan hasil inventarisasi cendana tahun 1997 sebanyak 112.710 pohon (Dinas Kehutanan Kab. TTS, 2010). Penurunan populasi ini, menyebabkan kayu cendana semakin langka baik di pasaran lokal, nasional maupun regional (Butarbutar, 2008). Penyebab utama langkanya kayu cendana adalah kegiatan penebangan yang melebihi kapasitas produksi, adanya penetapan target tebangan tahunan yang tinggi, kerusakan hutan sekunder sebagai habitat alami cendana, konversi hutan menjadi daerah perkebunan, pertanian, pemukiman penduduk serta gangguan kebakaran hutan dan lahan. Faktor-faktor inilah yang semakin mempengaruhi penurunan jumlah populasi cendana di Pulau Timor dan peningkatan status konservasi cendana yang semula *not threatened* (Walter and Gillet, 1998) menjadi *vulnerable* (IUCN, 2014).

Di Propinsi NTT faktor lain yang berpengaruh terhadap penurunan populasi cendana adalah terbatasnya pola pelestarian terutama mengenai pembibitan dan penanaman kembali (regenerasi) oleh masyarakat, adanya kebijakan tentang cendana yang belum berpihak sepenuhnya kepada masyarakat petani terutama terkait kepemilikan dan perdagangan kayu cendana, keterbatasan sumber benih cendana, belum terbentuknya struktur kelembagaan petani lokal cendana di masyarakat, dan terbatasnya dana untuk upaya mendukung kegiatan konservasi cendana (Wawo, *et al.* 2001; Surata, 2006; Susila, 2006).

Sejak tahun 2010, tidak diperoleh informasi tentang populasi cendana di lahan budidaya maupun alami, data distribusi, regenerasi dan peran serta masyarakat dalam konservasi cendana. Untuk mendukung upaya pemerintah daerah dalam konservasi cendana, maka perlu dilakukan penelitian tentang profil struktur populasi, distribusi dan regenerasi cendana di hutan dan kebun masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan, Pulau Timor Barat Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan uraian latar belakang, maka penelitian ini sangat penting untuk mengevaluasi profil struktur populasi, kualitas pertumbuhan cendana di hutan dan kebun, serta mengkarakterisasi profil distribusi dan regenerasi cendana berdasarkan data sistem informasi geografis (SIG), struktur populasi cendana, distribusi, dan pemetaan regenerasi cendana di Kab. TTU dan TTS.

2.2 Tujuan Penelitian

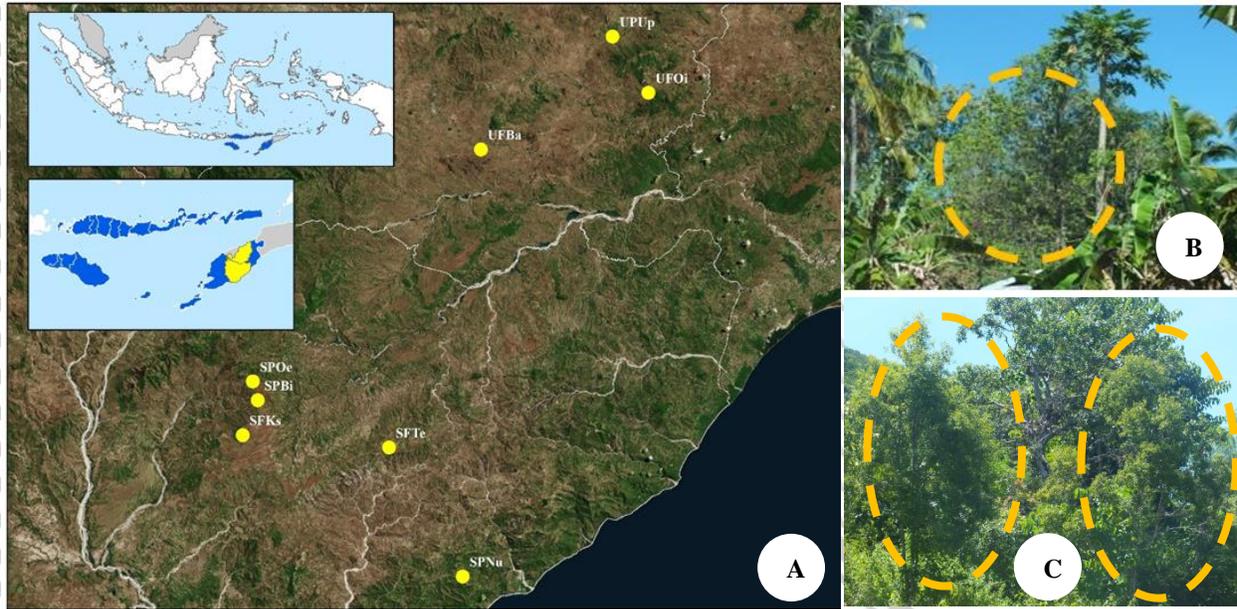
Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengevaluasi profil populasi cendana masa lampau dan masa kini di hutan dan kebun di Kab. TTU dan TTS.
2. Mengevaluasi kualitas pertumbuhan cendana di hutan dan kebun di Kab. TTU dan TTS.
3. Membandingkan variasi spasial distribusi dan regenerasi cendana di hutan dan kebun di Kab. TTU dan TTS.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) dan Kab. Timor Tengah Selatan (TTS) yang merupakan habitat asli tanaman cendana. Penentuan lokasi pengamatan dan *sampling site* didasarkan pada peta dasar sebaran cendana dengan variasi populasi, variasi lereng dan suhu (Gambar 6), survei awal, hasil wawancara dengan *key person*, dan melakukan klarifikasi di lapang, serta pertimbangan aksesibilitas lokasi. Berdasarkan peta sebaran lokasi pengamatan, secara keseluruhan terdapat 8 *sampling site*, dengan jumlah plot seluruhnya adalah 87 plot pengamatan. Lokasi pengamatan lapang di Kab. TTS sebanyak lima (5) stasiun pengamatan dan Kab. TTU sebanyak tiga (3) lokasi pengamatan, dengan kombinasi variasi populasi (tinggi, sedang, rendah), variasi kelerengan yaitu datar, curam, terjal, sedangkan variasi suhu yaitu tinggi dan rendah. Masing-masing titik lokasi pengamatan akan mewakili kombinasi tiga (3) variasi perlakuan yaitu populasi, kelerengan, suhu, dan keterwakilan kebun dan hutan cendana (Gambar 6). Secara keseluruhan terdapat 8 stasiun pengamatan dengan pertimbangan 4 stasiun pengamatan terdapat di hutan dan 4 stasiun di kebun. Pengambilan data lapang di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), meliputi lima stasiun pengamatan yaitu stasiun pengamatan hutan Tetaf (SFTe), hutan Karang Siri (SFKs), kebun Nununamat (SPNu), kebun Oelbubuk (SPOe), dan kebun Binaus (SPBi). Sedangkan untuk pengambilan data di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) di tiga stasiun pengamatan yaitu kebun Upfaon (UPUp), hutan Oinbit (UFOi), dan hutan Banamlaat (UFBa). Setiap stasiun pengamatan memiliki jumlah plot yang bervariasi sesuai dengan strata pohon atau tiang cendana dan sebaran populasi cendana. Kondisi suhu udara berkisar antara $11^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$, suhu tanah berkisar antara $26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, kelembaban udara berkisar antara 65 – 90 % dan pH tanah berkisar 5,5 – 7,0. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September Tahun 2015 sampai dengan bulan Juni 2016.



Gambar 6 (A). Peta lokasi penelitian, (B) Kebun cendana, (C) Hutan cendana. Keterangan: lingkaran garis kuning putus-putus menunjukkan tumbuhan cendana. UPUp: Kebun Upfaon, UFBA: Hutan Banamlaot, UFOi: Hutan Oinbit, SPBi: Kebun Binaus, SPOe: Kebun Oelbubuk, SPNu: Kebun Nununamat, SFKs: Hutan Karang Siri, SFTe: Hutan Tetaf.

2.3.2 Dasar pemilihan lokasi

Penentuan lokasi penelitian didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Peta dasar sebaran cenana keterwakilan populasi tinggi, sedang, dan rendah, variasi kelerangan (*slope*) dan ketinggian tempat (*altitude*).
2. Hasil studi awal lokasi dan wawancara langsung dengan beberapa *key person* tentang sebaran cendana di Kab. TTS dan TTU
3. Keterwakilan habitat alami dan budidaya (hutan dan kebun)
4. Keterwakilan fase pertumbuhan cendana (minimal harus ada fase pohon atau tiang)
5. Aksesibilitas lokasi
6. Ditentukan sebanyak 8 stasiun pengamatan: SPOe (Soe Kebun Oelbubuk), SPBi (Soe Kebun Binaus), SPNu (Soe Kebun Nununamat), SFTe (Soe Hutan Tetaf), dan SFKs (Soe Hutan Karang Siri)

2.3.3 Deskripsi lokasi penelitian

Penelitian yang dilakukan di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) terdapat tiga stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan pertimbangan pada point (2.3.2) sehingga diperoleh tiga stasiun pengamatan yaitu 2 stasiun di hutan dan 1 stasiun di kebun. Deskripsi dua stasiun di hutan

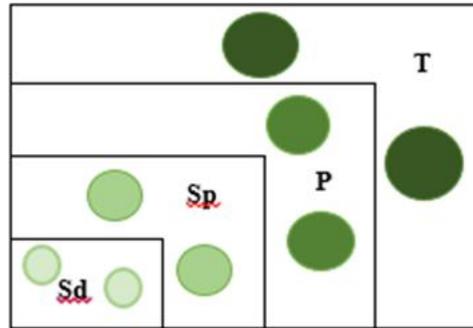
sebagai berikut: hutan Banamlaat (UFBa) dengan karakteristik populasi sedang, *altitude* (383,8 mdpl), topografi datar, *slope* (15%), koordinat (9°30' 38.5"S-124°31' 53.1"E) dan hutan Oinbit (UFOi) dengan karakteristik populasi rendah, *altitude* (534,8 mdpl), topografi bergelombang, *slope* (30%) dan berada pada koordinat (9°26' 34.2"S-124°43' 07.9"E). Satu stasiun yaitu kebun Upfaon (UPUp) dengan karakteristik populasi tinggi, *altitude* (398,3 mdpl), topografi berbukit, *slope* (20%), koordinat (9°22' 55.7"S-124°40' 45.6"E).

Penelitian yang dilakukan di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) terdapat 5 stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan pada point (2.3.2) sehingga diperoleh lima titik stasiun pengamatan yaitu 2 stasiun di hutan dan 3 stasiun di kebun. Adapun 2 stasiun di hutan meliputi hutan Tetaf (SFTe) dan hutan Karang Siri (SFKs). Tiga stasiun pengamatan di kebun TTS meliputi kebun Oelbubuk (SPOe), kebun Binaus (SPBi), dan kebun Nununamat (SPNu). Deskripsi dua stasiun di hutan sebagai berikut: hutan Tetaf (SFTe) dengan karakteristik populasi tinggi, *altitude* (868,8mdpl), topografi berbukit, *slope* (20%), koordinat (9°50' 26.3"S-124°25' 41.3"E), hutan Karang Siri (SFKs) dengan karakteristik populasi sedang, *altitude* (962,8 mdpl), topografi bergelombang, *slope* (30%), koordinat (9°49' 38.9"S-124°15' 46.4"E). Deskripsi tiga stasiun di kebun sebagai berikut: kebun Oelbubuk (SPOe) memiliki karakteristik populasi cendana tinggi, *altitude* (1038 mdpl), topografi curam, *slope* (40%), koordinat (9°46' 01.3"S-124°16' 34.7"E), kebun Binaus (SPBi) dengan karakteristik lokasi populasi sedang, *altitude* (972,1 mdpl), topografi berbukit, *slope* (20%), koordinat (9°47' 10.9"S-124°16' 51.6"E), kebun Nununamat (SPNu) dengan karakteristik populasi rendah, *altitude* (727,9 mdpl), topografi terjal, *slope* (60%), koordinat (9°59' 04.3"S-124°30' 35.6"E).

2.3.4 Pengumpulan data

Pengumpulan data dinamika profil populasi dan regenerasi cendana di hutan dan kebun masyarakat di Pulau Timor, Kabupaten TTU dan TTS menggunakan metode *sampling* vegetasi secara *purposive sampling* atau *selective sampling* pada delapan stasiun pengamatan dengan 87 plot pengamatan sesuai dengan kondisi kualitas pertumbuhan cendana di hutan dan kebun dengan ukuran plot sebagai berikut dengan ukuran 20 x 20 m² (populasi pohon), 10 x 10 m² (tiang), 5 x 5 m² (pancang), 2 x 2 m² (semai) (Gambar 7). Kombinasi 3 perlakuan yaitu variasi ukuran populasi (tinggi, sedang, rendah), variasi lereng (datar, curam, terjal) dan variasi suhu (tinggi dan rendah). Pada setiap plot pengamatan variabel yang diamati adalah kerapatan, diameter batang, tinggi

pohon, tinggi batang bebas cabang, kualitas tajuk cendana dan vitalitas. Pencatatan data koordinat setiap pohon cendana dilakukan pada setiap plot pengamatan (Tabel 3).



Gambar 7. *Nested plots*. Keterangan: T: Trees (20 x 20) m plot, P: Poles (10 x 10) m plot, Sp: *Saplings* (5 x 5) m plot, Sd: *Seedlings* (2 x 2) m plot. Pola berbentuk lingkaran menunjukkan stadium pertumbuhan cendana di lokasi penelitian.

Pengamatan dilakukan pada setiap stadium pertumbuhan cendana yang dikelompokkan ke dalam empat stadium pertumbuhan yaitu 1) tingkat pohon (*trees*) yaitu pohon-pohon yang memiliki tinggi lebih dari 10 m dan diameter batang > 20 cm, 2) tingkat tiang (*poles*) yaitu pohon kecil atau tingkat pertumbuhan pohon muda yang memiliki ukuran tinggi 5 – 10 m dan diameter batang antara 10-19 cm, 3) tingkat pancang (*saplings*) yaitu tingkat pertumbuhan permudaan yang mencapai tinggi pohon lebih dari 1,5 m – 5 m dengan diameter batang kurang dari 10 cm, 4) tingkat semai (*seedlings*) yaitu tingkat pertumbuhan sejak perkecambahan sampai mencapai tinggi pohon 1,5 m (Rohadi, 2002; Michael, 2011; Subasinghe, 2013). Untuk menentukan kualitas tajuk cendana menggunakan standar klasifikasi tajuk Daubenmire yaitu kelas 1 (0-5%), kelas 2 (5-25%), kelas 3 (25-50%), kelas 4 (50-75%), kelas 5 (75-95%), kelas 6 (95-100%). Untuk menentukan *score* vitalitas tumbuhan cendana di delapan stasiun pengamatan menggunakan kriteria *score* vitalitas yaitu vitalitas 1: dapat berkembang baik, ada semai, pancang, tiang dan pohon dan siklus hidup lengkap; vitalitas 2: siklus hidupnya sering lengkap, namun tidak teratur; vitalitas 3: siklus hidupnya jarang lengkap, semai sedikit dan jarang bertahan hidup (Braun-Blanquet, 1932; Anwar, 1995; Nuhamara, 2001; Doberrtin, 2005).

Tabel 3. Lokasi, tegakan, variabel pengamatan profil populasi, variasi spasial distribusi dan regenerasi, kualitas pertumbuhan cendana dilokasi penelitian.

No.	Lokasi	Tegakan	Variabel Pengamatan
1.	Hutan	Pohon, tiang	Kerapatan, T, TBBC, DB, LT
		Pancang	Kerapatan, TP, TBBC, DB
		Semai	Jumlah individu, Kerapatan, Koordinat masing-masing plot
2.	Kebun	Pohon, tiang	Kerapatan, T, TBBC, DB, LT
		Pancang	Kerapatan, TP, TBBC, DB
		Semai	Jumlah individu, Kerapatan, Koordinat masing-masing plot

Keterangan: T: Tinggi, TP: tinggi pancang, TBBC: tinggi batang bebas cabang, DB: diameter batang, LT: lebar tajuk

2.3.5 Analisis data

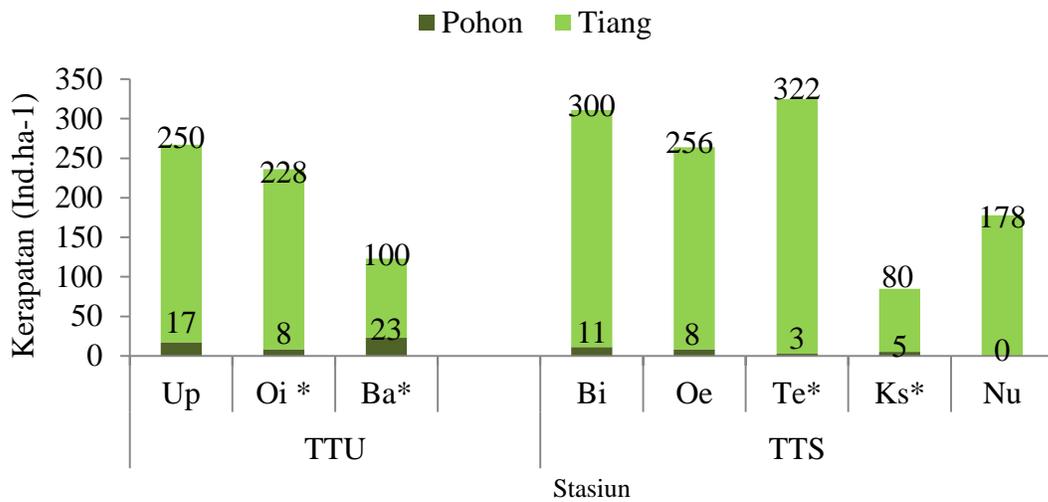
Analisis data tentang profil populasi dan sebaran cendana dilakukan dengan cara: a) analisis struktur populasi cendana di hutan dan kebun, dan peta regenerasi cendana. Variasi spasial struktur populasi dilakukan secara *multivariate* dengan *cluster analysis* dan biplot dengan PAST

3.0. *Cluster analysis* merupakan salah satu teknik analisis statistik yang digunakan untuk membuat klasifikasi individu-individu atau obyek-obyek penelitian ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda atau sama antara satu dengan yang lain (Sambamoorthi, 2013). Pengelompokkan dilakukan dengan menggunakan indeks *Jarak Euclidean* untuk mengetahui struktur populasi pohon, tiang, pancang, semai masing-masing lokasi penelitian. Nilai indeks *Jarak Euclidean* berkisar antara 0.0-100. Apabila nilai indeks semakin mendekati angka 100, berarti antara obyek atau variabel yang diukur memiliki kesamaan yang tinggi. Analisis dilanjutkan dengan menggunakan analisis biplot, yaitu analisis yang bertujuan untuk mencari hubungan (*cluster*) antar lokasi penelitian berdasarkan komponen-komponen variabel yang diamati. Instrumen analisis biplot dan *cluster analysis* menggunakan *software* PAST. b) analisis data distribusi dan regenerasi cendana dengan menggunakan *software Arc.Gis Map 9.3*.

2.4 Hasil dan Pembahasan

2.4.1 Profil struktur populasi dan regenerasi cendana di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTU dan TTS, Nusa Tenggara Timur (NTT).

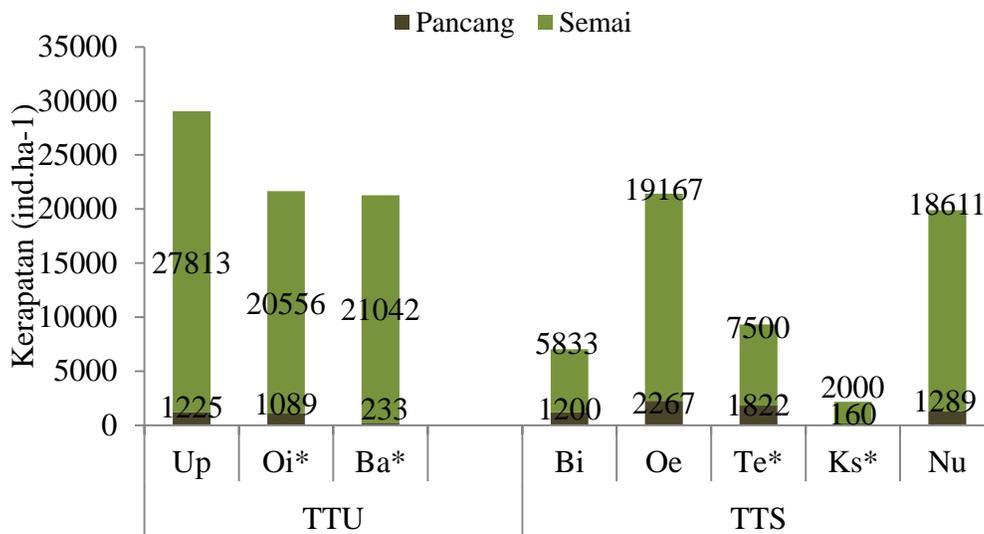
Berdasarkan hasil penelitian, maka struktur populasi cendana fase pohon dan tiang di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTU dan TTS dapat disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur populasi cendana fase pohon dan tiang di lokasi penelitian. Keterangan: Up= Upfaon, Oi= Oinbit, Ba= Banamlaat, Bi= Binaus, Oe= Oelbubuk, Te= Tetaf, Ks= Karang Siri, Nu= Nununamat, *= hutan, TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan

Gambar 8 menunjukkan bahwa struktur populasi cendana bervariasi antar lokasi dan didominasi oleh fase tiang dibandingkan dengan fase pohon. Struktur populasi cendana didominasi oleh fase semai dan pancang pada 87 plot pengamatan dengan nilai kerapatan 123.521 ind.ha⁻¹ dan pancang 9.285 ind.ha⁻¹, tiang 1.713 ind.ha⁻¹, dan pohon 75 ind.ha⁻¹. Struktur populasi pohon di Kab. TTU 48,3 ind.ha⁻¹ lebih tinggi jika dibandingkan dengan di Kab. TTS 27,1 ind.ha⁻¹. Namun kerapatan populasi tiang di Kab. TTS lebih tinggi dibandingkan dengan TTU. Hal ini dapat dilihat dari jumlah populasi cendana di Kab. TTS untuk strata tiang sebanyak 99 individu dan pohon 9 individu. Jumlah individu populasi cendana di Kab. TTU tiang 93 individu dan pohon 28 individu. Jika dibandingkan dengan populasi cendana fase pohon tahun 1987 sampai tahun 1990 di Kab. TTU 42.266 individu dan Kab. TTS sebanyak 80.651 individu (Dinas Kehutanan NTT, 1990; Darmokusomo, *et al.* 2001). Tanaman cendana termasuk spesies yang pertumbuhannya lambat, sehingga untuk mencapai fase tiang dan pohon, membutuhkan waktu pertumbuhan yang sangat lama antara 20-30 tahun dan dipengaruhi juga oleh ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh akar tanaman cendana. Masa pertumbuhan yang lambat populasi cendana dari fase tiang ke pohon juga disebabkan oleh adanya interaksi dengan tanaman lain dalam sistem agroforestri cendana (Hamzah, 1976; Hermawan, 1993; Rahayu *et al.* 2002). Kehilangan unsur hara dapat

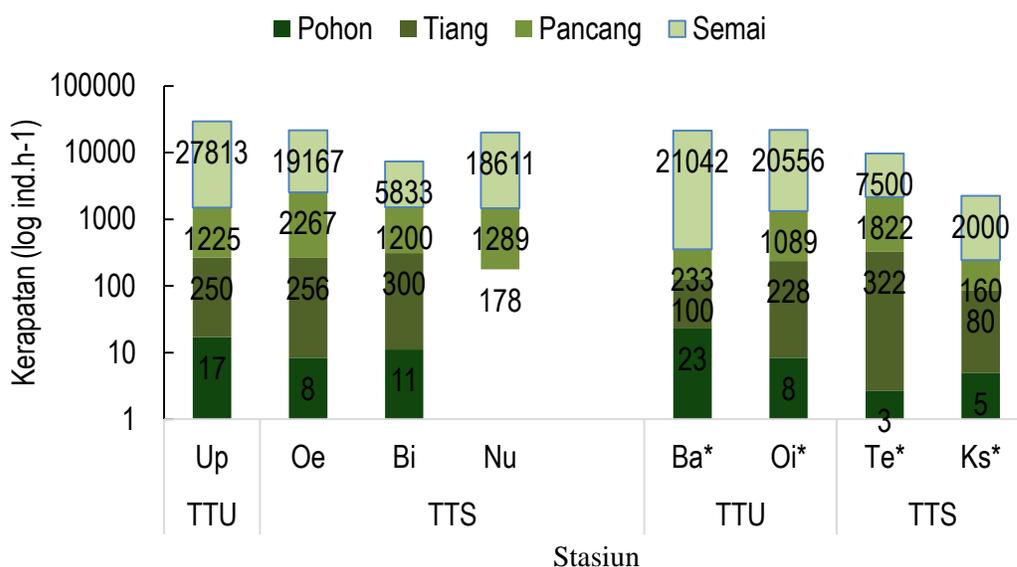
disebabkan oleh adanya proses penguapan atau gangguan lain berupa hama, penyakit atau kebakaran dalam sistem agroforestri cendana. Struktur populasi fase pancang dan semai disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur populasi cendana fase pancang dan semai di lokasi penelitian. Keterangan: Up=Upfaon, Oi=Oinbit, Ba=Banamlaat, Bi=Binaus, Oe=Oelbubuk, Te=Tetaf, Ks=Karang Siri, Nu=Nununamat, *= hutan, TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

Gambar 9 menunjukkan bahwa struktur populasi cendana fase pancang dan semai di Kab. TTU dan TTS sangat bervariasi. Struktur populasi cendana fase pancang di Kab. TTS yaitu 6737.6 ind.ha-1 jika dibandingkan dengan Kab. TTU 2547.1 ind.ha-1. Namun struktur populasi fase semai di Kab. TTU lebih tinggi 69409.6 ind.ha-1 jika dibandingkan dengan Kab. TTS hanya 53111 ind.ha-1. Ada peningkatan yang sangat signifikan populasi fase semai tahun 2016 dengan tahun 1987. Populasi fase semai tahun 1987 sampai 1990 di Kab. TTS 193.365 individu sedangkan di Kab. TTU 85.235 individu (Dinas Kehutanan NTT, 1990; Darmokusomo, *et al.* 2001). Struktur populasi cendana fase semai saat ini meningkat sangat signifikan di Kab. TTU dan TTS jika dibandingkan dengan populasi cendana fase semai di Kab. TTU dan TTS tahun 1987 dan 1998. Hal ini menunjukkan bahwa motivasi masyarakat untuk membudidayakan cendana di kebun sangat tinggi. Populasi cendana fase semai di kebun lebih tinggi dibandingkan dengan di hutan. Adanya kesadaran masyarakat untuk membudidayakan cendana di kebun sangat berpengaruh terhadap meningkatnya populasi cendana saat ini di hutan dan kebun di Kab. TTU dan TTS. Penerapan model agroforestri cendana juga berpengaruh terhadap peningkatan populasi dan

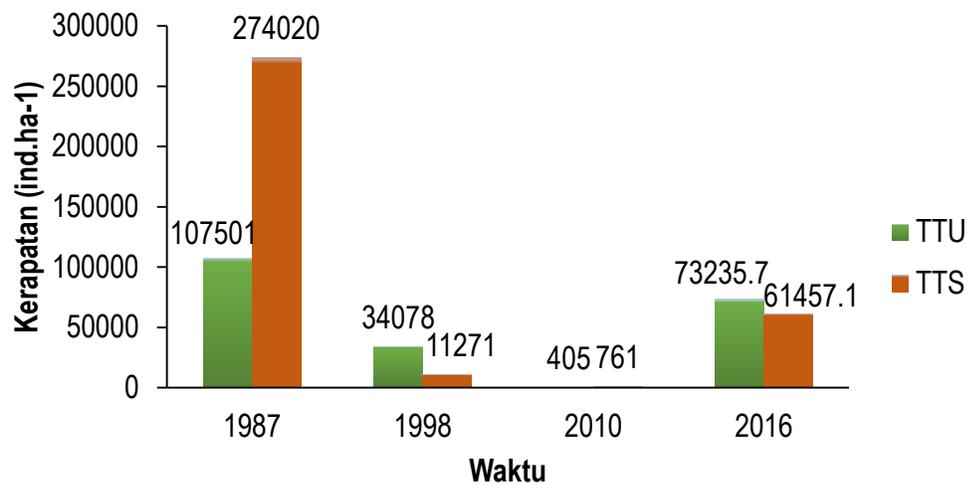
pertumbuhan cendana di kebun. Menurut Hairiah *et al.* (2002) menyatakan bahwa sistem agroforestri akan memberikan pengaruh atau interaksi yang positif terhadap pertumbuhan tanaman dan juga bisa bersifat interaksi negatif yang menimbulkan adanya kompetisi antar tanaman. Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh kualitas benih, perlakuan sejak di pesemaian, penanaman, pemeliharaan dan kesesuaian tempat tumbuh. Perbedaan pertumbuhan populasi cendana pada masing-masing stasiun pengamatan juga dipengaruhi oleh adanya interaksi komponen-komponen tersebut.



Gambar 10. Struktur populasi cendana fase pohon, tiang, pancang dan semai di lokasi penelitian. Keterangan: Up=Upfaon, Oi=Oinbit, Ba=Banamlat, Bi=Binaus, Oe=Oelbubuk, Te=Tetaf, Ks=Karang Siri, Nu=Nununamat, *= hutan, TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

Gambar 10 menunjukkan bahwa ukuran populasi cendana terbaik terdapat di lokasi hutan Banamlat, Oinbit (TTU) and Tetaf (TTS) sedangkan di kebun di tunjukkan oleh lokasi kebun Upfaon (TTU) dan Binaus, Oelbubuk (TTS). Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat di dua Kab TTU dan TTS berkontribusi besar untuk proses regenerasi cendana dengan adanya kebijakan pemerintah yang baru. Menurut Sigiro (2013), kerapatan populasi fase semai lebih tinggi dibandingkan dengan fase pancang mengindikasikan bahwa proses dinamika pertumbuhan populasi cendana pada habitat itu berjalan dengan baik. Manfaat tanaman pertanian dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan semai cendana. Tanaman cendana bersifat semi parasite sehingga membutuhkan tanaman lain sebagai tanaman inang primer untuk mensuplai

unsur hara bagi pertumbuhan semai cendana. Dinamika populasi cendana di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Timor Tengah Utara disajikan pada Gambar 11:



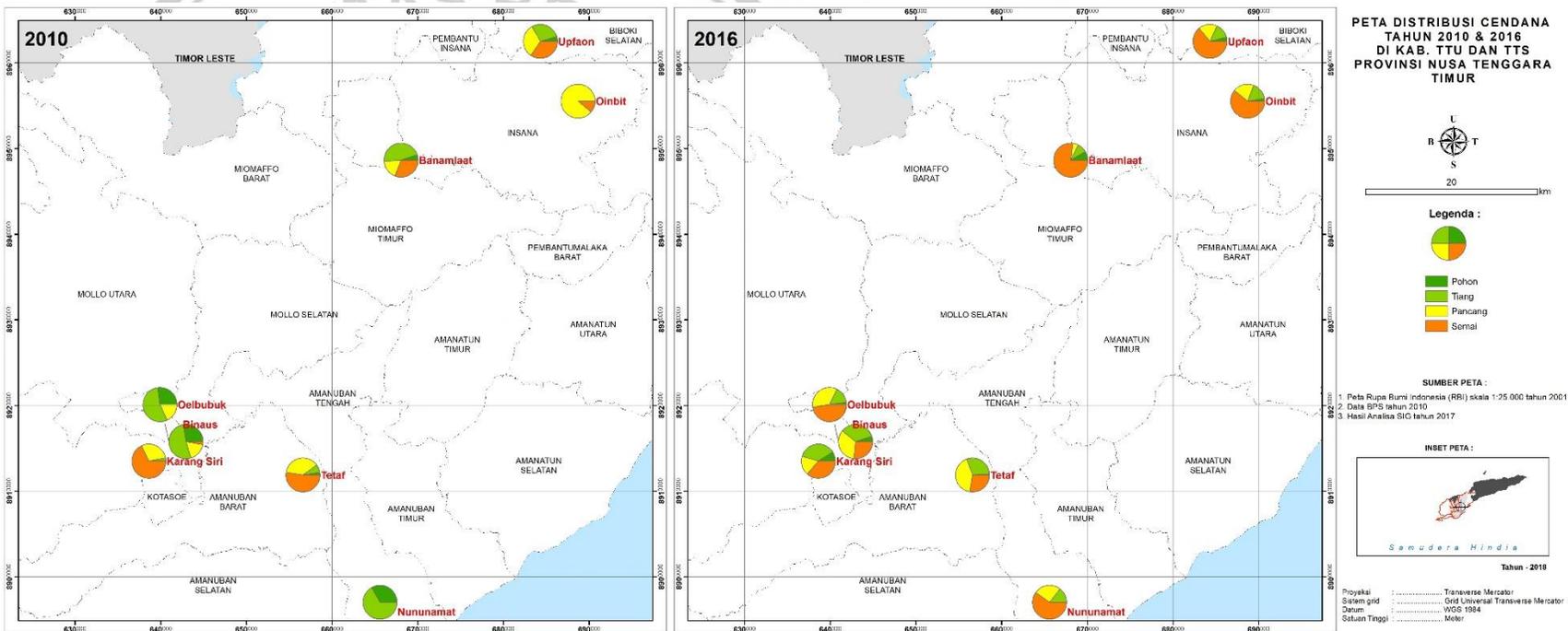
Gambar 11. Dinamika populasi cendana masa lampau dan tahun 2016 di Kab. TTU dan TTS.

Gambar 11 menunjukkan bahwa populasi cendana saat ini mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu 200-500% jika dibandingkan populasi cendana tahun 1998, namun masih sangat rendah jika dibandingkan dengan populasi cendana tahun 1987. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat di Kab. TTU & TTS sejak tahun 2010 sampai saat ini telah berhasil membudidayakan cendana di kebun sehingga regenerasinya akan lebih baik di masa mendatang. Hal ini dapat dilihat dari grafik peningkatan jumlah populasi cendana tahun 2016. Pertambahan populasi cendana yang sangat signifikan ini diduga disebabkan oleh beberapa faktor pendukung yaitu minat dan keinginan masyarakat untuk menanam cendana di kebun semakin tinggi, jumlah semai cendana yang dihasilkan dalam satu pohon induk banyak, nilai ekonomi cendana yang semakin tinggi di pasaran lokal, nasional, hingga global, penetapan harga dasar penjualan produksi kayu cendana yang semakin tinggi, perubahan kebijakan pemerintah daerah Kabupaten TTU dan TTS tentang cendana yang tumbuh alami di kebun maupun yang dibudidayakan, implementasi dan pengawasan *masterplan* pemerintah NTT tahun 2010-2030 untuk mengembalikan Nusa Tenggara Timur sebagai provinsi cendana. Peningkatan populasi yang sangat signifikan ini, juga terlihat dari profil dinamikan peta distribusi dan regenerasi cendana masa kini dengan peta distribusi dan regenerasi cendana tahun 2010. Peta distribusi dan regenerasi cendana masa lampau dan tahun 2016 di hutan dan kebun masyarakat dapat disajikan pada Gambar 12 dan 13.

Gambar 12a menunjukkan bahwa distribusi dan regenerasi cendana tahun 2010 di Kab. TTU dan TTS mengalami penurunan populasi yang sangat drastis terutama fase pancang dan semai jika dibandingkan sebaran dan regenerasi cendana tahun 2016, yang mengalami peningkatan dengan jumlah populasi pancang dan semai yang meningkat dan lebih banyak tumbuh di kebun jika dibandingkan dengan di hutan di Kab. TTU & TTS. Dinamika distribusi dan regenerasi cendana masa kini dapat dilihat dari banyaknya populasi cendana yang tumbuh di kebun masyarakat dan yang tumbuh alami sehingga regenerasinya akan lebih baik di masa mendatang, sedangkan sebaran dan regenerasi cendana pada tahun 2010 lebih banyak terdapat di kebun. Hal ini berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat dan pemerintah serta didukung oleh data sekunder dari Dinas Kehutanan Kab. TTU dan TTS yang menunjukkan bahwa populasi cendana jumlahnya sangat rendah yakni Kab. TTU sebanyak 405 ind.ha, di Kab. TTS sebanyak 761 ind.ha dan hanya terbatas budidaya di kebun tertentu saja.

Gambar 12b menunjukkan bahwa distribusi dan regenerasi cendana tahun 2016 di Kab. TTU dan TTS terutama ukuran populasinya yang mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan kerapatan populasi cendana pada dua Kabupaten (TTU dan TTS). Ukuran populasi cendana di Kabupaten TTU secara keseluruhan adalah 73235,7 individu/ha, dengan perincian kerapatan populasi cendana fase pohon 48,3 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase tiang yaitu 577,7 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase pancang 2547,1 individu/ha dan kerapatan populasi cendana fase semai 69409,6 individu/ha. Dinamika pertumbuhan populasi di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) adalah 61457,1 individu/ha dengan perincian kerapatan populasi cendana fase pohon 27,7 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase tiang 1135,4 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase pancang 6737,6 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase semai 53111 individu/ha. Dengan demikian populasi cendana di Pulau Timor Barat NTT berdasarkan hasil penelitian menunjukkan perubahan populasi ke arah yang lebih baik dengan total kerapatan populasi cendana adalah 134692,8 individu/ha. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat petani lokal di Kabupaten TTU dan TTS telah berhasil membudidayakan cendana sehingga regenerasi cendana di masa mendatang akan lebih baik dan populasi cendana kembali stabil. Peta distribusi dan regenerasi cendana masa kini mengalami perubahan yang sangat signifikan jika dibandingkan distribusi populasi cendana tahun 1998 yang lebih banyak tumbuh di hutan baik di Kab. TTU & TTS. Dinamika sebaran dan regenerasi cendana

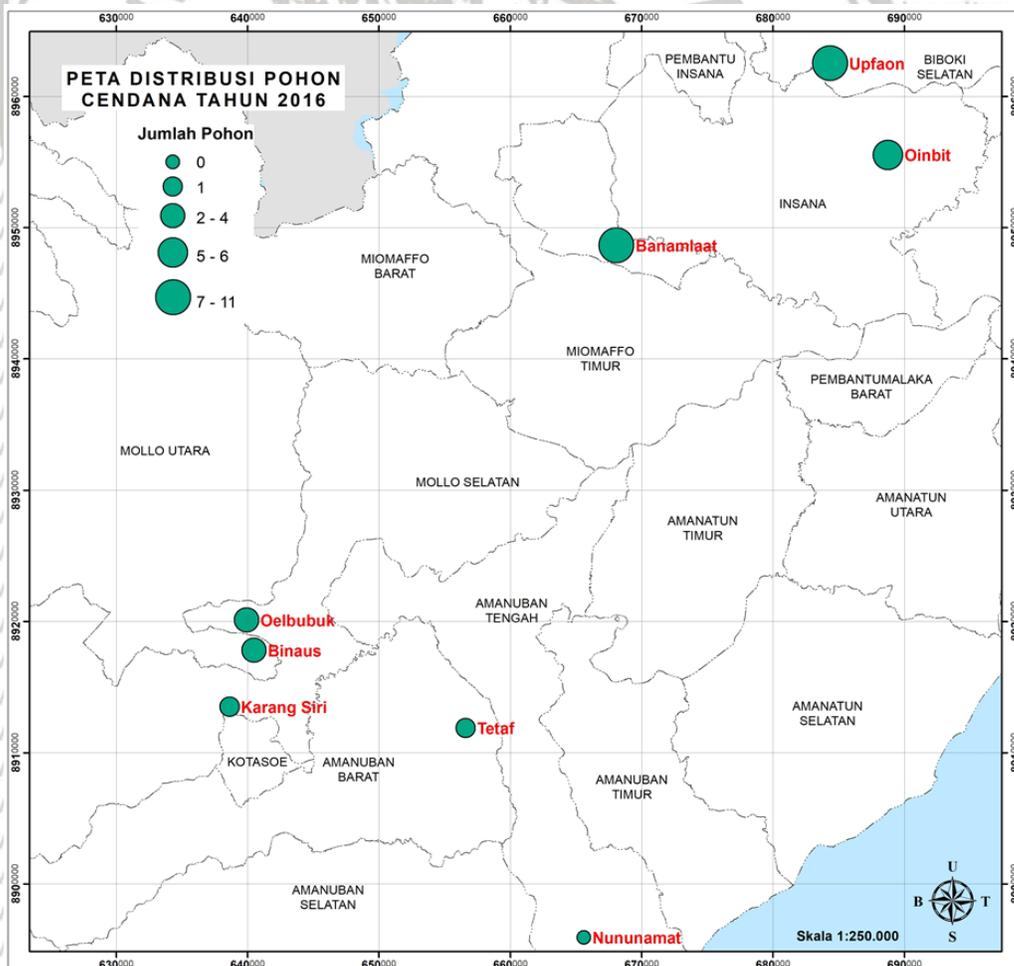




Gambar 12. Peta distribusi dan regenerasi cendana a) tahun 2010, b) tahun 2016 di Kabupaten Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan.

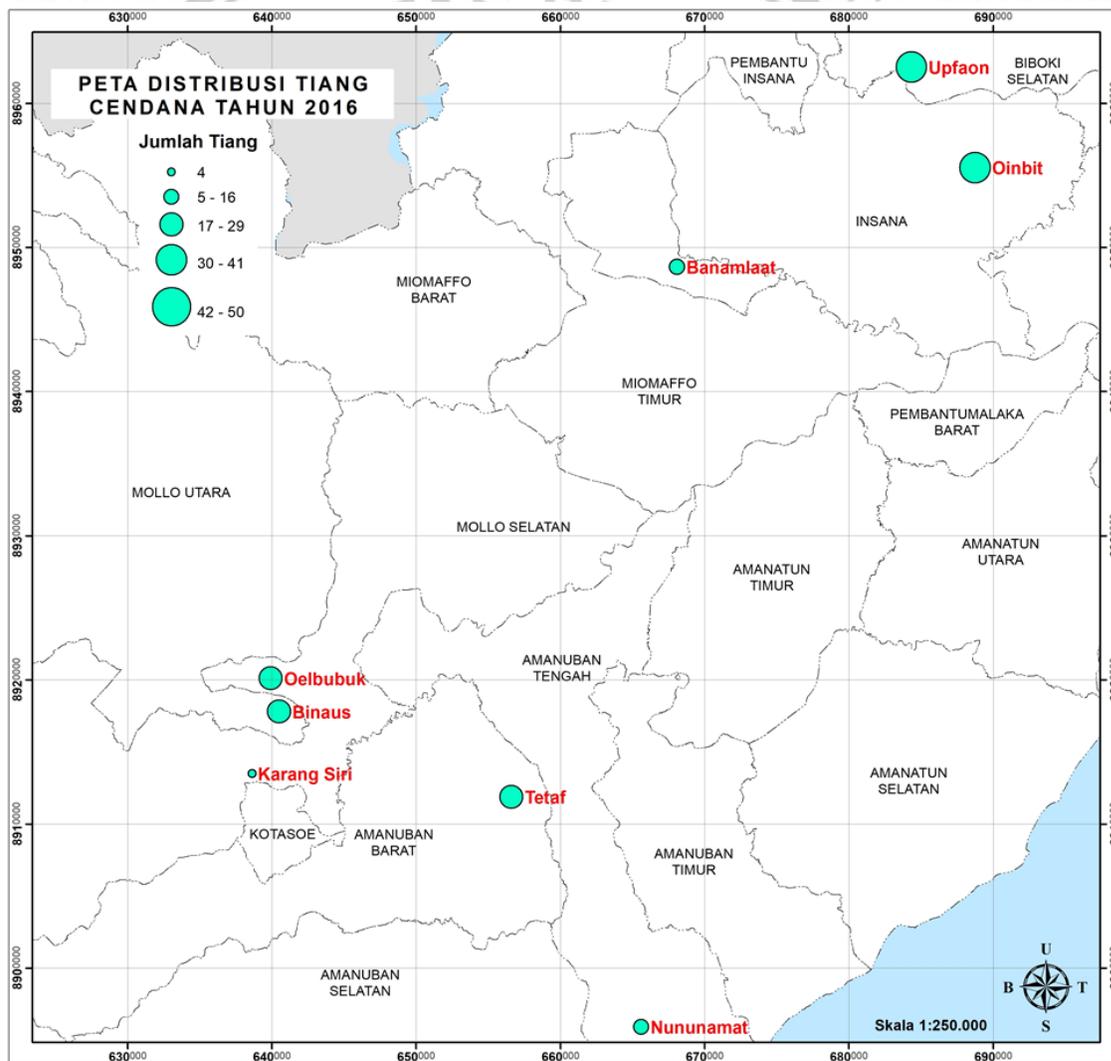
saat ini dapat dilihat dari banyaknya populasi cendana yang tumbuh maupun dibudidayakan di kebun masyarakat sehingga regenerasi nya akan lebih baik dimasa mendatang. Peta distribusi dan regenerasi cendana tahun 2016 berdasarkan pertumbuhan populasi cendana fase pohon, tiang, pancang dan semai disajikan pada Gambar 13, 14, 15 dan 16.

Gambar 13 menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi pohon cendana dan sebaran di Pulau Timor khususnya di Kab.TTU dan TTS mengalami perubahan yang sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan kerapatan populasi pohon cendana pada 8 stasiun pengamatan. Kerapatan populasi pohon cendana di Kabupaten TTU untuk stasiun pengamatan kebun Upfaon (UPUp) yaitu 17,1 individu/ha, hutan Banamlaat (UFBa) 22,9 individu/ha dan hutan Oinbit (UFOi) yaitu 8,3 individu/ha. Kerapatan populasi cendana di Kab. TTS stasiun pengamatan kebun Binaus (SPBi) yaitu 11,1 individu/ha, kebun Oelbubuk (SPOe) 8,3 individu/ha, kebun Nununamat (SPNu) 0 individu/ha, hutan Karang Siri (SFKs) 5 individu/ha dan hutan Tetaf (SFTe) 2,7 individu/ha.



Gambar 13. Peta distribusi pohon cendana di Kab. Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan.

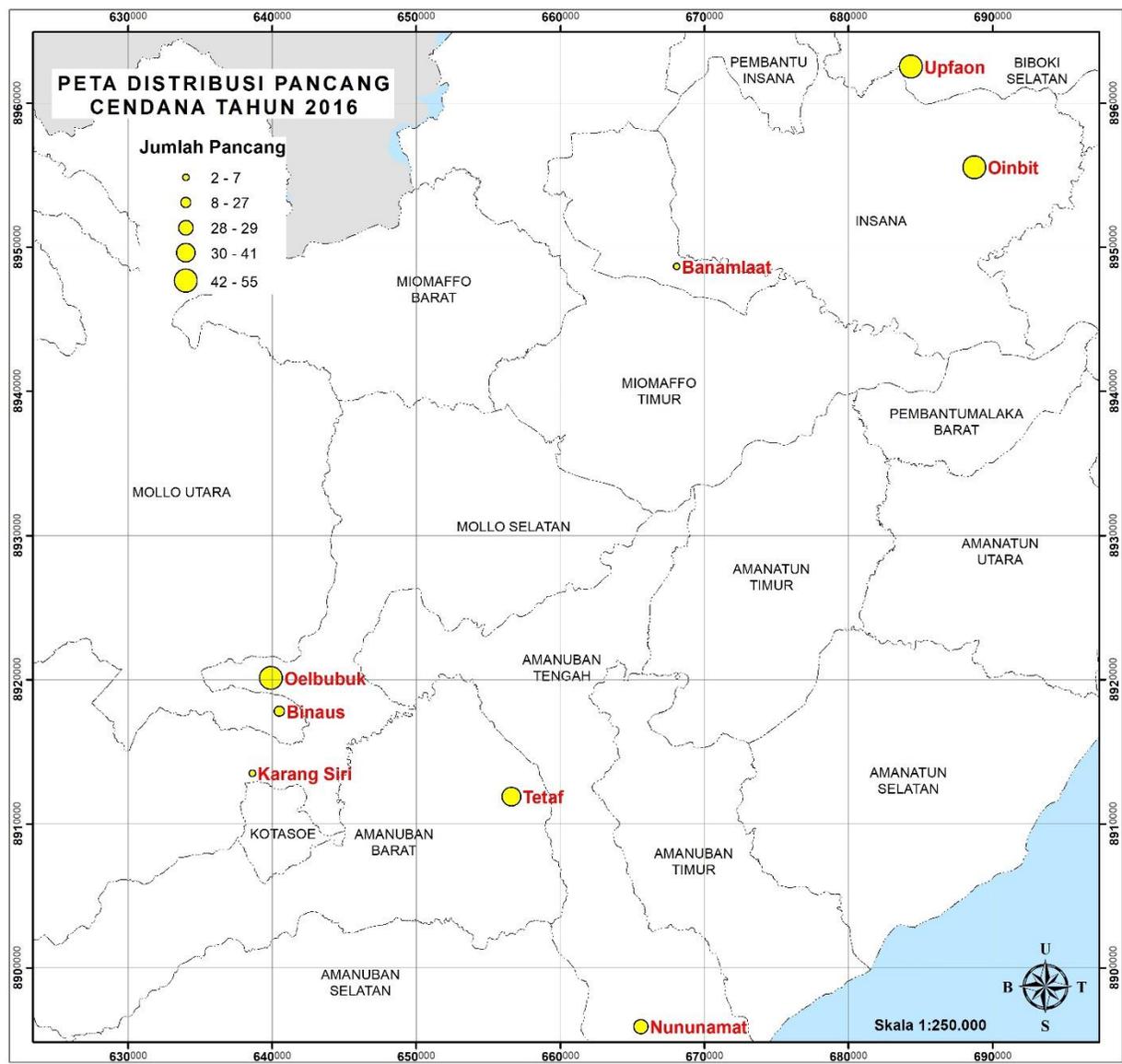
Gambar 14 menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi cendana fase tiang dan sebaran di Pulau Timor khususnya di Kab.TTU dan TTS mengalami peningkatan yang sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dari bertambahnya kerapatan populasi cendana pada delapan stasiun pengamatan secara keseluruhan adalah 1713,1 individu/ha dengan perincian sebagai berikut stasiun pengamatan kebun Upfaon (UPUp) yaitu 250 individu/ha, hutan Banamlaat (UFBA) yaitu 100 individu/ha dan hutan Oinbit (UFOi) 227,7 individu/ha. Kerapatan populasi cendana fase tiang di Kab. TTS di stasiun pengamatan kebun Binaus (SPBi) yaitu 300 individu/ha, kebun Oelbubuk (SPOe) 255,5 individu/ha, kebun Nununamat (SPNu) 177,7 individu/ha, hutan Karang Siri (SFKs) 80 individu/ha dan hutan Tetaf (SFTe) 322,2 individu/ha.



Gambar 14. Peta distribusi tiang cendana di Kab. Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan.

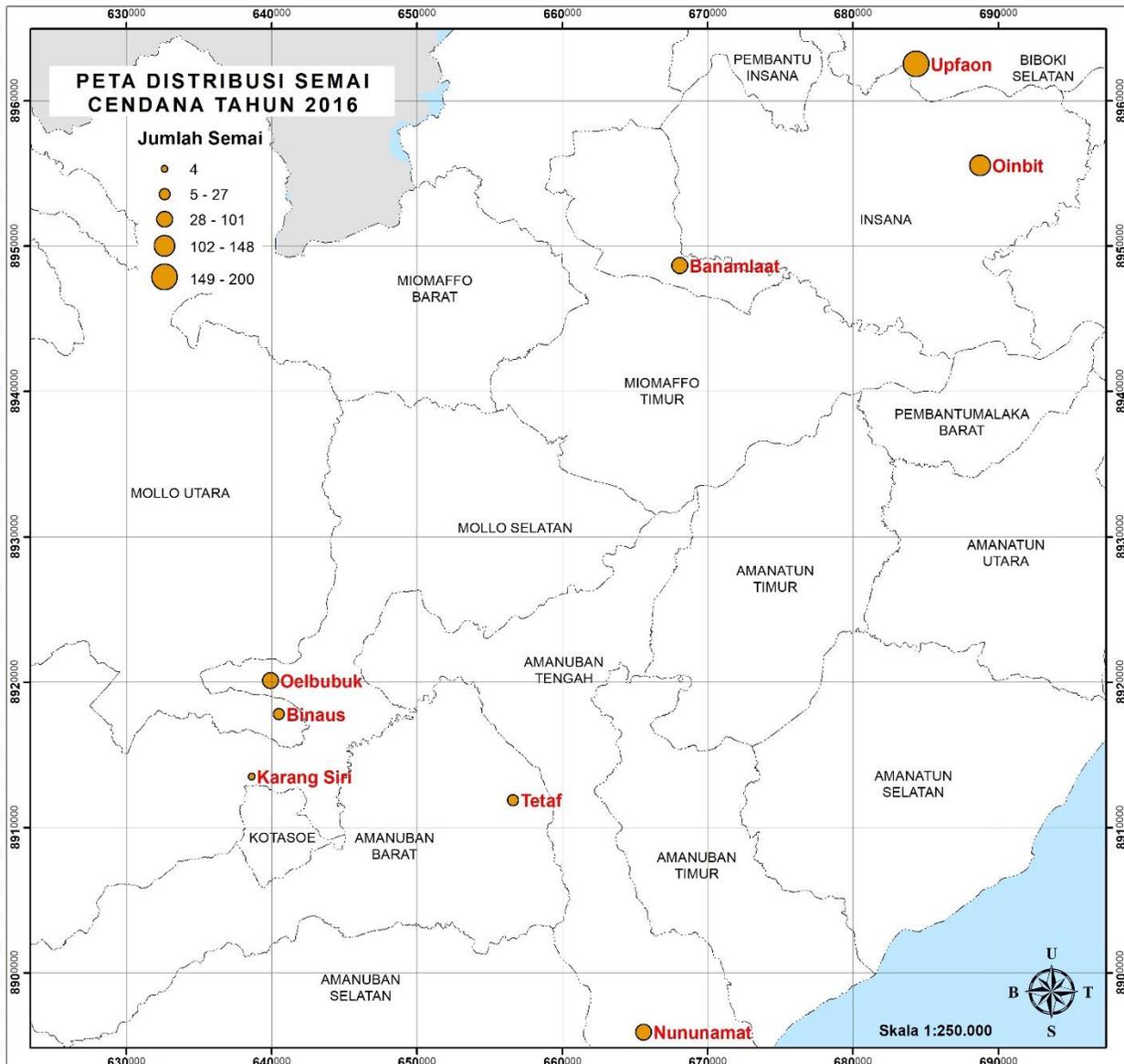
Gambar 15 menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi cendana fase pancang dan sebarannya di Pulau Timor khususnya di Kab.TTU dan TTS, mengalami peningkatan yang sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan kerapatan populasi cendana pada 8 stasiun pengamatan secara keseluruhan adalah 9284,7 individu/ha dengan perincian sebagai berikut: stasiun pengamatan kebun Upfaon (UPUp) kerapatan populasi cendana fase pancang yaitu 1255 individu/ha, hutan Banamlaat (UFBa) kerapatan populasi cendana yaitu 233,3 individu/ha dan hutan Oinbit (UFOi) kerapatan populasi cendana 1088,8 individu/ha. Stasiun pengamatan kebun Binaus (SPBi) dengan kerapatan populasi cendana fase pancang 1200 individu/ha, kebun Oelbubuk (SPOe) dengan kerapatan populasi cendana 2266,6 individu/ha, kebun Nununamat (SPNu) kerapatan populasi cendana 1288,8 individu/ha, hutan Karang Siri (SFKs) dengan kerapatan populasi cendana 160 individu/ha dan hutan Tetaf (SFTe) dengan nilai kerapatan populasi cendana 1822,2 individu/ha.

Gambar 16 menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi cendana fase semai (*seedlings*) dan sebarannya di Pulau Timor khususnya di Kab.TTU dan TTS mengalami perubahan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan tahun 2010. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan kerapatan populasi cendana fase semai pada 8 stasiun pengamatan secara keseluruhan adalah 122520,6 individu/ha dengan perincian sebagai berikut stasiun pengamatan kebun Upfaon (UPUp) kerapatan populasi cendana fase semai yaitu 27812,5 individu/ha, hutan Banamlaat (UFBa) kerapatan populasi cendana yaitu 21041,6 individu/ha dan hutan Oinbit (UFOi) kerapatan populasi cendana 20555,5 individu/ha. Stasiun pengamatan kebun Binaus (SPBi) dengan kerapatan populasi cendana fase semai 5833,3 individu/ha, kebun Oelbubuk (SPOe) dengan kerapatan populasi cendana 2266,6 individu/ha, kebun Nununamat (SPNu) kerapatan populasi cendana 1288,8 individu/ha, hutan Karang Siri (SFKs) dengan kerapatan populasi semai cendana 160 individu/ha dan hutan Tetaf (SFTe) dengan nilai kerapatan populasi cendana 1822,2 individu/ha.



Gambar 15. Peta distribusi pancang cendana di Kab. Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan.

Peta sebaran dan regenerasi cendana fase semai (*seedlings*) pada 8 stasiun pengamatan disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16 Peta distribusi semai cendana di Kab. Timor Tengah Utara dan Timor Tengah Selatan.

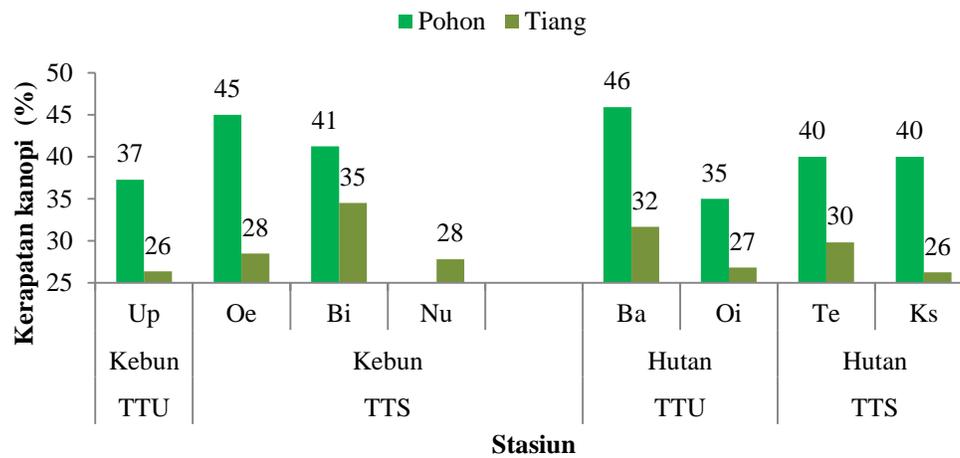
2.4.2 Profil kualitas pertumbuhan pohon cendana di hutan dan kebun di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur (NTT).

1. Variasi kualitas tajuk (*crown quality*), pohon, dan tiang di hutan dan kebun cendana

Kualitas tajuk *crown quality* merupakan salah satu indikator pertumbuhan suatu jenis tanaman di habitatnya. Kualitas tajuk juga digunakan sebagai suatu model pertumbuhan yang

menunjukkan adanya *trend* atau grafik pertumbuhan pohon dan membantu memprediksi kondisi masa depan pohon cendana baik di hutan maupun di kebun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas tajuk pohon cendana antar lokasi penelitian sangat bervariasi baik itu di hutan maupun kebun (Gambar 17). Pohon cendana yang tumbuh ataupun dibudidayakan di kebun masyarakat di Kab. TTS sebagian besar memiliki kualitas tajuk yang lebih baik dengan kisaran variasi tajuknya heterogen jika dibandingkan dengan Kab. TTU. Jika dilihat dari perbedaan nilai kualitas tajuk pohon cendana di lokasi penelitian berada pada rasio kualitas tajuk level ke-3 (25-50 %), yang berarti bahwa kualitas pertumbuhan tanaman cendana yang tumbuh ataupun dibudidayakan di kebun lebih bagus dibandingkan dengan di hutan. Besar kecilnya ukuran tajuk pohon sangat berpengaruh terhadap laju fotosintesis dan respirasi bagi tanaman cendana itu sendiri. Pohon cendana yang memiliki tajuk yang bervariasi dan besar memiliki kemampuan fotosintesis yang lebih besar sehingga menghasilkan karbohidrat yang banyak sebagai sumber energi yang digunakan untuk mensintesis dan memelihara biomassa tanaman cendana (Sitompul, 2002). Lebih lanjut Gardner, *et al.* (1991) menyatakan bahwa daun atau tajuk pohon merupakan organ utama dalam proses fotosintesis pada pohon. Permukaan luar daun yang luas dan datar akan menghasilkan cahaya yang banyak. Kondisi tajuk yang kecil akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar dan bagian pohon yang lainnya.

Kualitas tajuk cendana strata tiang (*poles*) umumnya hampir sama antar lokasi penelitian. Kualitas tajuk tanaman cendana strata tiang yang tumbuh di hutan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dibandingkan dengan yang tumbuh di kebun baik itu di Kab. TTU dan TTS. Variasi kualitas tajuk yang ditunjukkan oleh Gambar 17, mengindikasikan bahwa variasi lokasi (hutan dan kebun) pada strata pohon dan tiang sangat berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan kualitas tajuk cendana. Pohon cendana yang tumbuh maupun yang dibudiyakan di kebun umumnya memiliki tingkat naungan yang lebih rendah. Hal ini yang mengakibatkan biomassa yang tersimpan dalam jaringan tanaman akan meningkat jika dibandingkan dengan cendana yang tumbuh di hutan yang memiliki naungan sedang atau tinggi sehingga kualitas tajuk pohon cendana yang tumbuh di kebun lebih tinggi. Peningkatan kualitas tajuk ini, akan berpengaruh langsung terhadap peningkatan ukuran pertumbuhan pohon cendana.



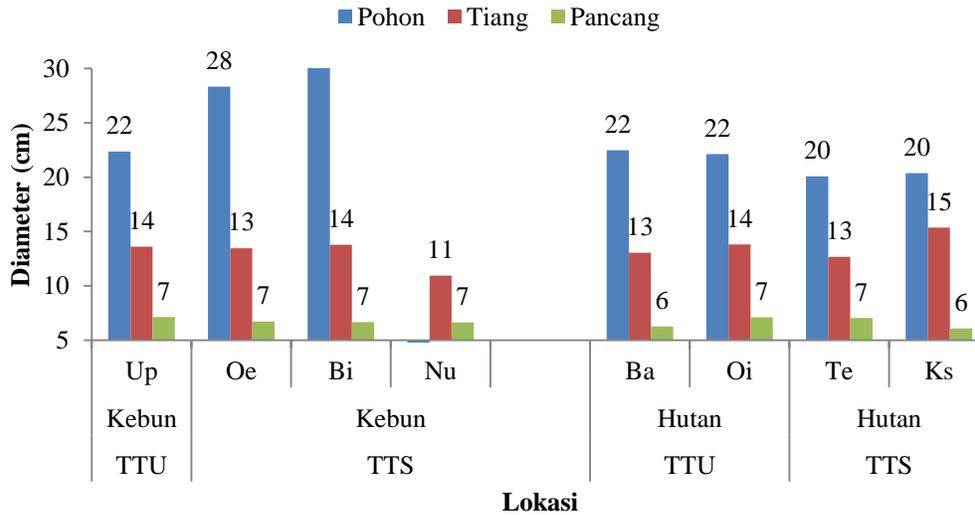
Gambar 17. Variasi kualitas tajuk (*crown quality*) pohon dan tiang di lokasi penelitian Keterangan: Up= Upfaon, Oe= Oelbubuk, Bi= Binaus, Nu= Nununamat, Ba= Banamlaat, Oi= Oinbit, Te= Tetaf, Ks= Karang Siri, TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

2. Variasi rata-rata diameter batang pohon, tiang, dan pancang di hutan dan kebun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter batang tanaman cendana sangat bervariasi antar lokasi penelitian (Gambar 18). Pohon cendana yang tumbuh di kebun memiliki rata-rata diameter batang lebih tinggi dari pohon cendana yang tumbuh di hutan baik di Kab. TTU dan TTS. Sedangkan pertumbuhan diameter batang pohon cendana di hutan hampir sama antar lokasi. Kualitas pertumbuhan diameter batang pohon cendana di Kab. TTS lebih baik jika dibandingkan dengan di Kab. TTU. Kualitas pertumbuhan cendana strata tiang (*poles*) berdasarkan rata-rata diameter batang hampir sama antar lokasi penelitian baik di hutan maupun di kebun. Kualitas pertumbuhan diameter batang tanaman cendana tingkat tiang di Kab. TTU lebih baik jika dibandingkan dengan di Kab. TTS. Kualitas pertumbuhan cendana strata pancang (*saplings*) berdasarkan rata-rata diameter batang hampir sama antar lokasi penelitian baik di Kab. TTU maupun di Kab. TTS. Kualitas pertumbuhan diameter batang tanaman cendana tingkat pancang di kebun lebih baik dari yang di hutan. Adanya variasi pertumbuhan diameter batang seperti pada Gambar 18, mengindikasikan bahwa tanaman cendana yang dibudiyakan di kebun memiliki kualitas pertumbuhan diameter batang yang lebih besar jika dibandingkan dengan di hutan.

Adanya variasi diameter batang tanaman cendana di lokasi penelitian mengindikasikan bahwa perlakuan petani cendana dalam hal memilih benih (bibit) yang baik, pola perlakuan sejak di pesemaian, pola penanaman dengan sistem agroforestri, pemeliharaan yang intensif dari hama

penyakit juga dapat berpengaruh terhadap kualitas pertumbuhan diameter batang tanaman cendana. Hal ini juga diperkuat oleh hasil penelitian bahwa pertumbuhan diameter meningkat apabila kebutuhan hasil fotosintesis untuk respirasi, pergantian daun, pertumbuhan akar dan tinggi tanaman dalam keadaan stabil (Husch, *et al.* 2003; Charles, 2011).

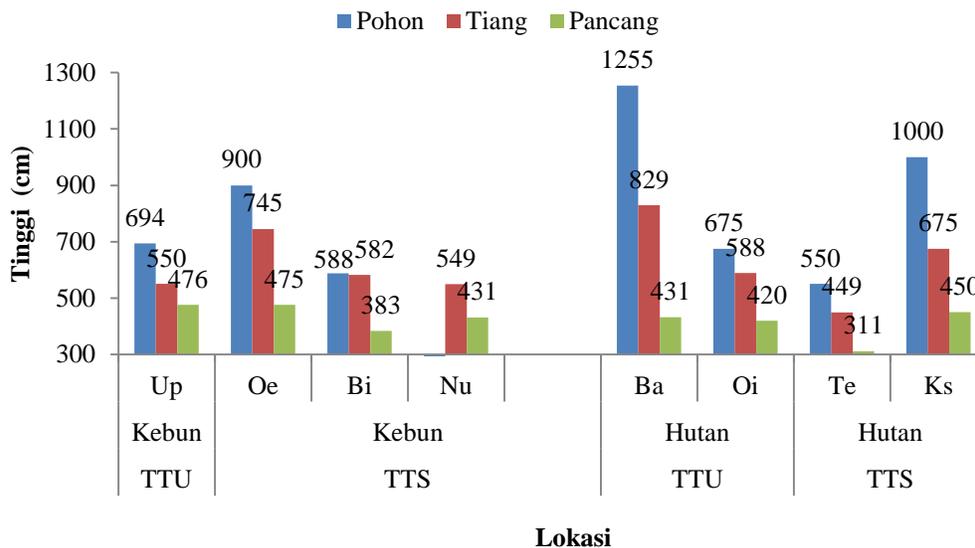


Gambar 18. Rata-rata diameter batang cendana fase pohon, tiang, pancang di lokasi penelitian. Keterangan gambar: Up= Upfaon, Oe= Oelbubuk, Bi= Binaus, Nu= Nununamat, Ba= Banamlaat, Oi= Oinbit, Te= Tetaf, Ks= Karang Siri, TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

3. Variasi tinggi pohon, tiang, dan pancang di hutan dan kebun

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa kualitas pertumbuhan cendana tingkat pohon berdasarkan tinggi pohon sangat bervariasi antar lokasi penelitian (Gambar 19). Pohon cendana yang tumbuh di hutan lebih tinggi dari pohon cendana yang tumbuh di kebun baik di Kab. TTU dan TTS. Secara umum tinggi pohon cendana di Kab. TTU lebih tinggi jika dibandingkan dengan di Kab. TTS. Kualitas pertumbuhan cendana tingkat tiang (*poles*) berdasarkan tinggi pohon hampir sama antar lokasi penelitian baik itu yang tumbuh di hutan maupun di kebun. Secara umum tinggi pohon cendana di Kab. TTS hampir sama jika dibandingkan dengan di Kab. TTU. Kualitas pertumbuhan cendana tingkat pancang (*saplings*) berdasarkan ukuran tinggi tanaman hampir sama antar lokasi penelitian baik itu yang tumbuh di hutan maupun di kebun. Secara umum tinggi tanaman cendana strata pancang di Kab. TTS hampir sama jika dibandingkan dengan di Kab. TTU. Sesuai dengan Gambar 19 menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman cendana sangat dipengaruhi oleh umur tanaman cendana itu sendiri dan kondisi lahan.

Hasil pengamatan tinggi tanaman cendana secara keseluruhan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa penambahan tinggi pohon cendana sangat dipengaruhi oleh tingkatan umur tanaman cendana itu sendiri, dimana tanaman cendana strata pohon memiliki tinggi yang bervariasi baik antar lokasi maupun kebun dan hutan jika dibandingkan dengan strata tiang dan pancang yang memiliki rata-rata tinggi pohon yang hampir sama. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Riswan (2001), bahwa tinggi tanaman cendana dapat mencapai 12-15 m dengan diameter batang berkisar 20-35 cm pada saat tanaman cendana sudah berumur 20-30 tahun. Hasil pengamatan dan *deep interview* dengan masyarakat petani cendana di lokasi penelitian juga mengatakan bahwa kebanyakan tanaman cendana yang tumbuh baik di kebun maupun di hutan rata-rata berumur 10-20 tahun. Hal ini yang menyebabkan variasi ukuran tinggi cendana strata pohon, tiang dan pancang di lokasi pengamatan.

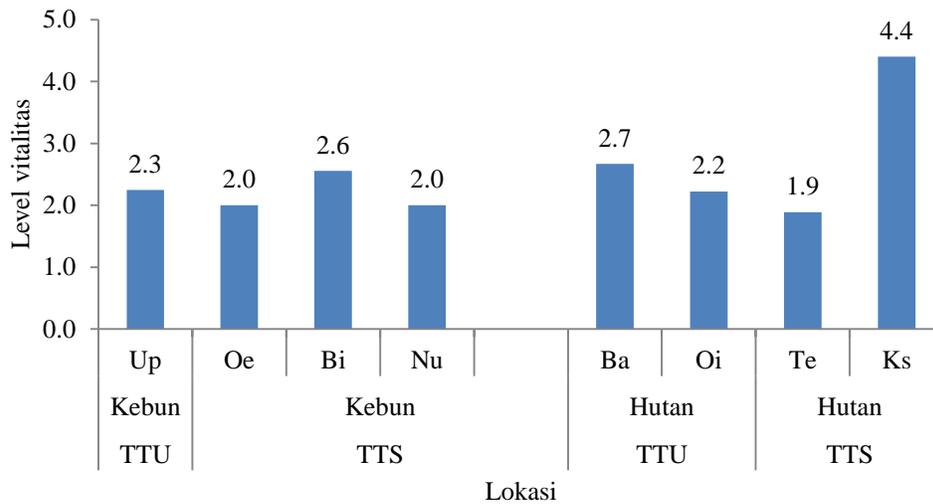


Gambar 19. Rata-rata tinggi cendana fase pohon, tiang, pancang di lokasi penelitian Keterangan gambar: Up= Upfaon, Oe= Oelbukuk, Bi= Binaus, Nu= Nununamat, Ba= Banamlaat, Oi = Oinbit, Te = Tetaf, Ks = Karang Siri, TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

4. Kualitas pertumbuhan cendana berdasarkan *score* vitalitas di hutan dan kebun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pohon cendana di lokasi penelitian memiliki tingkat vitalitas yang hampir sama baik di hutan maupun di kebun (Gambar 20). Umumnya vitalitas tanaman cendana berada pada level vitalitas 2 dan 3 yang berarti siklus hidupnya sering lengkap (pohon, tiang, pancang dan atau semai) namun tidak teratur. Hasil pengamatan juga mengindikasikan bahwa kualitas hidup pohon cendana sedikit yang mempunyai derajat kesuburan

dan siklus hidup yang lengkap namun banyak pada level (2); sering lengkap namun teratur dan jarang dPertanyakan; pada semua lokasi penelitian. Vitalitas sangat penting untuk dipelajari karena dapat menggambarkan tingkat kesuburan atau keberhasilan hidup suatu jenis tanaman dalam perkembangannya sebagai respon terhadap lingkungan (Doberrtin, 2005).



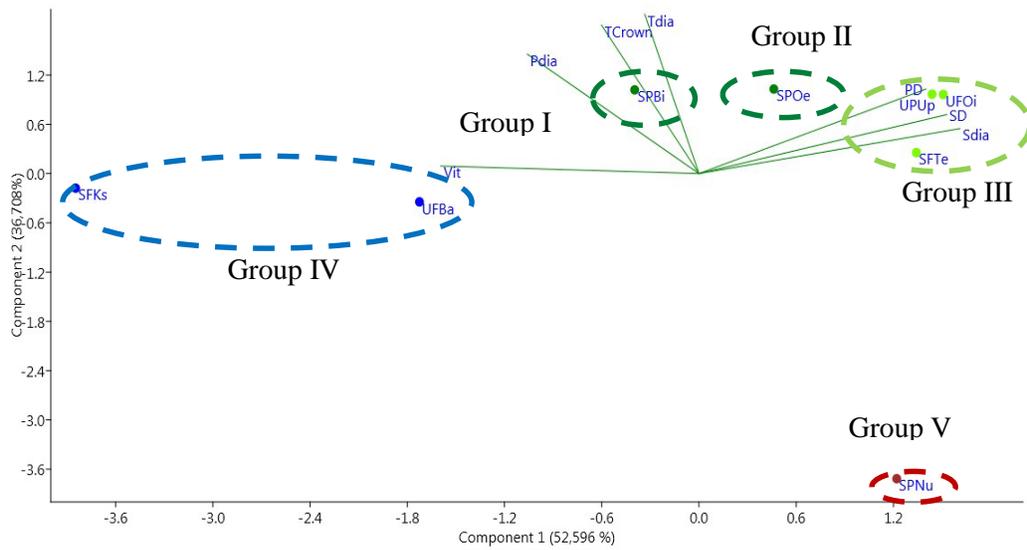
Gambar 20. Kualitas pertumbuhan cendana berdasarkan *score* vitalitas di hutan dan kebun. Keterangan gambar: Up= Upfaon, Oe= Oelbubuk, Bi= Binaus, Nu= Nununamat, Ba= Banamlaat, Oi= Oinbit, Te= Tetaf, Ks= Karang Siri, TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

5. Perbandingan kualitas pertumbuhan cendana berdasarkan hasil analisis PCA (*Principal Component Analysis*) dengan Biplot dan *Cluster*.

Hasil analisis PCA menghasilkan dua komponen utama. Komponen utama pertama memiliki nilai eigen sebesar 3,681 dan nilai variance sebesar 52,596%. Komponen utama kedua memiliki nilai eigen sebesar 2,569 dengan nilai variance sebesar 36,708%. Dengan demikian kontribusi kumulatif dari variabel-variabel kualitas pertumbuhan cendana di kebun dan hutan terhadap pembentukan dua komponen utama adalah sebesar 89,304%. Berdasarkan nilai hubungan antara tujuh variabel kualitas pertumbuhan cendana, maka diperoleh komponen utama pertama disusun oleh variabel kualitas tajuk pohon (*TCrown*), vitalitas (*vitality*), diameter pohon (*Tdia*) dan diameter poles (*Pdia*). Sedangkan komponen utama kedua disusun oleh kerapatan tiang (*PD*), diameter pancang (*Sdia*) dan kerapatan pancang (*SD*).

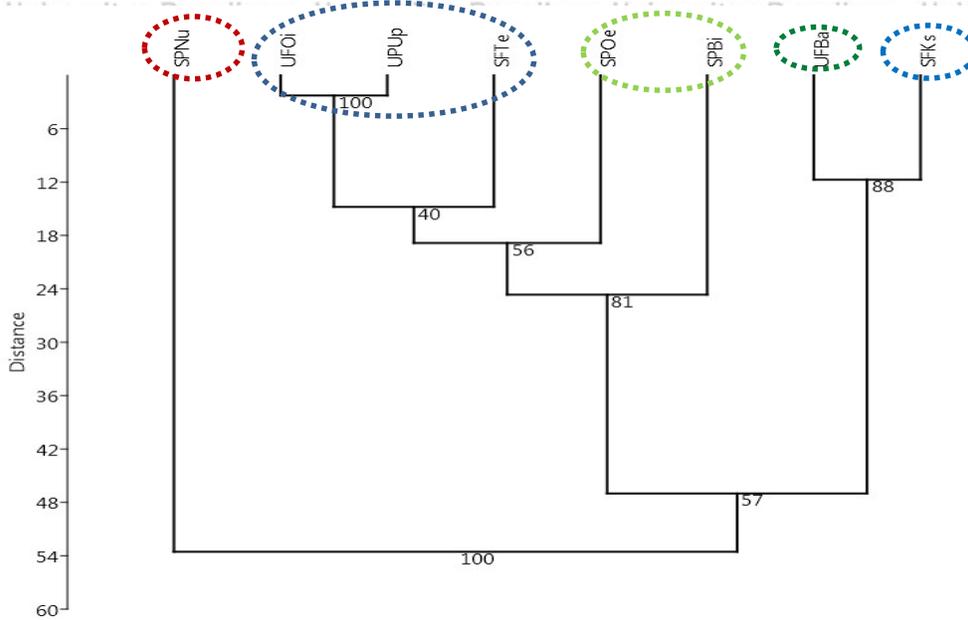
Diagram biplot (Gambar 21) menunjukkan bahwa pertumbuhan pohon cendana bervariasi secara spasial di semua lokasi penelitian. Kualitas pertumbuhan cendana yang terbaik terdapat di kebun masyarakat di Kab. TTS yaitu stasiun pengamatan SPBi (Group I) dan SPOe (Group II)

dibandingkan dengan di Kab. TTU. Kerapatan tumbuhan strata tiang dan pancang tinggi terdapat di kebun dan hutan di Kab. TTU maupun hutan di Kab. TTS (Group III). Vitalitas tumbuhan terbaik terdapat di hutan dibandingkan dengan kebun. Kualitas pertumbuhan pohon cendana terendah terdapat di Nununamat Kab. TTS. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa masyarakat petani cendana di Kab. TTS dan TTU berhasil membudidayakan cendana di kebun dengan baik yang memiliki kualitas pertumbuhan yang menyerupai di hutan.



Gambar 21. Pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan variasi kualitas pertumbuhan pohon cendana menggunakan analisis PCA dengan biplot. Keterangan: UPU = Kefa *Plantation* Upfaon, SPOe = Soe *Plantation* Oelbubuk, SPBi = Soe *Plantation* Binaus, SPNu = Soe *Plantation* Nununamat, UFOi = Kefa *Forest* Oinbit, UFBa = Kefa *Forest* Banamlaat, SFTe = Soe *Forest* Tetaf, SFKS = Soe *Forest* Karang Siri.

Hasil analisis *cluster* dengan menggunakan indeks Jarak *Euclidean* (Gambar 22), menunjukkan bahwa 8 stasiun pengamatan memiliki tingkat kesamaan tinggi sebesar 89,304% dan diklasifikasikan menjadi 5 group. Group I SPBi (Soe *Plantation* Binaus), Group II SPOe (Soe *Plantation* Oelbubuk), Group III UPU (Kefa *Plantation* Upfaon), UFOi (Kefa *Forest* Oinbit), dan SFTe (Soe *Forest* Tetaf), Group IV SFKS (Soe *Forest* Karang Siri) dan UFBa (Kefa *Forest* Banamlaat), dan Group V SPNu (Soe *Plantation* Nununamat).



Gambar 22. Analisis Cluster pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan kesamaan kualitas pertumbuhan pohon cendana menggunakan indeks Jarak Euclidean. Keterangan: UPU = Kefa Plantation Upfaon, SPOe = Soe Plantation Oelbubuk, SPBi = Soe Plantation Binaus, SPNu = Soe Plantation Nununamat, UFOi = Kefa Forest Oinbit, UFBa = Kefa Forest Banamlaa, SFTe = Soe Forest Tetaf, SFKs = Soe Forest Karang Siri.

2.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka kesimpulan penelitian tahap pertama adalah sebagai berikut:

1. Dinamika populasi cendana di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Timor Tengah Utara mengalami peningkatan yang sangat signifikan yakni berkisar 200-500% jika dibandingkan dengan populasi cendana tahun 1998 dan didominasi oleh populasi *juvenile*.
2. Struktur populasi cendana yang terbaik di hutan terdapat di stasiun pengamatan Banamlaa (UFBa), Oinbit (UFOi) (Kab. TTU) dan hutan Tetaf (SFTe) (Kab. TTS) dan di kebun terdapat di stasiun pengamatan Upfaon (UPU), Oelbubuk (SPOe), Binaus (SPBi).
3. Kualitas pertumbuhan cendana di hutan dan kebun di Kab. TTS dan TTU sangat bervariasi antar lokasi (stasiun pengamatan)

4. Distribusi dan regenerasi cendana secara alami (hutan) yang terbaik terdapat di stasiun pengamatan Oinbit sedangkan di kebun di jumpai di stasiun pengamatan Upfaon (TTU), Oelbubuk dan Binaus (TTS).

2.6 Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka saran penelitian tahap pertama adalah sebagai berikut:

1. Populasi cendana di hutan perlu dilindungi sebagai sumber benih (*mother plant*).
2. Stasiun Pengamatan Binaus, Oelbubuk (Kab. TTS) dan Upfaon (Kab. TTU) perlu dipertahankan sebagai *referensite* untuk pengembangan cendana dimasa mendatang.
3. Pemerintah lokal perlu memfasilitasi petani berupa pelatihan atau bimbingan teknis untuk peningkatan kapasitas (kemampuan) pembudidayaan cendana.
4. Masyarakat lokal perlu diberdayakan untuk menyediakan bibit cendana secara mandiri.
5. Untuk meningkatkan populasi cendana perlu diperbanyak pohon induk, stop *illegal logging* dan mengantisipasi terjadinya kebakaran hutan cendana

BAB III

KARAKTERISTIK HABITAT VEGETASI CENDANA DI HUTAN DAN KEBUN MASYARAKAT DI PULAU TIMOR BARAT, NUSA TENGGARA TIMUR-INDONESIA

ABSTRAK

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan salah satu jenis tumbuhan tropik di Nusa Tenggara Timur (NTT) yang menghasilkan kayu yang wangi dan minyak atsiri yang berkualitas dunia. Untuk menunjang keberhasilan penanaman cendana, maka sangat penting untuk mengidentifikasi karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana, kualitas interaksi populasi cendana dan vegetasi dengan faktor lingkungan di hutan maupun kebun di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) dan Timor Tengah Selatan (TTS). Pengambilan data kualitas vegetasi dilakukan dengan cara menganalisis vegetasi pohon, tiang, pancang dan semai, pengukuran faktor abiotik meliputi kandungan bahan organik tanah (BOT), pH dan konduktivitas tanah. Metode yang digunakan adalah metode *sampling* vegetasi dengan menggunakan *nested plot* secara *purposive sampling* dengan jumlah plot 87, ukuran plot 20x20 m² (*trees*), 10x10 m² (*poles*), 5x5 m² (*saplings*), 2x2 m² (*seedlings*). Variabel pengamatan tiap plot yaitu kerapatan, diameter batang, tinggi pohon, tinggi pancang, TBBC. Analisis data kualitas vegetasi meliputi analisis struktur vegetasi, indeks kekayaan taksa, kerapatan vegetasi dan diversitas jenis. Analisis interaksi kualitas vegetasi, populasi cendana dan faktor abiotik menggunakan statistik univariat dengan uji anova dan multivariate statistics dengan biplot dan *cluster* by PAST 3.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas vegetasi di habitat cendana sangat bervariasi antar lokasi. Berdasarkan indeks kekayaan taksa, kerapatan dan indeks diversitas menunjukkan bahwa tiga stasiun pengamatan yaitu Oinbit (Oi), Banamlaat (Ba) di hutan dan Upfaon (Up) di kebun TTU memiliki karakteristik kualitas habitat yang baik. Sedangkan di Kab. TTS diwakili oleh dua stasiun pengamatan di kebun yaitu Binaus (Bi) dan Oelbubuk (Oe). Kekayaan taksa dan kerapatan vegetasi paling tinggi di Pertanyaanukan di Hutan dan Kebun di TTU. Diversitas jenis yang paling rendah di Pertanyaanukan di TTS terdapat di stasiun pengamatan Tetaf (Te). Analisis biplot dan cluster menunjukkan bahwa kualitas interaksi vegetasi, populasi cendana dan faktor fisika kimia yang diukur sangat bervariasi dan dikelompokkan menjadi 5 group. Hasil uji anova dengan *Games Howell test* menunjukkan bahwa kandungan kualitas fisika kimia bahan organik, pH dan konduktivitas tanah paling tinggi terdapat di tiga kebun yaitu stasiun pengamatan Binaus dan Oelbubuk (TTS), Upfaon (TTU). Satu stasiun di hutan diwakili oleh Oinbit (TTU). Diversitas inang cendana paling tinggi terdapat di stasiun Oinbit, Upfaon, Binaus dan Banamlaat. Kualitas fisika kimia paling rendah terdapat di stasiun pengamatan Tetaf. Karakteristik habitat yang baik untuk pertumbuhan cendana terdapat di kebun TTS dan TTU.

Kata kunci: Hutan, karakteristik habitat, kebun, vegetasi, NTT, *sandalwood*

3.1 Pendahuluan

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan tumbuhan tropik dan spesies endemik dari Nusa Tenggara Timur (NTT) yang memiliki nilai ekonomi, sosial, dan budaya yang tinggi karena dapat digunakan untuk bahan baku kosmetik, obat-obatan, serta kayu ukiran. Kontribusi cendana bagi peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) NTT sangat besar setiap tahunnya yakni 28,20-47,60%, sedangkan kontribusi cendana bagi PAD Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Timor Tengah Utara (TTU) sebesar 50% per tahun (Banoet, 2001; Seran, *et al.* 2018). Tanaman cendana dalam proses pertumbuhannya sangat memerlukan tanaman lain karena bersifat hemiparasit. Oleh karena itu keberadaan tumbuhan lain sangat penting untuk membantu dalam proses penyerapan unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan cendana (Hamzah, 1976; Sunaryo, *et al.* 2001; Surata, 2012). Cendana merupakan salah satu spesies terbaik di dunia karena kandungan minyak atsiri dan kualitas kayunya yang wangi (Surata, *et al.* 2001; Surata, 2012). Namun saat ini, cendana populasinya terus menurun dan termasuk dalam spesies tumbuhan yang terancam punah (IUCN, 2016).

Untuk mempertahankan populasi cendana di NTT, maka perlu dilakukan upaya konservasi dan peningkatan populasi cendana melalui kegiatan penanaman (Butarbutar, 2008). Untuk menunjang keberhasilan penanaman cendana, maka sangat penting untuk mengidentifikasi karakteristik vegetasi sebagai habitat yang baik untuk pertumbuhan cendana yang tumbuh alami maupun dibudidayakan oleh masyarakat. Selain itu mengidentifikasi karakteristik vegetasi sebagai habitat yang baik untuk pertumbuhan cendana sangat perlu dilakukan untuk mendorong dan memberi peluang untuk mengembangkan sistem budidaya yang menguntungkan secara komersial (Saefuddin, 1997; Surata, 2006). Adanya defisiensi hara dalam habitat cendana dengan kualitas vegetasi yang bervariasi sangat mempengaruhi proses fisiologis serta menurunkan proses pertumbuhan cendana baik tumbuh secara alami maupun yang dibudidayakan (Faridah, *et al.* 2012).

3.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi kriteria habitat alami maupun buatan yang sesuai untuk pertumbuhan cendana di Kab. TTS dan TTU.

2. Mengidentifikasi kualitas interaksi populasi cendana, vegetasi dengan faktor lingkungan di hutan dan kebun di Kab. TTS dan TTU.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) dan Kab. Timor Tengah Selatan (TTS) yang merupakan habitat alami cendana. Penentuan lokasi pengamatan dan *sampling site* didasarkan pada peta dasar sebaran cendana dengan variasi populasi, variasi lereng dan suhu (Gambar 6), survei awal, hasil wawancara dengan *key person* dan melakukan klarifikasi di lapang serta pertimbangan aksesibilitas lokasi. Berdasarkan peta sebaran lokasi pengamatan, secara keseluruhan terdapat 8 *sampling site*, dengan jumlah plot seluruhnya adalah 87 plot pengamatan. Lokasi pengamatan lapang di Kab. TTU sebanyak tiga (3) lokasi pengamatan Kab. TTS sebanyak lima (5) stasiun pengamatan dengan kombinasi variasi populasi (tinggi, sedang, rendah), variasi kelerengan yaitu datar, curam, terjal, dan variasi suhu yaitu tinggi dan rendah. Masing-masing titik lokasi pengamatan akan mewakili kombinasi tiga (3) variasi perlakuan yaitu populasi, kelerengan suhu dan keterwakilan kebun dan hutan cendana (Gambar 6). Secara keseluruhan terdapat 8 stasiun pengamatan dengan pertimbangan 4 stasiun pengamatan terdapat di hutan dan 4 stasiun di kebun. Pengambilan data di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) yaitu kebun Upfaon (UPUp), hutan Oinbit (UFOi), hutan Banamlaat (UFBa). Pengambilan data lapang di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), meliputi stasiun pengamatan hutan Tetaf (SFTe), hutan Karang Siri (SFKs), kebun Nununamat (SPNu), kebun Oelbubuk (SPOe), kebun Binaus (SPBi). Sedangkan Setiap stasiun pengamatan memiliki jumlah plot yang bervariasi sesuai dengan kondisi kualitas pertumbuhan cendana dan sebaran populasi. Kondisi suhu udara berkisar antara $11^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$, suhu tanah berkisar antara $26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, kelembaban udara berkisar antara 65 – 90 % dan pH tanah berkisar 5,5 – 7,0. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September Tahun 2015 sampai dengan bulan Juni 2016.

3.3.2 Dasar pemilihan lokasi

Penentuan lokasi penelitian didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Peta dasar sebaran cendana keterwakilan populasi tinggi, sedang, dan rendah, juga variasi kelerengan dan ketinggian tempat

2. Hasil studi awal lokasi dan wawancara langsung dengan beberapa *key person* tentang sebaran cendana di Kab. TTU dan TTS
3. Keterwakilan habitat alami dan budidaya (hutan dan kebun)
4. Keterwakilan fase pertumbuhan cendana (minimal harus ada fase pohon atau tiang)
5. Akseksibilitas lokasi
6. Delapan (8) stasiun pengamatan: UPUp (kebun Upfaon), UFBA (Hutan Banamlaa) dan UFOi (Hutan Oinbit), SPOe (SOe Kebun Oelbubuk), SPBi (Soe Kebun Binaus), SPNu (Soe Kebun Nununamat), SFTe (Soe Hutan Tetaf), SFKs (SOe Hutan Karang Siri),

3.3.3 Deskripsi lokasi penelitian

Lokasi penelitian di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) terdapat 3 stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan pertimbangan pada point (3.3.2) sehingga diperoleh tiga titik pengamatan yaitu 1 stasiun di kebun dan 2 stasiun di hutan. Satu stasiun di kebun yaitu kebun Upfaon (UPUp) dengan karakteristik populasi tinggi, *altitude* (398,3 mdpl), topografi berbukit, *slope* (20%), koordinat (9°22' 55.7"S-124°40' 45.6"E). Deskripsi dua stasiun di hutan sebagai berikut: hutan Banamlaa (UFBA) dengan karakteristik populasi sedang, *altitude* (383,8 mdpl), topografi datar, *slope* (15%), koordinat (9°30' 38.5"S-124°31' 53.1"E) dan hutan Oinbit (UFOi) dengan karakteristik populasi rendah, *altitude* (534,8 mdpl), topografi bergelombang, *slope* (30%) dan berada pada koordinat (9°26' 34.2"S-124°43' 07.9"E).

Lokasi penelitian di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) terdapat 5 stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan pada point (3.3.2) sehingga diperoleh lima titik stasiun pengamatan yaitu 3 stasiun di kebun dan 2 stasiun di hutan. Tiga stasiun pengamatan di kebun TTS meliputi kebun Oelbubuk (SPOe), kebun Binaus (SPBi), kebun Nununamat (SPNu), 2 stasiun di hutan meliputi Tetaf (SFTe) dan Karang Siri (SFKs). Deskripsi tiga stasiun di kebun sebagai berikut: kebun Oelbubuk (SPOe) memiliki karakteristik populasi cendana tinggi, *altitude* (1038 mdpl), topografi curam, *slope* (40%), koordinat (9°46' 01.3"S-124°16' 34.7"E), kebun Binaus (SPBi) dengan karakteristik lokasi populasi sedang, *altitude* (972,1 mdpl), topografi berbukit, *slope* (20%), koordinat (9°47' 10.9"S-124°16' 51.6"E), kebun Nununamat (SPNu) dengan karakteristik populasi rendah, *altitude* (727,9 mdpl), topografi terjal, *slope* (60%), koordinat (9°59' 04.3"S-124°30' 35.6"E). Deskripsi dua stasiun di hutan sebagai berikut: hutan Tetaf (SFTe) dengan karakteristik populasi tinggi, *altitude* (868,8 mdpl), topografi berbukit, *slope* (20%), koordinat (9°50' 26.3"S-124°25' 41.3"E), hutan Karang Siri (SFKs) dengan

karakteristik populasi sedang, *altitude* (962,8 mdpl), topografi bergelombang, *slope* (30%), koordinat (9°49' 38.9"S-124°15' 46.4"E).

3.3.4 Pengumpulan data

Pengambilan data karakteristik vegetasi sebagai habitat cendana dilakukan dengan cara menganalisis semua vegetasi pohon, tiang, pancang, dan semai, mengidentifikasi spesies inang cendana berdasarkan *review* dari beberapa referensi, pengalaman masyarakat dalam budidaya cendana dan hasil-hasil penelitian terdahulu tentang tumbuhan inang cendana. Metode yang digunakan adalah metode *sampling* vegetasi dengan menggunakan *nested plot* secara *purposive sampling* pada 8 stasiun pengamatan, 87 plot yang berbentuk kuadrat dengan ukuran 20x20 m² (pohon), 10x10 m² (tiang), 5x5 m² (pancang), 2x2 m² (semai) pada masing masing stasiun pengamatan (Gambar 7) (Michael, 2011; Prasetyo, *et. al.* 2013). Variabel pengamatan data vegetasi pohon dan tiang meliputi kerapatan, tinggi, tinggi batang bebas cabang, diameter batang, dan lebar tajuk. Variabel pengamatan vegetasi untuk pancang meliputi kerapatan, tinggi pancang, tinggi batang bebas cabang, dan diameter batang, sedangkan variabel pengamatan untuk semai meliputi kerapatan dan kerimbunan.

Pengambilan data faktor lingkungan meliputi tanah (bahan organik tanah, konduktivitas dan pH tanah), ketinggian tempat, topografi dan kemiringan di ukur pada setiap plot pengamatan. Pengamatan vegetasi dilakukan pada setiap plot pengamatan dan dikelompokkan ke dalam empat strata pertumbuhan yaitu 1) strata pohon (*trees*) yaitu pohon-pohon yang memiliki tinggi lebih dari 10 m dan diameter batang > 20 cm, 2) tiang (*poles*) yaitu pohon kecil atau tingkat pertumbuhan pohon muda yang memiliki ukuran tinggi 5 – 10 m dan diameter batang antara 10-19 cm, 3) pancang (*saplings*) yaitu tingkat pertumbuhan permudaan yang mencapai tinggi pohon lebih dari 1,5 m – 5 m dengan diameter batang kurang dari 10 cm, 4) semai (*seedlings*) yaitu tingkat pertumbuhan sejak perkecambahan sampai mencapai tinggi pohon 1,5 m. (Rohadi, 2002; Michael, 2011; Subasinghe, 2014).

3.3.5 Analisis data kualitas vegetasi sebagai habitat cendana

Analisis data kualitas vegetasi sebagai habitat cendana meliputi 1) analisis struktur vegetasi dan diversitas spesies, identifikasi spesies inang cendana, 2) menentukan indeks kekayaan spesies, 3) menghitung kerapatan individu setiap spesies, 4) menghitung frekwensi spesies dan basal area masing-masing individu, 5) menghitung Indeks Nilai Penting spesies (Muller-Dombois, 1974).

Data pengamatan faktor-faktor abiotik, faktor fisika kimia dianalisis dengan menggunakan analisis statistik univariat dengan uji anova dan analisis multivariate yaitu *cluster*, biplot dengan PAST (Tryfos, 1997; Sambamoorthi, 2013).

3.4 Hasil Dan Pembahasan

3.4.1 Profil Kualitas Vegetasi Dan Faktor Abiotik Sebagai Habitat Cendana Di Hutan dan Kebun

3.4.1.1 Profil kualitas vegetasi sebagai habitat cendana di hutan dan kebun masyarakat di Kab. Timor Tengah Utara (TTU) dan Timor Tengah Selatan (TTS).

Profil kualitas vegetasi dan faktor abiotik sebagai habitat cendana baik itu di hutan dan kebun dapat diketahui dari hasil analisis vegetasi yang dapat digambarkan oleh kekayaan taksa, kerapatan, indeks diversitas, indeks nilai penting dan pengelompokkan stasiun pengamatan berdasarkan profil vegetasi dan faktor abiotik dengan menggunakan *principal component analysis* (PCA) dengan biplot dan *cluster*. Berdasarkan hasil penelitian pada delapan (8) stasiun pengamatan dPertanyaanukan 151 spesies (Tabel 4).

Tabel 4. Daftar jenis vegetasi di hutan dan kebun cendana di Kab. TTU dan TTS

No	Nama	Taksa	Singk.	Ket.
	Lokal		Taksa	
1	Saga	<i>Abrus precatorius</i> L.	<i>Abp</i>	Inang
2	Haubesi	<i>Acacia auriculiformis</i> A.Cunn ex Benth.	<i>Aca</i>	Inang
3	Kabesak	<i>Acacia leucophloea</i> (Roxb.) Willd.	<i>Acl</i>	Inang
4	Akasia	<i>Acacia mangium</i> Willd.,	<i>Acm</i>	Inang
5	Aibesi	<i>Acacia villosa</i> (Sw.) Willd.	<i>Acv</i>	Inang
6	Lilah	<i>Adenantha pavonia</i> L.	<i>Adp</i>	
7	Suplir	<i>Adiantum raddianum</i> C.Presl	<i>Adr</i>	
8	Damar	<i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Rich.	<i>Agd</i>	
9	Smoit	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	<i>Agc</i>	
10	Kotkotos	<i>Aglai elaeagnioidea</i>	<i>Age</i>	
11	Weru	<i>Albizia procera</i> Benth.	<i>Alp</i>	
12	Kemiri	<i>Aleurites moluccanus</i>	<i>Alm</i>	Inang
13	Bunga terompet	<i>Allamanda cathartica</i>	<i>Alc</i>	
14	Lete	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	<i>Als</i>	Inang
15	Polen	<i>Alstonia villosa</i> Blume	<i>Alv</i>	Inang
16	Jambu Mete	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Ano</i>	
17	Anenas	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	<i>Anc</i>	

No	Nama lokal	Taksa	Singk	Ket.
18	At anonak	<i>Anona reticulata</i> L.	Anr	
19	Anggur hutan	<i>Archiashton musamma</i>	Arm	
20	Aren	<i>Arenga pinnata</i> (Wurmb) Merr.	Arp	
21	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk.	Arh	
22	Haumasi	<i>Bauhunia malabarica</i> Roxb.,	Bam	Inang
23	Aitio	<i>Bidens biternata</i> (Lour.) Scherff.	Bib	
24	Ajeran	<i>Bidens pilosa</i> Linn.	Bip	
25	Sembung kuwuk	<i>Blumea lacera</i> (Burn.f.) DC.	Bll	
26	Nitas	<i>Bombax ceiba</i> L.	Boc	Inang
27	Kapok	<i>Bombax valetonii</i> Hochr.	Bov	Inang
28	Nonleno	<i>Caesalpinia pulcherimma</i> (L.) Sw.,	Cap	
29	Kis kasen	<i>Caesalpinia sappan</i> L.	Cas	
30	Turi	<i>Cajanus cajan</i> L.	Cac	Inang
31	Kaliandra merah	<i>Calliandra calothyrsus</i>	Cac	
32	Kaliandra putih	<i>Calliandra haematona</i>	Cah	
33	Kaliandra	<i>Calliandra tetragona</i> Meissn.	Cat	Inang
34	Tunbubu	<i>Callicarpa candicans</i> (Burm.f.) Hochr.	Cac	
35	Nonfuakase	<i>Canavalia ensiformis</i> L.	Cae	
36	Ai manas	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Caf	Inang
37	Pepaya	<i>Carica papaya</i> L.	Cap	
38	Nikis	<i>Cassia fistula</i> L.	Caf	Inang
39	Buni	<i>Cassia javanicus</i> subsp.pubiflora (Merr.) K. Larsen	Caj	
40	Tali hutan	<i>Cassytha filiformis</i> L.	Caf	
41	Aijaob	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Cae	Inang
42	Tumaninu	<i>Celastrus paniculatus</i> Willd.	Cep	
43	Bunak manularit	<i>Celosia cristata</i> L.	Cec	
44	Lelo	<i>Citrus macroptera</i> Montr.	Cim	
45	Punsine	<i>Clausena excavata</i> Burm f.,	Cle	
46	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i> L.	Con	
47	Nun monef	<i>Cordia subcordata</i> Lam.	Cos	
48	Babiel	<i>Corypha utan</i>	Cou	
49	Orok-orok	<i>Crotalaria juncea</i> L.	Crj	Inang
50	Ma na	<i>Croton tiglium</i> L.	Crt	
51	Nipa fui	<i>Cycas rumpii</i> Miq.	Cyr	
52	Palu palu	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyr	
53	Babotek	<i>Datura metel</i>	Dam	
54	Psinit	<i>Delonix regia</i> Rafin	Der	
55	Tufe abas	<i>Derris scandes</i>	Des	
56	Taimau	<i>Derris trifoliata</i>	Det	
57	Lamtoro Agung	<i>Desmanthus virgatus</i> L. Willd.	Dev	

No	Nama lokal	Taksa	Singk	Ket.
			Taksa	
58	Ubi hutan	<i>Dioscorea hispida</i> Dennst.	<i>Dih</i>	
59	Keolnasmetan	<i>Dysosylum gaudichaudianum</i> (A.Juss.) Miq.,	<i>Dyg</i>	
60	Ausiof	<i>Elephantopus scaber</i> L.	<i>Els</i>	
61	Nipsa'i	<i>Eleusine indica</i> (L) Gaertn	<i>Eli</i>	
62	Paku ekor kuda	<i>Equisetum</i> sp.	<i>Eqs</i>	
63	Dadap	<i>Erithrina crista-galli</i> L.	<i>Erc</i>	
64	Aibubur	<i>Eucalyptus alba</i> Rein.ex Blume	<i>Eua</i>	Inang
65	Oben	<i>Eugenia educa</i> , Burn	<i>Eue</i>	Inang
66	Sufmuti	<i>Eupatorium odoratum</i> L.f.	<i>Euo</i>	Inang
67	Patikan kebo	<i>Euphorbia hirta</i> L.	<i>Euh</i>	
68	Maulete	<i>Euphorbia prunifolia</i> Jacq.	<i>Eup</i>	
69	Popo	<i>Exocarpus latifolia</i> R.Br	<i>Exl</i>	
70	Nunuh	<i>Ficus benjamina</i> L.	<i>Fib</i>	
71	Haububun	<i>Ficus hispida</i> L.f.	<i>Fih</i>	Inang
72	Nunusono	<i>Ficus septica</i> Burm. f.	<i>Fis</i>	Inang
73	Haufeunkase	<i>Garuga floribunda</i> Decne	<i>Gaf</i>	Inang
74	Gamal	<i>Gliricidia maculata</i> H. B. & K.	<i>Glm</i>	Inang
75	Jati putih	<i>Gmelina arborea</i> Roxb	<i>Gma</i>	Inang
76	Kuknefo	<i>Gyrocarpus americanus</i>	<i>Gya</i>	
77	Bunga matahari	<i>Helianthus annuus</i> L.	<i>Hea</i>	
78	Maumin'a	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv.ex. L. & S.	<i>Hec</i>	
79	Kembang sepatu	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	<i>Hir</i>	
80	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	<i>Hit</i>	
81	Mausak	<i>Ichnocarpus frutescens</i> (L.) W.T. Aiton	<i>Icf</i>	
82	Hae manulain	<i>Imperata cylindrica</i> Beauv.	<i>Imc</i>	
83	Laklaku	<i>Ipomea triloba</i> L.	<i>Ipt</i>	
84	Jarak	<i>Jatropha Gossypifolia</i> L.	<i>JaG</i>	
85	Cocor bebek	<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers.	<i>Kap</i>	
86	Teki Nemo	<i>Kylingga nemoralis</i>	<i>Kyn</i>	
87	Bungur	<i>Lagerstroemia speciosa</i> L.	<i>Las</i>	
88	Pangkase	<i>Lantana camara</i> L.	<i>Lac</i>	Inang
89	Lamtoro	<i>Leucaena leucochepala</i> (Lam.) de Wit	<i>Lel</i>	Inang
90	Haumetan	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C.B. Rob.	<i>Lig</i>	Inang
91	Nonfuakase	<i>Lourea obcordata</i> Desv.	<i>Loo</i>	
92	Baefkenu	<i>Macaranga tanarius</i>	<i>Mat</i>	
93	Biofluke	<i>Mallotus philippinensis</i> Müll.Arg.	<i>Map</i>	
94	Mangga	<i>Mangifera indica</i> , L	<i>Mai</i>	
95	Feuk kai	<i>Manihot esculenta</i>	<i>Mae</i>	
96	Samer	<i>Melia azedarach</i> L.,	<i>Mea</i>	
97	Busi	<i>Melochia javanica</i>	<i>Mej</i>	

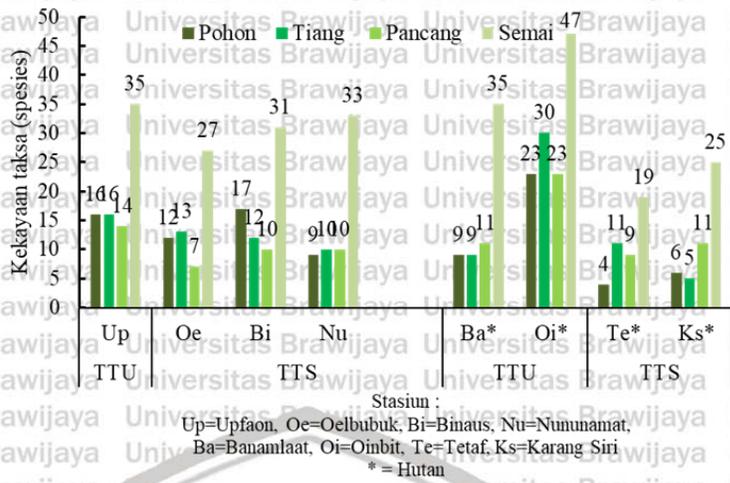


No	Nama lokal	Taksa	Singk Taksa	Ket.
98	Kianao	<i>Micromelum minutum</i> Wight & Arn.	<i>Mim</i>	
99	Naefkelor	<i>Moringa oleifera</i>	<i>Moo</i>	
100	Murbai hutan	<i>Morus alba</i> L.	<i>Moa</i>	
101	Kersen	<i>Muntingia calabura</i> L.	<i>Muc</i>	Inang
102	Rumput Tapak Burung	<i>Murdania malabarica</i> (L.) Bruckn	<i>Mum</i>	
103	Baboel	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack,	<i>Mup</i>	
104	Taka	<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L.,	<i>Nao</i>	
105	Nonloli	<i>Neosalsomitra sacrophylla</i>	<i>Nes</i>	
106	Balsa hutan	<i>Ochroma grandiflorum</i> , Rowlee	<i>Ocg</i>	
107	Odonto	<i>Odontonema cuspidatum</i>	<i>Odc</i>	
108	Bnao	<i>Oroxylum indicum</i>	<i>Ori</i>	
109	Rumput gajah	<i>Pannisetum purpureum</i> Schumach.	<i>Pap</i>	
110	Non leno	<i>Paramignya trimera</i> (Oliv.) Burkill	<i>Pat</i>	
111	Markisa hutan	<i>Passiflora edulis</i>	<i>Pae</i>	
112	Alpokot	<i>Persea americana</i>	<i>Pea</i>	Inang
113	Hautatii	<i>Phylanthus microcarpus</i> (Benth.) Müll.Arg.	<i>Phm</i>	Inang
114	Sirih daun	<i>Piper betle</i> L.	<i>Pib</i>	
115	Kunfui	<i>Piper caninum</i> Blume.	<i>Pic</i>	
116	Natbona	<i>Pittosporum timorence</i> Blume	<i>Pit</i>	Inang
117	Haureo	<i>Pleiogynium timoriensis</i> (DC.) Leenh.	<i>Plt</i>	
118	Beluntas	<i>Plucea indica</i> L.	<i>Pli</i>	
119	Krokot	<i>Portulaca villosa</i> Cham.	<i>Pov</i>	
120	Qijabas	<i>Psidium quajava</i> L.	<i>Psq</i>	Inang
121	Matani	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.,	<i>Pti</i>	Inang
122	Haunoah	<i>Pterospermum acerifolium</i>	<i>Pta</i>	
123	Aibenek	<i>Pterospermum javanicum</i> Jungh.	<i>Ptj</i>	Inang
124	Lula	<i>Ricinus communis</i> L.	<i>Ric</i>	
125	Koknabametan	<i>Salacia</i> sp.	<i>Sas</i>	
126	Ai kriit	<i>Salvia riparia</i> Kunth.	<i>Sar</i>	
127	Kium	<i>Schefflera elliptica</i>	<i>Sce</i>	
128	Usapi	<i>Schleichera oleosa</i> (Lour.) Oken	<i>Sco</i>	Inang
129	Johar	<i>Senna siamea</i> LAMK.	<i>Ses</i>	Inang
130	Gala-gala	<i>Sesbania grandiflora</i>	<i>Seg</i>	
131	Haunono	<i>Smilax</i> sp.	<i>Sms</i>	
132	Kedondong	<i>Spondias pinnata</i> (L.F.) Kurz	<i>Spp</i>	
133	Mautonen'e	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	<i>Stj</i>	
134	Fn'o	<i>Sterculia pupolifolia</i>	<i>Stp</i>	
135	Aikauna	<i>Strychnos lucida</i> R.Br	<i>Stl</i>	
136	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i> L.	<i>Swm</i>	

No	Nama lokal	Taksa	Singk	Ket.
			Taksa	
137	Jambu bol	<i>Syzygium malaccense</i> R.Br. ex Gaerth.	Sym	Inang
138	Kiu	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tai	Inang
139	Natoi	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.ex Kunth.	Tes	
140	Jati	<i>Tectona grandis</i> L.	Teg	Inang
141	Angkai	<i>Tetrastigma</i> sp.	Tes	
142	Hautimu	<i>Timonius amboinicus</i> Boerl	Tia	Inang
143	Kis kasen	<i>Toddalia asiatica</i> (L.) Lam.	Toa	
144	Mausbot	<i>Tridax procumbens</i> L.	Trp	
145	Kacang nasi	<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & Ohashi	Viu	Inang
146	Taki	<i>Vitex negundo</i> L.	Vin	
147	Kliru	<i>Vitex pinnata</i> L.	Vip	
148	Litsusu	<i>Wrightia pubescens</i>	Wrp	
149	Hauptun	<i>Xylosma sumatranum</i>	Xys	
150	Kom	<i>Zizyphus mauritiana</i> Lam.	Zim	Inang
151	Kabun	<i>Zizyphus timorensis</i> DC	Zit	Inang

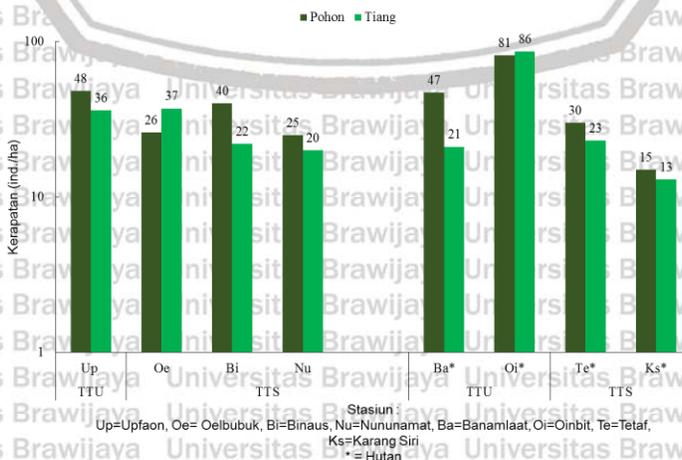
Kekayaan spesies vegetasi yang dipertanyakan di habitat cendana baik di hutan dan kebun pada umumnya hampir sama pada masing-masing stasiun pengamatan walaupun ada yang menunjukkan variasi spesies (Gambar 23). Kekayaan spesies vegetasi di habitat cendana di hutan pada stasiun pengamatan Upfaon (Up) dipertanyakan pohon sebanyak 16 spesies, tiang 16 spesies, pancang 14 spesies dan semai 35 spesies. Stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) dipertanyakan pohon sebanyak 12 spesies, tiang 13 spesies, pancang 7 spesies, semai 27 spesies. Stasiun pengamatan Binaus (Bi) dipertanyakan pohon 17 spesies, tiang 12 spesies, pancang 10 spesies, semai 31 spesies. Stasiun pengamatan Nununamat (NU) dipertanyakan pohon sebanyak 9 spesies, tiang dan pancang masing-masing 10 spesies, semai 33 spesies.

Kekayaan spesies vegetasi pada habitat cendana di kebun untuk stasiun pengamatan Banamlaet (Ba) ditemukan pohon 9 spesies, tiang 9 spesies, pancang 11 spesies, semai 35 spesies. Stasiun pengamatan Oinbit (Oi) dipertanyakan pohon sebanyak 23 spesies, tiang 30 spesies, pancang 23 spesies, semai 47 spesies. Stasiun pengamatan Tetaf (Te) pohon sebanyak 4 spesies, tiang 11 spesies, pancang 9 spesies, semai 19 spesies, sedangkan stasiun pengamatan Karang Siri (Ks) dipertanyakan pohon sebanyak 6 spesies, tiang 5 spesies, pancang 11 spesies dan semai 25 spesies.



Gambar 23. Kekayaan jenis vegetasi di lokasi penelitian. Keterangan: TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

Hasil perhitungan kerapatan vegetasi di habitat cendana di hutan dan kebun untuk pohon dan tiang umumnya hampir sama antar stasiun pengamatan. Pada stasiun pengamatan Upfaon (Up) kerapatan vegetasi pohon sebanyak 48 individu/ha, tiang 36 individu/ha, stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) pohon 26 individu/ha, tiang 37 individu/ha, stasiun pengamatan Binaus (Bi) kerapatan vegetasi pohon 40 individu/ha, tiang 22 individu/ha, stasiun pengamatan Nununamat (Nu) kerapatan vegetasi pohon 25 individu/ha, tiang 20 individu/ha, stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) kerapatan vegetasi pohon 47 individu/ha, tiang 21 individu/ha, stasiun pengamatan Oinbit (Oi) kerapatan vegetasi pohon 81 individu/ha, tiang 86 individu/ha, stasiun pengamatan Tetaf (Te) kerapatan vegetasi pohon 30 individu/ha, tiang 23 individu/ha dan stasiun pengamatan Karang Siri (Ks) kerapatan vegetasi pohon 15 individu/ha, tiang 13 individu/ha (Gambar 24).



Gambar 24. Kerapatan jenis vegetasi pohon dan tiang di lokasi penelitian. Keterangan: TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

Hasil perhitungan kerapatan vegetasi pancang dan semai di habitat cendana di hutan dan kebun menunjukkan adanya variasi yang sangat tinggi antar stasiun pengamatan (Gambar 25).

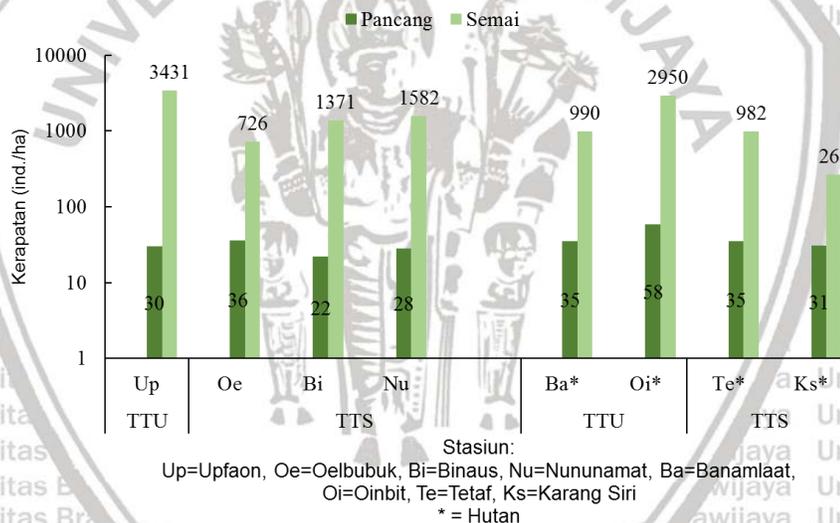
Kerapatan vegetasi semai lebih tinggi di kebun dibandingkan dengan di hutan. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) kerapatan vegetasi pancang sebanyak 30 individu/ha, semai 3431 individu/ha.

Stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) memiliki kerapatan vegetasi yakni pancang 27 individu/ha, semai 726 individu/ha, stasiun pengamatan Binaus (Bi) pancang 22 individu/ha, semai 1371,

stasiun pengamatan Nununamat (Nu) pancang 28 individu/ha, semai 1582 individu/ha, stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) pancang 35 individu/ha, semai 990 individu/ha, stasiun pengamatan

Oinbit (Oi) pancang 58 individu/ha, semai 2950 individu/ha, stasiun pengamatan Tetaf (Te) pancang 35 individu/ha, semai 982 individu/ha, stasiun pengamatan Karang Siri (Ks) pancang 31

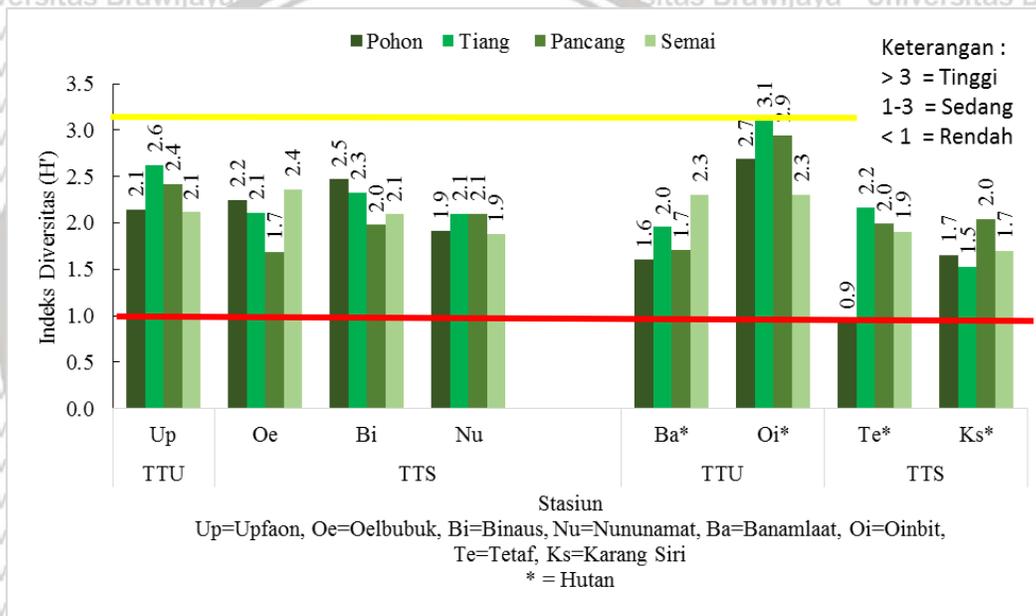
individu/ha, semai 263 individu/ha.



Gambar 25. Kerapatan jenis vegetasi pancang dan semai di lokasi penelitian. Keterangan: TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

Berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Winner (Gambar 26) diversitas spesies vegetasi di habitat cendana yang memiliki diversitas tinggi terdapat di hutan cendana Oinbit (Oi) dengan nilai $H' = 3,1$ yang menandakan bahwa pada stasiun pengamatan Oinbit memiliki tingkat keanekaragaman spesies yang tergolong tinggi dibandingkan dengan stasiun pengamatan lain di hutan cendana. Hal ini disebabkan karena stasiun pengamatan Oinbit (Oi) memiliki jumlah plot pengamatan yang lebih banyak dan lokasi nya di hutan sehingga dPertanyaan banyak vegetasi dibandingkan dengan stasiun pengamatan lainnya. Oleh karena itu, stasiun pengamatan Oinbit

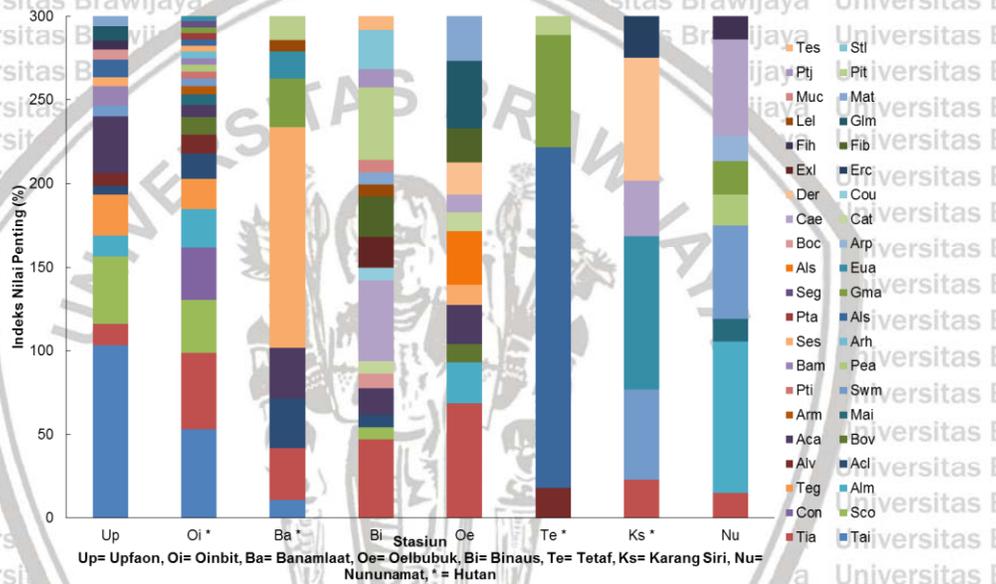
perlu terus dijaga dan dipertahankan vegetasinya agar dapat berkontribusi positif terhadap kualitas pertumbuhan cendana. Sedangkan indeks diversitas spesies vegetasi di kebun cendana pada empat (4) stasiun pengamatan yaitu Upfaon (Up), Oelbubuk (Oe), Binaus (Bi) dan Nununamat (Nu) umumnya sama yaitu pada level sedang dengan nilai H' berkisar 1,5 – 2,9. Indeks diversitas spesies vegetasi yang terendah terdapat di stasiun pengamatan Tetaf (Te) dengan nilai H' =0,9. Hal ini diasumsikan karena di lokasi stasiun pengamatan Tetaf (Te) terletak dekat dengan pemukiman penduduk, banyak bangunan sipil (rumah), serta adanya jalan raya utama trans Timor Barat dengan Timor Leste yang menyebabkan banyak pohon yang ditebang (tidak ada).



Gambar 26. Nilai diversitas spesies vegetasi yang dipertanyakan di lokasi penelitian. Keterangan: TTU= Timor Tengah Utara, TTS= Timor Tengah Selatan.

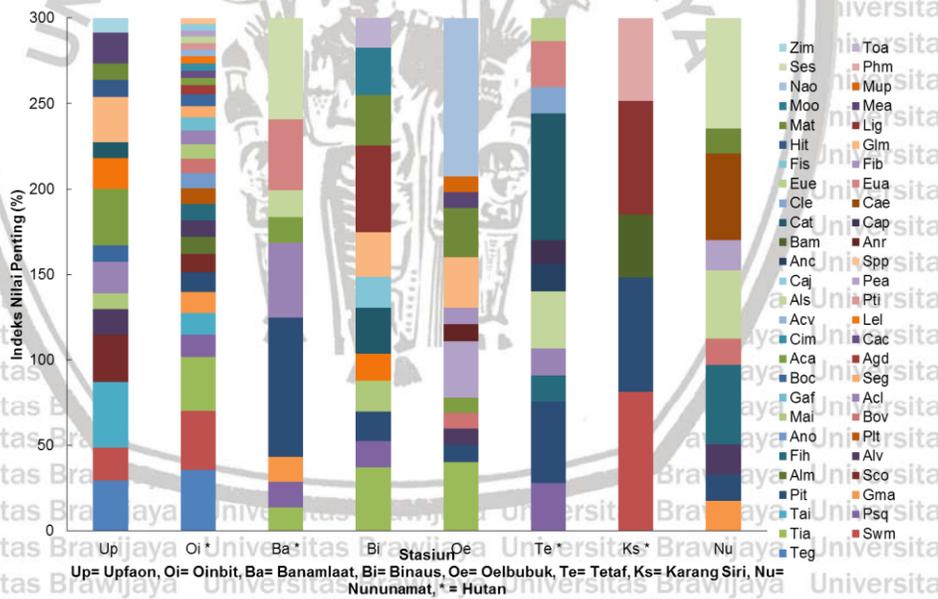
Berdasarkan perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) pohon (Gambar 27), menunjukkan bahwa stasiun pengamatan yang memiliki indeks nilai penting tinggi terdapat di stasiun pengamatan hutan Oinbit (Oi) dengan spesies yang bervariasi dan tingkat penguasaan yang merata semua spesies jika dibandingkan dengan stasiun pengamatan lainnya. Hasil perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi pohon stasiun pengamatan Upfaon (Up) menunjukkan bahwa spesies yang memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu *Tamarindus indica* L. (103,1 %), terendah yaitu *Senna siamea* LAMK. (5,20 %) dan *Ficus hispida* L.f. (5,2 %). Pada stasiun pengamatan Oinbit (Oi) terdapat ko-dominasi antara spesies *Tamarindus indica* L. (53,04 %) dan *Timonius amboinicus* Boerl (45,56 %). Pada stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) spesies yang memiliki INP

tertinggi adalah Johar (*Senna siamea*) LAMK. (132,16 %). Pada stasiun pengamatan Binaus (Bi) terdapat ko-dominasi spesies yang memiliki INP tertinggi yaitu *Casuarina equisetifolia* (48,54 %) dan *Timonius amboinicus* Boerl (46,88). Pada stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) spesies yang memiliki INP tertinggi adalah *Timonius amboinicus* Boerl (68,53 %). Stasiun pengamatan Tetaf (Te) spesies yang memiliki INP tertinggi adalah *Alstonia scholaris* (L.) R.Br. (203,85 %). Stasiun pengamatan Karang Siri (Ks) spesies yang memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu *Eucalyptus alba* Rein.ex Blume (91,88 %) sedangkan stasiun pengamatan Nununamat (Nu) indeks nilai penting yaitu *Aleurites moluccanus* (90,18 %).



Gambar 27. Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi pohon yang dPertanyakan di lokasi penelitian. Keterangan: Tes=*Tecoma stans* (L.) Juss.ex Kunth., Ptj= *Pterospermum javanicum* Jungh., Muc= *Muntingia calabura* L., Lel= *Leucaena leucochepala* (Lam.) de Wit, Fih= *Ficus hispida* L.f., Exl= *Exocarpus latifolia* R.Br, Der= *Delonix regia* Rafin, Caе= *Casuarina equisetifolia*, Boc= *Bombax ceiba* L., Als= *Alstonia scholaris* (L.) R.Br., Seg= *Sesbania grandiflora*, Pta= *Pterospermum acerifolium*, Ses= *Senna siamea* LAMK., Bam= *Bauhunia malabarica* Roxb., Pti= *Pterocarpus indicus* Willd., Arm= *Archiaston musamma*, Aca= *Acacia auriculiformis* A.Cunn ex Benth, Alv= *Alstonia villosa* Blume, Teg= *Tectona grandis* L., Con= *Cocos nucifera* L., Tia= *Timonius amboinicus* Boerl, Stl= *Strychnos lucida* R.Br., Pit= *Pittosporum timorence* Blume, Mat= *Macaranga tanarius*, Glm= *Gliricidia maculata* H. B. & K., Fib= *Ficus benjamina* L., Erc= *Erithrina crista-galli* L., Cou= *Corypha utan*, Cat= *Calliandra tetragona* Meissn., Arp= *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr., Eua= *Eucalyptus alba* Rein.ex Blume, Gma= *Gmelina arborea* Roxb, Arh= *Artocarpus heterophyllus* Lamk., Pea= *Persea Americana*, Swm= *Swietenia mahagoni* L., Mai= *Mangifera indica*, L, Bov= *Bombax valetonii* Hochr., Acl= *Acacia leucophloea* (Roxb.) Willd., Alm= *Aleurites moluccanus*, Sco= *Schleichera oleosa* (Lour.) Oken, Tai= *Tamarindus indica* L.

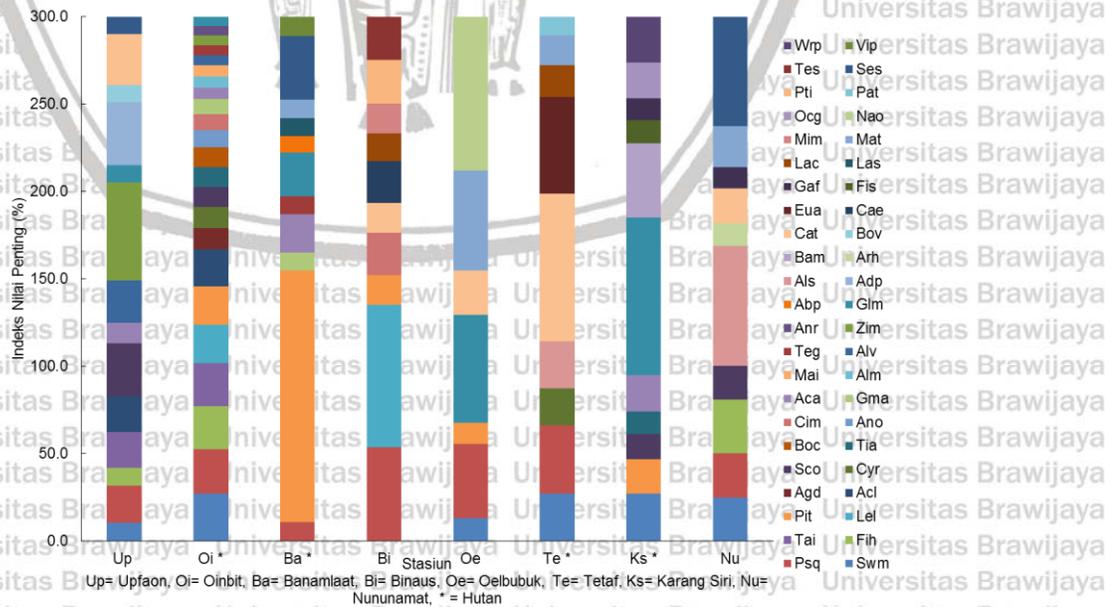
Berdasarkan indeks nilai penting (INP) tiang (Gambar 28), terlihat bahwa stasiun Upfaon terdapat ko-dominasi spesies yaitu *Tamarindus indica* L. (38,2 %) dan *Acacia auriculiformis* A.Cunn ex Benth. (33,3 %). Pada stasiun pengamatan Oinbit (Oi) terdapat spesies ko-dominan juga *Tectona grandis* L. (35,6 %) dan *Swietenia mahagoni* L. (34,6 %). Stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) didominasi oleh *Pittosporum timorence* Blume (81,1 %). Stasiun pengamatan Binaus (Bi) INP tertinggi yaitu *Litsea glutinosa* (Lour.) C.B. Rob. (50,5 %). Stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) indeks nilai penting spesies yang tertinggi yaitu *Nauclea orientalis* (L.) L., (92,8 %). Stasiun Tetaf (Te) dan Karang Siri (Ks) spesies yang memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu *Calliandra tetragona* Meissn. (74,3 %) dan *Swietenia mahagoni* L. (81,3 %). Sedangkan stasiun pengamatan Nununamat (Nu) terdapat ko-dominan spesies yaitu *Senna siamea* LAMK. (64,8 %) dan *Casuarina equisetifolia* (50,6 %). Indeks Nilai Penting merupakan salah satu parameter yang sangat penting yang dapat memberikan gambaran tentang peranan suatu spesies dalam komunitasnya (Sundarapandian, *et.al.*, 2000).



Gambar 28. Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi tiang di lokasi penelitian. Keterangan: Zim= *Zizyphus mauritiana* Lam., Ses= *Senna siamea* LAMK., Nao= *Nauclea orientalis* (L.) L., Moo= *Moringa oleifera*, Mat= *Macaranga tanarius*, Hit= *Hibiscus tiliaceus* L., Fis= *Ficus septica* Burm. f., Eue= *Eucalyptus alba* Rein.ex Blume, Cle= *Clausena excavata* Burm f., Cat= *Calliandra tetragona* Meissn., Bam= *Bauhinia malabarica* Roxb., Anc= *Ananas comosus* (L.) Merr., Caj= *Cassia javanicus* subsp.pubiflora (Merr.) K. Larsen, Als= *Alstonia scholaris* (L.) R.Br., Acv= *Acacia villosa* (Sw.) Willd., Cim= *Citrus macroptera* Montr., Aca= *Acacia auriculiformis* A.Cunn ex Benth, Boc= *Bombax ceiba* L., Gaf= *Garuga floribunda* Decne, Mai= *Mangifera indica*, L, Ano= *Anacardium occidentale* L.m, Fih= *Ficus hispida* L.f., Alm= *Aleurites moluccanus*, Pit= *Pittosporum timorence* Blume, Tai= *Tamarindus indica* L., Tia= *Timonius amboinicus* Boerl, Teg= *Tectona grandis* L., Toa= *Toddalia asiatica* (L.) Lam., Phm= *Phyllanthus*

microcarpus (Benth.) Müll.Arg., Mup= *Murraya paniculata* (L.) Jack, Mea= *Melia azedarach* L., Lig= *Litsea glutinosa* (Lour.) C.B. Rob., Glm= *Gliricidia maculata* H. B. & K., Fib= *Ficus benjamina* L., Eua= *Eucalyptus alba* Rein.ex Blume, Cae= *Casuarina equisetifolia*, Cap= *Carica papaya* L., Anr= *Anona reticulata* L., Spp= *Spondias pinnata* (L.F.) Kurz, Pea= *Persea Americana*, Pti= *Pterocarpus indicus* Willd., Lel= *Leucaena leucochepala* (Lam.) de Wit, Cac= *Calliandra calothyrsus*, Agd= *Agathis dammara* (Lamb.) Rich., Seg= *Sesbania grandiflora*, Acl= *Acacia leucophloea* (Roxb.) Willd., Bov= *Bombax valetonii* Hochr., Plt= *Pleiogynium timoriensis* (DC.) Leenh., Alv= *Alstonia villosa* Blume, Sco= *Schleichera oleosa* (Lour.) Oken, Gma= *Gmelina arborea* Roxb, Psq= *Psidium quajava* L., Swm= *Swietenia mahagoni* L.

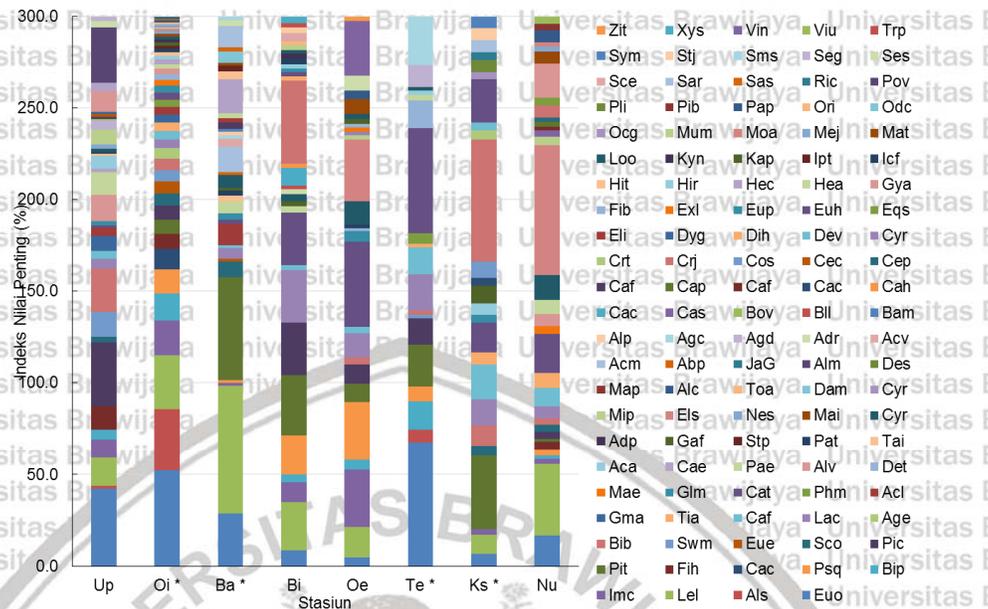
Hasil perhitungan indeks nilai penting (INP) pancang (Gambar 29), stasiun pengamatan kebun Upfaon, indeks nilai penting tertinggi yaitu *Zizyphus mauritiana* Lam. (56,1 %). Stasiun pengamatan Oinbit (Oi) terdapat ko-dominan spesies yaitu *Swietenia mahagoni* L. (26,9 %) dan *Psidium quajava* L. (25,5 %). Stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) indeks nilai penting tertinggi yaitu *Pittosporum timorence* Blume (144,0 %). Stasiun pengamatan Binaus (Bi) INP tertinggi yaitu *Leucaena leucochepala* (Lam.) de Wit (81,4 %). Stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) indeks nilai penting tertinggi yaitu *Nauclea orientalis* (L.) L., (88,0 %). Pada stasiun pengamatan Tetaf (Te) dan Karang Siri (Ks), spesies yang memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu *Calliandra tetragona* Meissn. (84,6 %) dan *Gliricidia maculata* H. B. & K. (90,4 %). Sedangkan stasiun pengamatan Nununamat (Nu) terdapat ko-dominan spesies yaitu *Alstonia scholaris* (L.) R.Br. (68,6 %) dan *Senna siamea* LAMK. (62,7 %).



Gambar 29. Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi pancang di lokasi penelitian. Keterangan: Wrp= *Wrightia pubescens*, Tes= *Tecoma stans* (L.) Juss.ex Kunth., Pti= *Pterocarpus indicus* Willd., Ocg=

Ochroma grandiflorum, Rowlee, Mim= *Micromelum minutum* Wight & Arn., Lac= *Lantana camara* L.,
Gaf= *Garuga floribunda* Decne, Eua= *Eucalyptus alba* Rein.ex Blume, Cat= *Calliandra tetragona* Meissn.,
Bam= *Bauhinia malabarica* Roxb., Als= *Alstonia scholaris* (L.) R.Br., Abp= *Abrus precatorius* L., Anr=
Anona reticulata L., Teg= *Tectona grandis* L., Mai= *Mangifera indica*, L, Aca= *Acacia auriculiformis*
A.Cunn ex Benth, Cim= *Citrus macroptera* Montr., Boc= *Bombax ceiba* L., Sco= *Schleichera oleosa*
(Lour.) Oken, Agd= *Agathis dammara* (Lamb.) Rich., Pit= *Pittosporum timorence* Blume, Tai=
Tamarindus indica L., Psq= *Psidium quajava* L., Vip= *Vitex pinnata* L., Ses= *Senna siamea* LAMK., Pat=
Paramignya trimera (Oliv.) Burkill, Nao= *Nauclea orientalis*, L., Mat= *Macaranga tanarius*, Las=
Lagerstroemia speciosa L., Fis= *Ficus septica* Burm. f., Cae= *Casuarina equisetifolia*, Boy= *Bombax*
valetonii Hochr, Arh= *Artocarpus heterophyllus* Lamk., Adp= *Adenanthera pavonia* L., Glm= *Gliricidia*
maculata H. B. & K., Zim= *Zizyphus mauritiana* Lam., Alv= *Alstonia villosa* Blume, Alm= *Aleurites*
moluccanus, Gma= *Gmelina arborea* Roxb, Ano= *Anacardium occidentale* L., Tia= *Timonius amboinicus*
Boerl, Cyr= *Cyperus rotundus*, Acl= *Acacia leucophloea* (Roxb.) Willd., Lel= *Leucaena leucocephala*
(Lam.) de Wit, Fih= *Ficus hispida* L.f., Swm= *Swietenia mahagoni* L.

Hasil perhitungan indeks nilai penting (INP) semai (Gambar 30), stasiun Upfaon spesies yang memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu *Eupatorium odoratum* L.f. (42,4 %) dan *Piper caninum* Blume. (35,0 %). Stasiun pengamatan Oinbit (Oi) terdapat spesies ko-dominan yaitu *Eupatorium odoratum* L.f. (52,3 %) dan *Alstonia scholaris* (L.) R.Br. (33,4 %). Stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) didominasi oleh *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (69,8 %) dan *Pittosporum timorence* Blume (56,3 %). Pada Stasiun pengamatan Binaus (Bi) INP tertinggi yaitu *Crotalaria juncea* L. (45,2 %). Stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) indeks nilai penting spesies yang tertinggi yaitu *Calliandra tetragona* Meissn. (46,4 %). Stasiun Tetaf (Te) dan Karang Siri (Ks) ada dua spesies yang memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu *Eupatorium odoratum* L.f. (76,3 %) dan *Crotalaria juncea* L. (66,9 %). Sedangkan stasiun pengamatan Nununamat (Nu) spesies yang memiliki indeks nilai penting tertinggi yaitu *Elephantopus scaber* L. (70,8 %).

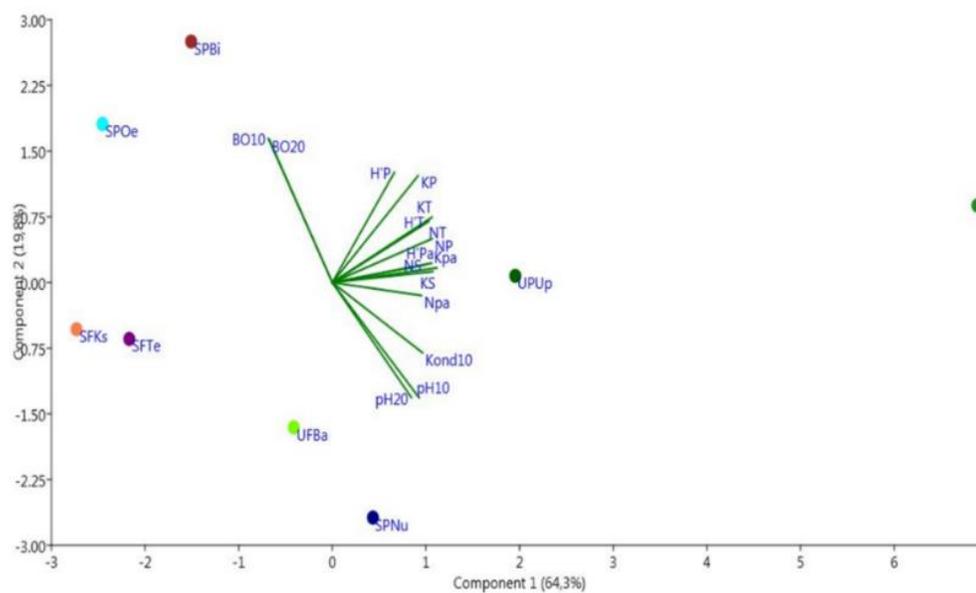


Gambar 30. Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi semai di lokasi penelitian. Keterangan: Zit= *Zizyphus timorensis* DC, Sym= *Syzygium malaccense* R.Br. ex Gaerth., Sce= *Schefflera elliptica*, Pli= *Plucea indica* L., Ocg= *Ochroma grandiflorum*, Loo= *Lourea obcordata* Desv., Hit= *Hibiscus tiliaceus* L., Fib= *Ficus benjamina* L., Eli= *Eleusine indica* (L) Gaertn, Crt= *Croton tiglium* L., Caf= *Cassytha filiformis* L., Cac= *Cajanus cajan* L., Alp= *Albizia procera* Benth., Acm= *Acacia mangium* Willd., Map= *Mallotus philippinensis* Müll.Arg., Mim= *Micromelum minutum* Wight & Arn., Adp= *Adenanthera pavonia* L., Aca= *Acacia auriculiformis* A.Cunn ex Benth, Mae= *Manihot esculenta*, Gma= *Gmelina arborea* Roxb, Bib= *Bidens biternata* (Lour.) Scherff., Pit= *Pitosporum timorence* Blume, Imc= *Imperata cylindrica* Beauv., Xys= *Xylosma sumatranum*, Stj= *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl, Sar= *Salvia riparia* Kunth., Pib= *Piper betle* L., Mum= *Murdania malabarica* (L.) Bruckn, Kyn= *Kylingga nemoralis*, Hir= *Hibiscus rosa-sinensis* L., Exl= *Exocarpus latifolia* R.Br, Dyg= *Dysosylum gaudichaudianum* (A.Juss.) Miq., Crj= *Crotalaria juncea* L., Cap= *Carica papaya* L., Cas= *Caesalpinia sappan* L., Agc= *Ageratum conyzoides* L., Abp= *Abrus precatorius* L., Alc= *Allamanda cathartica*, Els= *Elephantopus scaber* L., Gaf= *Garuga floribunda* Decne, Cae= *Casuarina equisetifolia*, Glm= *Gliricidia maculata* H. B. & K., Tia= *Timonius amboinicus* Boerl, Swm= *Swietenia mahagoni* L., Fih= *Ficus hispida* L.f., Lel= *Leucaena leucochepala* (Lam.) de Wit, Vin= *Vitex negundo* L., Sms= *Smilax* sp., Sas= *Salacia* sp., Pap= *Pannisetum purpureum* Schumach., Moa= *Morus alba* L., Kap= *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers., Hec= *Heteropogon contortus* (L.) Beauv.ex. L. & S., Eup= *Euphorbia prunifolia* Jacq., Dih= *Dioscorea hispida* Dennst., Cos= *Cordia subcordata* Lam., Caf= *Capsicum frutescens* L., Bov= *Bombax valetonii* Hochr., Agd= *Agathis dammara* (Lamb.) Rich., Jag= *Jatropha gossypifolia* L., Toa= *Toddalia asiatica* (L.) Lam., Nes= *Nealsomitra sacrophylla*, Stp= *Sterculia pupolifolia*, Pae= *Passiflora edulis*, Cat= *Calliandra tetragona* Meissn., Caf= *Capsicum frutescens* L., Eua= *Canavalia ensiformis* L., Eugenia educa, Burn, Cac= *Cajanus cajan* L., Als= *Alstonia scholaris* (L.) R.Br., Viu= *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi, Seg= *Sesbania grandiflora*, Ric= *Ricinus communis* L., Ori= *Oroxylum indicum*, Mej= *Melochia javanica*, Ipt= *Ipomea triloba* L., Hea= *Helianthus annuus* L., Euh= *Euphorbia hirta* L., Dev= *Desmanthus virgatus* L. Willd., Cec= *Celosia cristata* L., Cac= *Calliandra calothyrsus*, Bll= *Blumea lacera* (Burn.f.) DC., Adr= *Adiantum raddianum* C.Presl, Alm= *Aleurites moluccanus*, Dam= *Datura metel*, Mai= *Mangifera indica*, L, Pat= *Paramignya trimer*a (Oliv.) Burkill, Alv= *Alstonia villosa* Blume, Phm= *Phyllanthus microcarpus* (Benth.) Müll.Arg., Lac= *Lantana camara* L., Sco= *Schleichera oleosa* (Lour.) Oken, Psq= *Psidium quajaya* L., Euo= *Eupatorium odoratum* L.f., Trp= *Tridax procumbens* L., Ses= *Senna siamea* LAMK., Pov= *Portulaca villosa* Cham., Odc= *Odontonema cuspidatum*, Mat= *Macaranga tanarius*, Icf= *Ichnocarpus frutescens* (L.) W.T. Aiton, Gya= *Gyrocarpus americanus*, Eqs= *Equisetum* sp., Cyr= *Cyperus rotundus*, Cyr= *Cycas rumpii* Miq., Tai= *Tamarindus indica* L., Det= *Derris trifoliata*, Acl= *Acacia leucophloea* (Roxb.) Willd., Age= *Aglaiia elaeagnoides*, Pic= *Piper caninum* Blume., Bip= *Bidens pilosa* Linn. Up= Upfaon, Oi= Oinbit, Ba= Banamlaat, Bi= Binaus, Oe= Oelbubuk, Te= Tetaf, Ks= Karang Siri, Nu= Nununamat.

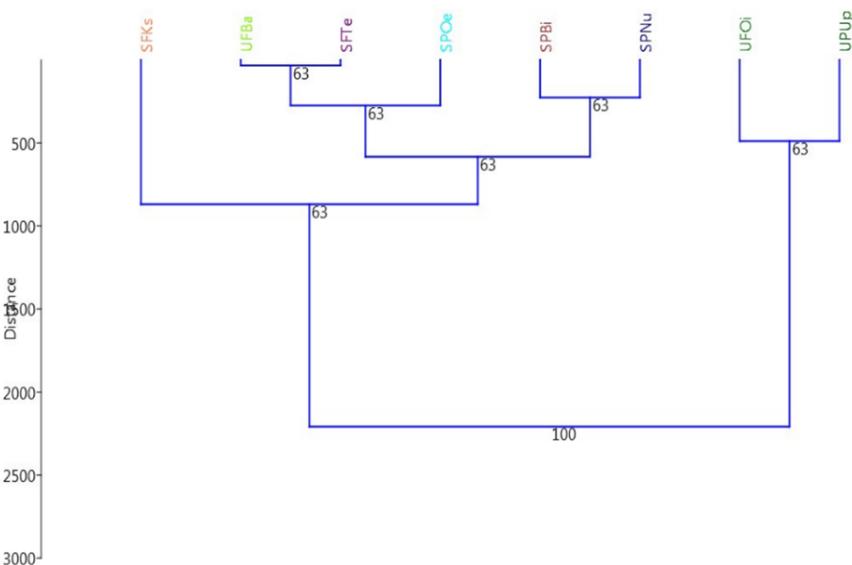
3.4.4.2 *Principal component analysis* (PCA) interaksi kualitas vegetasi, populasi cendana dan faktor abiotik di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTS dan TTU.

Hasil Analisis PCA interaksi kualitas vegetasi, populasi cendana dan faktor abiotik menghasilkan dua komponen utama yang penting (Gambar 31). Komponen utama pertama memiliki nilai variansi sebesar 64,3 %. Komponen utama kedua memiliki nilai variansi sebesar 19,8 %. Dengan demikian kontribusi gabungan (kumulatif) interaksi kualitas vegetasi, populasi cendana, faktor abiotik yang diukur terhadap pembentukan dua komponen utama adalah sebesar 84,1 %. Pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan analisis biplot untuk interaksi kualitas vegetasi, populasi cendana, dan faktor abiotik seluruh stasiun pengamatan menunjukkan bahwa pengelompokan stasiun pengamatan terbagi menjadi 5 (lima) *group*. *Group* pertama yaitu stasiun pengamatan Binaus (Bi) dan Oelbubuk (Oe) yang dicirikan oleh nilai kekayaan taksa pohon, tiang, pancang, kerapatan pohon, tiang, indeks diversitas pohon, tiang, pancang, nilai bahan organik tanah pada kedalaman 10 dan 20 cm; *group* kedua yaitu stasiun pengamatan Karang Siri (Ks) dan Tetaf (Te) yang dicirikan oleh kerapatan vegetasi pancang, semai dan kekayaan semai; *group* ketiga yaitu stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) dan Nununamat (Nu) yang dicirikan oleh nilai faktor abiotik konduktivitas tanah (10 cm), pH tanah kedalaman (10 dan 20 cm); *group* keempat yaitu stasiun pengamatan Upfaon (Up) yang dicirikan oleh kerapatan vegetasi semai, kekayaan semai, kekayaan pancang, dan kerapatan pancang sedangkan *group* kelima yaitu stasiun pengamatan Oinbit (Oi) dicirikan oleh variabel kekayaan semai, kerapatan semai, indeks diversitas tiang.

Hasil analisis *cluster* dengan menggunakan indeks jarak *Euclidean* menunjukkan bahwa 8 stasiun pengamatan terbagi menjadi lima *group* dan berada pada kisaran nilai diatas 63. *Group* pertama yaitu stasiun pengamatan Karang Siri (Ks), *group* kedua terdiri dari dua stasiun pengamatan yaitu Banamlaat (Ba) dan Tetaf (Te), *group* ketiga yaitu stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe), *group* keempat terdiri dari dua stasiun pengamatan yaitu Binaus (Bi) dan Nununamat (Nu), *group* kelima diwakili oleh dua stasiun pengamatan juga yaitu Oinbit (Oi) dan Upfaon (Up) (Gambar 32). Hasil Analisis PCA interaksi faktor abiotik menghasilkan dua komponen utama yang penting (Gambar 33). Komponen utama pertama memiliki nilai variansi sebesar 80,18 %. Komponen utama kedua memiliki nilai variansi sebesar 11,6 %. Dengan demikian kontribusi gabungan (kumulatif) interaksi semua faktor abiotik yang diukur terhadap pembentukan dua komponen utama adalah sebesar 91,78 %.

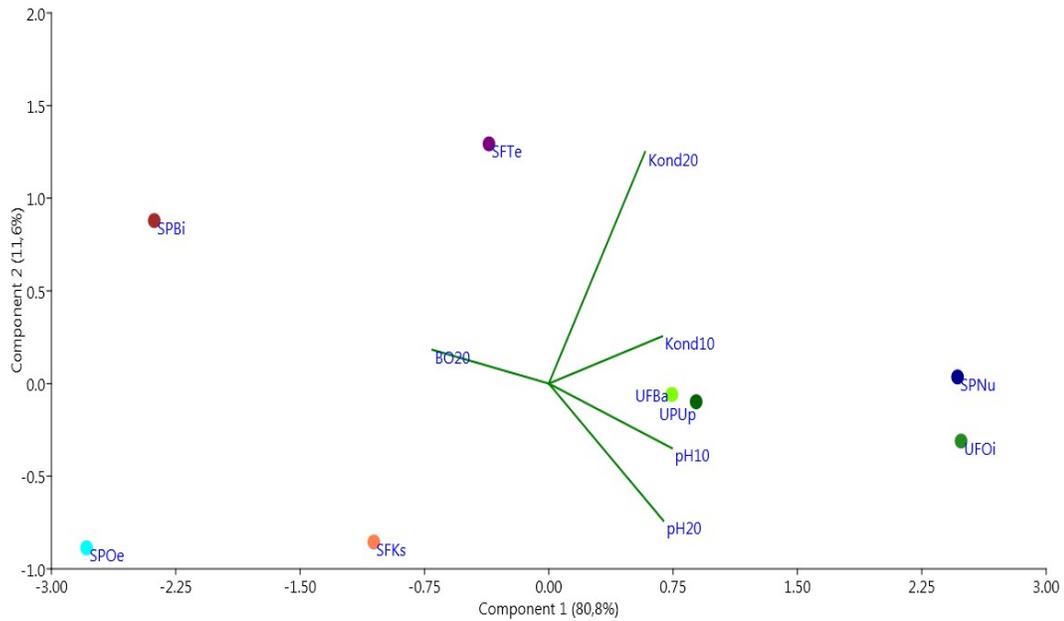


Gambar 31. Analisis biplot kekayaan, kerapatan dan indeks diversitas seluruh taksa dengan faktor abiotik di lokasi penelitian. Keterangan: UPUp= kebun Upfaon, UFOi= hutan Oinbit, UFBa= hutan Banamlaat, SPBi= kebun Binaus, SPOe= kebun Oelbubuk, SPNu= kebun Nununamat, SFTe= hutan Tetaf, SFKs= hutan Karang Siri.

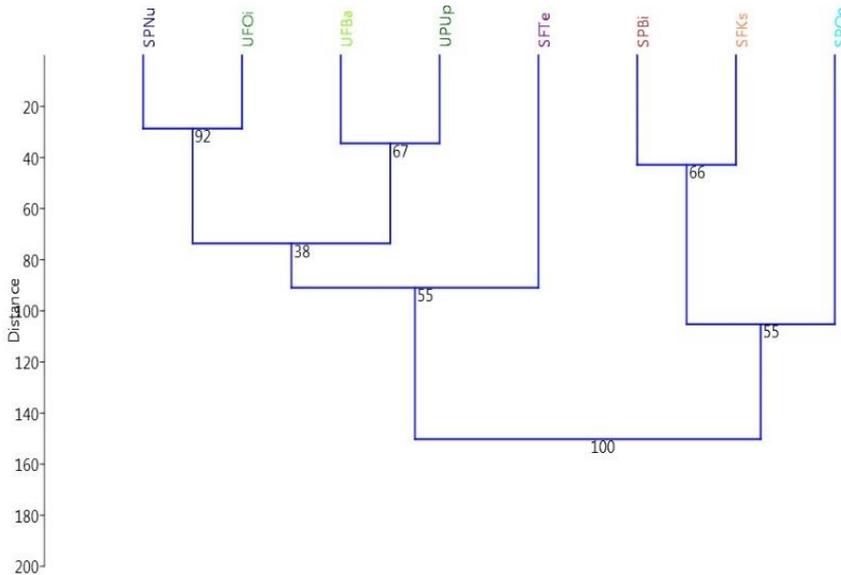


Gambar 32. Analisis cluster kekayaan, kerapatan dan indeks diversitas seluruh taksa dengan faktor abiotik di lokasi penelitian. Keterangan: UPUp= kebun Upfaon, UFOi= hutan Oinbit, UFBa= hutan Banamlaat, SPBi= kebun Binaus, SPOe= kebun Oelbubuk, SPNu= kebun Nununamat, SFTe= hutan Tetaf, SFKs= hutan Karang Siri.

Pengelompokan stasiun pengamatan berdasarkan analisis biplot untuk interaksi semua faktor abiotik pada 8 (delapan) stasiun pengamatan (Gambar 33) menunjukkan bahwa pengelompokan stasiun pengamatan terbagi menjadi lima *group*. *Group* pertama yaitu stasiun pengamatan Nununamat (Nu) dan Oinbit (Oi) yang dicirikan oleh kesamaan nilai bahan organik tanah pada kedalaman 10 cm, konduktivitas tanah (10 cm), pH tanah (10-20 cm); *group* kedua yaitu stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) dan Upfaon (Up) yang dicirikan oleh kesamaan nilai bahan organik (10 cm), konduktivitas tanah (10 cm); *group* ketiga yaitu stasiun pengamatan Tetaf (Te) yang dicirikan oleh nilai faktor abiotik konduktivitas tanah (20 cm); *group* ke empat yaitu stasiun pengamatan Binaus (Bi) dan Karang Siri (Ks) yang dicirikan oleh kesamaan nilai konduktivitas tanah (20 cm), pH tanah (20 cm) sedangkan *group* ke lima yaitu stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) dicirikan oleh nilai pH tanah (20 cm). Hasil analisis *cluster* dengan menggunakan indeks jarak *Euclidean* menunjukkan bahwa 8 stasiun pengamatan terbagi menjadi lima *group* dan berada pada kisaran nilai diatas 55 (Gambar 34). *Group* pertama meliputi dua stasiun yaitu stasiun pengamatan Nununamat (Nu) dan Oinbit (Oi), *group* kedua terdiri dari dua stasiun pengamatan yaitu Banamlaat (Ba) dan Upfaon (Up), *group* ketiga yaitu stasiun pengamatan Tetaf (Te), *group* keempat terdiri dari dua stasiun pengamatan yaitu Binaus (Bi) dan Karang Siri (Ks), *group* kelima diwakili oleh stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe).



Gambar 33. Analisis biplot pengelompokkan stasiun pengamatan berdasarkan interaksi semua faktor abiotik di lokasi penelitian. Keterangan: UPU= kebun Upfaon, UFOi= hutan Oinbit, UFBa= hutan Banamlaat, SPBi= kebun Binaus, SPOe= kebun Oelbubuk, SPNu= kebun Nununamat, SFTe= hutan Tetaf, SFKs= hutan Karang Siri.

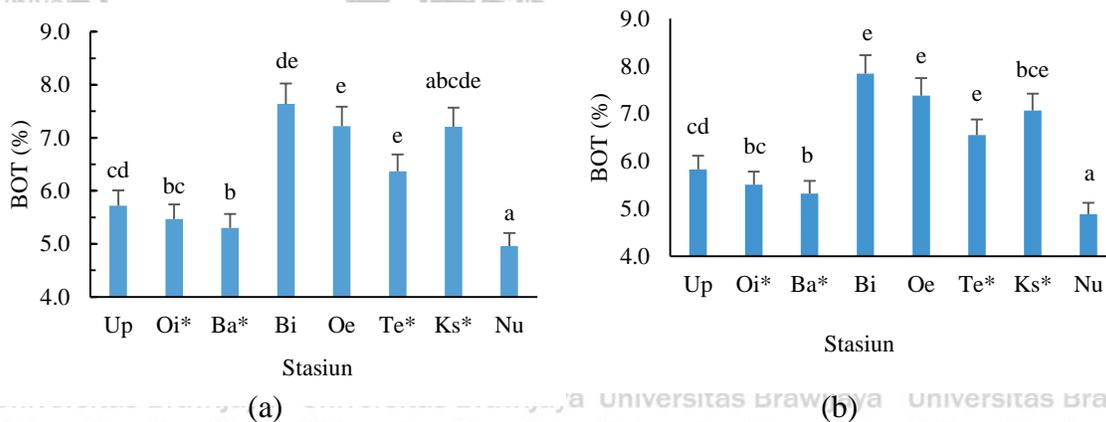


Gambar 34. Analisis cluster pengelompokkan stasiun pengamatan berdasarkan kualitas interaksi semua faktor abiotik di lokasi penelitian. Keterangan: UPU= kebun Upfaon, UFOi= hutan Oinbit, UFBa= hutan Banamlaat, SPBi= kebun Binaus, SPOe= kebun Oelbubuk, SPNu= kebun Nununamat, SFTe= hutan Tetaf, SFKs= hutan Karang Siri.

3.4.4.3 Interaksi kualitas habitat cendana di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTS dan TTU berdasarkan sifat fisika dan kimia

Hasil pengukuran interaksi kualitas habitat cendana berdasarkan sifat fisika dan kimia di hutan dan kebun masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Timor Tengah Utara (TTU) umumnya sangat bervariasi. Hasil pengamatan kualitas habitat cendana berdasarkan sifat fisika kimia komponen kandungan bahan organik tanah (BOT) pada kedalaman tanah (10 cm) menunjukkan bahwa rata-rata nilai bahan organik tanah pada 8 (delapan) stasiun pengamatan berkisar antara 5,0-7,6 %. Kandungan bahan organik tanah yang paling tinggi terdapat pada stasiun pengamatan Binaus (Bi) sebesar 7,6 % dan terendah terdapat pada stasiun pengamatan Nununamat (Nu) yaitu 5,0 % (Gambar 35a).

Hasil uji beda nyata ANOVA dan dilanjutkan dengan *Games Howell test* ($P < 0.05$) berdasarkan kandungan bahan organik tanah (BOT) mengindikasikan bahwa bahan organik tanah antar stasiun pengamatan berbeda nyata. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) berbeda nyata dengan Banamlaat (Ba), Binaus (Bi), Oelbubuk (Oe), Tetaf (Te) dan Nununamat (Nu), namun tidak beda nyata dengan Oinbit (Oi) dan Karang Siri (Ks).



Gambar 35. Nilai rata-rata BOT a) kedalaman tanah 10cm, b) kedalaman tanah 20cm. Diagram batang yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji beda nyata Anova dilanjutkan dengan *Games Howell test* ($P < 0.05$). Keterangan: Up: Upfaon, Oi: Oinbit, Ba: Banamlaat, Bi: Binaus, Oe: Oelbubuk, Te: Tetaf, Ks: Karang Siri, Nu: Nununamat, *= hutan.

Hasil pengamatan kualitas habitat cendana berdasarkan sifat fisika kimia komponen kandungan Bahan Organik Tanah (BOT) pada kedalaman tanah (20 cm) menunjukkan bahwa rata-

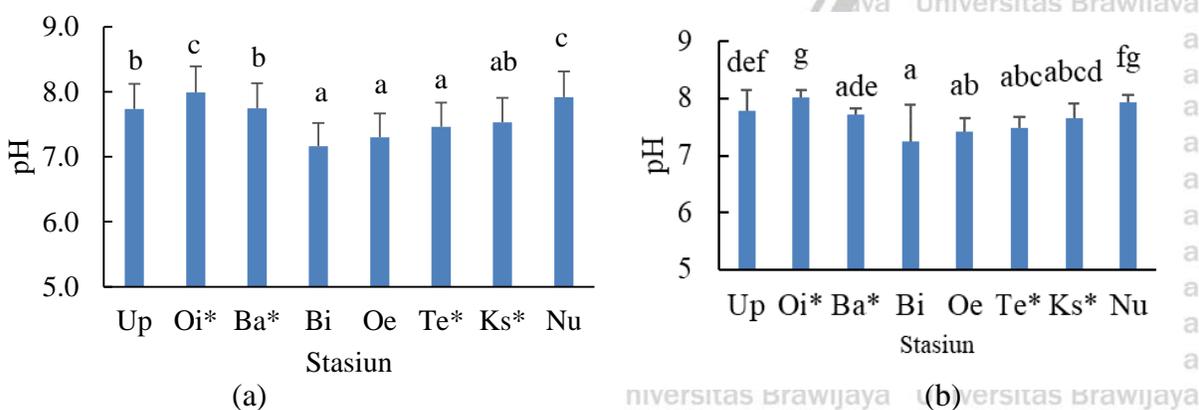
rata nilai bahan organik tanah pada 8 (delapan) stasiun pengamatan berkisar antara 4,8-7,8 %. Kandungan bahan organik tanah yang paling tinggi terdapat pada stasiun pengamatan Binaus (Bi)

sebesar 7,8 % dan terendah terdapat pada stasiun pengamatan Nununamat (Nu) yaitu 4,8 % (Gambar 35b). Hasil uji beda nyata ANOVA dan dilanjutkan dengan *Games Howell test* ($P < 0.05$)

berdasarkan kandungan bahan organik tanah (BOT) mengindikasikan bahwa bahan organik tanah antar stasiun pengamatan tidak menunjukkan variasi yang tinggi. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) tidak berbeda nyata dengan Oinbit (Oi) dan Karang Siri (Ks), namun beda nyata dengan Banamlaat (Ba), Binaus (Bi), Oelbubuk (Oe), Tetaf (Te) dan Nununamat (Nu).

Hasil pengamatan kualitas habitat cendana berdasarkan pengukuran pH tanah menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH tanah di lokasi penelitian kedalaman tanah (10 cm) berkisar antara 7,2 – 8,0. Kisaran pH tersebut tergolong dalam pH netral sampai basa. Kisaran pH tanah umumnya dipengaruhi oleh proses dekomposisi tanah dan keadaan lingkungan sekitar. Nilai pH tanah juga berpengaruh pada ketersediaan nutrisi bagi tumbuhan yang selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan (Bhargavi, *et al.* 2011).

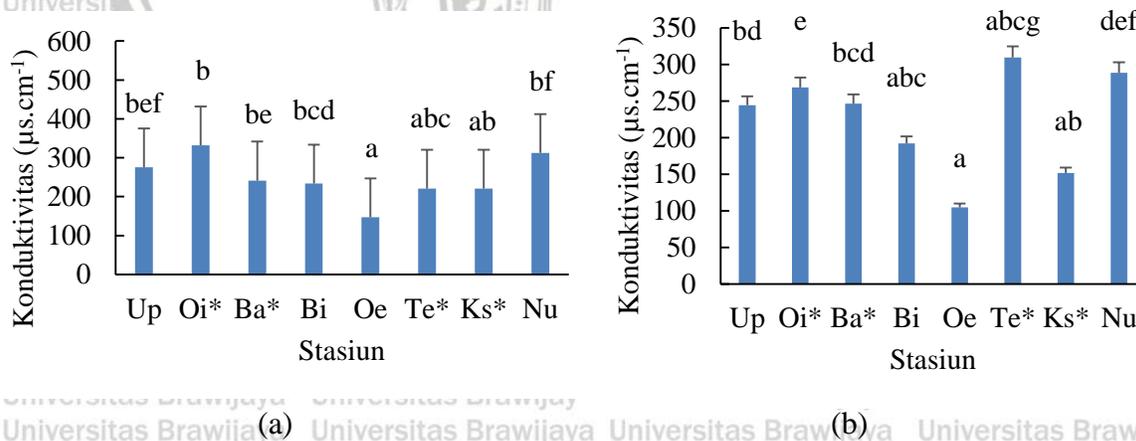
Berdasarkan uji ANOVA yang dilanjutkan dengan uji *Games-Howell*, menunjukkan bahwa nilai pH tanah (Gambar 36a) antar stasiun pengamatan sangat bervariasi dan berbeda nyata antar beberapa stasiun pengamatan. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) berbeda nyata dengan Oinbit (Oi), Binaus (Bi), Oelbubuk (Oe), Tetaf (Te) dan Nununamat (Nu) namun tidak ada perbedaan nyata dengan Banamlaat (Ba) dan Karang Siri (Ks).



Gambar 36. Nilai rata-rata pH kedalaman tanah a) 10cm b) 20cm di lokasi penelitian. Diagram batang yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji beda nyata Anova dilanjutkan dengan *Games Howell test* ($P < 0.05$). Keterangan: Up: Upfaon, Oi: Oinbit, Ba: Banamlaat, Bi: Binaus, Oe: Oelbubuk, Te: Tetaf, Ks: Karang Siri, Nu: Nununamat, *= hutan.

Hasil pengukuran kandungan pH tanah menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH tanah dilokasi penelitian pada kedalaman tanah (20 cm) berkisar antara 7,2 – 8,0 (Gambar 36b). Kisaran pH tersebut tergolong dalam pH netral sampai basa. Berdasarkan uji ANOVA yang dilanjutkan dengan uji *Games-Howell*, menunjukkan bahwa nilai pH tanah antar stasiun pengamatan tidak berbeda nyata. Stasiun pengamatan Banamlaat (Ba) tidak berbeda nyata dengan Upfaon (Up), Binaus (Bi), Oelbubuk (Oe), Tetaf (Te) dan Karang Siri (Ks). Namun berbeda nyata dengan Oinbit (Oi) dan Nununamat (Nu). Hal ini lah yang menyebabkan tidak adanya variasi pertumbuhan tanaman pada beberapa stasiun pengamatan tersebut karena disebabkan oleh nilai pH tanah yang tidak berbeda nyata. Menurut Bhargavi, *et al.* (2011), perbedaan nilai kandungan pH tanah akan sangat berpengaruh pada ketersediaan nutrisi bagi tumbuhan yang selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan.

Pengukuran konduktivitas tanah pada delapan stasiun pengamatan tidak berbeda nyata (Gambar 37a). Nilai konduktivitas tanah berkisar antara 147,1 – 332,0 $\mu\text{s.cm}^{-1}$. Nilai konduktivitas tertinggi terdapat pada stasiun pengamatan Oinbit (Oi) (332,0 $\mu\text{s.cm}^{-1}$). Hal ini diduga diakibatkan oleh karena adanya aktivitas manusia. Pada stasiun ini, sebagian besar merupakan bekas lahan penambangan mangan dan dekat dengan pemukiman penduduk sehingga banyak aktivitas manusia berupa aktivitas mandi, mencuci, MCK, dan pertanian sedangkan nilai terendah terdapat di stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) (147,1 $\mu\text{s.cm}^{-1}$).



Gambar 37. Nilai rata rata Konduktivitas kedalaman tanah a) 10cm, b) 20cm di lokasi penelitian. Diagram batang yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji beda nyata Anova dilanjutkan dengan *Games Howell test* ($P < 0.05$). Keterangan: Up: Upfaon, Oi: Oinbit, Ba: Banamlaat, Bi: Binaus, Oe: Oelbubuk, Te: Tetaf, Ks: Karang Siri, Nu: Nununamat, *= Hutan.

Hasil uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Games-Howell* nilai konduktivitas tanah antar stasiun tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun stasiun pengamatan kondisi tanah dan topografi yang berbeda-beda namun tidak mempengaruhi kadar konduktivitas dalam tanah. Hal ini dapat dikatakan bahwa konduktivitas tanah di Pulau Timor Barat sebagian besar umumnya tidak menunjukkan adanya variasi yang tinggi. Nilai konduktivitas umumnya dipengaruhi oleh ion-ion yang terlarut dalam tanah. Ion tersebut akan memberikan pengaruh pada tanah sehingga bisa bersifat asam, netral, atau basa (Florescu, *et al.* 2011). Konduktivitas berpengaruh terhadap peningkatan pada kadar garam atau salinitas. Salinitas tinggi akan berpengaruh pada produktivitas tanaman karena ketidakmampuan tanaman untuk menyerap air dalam tanah sehingga tanaman akan mengalami kekeringan dan pertumbuhannya terhambat (Bhargavi, *et al.* 2011; Sundarapandian, *et al.* 2000).

Berdasarkan hasil analisis pengukuran konduktivitas tanah pada 8 (delapan) stasiun pengamatan tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata (Gambar 37b). Nilai konduktivitas tanah berkisar antara 104,6 – 309,2 $\mu\text{s.cm}^{-1}$. Nilai konduktivitas tertinggi terdapat pada stasiun pengamatan Tetaf (Te) (309,2 $\mu\text{s.cm}^{-1}$) sedangkan terendah terdapat pada stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) (104,6 $\mu\text{s.cm}^{-1}$). Pada stasiun Tetaf (Te) kandungan nilai konduktivitas tanah tinggi karena sebagian besar plot pengamatan nya berdekatan dengan pemukiman penduduk dan jalan raya Trans Timor Barat dengan Timor Leste sehingga banyak aktivitas manusia berupa aktivitas pembuangan sampah dari rumah makan, mandi, mencuci, MCK dan pelapisan bahan-bahan untuk pembuatan jalan raya.

Hasil perhitungan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Games-Howell test* ($P < 0.05$) menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata nilai konduktivitas tanah antar stasiun (Figure 21). Stasiun pengamatan Upfaon (Up) tidak berbeda nyata dengan Banamlaat (Ba), Binaus (Bi), Tetaf (Te), Karang Siri (Ks) dan Nununamat (Nu) kecuali dengan stasiun Oinbit (Oi) dan Oelbubuk menunjukkan adanya perbedaan nyata. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun stasiun pengamatan kondisi tanah dan topografi yang berbeda-beda namun tidak mempengaruhi kadar konduktivitas dalam tanah. Konduktivitas tanah berpengaruh terhadap peningkatan pada kadar garam atau salinitas. Salinitas tinggi akan berpengaruh pada produktivitas tanaman karena ketidakmampuan tanaman untuk menyerap air dalam tanah sehingga tanaman akan mengalami kekeringan dan pertumbuhannya terhambat (Bhargavi, *et al.* 2011; Sundarapandian, *et al.* 2000).

3.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka kesimpulan penelitian tahap dua adalah sebagai berikut:

1. Kriteria habitat ideal untuk pertumbuhan cendana terdapat di kebun Binaus Kab. Timor Tengah Selatan dengan karakteristik tanah mengandung BOT 7,6%, pH 7,2, konduktivitas tanah $234 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, curah hujan $<903,3 \text{ mm}$, jumlah bulan kering sebanyak 4 bulan dan ketinggian tempat $<927,7 \text{ mdpl}$, vegetasi pohon, tiang, pancang dan semai yang bervariasi antar stasiun pengamatan.
2. Kualitas interaksi vegetasi, populasi cendana dan faktor fisika kimia yang diukur sangat bervariasi dan memiliki tingkat kesamaan yang tinggi antar stasiun pengamatan sedangkan kualitas habitat terendah terdapat di stasiun Tetaf.

3.6 Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka saran penelitian tahap dua adalah sebagai berikut:

1. Kebun Binaus, Oelbubuk (TTS) dan kebun Upfaon, hutan Oinbit (TTU) perlu dikelola secara baik karena merupakan habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana.
2. Penduduk lokal perlu memperbanyak tanaman inang primer untuk mendukung pertumbuhan semai cendana pada umur 1-2 tahun.
3. Pemerintah lokal perlu melakukan revegetasi di lokasi pengamatan Hutan Tetaf, Karang Siri (Kab. TTS) dan Hutan Banamlaat (Kab. TTU) sebagai salah satu hutan produksi terbatas cendana.

BAB IV MODEL STRUKTURAL HUBUNGAN FAKTOR PEMBATAS YANG MEMPENGARUHI PROSES REGENERASI CENDANA

Abstrak

Cendana (*Santalum album* L.) adalah hasil hutan yang tergolong sangat penting di NTT, karena merupakan spesies endemik yang terbaik di dunia dan mempunyai nilai ekonomi tinggi, namun populasinya terus menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghasilkan model struktural regenerasi cendana di hutan dan kebun masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) dan Timor Tengah Selatan (TTS). Metode yang digunakan adalah analisis vegetasi dengan secara *purposive sampling* pada 8 stasiun pengamatan dengan 87 plot. Ukuran plot 20x20 m² (pohon), 10x10 m² (tiang), 5x5 m² (pancang), 2x2 m² (semai). Teknik pengumpulan data yaitu mengelaborasi data hasil pengamatan di lapangan yang meliputi populasi, vegetasi, geografi, tanah, iklim, regenerasi. Data iklim diperoleh dari kantor BMKG Propinsi NTT di Kupang (data iklim 10 tahun terakhir). Data-data ini kemudian menjadi indikator penyusun variabel laten sebanyak 6 variabel dan 18 indikator. Enam variabel laten meliputi geografi, tanah, iklim, populasi, vegetasi, regenerasi. Analisa data dilakukan secara deskriptif dan statistik *multivariate* dengan pemodelan struktural Warp *Partial Least Square* (WarpPLS 6.0). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar indikator yang diusulkan layak atau signifikan menyusun variabel laten kecuali indikator diversitas inang. Sebagian indikator memberikan pengaruh sangat signifikan atau pengaruh yang kuat terhadap variabel laten dengan jumlah indikator yang signifikan menyusun variabel laten adalah 15. Model struktural yang dihasilkan sangat relevan dan memiliki nilai relevansi prediksi Q² sebesar 96,65 % sehingga model struktural yang diusulkan dalam penelitian ini memiliki nilai prediksi yang tinggi terhadap faktor faktor yang berpengaruh terhadap regenerasi cendana. Sehingga model ini layak atau pantas untuk digunakan sebagai rekomendasi dalam rangka pengembangan cendana di hutan maupun kebun masyarakat di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur.

Kata kunci: Hutan, kebun, model struktural, regenerasi, *Santalum album* L., TTS, TTU

4.1 Pendahuluan

Pertumbuhan tinggi dan diameter cendana secara alamiah dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor genetik yaitu kandungan nutrisi mineral tanah, kelembaban tanah, cahaya matahari, serta keseimbangan sifat genetik antara pertumbuhan tinggi dan diameter suatu pohon (Daping, *et al.* 2011). Sedangkan menurut Marjenah (2001), pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman dipengaruhi oleh cahaya sehingga pertumbuhan tinggi dan percabangan tanaman dalam naungan lebih rendah daripada tempat terbuka. Pertumbuhan diameter batang akan lebih cepat di tempat terbuka jika dibandingkan dengan tempat ternaung, dan percabangan tanamannya lebih

tinggi ditempat terbuka daripada tempat ternauang. Riswan (2001) menyatakan bahwa tinggi tanaman cendana dapat mencapai 12-15 meter dengan diameter batang berkisar 20-35 cm pada saat tanaman cendana sudah berumur 20-30 tahun. Pertumbuhan diameter meningkat apabila kebutuhan hasil fotosintesis untuk respirasi, pergantian daun, pertumbuhan akar dan tinggi tanaman dalam keadaan stabil (Husch, *et al.* 2003; Charles, 2011).

Faktor regenerasi merupakan suatu proses peremajaan tumbuhan hutan secara alamiah maupun campur tangan manusia yang digunakan untuk keberlanjutan suatu hutan. Regenerasi sangat diperlukan karena struktur populasi cendana di hutan dan kebun sangat terbatas. Keberhasilan proses regenerasi di hutan sangat bergantung pada ketersediaan dan kondisi anakan pohon (*seedling*), produksi biji, *dispersal*, perkecambahan, dan pertumbuhan awal (Wijayanto, *et al.* 2011). Proses regenerasi secara alami juga dipengaruhi oleh vitalitas (derajat keberhasilan atau siklus hidup) suatu spesies di habitat. Vitalitas diperlukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan kesuburan hidup suatu spesies dalam perkembangannya sebagai respon terhadap perubahan lingkungan. Untuk mempelajari proses vitalitas, maka dapat dinyatakan dengan indikator lengkap tidaknya siklus hidup suatu spesies di habitat antara lain ; a) vitalitas 1 artinya, spesies dapat berkembang (siklus hidup) baik dan lengkap melalui tahapan perkecambahan (*seedling*), pancang (*sapling*), tiang (*poles*) dan pohon (*trees*), b) vitalitas 2 artinya, spesies dapat berkembang (siklus hidup) baik namun tidak teratur, c) vitalitas 3 artinya, spesies mengalami siklus hidup yang jarang dan tidak lengkap di habitatnya, d) vitalitas 4 artinya, spesies dengan siklus hidup kadang lengkap, sedikit yang berkecambah dan sedikit yang mampu bertahan hidup (*survive*) (Braun-Blanquet, 1932; Dobertrin, 2005).

Regenerasi cendana secara alamiah di hutan melalui biji maupun tunas akar semakin tidak bisa diandalkan karena kerusakan habitat dan keterbatasan pohon induk. Namun, regenerasi cendana pada saat ini lebih banyak ditentukan oleh keberhasilan pembudidayaan cendana yang dilakukan oleh masyarakat lokal dalam sistem agroforestri dengan penggunaan inang sekunder (Wawo, 2008). Kegiatan regenerasi melalui budidaya yang dilakukan di NTT masih sangat rendah, data luas lahan kegiatan penanaman cendana selama kurun waktu 5 tahun yaitu tahun 2004-2008 sebesar 429 ha per tahun. Upaya-upaya pembudidayaan cendana yang sudah dilaksanakan oleh pemerintah atau instansi terkait yaitu Dinas Kehutanan masih sangat rendah, mencapai kurang dari 30 % dibandingkan dengan jumlah penebangan cendana yang telah dilakukan oleh pemerintah (Darmokusumo, *et al.* 2001; Surata, 2006). Kegiatan penebangan kayu cendana yang telah

dilakukan oleh pemerintah yakni mencapai 6.200-12.400 pohon per tahun (Surata, 2006). Salah satu penyebab rendahnya keberhasilan pembudidayaan cendana karena tanaman cendana dapat diserang hama atau penyakit, antara lain penyakit bulir atau “*spike disease*” yang disebabkan oleh mikroplasma yang menyebabkan tanaman cendana tumbuh kerdil dan menguning. Penyakit lain yang menyerang cendana adalah *roetdauw* (*sooty mold*), berupa bercak jamur yang tumbuh di atas daun. Beberapa jenis serangga seperti *Zeuzeura ceffea* (sejenis kupu-kupu yang mengerek ranting muda tanaman cendana), *Chiaonapsis sp.*, *Valanga nigricornis zehntneri* (Krauss) dan kumbang moncong (Shobha, 1990).

Sistem agroforestri cendana yang diterapkan di kebun masyarakat dapat meningkatkan regenerasi cendana yang lambat dan bisa mengembalikan populasi cendana secara berkelanjutan. Distribusi dan kerapatan populasi pada tingkat semai lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan tingkat pancang, tiang dan pohon mengindikasikan bahwa regenerasi pada area hutan berjalan dengan baik (Wiharto, *et al.* 2008).

4.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor pembatas regenerasi cendana di hutan dan kebun di Kab. TTS dan TTU
2. Menguji faktor pembatas yang mempengaruhi regenerasi cendana di hutan dan kebun di Kab. TTS dan TTU
3. Menghasilkan model struktural regenerasi cendana di hutan dan kebun di Kab. TTS dan TTU

4.3 Metode Penelitian

4.3.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten TTS dan TTU pada 8 stasiun pengamatan, 87 *nested plot* dengan perincian Kab. TTS lima stasiun pengamatan (3 stasiun di kebun dan 2 stasiun di hutan) yaitu stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe), Binaus (Bi), Nununamat (Nu), Karang Siri (Ks), Tetaf (Te). Lokasi penelitian di Kab. TTU sebanyak tiga stasiun pengamatan (1 stasiun di kebun dan 2 stasiun di hutan) yaitu Upfaon (Up), Banamlaat (Ba) dan Oimbit (Oi). Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2015 sampai bulan Desember 2016.

4.3.2 Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian tahap tiga yaitu data yang diperoleh dari penelitian tahap satu dan dua. Data sekunder berupa data iklim yang diperoleh dari BMKG Propinsi NTT di Kupang (data iklim 10 tahun terakhir di 8 stasiun pengamatan). Data yang digunakan dalam pemodelan struktural ini adalah elaborasi data hasil pengamatan variabel populasi cendana meliputi ukuran populasi cendana pohon, tiang, pancang dan semai, variabel kualitas vegetasi di habitat cendana yang meliputi indeks kekayaan pohon, indeks diversitas, jumlah individu, serta indeks diversitas inang cendana. Data faktor geografi meliputi ketinggian tempat (*altitude*) dan lereng (*slope*), adapun data faktor abiotik meliputi bahan organik tanah, pH tanah, dan konduktivitas tanah. Data iklim meliputi jumlah bulan kering (BK) dan curah hujan (CH). Data regenerasi cendana meliputi vitalitas cendana, penyakit dan, jumlah biji. Data ini kemudian menjadi indikator penyusun variabel laten yang dalam penelitian ini berjumlah 6 (enam) Tabel 5. Enam variabel laten meliputi geografi, tanah, iklim, populasi, vegetasi, regenerasi, dan 18 indikator.

Tabel 5. Variabel laten dan indikator model struktural hubungan antar variabel yang berpengaruh pada regenerasi cendana dilokasi penelitian.

No.	Variabel Laten	Variabel Manifes atau Indikator
1.	Geografi	Ketinggian (G1), Lereng (G2)
2.	Tanah	Bahan Organik tanah (T110, T120), pH tanah (T210, T220), Konduktivitas (T310, T320)
3.	Iklim	Curah hujan (I1), Bulan kering (I2)
4.	Vegetasi	Kerapatan (V1), Kekayaan taksa (V2), Diversitas spesies (V3), Diversitas inang cendana (V4)
5.	Ukuran Populasi	Kerapatan pohon (UP1), kerapatan tiang (UP2), kerapatan pancang (UP3), kerapatan semai (UP4)
6.	Regenerasi	Vitalitas (R1), N biji (R2), Penyakit (R3)

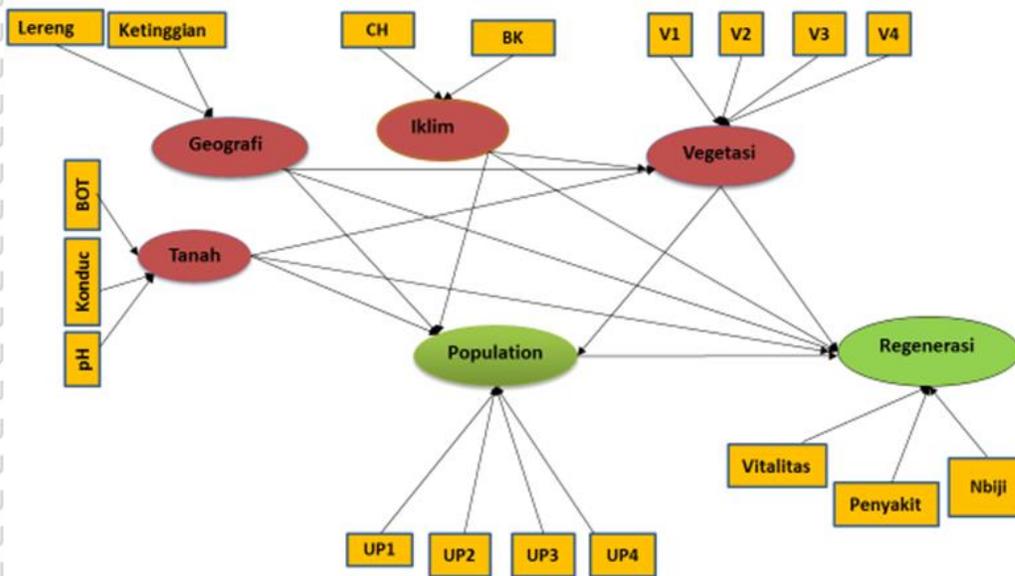
4.3.3 Analisis data

Identifikasi faktor-faktor pembatas regenerasi cendana di analisis dengan menggunakan metode statistik pemodelan struktural *multivariate* dengan *Warp Partial Least Square (Warp PLS 6.0)*. Adapun langkah-langkah interaksi faktor pembatas regenerasi cendana dengan menggunakan pemodelan struktural dengan *Warp PLS 6.0* yaitu 1) menentukan variabel laten dengan indikator masing-masing variabel yang terdiri dari 6 variabel laten dan 18 indikator. 2) Menentukan rancangan model struktural yang menggambarkan hubungan antar variabel laten. Variabel

geografi menjadi variabel eksogen yang mempengaruhi variabel endogen vegetasi, ukuran populasi, dan regenerasi cendana. Variabel tanah menjadi variabel endogen yang mempengaruhi vegetasi, ukuran populasi, dan regenerasi. Variabel iklim menjadi variabel endogen yang mempengaruhi vegetasi, ukuran populasi, dan regenerasi. Variabel vegetasi menjadi variabel endogen yang mempengaruhi populasi dan regenerasi. Variabel ukuran populasi menjadi variabel endogen yang mempengaruhi regenerasi cendana. Hubungan antar variabel-variabel penelitian ini searah sehingga sifat hubungannya adalah rekursif. 3) Menentukan rancangan model pengukuran, yang menggambarkan hubungan antar indikator dengan variabel laten yang dituju. Dalam penelitian ini arah hubungan adalah dari indikator menuju ke variabel sehingga sifat indikatornya adalah formatif.

Hubungan antara variabel laten dengan indikator yang disusun dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: ketinggian tempat dan kelerengan sebagai penyusun variabel geografi; bahan organik tanah, pH, dan konduktivitas sebagai penyusun variabel tanah; curah hujan dan bulan kering sebagai penyusun variabel iklim; kekayaan taksa, kerapatan spesies, indeks diversitas spesies, dan indeks diversitas inang sebagai penyusun variabel vegetasi, kerapatan populasi pohon, tiang, pancang, dan semai sebagai penyusun ukuran populasi cendana; vitalitas, jumlah biji, dan penyakit sebagai penyusun variabel regenerasi cendana. 4) Membuat konstruksi diagram jalur model struktural, yang menggambarkan hasil dari penentuan rancangan model pengukuran dan model struktural kemudian disusun dalam bentuk diagram jalur model struktural (Gambar 38). 5) Pengujian model pengukuran dan model struktural, yang menggambarkan kelayakan indikator penyusun variabel laten yang dituju. Kelayakan tersebut ditentukan oleh nilai t-statistik. Indikator dikatakan layak sebagai penyusun variabel laten jika nilai t-statistik adalah lebih besar dari 1,96. Kondisi sebaliknya, jika nilai t-statistik indikator kurang dari 1,96 maka indikator itu dikatakan tidak layak atau tidak signifikan sebagai penyusun variabel laten sehingga indikator tersebut dikeluarkan dari model struktural. Pengujian model struktural bertujuan untuk menentukan variabel-variabel yang berhubungan secara signifikan atau secara langsung dengan variabel lain, arah hubungan, dan kedekatan hubungan antar variabel. Variabel berhubungan secara signifikan jika nilai t-statistik lebih besar dari 1,96. Arah hubungan antara variabel ditentukan oleh nilai koefisien determinasi (R^2). 6) Pengujian kebaikan model struktural, yang bertujuan untuk menentukan keakuratan model struktural yang dibangun. Keakuratan model struktural ditentukan oleh koefisien determinasi (R^2) dan *predictive relevance* (Q^2). Nilai Q^2 ditentukan dengan rumus:

$Q^2 = 1 - (1 - R_1^2)(1 - R_2^2) \dots (1 - R_p^2)$, keterangan: R_1^2, R_2^2, R_p^2 adalah koefisien determinasi (R^2) variabel laten. 7) Pengujian hipotesis, dilakukan dengan uji t pada masing masing jalur yang berpengaruh langsung secara parsial. Hasil analisis ditentukan dengan melihat probabilitas atau nilai t-statistik. Nilai t-tabel untuk α 5% adalah 1,96 sehingga kriteria penerimaan hipotesis adalah ketika t-statistik > t-tabel, yaitu t-hitung > 1,96. Jika nilai t-statistik atau t-hitung > 1,96 maka jalur hubungan antar variabel tersebut signifikan atau memiliki pengaruh secara langsung (Guinot, *et al.* 2001; Jaya & Sumertajaya, 2008; Husein, 2015).



Gambar 38. Model struktural teoritis variabel-variabel laten eksogen yang mempengaruhi regenerasi cendana di hutan dan kebun masyarakat di Pulau Timor.

Keterangan gambar: CH = curah hujan, BK = bulan kering; V1 = kerapatan vegetasi, V2= kekayaan taksa, V3= indeks diversitas jenis, V4= indeks diversitas inang cendana, BOT = bahan organik tanah, Konduc = konduktivitas tanah; UP1 = ukuran populasi pohon, UP2 = ukuran populasi tiang, UP3 = ukuran populasi pancang, UP4 = ukuran populasi semai; Nbiji = jumlah biji.

4.4. Hasil dan Pembahasan

Model struktural yang diusulkan bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi regenerasi cendana baik secara alami maupun dibudidayakan. Model ini juga digunakan untuk menjelaskan hubungan antara faktor yang diduga berpengaruh pada proses regenerasi cendana di hutan dan kebun sebagai bioindikator keberhasilan kualitas regenerasi cendana. Diagram jalur (*coefisient pacth*) model struktural yang menggambarkan hubungan antara

variabel geografi, tanah, iklim, vegetasi, populasi dan regenerasi cendana di hutan dan kebun yang disusun berdasarkan data hasil penelitian.

4.4.1 Hasil pengujian kebaikan model struktural

Pengujian kebaikan model akan memberikan informasi tentang seberapa layak model itu terhadap regenerasi cendana dengan nilai *predictive relevance* (Q^2) sebesar 96,65 %. Dengan demikian model struktural yang disusun memiliki nilai prediksi yang sangat relevan dan sangat akurat. Informasi yang terkandung di dalam data sebesar 96,65 % dapat dijelaskan oleh model Warp PLS yang dibangun sedangkan 3,35 % dijelaskan oleh variabel lain. Hubungan keeratn pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya ditentukan nilai determinasi (R^2). Nilai R^2 iklim adalah sebesar 0,493 yang berarti bahwa variabel laten geografi mempengaruhi iklim sebesar 49,3%. Geografi dan iklim mempengaruhi tanah sebesar 50,6 %. Variabel geografi, iklim dan tanah mempengaruhi vegetasi sebesar 54,8%. Ukuran populasi cendana dipengaruhi oleh geografi, iklim, tanah dan vegetasi sebesar 55,2%. Regenerasi cendana sebagai *output* model atau variabel respon dipengaruhi oleh geografi, iklim, tanah, vegetasi dan populasi cendana sebesar 38,2% (Tabel 6). Hasil penelitian juga sesuai dengan penelitian (Hadiyan, *et al.* 2017), yang menunjukkan bahwa persentasi hidup tanaman cendana (vitalitas cendana) sangat bervariasi antar lokasi dari berbagai plot konservasi yang disebabkan oleh faktor lingkungan, varietas populasi cendana dan faktor genetik. Hasil penelitian (Surata, *et al.* 2001), cendana dapat tumbuh pada kondisi iklim kering tipe iklim D-E, menurut klasifikasi Schmidt and Ferguson.

Tabel 6. Nilai R^2 dan $1-R^2$ untuk penentuan nilai Q^2

Variabel Laten	R^2	$1-R^2$
Endogen		
Iklim	0,493	0,507
Tanah	0,506	0,452
Vegetasi	0,548	0,494
Populasi	0,552	0,478
Regenerasi	0,382	0,618

4.4.2 Hasil pengujian model pengukuran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar indikator yang diusulkan layak atau signifikan menyusun variabel laten kecuali indikator diversitas inang memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap variabel laten regenerasi cendana (Tabel 7). Indikator ketinggian tempat, *slope* dan curah hujan serta bulan kering memiliki kontribusi yang sama besar dalam penyusunan

variabel laten geografi dan iklim karena nilai bobot pengukurannya sama yaitu 0,58 dan 0,71. Indikator bahan organik tanah (BOT10 dan 20) memberikan kontribusi yang sama terhadap variabel laten tanah dengan nilai bobot pengukuran masing-masing -0,24. Indikator kerapatan pancang dan semai memiliki kontribusi yang hampir sama besar dalam penyusunan variabel laten ukuran populasi cendana karena memiliki nilai bobot pengukuran yang hampir sama yaitu 0,37 dan 0,36. Indikator vitalitas dan penyakit masing-masing memberikan kontribusi yang berbeda-beda dalam penyusunan variabel laten regenerasi cendana dengan bobot nilai pengukuran yaitu 0,51 dan 0,43. Indikator kekayaan taksa, vitalitas, penyakit, kerapatan pancang, semai, pH tanah pada kedalaman 10cm memberikan pengaruh yang sangat kuat atau sangat signifikan terhadap regenerasi cendana. Semua indikator dari masing-masing variabel laten yang telah ditentukan memberikan kontribusi besar terhadap regenerasi cendana di hutan maupun kebun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cendana dapat berasosisasi dengan jenis vegetasi lainnya seperti semak atau rumput tanpa terganggu pertumbuhannya. Hal ini tidak terlalu berbeda dengan hasil penelitian (Surata, *et al.* 2006), cendana termasuk jenis tumbuhan semi toleran yang membutuhkan naungan saat berumur 1-2 tahun dan ketika telah berumur 3 tahun cendana membutuhkan sinar matahari penuh dan dukungan faktor lingkungan lainnya untuk bertahan hidup. Hasil penelitian Putranto (2010), model pertumbuhan dan kondisi lingkungan dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan vegetasi, merumuskan deskripsi dan acuan pengelolaan kehutanan.

4.4.3 Hasil pengujian model struktural variabel yang berpengaruh langsung

Hasil pengujian model struktural adalah untuk menguji hipotesis. Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji t pada nilai *p value* < 0,05 signifikan dan *p value* < 0,01 sangat signifikan pada setiap jalur yang berpengaruh langsung atau parsial. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh langsung adalah variabel geografi, iklim tanah, populasi berpengaruh langsung terhadap regenerasi cendana sedangkan vegetasi tidak berpengaruh kuat terhadap regenerasi cendana. Vanclay (1994), menyatakan bahwa model pertumbuhan vegetasi didasarkan pada sistem persamaan statistik yang mampu memprediksi pertumbuhan, regenerasi, dan hasil tegakan hutan pada berbagai kondisi habitat. Namun demikian untuk menggunakan model persamaan ini, perlu dilakukan uji statistik *multivariate* dengan beberapa kombinasi variabel karena masing-masing pohon memiliki karakteristik pertumbuhan yang berbeda.

Tabel 7. Indikator yang layak/signifikan sebagai pembentuk variabel laten hasil pengujian model pengukuran (*indicator weights*)

Indikator	Geo.	Iklim	Veg.	Tanah	Pop.	Reg.	Type	SE	Pvalue	VIF	WLS	ES
Alt.	0.588	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Formati	0.090	<0.001	1.251	1	0.500
Slope	0.588	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Formati	0.090	<0.001	1.251	1	0.500
CH	0.000	0.712	0.000	0.000	0.000	0.000	Formati	0.087	<0.001	1.000	1	0.500
BK	0.000	0.712	0.000	0.000	0.000	0.000	Formati	0.087	<0.001	1.000	1	0.500
KP(tax)	0.000	0.000	0.379	0.000	0.000	0.000	Formati	0.096	<0.001	2.222	1	0.314
NP(ind)	0.000	0.000	0.426	0.000	0.000	0.000	Formati	0.095	<0.001	3.081	1	0.399
HP	0.000	0.000	0.360	0.000	0.000	0.000	Formati	0.097	<0.001	2.385	1	0.284
Inang	0.000	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000	Formati	0.106	0.359	1.470	1	0.003
BO10	0.000	0.000	0.000	-0.246	0.000	0.000	Formati	0.100	0.008	5.802	1	0.183
BO20	0.000	0.000	0.000	-0.246	0.000	0.000	Formati	0.100	0.008	5.441	1	0.183
pH10	0.000	0.000	0.000	0.275	0.000	0.000	Formati	0.099	0.003	3.876	1	0.229
pH20	0.000	0.000	0.000	0.245	0.000	0.000	Formati	0.100	0.008	3.363	1	0.182
Kond10	0.000	0.000	0.000	0.209	0.000	0.000	Formati	0.101	0.021	1.362	1	0.133
Kond20	0.000	0.000	0.000	0.172	0.000	0.000	Formati	0.102	0.047	1.299	1	0.090
Pohon	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.249	0.000	Reflect	0.100	0.007	1.131	1	0.137
Tiang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.340	0.000	Reflect	0.097	<0.001	1.407	1	0.255
Pancang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.378	0.000	Reflect	0.096	<0.001	1.761	1	0.316
Semai	0.000	0.000	0.000	0.000	0.364	0.000	Reflect	0.096	<0.001	1.613	1	0.292
Vit_	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.512	Reflect	0.092	<0.001	1.012	1	0.301
HP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.431	Reflect	0.095	<0.001	1.008	1	0.212
Nbiji	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.652	Reflect	0.089	<0.001	1.020	1	0.487

Notes: P values < 0.05 and VIFs < 2.5 are desirable for formative indicators; VIF = indicator variance inflation factor; WLS = indicator weight-loading sign (-1 = Simpson's paradox in l.v.); ES = indicator effect size

4.4.4 Hasil pengujian model struktural indikator yang berpengaruh langsung

Hasil pengujian model struktural adalah untuk menguji hipotesis. Pengujian hipotesis dilakukan dengan melihat pada nilai *p value* pada setiap indikator dan nilai koefisien analisis jalur yang menunjukkan hubungan yang signifikan (langsung) atau parsial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator dari variabel laten yang tidak memberikan pengaruh langsung atau signifikan adalah inang cendana, bahan organik tanah (BO10, 20, pH 10, 20, Kond 10, 20, populasi

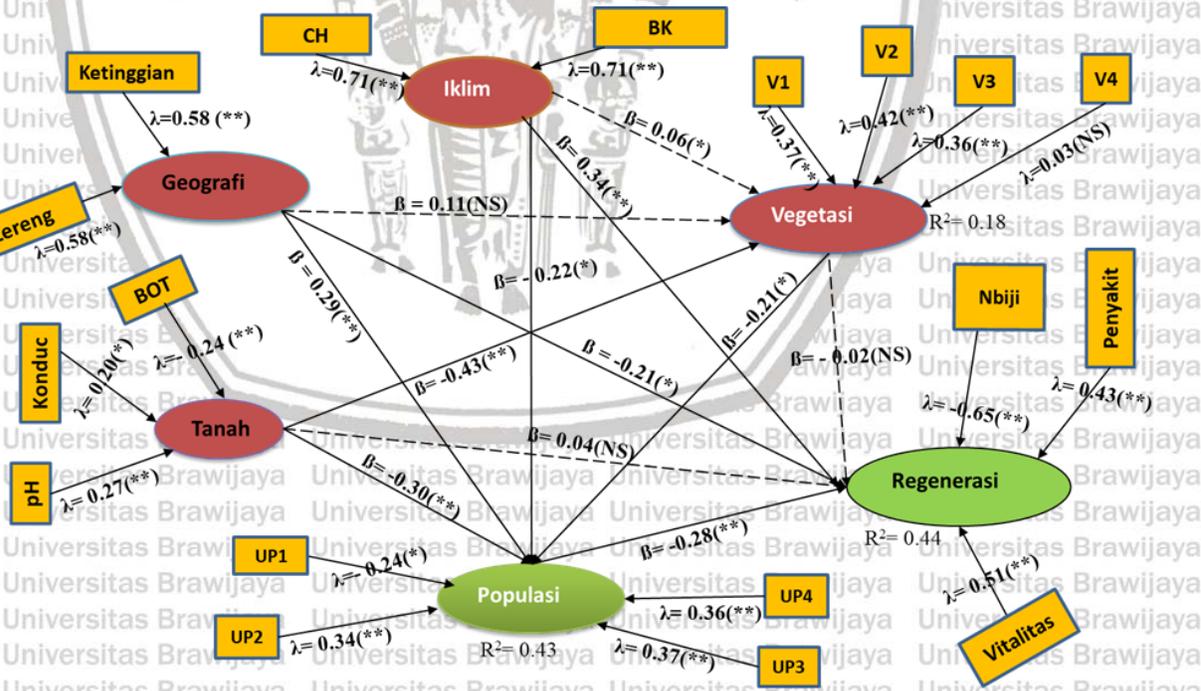
pohon). Sedangkan indikator yang lainnya memberikan pengaruh secara langsung atau signifikan berdasarkan uji statistik dengan *p value* <0,001 terhadap regenerasi cendana di hutan maupun kebun (Tabel 8).

Tabel 8. Nilai bobot struktural masing masing variabel laten dan indikator hasil pengujian model struktural

Variabel/ Indikator	Bobot Struktural	P value	Keterangan
Geografi			
Alt.	0.500	<0.001	Signifikan
Slope	0.500	<0.001	Signifikan
Iklim			
CH	0.500	<0.001	Signifikan
BK	0.500	<0.001	Signifikan
Vegetasi			
KP_(tax)	0.314	<0.001	Signifikan
NP_(ind)	0.399	<0.001	Signifikan
HP	0.284	<0.001	Signifikan
Inang	0.003	0.359	Tidak Signifikan
Tanah			
BO10	0.183	0.008	Signifikan
BO20	0.183	0.008	Signifikan
pH10	0.229	0.003	Signifikan
pH20	0.182	0.008	Signifikan
Kond10	0.133	0.021	Signifikan
Kond20	0.090	0.047	Signifikan
Ukuran Populasi			
Pohon	0.137	0.007	Signifikan
Tiang	0.255	<0.001	Signifikan
Pancang	0.316	<0.001	Signifikan
Semai	0.292	<0.001	Signifikan
Regenerasi Cendana			
Vit.	0.301	<0.001	Signifikan
HP	0.212	<0.001	Signifikan
Nbiji	0.487	<0.001	Signifikan

Hubungan yang tidak signifikan diantara beberapa variabel dan indikator tersebut memerlukan uji lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya yaitu uji linearitas untuk memastikan bahwa variabel dan indikator tidak memiliki pengaruh yang linier pada variabel lain. Hasil pengujian uji linearitas dan model struktural yang baru disusun dalam bentuk diagram jalur model struktural yang ditampilkan pada Gambar 39, dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variabel geografi berpengaruh langsung pada populasi dan regenerasi cendana namun tidak berpengaruh langsung pada vegetasi. Variabel iklim berpengaruh langsung pada populasi dan regenerasi cendana namun tidak berpengaruh langsung pada vegetasi. Variabel tanah berpengaruh langsung pada vegetasi dan populasi namun tidak berpengaruh langsung terhadap regenerasi cendana di

hutan maupun kebun sebab cendana yang tumbuh di Pulau Timor dapat tumbuh pada semua jenis tanah. Variabel vegetasi berpengaruh langsung kepada populasi cendana namun tidak berpengaruh signifikan pada proses regenerasi cendana dan variabel populasi sangat berpengaruh signifikan terhadap proses regenerasi cendana yang berarti bahwa ukuran populasi cendana tegakan pohon, tiang, pancang dan semai sangat berpengaruh besar terhadap regenerasi cendana baik itu secara alamiah maupun yang di budidayakan oleh masyarakat. Hasil pengujian model struktural ini juga sesuai dengan data hasil pengamatan di 8 stasiun pengamatan yang menunjukkan bahwa jumlah populasi cendana pada semua stasiun pengamatan menunjukkan adanya perubahan yang signifikan (populasi cendana meningkat) baik itu di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) dan Timor Tengah Selatan (TTS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pertumbuhan dan regenerasi cendana sangat bervariasi antar lokasi. Hal ini juga di sesuai dengan hasil pengamatan Haryanto, *et al.* 2005; Zobel, *et al.* 1984; Hadiyan, *et al.* 2017, pertumbuhan tanaman cendana bervariasi antar plot pengamatan karena disebabkan oleh adanya perbedaan faktor genetik, vegetasi, geografi, tanah dan iklim.



Gambar 39. Model struktural hubungan variabel laten yang mempengaruhi regenerasi cendana hasil pengujian model yang menunjukkan hubungan signifikan atau berpengaruh secara langsung dengan nilai p value $< 0,05$, p value $< 0,001$ = sangat signifikan. Keterangan: CH = curah hujan, BK = bulan kering; V1 = kerapatan vegetasi, V2= kekayaan taksa, V3= indeks diversitas jenis, V4 = indeks diversitas inang cendana, BOT = bahan organik tanah, Konduc= konduktivitas tanah; UP1 = ukuran populasi pohon, UP2 = ukuran populasi tiang, UP3 = ukuran populasi pancang, UP4 = ukuran populasi semai; Nbjji = jumlah biji. Garis putus ----- menunjukkan pengaruh tidak langsung.

4.5 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai relevansi prediksi Q^2 sebesar 96,65%, sehingga model struktural yang diusulkan dalam penelitian ini memiliki nilai prediksi yang sangat relevan dan tinggi terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap regenerasi cendana. Sehingga model ini layak atau pantas untuk digunakan sebagai rekomendasi dalam rangka upaya pengembangan cendana di hutan maupun di kebun masyarakat di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur.

4.6 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran penelitian tahap tiga adalah sebagai berikut:

1. Pemerintah lokal dan masyarakat petani perlu terus melakukan upaya pengembangan cendana sistem *agroforestry* yang *low input*.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan (*validasi model*) faktor pembatas regenerasi cendana di hutan dan kebun.

BAB V

ANALISIS ASPEK SOSIAL, EKONOMI, BUDAYA MASYARAKAT, DAN KEBIJAKAN PEMERINTAH TENTANG CENDANA

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mengembangkan potensi cendana adalah pemberdayaan masyarakat lokal berdasarkan analisis kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan pemerintah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi sosial, ekonomi, budaya, serta kebijakan pemerintah daerah terkait pengelolaan cendana di Kab. TTU dan TTS. Metode yang digunakan adalah wawancara semi terstruktur dengan kuesioner dan observasi lapang. Jumlah responden sebanyak 56 responden *key responden* yaitu masyarakat (aspek pengetahuan, sosial, ekonomi, budaya), pemerintah (kebijakan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat paham tentang tempat tumbuh cendana, substrat yang cocok untuk pertumbuhan cendana, hingga kesesuaian tanah untuk pertumbuhan cendana. Sebanyak 58,90% responden paham tentang profil populasi dan sebaran cendana pada masa lampau dan masa kini, serta 41,10% sangat tahu tentang habitat cendana, pola hidup cendana. Terkait aspek sosial, 58,90% responden menyatakan bahwa status sosial dan organisasi sosial di masyarakat sangat berperan penting dalam pengelolaan cendana dimasa mendatang. Nilai ekonomi cendana sangat mempengaruhi keinginan dan minat masyarakat untuk menanam cendana di kebun karena hasil penjualan kayu cendana dapat meningkatkan perekonomian keluarga dan bisa untuk menyekolahkan anak-anak. Struktur sosial di masyarakat masih sangat kuat pengaruhnya terhadap usaha budidaya cendana. Sebesar 10,7% responden menyatakan ragu-ragu mengenai promosi kebijakan baru cendana memihak pada masyarakat lokal. Aspek budaya, 58,90%, menyatakan perlu pembentukan kembali peraturan desa dan peran lembaga adat untuk menjaga dan melestarikan cendana di hutan dan kebun. Perlu adanya penguatan kelembagaan adat dan membangun kerjasama serta sistem pengawasan pengelolaan cendana secara adat (kearifan lokal). Aspek kebijakan, 58,90 % responden menyatakan bahwa kebijakan pemerintah yang baru sangat berpihak pada masyarakat terkait kepemilikan cendana di kebun, penjualan cendana di kebun milik masyarakat tidak perlu mendapat ijin dari pemerintah. Sedangkan 41,10% responden menginginkan bahwa pemerintah hanya mendapat nilai restribusinya saja.

Kata kunci: Kondisi sosial, ekonomi, budaya, kebijakan, cendana, NTT

5.1 Pendahuluan

Populasi cendana di habitat alami dengan status *vulnerable* telah menyadarkan masyarakat dan mempengaruhi kebijakan pemerintah dalam pengelolaan cendana dari *state based management* ke model pengelolaan *community based management*. Implikasinya adalah mencabut Peraturan Daerah Nomor 2 tahun 1999 dan mengembalikan pengelolaan cendana kepada masyarakat melalui Peraturan Daerah di setiap kabupaten (Rahardjo, *et al.*, 2008; Prasetyo, *et al.*, 2011). Salah satu peluang untuk menyelamatkan populasi cendana adalah peran serta masyarakat

dalam membudidayakan cendana kebun atau dikenal sebagai sistem *agroforestry*. Pembudidayaan cendana pada sistem *agroforestry* bertujuan untuk memberikan data dan informasi tentang cendana, serta pemahaman terhadap pihak-pihak terkait tentang peranan masyarakat dalam mendukung pelestarian dan pengembangan cendana, sehingga diharapkan dapat menjadi referensi dalam perumusan kebijakan tentang cendana (Kurniawan, *et al.* 2011).

Model pengelolaan cendana masa lampau yang tidak melibatkan peran serta masyarakat dalam konservasi cendana menyebabkan masyarakat tidak memiliki kepedulian untuk membudidayakan cendana di kebun. Masyarakat kehilangan hak kepemilikan cendana yang tumbuh di kebun sehingga semua semai atau anakan cendana yang tumbuh di kebun langsung dimusnahkan oleh masyarakat. Adanya instruksi Gubernur NTT nomor 12 tahun 1997 tentang pelarangan pengambilan cendana dari tahun 1997 sampai dengan 2003 juga tidak berpengaruh terhadap upaya pemulihan populasi cendana di NTT, karena sebagian besar habitat cendana adalah bekas ladang atau lahan masyarakat sehingga peluang tumbuhnya cendana sangat kecil (Prasetyo, *et al.* 2011). Namun dengan dikeluarkannya instruksi Gubernur ini perlu mendapat apresiasi dan dukungan dari masyarakat karena memiliki dua aspek penting dalam penyelamatan cendana yaitu keprihatinan pemerintah terhadap kondisi populasi cendana di habitat alami serta peluang regenerasi alami bagi tumbuhan cendana dengan memperbesar batang dan pertumbuhan semai atau anakan. Selain itu, analisis kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan pemerintah tentang cendana juga sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi dan harapan yang tertuang dalam master plan tentang perbaikan kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan serta partisipasi masyarakat dalam pengelolaan dan pengembangan cendana di Nusa Tenggara Timur.

Berdasarkan uraian di atas, maka sangat penting untuk dilakukan penelitian tentang analisis kondisi sosial, ekonomi, budaya, dan pengetahuan masyarakat lokal serta kebijakan pemerintah daerah dalam upaya mengkonservasi cendana. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi sosial, ekonomi, budaya masyarakat, dan aspek kebijakan pemerintah terkait cendana.

5.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur aspek pengetahuan masyarakat tentang sebaran cendana masa lampau, menganalisis kondisi sosial, ekonomi, budaya, dan kebijakan pemerintah tentang pengelolaan cendana di Kab. TTS dan TTU.

5.3 Metode Penelitian

5.3.1 Lokasi dan waktu

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten TTS dan TTU pada delapan stasiun pengamatan dengan perincian Kabupaten TTS sebanyak lima stasiun pengamatan, yaitu Oelbubuk (Oe), Binaus (Bi), Nununamat (Nu), Karang Siri (Ks), Tetaf (Te). Tiga stasiun di Kabupaten TTU yaitu Upfaon (Up), Banamlaat (Ba), dan Oinbit (Oi). Penelitian ini dilakukan dengan metode wawancara semi terstruktur dengan kuisisioner dan observasi lapang. Kuisisioner diberikan kepada *key responden* yakni kelompok masyarakat petani cendana. Kuisisioner berkaitan dengan aspek pengetahuan dan pengalaman, kondisi sosial, ekonomi, juga budaya. Kuisisioner kepada pemerintah desa dan dinas setempat berisi tentang kebijakan yang berkenaan dengan status kepemilikan cendana di kebun masyarakat dan bantuan pembibitan anakan cendana untuk masyarakat.

5.3.2 Teknik pengumpulan data

Tahap penelitian bertujuan untuk mengukur pengetahuan dan menganalisis kondisi sosial, ekonomi, budaya, serta kebijakan pemerintah tentang cendana. Tujuan wawancara kepada masyarakat (petani cendana) yaitu untuk menggali informasi tentang pengetahuan dan pengalaman masyarakat dalam membudidayakan cendana, sebaran cendana masa lampau, kondisi sosial, ekonomi, dan budaya, sedangkan kepada pihak pemerintah daerah terkait kebijakan yang mengatur tentang pengelolaan cendana di habitat alamiah atau budidaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara semi terstruktur dengan kuisisioner (Lampiran 8, 9). Kuisisioner diberikan kepada pihak-pihak terkait meliputi pemerintah daerah (perwakilan pemerintah desa dan dinas kehutanan) untuk mendapatkan informasi tentang kebijakan pemerintah tentang cendana, program pemberian bantuan bibit, dan pendanaan budidaya. Adapun untuk pemerintah propinsi, dilakukan dengan cara *mereview* kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan cendana. Wawancara kepada kelompok masyarakat petani cendana meliputi informasi tentang pengetahuan dan pengalaman masyarakat tentang cendana, nilai ekonomi, sosial, dan budaya yang berkaitan dengan pembudidayaan cendana di kebun. Sebelum dilakukan wawancara dengan para responden terlebih dahulu kuisisioner yang telah disusun diuji validitas dan reliabilitas, untuk mengetahui bagaimana validitas dari setiap pertanyaan dalam kuisisioner maka dilakukan uji validitas butir instrumen yaitu dengan uji korelasi *pearson product moment*. Suatu instrumen dikatakan valid apabila koefisien korelasi (*rhitung*) $\geq 3,0$ (Sugiono, 2010). Sedangkan uji reliabilitas setiap pertanyaan dalam kuisisioner digunakan uji korelasi *Spearman Brown*. Suatu instrumen dikatakan reliabel apabila

koefisien korelasi *Spearman Brown (rhitung)* $\geq 3,0$. Artinya instrumen penelitian itu layak menjadi alat ukur karena mampu memberikan hasil ukur yang konsisten dan dapat memberikan hasil yang relatif sama apabila dilakukan pengukuran pada waktu yang berbeda, sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai alat ukur penelitian (Sugiono, 2010). Pengelompokan data menggunakan teknik skala *Likert* 1-5 dengan lima jenjang pilihan butir jawaban yaitu tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), ragu atau netral (N), setuju (S) dan sangat setuju (SS). Teknik pengambilan banyaknya responden masing-masing stasiun pengamatan dilakukan dengan teknik *nonprobability sampling*, artinya setiap anggota populasi tidak memiliki peluang atau kesempatan yang sama sebagai sampel (responden). Pemilihan banyaknya responden ditentukan secara *purposive sampling*, artinya responden yang dipilih adalah masyarakat yang menanam cendana (*key responden*) dan mengetahui permasalahan tentang cendana. Oleh karena itu, dalam penelitian ini banyaknya responden setiap stasiun pengamatan berjumlah 7 orang dengan rincian responden yaitu pemerintah daerah (dinas kehutanan), kepala desa (1 orang), masyarakat petani cendana (5 orang), sehingga jumlah responden seluruhnya yaitu 56 responden.

5.3.3 Analisis data

Data aspek pengetahuan, kondisi sosial, ekonomi, budaya, dan kebijakan dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui pengetahuan dan pengalaman masyarakat tentang cendana, sebaran populasi cendana masa lampau dan masa kini, tempat tumbuh cendana masa lampau, nilai penting cendana bagi masyarakat dari aspek sosial, ekonomi, dan budaya, serta kebijakan (regulasi) pemerintah tentang status dan kepemilikan cendana di hutan dan kebun masyarakat. Analisis data kuantitatif dilakukan dengan cara penilaian hasil kuisioner responden dengan skala *likert* yaitu memberi nilai pada masing-masing jawaban responden. Hasil analisis ini akan menghasilkan data dan informasi mengenai kondisi sosial, ekonomi, budaya masyarakat lokal, dan kebijakan mengenai cendana.

5.4 Hasil dan Pembahasan

5.4.1 Hasil uji validitas dan reliabilitas kuisioner aspek sosial, ekonomi, budaya, kebijakan

5.4.2 Uji validitas dan reliabilitas tahap awal

Hasil uji validitas dan reliabilitas tahap awal terhadap 5 responden terhadap aspek pengetahuan dan pengalaman, budidaya, ekonomi, sosial, budaya dan kebijakan menunjukkan bahwa instrumen penelitian valid dan *reliable* dengan nilai *Product Moment Pearson r* ≥ 0.2632

dan reliabel *alpha conbach* $\alpha \geq 0,70$ (Lampiran 10, 11, 12, 13, 14 & 15), sehingga dapat digunakan lebih lanjut untuk pengambilan data sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan.

Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas aspek Pengetahuan, Budidaya, Sosial, Ekonomi, Budaya, dan Kebijakan

Pengujian instrumen penelitian menggunakan 56 sampel. Pengujian validitas dan reliabilitas instrumen dilakukan dengan korelasi *Pearson* dan koefisien *alpha conbach*. Instrumen penelitian disebut valid jika nilai korelasi *Product Moment Pearson* $r \geq 0.2632$ dan reliabel jika nilai *alpha conbach* $\alpha \geq 0,70$. Rekapitulasi hasil pengujian instrumen penelitian aspek pengetahuan dan pengalaman masyarakat tentang cendana (Lampiran 10).

Uji validitas variabel aspek pengetahuan dan pengalaman terdiri dari 10 pertanyaan. Hasil uji validitas diperoleh nilai koefisien korelasi lebih besar dari 0,2632 pada semua pertanyaan sehingga instrumen penelitian dapat dinyatakan valid. Sedangkan hasil uji reliabilitas diperoleh nilai *alpha conbach* 0,997 yang menunjukkan bahwa instrumen penelitian variabel aspek pengetahuan dan pengalaman masyarakat tentang cendana adalah valid dan reliabel.

Uji validitas variabel aspek budidaya tanaman cendana terdiri dari 7 pertanyaan. Hasil uji validitas (Lampiran 11), menunjukkan angka pada semua pertanyaan mempunyai koefisien korelasi lebih besar dari 0.2632 dan nilai *alpha conbach* $\geq 0,70$, hal ini menunjukkan bahwa instrumen penelitian variabel aspek budidaya tanaman cendana adalah valid dan reliabel.

Uji validitas variabel aspek sosial terdiri dari 5 Pertanyaan. Hasil uji validitas (Lampiran 12) menunjukkan bahwa angka pada semua pertanyaan mempunyai koefisien korelasi lebih besar dari 0.2632 dan nilai *alpha conbach* $\geq 0,70$ sehingga instrumen penelitian variabel aspek sosial adalah valid dan reliabel. Uji validitas untuk variabel aspek ekonomi terdiri dari 5 pertanyaan.

Hasil uji validitas (Lampiran 13), menunjukkan angka pada semua pertanyaan mempunyai koefisien korelasi lebih besar dari 0.2632 dan nilai *alpha conbach* ≥ 0.70 sehingga instrumen penelitian variabel aspek ekonomi adalah valid dan reliabel.

Uji validitas untuk variabel aspek budaya terdiri dari 5 pertanyaan. Hasil uji validitas (Lampiran 14) menunjukkan bahwa angka pada semua pertanyaan mempunyai koefisien korelasi lebih besar dari 0.2632, sedangkan hasil uji reliabilitas diperoleh nilai *alpha conbach* ≥ 0.70 yang menunjukkan bahwa instrumen penelitian aspek budaya valid dan reliabel. Uji validitas untuk variabel aspek kebijakan pemerintah mengenai cendana terdiri dari 6 pertanyaan. Hasil uji validitas (Lampiran 15) menunjukkan bahwa angka pada semua pertanyaan mempunyai koefisien korelasi

lebih besar dari 0.2632 dan nilai α conbach ≥ 0.70 dan hal ini menunjukkan bahwa instrumen penelitian variabel kebijakan atau regulasi mengenai cendana adalah valid dan reliabel.

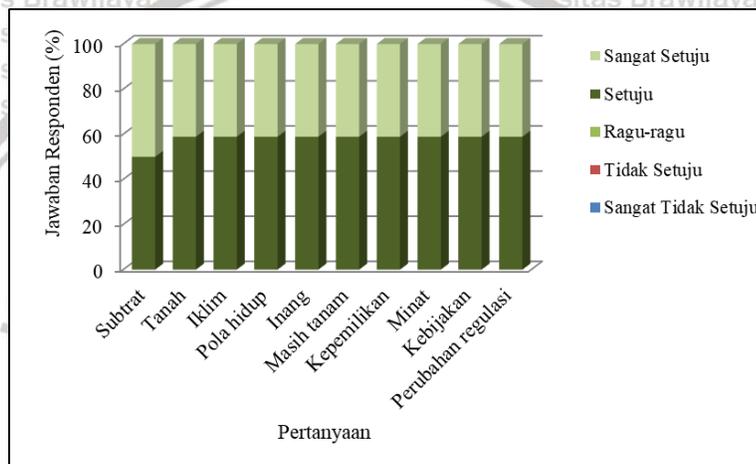
5.4.3 Hasil Analisis Statistik Deskriptif Wawancara Dengan Masyarakat dan Pemerintah Daerah Tentang Aspek Pengetahuan, Sosial, Ekonomi, Budaya dan Kebijakan Cendana.

5.4.4 Aspek pengetahuan dan pengalaman masyarakat tentang profil populasi, sebaran cendana

Aspek pengetahuan dan pengalaman masyarakat dalam mengelola cendana merupakan faktor yang sangat penting untuk mengetahui profil populasi dan sebaran cendana masa lampau dan kini. Aspek ini sangat berkaitan langsung dengan pemahaman dan pengalaman responden tentang populasi dan sebaran cendana pada masa lampau dan kini, habitat hidup cendana, praktek pengelolaan cendana. Karakteristik responden dalam penggalian informasi ini lebih ditekankan pada aspek pengetahuan dan pengalaman masyarakat dalam menjelaskan tentang pengalaman tentang cendana masa lampau maupun kini di kebun dan hutan. Aspek ini didasarkan juga pada sebaran tingkat pendidikan responden, identitas pekerjaan dan status kepemilikan kebun.

Gambar 40 menunjukkan bahwa secara keseluruhan jawaban responden mengenai aspek pengetahuan cendana dengan rata-rata sebesar 4.42. Rata-rata pengetahuan masyarakat tentang tempat tumbuh cendana pada masa lampau sebesar yaitu 50% menjawab cendana tumbuh pada punggung bukit dan 50% semua tempat. Rata-rata jawaban responden tentang kondisi tanah tumbuh cendana sebesar 58,90% menjawab cendana dapat tumbuh pada tanah liat atau *clay* dan 41,10% menjawab cendana dapat tumbuh pada semua jenis tanah. Sedangkan untuk jawaban responden terhadap pertanyaan pertanyaan yang menguraikan tentang faktor iklim seperti apa yang cocok untuk pertumbuhan cendana yaitu 58,90% menjawab cendana tumbuh pada kondisi iklim dengan curah hujan rendah dan 41,10 % menjawab bahwa pohon cendana tumbuh pada daerah yang curah hujan nya sangat rendah. Hal ini dibuktikan juga dengan data hasil pengamatan kondisi iklim pada delapan stasiun pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan di lokasi penelitian sangat rendah dengan jumlah bulan kering yang sangat panjang antara 5 -7 bulan dalam setahun. Pola hidup dan interaksi pohon cendana dengan tumbuhan lain sebagai inang primer dan sekunder dalam siklus hidup cendana sebesar 58,90% responden menjawab cendana harus berasosiasi dengan tumbuhan sebagai inang untuk mendukung pertumbuhan baik sebagai inang primer maupun inang sekunder berupa kelompok legume atau suku polong-polongan (Fabaceae)

dan 41,10 % responden menjawab bahwa pohon cendana tumbuh dengan kelompok pohon besar seperti asam, johar dan acasia. Status kepemilikan dan sistem pemeliharaan tanaman cendana oleh masyarakat yaitu 58,90% responden menjawab mengatakan bahwa tanaman cendana masih tetap ditanam secara terus menerus oleh masyarakat sepanjang tahun dan ditanam di kebun milik sendiri dan 41,10 % responden menjawab bahwa cendana saat ini masih ada dan dapat dijumpai di hutan-hutan milik pemerintah desa maupun hutan produksi terbatas yang dikelola oleh dinas kehutanan. Hasil deskripsi mengenai aspek pengetahuan dan pengalaman masyarakat mengenai populasi, sebaran dan habitat cendana pada masa lampau dan kini dapat disajikan pada Gambar 40.



Gambar 40. Jawaban responden aspek pengetahuan tentang cendana

Hasil penelitian (Harisetijono, *et al.* 2001; Prasetyo, *et al.* 2011) menyatakan bahwa masyarakat di Pulau Timor memiliki pengetahuan cukup baik mengenai cendana pada masa lampau karena cendana adalah simbol atau lambang pemersatu masyarakat NTT. Masyarakat membudidayakan cendana di kebun dengan pengetahuan yang sangat minim namun tetap memiliki motivasi yang tinggi untuk menanam cendana (Prasetyo, *et al.* 2011). Hal ini juga berbanding lurus dengan hasil penelitian yang dilakukan di 8 stasiun pengamatan di Kab. TTS dan TTU menunjukkan bahwa minat dan keinginan masyarakat untuk menanam cendana di kebun sangat tinggi, karena didasarkan pada persepsi masyarakat bahwa cendana merupakan tanaman endemik dan maskot NTT. Sebanyak 58,90% responden menjawab bahwa masyarakat akan terus menanam cendana karena tahu tentang peraturan mengenai kepemilikan cendana sedangkan 41,10 % responden menjawab bahwa masyarakat memiliki keinginan yang tinggi untuk menanam cendana karena sangat tahu tentang peraturan daerah yang mengatur tentang cendana. Hal ini juga dapat

dilihat dari tingginya persentasi jawaban responden tentang sosialisasi peraturan yang baru tentang cendana sebesar 58,90% responden menjawab bahwa masyarakat mengetahui adanya perubahan peraturan baru tentang status kepemilikan cendana yaitu bahwa cendana yang tumbuh atau dibudidayakan di lahan atau kebun tetap menjadi milik masyarakat dan 41,10 % responden mengatakan bahwa masyarakat sangat tahu tentang perubahan peraturan mengenai cendana.

5.4.5 Hasil analisis deskriptif aspek budidaya cendana

Aspek budidaya cendana sangat penting digali di masyarakat dalam upaya mengelola cendana masa sekarang. Aspek ini sangat berkaitan langsung pengalaman masyarakat tentang ketersediaan dan cara mendapatkan bibit cendana, teknik budidaya cendana yang meliputi stok bibit cendana, cara memilih semai cendana yang produktif, rasio semai, kemampuan hidup semai cendana yang dibudidayakan di kebun menyediakan semai cendana untuk dan keuntungan membudidayakan cendana. Karakteristik responden dalam aspek ini sangat penting dalam penggalian informasi mengenai teknik budidaya cendana dan pengalaman masyarakat dalam mengolah lahan atau kebunnya.

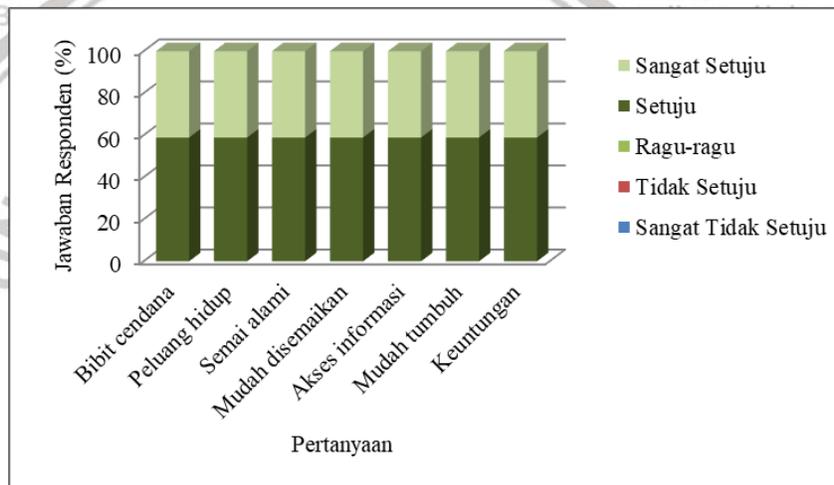
Gambar 41 menunjukkan bahwa secara keseluruhan jawaban responden mengenai aspek budidaya cendana dengan rata-rata sebesar 4.41. Rata-rata jawaban responden tentang kemudahan memperoleh bibit cendana sebesar 58,90% menjawab bahwa bibit cendana mudah ditemukan di hutan dan 41,10% menjawab bibit cendana sangat mudah diperoleh di hutan atau kebun karena tanaman cendana ketika sudah berumur 5 tahun sudah berbuah dan bisa menghasilkan biji sendiri dari induk, namun untuk memperoleh bibit cendana yang baik pada buah pohon cendana yang telah berumur 20 tahun. Selain itu juga, cendana dalam masa hidupnya berbunga dua kali setahun.

Musim bunga utama pada bulan Desember hingga Januari dan buah masak pada bulan Maret dan April (puncak produksi biji cendana) sedangkan musim berbunga kedua pada bulan Mei-Juni dan buah masak pada bulan September dan Oktober (Barett, 1989; Seran, *et al.* 2018).

Tingkat kesulitan dan kemudahan tumbuh bibit tanaman cendana jika ada semai alami cendana di kebun atau lahan yaitu 58,90% menjawab bahwa bibit cendana mudah tumbuh dan mudah di semai secara alami di kebun atau lahan yang dibudidayakan oleh masyarakat dan 41,10 % menjawab bahwa pohon cendana sangat mudah tumbuh dan disemai secara alami di kebun maupun lahan. Sedangkan untuk jawaban responden terhadap pertanyaan pertanyaan yang menguraikan tentang kemudahan akses informasi mengenai teknik budidaya cendana yaitu 58,90% menjawab informasi mengenai teknik budidaya cendana saat ini tidak terbatas dan mudah

untuk diperoleh melalui informasi desa maupun media masa dan 41,10 % responden menjawab bahwa akses informasi teknik budidaya cendana sangat mudah diperoleh masyarakat. Tingkat kesulitan dan keuntungan membudidayakan dan memelihara cendana di kebun sebesar 58,90% responden menjawab bahwa cendana mudah dibudidayakan dan dipelihara di kebun karena cendana dapat tumbuh secara alami dan berasosiasi dengan tanaman budidaya lainnya di kebun masyarakat dan menguntungkan dan 41,10 % responden menjawab bahwa cendana sangat mudah untuk dbudidayakan dikebun dan menguntungkan masyarakat.

Hasil dekripsi mengenai pengalaman masyarakat dalam membudidayakan cendana dapat disajikan pada Gambar 41.



Gambar 41. Jawaban responden tentang aspek budidaya cendana.

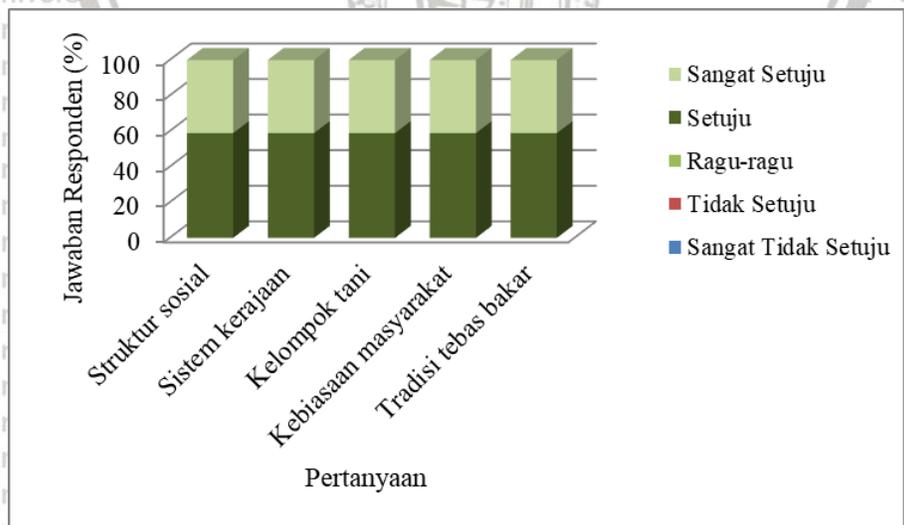
5.4.6 Hasil Analisis Deskriptif Aspek Sosial

Aspek sosial cendana sangat penting digali di masyarakat dalam upaya mengelola cendana di masa lampau dan masa sekarang. Aspek ini sangat berkaitan langsung dengan kondisi sosial masyarakat di Pulau Timor yang masih sangat kuat dipengaruhi oleh faktor struktur sosial di masyarakat yang masih didominasi oleh sistem kerajaan. Struktur sosial dan organisasi kelembagaan petani masih sangat berperan dalam upaya menjaga dan memelihara cendana yang tumbuh di hutan maupun di kebun. Secara turun temurun masyarakat lokal tetap memegang teguh prinsip sosial di masyarakat untuk mengembangkan cendana.

Gambar 42 menunjukkan bahwa secara keseluruhan jawaban responden mengenai aspek sosial masyarakat terhadap cendana dengan rata-rata sebesar 4.41. Rata-rata jawaban responden tentang pengelolaan kayu cendana secara tradisional sebesar 58,90% setuju bahwa secara

tradisional pengelolaan kayu cendana dan budidaya cendana masih kuat dipengaruhi oleh struktur sosial dan sistem kerajaan di masyarakat dan 41,10% menjawab sangat setuju bahwa secara tradisional pengelolaan kayu cendana masih sangat kuat dipengaruhi oleh sruktur sosial dan sistem kerajaan di masyarakat lokal. Hal ini juga berpengaruh terhadap motivasi atau keinginan masyarakat untuk membudidayakan cendana. Peranan organisasi sosial kelembagaan petani cendana sangat penting untuk pengelolaan kayu cendana yang ada di desa sebesar 58,90% setuju bahwa organisasi kelembagaan petani berperan untuk pengelolaan dan pemeliharaan dan menjaga kayu cendana agar tidak punah dan 41,10% responden mengatakan bahwa organisasi kelembagaan petani cendana sangat penting dan mutlak diperlukan untuk pemeliharaan dan menjaga cendana di kebun masyarakat.

Sistem pertanian tebas bakar yang dilakukan oleh masyarakat di Pulau Timor berpengaruh terhadap proses regenerasi cendana secara alamiah di hutan sebesar sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa kebiasaan membuka lahan atau kebun baru di hutan dengan sisPertanyaan tebas bakar berpengaruh terhadap kehidupan semai cendana maupun pancang sehingga akan mengganggu proses regenerasi cendana secara alamiah dan 41,10% responden menjawab bahwa sistem pertanian tradisioanal tebas bakar yang dilakukan oleh masyarakat lokal sangat berpengaruh terhadap regenerasi alamiah cendana di habitatnya. Hasil dekripsi mengenai aspek sosial masyarakat dapat disajikan pada Gambar 42.



Gambar 42. Jawaban responden tentang aspek sosial

5.4.7 Hasil analisis deskriptif aspek ekonomi

Aspek ekonomi tentang cendana sangat penting digali di masyarakat dalam upaya mengelola cendana di masa sekarang yang berkaitan dengan kondisi ekonomi masyarakat. Aspek ini sangat berkaitan langsung dengan kondisi ekonomi masyarakat di Pulau Timor yang masih sangat kuat dipengaruhi oleh keadaan ekonomi masyarakat Pulau Timor didominasi oleh petani.

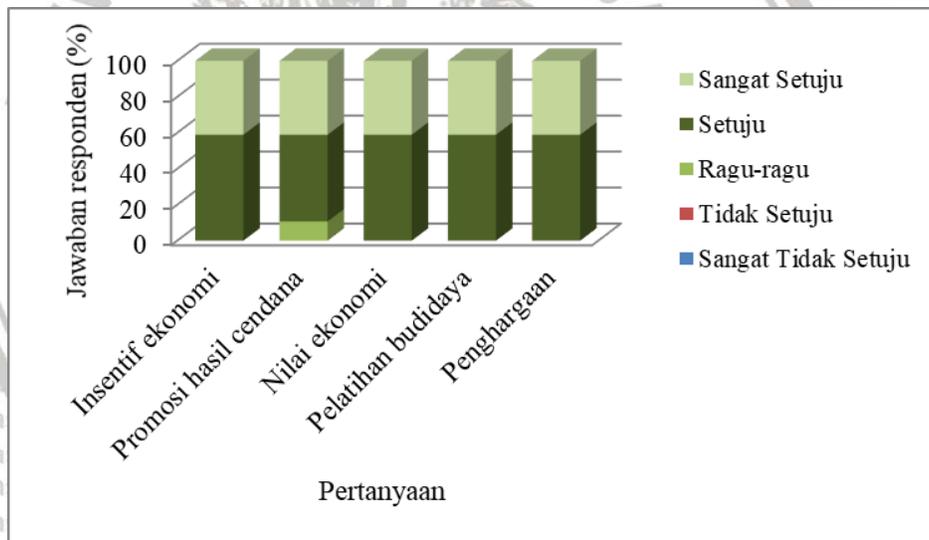
Cendana merupakan tumbuhan endemik yang bernilai ekonomi tinggi bagi pemerintah dan masyarakat. Nilai jual cendana dapat meningkatkan perekonomian daerah, masyarakat dan kebutuhan keluarga serta dapat membiayai pendidikan anak. Kontribusi pendapatan dari usaha budidaya cendana dari aspek ekonomi sangat tinggi.

Gambar 43 menunjukkan bahwa secara keseluruhan jawaban responden mengenai aspek ekonomi cendana dengan rata-rata sebesar 4.39. Rata-rata jawaban responden tentang perlu tidaknya pemberian insentif kepada masyarakat untuk menanam dan memelihara cendana sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa masyarakat perlu diberi insentif ekonomi untuk membantu dalam tahapan penanaman dan pemeliharaan cendana di kebun masing-masing dan 41,10% responden menjawab bahwa pemberian insentif ekonomi kepada masyarakat petani cendana sangat penting untuk membantu masyarakat dalam hal pemeliharaan cendana di kebun. Promosi hasil kayu cendana dalam pameran pembangunan atau kegiatan-kegiatan promosi lainnya harus memihak kepada masyarakat petani cendana sebesar 10,7% responden mengatakan bahwa ragu-ragu bahwa promosi hasil panen cendana selama ini belum memihak pada masyarakat lokal. Sedangkan 48,20% responden mengatakan bahwa perlu ada promosi hasil panen cendana yang melibatkan masyarakat lokal sehingga masyarakat termotivasi dan mempunyai keinginan untuk menanam cendana dan 41,10% responden mengatakan sangat perlu ada promosi hasil panen cendana di kebun masyarakat yang dilakukan oleh pemerintah desa.

Kontribusi pendapatan dari usaha cendana sebagai sumber penunjang perekonomian dan kebutuhan keluarga sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa hasil penjualan cendana berkontribusi terhadap pendapatan dan usaha cendana sebagai sumber penunjang perekonomian dan kebutuhan keluarga dan 41,10% responden mengatakan sangat besar kontribusi pendapatan ekonomi dan kebutuhan keluarga hasil penjualan dan usaha cendana yang dilakukan oleh masyarakat lokal untuk pemenuhan hidup dan biaya pendidikan anak. Penyuluhan atau pelatihan pembudidayaan cendana dan pemberian penghargaan pada masyarakat dalam usaha

pembudidayaan cendana sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa perlu ada penyuluhan atau pelatihan teknik pembudidayaan cendana dan pemberian penghargaan kepada masyarakat dan 41.10% responden mengatakan bahwa penyuluhan dan pemberian penghargaan kepada masyarakat dalam usaha pembudidayaan cendana sangat perlu diberikan kepada masyarakat petani cendana.

Salah satu penyebab utama penurunan produksi kayu cendana di NTT yaitu kesalahan pengelolaan cendana pada masa lalu yang mengutamakan aspek ekonomi tanpa mempertimbangkan aspek ekologi dan sosial (Darmokusumo, *et al.* 2000; Rahayu, *et al.* 2002; Butar-butar, *et al.* 2008). Karena itu, perlu ada pelatihan atau penyuluhan serta pemberian penghargaan kepada masyarakat dan masyarakat perlu dilibatkan secara aktif dalam kegiatan-kegiatan promosi hasil kayu cendana baik di tingkat nasional dan daerah. Hasil deskripsi mengenai aspek ekonomi cendana dapat disajikan pada Gambar 43.



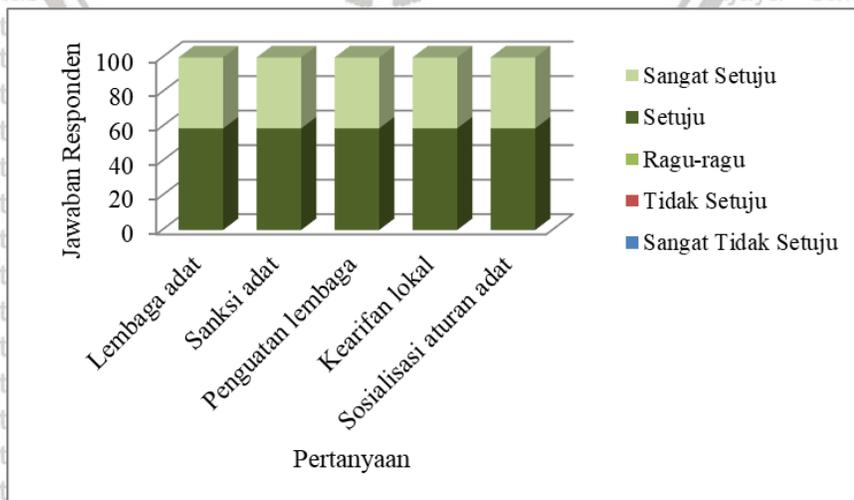
Gambar 43. Jawaban responden tentang aspek ekonomi

5.4.8 Hasil analisis deskriptif aspek budaya

Aspek budaya masyarakat Timor sangat berperan penting mengetahui sejarah dan nilai budaya cendana di masyarakat Pulau Timor. Bagi masyarakat NTT cendana merupakan maskot dan spesies endemik yang memiliki nilai budaya tinggi. Cendana dianggap sebagai *haumeni*, tumbuhan pembawa keharuman dalam keluarga dan kayu cendana bisa digunakan untuk acara adat dan juga bisa dibuat dalam bentuk ukiran-ukiran kayu cendana. Aspek budaya sangat berkaitan erat dengan struktur kelembagaan adat dan kearifan lokal yang berlaku di masyarakat

Pulau Timor dalam rangka pengelolaan cendana. Aspek budaya masyarakat berkaitan juga dengan sanksi atau denda adat yang diberlakukan kepada siapa saja yang melakukan pencurian dan pemusnahan tanaman cendana. Untuk itu, sangat penting penguatan kelembagaan adat dan pola kemitraan yang berbasis sosial dan budaya masyarakat lokal serta perlu adanya sosialisasi aturan adat tentang perlindungan cendana yang masih hidup.

Gambar 44 menunjukkan bahwa secara keseluruhan jawaban responden mengenai aspek budaya masyarakat terkait pengelolaan cendana dengan rata-rata sebesar 4.41. Rata-rata jawaban responden tentang perlu tidaknya pembentukan kembali peraturan desa dan peran lembaga adat untuk menjaga dan melestarikan cendana di hutan dan kebun sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa sangat penting adanya peraturan desa dan peran aktif lembaga adat untuk menjaga dan melestarikan cendana baik yang tumbuh di hutan maupun kebun dan 41.10% responden sangat penting dibentuk kembali peraturan desa dan peran serta lembaga adat untuk menjaga dan melestarikan cendana di habitat alami maupun yang di kebun. Dalam upaya menjaga dan melestarikan cendana, maka perlu diberikan sanksi atau denda terhadap pelanggaran dan pemusnahan cendana di hutan dan kebun sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa perlu ada sanksi atau pemberian denda kepada siapapun yang melakukan pelanggaran, pencurian dan pemusnahan cendana di hutan dan kebun dan 41.10% responden mengatakan bahwa sangat penting diberlakukan sanksi atau denda kepada siapapun yang telah melakukan pelanggaran, pencurian dan pemusnahan cendana di hutan dan kebun. Hasil dekripsi mengenai aspek budaya dapat disajikan pada Gambar 44.



Gambar 44. Jawaban responden tentang aspek budaya cendana

Penguatan kelembagaan adat, pola kemitraan berbasis sosial dan budaya masyarakat lokal serta adanya sistem pengawasan secara adat (kearifan lokal) sangat besar pengaruhnya terhadap pengelolaan cendana, sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa perlu adanya penguatan kelembagaan adat dan pengembangan pola kemitraan berbasis sosial dan budaya masyarakat lokal serta perlu adanya sistem pengawasan secara adat terhadap pengelolaan cendana dan 41,10% responden mengatakan bahwa sangat penting dilakukan penguatan kapasitas kelembagaan adat dan pengembangan pola kemitraan berbasis sosial dan budaya masyarakat lokal serta sangat perlunya penerapan sistem pengawasan secara adat (kearifan lokal) terhadap pengelolaan cendana.

Sosialisasi aturan adat (kearifan lokal) terkait perlindungan pohon cendana yang masih hidup sebesar 58,90% responden mengatakan bahwa perlu adanya sosialisasi aturan adat istiadat tentang pentingnya perlindungan pohon cendana yang masih hidup (ditanam) di kebun masyarakat dan 41,10% responden mengatakan bahwa sangat penting adanya sosialisasi aturan adat istiadat terkait perlindungan tanaman cendana yang masih tumbuh di kebun dan hutan.

5.4.9 Hasil Analisis Deskriptif Aspek Kebijakan

Upaya pengelolaan dan pengembangan cendana di Pulau Timor tidak terlepas dari aspek kebijakan pemerintah propinsi dan daerah yang berkaitan dengan status kepemilikan cendana, budidaya, pemeliharaan sampai pemanenan hasil produksi cendana. Adanya status cendana dalam IUCN termasuk spesies terancam punah di habitat aslinya, maka pemerintah propinsi dan daerah mengeluarkan kebijakan baru yang mengatur tentang cendana. Kebijakan baru ini lebih pro kepada masyarakat Pulau Timor untuk menanam dan mengkonservasi cendana di habitat alami maupun yang dibudidayakan. Hasil penelitian (Rahardjo, *et al.* 2008) mengenai persepsi masyarakat Kab.

TTS tentang perubahan kebijakan pemerintah daerah nomor 25 tahun 2001 menyatakan bahwa sebanyak 45 responden masih memiliki tanaman cendana namun sebagian masyarakat tidak ingin menanam cendana karena belum mengetahui adanya kebijakan baru tentang status kepemilikan cendana di kebun. Salah satu permasalahan cendana di Pulau Timor disebabkan masih kurangnya sosialisasi dan implementasi perubahan perda tentang cendana serta belum efektifnya Perda nomor 25 tahun 2001 sebagai dasar hukum dalam pengelolaan cendana (Harisetijono, *et al.* 2001; Rahayu, *et al.* 2002; Butar-butur, *et al.* 2008).

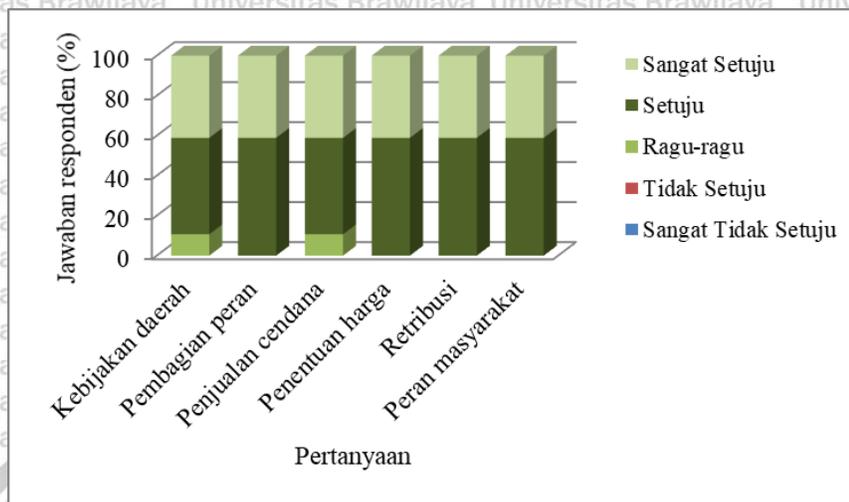
Gambar 45 menunjukkan bahwa jawaban responden mengenai aspek kebijakan pemerintah terkait pengelolaan cendana dengan rata-rata sebesar 4.39. Rata-rata jawaban responden tentang

aspek regulasi pemerintah pusat, propinsi dan daerah mengenai pengelolaan kayu cendana di Timor sebesar 10.7% responden mengatakan ragu-ragu bahwa pengelolaan kayu cendana selama ini telah diatur dengan regulasi pemerintah pusat, propinsi dan daerah. Sedangkan 48.20% responden menjawab bahwa perlu ada regulasi atau kebijakan khusus pemerintah pusat, propinsi dan daerah untuk pengelolaan kayu cendana yang melibatkan masyarakat lokal sehingga masyarakat termotivasi dan mempunyai keinginan untuk menanam cendana dan 41.10% responden mengatakan sangat setuju bahwa pengelolaan kayu cendana perlu diatur lebih khusus dengan peraturan pemerintah pusat, propinsi dan daerah mengenai status kepemilikan cendana baik tumbuh alami maupun dibudidayakan di kebun. Peraturan pemerintah pusat, propinsi dan daerah tentang status kepemilikan cendana tidak memberatkan masyarakat sebesar 58.90% responden menjawab bahwa peraturan pemerintah pusat, propinsi dan daerah yang digunakan untuk pengelolaan kayu cendana tidak memberatkan masyarakat lokal dalam hal ini cendana yang tumbuh atau di tanam di kebun akan menjadi milik masyarakat dan 41.10% responden mengatakan sangat setuju bahwa pengelolaan kayu cendana perlu di atur dalam peraturan pemerintah pusat, propinsi dan daerah dan tidak memberatkan masyarakat petani cendana.

Dalam hal pemasaran hasil kayu cendana yang tumbuh di kebun sebesar 10.7% responden mengatakan ragu-ragu bahwa pemasaran hasil kayu cendana tidak perlu mendapat ijin dari pemerintah daerah karena cendana yang tumbuh di kebun tetap milik masyarakat. Sedangkan 48,20% responden mengatakan bahwa pemasaran hasil kayu cendana tidak perlu mendapat ijin dari pemerintah daerah, hanya disampaikan saja kepada kepada desa setempat pada saat akan menjual kayu cendana kepada pihak lain dan 41.10% responden menyatakan sangat setuju bahwa pemasaran hasil kayu cendana yang tumbuh di kebun tidak perlu mendapat ijin dari pemerintah daerah.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dan wawancara dengan pemerintah dan masyarakat menunjukkan bahwa kebijakan baru yang dikeluarkan oleh pemerintah propinsi dan daerah Kab. TTS dan TTU telah merubah persepsi dan keinginan masyarakat untuk menanam cendana di kebun sendiri. Hasil panen dan status kepemilikan cendana yang tumbuh dan dibudidayakan di kebun menjadi milik masyarakat. Kegiatan pemanenan kayu cendana di kebun tidak perlu mendapat ijin dari pemerintah daerah, masyarakat diperbolehkan menjual cendananya dan para pengusaha (pelaku pasar). Pemerintah daerah hanya mengelola nilai retribusi cendana saja dan dimasa

mendatang perumusan kebijakan baru tentang cendana perlu melibatkan masyarakat lokal. Hasil dekripsi mengenai aspek budaya dapat disajikan pada Gambar 45.



Gambar 45. Jawaban responden tentang aspek kebijakan cendana

Penentuan harga penjualan hasil produksi kayu cendana dengan pihak lain (pelaku pasar) sebesar 58.90% responden menjawab bahwa harga penjualan hasil produksi kayu cendana diserahkan kepada masyarakat dan pengusaha (pelaku pasar) sedangkan pemerintah daerah hanya mengelola atau menerima nilai retribusi cendana saja dari hasil penjualan kayu cendana dan 41.10% responden mengatakan sangat setuju bahwa penentuan harga jual produksi kayu cendana diserahkan sepenuhnya kepada masyarakat dalam hal ini sebagai pemilik cendana dengan pengusaha (pelaku pasar) sedangkan pemerintah boleh menerima nilai retribusi saja. berdasarkan beberapa pokok pikiran tersebut, maka perumusan kebijakan atau peraturan daerah yang baru tentang cendana perlu melibatkan masyarakat. Sebesar 58.90% responden mengatakan bahwa dalam proses penyusunan dan perumusan kebijakan yang baru tentang cendana perlu melibatkan masyarakat lokal sehingga masyarakat sudah mengetahui terlebih dahulu terkait pengelolaan cendana dan 41.10% responden sangat setuju bahwa perumusan dan penyusunan kebijakan baru terkait cendana perlu melibatkan masyarakat lokal.

5.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka kesimpulan penelitian tahap empat yaitu pengetahuan serta pengalaman masyarakat sangat berpengaruh terhadap pemahaman tentang cendana. Sebanyak 58.90% responden paham tentang populasi dan sebaran cendana pada masa

lampau dan masa kini dan 41.10% sangat tahu tentang habitat cendana, pola hidup cendana dan keinginan untuk menanam cendana.

Pemahaman masyarakat tentang aspek budidaya cendana sangat tinggi hal ini terlihat persentase dari rata-rata sebaran jawaban responden bahwa masyarakat sangat tahu tentang teknik budidaya cendana, pesemaian cendana bahkan sampai pada peluang akses informasi tentang pembudidayaan cendana. Struktur sosial di masyarakat masih sangat kuat pengaruhnya terhadap pembudidayaan dan pengelolaan cendana di masyarakat.

Nilai ekonomi cendana sangat mempengaruhi keinginan dan minat masyarakat untuk menanam cendana di kebun. Sebanyak 58.90% responden menyatakan bahwa hasil penjualan kayu cendana sangat membantu perekonomian keluarga dan bisa untuk menyekolahkan anak-anak mereka. Perlu ada penghargaan dan pemberian pelatihan kepada masyarakat tentang usaha cendana dan nilai jual. Hanya ada 10.7% responden menyatakan bahwa ragu-ragu tentang upaya promosi kebijakan yang lebih kondusif dan memihak pada masyarakat lokal. Aspek budaya, sebagian besar responden (58.90%) menyatakan sangat setuju untuk pembentukan kembali peraturan desa dan peran lembaga adat untuk menjaga dan melestarikan cendana di hutan dan kebun masyarakat. Perlu adanya penguatan kelembagaan adat dan membangun kerjasama dan sistem pengawasan pengelolaan cendana secara adat (kearifan lokal).

Aspek kebijakan tentang cendana harus berpihak pada masyarakat dan tidak memberatkan masyarakat petani cendana. Sebesar 58.90% responden menyatakan bahwa kebijakan pemerintah yang baru sangat berpihak pada masyarakat dalam hal status kepemilikan cendana di kebun hingga penjualan cendana di kebun milik masyarakat tidak perlu mendapat ijin dari pemerintah. Sedangkan 41.10% responden setuju bahwa pemerintah hanya mendapat nilai retribusinya saja.

5.6 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran penelitian tahap empat adalah sebagai berikut:

1. Perlu peningkatan kemampuan masyarakat untuk menanam cendana sesuai dengan kebutuhan masa depan (nilai ekonomi dan budaya).
2. Perlu pemberdayaan masyarakat lokal yang otonom dalam kegiatan penanaman, pengembangan dan penjualan hasil produksi cendana.

BAB VI ANALISIS STRATEGI KONSERVASI CENDANA DI KAB. TIMOR TENGAH SELATAN DAN TIMOR TENGAH UTARA

ABSTRAK

Analisis strategi konservasi cendana berdasarkan data profil populasi, distribusi dan regenerasi cendana, karakteristik vegetasi, model struktural faktor pembatas regenerasi cendana dan kondisi sosial ekonomi budaya dan kebijakan. Metode yang digunakan adalah *Gap Analysis* dan *Root Cause Analysis*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan strategi konservasi cendana di Kabupaten TTS dan TTU yang berbasis masyarakat lokal berdasarkan keadaan profil populasi cendana masa kini di Kab. TTS dan TTU, kualitas pertumbuhan populasi cendana di hutan dan kebun, peta distribusi dan regenerasi cendana, kualitas vegetasi di habitat cendana, model interaksi faktor pembatas regenerasi cendana dan kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan. Hasil penelitian berdasarkan tabel matriks *Gap Analysis* menunjukkan bahwa Struktur populasi cendana sangat bervariasi antar stasiun pengamatan dan didominasi oleh populasi *jouvenile* sehingga diprediksi bahwa populasi cendana akan terus bertambah dan regenerasinya akan lebih baik di masa mendatang. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa masyarakat lokal di dua Kabupaten berkontribusi besar untuk proses regenerasi cendana di hutan dan kebun dan peluang ekonomi cendana masa mendatang sangat baik. Sedangkan karakteristik habitat cendana dan persepsi masyarakat tentang cendana dari aspek kebijakan bernilai negatif. Hal ini berarti bahwa kualitas habitat dan kebijakan pemerintah perlu mendapat perhatian dan perlu dilakukan penelitian terus menerus sehingga data dan informasi tersebut dapat mendukung pengelolaan cendana di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur. Hasil *Root Cause Analysis* dapat disimpulkan bahwa perbaikan strategi konservasi cendana perlu difokuskan pada aspek kebijakan, pengembangan *agroforestry* cendana, pemberdayaan masyarakat petani. Sosialisasi kebijakan pemerintah daerah Kab. Timor Tengah Selatan nomor 25 tahun 2001 dan Timor Tengah Utara nomor 2 tahun 2004 tentang status kepemilikan cendana di kebun atau lahan masyarakat perlu terus dilakukan sehingga semakin menyadarkan masyarakat untuk membudidayakan cendana dengan *system agroforestry*.

Kata kunci: Strategi konservasi, *Gap Analysis*, *Root Cause Analysis*, cendana, NTT

6.1 Pendahuluan

Upaya-upaya untuk melakukan konservasi cendana disebabkan oleh karena adanya penurunan populasi cendana di Pulau Timor sehingga perlu ditentukan strategi konservasi yang tepat yang bertumpu pada dua kegiatan utama yaitu (1) konservasi *in situ* yang dilakukan terhadap semua komponen keanekaragaman hayati pada populasi cendana yang terdapat di habitat aslinya demi mempertahankan populasi alami tegakan cendana. Konservasi *in situ* juga didasarkan pada pertimbangan, kebutuhan dan strategi sumber daya genetik pohon induk yang selektif sehingga diperoleh keragaman genetik yang lebih luas dan area dapat dijadikan sebagai sumber produksi benih (*seed production areas*). Konservasi *in situ* sangat memiliki keunggulan yakni jenis cendana

masih dapat berevolusi secara alami di habitat asalnya, sehingga dalam jangka panjang diharapkan bahwa strategi konservasi secara *in situ* dapat mendorong variasi genetik untuk spesies cendana (Heywood, *et al.* 2003; Gaston, *et al.* 2007; Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2010). (2) konservasi secara *ex situ* yaitu konservasi keanekaragaman hayati yang dilakukan di luar habitat alaminya. Cendana merupakan salah satu tumbuhan berkayu dengan pertumbuhan lambat dan siklus hidup panjang, sehingga perlu dilakukan juga upaya konservasi *ex situ* yang terencana dengan baik sesuai dengan lokasi. Konservasi ini bertujuan agar dapat menjalankan program *breeding* buatan dengan memanfaatkan bioteknologi yang meningkatkan produktivitas dan karakter tumbuhan cendana yang unggul.

Konservasi cendana dimasa lampau tidak berhasil, hal ini disebabkan oleh faktor adanya eksploitasi cendana yang berlebihan, penentuan kebijakan tentang status kepemilikan cendana yang tidak tepat dan tidak pro masyarakat lokal. Perluasan lahan dan konversi kawasan hutan alam menjadi pertanian dan perkebunan lahan kering menyebabkan luas habitat cendana menjadi semakin berkurang. Eksploitasi yang terus menerus dilakukan dan tanpa upaya konservasi cendana merupakan alasan mendasar terjadinya penurunan populasi cendana. Adanya regulasi cendana yang tidak tepat pada masa lampau, yakni peraturan daerah Nomor 16 tahun 1986, bahwa semua bentuk penguasaan dan pengelolaan cendana baik yang tumbuh di hutan maupun kebun dikuasai oleh pemerintah propinsi melalui dinas instansi terkait. Peraturan daerah (PERDA) ini tentunya sangat merugikan masyarakat lokal yang selama ini menganggap bahwa cendana sebagai salah satu sumber penghasilan ekonomi keluarga.

Berdasarkan uraian di atas maka sangat penting untuk dilakukan penelitian tentang analisis strategi konservasi cendana yang berbasis masyarakat lokal Di Kab. Timor Tengah Utara Dan Timor Tengah Selatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan strategi konservasi cendana di Kabupaten TTU dan TTS yang berbasis masyarakat lokal berdasarkan profil struktur populasi cendana masa kini di Kab. TTU dan TTS, kualitas pertumbuhan populasi cendana di hutan dan kebun, peta distribusi dan regenerasi cendana, kualitas vegetasi di habitat cendana, model interaksi faktor pembatas regenerasi cendana dan melihat kondisi sosial ekonomi budaya dan kebijakan. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu rekomendasi perbaikan strategi konservasi cendana di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur.

6.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi konservasi cendana di Kabupaten TTU dan TTS yang berbasis masyarakat lokal berdasarkan:

1. Keadaan profil struktur populasi cendana masa kini
2. Kualitas pertumbuhan cendana di hutan dan kebun
3. Distribusi dan regenerasi cendana di hutan dan kebun
4. Kualitas vegetasi di habitat cendana
5. Model interaksi faktor pembatas regenerasi cendana
6. Aspek pengetahuan, kondisi sosial ekonomi budaya dan kebijakan

6.3 Metode Penelitian

6.3.1 Lokasi dan waktu

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten TTU dan TTS pada 8 stasiun pengamatan dengan perincian Kabupaten TTS 5 stasiun pengamatan yaitu Oelbubuk (Oe), Binaus (Bi), Nununamat (Nu), Karang Siri (Ks), Tetaf (Te). Tiga stasiun di Kabupaten TTU adalah Upfaon (Up), Banamlaat (Ba) dan Oinbit (Oi). Penelitian ini dilakukan dengan cara mengelaborasi data hasil pengamatan lapangan di delapan stasiun pengamatan dan data wawancara dengan masyarakat dan pemerintah berupa kelompok masyarakat petani cendana yang berkaitan dengan pengetahuan dan pengalaman serta kondisi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat lokal yang berpengaruh pada upaya konservasi cendana, pemerintah desa dan dinas terkait aspek kebijakan yang berkenaan dengan status kepemilikan cendana di kebun masyarakat dan bantuan pembibitan anakan cendana untuk masyarakat.

6.3.2 Tehnik pengumpulan data

Tahapan penelitian dilakukan dengan cara menyusun perbaikan strategi konservasi cendana berdasarkan data profil struktur populasi cendana, peta sebaran dan regenerasi cendana, karakteristik vegetasi sebagai habitat cendana, faktor abotik dan fisika kimia, pemodelan struktural faktor pembatas regenerasi cendana, aspek pengetahuan, kondisi sosial, ekonomi, budaya, kebijakan pemerintah daerah yang disusun dalam bentuk matriks atau tabel *Gap Analysis* dan *Root Cause Analysis* (RCA).

6.3.3 Analisa data

Penentuan strategi konservasi cendana di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur menggunakan metode *Gap Analysis* dan *Root Cause Analysis* (RCA).

6.4 Hasil Dan Pembahasan

6.4.1 Penentuan strategi konservasi cendana berdasarkan profil populasi, karakteristik habitat, peta sebaran, kondisi sosekbud dan kebijakan dan model hubungan faktor pembatas regenerasi cendana.

6.4.1.1 Analisis Gap atau analisis kesenjangan strategi konservasi cendana berdasarkan data profil populasi, peta distribusi dan regenerasi, karakteristik habitat, kondisi sosekbud dan kebijakan dan model interaksi faktor pembatas regenerasi cendana dengan penelitian sebelumnya.

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan spesies endemik, menghasilkan kualitas kayu yang wangi dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Faktor inilah yang dimanfaatkan oleh masyarakat dan pemerintah untuk mengembangkan cendana baik di habitat alami maupun budidaya. Hal ini juga berpotensi menimbulkan ancaman terhadap kelestarian cendana di habitatnya. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang populasi cendana saat ini, struktur populasi, karakteristik habitat alami cendana, peta distribusi, model interaksi faktor pembatas regenerasi cendana serta menemukan kesenjangan (*Gap Analysis*) dengan penelitian, publikasi-publikasi ilmiah (*research gap*) atau standar tertentu yang bermanfaat untuk menentukan skala prioritas yang perlu dilakukan untuk penentuan konservasi cendana.

Gap analysis merupakan salah metode untuk melakukan suatu evaluasi terhadap potensi keanekaragaman hayati dalam suatu kawasan konservasi yang meliputi gap keterwakilan suatu spesies untuk kelangsungan hidup jangka panjang, gap ekologi yang mengkaji tentang kondisi ekologis suatu spesies dalam kawasan konservasi, gap manajemen yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pengelolaan suatu spesies dalam kawasan konservasi sesuai dengan kondisi dan karakteristik lokasi (Kemenhut, 2010). Gap analysis di susun berdasarkan hasil observasi lapang dan hasil wawancara dengan masyarakat dan pemerintah daerah yang meliputi profil populasi, struktur populasi, kualitas vegetasi di habitat cendana, model interaksi faktor pembatas regenerasi cendana serta kondisi sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan pemerintah tentang cendana.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan pada delapan stasiun pengamatan dan 87 *nested* plot menunjukkan bahwa profil populasi cendana masa lampau dan kini, struktur populasi, kualitas pertumbuhan populasi, peta distribusi dan regenerasi, model interaksi faktor pembatas regenerasi cendana dan persepsi masyarakat tentang cendana dari aspek pengetahuan dan pengalaman, teknik budidaya, kondisi sosial, ekonomi, budaya memiliki nilai yang positif (Tabel 9). Hal ini menunjukkan bahwa ada perubahan atau dinamika populasi cendana yang lebih

besar pada masa kini dibandingkan dengan masa lampau tahun 1998 sampai 2010. Populasi cendana meningkat sangat signifikan sebesar 200-500% sehingga regenerasi cendana masa mendatang akan lebih baik. Struktur populasi cendana sangat bervariasi antar stasiun pengamatan dan didominasi oleh populasi *jouvenile* sehingga diprediksi bahwa populasi cendana akan terus bertambah dan regenerasinya akan lebih baik di masa mendatang. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa masyarakat lokal di dua Kabupaten berkontribusi besar untuk proses regenerasi cendana di hutan dan kebun dan peluang ekonomi cendana masa mendatang sangat baik. Sedangkan karakteristik habitat cendana dan persepsi masyarakat tentang cendana dari aspek kebijakan bernilai negatif. Hal ini berarti bahwa kualitas habitat dan kebijakan pemerintah perlu mendapat perhatian dan perlu dilakukan penelitian terus menerus sehingga data dan informasi tersebut dapat mendukung pengelolaan cendana di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur.

Tabel 9. Hasil analisis Gap perbaikan strategi konservasi cendana berdasarkan profil populasi, dinamika populasi, faktor abiotik, iklim, geografi dengan penelitian sebelumnya.

No	Aspek	Kerapatan pop. (ind./ha)		Kerapatan pop. (ind./ha)		Standar Pop. tahun 1998 (Binaus)	Gap				
		TTU Hutan	TTU Kebun	TTS Hutan	TTS Kebun		TTU *	TTU	TTS *	TTS	
1	Struktur populasi pohon & tiang, pancang & semai	123-236	267	85-325	178-311	34.078	-	-	-	-	
		21.275-21.645	29.038	2.160-9.322	7.033-21.434	830-3.125	+	+	+	+	
2	Dinamika populasi	43.278	29.305	11.892	29.041	TTU (34.078)	+	+	+	+	
						TTS (11.271)	+	+	+	+	
3	Tanah:	BOT (%)	5,3-5,5	5,7	6,4-7,2	5,0-7,2	7,6	+	+	+	+
		pH	7,7-8,0	7,7	7,5	7,3-7,9	7,2	-	-	-	-
		Kondukt. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	241,5-332	275,7	220,4-221	147,1-1312,1	234	-	+	+	+
4	Iklim:	Curah hujan (mm)	796,5	1204,5	767,8	1189,5	903,3	+	+	+	+
		Bulan kering (bulan)	4	5	1	2	4	+	-	+	+
5	Geografi:	Altitude	383,8-534,8	398,3	868,8-962,8	729,9-1038	972,7	+	+	+	-

Keterangan: (+) = Memenuhi standar, (-) = Tidak memenuhi standar

6.4.1.2 *Root Cause Analysis* (RCA) strategi konservasi cendana berdasarkan data profil populasi, karakteristik habitat, peta sebaran, kondisi sosekbud dan kebijakan dan model hubungan faktor pembatas regenerasi cendana.

Analisis akar masalah (*Root Cause Analysis*) sangat penting digunakan untuk menentukan strategi konservasi cendana. Analisis ini adalah metode analisis yang dilakukan secara bertahap dan terfokus pada penemuan akar penyebab suatu masalah (Rooney, *et al.* 2004). Hasil analisis akar masalah penelitian cendana dapat ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil *Root Cause Analysis* dan rekomendasi perbaikan strategi konservasi cendana di Kabupaten TTS dan TTU.

No	Masalah	Akar Masalah	Alternatif Solusi	Rekomendasi
1.	Populasi tiang-pohon menurun dalam 20 tahun terakhir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eksploitasi cendana di hutan yang berlebihan tanpa memperhatikan aspek regenerasi alami dan budidaya 2. Konversi hutan cendana 3. Terjadi kebakaran hutan produksi cendana 4. Pencurian kayu cendana yang makin meningkat 5. Motivasi menanam cendana masih rendah tahun 1998-2000 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Budidaya cendana di kebun 2. Gerakan cendana keluarga 3. Program hutan tanaman cendana 4. Pemberian bantuan benih cendana secara gratis kepada masyarakat 5. Penetapan status kepemilikan cendana di kebun 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsistensi implementasi dan pemantauan keberhasilan <i>master plan</i> cendana NTT 2010-2030
2.	Regenerasi tiang, pohon di Kab. TTS masih bervariasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemanenan cendana melebihi kapasitas regenerasi 2. Nilai ekonomi cendana tinggi 3. Ada sebagian masyarakat yang masih ragu dengan kebijakan Pemda terkait cendana 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuota panen cendana perlu disesuaikan dengan penanaman 2. Sosialisasi dan penegakan kebijakan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kemampuan masyarakat untuk menanam cendana sesuai kebutuhan masa depan 2. Perlu terus dilakukan sosialisasi dan penegakan kebijakan

<p>3. Habitat cendana tidak selalu sesuai stasiun pengamatan Binaus</p>	<p>1. Keasaman dan konduktivitas tanah lebih tinggi 2. Cendana ditanam dengan komoditi lain yang diberi pemupukan 3. Curah hujan di kebun lebih tinggi</p>	<p>1. Budidaya cendana dengan <i>low input</i> 2. Perbaikan drainase 3. Evaluasi keberhasilan budidaya cendana</p>	<p>1. Pengembangan <i>agroforestry</i> cendana <i>low input</i> 2. Penelitian habitat optimal cendana</p>
<p>4. Ada keraguan masyarakat terkait implementasi kebijakan pemerintah dan penjualan cendana</p>	<p>1. Kurangnya sosialisasi kebijakan baru 2. Pendekatan implementasi kebijakan masih bersifat <i>top-down</i></p>	<p>1. Sosialisasi dan penegakan kebijakan 2. Pemberdayaan masyarakat lokal untuk melakukan inovasi konservasi spesifik lokasi</p>	<p>1. Perlu terus dilakukan sosialisasi dan penegakan kebijakan 2. Pemberdayaan masyarakat yang otonom dalam penanaman, pengembangan dan penjualan</p>

6.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil *Analysis Gap* dan *Root Cause Analysis* dapat disimpulkan bahwa perbaikan strategi konservasi cendana perlu difokuskan pada aspek kebijakan, pengembangan *agroforestry* cendana yang *low input* dan pemberdayaan masyarakat petani.

6.6 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran penelitian tahap lima adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan monitoring dan evaluasi keberhasilan *master plan* cendana NTT 2010-2030.
2. Perlu terus dilakukan penelitian terkait inovasi teknologi pembudidayaan dan pengembangan cendana.
3. Perlu terus dilakukan sosialisasi dan penegakan kebijakan yang baru tentang cendana.

BAB VII PEMBAHASAN UMUM

7.1 Profil Populasi dan Distribusi Cendana Di Hutan Dan Kebun Masyarakat Di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur.

Cendana (*Santalum album* L.) merupakan tumbuhan endemik, maskot dan lambang pemersatu masyarakat Nusa Tenggara Timur. Namun populasinya terus mengalami penurunan dalam kurun waktu 20 tahun terakhir. Tumbuhan cendana yang tumbuh secara alami di hutan dan kebun di pulau Timor populasinya terus menurun karena disebabkan oleh beberapa faktor yaitu eksploitasi cendana yang melebihi kemampuan regenerasi serta tidak didukung oleh upaya rehabilitasi atau penanaman cendana. Konversi Kawasan hutan cendana menjadi lahan pertanian dan pemukiman penduduk serta kurangnya dukungan masyarakat untuk mempertahankan dan membudidayakan tanaman cendana. Kebijakan pemerintah masa lampau yang tidak berpihak pada masyarakat juga berpengaruh terhadap stabilitas populasi dan kemampuan regenerasi cendana dihabitat alami. Aspek ekonomi cendana juga turut berpengaruh terhadap menurun populasi cendana di Pulau Timor. Cendana adalah tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan berkontribusi terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) pemerintah daerah NTT maupun Kabupaten. Upaya upaya yang dilakukan oleh pemerintah daerah melalui pembangunan kawasan hutan konservasi cendana, pembuatan demplot cendana di Kab. TTS dan TTU sangat berkontribusi besar untuk mengembalikan populasi cendana di Pulau Timor. Selain itu adanya dukungan dari hasil penelitian dan pengembangan inovasi Teknik silvikultur cendana menjadi salah satu upaya untuk melakukan kegiatan konservasi cendana. Keinginan dan motivasi masyarakat untuk membudidayakan cendana di kebun sangat berkontribusi untuk mengembalikan populasi cendana. Model pengembangan cendana dalam sistem *agroforestry* menjadi salah satu solusi terkini untuk mempertahankan populasi cendana dan sekaligus melakukan penghijauan cendana di Indonesia.

Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan bahwa upaya-upaya yang di lakukan oleh masyarakat untuk meningkatkan populasi tanaman cendana meningkat sangat signifikan. Struktur populasi cendana bervariasi antar lokasi dan didominasi oleh fase pancang dan semai. Ukuran populasi cendana terbaik terdapat di lokasi hutan Banamlaat, Oinbit (TTU) and Tetaf (TTS) sedangkan di kebun di tunjukkan oleh lokasi kebun Upfaon (TTU) dan Binaus, Oelbubuk (TTS). Struktur populasi cendana fase semai dan pancang pada 87 plot pengamatan dengan nilai kerapatan

123,521 ind.ha⁻¹ dan pancang 9,285 ind.ha⁻¹, tiang 1,713 ind.ha⁻¹, dan pohon 75 ind.ha⁻¹. Secara keseluruhan struktur populasi cendana di Kabupaten TTU didominasi oleh populasi semai (anakan) (69,410 ind.ha⁻¹) dan pancang (sapling) (2,547 ind.ha⁻¹) jika dibandingkan dengan populasi tiang (578 ind.ha⁻¹) dan pohon (48 ind.ha⁻¹). Struktur populasi cendana di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) tidak menunjukkan adanya perbedaan atau dapat dikatakan hampir sama jumlah kerapatan populasi tiang, pancang dan semai kecuali fase pohon dengan kepadatan populasi lebih sedikit (27 ind.ha⁻¹). Hal ini berarti bahwa regenerasi cendana di masa mendatang akan lebih baik.

Secara umum struktur populasi cendana di Kabupaten TTU dan TTS hasil penelitian tahun 2016 menunjukkan bahwa populasi cendana mengalami peningkatan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan populasi cendana tahun 1998, sedangkan populasi cendana terendah terjadi pada tahun 2010 yakni kerapatan populasi hanya 405-761 individu/ha. Populasi cendana saat ini mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu 200-500% yang di lihat dari keberhasilan regenerasi budidaya cendana yang didominasi oleh juvenile dan masyarakat di Kab TTU dan TTS berkontribusi besar untuk proses regenerasi cendana dengan adanya kebijakan pemerintah yang baru yang lebih memihak kepada masyarakat sehingga regenerasi nya akan lebih baik dimasa mendatang. Hasil analisis peta sebaran cendana menunjukkan bahwa pada tahun 2010 berdasarkan data koordinat yang diperoleh dari Dinas Kehutanan Propinsi Nusa Tenggara Timur dapat dilihat bahwa sebaran dan regenerasi cendana tahun 2010 di Kab. TTU dan TTS mengalami penurunan populasi yang sangat drastis dan lebih banyak tumbuh di hutan baik di Kab. TTU & TTS (Sumber: Data sebaran cendana Kab. TTU dan TTS, 2010) jika dibandingkan sebaran dan regenerasi cendana tahun 2016 yang mengalami peningkatan signifikan. Profil distribusi dan regenerasi cendana dapat dilihat pada peta sebaran dan regenerasi cendana tahun 2016. Berdasarkan peta distribusi dan regenerasi cendana saat ini, terlihat bahwa populasi cendana umumnya ada yang tumbuh alami maupun dibudidayakan di kebun masyarakat sehingga regenerasi nya akan lebih baik dimasa mendatang sedangkan sebaran dan regenerasi cendana pada tahun 2010 lebih banyak terdapat di kebun, hal ini berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat dan pemerintah serta didukung oleh data sekunder dari dinas kehutanan Kab. TTU dan TTS yang menunjukkan bahwa populasi cendana jumlahnya sangat rendah dan hanya terbatas pada budidaya di kebun.

Pertumbuhan populasi cendana dan sebarannya di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur mengalami peningkatan terutama ukuran populasinya yang mengalami peningkatan yang

sangat signifikan. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan kerapatan populasi cendana pada dua Kabupaten (TTU dan TTS). Dinamika pertumbuhan populasi di Kab. TTS secara keseluruhan adalah 61457,1 individu/ha dengan perincian kerapatan populasi cendana fase pohon 27,7 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase tiang 1135,4 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase pancang 6737,6 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase semai 53111 individu/ha. Ukuran populasi cendana di Kabupaten TTU secara keseluruhan adalah 73235,7 individu/ha, dengan perincian kerapatan populasi cendana fase pohon 48,3 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase tiang yaitu 577,7 individu/ha, kerapatan populasi cendana fase pancang 2547,1 individu/ha dan kerapatan populasi cendana fase semai 69409,6 individu/ha. Dengan demikian populasi cendana di Pulau Timor Barat NTT berdasarkan hasil penelitian menunjukkan perubahan populasi ke arah yang lebih baik dengan total kerapatan populasi cendana adalah 134692,8 individu/ha. Hal ini dapat disimpulkan bahwa petani lokal di Kabupaten TTU dan TTS telah berhasil membudidayakan cendana sehingga regenerasi cendana di masa mendatang akan lebih baik dan populasi cendana akan kembali stabil.

Hasil analisis PCA dengan biplot dan *cluster* untuk melihat perbandingan kualitas pertumbuhan tanaman cendana di hutan dan kebun di Kabupaten TTU dan TTS menunjukkan bahwa kualitas pertumbuhan cendana sangat bervariasi antar stasiun pengamatan. Kualitas pertumbuhan cendana terbaik dapat dijumpai di dua kebun di Kabupaten Timor Tengah Selatan (Binaus, Oelbukuk) dan kebun Upfaon (Kab. Timor Tengah Utara). Kerapatan populasi cendana strata tiang dan pancang tertinggi terdapat di kebun dan hutan di Kab. TTU dan hutan di Kab. TTS. Vitalitas tumbuhan cendana terbaik dapat dijumpai di Hutan dibandingkan dengan di Kebun. Stasiun pengamatan kebun Nununamat di Kab. TTS memiliki kualitas pertumbuhan paling rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa masyarakat petani cendana di Kab. TTS dan TTU telah berhasil membudidayakan cendana di kebun dengan baik yang memiliki kualitas pertumbuhan yang hampir sama dengan di hutan.

7.2 Karakteristik Vegetasi sebagai Habitat Cendana di Pulau Timor Barat, NTT

Tanaman cendana (*Santalum album* L.) merupakan salah satu spesies tumbuhan yang memiliki kandungan minyak atsiri dan kualitas kayu yang wangi. Namun dalam pertumbuhannya, cendana sangat bergantung pada tumbuhan lain yang berperan sebagai inang primer atau sekunder serta berinteraksi dengan kondisi fisika kimia tanah dan faktor lingkungan lainnya. Oleh karena itu dalam pertumbuhannya cendana selalu berasosiasi dengan tanaman lain baik sebagai inang

primer maupun sekunder. Oleh karena itu keberadaan tumbuhan lain sangat penting untuk membantu dalam proses penyerapan unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan cendana, dan merupakan salah satu spesies terbaik di dunia karena kandungan minyak atsiri dan kualitas kayunya yang wangi. Namun saat ini, cendana populasinya terus menurun dan termasuk dalam spesies tumbuhan yang terancam punah. Untuk mempertahankan populasi cendana di NTT, maka perlu dilakukan upaya konservasi dan peningkatan populasi cendana melalui kegiatan penanaman.

Dalam upaya mendukung keberhasilan penanaman cendana, maka untuk mengidentifikasi karakteristik vegetasi dan faktor fisika kimia sebagai habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana di hutan dan kebun. Selain itu, mengidentifikasi karakteristik vegetasi sebagai habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana sangat penting dilakukan untuk memberi peluang untuk mengembangkan sistem budidaya cendana secara komersial yang memberikan keuntungan ekonomi bagi pemerintah dan masyarakat di Pulau Timor Barat. Adanya interaksi vegetasi, faktor abiotik dan faktor fisika-kimia dalam habitat cendana dengan populasi cendana yang bervariasi sangat mempengaruhi proses fisiologis serta menurunkan proses pertumbuhan cendana baik tumbuh secara alami maupun yang dibudidayakan.

Hasil penelitian tahap dua menunjukkan bahwa kualitas vegetasi di habitat cendana sangat bervariasi antar lokasi. Berdasarkan indeks kekayaan taksa, kerapatan dan indeks diversitas menunjukkan bahwa tiga stasiun pengamatan yaitu Oinbit (Oi), Banamlaat (Ba) di hutan dan Upfaon (Up) di kebun TTU memiliki karakteristik kualitas habitat yang sesuai. Sedangkan di Kab. TTS diwakili oleh dua stasiun pengamatan di kebun yaitu Binaus (Bi) dan Oelbubuk (Oe). Kekayaan taksa dan kerapatan vegetasi paling tinggi di Pertanyaanukan di Hutan dan Kebun di TTU. Diversitas jenis yang paling rendah di Pertanyaanukan di TTS terdapat di stasiun pengamatan Tetaf (Te). Analisis biplot dan *cluster* menunjukkan bahwa kualitas interaksi vegetasi, populasi cendana dan faktor fisika kimia yang diukur sangat bervariasi dan dikelompokkan menjadi lima group. Hasil uji anova dengan *Games Howell test* menunjukkan bahwa kandungan kualitas fisika kimia bahan organik, pH dan konduktivitas tanah paling tinggi terdapat di tiga kebun yaitu stasiun pengamatan Binaus dan Oelbubuk (TTS), Upfaon (TTU). Satu stasiun di hutan diwakili oleh stasiun Oinbit (TTU). Diversitas inang cendana paling tinggi terdapat di stasiun Oinbit, Upfaon, Binaus dan Banamlaat. Kualitas fisika kimia paling rendah terdapat di stasiun pengamatan Tetaf. Karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan cendana terdapat di kebun Upfaon (TTU) dan Binaus, Oelbubuk (TTS).

Berdasarkan hasil analisis faktor fisika kimia menunjukkan bahwa hasil pengukuran interaksi kualitas habitat cendana di hutan dan kebun masyarakat di Kab. TTU dan TTS sangat bervariasi. Hasil pengamatan kualitas habitat cendana berdasarkan sifat fisika kimia komponen kandungan Bahan Organik Tanah (BOT) pada kedalaman tanah (10 cm) menunjukkan bahwa rata-rata nilai bahan organik tanah pada 8 (delapan) stasiun pengamatan berkisar antara 5,0-7,6 %. Kandungan bahan organik tanah yang paling tinggi terdapat pada stasiun pengamatan Binaus (Bi) sebesar 7,6 % dan terendah terdapat pada stasiun pengamatan Nununamat (Nu) yaitu 5,0 %. Hasil uji beda nyata Anova dan dilanjutkan dengan *Games Howell test* ($P < 0,05$) berdasarkan kandungan bahan organik tanah (BOT) mengindikasikan bahwa bahan organik tanah antar stasiun pengamatan berbeda nyata. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) sangat berbeda nyata dengan Banamlaat (Ba), Binaus (Bi), Oelbubuk (Oe), Tetaf (Te) dan Nununamat (Nu), namun tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata dengan Oinbit (Oi) dan Karang Siri (Ks).

Kualitas habitat cendana berdasarkan pengukuran kandungan pH tanah menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH tanah dilokasi penelitian pada kedalaman tanah (10 cm) berkisar antara 7,2 – 8,0. Kisaran pH tersebut tergolong dalam pH netral sampai basa. Kisaran pH tanah umumnya dipengaruhi oleh proses dekomposisi tanah dan keadaan lingkungan sekitar. Nilai pH tanah juga berpengaruh pada ketersediaan nutrisi bagi tumbuhan yang selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan (Bhargavi, *et al.*, 2011). Hasil uji anova yang dilanjutkan dengan uji *Games-Howell*, menunjukkan bahwa nilai pH tanah antar stasiun pengamatan sangat bervariasi dan menunjukkan perbedaan nyata antar beberapa stasiun pengamatan. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) berbeda nyata dengan Oinbit (Oi), Binaus (Bi), Oelbubuk (Oe), Tetaf (Te) dan Nununamat (Nu) namun tidak berbeda nyata dengan Banamlaat (Ba) dan Karang Siri (Ks) sedangkan hasil pengukuran konduktivitas tanah tidak berbeda nyata antar stasiun pengamatan. Nilai konduktivitas tanah berkisar antara 147,1 – 332,0 $\mu\text{s.cm}^{-1}$. Konduktivitas tanah tertinggi terdapat pada stasiun pengamatan Oinbit (Oi) (332,0 $\mu\text{s.cm}^{-1}$), hal ini diduga diakibatkan oleh karena adanya aktivitas manusia. Pada stasiun ini, sebagian besar merupakan bekas lahan penambangan mangan dan dekat dengan pemukiman penduduk sehingga banyak aktivitas manusia berupa aktivitas mandi, mencuci, MCK, dan pertanian sedangkan nilai terendah terdapat di stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) (147,1 $\mu\text{s.cm}^{-1}$).

Kualitas habitat cendana berdasarkan sifat fisika kimia, kandungan bahan organik tanah (BOT) pada kedalaman tanah (20 cm) menunjukkan bahwa rata-rata nilai bahan organik tanah

berkisar antara 4,8-7,8 %. Kandungan bahan organik tanah yang paling tinggi terdapat pada stasiun pengamatan Binaus (Bi) sebesar 7,8 % dan terendah terdapat pada stasiun pengamatan Nununamat (Nu) yaitu 4,8 %. Hasil uji beda nyata Anova dan dilanjutkan dengan *Games Howell test* ($P < 0.05$) berdasarkan kandungan bahan organik tanah (BOT) mengindikasikan bahwa bahan organik tanah antar stasiun pengamatan tidak menunjukkan variasi yang tinggi. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) tidak berbeda nyata dengan Oinbit (Oi) dan Karang Siri (Ks), namun berbeda nyata dengan stasiun pengamatan Banamlaat (Ba), Binaus (Bi), Oelbubuk (Oe), Tetaf (Te) dan Nununamat (Nu). Hasil analisis pengukuran konduktivitas tanah juga tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata. Nilai konduktivitas tanah berkisar antara 104,6 – 309,2 $\mu\text{s.cm}^{-1}$. Konduktivitas tanah tertinggi terdapat di stasiun pengamatan Tetaf (Te) (309,2 $\mu\text{s.cm}^{-1}$) sedangkan terendah terdapat pada stasiun pengamatan Oelbubuk (Oe) (104,6 $\mu\text{s.cm}^{-1}$). Pada stasiun Tetaf (Te) kandungan nilai konduktivitas tanah tinggi karena sebagian besar plot pengamatan nya berdekatan dengan pemukiman penduduk dan jalan raya Trans Timor Barat dengan Timor Leste sehingga banyak aktivitas manusia berupa aktivitas pembuangan sampah dari rumah makan, mandi, mencuci, MCK dan pelapisan bahan bahan untuk pembuatan jalan raya.

Hasil analisis ini kemudian dilanjutkan dengan uji Anova dengan uji *Games Howell test* ($P < 0.05$) menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata nilai konduktivitas tanah antar stasiun pengamatan. Stasiun pengamatan Upfaon (Up) tidak berbeda nyata dengan Banamlaat (Ba), Binaus (Bi), Tetaf (Te), Karang Siri (Ks) dan Nununamat (Nu) kecuali dengan stasiun Oinbit (Oi) dan Oelbubuk berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun stasiun pengamatan kondisi tanah dan topografi yang bervariasi, tetapi tidak berpengaruh terhadap konduktivitas dalam tanah. Konduktivitas tanah berpengaruh terhadap peningkatan pada kadar garam atau salinitas. Salinitas tinggi akan berpengaruh pada produktivitas tanaman karena ketidakmampuan tanaman untuk menyerap air dalam tanah sehingga tanaman akan mengalami kekeringan dan pertumbuhannya terhambat (Bhargavi *et al.* 2011; Sundarapandian, *et al.* 2000).

7.3 Pemodelan Regenerasi Cendana (*Santalum album L.*) di Pulau Timor Barat, NTT.

Regenerasi cendana secara alamiah di hutan dapat melalui biji maupun tunas akar semakin tidak cukup berhasil karena kerusakan habitat dan keterbatasan pohon induk. Namun, regenerasi cendana pada saat ini lebih banyak ditentukan oleh keberhasilan pembudidayaan cendana yang dilakukan oleh masyarakat lokal dalam sistem agroforestri dengan penggunaan inang sekunder (Wawo, 2008). Kegiatan regenerasi melalui budidaya yang dilakukan di NTT

masih sangat rendah, data luas lahan kegiatan penanaman cendana selama kurun waktu 5 tahun yaitu tahun 2004-2008 sebesar 429 ha per th. Upaya-upaya pembudidayaan cendana yang sudah dilaksanakan oleh pemerintah atau instansi terkait yaitu Dinas Kehutanan masih sangat rendah, mencapai kurang dari 30 % dibandingkan dengan jumlah penebangan cendana yang telah dilakukan oleh pemerintah (Darmokusumo, *et al.* 2001; Surata, 2006). Kegiatan penebangan kayu cendana yang telah dilakukan oleh pemerintah yakni mencapai 6.200-12.400 pohon per th (Surata, 2006).

Salah satu penyebab rendahnya keberhasilan pembudidayaan cendana karena tanaman cendana dapat diserang hama atau penyakit, antara lain penyakit bulir yang disebabkan oleh mikroplasma yang menyebabkan tanaman cendana tumbuh kerdil dan menguning. Penyakit lain yang menyerang cendana adalah *retdauw (sooty mold)*, berupa bercak jamur yang tumbuh di atas daun. Beberapa jenis serangga seperti *Zeuzeura ceffea* (sejenis kupu-kupu yang mengerek ranting muda tanaman cendana), *Chiaonapsis sp.*, *Valanga nigricornis zehntneri* Kraus) dan kumbang moncong (Shobha, 1990).

Sistem agroforestri cendana yang diterapkan di kebun masyarakat dapat meningkatkan regenerasi cendana yang lambat dan bisa mengembalikan populasi cendana secara berkelanjutan. Distribusi dan kerapatan populasi pada tingkat semai lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan tingkat pancang, tiang dan pohon mengindikasikan bahwa regenerasi pada areal hutan berjalan dengan baik (Wiharto, *et al.* 2008). Oleh karena itu, regenerasi sangat diperlukan karena struktur populasi cendana di hutan dan kebun sangat terbatas. Faktor ketersediaan dan kondisi anakan (semai), jumlah bijim penyebaran, kemampuan perkecambahan dan pertumbuhan awal sangat mempengaruhi keberhasilan regenerasi cendana di hutan dan kebun (Wijayanto, *et al.* 2011).

Proses regenerasi secara alami juga dipengaruhi oleh vitalitas (derajat keberhasilan atau siklus hidup) suatu spesies di habitat. Vitalitas diperlukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan kesuburan hidup suatu spesies dalam perkembangannya sebagai respon terhadap perubahan lingkungan. Untuk mempelajari proses vitalitas, maka dapat dinyatakan dengan indikator lengkap tidaknya siklus hidup suatu spesies di habitat antara lain : a) vitalitas 1 artinya, spesies dapat berkembang (siklus hidup) baik dan lengkap melalui tahapan perkecambahan (*seedlings*), pancang (*saplings*), tiang (*poles*) dan pohon (*trees*), b) vitalitas 2 artinya, spesies dapat berkembang (siklus hidup) baik namun tidak teratur, c) vitalitas 3 artinya, spesies mengalami siklus hidup yang jarang dan tidak lengkap di habitatnya, d) vitalitas 4 artinya, spesies dengan siklus hidup kadang lengkap,

sedikit yang berkecambah dan sedikit yang mampu bertahan hidup (*survive*) (Braun-Blanquet, 1932; Doberrtin, 2005).

Hasil penelitian pemodelan struktural hubungan faktor-faktor pembatas regenerasi cendana di hutan dan kebun berdasarkan hasil analisis dengan pemodelan multivariate dengan *software Warp PLS 6.0* mengindikasikan bahwa regenerasi cendana di habitat alami maupun budidaya sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara geografi, iklim, tanah, vegetasi dan ukuran populasi. Hasil analisis *Warp PLS* versi 6.0 menunjukkan bahwa sebagian besar indikator yang diusulkan layak atau signifikan menyusun variabel laten kecuali indikator diversitas inang memberikan pengaruh tidak signifikan atau tidak kuat terhadap variabel laten. Indikator ketinggian tempat, *slope* dan curah hujan serta bulan kering memiliki kontribusi yang sama besar dalam penyusunan variabel laten geografi dan iklim karena nilai bobot pengukurannya sama yaitu 0,58 dan 0,71. Bahan organik tanah (BOT10 dan 20) memberikan kontribusi yang sama untuk pembentukan variabel laten tanah dengan nilai bobot pengukuran masing masing 0,24. Indikator jumlah individu pancang dan semai memiliki kontribusi yang hampir besar dalam penyusunan variabel laten populasi cendana karena memiliki nilai bobot pengukuran yang hampir sama yaitu 0,37 dan 0,36. Vitalitas dan penyakit masing masing memberikan kontribusi dalam penyusunan variabel laten regenerasi cendana dengan bobot nilai pengukuran yaitu 0,51 dan 0,43. Indikator kekayaan taksa, kerapatan vegetasi, vitalitas, kerapatan populasi pancang dan semai, pH tanah memberikan pengaruh yang sangat kuat atau sangat signifikan terhadap regenerasi cendana. Semua indikator dari masing masing variabel laten yang telah ditentukan memberikan kontribusi besar terhadap proses regenerasi cendana di habitat alami maupun budidaya. Hasil pengamatan di lapang juga menunjukkan bahwa cendana dapat berasosisasi dengan jenis vegetasi lainnya seperti semak atau rumput tanpa terganggu pertumbuhannya. Hal ini tidak berbeda dengan hasil penelitian Surata *et al.* 2006, bahwa cendana termasuk jenis tumbuhan semi toleran yang membutuhkan naungan saat berumur 1-2 tahun dan ketika telah berumur 3 tahun cendana membutuhkan sinar matahari penuh dan dukungan faktor lingkungan lainnya untuk bertahan hidup. Hasil penelitian Putranto (2010), model pertumbuhan dan kondisi lingkungan dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan vegetasi, merumuskan deskripsi dan acuan pengelolaan kehutanan.

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variabel laten geografi berpengaruh langsung pada populasi dan regenerasi cendana namun tidak berpengaruh langsung pada vegetasi. Variabel iklim berpengaruh langsung pada populasi dan regenerasi cendana namun tidak berpengaruh

langsung pada vegetasi. Variabel tanah berpengaruh langsung pada vegetasi dan populasi namun tidak berpengaruh signifikan terhadap regenerasi cendana di habitat alami maupun buatan sebab cendana yang tumbuh di Pulau Timor dapat tumbuh di jenis tanah manapun. Variabel vegetasi berpengaruh langsung kepada populasi cendana namun tidak berpengaruh signifikan pada regenerasi cendana dan variabel populasi sangat berpengaruh signifikan terhadap regenerasi cendana yang berarti bahwa ukuran populasi cendana tegakan pohon, tiang, pancang dan semai sangat berpengaruh besar terhadap regenerasi cendana baik itu secara alamiah maupun yang di budidayakan oleh masyarakat dengan nilai relevansi prediksi Q^2 sebesar 96,65 % dan 3,35 % dijelaskan oleh variabel lain, sehingga model struktural yang diusulkan dalam penelitian ini memiliki nilai prediksi yang sangat relevan dan tinggi terhadap faktor faktor yang berpengaruh terhadap regenerasi cendana. Sehingga model ini layak atau pantas untuk digunakan sebagai rekomendasi dalam rangka upaya pengembangan cendana di hutan maupun di kebun masyarakat di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur. Hasil pengujian model struktural ini juga sesuai dengan data hasil pengamatan di 8 stasiun pengamatan yang menunjukkan bahwa jumlah populasi cendana pada semua stasiun pengamatan menunjukkan adanya peningkatan populasi cendana yang signifikan terutama populasi semai dan pancang.

7.4 Analisis Penentuan Strategi Konservasi Cendana di Hutan dan Kebun di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur.

Untuk mencapai tujuan pengelolaan dan pengembangan potensi cendana, maka perlu diterapkan strategi-strategi konservasi yang bertujuan untuk pengelolaan cendana dimasa mendatang. Upaya-upaya untuk melakukan konservasi cendana disebabkan oleh karena adanya penurunan populasi cendana di Pulau Timor. Konservasi cendana dimasa lampau tidak berhasil, hal ini disebabkan karena eksploitasi cendana yang berlebihan, kebijakan tentang status kepemilikan cendana yang tidak tepat dan tidak pro masyarakat lokal. Konversi lahan dan Kawasan hutan alam menjadi pertanian dan perkebunan lahan kering menyebabkan luas habitat cendana menjadi semakin berkurang. Eksploitasi yang terus menerus dilakukan dan tanpa upaya konservasi cendana merupakan alasan mendasar terjadinya penurunan populasi cendana.

Hasil penelitian (Rahardjo, *et al.* 2008) tentang preferensi masyarakat tentang cendana menyimpulkan perlu adanya perubahan kebijakan yang pro masyarakat dan pembagian hasil pun harus lebih banyak kepada masyarakat dari pada pemerintah. Dengan cara seperti ini maka minat dan kemauan masyarakat untuk menanam kembali cendana di lahan akan semakin tinggi. Di

sampling itu juga, kepedulian pemerintah akan pentingnya cendana bagi wilayah NTT menjadi faktor utama yang menginisiasi, memfasilitasi dan mendorong upaya pelestarian dan pengembangan yang lebih bijak dan tidak merugikan masyarakat lokal (Kurniawan, *et al.* 2011). Penelitian tentang model konservasi cendana pada sistem Kaliwu di Pulau Sumba yang dilakukan Djurumana (2013), menyimpulkan bahwa 1) peran serta masyarakat dalam pengembangan cendana pada sistem kaliwu sangat potensial 2) perlu mengoptimalkan potensi dan kapasitas masyarakat dalam menentukan strategi konservasi cendana pada sistem kaliwu. Analisis kebijakan secara kuantitatif dilakukan melalui analisis tingkat rumah tangga petani (*farm household*) untuk mengetahui faktor-faktor sosial, ekonomi, budaya dan kebijakan yang mempengaruhi masyarakat untuk menanam cendana serta perilaku ekonomi rumah tangga petani yang memiliki tanaman cendana (Sirait, 2005; Rahardjo, *et al.* 2008).

Berdasarkan hasil penelitian tentang analisis strategi konservasi cendana yang berbasis masyarakat lokal dengan menggunakan metode *Gap Analysis* dan *Root Cause Analysis* yang di elaborasi dengan hasil analisis kondisi sosial ekonomi, budaya dan kebijakan pemerintah tentang cendana menunjukkan bahwa ada perubahan atau dinamika populasi cendana yang lebih besar pada masa kini dibandingkan dengan masa lampau tahun 1998 sampai 2010. Populasi cendana meningkat sangat signifikan sebesar 200-500% sehingga regenerasi cendana masa mendatang akan lebih baik. Struktur populasi cendana sangat bervariasi antar stasiun pengamatan dan didominasi oleh populasi *jouvenile* sehingga diprediksi bahwa populasi cendana akan terus bertambah dan regenerasinya akan lebih baik di masa mendatang. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa masyarakat lokal di dua Kabupaten berkontribusi besar untuk proses regenerasi cendana di hutan dan kebun dan peluang ekonomi cendana masa mendatang sangat baik. Sedangkan karakteristik habitat cendana dan persepsi masyarakat tentang cendana dari aspek kebijakan bernilai negatif. Hal ini berarti bahwa kualitas habitat dan kebijakan pemerintah perlu mendapat perhatian dan perlu dilakukan penelitian terus menerus sehingga data dan informasi tersebut dapat mendukung pengelolaan cendana di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur.

BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, kesimpulan yang dapat diambil adalah

1. Populasi cendana di Kab. TTS dan TTU mengalami peningkatan yang sangat signifikan terutama di kebun berkisar 200-500% jika dibandingkan dengan populasi cendana tahun 1998. Populasi cendana di delapan stasiun pengamatan didominasi oleh semai dan pancang.
2. Distribusi cendana di kebun lebih menyebar dibandingkan di hutan yang umumnya mengelompok. Regenerasi cendana secara alami yang terbaik terdapat hutan Oinbit (TTU) sedangkan di kebun di jumpai di stasiun pengamatan Upfaon (TTU), Oelbubuk dan Binaus (TTS).
3. Karakteristik habitat yang baik untuk pertumbuhan cendana terdapat di kebun Binaus di Kab. TTS: tanah mengandung BOT 7,6%, pH 7,2, konduktivitas $234 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, curah hujan $<903,3$ mm, jumlah bulan kering 4 bulan dan ketinggian tempat $<927,7$ mdpl. Vegetasi semai, pohon beragam dengan kerapatan tinggi yaitu 1.371 ind./ha dan 40 ind./ha.
4. Faktor pembatas regenerasi cendana adalah iklim (curah hujan dan bulan kering), populasi cendana (kerapatan pohon, tiang, pancang dan semai), geografi (*altitude* dan *slope*) berpengaruh langsung, sedangkan tanah (BOT, pH, konduktivitas) dan vegetasi (kerapatan, kekayaan taksa, indeks diversitas jenis) berpengaruh tidak langsung.
5. Perbaikan strategi konservasi cendana perlu difokuskan pada aspek kebijakan, pengembangan *agroforestry* cendana yang *low input*, pemberdayaan masyarakat petani.

8.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat diberikan adalah

1. Untuk Pemerintah daerah terkait kebijakan:
 - Konsistensi implementasi dan pemantauan keberhasilan *master plan* cendana NTT 2010-2030
 - Perlu terus dilakukan sosialisasi dan penegakan kebijakan
2. Untuk Peneliti terkait inovasi dan pengembangan:
 - Pengembangan *agroforestry* cendana *low input*

- Penelitian habitat optimal cendana
- 3. Untuk Masyarakat terkait otonomi dan pemberdayaan:
 - Peningkatan kemampuan masyarakat untuk menanam cendana sesuai kebutuhan masa depan
 - Pemberdayaan masyarakat yang otonom dalam penanaman, pengembangan dan penjualan



DAFTAR PUSTAKA

- Alfonso, C., Raposo, R., & Melgarejo, P. 2000. Genetic diversity in *Botrytis cinerea* populations on vegetable crops in greenhouse in South Eastern Spain. *Plant Pathology*. 49: 243-251.
- Angadi, V.G.S., Jain S.H., & Shankaranarayana, K. H. 2003. Genetic diversity between sandalwood populations of different provenances in India. *Sandalwood Research Newsletter*. 18-45.
- Anitha, K., Joseph, S., Chandran, R.J., Ramasamy, EV., & Prasad, N. 2010. Tree species diversity and community composition in human-dominated tropical forest of Western Ghats Biodiversity Hotspot, India. *Ecology Complexity*. 7: 217-224.
- Anonim. 1992. Pemuliaan Pohon dan Uji Provenansi Cendana di Nusa Tenggara Timur. Balai Penelitian. *Savana* 7: 37-40.
- Amy J.N., Karol, S.E., Arevalo, E.G., Lee, C.D., & Bryan A.B. 1997. Genetic Characterization by RAPD analysis of isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli* associated with an emerging epidemic in Peru. *Phytopathology*. 87: 1220-1225.
- Ariyanti, M., & Asbur, Y. 2018. Cendana sebagai tanaman penghasil minyak atsiri. *Jurnal Kultivasi* 17(1): 558-567.
- Bahuguna, A. 2007. Conservation genetics: A management tool. *Annals of Forestry*. 15: 159-200.
- Balasubramanian, P. 2011. Avian frugivory and Seed Dispersal of Indian Sandalwood *Santalum album* L. in Tamil Nadu, India. *Journal of Threatened Taxa*. 3(5): 1775-1777.
- Banoet, H. 2001. Peranan Cendana dalam Perekonomian NTT, Dulu dan Kini. Tanaman Cendana sebagai Sumber Daya Otonomi Daerah NTT. *Berita Biologi* 5: 469-474.
- Barrett, DR. 1989. *Santalum album* (Indian Sandalwood) Literatur review. Mulga Research Centre. Western Australian Institut of Tecnology. Perth. 581-584.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 2010. Master Plan Pengembangan Dan Pelestarian Cendana (*Santalum album* L.) Nusa Tenggara Timur tahun 2010-2030. Kementerian Kehutanan Pemerintah Provinsi NTT. Kupang. 1-39.
- BMKG. 2016. Pusat Data Base Iklim NTT. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Nusa Tenggara Timur. Kupang.
- BPS Kabupaten TTU. 2013. Timor Tengah Utara Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kab. Timor Tengah Utara. Kefamenanu.
- BPS Kabupaten TTS. 2013. Timor Tengah Selatan Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kab. Timor Tengah Selatan. Soe.

- Bottin, L., & Verhaegen, D. 2005. Genetic Diversity and Population Structure of an Insular Tree, *Santalum austrocaledonicum* in New Caledonian Archipelago. *Molecular Ecology* 14: 1979-1989.
- Budiyanto, P., & Rahardjo, A. 2011. Preferensi Masyarakat Terhadap Kebijakan Pengelolaan Cendana di Desa Tialai, Kab. Belu-NTT. *Analisis Kebijakan Kehutanan* 8 (1): 66-73.
- Butarbutar, T., & Geisberd, F. 2008. Perlunya Perbaikan Kebijakan Pengelolaan Cendana di NTT Menuju Penguasaan Cendana Yang Lestari. *Analisis Kebijakan Kehutanan* 5(2): 121-130.
- Braun-Blanquet, J. 1932. Plant sociology; the study of plant communities. McGraw Hill, New York, NY, USA.
- Charles, D.B. 2011. Measurements for Terrestrial Vegetation. 4th ed. Wiley-BlackWell, Colorado, USA.
- Costa, F.V., 2014. Regenerasi Cendana (*Santalum album* L.) pada Sistem Agroforestri Ladang di Desa Lalawa, Tilomaar. Fakultas Kehutanan. IPB, Bogor.
- Daping, X., Junku, L., Xiajing, L., Ningnang, Z., & Zengjiang Y. 2011. Mixed Plantation of *Santalum album* and *Dalbergia odorifera* in China. *Institute of Tropical Forestry*. 1-39.
- Daubenmire, R.F. 1959. Canopy coverage method of vegetation analysis. *Northwest Science* 33:43-64.
- Darmokusumo, S., Nugroho, A.A., Botu, E.U, Jehamat, A., & Benggu, M. 2001. Upaya memperluas kawasan ekonomi cendana di NTT. Prosiding Cendana (*Santalum album* L.) Sumber Daya Otonomi Daerah Nusa Tenggara Timur. *Berita Biologi Edisi Khusus*. LIPI. 5(5): 509 -515.
- Deb, P. & Sundryal, R.C. 2008. Tree regeneration and seedling survival pattern in old-growth lowland tropical rainforest in Namdapha National Park, North-East India. *Forest Ecology Management*. 255: 3995-4006.
- Dinas Kehutanan NTT. 1998. Laporan Inventarisasi Cendana (*Santalum album* L.) di Nusa Tenggara Timur. Dinas Kehutanan Propinsi NTT-Kupang. 469-472.
- Dinas Kehutanan NTT. 2001. Perkembangan Penelitian dan Pengembangan Cendana di Nusa Tenggara Timur. Kanwil Kehutanan Propinsi Nusa Tenggara Timur-Kupang.
- Dinas Kehutanan Kab. TTU. 2007. Laporan Inventarisasi Potensi Cendana di Kawasan Hutan Lindung dan Hutan Produksi Kelompok Hutan Bifemnasi Wilayah Kabupaten Timor Tengah Utara. Kefamenanu. 509-513.
- Dinas Kehutanan Kabupaten TTU. 2010. Inventarisasi Tegakan Cendana (*Santalum album* L.) di lahan masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Utara. Kefamenanu.
- Dinas Kehutanan Kabupaten TTS. 2010. Inventarisasi Tegakan Cendana (*Santalum album* L.) di Kabupaten Timor Tengah Selatan. Kerjasama Kementerian Kehutanan NTT-ITTO. Soe.

- Dobson, C., & Rusak, H. 2007. Forest Fragmentation. [http:// www.ontarionature.org](http://www.ontarionature.org). Diakses tanggal 2 September 2015.
- Doberrtin, M. 2005. Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *European Journal of Forest Research*.124(4):319-333.
- Fahrig, L. and G. Merriam. 1985. Habitat Patch Connectivity and Population Survival. *Ecology* 66: 1762-1768.
- Fahrig, L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 34: 487-515
- Fox, J.C., & Ades, P.K. 2007. Spatial Dependence and Individual Tree Growth Models, I. Characterising Spatial Dependence. <http://www.elsevier.com/locate/foreco>. Diakses tanggal 22 Oktober 2014.
- Franklin, A.B., Noon, B.R., & George, T.L. 2002. What is Habitat Fragmentation? Studies in Avian Biology No.25:20-29. http://www.humboldt.edu/tlg2/publications/what_is_habitat_fragmentation.Pdf. Diakses tanggal 2 September 2015.
- Gaol, M.L., & Ruma, L.M. 2009. Efektifitas empat spesies legum sebagai inang antara tanaman hemi-parasit cendana (*Santalum album* L.). *Jurnal Bumi Lestari*. 9(2):187-192.
- Gaston, K.J., Jackson, S.F., Salazar, L.C., & Pinon, G.C. 2008. The Ecological Performance of Protected Areas. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*. 39: 93-113.
- Gilmour, D. 2010. Case Study of Sandalwood in TTS District. Improving The Enabling Condition for Sustainable Management of Sandalwood Forest Resources in East Nusa Tenggara. 3-16.
- Glaser, A. 2010. The Use of Biplot in Statistical Analysis. GenStat and AS Reml Applied. Statistic Conference. Waterhouse Street Hemel Hempsted, UK.1-32.
- Guinot, C., Latreille, J., & Tenenhaus, M. 2001. PLS Path Modelling and Multiple Table Analysis. Application to the Cosmetic Habits of Women in Ile-de-France. *Chemometrics and Intelligent Laboratory System*. 58-78.
- Haag, C.R., Hottingger, J.W., Riek, & Ebert, D., 2002. Strong Inbreeding Depression in a *Daphnia* Metapopulation. Basel, Switzerland. *Evolution* 56(3): 518-526.
- Hadiyan, Y., & Fiani, A. 2016. Adaptability and Growth Performance of Sandalwood (*Santalum album* L.) Ex-situ Conservation in Gunung Kidul District. Indonesian. *Naskah Penelitian Belum di Publikasikan*. Yogyakarta.
- Hadiyan, Y., & Fiani, A. 2017. Studi Adaptasi dan Kinerja Pertumbuhan Cendana (*Santalum album* L.) Pada Umur Sebelas Tahun di Watusipat. Gunung Kidul. Yogyakarta-Indonesian. *J. Solum* 14(2): 83-88.

- Hamzah, Z. 1976. Sifat silvika dan silvikultur Cendana (*Santalum album* L.) di Pulau Timor. Laporan Penelitian. *Lembaga Penelitian Hutan-Bogor*. 539-550.
- Hamilton, L., & Conrad, C.E. 1990. Proceedings Symposium Sandalwood in the Pacific. USDA For.Serv.Gen.Tech.Rep.PSW-122.
- Hanski, I. 1998. Metapopulation Dynamic. Artikel Online. *Journal of Nature*. <http://www.nature.com>. Diakses pada tanggal 2 September 2015.
- Hanski, I. 2011. Habitat Loss, The Dynamics of Biodiversity, and a Perspective on Conservation. *Jurnal Ambio* 40(3): 248-255.
- Harisetijono, & Sumanto, S.E. 2001. Aspek sosial, ekonomi dan budaya cendana, studi kasus di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Kupang. Laporan hasil observasi penelitian. Kupang.
- Haryjanto, L., & Pamungkas, T. 2005. Variasi Pertumbuhan Cendana dari berbagai Prvenans pada umur delapan bulan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 2(2): 88-94.
- Hairiah, K., van Noordwijk M., & Suprayogo, D. 2002. Interaksi antara pohon-tanah-tanaman semusim: Kunci keberhasilan, kegagalan dalam sistem agroforestri. di dalam: Hairiah K, Widiyanto, Utami SR, Lusiana B, editor. Wanulcas: (Model Simulasi untuk Sistem Agroforestri). Bogor. *International Center for Research in Agroforestry*. 19-42.
- Hegy, F. 1974. A Simulation Model for Managing Jack-Pine Stands. Great Lakes Forest Research Centre. Canadian Forestry Service, Sault Ste. Marie, Ontario.
- Hermawan, R. 1993. Pedoman Teknis Budidaya Kayu Cendana (*Santalum album* Linn.). Bogor: Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Heywood, V.H., & Iriondo, J.M. 2003. Plant conservation: old problem, new perspective. *Biological conservation*. 113: 321-335.
- Husch, B., Beers, T.W., & Kershaw, J.A. 2003. Forest Mensuration. 4th ed. New Jersey. USA
- Holmes, S. 1983. Outline of Plant Classification. Longman. The University of Michigan. New York. 46 (3):225-359.
- Hosagoudar V.B., Shetty, A., Vipichandran, K., & Ashraf, E.M. 2013. Occurrence of a Black Mildew in *Santalum album* Plantation at Anakulam, Thiruvananthapuram, Kerala, India. *Journal of Threatened Taxa* 5 (10):4521-5423.
- IUCN. 2014. The IUCN Redlist of Threatened Spesies. Version 2014. www.iucnredlist.org. [Oktober 25, 2014].
- IUCN. 2016. The IUCN Redlist of Threatened Spesies. Version 2016-2. www.iucnredlist.org. [September 20, 2016].

- Karr, J.R., & Freemark, K.E. 1985. Disturbance and vertebrates: An Integrative Perspective. The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press. Orlando, Fla.153-168.
- Kementerian Kehutanan. 2010. Rencana Strategis Kementerian Kehutanan Tahun 2010-2014. Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Kjaer, E., Amaral, W., Yanchuck, A., & Graudal, L. 2004. Strategies for Conservation of Forest Genetic Resources. International Plant Genetic Institute. 2(1): 5-11.
- Kupfer, J.A., Malanson, G.P., & Franklin, S.B. 2004. Identifying the Biodiversity Research Needs Related to Forest Fragmentation. A report prepared for the National Commission on Science for Sustainable Forestry (NCSSF) and funded by the National Council for Science and the Environment (NCSE).
- Kurniawan, H., Sutrisno, E., & Sumanto, S. 2011. Analisis Kebijakan dan Strategi Litbang Kehutanan Dalam Pengembangan Cendana di Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan* 8(3):189-209.
- Krebs, C.J. 1997. Ecology, The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 2 nd ed. Harper & Row Publisher. New York.
- Lakshmana, A.C. 2011. Conservation of *Melia dubia* Cav. And *Santalum album* L. by Extension and Development Trials in Tobacco Farms in South India. *ICFRE* 3(2): 2-4.
- Laurence, W. 2008. Theory Meets Reality: How Habitat Fragmentation Research Has Transcended Island Biogeography Theory. *Biological Conservation*. 4(1): 1731-1744.
- Machmud, A. 1975. Masalah Pembinaan Hutan Cendana di Nusa Tenggara Timur. Departemen Kehutanan Indonesia. 581-582.
- Marjenah, 2001. Pengaruh Perbedaan Naungan di Pesemaian Terhadap Pertumbuhan dan Respon Morfologi Dua Jenis Semai Meranti. *Rimba Kalimantan*. 6(2): 9-20.
- Michael, M., & Bashir, A. 2011. Status and Strategies for Conservation and Management of Forest Genetic Resources of India. University of Agricultural Science and Technology of Kashmir. *Journal of Research and Development*. 11:132-144.
- Mogea, J.P., Gandawidjaya, D., Wiriadinata, H., Rusdi, E.N., & Irawati. 2001. Tumbuhan Langka Indonesia. Puslitbang Biologi-LIPI. Bogor.
- Morrison, M.L., Marcot, B.G., & R.W. Mannan, R.W. 1992. Wildlife-Habitat Relationship: Concepts and Applications. The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin.
- Muller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons. New York.

- Muskitta, E., Sanusi, D., & Putranto, B. 2017. Model Prediksi Pertumbuhan Cendana (*Santalum album* L.) pada Lahan Milik. *Jurnal Pascasarjana Universitas Hasannudin*. Makasar. 1-10.
- Mulyawati, P. 2007. *Santalum album* L., Forest and Lanscape. University of Copenhagen. Denmark.
- Ningsih, N. 2011. Struktur Populasi Pohon Keruing (*Dipterocarpus cornutus* Dyar.) Pada Hutan Muara Kahung di Desa Belangian Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar. *Jurnal Wahana Biologi*. 5: 39-49.
- Nuhmara, S.T., & Kasno. 2001. Present Status of Forest Vitality. In: Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest. Volume II. ITTO, Japan and SEAMEO-BIOTROP, Bogor.
- Njurumana, G.N., Marsono, J., Irham, & Sadono, R. 2013. Konservasi Cendana (*Santalum album* L.) Berbasis Masyarakat Pada Sistem Kaliwu di Pulau Sumba. *Ilmu Lingkungan* 11(2):51-61.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Oldeman, L.R., & Muladi. 1980. Agroclimatic Map of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya, Bali, West and East Nusa Tenggara. Central Research Institute of Agriculture. Bogor. Indonesia. 600-618.
- Orwa, C.A., & Mutua. 2009. *Santalum album* L., East Indian Sandalwood. *Journal of Agroforestry*. India. 4:1-6.
- Putranto, B. 2010. Model Distribusi Diameter, Volume dan Pertumbuhan Lima Jenis Pohon pada Hutan Tropika Basah di Mamuju. Disertasi Pascasarjana Universitas Hasannudin. Makasar.
- Prasetyo, A., Soenarno, & Kurniawan, H. 2013. Kajian Beberapa Aspek Ekologi Cendana Pada Lahan Masyarakat di Pulau Timor. Balai Penelitian Kehutanan Kupang. *Jurnal Hutan dan Konservasi Alam* 10 (1): 33-47.
- Radomiljac, A.M. 1995. Research trends for Santalum species an emphasis on germplasm conservation and plantation establishment. In Sandalwood seed nursery and plantation technology. *Proceeding of a regional workshop for Pacific Island Countries, 1-11 August 1994*. Regional Workshop for Pacific Island Countries Committee. Noumea. 259-271.
- Raharjo, A., & Oscar, O. 2008. Persepsi Masyarakat Desa Eonbesi dan Netpala Kecamatan Molo Utara Kab. TTS-NTT. *Jurnal Sosial Ekonomi Kehutanan* 8 (3): 139-142.
- Raharjo, A., Awang, S.A., Agus, P., & Purwanto, R.H. 2013. Sejarah Dominasi Negara Dalam Pengelolaan Cendana NTT. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 20(1):2-10.

- Rahayu, S., Albertus H.W., Barret, M.V.N., & Hairiah, K. 2002. Cendana, Deregulasi dan Strategi Pengembangannya. World Agroforestry Centre–ICRAF. Bogor.
- Rahardjanto, A., 2001. Ekologi Tumbuhan. Universitas Mumahadiyah Malang Press. Malang.
- Ramsankar, B. 2009. Biodiversity and Ethnobotany of Sacred Groves in Bankura District, West Bengal. *Journal of Indian Forester*. 135 (6)766-777.
- Rambamoorthi, N. 2013. Hirarchical Cluster Analysis. Some Basic and Algorithms. CRMportals Inc. 11 Bartram Road, Englishtown, NJ07726.
- Rudjiman. 1997. *Santalum album* Linn. Taksonomi dan Model Arsitekturnya. Diskusi Nasional Cendana. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. 571-573.
- Riswan, S. 2001. Kajian Botani, Ekologi dan Penyebaran Pohon Cendana (*Santalum album* L.) *Berita Biologi* 5(5): 571-574.
- Rimbawanto, A. 2011. Conservation Strategy of Sandalwood. Center for Forest Biotechnology and Tree Improvement. Yogyakarta–Indonesia. 1-11.
- Robson, K. 2012. Variation in Sandalwood (*Santalum album* L.) Seed Diameter and its Effect on Nursery and Field Growth. *Sandalwood Research Newsletter* 27: 6-8.
- Rohadi, D., Retno, M., Widyana, & M., Azhar, I.M. 2002. A Case Study of the Production-to-Consumption System of Sandalwood in South Central Timor, Indonesia. *Sandalwood Research Newsletter* 10:184-200.
- Rothstein, S.I., Verner, J., & Stevens, E. 1980. Range Expansion and Diurnal Change in Dispersion of the Brown-Headed Cowbird in the Sierra Nevada. *Auk* 97:253-267.
- Rozari, M.B.D. 1986. Agroklimatologi dan Pembangunan Pertanian Nusa Tenggara Timur. *Pusat Informasi Lahan Kering*. Universitas Nusa Cendana-Kupang.
- Saefudin. 1997. Albizia, Kusambi dan Turi Sebagai Inang Sekunder Cendana (*Santalum album* L.) Prosiding Seminar Nasional Biologi XV. Bandar Lampung.
- Seema, P., B. Danya, B., & Viswanath, S. 2010. Sandal (*Santalum album* L.) conservations in Southern India: A review of policies and their impacts. *Journal of Tropical Agriculture* 48(1-2): 1-10.
- Seran, Y.N., Sudarto, Hakim, L., & Arisoesilaningsih, E. 2018. Sandalwood (*Santalum album* L.) growth and farming success strengthen its natural conservation in the Timor Island, Indonesia. *Biodiversitas*. 19(1): 1586-1592.
- Sharma, K.K., Jaiswal, A.K., & Kumar, K.K. 2006. Role of Lac Culture in Biodiversity Conservation: issue at Stake and Conservation Strategy. *Curent Science*. 91(7):894-897.
- Shobha, N. R. 1990. Status and Cultivation of Sandalwood in India. Present at the Symposium on

- Sandalwood in the Pacific. *USDA Forest Service Gen.*122:66-70.
- Soenjoto, M. A. 2004. Fragmentasi Habitat. Artikel Online. Diakses tanggal 2 September 2015.
- Silva, J.A.T., Kher, M.M., Soner, D., Page, T., Zhang, X., Nataraj, M., & Ma, G. 2011. Sandalwood: Basic biology, tissue culture, and genetic transformation. *Planta*, 243(4), 1-41.
- Sitompul, S.M., & Guritno, B. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 376.
- Subasinghe, S.M.C.U.P. 2013. Sandalwood Research: A Global Perspective. Department of Forestry and Environmental Science, University of Sri Jayewardenepura, Nugegoda-Sri Lanka. *Journal of Tropical Forestry and Environment*. 13(1):1-8.
- Subasinghe, S.M.C.U. 2014. Restoration of *Santalum album* L. Resource in Sri Lanka. Distribution, Seed Storage, Germination, and Establishment. *Journal of Department of Wildlife Conservation*. 2:155-164.
- Sudhir, C.D. & Tah, J. 2013. Effect of GA3 on Seed Germination of Sandal (*Santalum album* L.). *IJCS*. 8: 79-84.
- Sugiono, 2010. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung: Alfabeta. 6-14.
- Sumanto, S.E., Sutrisno, E., & Kurniawan, H. 2011. Analisis Kebijakan dan Strategi Litbang Kehutanan dalam Pengembangan Cendana di Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan* 8(3):190-205.
- Sundararaj, R., R. Muthukrishnan, R. 2011. Population dynamic of some coccids (Coccoidea: Hemiptera) infesting sandal (*Santalum album* L.) in Bangalore, India. *Journal of Forestry Research* (22)2: 259-262.
- Surata, I.K. 1992. Perkembangan Penelitian Pembibitan dan Penanaman Cendana di Nusa Tenggara Timur. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. 521-535.
- Surata, I.K. 2006. Teknik Pengembangan Budidaya Cendana (*Santalum album* L.) di lahan masyarakat. *Forestry Research and Development Agency*.1-18.
- Surata, I.K. 2012. Penemu Inang Primer Cendana. <http://sains.kompas.com>. Diunduh pada tanggal 22 Oktober 2014.
- Suripto, J. 1992. Pemulihan Potensi Cendana di NTT. Pusat Penelitian Biologi LIPI. *Berita Biologi*. 5(5):521-523.
- Susila, I.W.W. 2006. Eksploitasi Cendana dan Permasalahannya. Balai Penelitian Kehutanan Kupang.

- Vanclay, J.K. 1994. Modeling Forest Growth and Yield : Application to Mixed Tropical Forest. CAB International. Wallingford UK.
- Tallo, P. A. 2001. Cendana Sumber Daya Daerah Otonomi NTT. Pusat Penelitian Biologi LIPI. *Berita Biologi*. 5(5):1-9.
- Tony, P., & Hanington, T. 2010. Breeding Behaviour of (*Santalum lanceuatum*) Self-intra and Interspecific Cross Compatibility. *Australian Journal of Botany*. 1-16.
- Thomson, L.A.J. 2006. *Santalum austrocaledonicum* and *S. yasi* (Sandalwood). Journal Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Australia. 2-14.
- Thohiron, M., & Prasetyo, H. 2013. Aplikasi SIG dalam Konservasi Tanah di Kabupaten Tuban. Jawa Timur. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 4(1):63-65.
- Tryfos, P. 1997. Cluster Analysis. <http://www.yorku.ca/ptryfos/fl500.pdf>. Chapter 15.23p. Accessed, 22 Oktober 2014.
- Van Steenic, C.G.G.J. 1992. Flora Untuk Indonesia. Terjemahan S. Moose. Penerbit Pradyna Paramita. Jakarta.
- Walter, & Gillet. 1998. The IUCN Red List of Threatened Plant. Publisher Cambridge IUCN, World Conservation Union, London.
- Wati, I. L., Hardiansyah, Amintarti, S. 2013. Struktur Populasi Tumbuhan Sungkai (*Peronema canescens* Jack.) di Desa Balangian Kecamatan Aranio Kab. Banjar, Kalimantan Selatan. *Jurnal Wahana Biologi*. 3: 60-71.
- Wawo, A.H., Naiola, B.P., & Syarif, F. 2001. Kebijakan dan Pola Konservasi Cendana Pada Masa Mendatang Di Nusa Tenggara Timur, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi*. 621-625.
- Wawo, A.H. 2008. Pelestarian Cendana Melalui Pola Lekat Lahan di Kabupaten Belu NTT. *Jurnal Teknik Lingkungan* 9(3):302-313.
- Wawo, A.H. 2008. Peranan Pohon Induk dan Pengaruh Pemupukan Daun Terhadap Pola Pertumbuhan Semai Cendana. *Jurnal Berkala Penelitian Hayati*. 14(1):55-61.
- Wawo, A.H. 2009. Pengaruh Pohon Induk Cendana dan Pemangkasan Cabang Terhadap Pola Pertumbuhan Tanaman di Kebun Benih Cendana di Kab. Belu. *Jurnal Berkala Penelitian Hayati*. 14(1):55-61.
- Whittaker, R.H. & Niering. 1976. Communities end Ecosystem. 2 nd ed. MacMillan Publishing Co., Inc. New York.

- Wiharto, M., Cecep, K., Lilik, B.P., & Tukirin, P. 2009. Tree Diameter Class Distribution on Various Vegetation Types at Sub Mountain Salak, Bogor, West Java. *Jurnal Ilmiah Forum Pascasarjana*, Institut Pertanian Bogor. 31(1): 13-23.
- Widiastuti, L., Tohari, & Endang, S. 2004. Pengaruh Intensitas Cahaya Dan Kadar Daminosida Terhadap Iklim Mikro Dan Pertumbuhan Tanaman Krisan Dalam Pot. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 11(2):35-42.
- Widyatmika, M. 2000. Cendana dan Dinamika Masyarakat Nusa Tenggara Timur. Kerja sama Undana dengan Arsip Nasional Wilayah Propinsi Nusa Tenggara Timur. Penerbit Ombak. Yogyakarta. 1-21.
- Wijayanto, N., & Juliao, D. 2011. Pertumbuhan Tanaman Pokok Cendana (*Santalum album* L.) pada Sistem Agroforestri di Desa Sanirin, Kecamatan Balibo- Timor Leste. *Silvikultur Tropika* 03 (01): 119-123.
- Willis, J.C. 1999. Adictionary of the Flowering Plants and Ferns. 7th edition, Cambridge University (1st Edition 1897). 574-579.
- Zobel, B.J., & Talbert, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. John Willey and Sons, New York.

Lampiran 1. Data populasi cendana di NTT Tahun 1987

No.	Kabupaten	Jumlah populasi cendana		Jumlah
		Pohon induk	Anakan	
1	Kupang	10.521	17.069	27.590
2	Timor Tengah Selatan (TTS)	80.655	193.365	274.020
3	Timor Tengah Utara (TTU)	42.266	85.235	107.501
4	Belu	43.507	92.334	135.841
5	Sumba Timur	5.127	107.52	110.693
6	Sumba Barat	822	90.584	90.882
	Jumlah	18.2933	50.2584	685.527

Sumber: Dinas Kehutanan NTT, 1998

Lampiran 2. Data populasi cendana NTT Tahun 1997/1998

No.	Kabupaten	Jumlah populasi cendana		Jumlah
		Pohon induk	Anakan	
1	Kupang	2.230	10.952	13.182
2	Timor Tengah Selatan (TTS)	16.986	95.742	112.710
3	Timor Tengah Utara (TTU)	16.090	17.988	34.078
4	Belu	16.129	74.948	90.970
	Jumlah	51.417	199.523	250.940

Sumber : Dinas Kehutanan NTT, 1998

Lampiran 3.1 Kontribusi cendana terhadap PAD NTT dan Devisa Negara tahun 1989-2000

No	Tahun	PAD NTT (Rp)	Kontribusi (Rp)	Prosentase (%)
1	1989/1990	6.182.082.300	2.739.250.000	44
2	1990/1991	8.162.081.300	3.829.113.870	47
3	1991/1992	10.395.764.896	3.385.750.000	33
4	1992/1993	11.783.248.087	3.660.325.750	31
5	1993/1994	13.128.757.319	4.781.554.690	36
6	1994/1995	15.995.385.266	3.104.042.700	19
7	1995/1996	31.010.872.600	7.772.548.900	25
8	1997/1998	29.053.660.441	4.170.436.500	14
9	1998/1999	19.950.917.000	2.761.834.000	14
10	1999/2000	18.136.400.000	2.383.172.786	13

Sumber: Dinas Kehutanan NTT, 2001

Lampiran 3.2. Kontribusi cendana terhadap devisa negara tahun 1994-1998

No	Tahun	Jumlah (ton)	Kontribusi (\$)
1	1994	769,28	2.666.248,75
2	1995	279,97	618.146,50
3	1996	120,00	181.790,00
4	1997	0,50	52.110,00
5	1998	55,06	152.900,00

Sumber: Dinas Kehutanan NTT, 2001

Lampiran 4. Data hasil regenerasi cendana (buatan) di NTT Tahun 2004-2008

No.	Kabupaten	Tahun (hektar)					Jumlah
		2004	2005	2006	2007	2008	
1	Kupang	0	0	0	15	0	15
2	Timor Tengah Selatan (TTS)	75	0	0	10	0	85
3	Timor Tengah Utara (TTU)	0	0	0	0	0	0
4	Belu	3	2	2	2	0	9
5	Sumba Timur	50	0	0	0	0	50
6	Flores Timur	0	0	0	0	20	20
7	Alor	20	70	88	32	40	250
	Jumlah	148	72	90	59	60	429

Sumber: Dinas Kehutanan NTT, 2010

Lampiran 5. Populasi cendana di Kab. TTS (tahun 2010)

No	Lokasi	Kecamatan	Jumlah				Total
			Pohon	Tiang	Pancang	Semai	
1	Ajaobaki	Mollo Utara	12	24	42	37	115
2	Netpala	Mollo Utara	4	13	26	21	64
3	Oelbubuk	Mollo Utara	19	36	12	2	69
4	Bijeli	Mollo Selatan	6	32	5	4	47
5	Binaus	Mollo Selatan	3	6	2	0	11
6	Noinbilla	Mollo Selatan	18	4	2	0	24
7	Karang Siri	Mollo Selatan	0	2	18	42	62
8	Bikekno	Mollo Selatan	12	18	6	0	36
9	Baki	Amanuban Selatan	4	8	0	0	12
		Amanuban Selatan	16	37	23	31	107
11	Haunobenak	Amanuban Selatan	14	32	54	21	121
		Amanuban Timur	2	6	30	42	80
13	Nusa	Amanuban Timur	1	4	8	0	13
	Jumlah		111	222	228	200	761

Sumber: Dinas Kehutanan Kab.TTS, 2010

Lampiran 6. Populasi cendana di Kab. TTU (tahun 2010)

No	Lokasi	Kecamatan	Jumlah				Total
			Pohon	Tiang	Pancang	Semai	
1	Bijeli	Noemuti	4	4	3	0	11
2	Lapeom	Insana Barat	2	18	7	12	39
3	Suspini	Insana Barat	0	5	17	0	22
4	Nifunenas	Insana Barat	0	0	0	18	18
5	Letmafo	Insana Timur	3	4	15	10	32
6	Upfaon	Biboki Selatan	4	25	28	30	87
7	Supun	Biboki Selatan	2	18	10	20	50
8	Sainiup	Biboki Selatan	3	2	0	0	5
9	Oenbit	Insana	0	0	16	2	18
10	Te'ba	Biboki Tanpah	8	24	12	6	50
11	Lokomea	Insana Utara	3	0	20	4	27
12	Sasi	Kotabaru	0	4	6	12	22
13	Benpasi	Kefamenanu	0	4	12	8	24
		Jumlah	29	108	146	122	405

Sumber: Dinas Kehutanan Kab.TTU, 2010

Lampiran 7. Daftar kuisioner (wawancara awal) terhadap *Key person* untuk mengetahui populasi dan lokasi sebaran cendana masa lampau dan kini

No.	Responden kunci (Key responden)	Pertanyaan kunci	Jawaban Responden
1.	<p>Pemerintah Daerah (Pejabat/Staf Kehutanan Dinas)</p> <p>Nama Responden :</p> <p>Umur :</p> <p>Jabatan:</p> <p>Alamat:</p>	<p>1. Dulu cendana tumbuh dimana saja ?</p> <p>2. Apakah sekarang masih ada cendana dan dimana saja ?</p> <p>3. Berapa jumlah populasi cendana pada masa lampau ?</p> <p>4. Apakah pernah dilakukan pendataan populasi cendana ?</p> <p>5. Kapan dilakukan pendataan cendana?</p> <p>6. Dimana saja lokasi pendataan cendana ?</p> <p>7. Apakah sekarang masih ada cendana saat ini ?</p> <p>8. Berapa jumlah populasi cendana saat ini?</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
2.	<p>Perwakilan Pemdes (Kepala Desa/Staf)</p> <p>Nama Responden :</p> <p>Umur :</p> <p>Jabatan:</p> <p>Alamat:</p>	<p>1. Dulu cendana tumbuh dimana saja ?</p> <p>2. Apakah cendana dulu populasinya banyak ?</p> <p>3. Apakah pernah dilakukan pendataan populasi cendana didesa ini?</p> <p>4. Apakah sekarang masih ada cendana saat ini ?</p> <p>5. Berapa jumlah populasi cendana saat ini?</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
3.	<p>Pengusaha Cendana</p> <p>Nama Responden :</p> <p>Umur:</p> <p>Alamat:</p>	<p>1. Dulu bahan baku kayu cendana diperoleh dari desa mana saja ?</p> <p>2. Apakah jumlah produksi kayu cendana dulu dalam jumlah yang banyak ?</p> <p>3. Transaksi jual beli kayu cendana biasanya dari desa mana saja ?</p> <p>4. Apakah ada investasi dalam penanaman kayu cendana di desa ?</p> <p>5. Apakah sekarang masih mendapat suplai kayu cendana</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

dari desa ? dan dimana saja ?

4. **Masyarakat lokal**
- (petani)
- Nama Responden :
- Umur:
- Alamat:
- Pekerjaan
1. Apakah dulu cendana tumbuh dimana saja ?
 2. Apakah cendana dulu populasinya banyak ?
 3. Apakah cendana dulu tumbuh dikebun bapak/ibu ?
 4. Apakah masih ada cendana saat ini ?
 5. Berapa jumlah populasi cendana saat ini?

Lampiran 8. Daftar kuisisioner pengambilan data profil populasi cendana masa lampau

Metode: Wawancara Semi Terstruktur

B. Karakteristik Responden

1. Nama :
2. Jenis Kelamin :
3. Umur :
4. Pendidikan :
5. Pekerjaan :
6. Jumlah Keluarga :
7. Kepemilikan Lahan :
8. Kepemilikan Ternak :

Uraian :

Karakteristik Responden menggambarkan tentang identitas diri responden (nama, jenis kelamin), identitas umur : berkaitan dengan pemahaman responden tentang kondisi cendana pada masa lampau, praktek pengelolaan cendana masa lampau, umur responden juga menggambarkan tentang usia produktif responden untuk mengolah lahannya, identitas pendidikan menggambarkan tentang tingkat sebaran pendidikan responden yang di wawancarai, identitas pekerjaan menggambarkan tentang jenis pekerjaan atau mata pencaharian dari responden, kepemilikan lahan menggambarkan faktor luas lahan masyarakat, faktor produksi kayu cendana dan gambaran tingkat pemenuhan kebutuhan hidup, sedangkan kepemilikan ternak menggambarkan tentang potensi ancaman ternak terhadap budidaya cendana mengingat sebagian besar warga masih melakukan praktek pengembalaan ternak secara liar di padang rumput.

C. Kuisisioner pengambilan data aspek pengalaman dan pengetahuan masyarakat tentang profil populasi dan sebaran cendana masa lampau

1. Bapak/Ibu tahu dimana saja tempat tumbuh cendana pada masa lampau ?
 1. Tanah berpasir
 2. Tanah berbatu kapur
 3. Tanah lempung
 4. Tanah liat
 5. Semua jenis tanah
2. Tanaman Cendana dimasa lampau biasa tumbuh pada substrat (kondisi tanah) seperti apa?
 1. Tanah berpasir
 2. Tanah berbatu kapur
 3. Tanah lempung
 4. Tanah liat
 5. Semua jenis tanah
3. Tanaman cendana biasa tumbuh pada tempat yang mempunyai curah hujan seperti apa ?
 1. Sangat tinggi
 2. Tinggi
 3. Sedang
 4. Rendah
 5. Sangat Rendah
4. Pola hidup cendana di hutan seperti apa ?
 1. berkelompok
 2. Sendiri
 3. Acak
 4. Teratur
 5. Asosiasi
5. Pada masa lampau cendana umumnya tumbuh bersama-sama dengan inang apa saja ?
 1. Ampupu
 2. Akasia
 3. Johar
 4. Asam
 5. Cabe
6. Apakah disekitar tempat tinggal anda saat ini masih dPertanyakan tanaman cendana ?
 1. Tidak ada
 2. Ya, dulu
 3. Ragu-ragu
 4. Ya ada setiap waktu
 5. Ya sekarang
7. Apakah sekarang masih memiliki cendana dan dimana ?
 1. Tidak memiliki
 2. Memiliki (halaman rumah)
 3. Memiliki (sawah)
 4. Memiliki, (dikebun)
 5. Memiliki, (dihutan)
8. Apakah masih mempunyai keinginan untuk menanam cendana ?
 1. Tidak berminat
 2. Berminat
 3. Ragu-ragu
 4. Cukup berminat
 5. Sangat berminat
9. Apakah bapak/ibu tahu adanya peraturan daerah, propinsi, nasional yang mengatur tentang cendana ?
 1. Tahu
 2. Cukup tahu
 3. Ragu-ragu
 4. Tidak tahu
 5. Sangat tidak tahu
10. Apakah bapak/ibu tahu adanya perubahan peraturan daerah, propinsi, nasional yang baru tentang cendana ?
 1. Tahu
 2. Cukup tahu
 3. Ragu-ragu
 4. Tidak tahu
 5. Sangat tidak tahu

D. Daftar kuisisioner aspek budidaya cendana

No.	Pertanyaan
11.	Apakah bibit tanaman cendana sulit dPertanyakan di di habitat alami ? <ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat sulit 2. Sulit 3. Cukup sulit 4. Mudah 5. Sangat mudah
12.	Bibit tanaman cendana apakah sulit tumbuh di kebun atau lahan ? <ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat sulit 2. Sulit 3. Cukup sulit 4. Mudah 5. Sangat mudah
13.	Apakah tanaman cendana hanya bisa tumbuh jika ada semai alami cendana ? <ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat sulit 2. Sulit 3. Cukup sulit 4. Mudah 5. Sangat mudah
14.	Apakah tanaman cendana sulit dilakukan pesemaian sendiri ? <ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat sulit 2. Sulit 3. Cukup sulit 4. Mudah 5. Sangat mudah
15.	Apakah akses informasi mengenai budidaya cendana masih terbatas ? <ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat sulit 2. Sulit 3. Cukup sulit 4. Mudah 5. Sangat mudah

16. Apakah cendana mudah dibudidayakan dan di pelihara di hutan dan di kebun ?
1. Sangat sulit 2. Sulit 3. Cukup sulit 4. Mudah 5. Sangat mudah
17. Apakah membudidayakan cendana menguntungkan masyarakat ?
1. Sangat sulit 2. Sulit 3. Cukup sulit 4. Mudah 5. Sangat mudah





E. Daftar kuisioner aspek sosial

- | No. | Pertanyaan |
|-----|--|
| 18. | Secara tradisional apakah pengelolaan kayu cendana masih dipengaruhi oleh struktur sosial di masyarakat ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 19. | Apakah sistem Kerajaan di masyarakat masih berpengaruh terhadap budidaya cendana ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 20. | Peranan organisasi kelembagaan petani cendana didesa apakah sangat penting ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 21. | Apakah cendana masih dipelihara dan di jaga masyarakat lokal ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 22. | Sistem pertanian tebas bakar yang dilakukan oleh masyarakat berpengaruh terhadap proses regenerasi alami cendana ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |

F. Daftar kuisioner aspek ekonomi

- | No. | Pertanyaan |
|-----|--|
| 23. | Masyarakat yang menanam dan memelihara cendana di lahan masing-masing perlu diberikan insentif ekonomi ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 24. | Perlu ada promosi kebijakan/aturan yang lebih kondusif dan memihak kepada masyarakat lokal ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 25. | Apakah kontribusi pendapatan dari usaha cendana sebagai sumber penunjang perekonomian dan kebutuhan keluarga ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 26. | Perlu ada penyuluhan atau pelatihan pembudidayaan cendana kepada masyarakat ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |
| 27. | Perlu ada pemberian penghargaan kepada masyarakat dalam usaha pembudidayaan cendana ?
1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju |

G. Daftar kuisioner aspek budaya

No.	Pertanyaan
28.	Perlu pembentukan kembali peraturan desa dan peran lembaga adat untuk menjaga dan melestarikan cendana di hutan dan lahan masyarakat ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
29.	Perlu ada sanksi atau denda terhadap pelanggaran pencurian dan pemusnahan cendana di hutan dan lahan masyarakat ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
30.	Perlu ada penguatan kelembagaan adat dan pengembangan pola kemitraan berbasis sosial dan budaya masyarakat lokal ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
31.	Perlu diterapkan sistem pengawasan secara adat (kearifan lokal) terhadap pengelolaan cendana ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
32.	Perlu dilakukan sosialisasi aturan atau kebijakan adat istiadat tentang perlindungan pohon cendana yang masih hidup ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju

Lampiran 9. Daftar pertanyaan aspek regulasi cendana

No.	Pertanyaan
33.	Apakah pengelolaan cendana perlu diatur dengan regulasi pemerintah pusat, propinsi atau daerah ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
34.	Peraturan pemerintah pusat, propinsi atau daerah tentang kepemilikan cendana memberatkan masyarakat ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
35.	Pemasaran cendana perlu mendapat izin pemerintah ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
36.	Harga penjualan tanaman cendana diserahkan kepada masyarakat dan pengusaha (perilaku pasar) ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
37.	Pemerintah hanya mengelola nilai redistribusi cendana saja ? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju
38.	Perlu ada peraturan tentang cendana yang tidak memberatkan masyarakat? 1. Sangat tidak setuju 2. Tidak setuju 3. Ragu ragu 4. Setuju 5. Sangat setuju

Lampiran 10. Hasil uji validitas dan reliabilitas variabel aspek pengetahuan dan pengalaman

Pertanyaan	Korelasi	Kesimpulan
X1	0.865	Valid
X2	0.998	Valid
X3	0.998	Valid
X4	0.998	Valid
X5	0.998	Valid
X6	0.998	Valid
X7	0.998	Valid
X8	0.998	Valid
X9	0.998	Valid
X10	0.998	Valid

koefisien *Alfa Conbach* = 0.997 (Reliabel)

Sumber: Data Primer Diolah

Lampiran 11. Hasil uji validitas dan reliabilitas variabel aspek budidaya cendana

Pertanyaan	Korelasi	Kesimpulan
X11	1.00	Valid
X12	1.00	Valid
X13	1.00	Valid
X14	1.00	Valid
X15	1.00	Valid
X16	1.00	Valid
X17	1.00	Valid

koefisien *Alfa Conbach* = 1.000 (Reliabel)

Sumber: Data Primer Diolah

Lampiran 12. Hasil uji validitas dan reliabilitas variabel aspek sosial

Pertanyaan	Korelasi	Kesimpulan
X18	1.00	Valid
X19	1.00	Valid
X20	1.00	Valid
X21	1.00	Valid
X22	1.00	Valid

koefisien *Alfa Conbach*= 1.00 (Reliabel)

Sumber: Data Primer Diolah

Lampiran 13. Hasil uji validitas dan reliabilitas variabel aspek ekonomi

Pertanyaan	Korelasi	Kesimpulan
X23	0.993	Valid
X24	0.938	Valid
X25	0.993	Valid
X26	0.993	Valid
X27	0.993	Valid

Koefisien *Alfa Conbach*= 0.985 (Reliabel)

Sumber: Data Primer Diolah

Lampiran 14. Hasil uji validitas dan reliabilitas variabel aspek budaya

Pertanyaan	Korelasi	Kesimpulan
X28	1.000	Valid
X29	1.000	Valid
X30	1.000	Valid
X31	1.000	Valid
X32	1.000	Valid

koefisien Alfa Conbach= 1.000 (Reliabel)

Sumber: Data Primer Diolah

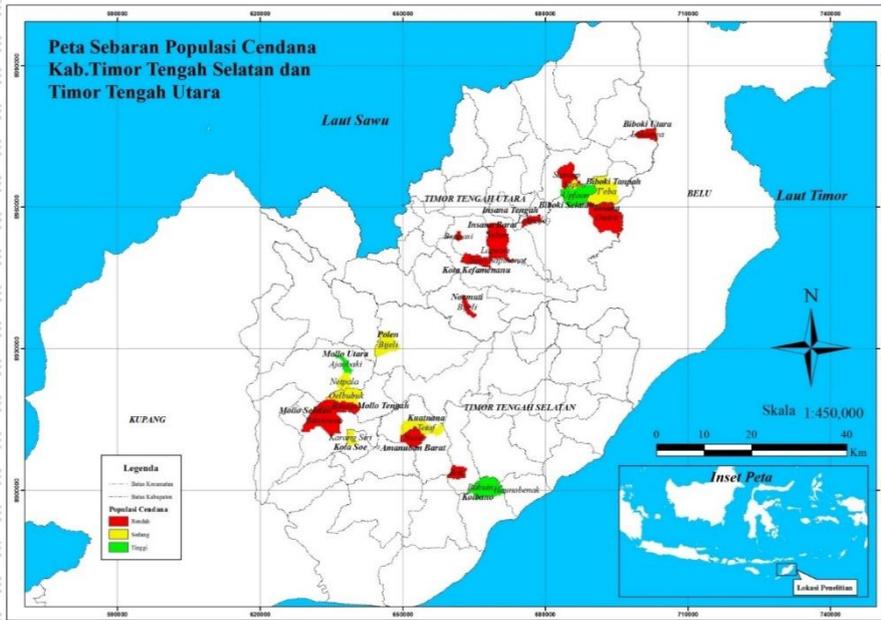
Lampiran 15. Hasil uji validitas dan reliabilitas variabel aspek kebijakan

Pertanyaan	Korelasi	Kesimpulan
X33	0.960	Valid
X34	0.983	Valid
X35	0.960	Valid
X36	0.983	Valid
X37	0.983	Valid
X38	0.983	Valid

koefisien Alfa Conbach= 0.985 (Reliabel)

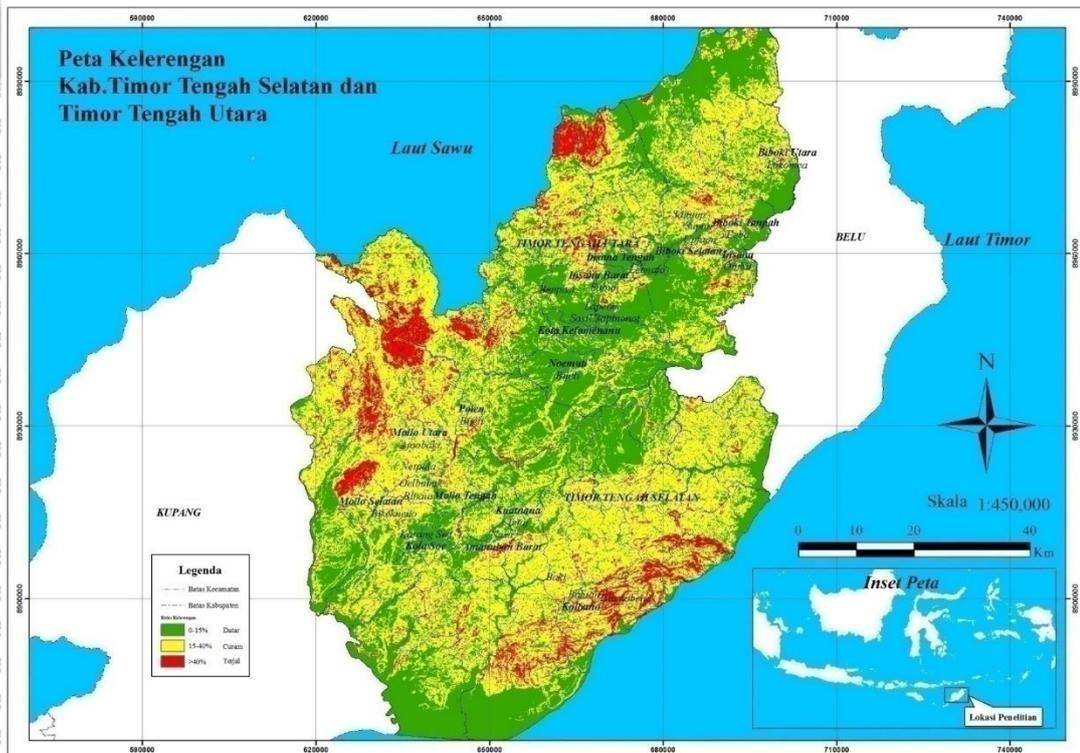
Sumber: Data Primer Diolah

Lampiran 16. Peta sebaran populasi cendana di Kab. TTU dan TTS (tahun 2010)



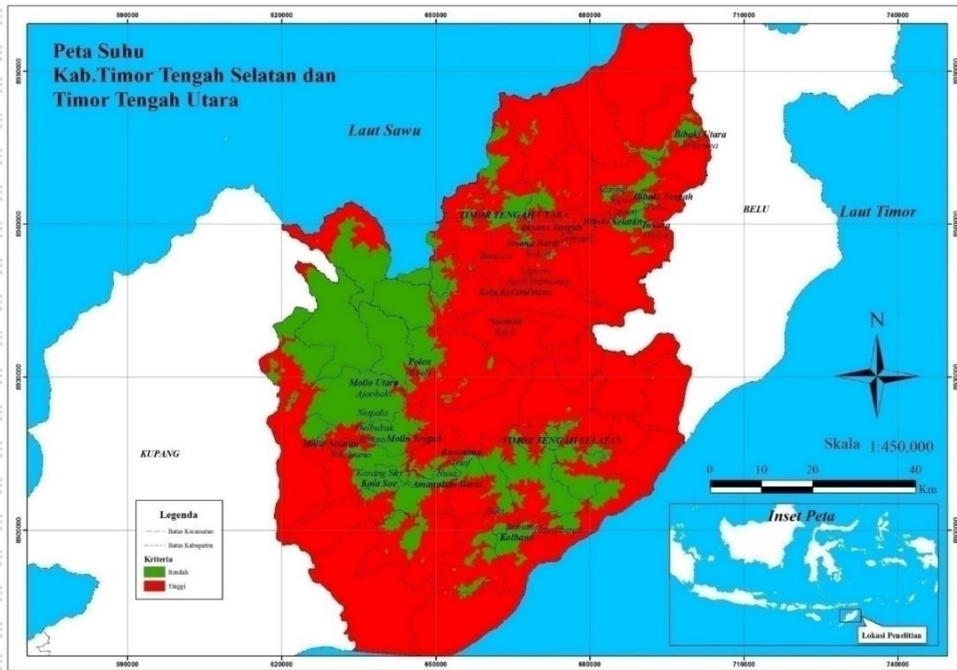
(Diolah : Lab SIG Jurusan Tanah- Fak. Pertanian, Universitas Brawijaya, 2015)

Lampiran 17. Peta Lereng di Kab. TTU dan TTS



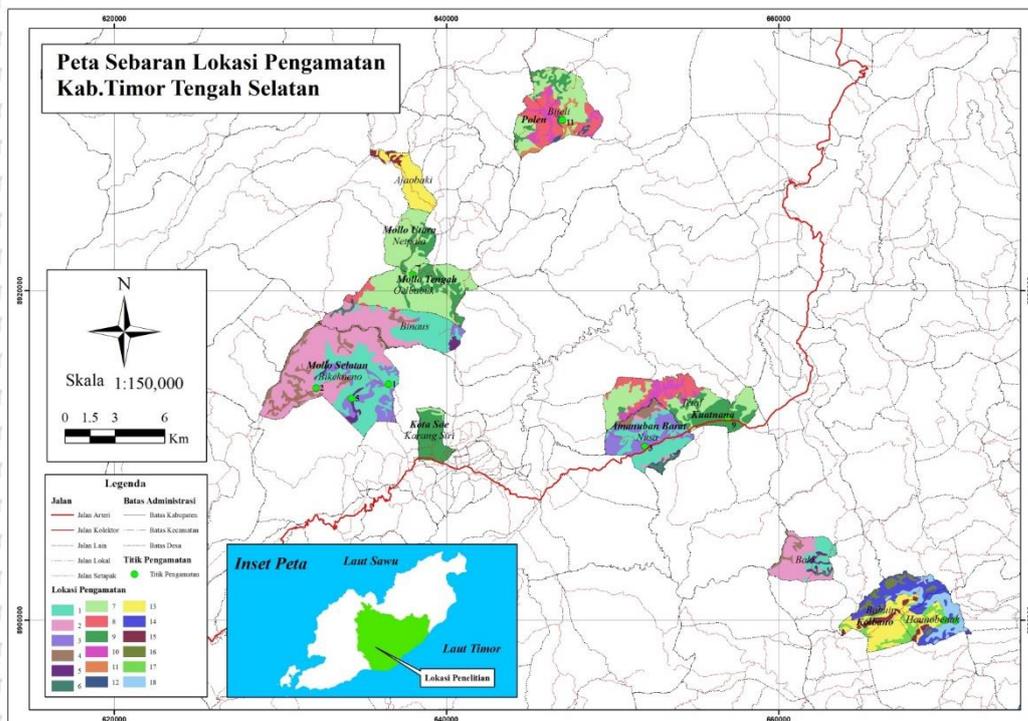
(Diolah : Lab. SIG Jurusan Tanah- Fak. Pertanian, Universitas Brawijaya, 2015)

Lampiran 18. Peta Suhu di Kab. TTU dan TTS



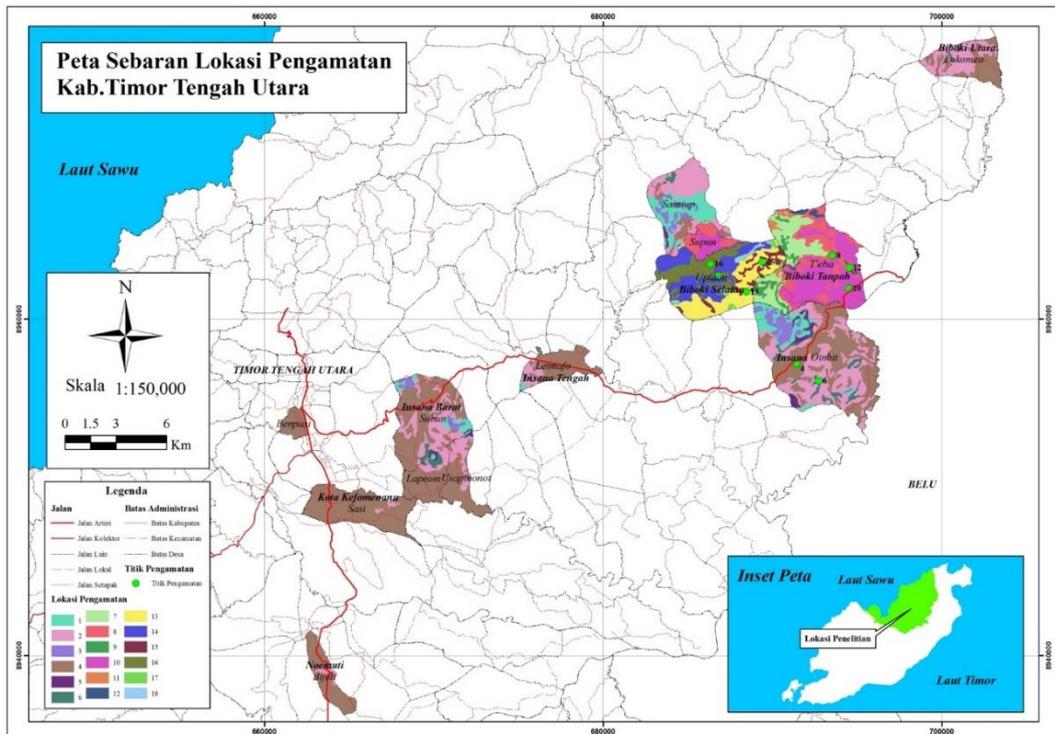
(Diolah : Lab. SIG Jurusan Tanah- Fak. Pertanian, Universitas Brawijaya, 2015)

Lampiran 19. Peta Sebaran Lokasi Pengamatan di Kab. TTS



(Diolah : Lab. SIG Jurusan Tanah- Fak. Pertanian, Universitas Brawijaya, 2015)

Lampiran 20. Peta Sebaran Lokasi Pengamatan di Kab. TTU



(Diolah : Lab. SIG Jurusan Tanah- Fak. Pertanian, Universitas Brawijaya, 2015)

Lampiran 21. Dokumentasi Penelitian Disertasi

I. Kegiatan Survei Lokasi Penelitian di Kab. TTS



II. Kegiatan Survei Lokasi Penelitian di Kab. TTU





Lampiran 22. Dokumentasi kegiatan pengambilan data lapang di Kab. TTS



Lampiran 23. Domentasi kegiatan pengambilan data lapang di TTU



Lampiran 24. Dokumentasi wawancara aspek Pengetahuan, Budaya, Sosial, Ekonomi, Budaya dan Kebijakan



Sandalwood (*Santalum album*) growth and farming success strengthen its natural conservation in the Timor Island, Indonesia

YOSEPH NAHAK SERAN^{1,3,*}, SUDARTO², LUCHMAN HAKIM³, ENDANG ARISOESILANINGSIH³

¹Program of Biological Education, Faculty of Education and Teacher Training, Universitas Timor, JL. Jenderal Sudirman, Kefamenanu, Timor Tengah Utara 85613, East Nusa Tenggara, Indonesia. Tel.: +62-388-31865, *email: joshseran@gmail.com

²Department of Soil Science, Faculty of Agriculture-Universitas Brawijaya, Malang, East-Java, Indonesia

³Biology Department – Faculty of Mathematics and Natural Sciences-Universitas Brawijaya, Malang, East-Java, Indonesia

Manuscript received: 31 October 2017. Revision accepted: 30 July 2018.

Abstract. Seran YN, Sudarto, Hakim L, Arisoesilarningsih E. 2018. Sandalwood (*Santalum album*) growth and farming success strengthen its natural conservation in the Timor Island, Indonesia. *Biodiversitas* 19: 1586-1592. Sandalwood (*Santalum album* L.) is a unique plant of the East Nusa Tenggara (NTT) Province of Indonesia and locally known as the unity symbol woody fragrance (*hau meni*). The study aimed to compare growth quality of trees grown in plantations and forests in the districts of North Central Timor (TTU) and South Central Timor (TTS). Vegetation analysis was held by purposive sampling in eight sites comprising 87 plots. Plots sizes were 20x20 m² for trees, 10x10 m² for poles, and 5x5 m² for saplings. Variables observed in each plot included density, trunk diameter, height, crown quality, and vitality. Data were analyzed by descriptive and multivariate statistics. The results showed that the growth of sandalwoods varied spatially in all study sites and was classified into five groups. Two plantations in TTS District showed better trees growth quality compared to those in TTU. Higher saplings and poles density were found in two sites, a plantation and a forest in TTU plantation, and in a forest in TTS. However higher vitality were found in two plantations, each one in TTS and TTU. Inferior growth was observed in Nununamat plantation. Farmers had a significant role in strengthening sandalwood conservation in two districts as shown by their successful farming and trees growth quality that was similar to those in the forests.

Keywords: Forest, growth quality, NTT, plantation, sandalwood

INTRODUCTION

East Nusa Tenggara (*Nusa Tenggara Timur*, NTT), Indonesia is a dry climate area and rich with deciduous tropical plants. A prolonged dry season is a great constraint in the agricultural sector in NTT. Therefore, local farmers cultivate various drought resistant commodities, one of them is the endemic plant of NTT, namely sandalwood (*Santalum album* L.). Sandalwood tree grows naturally in the forests or cultivated by the local people for a long generation using traditional farming due to its high economic, social, and cultural values. In addition, sandalwood is also well known as a symbol of unity, producing fragrance (*hau meni*) and livelihood for the families (Tallo 2001). Since 1986 the sandalwood was established as the mascot of NTT (Suripto 1992). The sandalwood highly contributed to the Local Government Revenue (*Pendapatan Asli Daerah*, PAD) of NTT per year, so the government determined sandalwood as one of the main commodities to support the NTT local revenue. Therefore according to the Forestry Regional Office of NTT, from 1986 to 1998, sandalwood had played an important role as the primary PAD source of NTT, reached 28.20% to 47.60% of the revenue. Meanwhile, the contribution of sandalwood for the PAD of the South Central Timor (TTS) and North Central Timor (TTU) Districts was around 50% per year (Banoet 2001). This contribution was possible due to a high density of sandalwood in East Nusa Tenggara, Indonesia.

According to Widyatmika (2000), in the past, sandalwood in NTT naturally grew in the forests, and its distribution was largely found in Timor, Alor, Sumba, Solor, Lembata and Flores Islands. However, in 1987 its natural distribution significantly reduced, then sandalwood population in the forest and field was only found in Timor and Sumba Islands. In 1997, the sandalwood population continued being decreased and remained in only four districts in Timor Island, namely TTU, TTS, Belu, and Kupang.

TTU has a total area of 266,970 hectares, among which 40.18% was the habitat of sandalwood. Data from 2006 revealed that the natural population of sandalwood in TTU was 33,678 trees, a reduction of 98.82% compared to that from 1997 (Forestry Office of TTU 2007). Meanwhile, the population of sandalwood in TTS based on inventory conducted in 2010 was 1,426 trees or reduced by 79.03% compared with those conducted in 1997 of 112,710 trees (Forestry Office of TTS 2010). These population reductions due to overexploitation caused sandalwood status to become rarer in the local, national, and even regional markets (Butarbutar 2008). The production of sandalwood in NTT, especially in Timor Island, had not met the demand for the timber, and now the trees are extremely rare. Following the survey from 1999 to 2003, the harvesting of sandalwood trees in the two regions had been stopped, and the supply of sandalwood in the market had been provided from other regions. The main reason for the rarity and low regeneration of sandalwood were

exploitation activities that exceeded the tree reproduction capacity, the high annual logging rate of the tree, forests degradation, conversion of sandalwood forests into agricultural and residential areas, and forest fires. These problems occurred not only in Timor Island but also in regional and worldwide levels. This significant reduction in sandalwood population changed the world conservation status of the plant from "not threatened" (Walter and Gillet 1998) into "vulnerable" (IUCN 2016).

Recovery efforts have been conducted by the local government to conserve the sandalwood species, among them is the NTT Province Regulation Number 2, Year 1999 on the conceding of sandalwood ownership to the district government and farmers; the TTS Regional Regulation Number 25 Year 2001, and the TTU Regional Regulation Number 2 Year 2004 on sandalwood (Raharjo 2013). These policies favor the local people because they guarantee the ownership of sandalwood trees cultivated as the belonging of the farmer. The provision of incentives and sandalwood seedlings to the local people has promoted their interest to re-cultivate sandalwood in the plantations and home gardens. More farmers actively cultivate sandalwood in the garden, sustaining the species conservation effort and supporting the economic growth.

The success of sandalwood planting is determined by many factors such as the plant survival success; life cycle completion (vitality); density, diameter, canopy quality, height, and branchless trunk height of the tree. Besides, the economic value of sandalwood depends on their hearth wood growth. Therefore, the growth quality analysis using trunk diameter is an important tool for the evaluation of sandalwood growth. The growth of trunk diameter and height will be more significant in open areas compared to that in covered ones. Riswan (2001) stated that after growing 20 to 30 years old, sandalwood tree height can reach 12 to 15 m, with a trunk diameter of around 20 to 35 cm. Tree diameter increases if the net photosynthesis output exceeds the energy needed for respiration, reproductive activities, leaf change, and root and trunk height growth (Husch et al. 2003; Charles 2011). Unfortunately, the growth of sandalwood in plantation and forest has not been reported yet.

The availability of data regarding the growth quality of sandalwood trees grown in both forests and plantations by local people in TTS and TTU becomes very important after 15 years' implementation of the new provincial policies. This study aimed to evaluate the growth quality of sandalwoods in the plantations and compare it to that in the forests in TTS and TTU districts. The farming success of sandalwood in plantations in comparison to those in its natural habitat, will not only strengthen the availability of mother trees and seedling sources but also increase the favorable growth habitat for sandalwood conservation effort, as well as support the master plan for sandalwood conservation in the Province of East Nusa Tenggara (NTT), Indonesia.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This study was conducted in Timor Tengah Selatan (TTS) and Timor Tengah Utara (TTU) Districts, Province of East Nusa Tenggara (NTT), Indonesia. The study sites were in forests and plantations. Naturally, sandalwoods grow symbiotically with wild plants of Timor Island such as *Acacia auriculiformis* A.Cunn ex Benth, *Acacia leucophloea* (Roxb.) Willd., *Tamarindus indica* L., *Eucalyptus alba* Rein.ex Blume., *Timonius amboinicus* Boerl, *Alstonia scholaris* (L.) R.Br, *Pittosporum timorence* Blume, *Lantana camara* L., *Pterocarpus indicus* Willd., and *Zizyphus timorensis* DC. The determination of observation and sampling sites was based on the base map of sandalwood distribution (Figure 1), as well as the initial survey, and consideration of the location's accessibility.

The study location in TTS consisted of five observation stations: two stations in the forest, namely the forest of Tetaf (SFTe) (868,8 m asl., 9°50' 26.3"S-124°25' 41.3"E, hilly topography, slope 20%), and the forest of Karang Siri (SFKs) (962,8 m asl., 9°49' 38.9"S-124°15' 46.4"E, undulating topography, slope 30%); and three stations in the plantation of Binaus (SPBi) (972,7 m asl., 9°47' 10.9"S-124°16' 51.6"E, hilly topography, slope 20%), Oelbubuk (SPOe) (1038 m asl., 9°46' 01.3"S-124°16' 34.7"E, steep topography, slope 40%), and Nununamat (SPNu) (727,9 m asl., 9°59' 04.3"S-124°30' 35.6"E, very steep topography, slope 60%). The study location in North Central Timor (TTU) consisted of three observation stations: one station in the plantation of Upfaon (UPUp) (398,3 m asl., 9°22' 55.7"S-124°40' 45.6"E, hilly topography, slope 20%); and two stations in the forests, namely the forest of Banamlaat (UFBa) (383,8 m asl., 9°30' 38.5"S-124°31' 53.1"E, plain topography, slope 15%) and Oinbit (UFOi) (534,8 m asl., 9°26' 34.2"S-124°43' 07.9"E, undulating topography, slope 30%). The average temperature in the study site 11-35°C, humidity 65-90% and soil pH 6.3-8.07. The study was conducted from September 2015 to June 2016.

Procedures

Data collection for the growth quality of sandalwood trees in both the forests and plantations in TTS and TTU used a vegetation analysis method of purposive nested sampling approach. The samplings were done at 8 stations using 87 square-shaped observation plots of 20x20 m² for trees, 10x10 m² for poles, and 5x5 m² for saplings (Figure 2). The sampling was done based on the combination of various treatments of population, slope, and temperature. Variables observed in each plot included sandalwood density, trunk diameter, tree height, canopy quality, and vitality. Data collection was done by recording the number of individuals per plot for each growth stadium, such as the plant height, saplings height, trunk diameter, branch-free trunk height, density, and vitality. The sandalwood growth stadia were classified as follows: (i) trees including plants with a height of over 10 m, and



Figure 1. A. Map of the study area in Timor Tengah Selatan (TTS) and Timor Tengah Utara (TTU) Districts, Province of East Nusa Tenggara (NTT), Indonesia; B. Sandalwood Forest; C. Sandalwood Mixed-Plantation. Dashed lines indicate of sandalwood plant

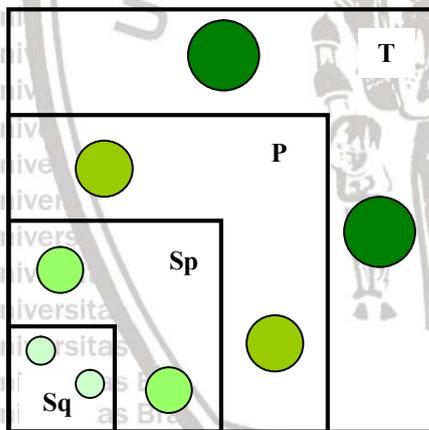


Figure 2. Nested plots. Note: T: Trees: 20 x 20 m² plot, P: Poles: 10 x 10 m² plot, Sp: Saplings: 5 x 5 m² plot, Sd: Seedlings: 2 x 2 m² plot. Circle patches represent for sampling of sandalwood plant

trunk diameter >20 cm; (ii) poles or small trees stage including plants with a height of 5-10 m, and trunk diameter of 10-19 cm; (iii) saplings or younger growth stage comprising plant with 1.5-5 m in height, and less than 10 cm in trunk diameter; and (iv) seedlings consisting of germinated seedlings up to ones with a height of 1.5 m (Rohadi 2002; Michael and Bashir 2011; Subasinghe 2014). The sandalwood tree canopy was classified according to Daubenmire cover classes standard: Class 1 (0-5% canopy cover), class 2 (5-25% cover), class 3 (25-50% cover), class 4 (50-75% cover), class 5 (75-95% cover), class 6 (95-100% cover). Finally, the vitality of the sandalwood trees was scored and classified as follows:

Score 1, the highest vitality in which all plant stages, seedlings, saplings, poles, trees are present and complete life cycle; score 2, a high vitality, in which the plant life cycle is complete but irregular; score 3, a medium vitality in which the life cycle is rarely complete, trees, poles, and saplings are present but seedlings are absent; score 4, a low vitality, in which the life cycle is sometimes complete but only comprises some sprouts and rarely survive (Nuhamara et al. 2001).

Data analysis

Data analysis was conducted using descriptive qualitative and multivariate statistics with Biplot and Cluster using Euclidean distance of PAST 3.0 to compare the variation and similarity among the growth parameters of sandalwood trees. The parameters included the canopy cover, trunk diameter, DBH, height, and vitality of parent trees as a whole according to the spatial variation among locations and variation in forests and plantations of every growth strata (Glaser 2010).

RESULTS AND DISCUSSION

Crown quality variation of sandalwood trees and poles

The result of this study indicated that crown qualities of sandalwoods in all study sites were highly varied both in the plantation and forests (Figure 3.A). Sandalwoods growing naturally in the forests or cultivated in the plantations in TTS showed slightly higher crown quality and homogenous crown variation compared with those in TTU. Viewing the difference in crown quality value of sandalwood at the study site, it was at level 3 of the crown

quality (25-50%). It means that growth quality of sandalwood canopy cultivated in the plantation was similar with one grown in the forest. This result indicated that farmers in the two districts had successfully cultivated sandalwoods using agroforestry system. The sandalwood crown size would highly affect the photosynthetic and respiration rate of the tree. Tree with a large crown cover had a larger capability in photosynthesis; thus it would produce more carbohydrate for synthesizing and maintaining tree's biomass (Sitompul 2002). The crown quality of the sandalwood poles was relatively similar to one another among the study sites (Figure 3.B), ranging from 25% to 50% (level 3). The crown quality of the poles in the forests was also similar to those grown in the plantations in both TTS and TTU. Sandalwoods cultivated in plantations generally showed a lower shading level; thus, this caused the higher biomass accumulation compared to trees grown in forests where the shading level was higher. Anderson and Belanger (1987) suggested that a significant improvement in crown quality would affect sandalwood's growth quality.

Trunk diameter variation of sandalwood of trees, poles, and saplings in forest and plantation

The result of this study showed that trunk diameters of sandalwoods slightly varied among the study sites (Figure 4.A). Sandalwoods grown in the plantations in TTU and TTS showed larger trunk diameters than those found in the forests. Sandalwood trees in the forests in TTU and TTS had similar trunk diameters to one

another. (Figure 4.B showed) that trunk diameters of sandalwood poles were similar among all the study sites, both in the forests and plantations.

Trunk diameters of sandalwood saplings in all the locations in TTU and TTS districts were similar to one another (Figure 4.C). Overall, growth variations in trunk diameter as shown in Figure 4.A-C indicated that cultivated sandalwoods in the plantations showed similar diameters compared with those found in the forests. Our present study also concluded that farmers in both TTS and TTU districts have succeeded in cultivating sandalwood in the plantations by implementing agroforestry system in locations with different characteristics. Although Anderson and Belanger (1987) reported that there was a correlation between a tree's crown quality and its trunk diameter, in which the higher the crown cover, the higher the increase in trunk diameters, our study revealed a weak correlation between both variables.

Varied sandalwood trunk diameters of all the study sites indicate that techniques used by sandalwood farmers in both districts are selective in choosing good seeds, qualified parent trees; effective in maintaining the seedlings as well as managing the pests and diseases. These practices positively contribute to the sandalwood's trunk diameter. Previous studies suggest that diameter growth will increase if the need for photosynthesis product for respiration, leaf change, root growth and plant height is in a stable condition (Husch et al. 2003; Charles 2011; Sumardi et al. 2014).

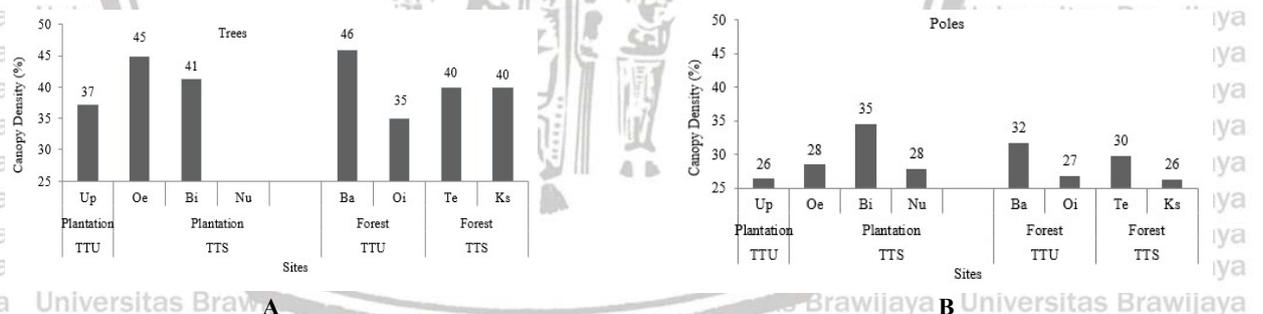


Figure 3. Canopy density of sandalwood (a) trees, and (b) poles. Note: Up = Upfaon, Oe = Oelbubuk, Bi = Binaus, Nu = Nununamat, Ba = Banamlaat, Oi = Oinbit, Te = Tetaf, Ks = Karang Siri stations

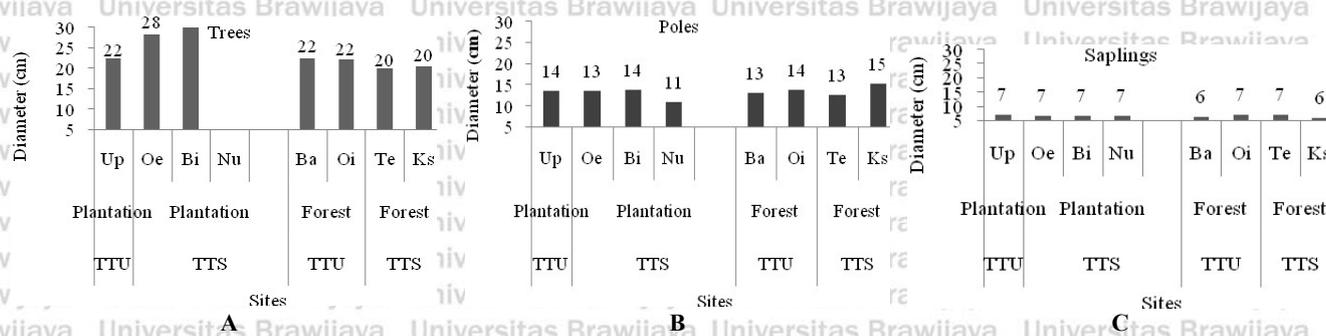


Figure 4. Mean trunk diameter of sandalwood (A) trees, (B) poles, and (C) saplings. Note: Up: Upfaon, Oe: Oelbubuk, Bi: Binaus, Nu: Nununamat, Ba: Banamlaat, Oi: Oinbit, Te: Tetaf, Ks: Karang Siri stations

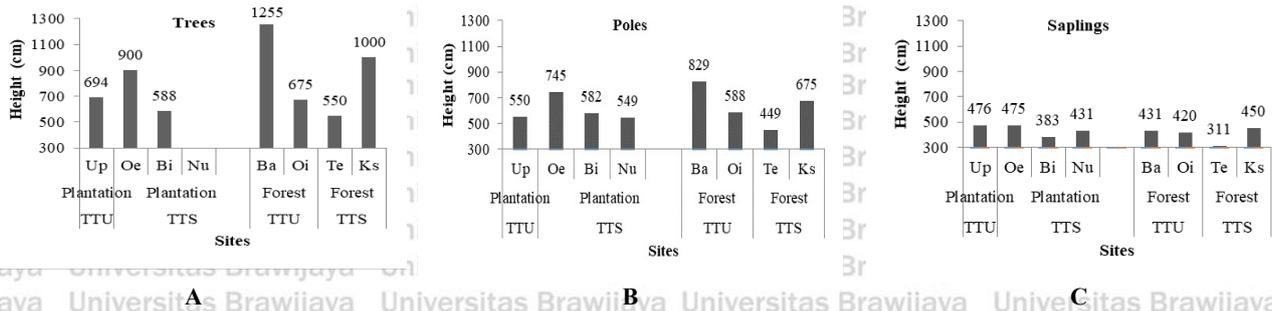


Figure 5. Mean height of sandalwood (A) trees, (B) poles, and (C) saplings. Note: Up = Upfaon, Oe = Oelbubuk, Bi = Binaus, Nu = Nununamat, Ba = Banamlaat, Oi = Oinbit, Te = Tetaf, Ks = Karang Siri stations

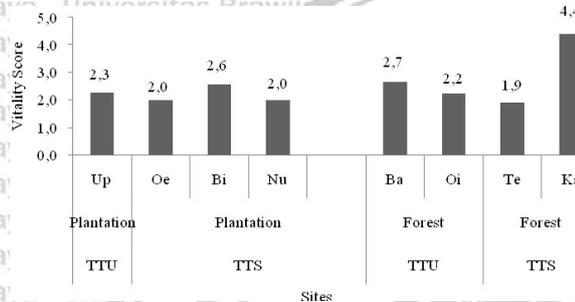


Figure 6. Sandalwood vitality in all study sites. Note: Up: Upfaon, Oe: Oelbubuk, Bi: Binaus, Nu: Nununamat, Ba: Banamlaat, Oi: Oinbit, Te: Tetaf, Ks: Karang Siri stations

Height variation of sandalwood of trees, poles, and saplings in forest and plantation

Heights of sandalwood trees were highly varied among study sites (Figure 5). Same sandalwood trees grown in the forests were taller than those in the plantations of both districts. Interestingly, sandalwoods in TTU District were higher than that in TTS. Heights of sandalwood poles and saplings found in the forests and plantations were similar to each other. Figure 5.A-C, showed that plant height variation was more affected by the plant age and plantation condition. Kurniawan (2012) showed that densely shading increased sandalwood trees and poles height, but a moderately or lightly shading inhibited saplings and seedlings tall. Although sandalwood trees and poles were spatially varied in sandalwood heights among the study sites, but sapling ones were almost equal. This variation increased with age. This finding supports Riswan report (2001) that after 20-30 years old, sandalwood trees could reach a height of 12-15 m and trunk diameter of 20-35 cm. Observation and deep interview with farmers in the study site also suggested that most sandalwoods grown in the plantations were 10-20 years old. Moreover, Orwa et al. (2009) showed that sandalwood trees in Timor Island were higher than those in Australia but still lower than those in India.

Vitality of sandalwood in forest and plantation

Sandalwoods in the forests and plantations showed a slight vitality variation other (Figure 6). Generally, the vitality scores of sandalwoods ranged from level 2 to level 3 indicating that the life cycle (trees, poles, saplings, and or seedlings) were often complete but irregular. This vitality also indicated the fertility and or survival rate of a plant in its life cycle as a response toward environment (Dobertrin 2005). A study by Ramya (2010) suggests that depletion of sandalwood life cycle can be attributed to several factors, both natural and anthropogenic. The limiting factor to low vitality an natural regeneration of sandalwoods in forests included the annual fires, illegal logging, long dry season, and seedlings pest and disease attacks. These factors decreased regeneration and vitality in the forest areas and reduced the seed stock.

Principal Component Analysis of sandalwood growth qualities using Biplot and Cluster

Principal Component Analysis (PCA) showed two principal components of sandalwood growth quality. The first principal component had Eigenvalue 3.8 and variance value 52.60%. The second principal component had Eigenvalue 2.569 with a variance value of 36.71%. Therefore, the cumulative contribution of growth quality variables in the plantations and forests toward the formation of two principal components were 89.30%. Based on the relationship value between the seven growth quality variables, we obtained the first principal component comprising the trees crown quality (Tcrown), vitality (vitality), trees diameter (Tdia), and poles diameter (Pdia). The second principal component comprising the poles density (PD), saplings diameter (Sdia) and saplings density (SD).

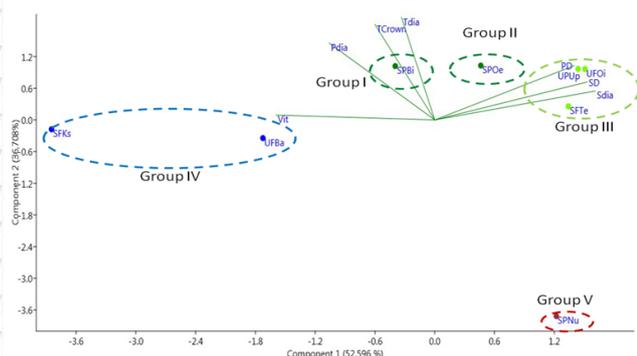


Figure 7. Biplot diagram of growth quality variation of sandalwood plant. Note: SPNu: Soe Plantation Nununamat, UFOi: Kefa Forest Oinbit, UPUp: Kefa Plantation Upfaon, SFTe: Soe Forest Tetaf, SPOe: Soe Plantation Oelbubuk, SPBi: Soe Plantation Binaus, UFBA: Kefa Forest Banamlaat, SFKS: Soe Forest Karang Siri stations

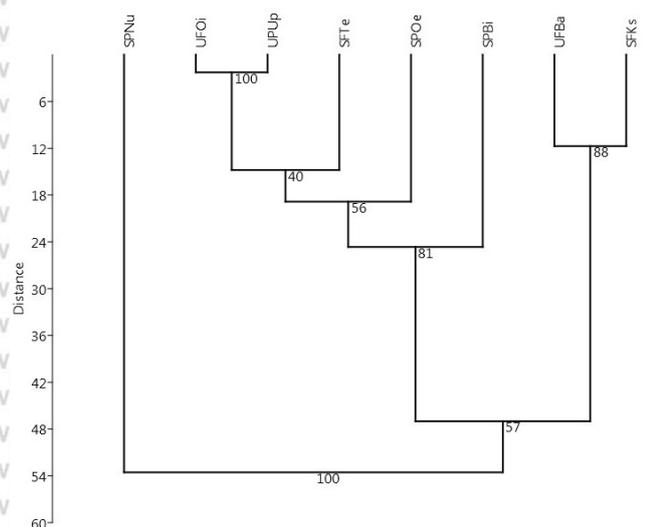


Figure 8. Grouping of observation stations based on common growth quality of sandalwood by using Euclidean distance index. SPNu: Soe Plantation Nununamat, UFOi: Kefa Forest Oinbit, UPUp: Kefa Plantation Upfaon, SFTe: Soe Forest Tetaf, SPOe: Soe Plantation Oelbubuk, SPBi: Soe Plantation Binaus, UFBA: Kefa Forest Banamlaat, SFKS: Soe Forest Karang Siri stations

Biplot analysis (Figure 7) showed that the sandalwood growth was spatially varied in all study sites. Best sandalwood growth was found in a TTS plantation namely station SPBi (Group I), and followed by SPOe (Group II). High-density poles and saplings were found in the plantations and forests of TTU District and the forest of TTS District (Group III). Sandalwoods in the plantations showed a better vitality compared with those in the forest (Group IV). Lowest sandalwood growth quality was found in Nununamat of TTS District (Group V). Therefore, it revealed that sandalwoods farmers in TTU and TTS

districts had successfully cultivated sandalwood in plantations as shown by the similar growth quality of the tree population to those found in the forests. The grouping of sandalwood growth quality was also held based on the cluster analysis by using Euclidean distance (Figure 8). The cluster analysis revealed that five groups with similarity value over 40. Group I consists of observation station SPBi (*Soe Plantation Binaus*); Group II consists of observation station SPOe (*Soe Plantation Oelbubuk*); Group III comprises observation station UPUp (*Kefa Plantation Upfaon*), UFOi (*Kefa Forest Oinbit*), and SFTe (*Soe Forest Tetaf*); Group IV consists of observation station SFKS (*Soe Forest Karang Siri*) and UFBA (*Kefa Forest Banamlaat*); and Group V includes observation station SPNu (*Soe Plantation Nununamat*).

In conclusion, the growth quality of sandalwood trees in TTU and TTS were spatially varied in all study sites. Trees growth quality of two plantations in TTS District (Binaus and Oelbubuk) was better than to those in TTU. Moreover, higher saplings and poles density were found in two sites of TTU plantation and forest or a TTS forest. However higher vitality was found in plantation of TTS or TTU. The inferior growth was observed in Nununamat plantation. It revealed that farmer in two districts successfully cultivated sandalwood in plantation shown by similar growth quality with those of forest trees.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was funded by Directorate General of Higher Education Indonesia-Research Fellowship (BPP-DN). We are grateful to Muhamad Yusuf, Hamdani, and Purnomo of Laboratory of Ecology and Animal Diversity, Brawijaya University, Indonesia and to Firmo Seran Makbalin and Markus for their support in this research; and to all the parties who assisted in collecting the field data.

REFERENCES

- Anderson RL, Belanger RP. 1987. A Crown rating method for assessing tree vigor of loblolly and shortleaf pines. Proceedings of the Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, Atlanta, USA, 4-6 November 1987.
- Banoet H. 2001. Peranan cendana dalam perekonomian NTT, Dulu dan kini tanaman cendana sebagai sumber daya otonomi daerah NTT. *Berita Biologi* 5: 469-474. [Indonesian]
- Butarbutar T, Geisberd F. 2008. Perlunya Perbaikan Kebijakan Pengelolaan Cendana di NTT Menuju Penguasaan Cendana Yang Lestari. *Analisis Kebijakan Kehutanan* 5 (2): 121-130. [Indonesian]
- Charles DB. 2011. *Measurements for Terrestrial Vegetation*. 4th ed. Wiley-BlackWell, New York.
- Daubenmire RF. 1959. Canopy coverage method of vegetation analysis. *Northwest Sci* 33: 43-64.
- Forestry Office of TTS [Dinas Kehutanan Kabupaten TTS]. 2010. Inventarisasi Tegakan Cendana (*Santalum album* L.) di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Kerjasama Kementerian Kehutanan NTT-ITTO*. Soe, Timor Tengah Selatan. [Indonesian]
- Forestry Office of TTU [Dinas Kehutanan Kabupaten TTU]. 2010. Inventarisasi Tegakan Cendana (*Santalum album* L.) di lahan masyarakat di Kabupaten Timor Tengah Utara. Kefamenanu, Timor Tengah Utara. [Indonesian]

- Doberstin M. 2005. Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *Eur J For Res* 124 (4): 319-333.
- Glaser A. 2010. The Use of Biplot in Statistical Analysis. GenStat and AS Reml Applied. Statistic Conference. Waterhouse Street Hemel Hempstead, United Kingdom.
- Husch B, Beers TW, Kershaw JA. 2003. Forest Mensuration. 4th ed. New Jersey. New York.
- IUCN. 2016. The IUCN Redlist of Threatened Species. Version 2016-2. www.iucnredlist.org.
- Kurniawan H. 2012. Strata tajuk dan kompetisi pertumbuhan cendana (*Santalum album* L.) di Pulau Timor. *Penelitian Kehutanan Wallacea* 1 (2): 103-115.
- Michael ES, Stanley JZ, William AB, David JL, William GB, Susan MC. 2007. Crown-Condition Classification: A Guide to Data Collection and Analysis. Southern Research Station. United States Department of Agriculture, Durham, New York.
- Michael M, Bashir A.. 2011. Status and strategies for conservation and management of forest genetic resources of India. *J Res Dev* 11: 132-144.
- Nuhamara ST, Kasno. 2001. Present Status of Forest Vitality. In: Forest Health Monitoring to Monitor The Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest. Volume II, ITTO, Japan and SEAMEO-BIOTROP, Bogor.
- Orwa CAM, Kindt R, Anthony S. 2009. *Santalum album* L. East Indian. Agroforestry Data Base: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0. www.worldagroforestry.org.
- Raharjo AS. 2013. Studi komparasi peraturan daerah tentang cendana di Propinsi NTT. *Penelitian Kehutanan Wallacea* 2 (1): 65-78. [Indonesian]
- Ramya R. 2010. Physiological and Genetic Diversity Studies on Regeneration of *Santalum album* L. [Dissertation]. Cochin University of Science and Technology, Kochi, Kerala, India.
- Riswan S. 2001. Kajian botani, ekologi dan penyebaran pohon cendana (*Santalum album* L.). *Berita Biologi* 5 (5): 571-574. [Indonesian]
- Rohadi D, Maryani R, Widyana M, Azhar I. 2002. A case study of the production-to-consumption system of sandalwood in South Central Timor, Indonesia. *Sandalwood Res Newslett* 10: 184-200.
- Sitompul SM. 2002. Radiasi dalam Sistem Agroforestri. Dalam: Wanulcas, Model Simulasi Untuk Sistem Agroforestri. ICRAF, Bogor. [Indonesian]
- Subasinghe SMCU. 2014. Restoration of *Santalum album* L. resource in Sri Lanka. distribution, seed storage, germination, and establishment. *J Dep Wildl Conserv* 2: 155-164.
- Sumardi S, Kurniawan H, Misto M. 2014. Evaluasi Uji Keturunan Cendana (*Santalum album* L.) umur 8 bulan di Kab. TTU-NTT. *Pemuliaan Tanaman Hutan* 8 (1): 56-68. [Indonesian]
- Suripto J. 1992. Pemulihan potensi cendana di NTT. *Berita Biologi*. 5 (5): 521-523. [Indonesian]
- Tallo PA. 2001. Cendana sumber daya daerah otonomi NTT. *Berita Biologi*. 5 (5): 1-9. [Indonesian]
- Walter KS, Gillett HJ. 1998. The IUCN Red List of Threatened Plants. Publisher Cambridge IUCN, World Conservation Union, London.
- Widyatmika M. 2000. Cendana dan Dinamika Masyarakat Nusa Tenggara Timur. Penerbit Ombak, Yogyakarta. [Indonesian]



18 0173 D



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
PASCASARJANA



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor: 3038/UN10.F40/PN/2018

Sertifikat ini diberikan kepada:

Nama : Yoseph Nahak Seran
 NIM : 147090100111001
 Program Studi : Program Doktor Biologi
 Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
 Universitas : Universitas Brawijaya

Dengan Judul **Disertasi**

Dinamika Profil Distribusi dan Regenerasi Cendana (*Santalum album L.*) di Hutan dan Kebun di Pulau Timor Barat, Nusa Tenggara Timur

Telah dideteksi tingkat plagiasinya secara online pada tanggal **26 Desember 2018** dan dinyatakan **bebas plagiasi** dengan kriteria toleransi $\leq 5\%$.

Malang, 26 Desember 2018
Ketua Badan Penerbitan Jurnal

Lukman Hakim, SSi, M.Sc, Dr.Sc
NIP. 19820412 200312 1 002

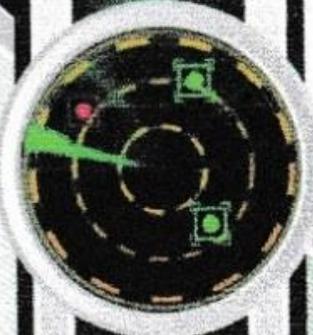


Direktur

Prof. Dr. Abdul Hakim, M.Si
NIP. 19610202 198503 1 006

plagiarism-detector

Cutting-edge class tool for plagiarism detection and prevention



CERTIFICATE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
BRAWIJAYA UNIVERSITY



to certify that:

Yoseph Nahak Seran

as:

ORAL PRESENTER

THE 2nd

**INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOOD, AGRICULTURAL,
and NATURAL RESOURCES 2016**

August the 2nd - 4th 2016

at Brawijaya University, Malang, East Java, Indonesia

Dean of
the Faculty of Agricultural Technology,



Dr. Ir. Sudarmin Setyo Yuwono, M.App.Sc
NIP 19631216 198803 1 002

Chairman,



Kiki Fibrianto, STP, M.Phil., Ph.D
NIP 19820206 200501 1 001



INTERNATIONAL CONFERENCE

ON BIODIVERSITY

Society for Indonesian Biodiversity
Tanjungpura University & Sebelas Maret University
Pontianak, Indonesia, October 8-9, 2016

Certificate of Appreciation

Awarded with thanks to:

Joseph Mahak Seran

In recognition of his/her significant contribution as:

Presenter

of

International Conference on Biodiversity

Pontianak, Indonesia, 9th October 2016



Prof. Dr. Sutarno, M.Sc., Ph.D.

SIB CHAIRPERSON