

## SIFAT KIMIA TANAH DI BAWAH VEGETASI MANGROVE DI DESA LEBITI KECAMATAN TOGEAN KABUPATEN TOJO UNA-UNA

Wirsam M. Arsad<sup>1)</sup>, Bau Toknok<sup>2)</sup>, I Nengah Korja<sup>2)</sup>

- 1) Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako, Palu, email: Wirsam08@gmail.com
- 2) Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako, Palu

### ABSTRAK

Similar to the soils in other ecosystems, mangrove soil has natural characteristics as benchmark to identify its potential and productivity. The aim of this study was to investigate the chemical properties of soil below mangrove vegetation in Lebiti Village, Togeian District, Tojo Una-Una Regency, which was determined as the study area. This study was conducted in November 2015 to January 2016. Samples were selected by purposive sampling method in which both of soil and water were obtained from each type of mangrove vegetation in the study area. Soil sampling was done twice on each type of mangrove vegetation and collected by using PVC pipe of 2.5 inches with a length of 60 cm, while water was taken and stored in mineral water bottle. The entire samples were analyzed at the Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Tadulako. Based on the field study, there were three types of mangrove vegetation, namely *Sonneratia caseolaris*, *Bruguiera gymnorrhiza*, and *Rhizophora apiculata*. The analysis on chemical properties demonstrated the pH was acidic to acidic (5.18 to 6.37), Nitrogen (total N) was moderate to very high (0.38% to 0.89%), phosphorus (available-P) was very low to high (1.78 to 16.69 ppm), potassium (available-K) was low to high (0.12 to 0.82 (cmol(+)/kg<sup>-1</sup>)), Carbon (organic-C) was very high (2.08 to 9.30%), cation exchange capacity (CEC) was very (23.76 to 47.68 (cmol(+)/kg<sup>-1</sup>)), and the levels of salinity was high (3.2 to 3.3 ppt).

**Keywords:** *Soil chemical properties, Mangrove vegetation.*

*Diterima tanggal 12 Agustus 2016, Disetujui tanggal 20 September 2016*

### PENDAHULUAN

Hutan mangrove adalah suatu ekosistem habitat daerah pantai yang harus dipertahankan keberadaannya sebagai penyedia sumber daya alam dan sebagai sistem penyangga kehidupan. Pengkajian terhadap ekosistem hutan mangrove memberikan pelajaran bahwa ekosistem ini mutlak diperlukan dan harus dapat dijamin kelangsungan hidupnya (Fitri dan Iswahyudi, 2010).

Hutan mangrove mempunyai manfaat ganda dengan pengaruh yang sangat luas apabila ditinjau dari aspek sosial, ekonomi dan ekologi (Achmad *et al*, 2012).

Sejauh ini di Indonesia tercatat setidaknya 202 jenis tumbuhan mangrove, meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku (Rusila, 2012).

Hutan mangrove di Sulawesi Tengah telah mengalami penurunan populasi yang sangat dratis hingga angka 51,42% atau 23,685 ha dari areal mangrove seluas 46.000 Ha. artinya daerah pesisir pantai Sulawesi Tengah yang masih bervegetasi mangrove hanya tersisa seluas 22, 337 ha (48,58%) data tersebut menunjukkan bahwa dalam 10 tahun terakhir. Kerusakan ekosistem mangrove Provinsi Sulawesi Tengah 2.368,5 Ha pertahun. Kerusakan mangrove itu tersebut disebabkan oleh perambahan dan perombakan hutan mangrove untuk kepentingan kebutuhan manusia seperti permukiman, pertambangan dan pertanian, selain itu kerusakan juga disebabkan oleh abrasi dan penebangan hutan bakau untuk pemenuhan kayu bakar dan arang (Akhbar, 2003 *dalam* Dika 2011).

Tanah mangrove memiliki kekhasan secara alami. Tanah mangrove, seperti juga tanah

pada ekosistem lainnya dapat dijadikan sebagai patokan untuk melihat potensi dan produktivitasnya (Kusmahadi, 2008).

Sifat kimia tanah berkaitan dengan bentuk partikel tanah, makin halusnya partikel tanah akan menghasilkan ukuran permukaan partikel yang luas, pada permukaan partikel tanah inilah terjadi berbagai reaksi kimia tanah yang menentukan pergerakan, penyediaan dan penyerapan unsur hara dari tanah ke tanaman (Hanafiah, 2012). Oleh karena itu, sangat penting untuk diadakan penelitian tentang sifat kimia tanah karena berkaitan erat dengan pergerakan, penyediaan dan penyerapan unsur hara di dalam tanah sehingga tanah menjadi subur dan berpengaruh besar terhadap pertumbuhan vegetasi mangrove dan juga untuk mendapatkan informasi yang relevan tentang kondisi sifat kimia tanah hutan mangrove di Desa Lebiti.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat kimia tanah di bawah vegetasi mangrove di Desa Lebiti Kecamatan Togeon Kabupaten Tojo Una-Una. Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang status kimia tanah di bawah vegetasi mangrove khususnya yang ada di Desa Lebiti Kecamatan Togeon Kabupaten Tojo Una-Una dan dapat dijadikan bahan masukan dalam rangka pengembangan mangrove yang akan datang.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2015 sampai bulan Januari 2016 pada hutan mangrove seluas  $\pm$  15 hektar yang bertempat di Desa Lebiti Kecamatan Togeon Kabupaten Tojo Una-Una.

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu: Parang, Pipa paralon ukuran 2,5 inci panjang 65 cm, balok kayu untuk menumbuk pipa, linggis untuk menggali, meteran untuk mengukur pipa, gergaji untuk memotong pipa, kamera, karung, dan alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu Sampel tanah dan sampel air yang diambil dari lokasi penelitian dan zat-zat kimia yang digunakan dalam proses analisis di laboratorium.

### Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan metode survei lapangan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel tanah dan sampel air pada masing-masing jenis vegetasi mangrove yang ada di Desa Lebiti. Penentuan letak pengambilan sampel tanah dilakukan secara sengaja (*Purposive sampling*). Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 2 kali pengulangan pada masing-masing jenis vegetasi mangrove. Sampel tanah diambil dengan menggunakan pipa paralon dan sampel air diambil dengan menggunakan botol air mineral di lubang bekas pengambilan sampel tanah. Kemudian sampel tanah dan sampel air dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako.

Kegiatan penelitian di lapangan meliputi:

1. Survei lapangan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel tanah dan sampel air pada masing-masing jenis vegetasi mangrove. Kemudian menentukan letak pengambilan sampel tanah dan sampel air.
2. Tanah diambil dengan menggunakan pipa paralon berukuran 2,5 inci dengan panjang 65 cm, kemudian pipa sampel di tancap ke tanah ditekan atau dipukul dengan pelan menggunakan balok kayu hingga pipa sampel tertanam sedalam 60 cm, bagian atas pipa ditutup rapat sehingga tanah tidak ada yang tumpah atau keluar saat paralon dicabut/ditarik, setelah itu dianalisis di laboratorium dan setiap titik pengamatan dicatat data vegetasi yang ada (Toknok *et al*, 2006).
3. Pipa sampel yang telah berisi tanah ditutup dengan kantong plastik, kemudian diberi label dan nama sampel dengan kertas label selanjutnya disimpan di dalam karung dengan posisi yang tidak terbalik. Kemudian sampel tanah dan sampel air di bawa ke Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako untuk dianalisis.

4. Terlebih dahulu pipa sampel tanah dipotong dengan panjang 0-30 cm dan 30-60 cm, kemudian tanah dikeluarkan dari dalam pipa lalu dikompositkan/dicampur pada kedalaman yang sama dan jenis yang sama pula untuk kemudian dikeringkan, setelah itu dianalisis sifat-sifat kimia tanah yang meliputi Reaksi Tanah (pH), Nitrogen (N-total), Fosfor (P-tersedia), Kalium (K-tersedia), Karbon (C-organik), dan Kapasitas Tukar Kation (KTK), untuk sampel air dianalisis kadar Salinitas Air.

#### Analisis Data

Sampel yang diperoleh dari lapangan dianalisis di Laboratorium dan dideskripsikan mengenai Reaksi Tanah, Nitrogen, Fosfor, Kalium, Karbon, dan Kapasitas Tukar Kation, untuk sampel air dianalisis kadar Salinitas air. Hasilnya dideskripsi secara kualitatif berdasarkan kecenderungan data yang ada.

### HASIL DAN PEMBAHASAAN

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dijumpai tiga jenis vegetasi mangrove yaitu *Sonneratia caseolaris*, *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata*. Beberapa sifat kimia tanah yang digunakan sebagai parameter dalam penelitian ini adalah Reaksi Tanah (pH), Nitrogen (N-total), Fosfor (P-tersedia), Kalium (K-tersedia), Karbon (C-organik), Kapasitas Tukar Kation (KTK), dan juga Salinitas Air.

Tabel 1. Hasil analisis sampel tanah dan sampel air.

Parameter sifat kimia	Jenis Vegetasi					
	<i>Sonneratia caseolaris</i>		<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>		<i>Rhizophora apiculata</i>	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
pH ( $H^+$ )	6,37 am	5,51 m	5,64 am	5,50 m	5,18 m	5,20 m
N-total (%)	0,43 s	0,71 t	0,89 st	0,38 s	0,45 s	0,55 t
P-tersedia (ppm)	16,69 t	3,49 sr	11,69 s	3,34 sr	2,24 sr	1,78 sr
K-tersedia ( $cmol^+ / kg^+$ )	0,42 s	0,49 s	0,34 r	0,14 r	0,12 r	0,82 t
C-organik (%)	2,08 s	4,13 t	7,39 st	7,47 st	9,04 st	9,30 st
KTK ( $cmol^+ / kg^+$ )	27,97 t	23,76 s	40,94 st	41,01 st	47,68 st	40,63 st
Salinitas Air (ppt)	3,2 t		3,2 t		3,3 t	

Keterangan: am (agak masam), m (masam), sr (sangat rendah), r (rendah), s (sedang), t (tinggi), st (sangat tinggi).

#### Reaksi Tanah (pH)

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hydrogen ( $H^+$ ) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion  $H^+$  di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah selain  $H^+$  dan ion-ion lain ditemukan pula ion  $OH^-$ , yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya  $H^+$ . pada tanah-tanah yang masam jumlah ion  $H^+$  lebih tinggi daripada  $OH^-$ , sedang pada tanah alkalis kandungan  $OH^-$  lebih banyak daripada  $H^+$ , bila kandungan  $H^+$  sama dengan  $OH^-$  maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai pH 7 (Hardjowigeno, 2007).

Tabel 1 menunjukkan bahwa umumnya kondisi Reaksi Tanah (pH) pada ketiga jenis vegetasi mangrove *masam* hingga *agak masam* yaitu 5,18-6,37. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap kelarutan dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Nilai pH tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan kimiawi tanah, karena dapat mencerminkan ketersediaan hara dalam tanah tersebut. Selain itu *masamnya* pH pada daerah berair juga disebabkan oleh kandungan sulfat tanah yang lebih rendah. Hal ini sesuai Fajar (2013), yang menyatakan bahwa pH dengan

kisaran nilai 6 sampai dengan 7 merupakan pH yang sesuai untuk pertumbuhan mangrove.

### Nitrogen (N-total)

Tabel 1 menunjukkan bahwa umumnya kondisi Nitrogen (N-total) pada ketiga jenis vegetasi mangrove *sedang* hingga *sangat tinggi* yaitu 0,38-0,89%. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap tanaman dan ketersediaan unsur hara lainnya. Nitrogen tanah merupakan unsur esensial bagi tanaman. Nitrogen juga merupakan unsur hara yang paling sering berada dalam keadaan defisiensi untuk tanaman, dan merupakan unsur hara makro keempat yang terpenting setelah karbon hidrogen dan oksigen (Nugroho, 2009).

Hilangnya N dari tanah disebabkan penggunaan untuk metabolisme tanaman dan mikrobia. Selain itu juga N dalam bentuk nitrat sangat mudah tercuci oleh air hujan. Pelepasan nitrogen dari bahan organik dipengaruhi oleh pH tanah. Jika pH meningkat akan meningkatkan pelepasan N sehingga terjadi peningkatan N total tanah. Sehingga dikatakan tanah itu menjadi subur apabila nitrogennya cukup tinggi dan penyedia bagi tanaman. Hal inilah yang menyebabkan mengapa kandungan N-total pada tanah lapisan bawah (kedalaman  $\leq$  30-60 cm) lebih tinggi dibandingkan pada kedalaman 30 cm.

### Fosfor (P-tersedia)

Unsur fosfor (P) dalam tanah berasal dari bahan organik, pupuk buatan dan mineral-mineral di dalam tanah, di dalam tanah terdapat dua jenis fosfor yaitu fosfor organik dan anorganik. Bentuk fosfor organik biasanya terdapat banyak pada lapisan atas yang lebih kaya akan bahan organik. Kadar P dalam organik kurang lebih sama kadarnya dalam tanaman yaitu 0,2-0,5%. Tanah-tanah tua di Indonesia pada umumnya berkadar alami P rendah dan berdaya fiksasi tinggi, sehingga penanaman tanpa memperhatikan suplai P kemungkinan besar akan besar akibat defisiensi P (Hanafiah, 2012).

Tabel 1 menunjukkan bahwa umumnya kondisi Fosfor tersedia pada ketiga jenis vegetasi mangrove *sangat rendah* hingga *tinggi* yaitu 1,78-

16,69 ppm. Rendahnya ketersediaan fosfor dalam tanah kemungkinan disebabkan kurangnya bahan-bahan organik hasil dekomposisi yang menyebabkan kurangnya terhadap ketersediaan humus yang menyuplai terhadap ketersediaan fosfor. Faktor lain yang dapat menghambat ketersediaan fosfor adalah pH tanah yang relatif masam, hal ini sesuai dengan nilai pH di lokasi penelitian yang cenderung *masam*. Fosfor paling mudah diserap tanaman pada pH 6-7 (Hardjowigeno, 2007).

Unsur P banyak dibutuhkan tanaman untuk pembentukan bunga, buah, biji perkembangan akar dan untuk memperkuat batang agar tidak mudah roboh (Setiawan 2013).

### Kalium (K-tersedia)

Tabel 1 dapat dilihat bahwa umumnya kondisi Kalium tersedia pada ketiga jenis vegetasi mangrove *rendah* hingga *tinggi* yaitu 0,12-0,82 (cmol(+)/kg<sup>-1</sup>). Unsur Kalium merupakan unsur hara makro kedua setelah Nitrogen yang paling banyak diserap tanaman (Hanafiah, 2012). Kalium merupakan komponen dari bahan organik yang membentuk tanaman. Ion K tergolong unsur yang mudah bergerak sehingga mudah sekali hilang dari tanah melalui pencucian, karena K tidak ditahan dengan kuat di permukaan koloid tanah. Keadaan ini menyebabkan ketersediaan unsur ini dalam tanah umumnya rendah dibanding unsur hara lain, yang kadangkala meskipun bahan induk tanahnya adalah mineral berkalium relatif tinggi, padahal kebutuhan tanaman akan unsur ini hampir sama dengan kebutuhan nitrogen.

### Karbon (C-organik)

Bahan organik tanah sangat menentukan interaksi antara komponen abiotik dan biotik dalam ekosistem tanah. Musthofa (2007), dalam penelitiannya menyatakan bahwa kandungan bahan organik dalam bentuk C-organik di tanah harus dipertahankan tidak kurang dari 2 persen. Agar kandungan bahan organik dalam tanah tidak menurun dengan waktu akibat proses dekomposisi mineralisasi maka sewaktu pengolahan tanah penambahan bahan organik mutlak harus diberikan setiap tahun. Kandungan bahan organik

antara lain sangat erat berkaitan dengan KTK (Kapasitas Tukar Kation) dan dapat meningkatkan KTK tanah.

Table 1 dapat dilihat bahwa umumnya kondisi Karbon (C-organik) pada ketiga jenis vegetasi mangrove *sangat tinggi* yaitu 2,08-9,30%. C-organik adalah penyusun utama bahan organik. Bahan organik antara lain terdiri dari sisa tanaman dan hewan dari berbagai tingkat dekomposisi. Di dalam daun, ranting, cabang dan akar tanaman menyediakan sejumlah bahan organik setiap tahunnya. Bahan-bahan tersebut akan melapuk dan diangkut ke lapisan lebih dalam yang selanjutnya menyatu dengan tanah.

Peranan bahan organik mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Stevenson (1982) dalam Artana (2016), menyatakan peranan bahan organik terhadap tanah yaitu meningkatkan ketersediaan unsur hara dari hasil dekomposisinya, memantapkan agregat tanah, sebagai penyanggah perubahan tanah, meningkatkan KTK tanah, serta sumber energi bagi aktifitas mikroorganisme tanah tertentu. Hal ini dikarenakan dapat meningkatkan kesuburan kimia, fisika maupun biologi tanah.

#### Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Table 1 menunjukkan bahwa umumnya kondisi Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada ketiga jenis vegetasi mangrove *sangat tinggi* yaitu 23,76-47,68 (cmol(+)/kg<sup>-1</sup>). Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap penyediaan unsur hara bagi tanaman. Kapasitas Tukar Kation (KTK) menunjukkan kemampuan tanah untuk menahan kation-kation tukar dan mempertukarkan kation-kation tersebut. Dengan demikian dapat dipergunakan untuk petunjuk penyediaan unsur hara. Nugroho (2009) menyatakan tanah dengan KTK tinggi mempunyai kemampuan tinggi dalam penyimpanan unsur hara.

Tingginya nilai KTK tanah di lokasi penelitian salah satunya dapat disebabkan karena tingginya kandungan bahan organik tanah di lapangan. Hardjowigeno (2007) menyatakan tanah-tanah dengan kandungan

bahan organik atau kadar liat tinggi mempunyai KTK lebih tinggi daripada tanah-tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau tanah-tanah berpasir.

#### Salinitas Air

Salinitas merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan perkembangan mangrove, oleh sebab itu, zonasi setiap habitat mangrove selalu berbeda sesuai dengan kondisi lingkungan setempat (Antonio, 2012).

Pada penelitian ini pengukuran parameter salinitas air tanah dilakukan pada kedalaman 0-60 cm pada jenis mangrove *Sonneratia caseolaris*, *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata*. Tabel 1 menunjukkan bahwa umumnya kondisi Salinitas Air pada ketiga jenis vegetasi mangrove *tinggi* yaitu 3,2-3,3 ppt. Hasil pengukuran salinitas air di Laboratorium menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda pada semua jenis vegetasi mangrove yaitu berkisar 3,2 sampai 3,3 ppt, hal ini menunjukkan bahwa salinitas air di ekosistem mangrove hampir sama untuk ketiga jenis vegetasi mangrove yang disebabkan daerah penelitian merupakan suatu hamparan pantai yang kondisi geografisnya hampir sama, pola pasang surutnya juga hampir sama dan juga dilihat dari hasil di lapangan bahwa kawasan hutan mangrove sangat kurang mendapat pasokan air tawar, sehingga salinitas air laut masih tergolong tinggi. Salinitas merupakan salah satu faktor penting yang sangat mempengaruhi pertumbuhan mangrove. Salinitas kawasan mangrove sangat bervariasi berkisaran antar 0,5 sampai dengan 35 ppt.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa ada tiga jenis vegetasi mangrove yang dijumpai di lokasi penelitian yaitu *Sonneratia caseolaris*, *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata*, yang memiliki sifat kimia tanah dengan kondisi reaksi tanah (pH) *masam* hingga *agak masam* yaitu 5,18-6,37, nitrogen

total sedang hingga sangat tinggi yaitu 0,38-0,89%, fosfor tersedia sangat rendah hingga tinggi yaitu 1,78-16,69 ppm, kalium tersedia rendah hingga tinggi yaitu 0,12-0,82 (cmol(+)/kg<sup>-1</sup>), karbon sangat tinggi yaitu 2,08-9,30%, kapasitas tukar kation sangat tinggi yaitu 23,76-47,68 (cmol(+)/kg<sup>-1</sup>), dan salinitas air pada ketiga jenis vegetasi mangrove tinggi yaitu 3,2-3,3 ppt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S., Nuddin, H., Marsoedi, 2012. *Kondisi Dan Manfaat Langsung Ekosistem Hutan Mangrove Desa Penunggul Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan*. El-Hayah Vol.2, No. 2
- Antonio D, J. 2012. *Kondisi ekosistem mangrove di sub district Liquisa Timor-Leste*. Jurnal Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Volume 1, nomor 3; 136-143.
- Artana, I. W. B., 2016. *Kondisi Habitat Hutan Mangrove Di Desa Membuke Kecamatan Poso Pesisir Utara Kabupaten Poso*. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea Vol. 2 No. 2, tahun 2013.
- Dika, M., T., S. 2011. *Sifat fisisk Tanah Pada Hutan Mangrove desa Tolangano Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala Propinsi Sulawesi Tengah*. Skripsi Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako. Palu.
- Fajar, A., 2013. *Studi Kesesuaian Jenis untuk Perencanaan Rehabilitasi Ekosistem Mangrovedi Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan*. Jurnal Mina Laut Indonesia Vol. 3, No. 12,
- Fitri, R., dan Iswahyudi. 2010. *Evaluasi Kekritisn Lahan Hutan Mangrove Di Kabupaten Aceh Timur*. Jurnal Hidrolitan. Volume 1: Nomor 2: Hlm 1-9.
- Hardjowigeno, S., 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo Jakarta.
- Hanafiah, A, K. 2012. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. PT. RajaGrafindo Perkasa.
- Kusmahadi, S., K. 2008. *Watak dan Sifat Fisik Tanah Areal Rehabilitasi Mangrove Tanjung Pasir, Tangerang*. Jurnal Vis Vitalis, Volume: 1 No. 1.
- Mustofa, A., 2007. *Perubahan Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah Pada Hutan Alam yang Diubah Menjadi Lahan Pertanian di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nugroho, Y., 2009. *Analisis sifat Fisik-Kimia dan Kesuburan Tanah Pada Lokasi Rencana Hutan Tanaman Industri PT. Prima Multibuwana*. Jurnal Hutan Tropis Borneo. 10 (27): 222-229
- Rusila Noor, Y., M. Khazali, dan I. N. N. Suryadiputra. 2012. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKAWI-IP, Bogor.
- Setiawan, H, 2013. *Status Ekologi Hutan Mangrove Pada Berbagai Tingkat Ketebalan*. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea Vol. 2 No. 2, tahun 2013.
- Toknok, B., Bratawinata, A. A., dan Soetrisno, K., 2006. *Karakteristik Habitat dan Keanekaragaman Mangrove Darat Di Lompio Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah*. Jurnal Ilmu Kehutanan Unmul Volume 2, nomor 1; 17-31