

OPTIMALISASI LAHAN BERBASIS PERTANIAN RAKYAT UNTUK MENDUKUNG AGROEKOWISATA DI KABUPATEN KUPANG-NTT

**Melinda R.S. Moata¹, Endeyani Muhamad², Haryati Sengadji³, Nimrod Neonufa⁴,
Yason E. Benu⁵, Yofris Puay⁶**

Email: ¹⁾melinda.moata@staff.politanikoe.ac.id, ²⁾endeyani@gmail.com,

³⁾haryati_ms13@yahoo.com, ⁴⁾nimrot.neonufa@staff.politanikoe.ac.id,

⁵⁾nie_benu@yahoo.com, ⁶⁾yofris.puay@staff.politanikoe.ac.id

^{1,2,4,5)}Prodi Manajemen Pertanian Lahan Kering Politkenik Pertanian Negeri Kupang,

³⁾Prodi Manajemen Agribisnis Politkenik Pertanian Negeri Kupang,

⁶⁾Prodi Manajemen Sumber Daya Hutan Politkenik Pertanian Negeri Kupang

ABSTRAK

Kabupaten Kupang sebagai kabupaten terluas kedua di propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) masih mengandalkan sektor pertanian, kehutanan dan perikanan sebagai sektor terbesar penyumbang PDRB. Namun pertumbuhan ekonomi untuk ketiga sektor ini menurun dalam lima tahun terakhir. Padahal usaha tani tidak hanya budidaya tetapi juga dapat sebagai sumber objek wisata alam. Salah satu contoh adalah gunung batu Fatuleu yang terletak di Kecamatan Fatuleu Tengah telah menjadi daya tarik para wisatawan yang berkunjung setiap minggu. Hal ini merupakan peluang untuk pertumbuhan ekonomi rakyat yang tinggal di daerah sekitarnya. Desa Oelbiteno merupakan salah satu desa dari empat desa yang ada di Kecamatan Fatuleu Tengah, juga memiliki potensi pengembangan agroekowisata. Namun sistem pertanian rakyatnya masih bersifat tradisional. Karena itu, untuk peningkatan pertumbuhan ekonomi desa dan masyarakat perlu adanya alih guna lahan dari pertanian campuran subsistem menjadi agroekowisata. Ada beberapa komoditi unggulan yang dapat dikembangkan yaitu pisang, nenas, cendana, kopi, hortikultur, serta tanaman pakan ternak dan rumput. Kegiatannya adalah pemberdayaan masyarakat melalui desain teras kebun, pembimbingan dan pendampingan petani agar usaha taninya dapat bernilai ekonomis dan mempunyai dampak ekologi yang baik. Dengan memanfaatkan beberapa objek alam (mata air dan kolam), peternakan (sapi) dan pertanian terasering dengan komoditi unggulan diharapkan dapat memberi peluang usaha agroekowisata sehingga ekonomi masyarakat dan pengembangan desa yang berkelanjutan.

Kata kunci: komoditi unggulan; agroekowisata; pertanian masyarakat.

ABSTRACT

The main regional income of Kupang district as the second wider districts in East Nusa Tenggara province (ENT) was still depended on agriculture, forestry and fishery sectors. However, the rate of economical growth from those sectors tended to decrease from last 5 years. Whereas, agribusiness was not only about farming system but, it could be potential for agro-ecotourism. Fatuleu mount, a rocky mount located in Fatuleu Tengah sub district, has become one of attracted tourism object in Kupang district for in country tourists who visited this place every week. This becomes one opportunity to improve economic level of the local community. Oelbiteno village as one of four villages in Fatuleu Tengah sub district has big potential for agro-ecotourism. However, their farming system was still in traditional way. Therefore to achieve the goal of community development toward sustainable development program for rural community, land uses change from traditional into conservation farming system to support agro-ecotourism need to be applied. Implementation of superior (valuable) commodities, such as Baranga banana, pineapple, cendana, coffee, horticulture plants and Lamtoro (*Leucaena leucopala*) for animal feed were planted. Several community empowerment activities were conducted, such as: designing of terrace, demonstration and advising, so that its plantation will

provide positive impact to economic and ecological aspects. Then, utilization of some ecotourism objects *in-situ* the plantation like natural water fountain, local cow, terrace system, and valuable plants will be benefit to support agroecotourism, and eventually increasing economic level of the community toward sustainable development.

Keywords: superior commodities; agro-ecotourism; traditional agriculture.

PENDAHULUAN

Kabupaten Kupang berada di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) yang memiliki banyak potensi pengembangan agroekowisata lahan kering. Walaupun NTT termasuk dari tiga propinsi termiskin di Indonesia menurut data BPS 2016, namun luas wilayah daratannya mencapai 47.349,90 km² yang terbagi dalam 1 wilayah kota dan 21 wilayah kabupaten. Kabupaten Kupang memiliki luas wilayah terluas kedua di NTT sekitar 5. 298,13 km². Bidang pertanian, kehutanan dan perikanan di Kabupaten Kupang menurut data BPS Kabupaten Kupang 2015 masih menjadi mata pencaharian utama masyarakat dimana memberikan kontribusi terbesar bagi PDRB. Pertumbuhan ekonomi ketiga sector ini meningkat dari 2.9% pada tahun 2012 menjadi 4.80% di tahun 2014, namun laju pertumbuhan ekonominya menurun dari 5,04 menjadi 5,01 (DDA Kab. Kupang 2015). System pertaniannya masih mengandalkan penyediaan alam dan bersifat konvensional. Usaha tani masih berfokus pada budidaya tanaman pangan dan hortikultura. Padahal, dilain pihak banyak sekali potensi alam yang menjadi sumber pertumbuhan ekonomi yaitu kehutanan, perkebunan, tanaman pangan dan hortikultura, peternakan dan perikanan. Bukan hanya itu, ternyata usaha agroekowisata menjadi salah satu peluang yang dapat menunjang kelestarian ekologi maupun peningkatan ekonomi rakyat.

Gunung Fatuleu adalah salah satu objek ekowisata yang ada di Kabupaten Kupang dan memberi

peluang untuk peningkatan ekonomi daerah (Gambar 1a). Gunung ini terletak di Kecamatan Fatuleu Tengah (Gambar 1b) desa Nusaen. Lokasinya berada sekitar 40 km² dari pusat pemerintahan Kabupaten Kupang di Oelamasi. Desa Oelbiteno, sebagai salah satu dari empat desa di kecamatan Fatuleu Tengah, merupakan desa yang berada di bawah kaki gunung Fatuleu. Desa ini memiliki 2 dusun dan 9 rukun tetangga. Jumlah penduduk di dusun ini sekitar 150 KK dengan tingkat pendidikan mayoritas SD-SLTP. Mata pencaharian umumnya bertani dan beternak. Lokasinya yang strategis karena dilalui oleh jalan poros tengah yang beraspal halus yang menghubungkan beberapa kabupaten.

Memanfaatkan peluang agrowisata gunung batu marmer hitam Fatuleu yang telah dikembangkan oleh pemerintah kabupaten, maka masyarakat Desa Oelbiteno juga mendapatkan dampaknya. Salah satu keuntungan agrowisata Fatuleu adalah bertambahnya hari pasar dimana sebelumnya hanya dilakukan seminggu sekali (setiap Kamis) di pasar Oelbiteno dan pasar Lili, tetapi sekarang hari pasar menjadi tiga kali seminggu dan mayoritas produk pertanian terjual habis di pasar Oelbiteno (Gambar 2d). Para wisatawan lokal banyak memenuhi pasar pada hari Sabtu dan Minggu. Melihat kesempatan ini dimana adanya pasar tetap dan konsumen, infrastruktur jalan raya, dekatnya pusat pemerintahan kecamatan, pusat pendidikan SD dan SMP, serta kawasan hutan wisata dan konservasi (Gambar 2); menjadi pemicu percepatan pertumbuhan ekonomi rakyat dan daerah Oelbiteno. Namun, peluang



Gambar 1. Kawasan gunung batu Fatuleu dan sekitarnya (*sumber:<http://maps7.com/id/Oelbiteno>).



Gambar 2. Potensi agrowisata dan infrastrukturnya

ini belum ditangkap oleh masyarakat desa.

METODE PELAKSANAAN

Berdasarkan hasil observasi, wawancara dan survey lahan terhadap kondisi dan potensi yang dimiliki oleh kedua kelompok tani mitra (Am Oki dan Nekamese), maka metode pelaksanaan kegiatan lebih fokus pada partisipasi langsung masyarakat dalam pembuatan model agroekowisata berbasis pertanian rakyat yang terdiri dari 9 (sembilan) tahapan.

(1) Survey dan evaluasi kesesuaian dan kemampuan lahan serta rekomendasi penggunaan lahan yang sesuai.

- (2) Pemberantasan gulma dan pengolahan tanah untuk persiapan lahan.
- (3) Pembuatan terasering dengan bahan penguat teras dari batuan dan batang bambu yang ada di lahan.
- (4) Pembuatan rorak sebagai bangunan konservasi air pada teras untuk mengurangi tingkat erosi.
- (5) Pembuatan pupuk bokashi dari kotoran sapi dan hijauan lokal dengan fermentasi dari bakteri EM4.
- (6) Penanaman pisang barangan, nenas, pepaya, kopi, cendana, tanaman hortikultura (tanaman obat dan sayuran) serta tanaman hijauan pakan ternak (Lamtoro).

- (7) Pemanfaatan limbah pertanian sebagai mulsa organik untuk dalam usaha tani konservasi.
- (8) Pemanfaatan limbah pertanian sebagai mulsa organik untuk dalam usaha tani konservasi.
- (9) Pengaturan irigasi dengan bantuan mesin pompa air dan pipa saluran air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program IbM di desa Oelbiteno, Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur mempunyai target penyiapan suatu kawasan agroekowisata berbasis pertanian rakyat. Kegiatannya melibatkan dua kelompok tani yaitu kelompok Am Oki 2 dan kelompok kaum wanita Nekamese yang baru terbentuk yang beranggotakan sekitar 30 orang per kelompok. Masalah dominan yang dihadapi di daerah ini adalah topografi berlereng, tingkat erosi tanah tinggi, budidaya tanaman perkebunan dan pemberdayaan masyarakat desa yang minim. Fokus IbM mengarah pada pengembangan pertanian rakyat untuk mendukung agroekowisata di desa Oelbiteno. Pengembangan pertanian rakyat ini berupa pengalihan sistem penggunaan lahan dari kebun campuran tradisional menjadi system agroekowisata yang meliputi penerapan system usaha tani konservasi (terassering) (Kuepper, 2001), pemilihan komoditas, pemeliharaan kesuburan tanah dan konservasi air (Minardi, 2016). Proses pelaksanaan IbM dapat dilihat ada Gambar 3 dan Gambar 4.

Kondisi lahan di lokasi IbM sangat mendukung untuk diterapkannya agroekowisata berbasis pertanian rakyat. Ada beberapa sumber objek wisata alam yang ada dan dapat dikembangkan yaitu sumber mata air alami (kolam air), sapi terbesar kedua di kabupaten Kupang, bentuk lahan berlereng, infrastruktur

(jalan poros tengah dan jalan dusun ke mata air), sumber airnya dangkal, iklim yang sejuk dan nyaman serta tanah yang sehat. Hal ini didukung oleh hasil evaluasi lahan dan analisis kesuburan tanah di lokasi IbM, dimana kondisi tanahnya subur dan memiliki persediaan air yang cukup.

a. Survey dan Evaluasi Lahan

Hasil survey (Moata, 2017) menjelaskan bahwa lokasi tersebut yang berada pada ketinggian tempat 1.083,5 mpdl memiliki kedalaman air tanah < 1 m dengan penutupan batuan dipermukaan tanah sekitar 3%. Pemanfaatan lahannya adalah untuk agroforestry konvensional yang didominasi oleh tanaman tahunan, herba penutup tanah, tanaman obat dan rumput, seperti kirinyu (*Cromolena odorata*), putri malu (*Mimosa pudica*), kelapa (*Cocos nucifera*), Pisang (*Musa*), Turi (*Sesbania grandiflora*), Kunyit (*Curcuma longa*), Lengkuas (*Aplinia galanga*), dan rumput raja/king grass (*Pennisetum purpureum*). Kondisi lokasi sebelum dilakukan pengolahan dan penerapan IbM dapat dilihat pada Gambar 5.

Tanah Oelbiteno memiliki fisik tanah yang baik dan dapat mempengaruhi penentuan metode pengelolaan serta konservasi tanah dan air yang akan diterapkan. Kedalaman profil tanahnya >1 m yang didominasi oleh horizon O and A dengan warna abu-abu kemerahan, perakaran tanaman sekitar 10-20 cm dan adanya lapisan gley berwarna abu-abu kehijauan pada kedalaman 10-15 cm dalam profil. Tanah Oelbiteno memiliki tekstur lempung liat berdebu, kandungan liat lebih dari 30%, berstruktur balok dan kerapatan isitanahnya 1.6 g/cm³ dimana masih tergolong normal (1.1- 1.6 g/cm³) dengan jumlah pori tanah 40% sehingga mampu menyimpan air sebanyak 30%.



Sementara itu, kemampuan mengembang dan mengkerutnya tanah juga diukur dari nilai COLE (*coefficient of linier extensibility*) menggunakan dua metode dan didapati bahwa tanah Oelbineto memiliki nilai COLE 0.037 (Schafer and Singer, 1976) atau 0.11 (Simon *et al.*, 1987) dengan linier

extensibility 3-6 (NRCSS). Nilai COLE ini memiliki hubungan positif yang kuat dengan kandungan liat (Vaught *et al.* 2006) dan nilainya ini digunakan untuk mengevaluasi potensi kerusakan struktur tanah dimana untuk tanah Oelbiteno resikonya sedikit atau hampir tidak ada walau termasuk kelas medium



Gambar 4. Metode pelaksanaan kegiatan.

(*moderate*) untuk bahaya (Vaught *et al.* 2006). Walaupun demikian karena posisi lahannya yang berlereng sekitar 30-50%, metode terasering tetap harus diterapkan untuk mencegah tanah dari kerusakan dan dapat menyimpan banyak air.

Selain sehat secara fisik, tanah Oelbiteno juga subur secara kimia yang berdampak pada aktivitas biologi (organisme) di dalam tanah. Secara kimiawi, tanah ini memiliki sedikit kandungan kapur (CaCO_3), Mangan (Mn) dan Aluminium (Al). Kandungan bahan organik tanahnya cukup tinggi sekitar 3-4% yang disebabkan oleh penambahan biomass dari tanaman di atas

permukaan tanah dan rendahnya penyerapan hara oleh tanaman karena sedikitnya jumlah populasi tanaman. Disamping itu, derajat kemasaman tanahnya adalah netral pH- H_2O 6.88. Dengan pH tanah yang netral maka ketersediaan unsur hara untuk diambil tanaman akan lebih optimal serta aktifitas mikroorganisme tanah (bakteri, jamur, actinomicetes) dan makroorganisme akan menjadi lebih maksimal. Hal ini terlihat saat penggalian lubang profil dimana banyak ditemukan cacing tanah dan jamur serta adanya akar rumput. Namun, karena permukaan air tanahnya dangkal dan landungan liatnya menyebabkan adanya lapisan/ layer gley



Gambar 5. Kondisi lahan sebelum di olah (semak dengan beberapa tanaman tahunan dan semusim)

abu-abu kehijauan sebagai indikasi adanya kejenuhan air. Kondisi ini dapat menghambat perakaran tanaman khususnya tanaman semusim. Karena itu, upaya perbaikan kesuburan fisik tanah (struktur tanah) tetap perlu dilakukan melalui penambahan bahan organik dari pupuk organik bokashi.

b. Kebun Konservasi Sistem Terasering dan Penanaman Komoditi Unggul untuk Mendukung Agroekowisata

Salah satu upaya optimalisasi lahan berbasis pertanian rakyat adalah alih guna lahan yang awalnya masih diterapkan secara tradisional menjadi sistem pertanian konservasi yang berorientasi bukan hanya pada budidaya dan produksi tetapi juga agroekowisata. Berdasarkan hasil survey dan evaluasi lahan yang dilakukan sebelumnya ditemukan bahwa masalah utama masih rendahnya produktivitas lahan adalah jenis komoditi yang dikelola tidak bernilai ekonomis, produksi rendah karena pola tanam dan teknik budidaya sederhana, rendahnya input untuk pemeliharaan kesuburan tanah dengan pupuk organik bokashi dan mulsa (Leary, 1999; Moata, *et al.*, 2009), rendahnya ketersediaan air irigasi khususnya pada musim kemarau, dan lahan berlereng. Ada beberapa indikator yang diamati yang menjadi fokus kegiatan, masalah dan upaya pemecahan masalah yang dilakukan (Tabel 1). Perubahan model usaha tani dari tradisional ke usaha tani konservasi dengan komoditi unggul dapat dilihat pada lampiran.

c. Partisipasi Masyarakat untuk Keberlanjutan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat merupakan salah satu

tindakan upaya pengembangan masyarakat dan pembangunan desa yang dilakukan oleh lembaga pendidikan tinggi. Keberhasilan penerapan dan keberlanjutan kegiatan pengabdian dipengaruhi oleh perencanaan, metode pelaksanaan, teknologi yang diaplikasikan dan partisipasi masyarakat. Perencanaan dilakukan melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD), interview yang dilakukan baik dengan Kelompok Tani maupun pada pribadi petani. Hasilnya dituangkan dalam perencanaan program dan kegiatan yang memuat jenis teknologi yang akan diterapkan dan metode pelaksanaan. Selanjutnya penerapan teknologi dilakukan melalui metode *direct action* (pelaksanaan langsung) dengan masyarakat di lahan lokasi pengabdian ini. Penjelasan tentang ilmu dan teknologi konservasi tanah dan air (persiapan lahan, pembuatan teras, pembuatan rorak), budidaya tanaman hutan, hortikultur dan pakan ternak serta sistem irigasi dilakukan langsung di lapangan bersamaan dengan masyarakat.

Namun, proses adopsi ilmu pengetahuan dan teknologi oleh kedua Kelompok Tani di desa Oelbiteno ini berjalan lambat. Pada kegiatan persiapan lahan dan pemberantasan gulma anggota Kelompok Tani yang terlibat hanya 3-5 orang dan masih pasif. Menghadapi masalah rendahnya partisipasi ini maka pendekatan yang dilakukan adalah selalu berdiskusi tentang rencana kegiatan yang akan dilakukan, design lahan bersama, membeli bahan baku yang ada dari lahan petani sehingga petani juga mendapatkan income, pengelola turun tangan langsung bekerja di lahan dan memberi contoh.

Tabel 1. Indikator yang diamati yang mejadi fokus kegiatan, masalah dan upaya pemecahan masalah yang dilakukan.

Indikator	Masalah yang ditemui	IPTEK yang Diterapkan	Hasil yang Dicapai
Model kebun	Kebun campuran: tan. tahunan, semusim & semak seluas 1.5 ha	Tanaman bernilai ekonomis: tanaman tahunan, hortikulture dan pakan ternak tropis	Agroekowisata berbasis pertanian rakyat
Sistem olah tanah & pengendalian gulma	Pengendalian gulma dengan sistem tebas bakar Tanpa olah tanah (TOT) dan pengolahan minimum	Pemberantasan gulma Olah tanah (cangkul, <i>hand tractor</i>) Lubang tanam + bokashi (biopori) Desain Kebun	Tersedia desain model kebun, Adanya bidang olah, Pengendalian gulma dengan mekanik tanpa herbisida
Pemeliharaan kesuburan tanah & pemupukan	Tanpa pupuk	Pupuk Bokashi dari limbah ternak & pertanian Penggunaan mulsa organik (Moata, <i>et al.</i> , 2009) dari jerami & rumput kering	Peningkatan kesuburan tanah, mengurangi evaporasi & gulma
Konservasi tanah & air	Lahan berlereng tanpa kontur	Teras bangku sesuai kontur (binkai A) Rorak (penampung air)	Penurunan erosi tanah Efisiensi irigasi melalui sistem rorak
Irigasi	Sumber irigasi: air hujan	Irigasi dengan pompa air dan pompa hydram	Pompa air-saluran pipa paralon Penampungan dlm tandon/drum Pengairan dgn selang 2x seminggu
Jenis komoditi	- Tahunan: Jati, kasesak, mahoni, kayu besi, pisang - Semak: putri malu, kirinyu, dll	- Tan. Tahunan: cendana, sengon, kopi (kopi menyusul pada musim hujan) - Hortikultur: pisang baranga, nenas, pepaya, tanaman obat, tanaman hias - Hijauan pakan ternak: lamtoro - Sayuran: kangkung	Adanya beragam tanaman tahunan dan musiman yang bernilai ekonomis: menjaga <i>sustainability</i>
Jenis usaha tani	Subsistem (kebutuhan rumah tangga), hasil ternak utk anak sekolah, hasil pohon kepala/papaya utk kebutuhan lain	Usaha tani terpadu (pertanian, peternakan) Penguatan ekonomi kelompok (agroekowisata)	Usaha tani konservasi

Dampaknya terlihat pada kegiatan selanjutnya yaitu pada pembuatan lubang tanam dan penanaman banyak masyarakat (sekitar 50 orang) terlibat dan turut bekerja yang didukung oleh aparat desa dan kecamatan. Penanaman masal dilakukan oleh camat Fatuleu Tengah, aparat desa (kepala desa, sekretaris), tokoh masyarakat dan seluruh masyarakat bukan hanya dari kedua kelompok tani mitra tetapi juga dari kelompok tani lain yang ada di desa Oelbiteno dan sekitarnya. Pendekatan ini merupakan bagian dari program *community empowerment toward sustainable development* dimana orientasi program bukan hanya pada produksi pertanian tetapi pemberdayaan masyarakat melalui optimalisasi lahan, perbaikan sistem pertanian tradisional ke konservasi, peningkatan nilai jual produk (*sale value*

of product) dengan pemilihan komoditi unggul yang bernilai ekonomis.

Outcomenya adalah pembentukan model agroekowisata berbasis pertanian rakyat menuju pada pengembangan pertanian dan ekologi secara berkelanjutan. Secara sosial, keberlanjutan ditentukan oleh kemampuan adopsi dan adaptasi terhadap IPTEK yang diterapkan. Lambatnya kemampuan adopsi oleh masyarakat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan, kesehatan & cara berpikir, budaya (pernikahan, acara keagamaan, adat dan kematian) serta tingkat kesibukkan masyarakat karena banyaknya program desa yang juga menuntut keterlibatan aktif masyarakat. Karena itu, sering kali usaha tani dan kebutuhan pangan bukan menjadi prioritas utama, kebutuhan sosial yang menjadi prioritas. Hal ini terlihat dari



Gambar 6. Model teras kebun dan kondisi tanaman 6 bulan setelah tanam (nenas, pisang Barangan, pepaya, cendana, lamtoro, tanaman obat dan sayuran).

investasi waktu dan uang untuk kegiatan sosial lebih besar dari pemenuhan pangan keluarga atau pendapatan rumah tangga. Hasil pengolahan lahan dapat dilihat pada Gambar 6.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini telah menghasilkan model agroekowisata lahan kering yang berbasis pertanian rakyat melalui perbaikan sistem pertanian, pola tanam, metode konservasi tanah dan air, pemanfaatan

limbah untuk pupuk organik, perbaikan sistem pengairan, penanaman komoditas yang bernilai ekonomis dan desain kebun usaha tani konservasi. Diharapkan model ini dapat menjadi contoh bagi masyarakat dan mahasiswa tentang pengelolaan pertanian lahan kering berlereng yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian ini merupakan pengabdian program studi Manajemen Pertanian Lahan Kering

yang dapat terlaksana dengan baik karena dukungan dana dari PNBP Politeknik Pertanian Negeri Kupang tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Kupang, 2015. Indikator Ekonomi Kabupaten Kupang Tahun 2015. Website: https://kupangkab.bps.go.id/backend/pdf_publikasi/Indikator-Ekonomi-Kabupaten-Kupang-Tahun-2015.pdf. Diunduh pada 28 Februari 2017.
- Kuepper, G., 2001. Pursuing conservation tillage systems for organic crop production. ATTRA's Organic Matters. NCAT Agriculture specialist, June 2001.
- Leary, J. J. K., 1999. The yield and growth response of vegetable in a Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) living mulch system in Hawai'i. Unpublished Thesis. Univ. of Hawai'i at Manoa, Honolulu-Hawai'i.
- Minardi, S., 2016. Optimalisasi pengelolaan lahan kering untuk pengembangan pertanian tanaman pangan. Univ. Sebelas Maret. Diunduh pada November 2017 dari website: <https://library.uns.ac.id/optimalisasi-pengelolaan-lahan-kering-untuk-pengembangan-pertanian-tanaman-pangan/>.
- Moata, M.R.S., 2017. Evaluasi lahan dan Analisis Kesuburan Tanah di Dusun II, Desa Oelbiteno, Kecamatan Fatuleu Tengah, Kabupaten Kupang. *Unpublished Laporan Penelitian*. Prodi MPLK, Jurusan MLK Politani Kupang.
- Moata, M.R.S., DeFrank, J., Deenik, J., Leary, J., 2009. Characterizing *Heteropogon contortus* (piligrass) as living mulch for tropical vegetable crops. Thesis. Diunduh dari website: <https://www.ctahr.hawaii.edu/defr> ankJ/Text%20resources/Living_m ulch_2009/M_Moata_thesis_11_24_2009.pdf.
- Natural Resource Conservation Service Soil, USDA. Calculated Coefficients of Linear Extensibility. Technical Resource. Diunduh dari website: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/survey/publication/diunduhpada> 1 Maret 2017.
- Sainju, U., and Singh, B., 1997. Winter cover crops for sustainable agricultural systems: influence on soil properties, water quality, and crop yields. *HortScience* 32:21-28.
- Schafer, W.M., and M.J. Singer. 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40: 805-806.
- Simon, J.J., L. Oosterhuis, and R.B. Reneau, Jr. 1987. Comparison of shrink-swell potential of seven ultisols and one alfisol using two different COLE techniques. *Soil Sci.* 143:50-55.
- Vaught, R., Brye, K.R., Miller, D. M., 2006. Relationships among Coefficient of Linear Extensibility and Clay Fractions in Expansive, Stoney Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:1983-1990. *Soil Physics* doi:10.2136/sssaj2006.0054. Madison-USA.