

**KONDISI TANAH PADA SISTEM KALIWU DAN MAMAR
DI TIMOR DAN SUMBA**
(Condition of Soil at Mamar and Kaliwu System In Timor and Sumba)

Oleh/By :

Gerson ND. Njurumana¹, M. Hidayatullah², dan/and Tigor Butarbutar

Balai Penelitian Kehutanan Kupang

Jalan Untung Surapati No. 7 (belakang) PO. BOX. 69, Kupang 85115 Telp. (0380) 823357
Fax. (0380) 831068 e-mail : aisuli@yahoo.com; ¹njurumana@yahoo.co.id; ²dayat_kpg@yahoo.com

*) Diterima : 19 September 2007; Disetujui : 27 Mei 2008

ABSTRACT

Forest and land rehabilitation and conservation of soil and water in semi arid is the main priority to avoid increasing of critical land and water resources. Characteristic and land types of land diversity needs alternative approach in forest and land rehabilitations, adapting to local climate characteristic. Implementation of local agroforestry system is one example. Soil chemical and physical analysis of some Mamar (local agroforestry system at Timor Tengah Selatan Regency) and Kaliwu (Local agroforestry system at West Sumba regency) were conducted to know the capability of local agroforestry system for forest and land rehabilitation. The result of this research indicated that application of local agroforestry has potency to be developed in the frame work of forest and land rehabilitation and conservation of soil and water. It can be seen from nutrient availability information local agroforestry practice. Sustainabilities of local agroforestry system will enable this system to function better by conservation of soil and water.

Key words: Land rehabilitations, kaliwu, mamar

ABSTRAK

Rehabilitasi hutan, lahan, dan konservasi tanah dan air di wilayah semi arid merupakan prioritas utama dalam menghindari penambahan lahan kritis dan krisis sumber air. Keragaman karakteristik dan tipologi lahan memerlukan alternatif pola pendekatan dalam melakukan rehabilitasi hutan dan lahan yang mendekati tipologi karakteristik iklim lokal. Salah satunya adalah praktek penerapan sistem *agroforestry* lokal. Dalam rangka mendapatkan informasi daya dukung *agroforestri* lokal terhadap rehabilitasi hutan dan lahan, dilakukan analisis sifat fisik dan kimia tanah pada beberapa lokasi contoh *agroforestri* lokal yaitu sistem *mamar* di Kabupaten Timor Tengah Selatan dan sistem *kaliwu* di Kabupaten Sumba Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *agroforestri* lokal berpotensi untuk dikembangkan lebih terarah terutama dalam rangka rehabilitasi lahan dan konservasi tanah dan air. Hal ini dapat dilihat dari ketersediaan unsur hara tanah yang berada dalam satuan *agroforestri* lokal cukup tersedia. Tingkat keberlanjutan sistem *agroforestri* lokal yang tinggi memungkinkan sistem ini berfungsi baik terhadap upaya konservasi tanah dan air.

Kata kunci : Rehabilitasi lahan, *kaliwu*, *mamar*

I. PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu wilayah kepulauan, dan sebagian besar wilayahnya memiliki kondisi agroklimat yang cukup ekstrim, karena berada pada ekosistem semi arid yang sangat khas dan berdampak terhadap terbatasnya jumlah keanekaragaman hayati, terutama flora. Selain faktor agroklimat, keterbatasan keanekaragaman hayati merupakan akibat dari tingginya tekanan

lahan, antara lain seperti pemanfaatannya untuk bahan pangan, obat-obatan, konsumsi kayu bakar, perubahan fungsi hutan menjadi daerah pemukiman, pengembalaan ternak, dan kebakaran hutan dan savana yang berpengaruh langsung terhadap percepatan degradasi lahan.

Kondisi semi arid dicirikan oleh jumlah bulan kering lebih banyak dibandingkan bulan basah. Kondisi ini secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh dalam berbagai aspek, salah satu-

nya adalah bagi sebagian besar (81%) masyarakat petani yang menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian lahan kering. Selain aspek pertanian, kondisi iklim yang ekstrim berdampak juga terhadap laju degradasi hutan dan lahan. Data pertambahan lahan kritis sampai tahun 2004 memperlihatkan bahwa lahan kritis/terdegradasi telah mencapai 2.195.756 ha atau 46% dari luas wilayah NTT sebesar 4.735.000 ha.

Dugaan di atas makin menguat dengan memperhatikan data dan informasi dari Hutabarat (2006) yang melaporkan bahwa laju peningkatan lahan kritis di NTT selama 20 tahun terakhir mencapai 15.163,65 ha/tahun, sedangkan kemampuan pemerintah melaksanakan rehabilitasi hanya 3.615 ha/tahun. Dengan kondisi seperti itu maka deviasi antara laju degradasi dan upaya penanaman mencapai 4 : 1, dan deviasi akan meningkat tajam menjadi 8 : 1 apabila persentase tumbuh tanaman hanya mencapai 50%. Kondisi seperti tersebut di atas telah lama disinyalir oleh Suriamihardja (1990) yang melaporkan bahwa laju pembakaran vegetasi di NTT mencapai 1.000.000 ha/tahun padang rumput dan 100.000 ha/tahun hutan sekunder.

Untuk mengendalikan dampak degradasi lahan, diperlukan alternatif pendekatan konservasi tanah dan air yang sesuai dengan kondisi iklim wilayah semi arid. Model pendekatan konservasi tanah dan air ada dua yaitu model pendekatan sipil teknis dan model pendekatan vegetatif. Pendekatan sipil teknis lebih menekankan pada pemanfaatan bangunan fisik seperti terasering dalam pengendalian erosi dan lainnya untuk mengkonservasi tanah dan air, sedangkan pendekatan vegetatif lebih menekankan pemanfaatan vegetasi untuk mengendalikan terjadinya erosi dan banjir.

Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) adalah salah satu prioritas Departemen Kehutanan untuk mengurangi degradasi lahan, agar program tersebut berhasil diperlukan dukung-

an multi pihak. Melalui GNRHL diharapkan membangun partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lahan kritis, sehingga memberikan peluang dan jaminan keberhasilan yang lebih baik dan saling menguntungkan. Kegiatan rehabilitasi akan berhasil bila didukung oleh potensi yang ada dalam masyarakat, termasuk kearifan ekologi yang dikembangkan oleh masyarakat lokal yaitu sistem agroforestri *mamar* dan *kaliwu*.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi unsur hara tanah dan daya dukung sistem *kaliwu* dan sistem *mamar* dalam menunjang rehabilitasi lahan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk mengembangkan sistem kearifan lokal (khususnya *mamar* dan *kaliwu*) dalam program rehabilitasi lahan dan konservasi tanah dan air.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), meliputi Kecamatan Batu Putih, Kecamatan Amanuban Barat, Kecamatan Molo Selatan, Kecamatan Molo Utara, dan Kabupaten Sumba Barat Kupang meliputi Kecamatan Katikutana, Wewa Timur, dan Wewa Barat. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada tahun 2005.

B. Bahan dan Alat

Bahan dan alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini meliputi daftar pertanyaan (kuesioner) untuk setiap responden, alat tulis menulis, alat perekam, alat transportasi, literatur yang berkaitan dengan penelitian, dan lokasi penerapan *mamar* dan *kaliwu*.

C. Metode Penelitian

Kajian ini dilakukan dengan tiga metode pendekatan dalam pengumpulan data

yaitu observasi, *interview*/wawancara, dan pengambilan sampel tanah di lapangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan pendekatan kualitatif-deskriptif dan analisis laboratorium. Informasi yang dikumpulkan meliputi aspirasi masyarakat dalam pengembangan hutan rakyat berbasis *mamar* untuk rehabilitasi hutan dan lahan dan keragaman jenis tanaman serta pola pengelolaan. Responden yang diwawancarai sebanyak 20 orang yang mewakili kelompok masyarakat pemilik *mamar* dan *kaliwu* sebanyak 14 orang, tokoh masyarakat sebanyak tiga orang, tokoh adat sebanyak satu orang, dan aparat desa sebanyak dua orang.

Contoh tanah diambil pada masing-masing lokasi *mamar* dan *kaliwu* pada kedalaman antara 0-30 cm. Untuk mengetahui sifat fisik tanah dilakukan pengambilan tanah dengan menggunakan *ring sample*, sedangkan untuk analisis sifat kimia dilakukan dengan menggali tanah pada kisaran kedalaman 0-30 cm, selanjutnya tanah tersebut dicampur sehingga menyatu antara yang ada pada lapisan atas maupun pada lapisan tengah dan bawah. Tanah tersebut dianalisis pada laboratorium tanah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Agroforestri *Kaliwu* dan *Mamar*

Pada umumnya, petani di NTT mempraktekkan keanekaragaman model pemanfaatan lahan yang ramah dengan kondisi lingkungan setempat. Keanekaragaman komoditas pertanian lahan kering, banyak dipraktekkan pada pertanian lahan kering campuran dengan memaduserasikan aneka ragam jenis tanaman musiman, tanaman tahunan, dan tanaman umur panjang serta kegiatan beternak. Petani pedesaan di daratan Timor dan Sumba secara tradisional telah mempraktekkan strategi relung ekologi mikro, melakukan upaya pemanfaatan lahan melalui perladangan pada lahan yang tidak

terlalu luas dan terpecah, memelihara ternak, mengembangkan aneka ragam jenis tanaman umur pendek dan umur panjang, meramu, dan berburu secara berkala. Kondisi tersebut tanpa disadari memosisikan mereka sebagai petani polipalen atau petani serba tanggung yang berada pada beranekaragam profesi seperti di atas.

Sistem *kaliwu* merupakan bentuk pengelolaan lahan oleh masyarakat secara turun temurun yang terintegrasi dengan lokasi perkampungan penduduk yang di dalamnya dikembangkan berbagai jenis tanaman, baik produktif maupun jenis tanaman yang bernilai sosial budaya. Jenis-jenis tanaman yang dikembangkan meliputi tanaman kehutanan, tanaman perkebunan, dan tanaman pertanian (Njrumana *et al.*, 2003).

Sistem *mamar* merupakan bentuk pemanfaatan lahan di sekitar sumber air maupun di sekitar perkampungan untuk meningkatkan daya dukung lingkungan melalui sistem penanaman campuran antara tanaman kehutanan, perkebunan, dan pertanian. Pengembangan sistem *mamar* di Timor terbukti mampu melestarikan sumber mata air dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Dari aspek konservasi tanah dan air, penerapan sistem *kaliwu* dan *mamar* merupakan potensi yang bisa dikembangkan untuk meningkatkan nilai gunanya. Keragaman jenis flora yang tinggi, struktur tajuk tanaman yang bertingkat serta produksi serasah yang tinggi mendukung terciptanya iklim mikro yang baik sehingga memungkinkan beraktivitasnya berbagai mikro-organisme yang menunjang kesuburan tanah.

Dukungan rehabilitasi hutan dan lahan berbasis agroforestri tradisional sangat memungkinkan, mengingat sebagian besar masyarakat merupakan petani yang terbiasa dengan pola tanam-menanam. Inisiatif lokal masyarakat melalui agroforestri lokal yang berkelanjutan seperti sistem *mamar* dan *kaliwu* dan berbagai corak dan model pertanian lahan kering campuran yang dikembangkan masyarakat

merupakan salah satu potensi yang harus diberdayakan dalam mendukung rehabilitasi hutan dan lahan sekaligus pemberdayaan diversifikasi pendapatan masyarakat. Sustainability dari agroforestri lokal yang dikembangkan mengindikasikan bahwa masyarakat petani pedesaan telah berinisiasi untuk memaduserasikan tradisi pengelolaan hutan dengan perkembangan pertanian.

B. Kondisi Kimia dan Fisik Tanah pada Sistem *Kaliwu* dan *Mamar*

Kondisi kimia dan fisik tanah pada sistem *kaliwu* dan *mamar* merupakan gambaran yang menunjukkan kemampuan satuan sistem tersebut dalam mendukung berbagai komponen seperti fungsi ekologis, ekonomi, dan keberlanjutannya. Sifat kimia tanah pada lokasi *mamar* di Kabupaten TTS dan *kaliwu* di Sumba Barat terlihat pada Tabel 1.

Hasil analisis kimia tanah (Tabel 1) menunjukkan nilai yang bervariasi pada berbagai lokasi contoh sistem *kaliwu* dan *mamar*. Perbedaan-perbedaan yang terjadi tidak terlepas dari tingkat pemanfaatan, keragaman jenis tanaman, kondisi topografi maupun pemeliharannya. Gambaran sifat kimia tanah dari masing-masing sistem dapat dilihat pada penjelasan berikut :

1. pH Tanah

Kondisi pH tanah pada lokasi penerapan sistem *mamar* dalam kondisi netral,

sedangkan pada sistem *kaliwu* kondisi pH tanah antara asam sampai mendekati kondisi netral. Reaksi tanah/pH tanah menggambarkan tingkat ketersediaan unsur hara makro maupun mikro dalam tanah yang akan menjadi unsur tersedia bagi pertumbuhan tanaman. pH tanah yang berada pada kisaran netral dapat memberikan ketersediaan unsur hara tanah pada tingkat optimum karena sebagian besar unsur hara mudah larut dalam air.

2. Unsur Hara

Kandungan C-organik pada beberapa lokasi sistem *mamar* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yaitu berada pada tingkat rendah sampai sedang. Bila dipadukan dengan kriteria Pusat Penelitian Tanah (1983), maka hanya lokasi *mamar* di Lalip Oelamatan yang memiliki kandungan bahan organik yang baik. Kandungan C-organik yang rendah merupakan indikator rendahnya jumlah bahan organik tanah yang tersedia dalam tanah. Rendahnya kandungan bahan organik pada beberapa lokasi *mamar* disebabkan antara lain letak lahan yang berlereng. Hal ini menyebabkan terjadinya pencucian unsur hara pada saat hujan, sehingga menghanyutkan partikel-partikel tanah yang ada. Pada sisi lain, keberadaan *mamar* yang sudah lama tanpa diikuti oleh tindakan pengelolaan dan pemupukan menyebabkan menurunnya bahan organik karena tingkat penyerapan tanaman terhadap bahan organik dalam lokasi *mamar* cukup banyak.

Tabel (Table) 1. Sifat kimia tanah pada lokasi penerapan sistem *mamar* dan sistem *kaliwu* pada kedalaman 0-30 cm (*Chemically properties of soil on mamar and kaliwu development in 0-30 cm depth*)

| Lokasi (Location) | pH | C-org | KB | N | P (ppm) | K | Na | Ca | Mg | KTK |
|----------------------|------|-------|------|------|---------|------|------|---------|------|-------|
| | | % | | | | | | me/100g | | |
| <i>Mamar:</i> | | | | | | | | | | |
| Hue | 7,38 | 1,62 | 6,65 | 0,26 | 29,96 | 0,99 | 0,03 | 0,22 | 0,39 | 24,50 |
| Oenuu | 7,04 | 0,61 | 32,8 | 0,17 | 42,84 | 1,00 | 0,15 | 0,21 | 0,28 | 5,00 |
| Lalip Oelamatan | 7,37 | 3,19 | 6,20 | 0,95 | 58,14 | 1,33 | 0,03 | tu | 0,38 | 28,08 |
| Oefau | 7,43 | 1,33 | 5,10 | 0,39 | 31,03 | 0,96 | tu | tu | 0,30 | 24,68 |
| <i>Kaliwu:</i> | | | | | | | | | | |
| Pau Wino | 6,65 | 5,41 | 3,01 | 0,44 | 55,44 | 0,81 | tu | 0,92 | 0,92 | 40,22 |
| Tana kambuka | 6,50 | 4,18 | 4,95 | 0,10 | 40,11 | 0,78 | tu | 1,34 | 0,21 | 31,28 |

Keterangan (Remarks) : TU (tidak terukur/trace element)

Sistem penutupan lahan pada berbagai tipe vegetasi yang ada dalam sistem *mamar* ini memberikan kontribusi hara yang berbeda dari setiap tanaman. Bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah sekitar 3-5%. Tanah yang banyak mengandung bahan organik adalah tanah-tanah lapisan atas atau *topsoil*. Kandungan bahan organik tanah semakin menurun seiring dengan penambahan kedalaman tanah. Semakin dalam, maka bahan organik semakin berkurang (Hardjowigeno, 2003). Oleh karena itu, tindakan pengelolaan tanah melalui pemupukan, baik itu menggunakan pupuk organik maupun anorganik sangat dianjurkan untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah.

Ketersediaan unsur-unsur hara yang lain seperti unsur nitrogen (N) dalam kategori sangat rendah sampai sedang, Fosfor (P) dari sedang sampai tinggi sedangkan unsur kalium (K) pada kriteria tinggi sampai sangat tinggi. Karena itu penambahan pupuk nitrogen pada lokasi *mamar* sangat dianjurkan untuk menambah ketersediannya dalam tanah untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman. Ketersediaan unsur Ca, Mg, Na yang terlihat pada beberapa lokasi berbeda. Na dan Ca bahkan berada dalam keadaan tidak terukur karena ketersediaannya sangat sedikit dalam tanah.

Kandungan bahan organik (C-organik) yang tinggi pada sistem *kaliwu* menunjukkan bahwa sistem ini memberikan pengaruh yang baik pada kesuburan tanah. Sekalipun reaksi tanah di lokasi Tana Kambuka agak asam namun kandungan bahan organik dalam tanah masih cukup tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur-unsur lain seperti K berada dalam kriteria tinggi sedangkan unsur Na, Ca, Mg berada dalam kriteria sangat rendah bahkan unsur Na berada dalam keadaan sedikit sekali dalam tanah sehingga tidak terukur. Oleh karena itu, tindakan pengelolaan tanah melalui pemupukan, baik pupuk organik maupun ki

Tabel (Table) 2. Kondisi fisik tanah pada lokasi penerapan sistem *mamar* dan *kaliwu* pada kedalaman 0-30 cm (*Physiccal of soil on mamar and kaliwu area in 0-30 cm depth*)

| Lokasi (Location) | Tekstur (Texture) | Struktur (Structure) | Warna (Colour) | Kerapatan isi (Volume density) (gr/cm ³) | Porositas (Porosity) (%) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------|
| <i>Mamar:</i> | | | | | |
| Hue | Liat | Gumpal | Coklat tua keabu-abuan | 1,2 | 53,20 |
| Oenuu | Lempung berpasir | Remah | Coklat tua keabu-abuan | 1,1 | 58,49 |
| Lalip Oelamatan | Liat | Gumpal | Coklat tua keabu-abuan | 1,1 | 56,98 |
| Oefau | Liat | Gumpal | Coklat tua | 1,3 | 52,45 |
| <i>Kaliwu:</i> | | | | | |
| Pau Wino | Lempung liat berpasir | Remah | Coklat tua | - | - |
| Tana Kambuka | Lempung liat berpasir | Remah | Coklat tua | - | - |

Dari kondisi tersebut di atas menunjukkan bahwa pada sistem *mamar* di tiga lokasi mempunyai tekstur liat dan berkemampuan mengikat air lebih tinggi dibandingkan dengan sistem *kaliwu* yang mempunyai tekstur lempung liat berpasir. Tekstur tanah bersifat lempung liat berpasir, sehingga memerlukan kehati-hatian dalam pengelolaannya karena sifatnya berada di antara tekstur liat dan pasir. Tanah liat pada umumnya sulit dalam pengelolaannya karena mempunyai sifat sangat lekat dan keras sedangkan tanah pasir mudah dalam pengelolaannya karena sifatnya yang mudah lepas.

Warna tanah menunjukkan kandungan bahan organik tanah tersebut. Makin tinggi kandungan bahan organik, warna tanah makin gelap. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2, bahwa tanah dalam sistem *kaliwu* cenderung lebih gelap dibandingkan tanah dengan sistem *mamar*. Jika dikaitkan dengan sifat kimia tanah (Tabel 1), maka sistem *kaliwu* mempunyai bahan organik lebih tinggi daripada sistem *mamar*. Dengan demikian tanah dalam sistem *kaliwu* lebih gelap dibandingkan sistem *mamar*.

Tabel 2 juga menunjukkan adanya perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah atau kerapatan isi. Kerapatan isi (*bulk density*) merupakan gambaran kepadatan tanah. Semakin padat tanah maka makin tinggi kerapatan isi, yang berarti makin sulit meneruskan

air atau ditembus akar tanaman. Pada umumnya *bulk density* berkisar dari 1,1-1,6 g/cc (Hardjowigeno, 2003). Hal ini terjadi di lokasi penelitian yaitu berkisar antara 1,1-1,3 g/cc.

Sifat fisik tanah pada sistem *kaliwu* menunjukkan bahwa sifat fisik (tekstur, struktur, warna) tidak berbeda pada kedua lokasi. Tanah pada sistem *kaliwu* memiliki struktur remah. Tanah dengan struktur remah mempermudah penyerapan air (infiltrasi) dan pengelolaan tanah. Tanah dengan struktur remah mempunyai tata udara yang baik, unsur hara lebih mudah tersedia, dan mudah diolah (Hardjowigeno, 2003)

Dari kondisi fisik dan kimia yang telah diuraikan, kedua sistem ini berpotensi baik untuk dikembangkan karena memberikan kontribusi hara yang cukup baik dalam tanah. Unsur hara diperoleh dalam bentuk pemanfaatan serasah pohon yang jatuh di tanah dan terdekomposisi menjadi pupuk hijau bagi tanaman. Unsur hara ini dapat meningkatkan produktivitas tanah untuk mendukung produksi tanaman maupun hijauan makanan ternak.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Sistem *kaliwu* dan *mamar* merupakan bentuk agroforestri tradisional yang

bisa dikembangkan untuk kegiatan konservasi tanah dan air di Nusa Tenggara Timur.

2. Diversifikasi tanaman dalam sistem *kaliwu* dan *mamar* cukup tinggi, terdiri dari tanaman kehutanan, perkebunan, pertanian, dan pakan ternak.
3. Daya dukung sistem *kaliwu* dan *mamar* dalam perbaikan kesuburan tanah cukup baik dengan kondisi pH tanah yang netral serta kandungan bahan organik dan unsur hara yang cukup tersedia bagi tanaman.

B. Saran

1. Dalam rangka meningkatkan manfaat sistem *kaliwu* dan *mamar* dalam mendukung konservasi tanah dan air, diperlukan *input* diversifikasi jenis tanaman yang lebih beragam, sehingga dapat meningkatkan jumlah bahan organik dan unsur hara yang tersedia dalam tanah.
2. Kecenderungan masyarakat melakukan intervensi, eksploitasi yang berlebihan, dan penyederhanaan komponen *mamar* dan *kaliwu* harus dihindari, karena menyebabkan proses pengurangan bahkan pemutusan arus energi dan materi dalam ekosistem.
3. Simplifikasi jenis, struktur, dan komposisi tanaman mendorong simplifikasi fungsi, sehingga fungsi ekosistem secara menyeluruh tidak dapat berjalan dengan baik, salah satunya

adalah dukungan unsur hara dan bahan organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harjowigeno, 2003. Ilmu Tanah. Jakarta.
- Hutabarat, S. 2006. *Model Forest : Alternatif Pengelolaan Hutan di Nusa Tenggara Timur*. Makalah Utama pada Kegiatan Sosialisasi Hasil-hasil Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kerjasama antara Balai Litbang Kehutanan Bali dan Nusa Tenggara, Badan Litbang Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur, dan Universitas Nusa Cendana. 14 Februari 2006. Kupang.
- Njurumana, G. ND., Mariana T. dan Tri Pamungkas Y. 2003. Kajian Penerapan Sistem *Kaliwu* dalam Pengelolaan Tata Air di Sumba Barat. *Buletin Penelitian Hutan* 642. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Jenis dan Macam Tanah di Indonesia untuk Keperluan Survei dan Pemetaan Tanah Daerah Transmigrasi. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.
- Suriamihardja, S. 1990. Nilai Penting Litbang Kehutanan pada Zona Kepulauan Kering di Indonesia Bagian Timur. *Savana* No. 5. Balai Penelitian Kehutanan Kupang. Kupang.