

Vegetasi Habitat Komodo dalam Bentang Alam Riung dan Pulau Ontoloe di Nusa Tenggara Timur

Willem Amu Blegur¹, Tjut Sugandawaty Djohan² dan Su Ritohardoyo³

Mahasiswa Sekolah Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia¹, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta Indonesia², Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia³

Email koresponden: willem_blegur@yahoo.com

Diterima: 12 Desember 2016/Disetujui: 22 Februari 2017 / Publikasi online: 31 Maret 2017
© 2017 Fakultas Geografi UGM dan Ikatan Geograf Indonesia (IGI)

Abstrak Penelitian ini mengkaji vegetasi habitat komodo dalam bentang alam Riung dan Ontoloe. Ekosistem karst mendominasi di Riung dan Ontoloe. Lokasi kajian merupakan taman nasional yaitu CA Wolo Tado, CA Riung dan TWAL 17 Pulau. Taman nasional ditetapkan pada tahun 1992 dan 1996. Pembakaran sabana di hutan sabana atau savanna woodland dengan skala kecil menjaga ketersediaan sabana di Pulau Besar, Flores. Sabana tersebut merupakan sumber makanan bagi pakan komodo yaitu rusa (*Cervus timorensis*). Sebaliknya, di Pulau Kecil atau Ontoloe tidak ada pembakaran sabana berskala kecil. Secara khusus, penelitian ini, mempelajari: a) tipe ekosistem penyusun bentang alam Pulau Besar dan Pulau Kecil; b) cacah jenis, densitas dan growth form vegetasi habitat; c) kualitas fisiko kimia tanah yaitu temperatur, tekstur, pH, NO₃, NH₄, PO₄, K tersedia; udara yaitu temperatur dan salinitas air ekosistem hutan bakau. Data dikoleksi dengan kuadrat plot dengan bantuan transek. Ukuran plot pada ekosistem hutan bakau, hutan ekoton dan hutan legong 20mx20m dengan ulangan 4x. Sedangkan padang rumput yang jarang pohon, ukuran plot 100mx100m dengan ulangan 4x. Data dicuplik berupa: cacah jenis, densitas dan growth form penyusun vegetasi. Data fisikokimia tanah, udara dan air dicuplik di bawah kanopi dan gap kanopi. Hasil yang diperoleh tipe ekosistem habitat di Pulau Besar lebih banyak daripada di Pulau Kecil yaitu ekosistem hutan bakau, hutan ekoton, hutan sabana, dan hutan legong. Cacah jenis, densitas dan growth form di Pulau Besar juga lebih tinggi daripada di Pulau Kecil. Hal ini merespon tekstur tanah, kadar NO₃, kadar NH₄ dan temperatur. Pada Pulau Kecil, ditemukan ancaman dengan densitas yang cukup tinggi per 4 ha yaitu sapling *L. glauca* 179 individu, *A. lebbeck* 353 individu dan semak *L. camara* 169 individu. Hal ini membuktikan bahwa pembakaran hutan sabana dengan skala kecil menjaga ketersediaan sabana di Pulau Besar, sehingga komodo akan terlindungi.

Kata kunci: komodo, hutan bakau, hutan legong, hutan sabana.

Abstract This study examines the vegetation of Komodo habitat in the Riung and Ontoloe landscapes. The karst ecosystem dominates in Riung and Ontoloe. The study location is a national park of CA Wolo Tado, CA Riung and TWAL 17 Islands. National parks were set in 1992 and 1996. The savanna fires in savanna woods or small-scale savanna woodland keep the availability of savannas on the Great Island of Flores. Sabana is a source of food for feeding dragons deer (*Cervus timorensis*). On the other hand, on Small Island or Ontoloe there is no small scale savanna burning. Specifically, this study, studied: a) the type of ecosystem composing the landscape of Big Island and Small Islands; B) count type, density and growth form of habitat vegetation; C) quality of soil chemical physics ie temperature, texture, pH, NO₃, NH₄, PO₄, K available; Air that is temperature and salinity water ecosystem of mangrove forest. Data collected with square plot with transect help. The plot size of the mangrove ecosystem, the ecoton forest and the 20mx20m legong forest with 4x replications. While a rare meadow of trees, plot size 100mx100m with 4x repeat. The data is cultivated in the form of: count type, density and growth form of vegetation. Physicochemical data of soil, air and water are collected under canopy and canopy gap. The results obtained by habitat ecosystem type in Pulau Besar are more than in Small Island, ie mangrove forest ecosystem, ecoton forest, savannah forest, and forest legong. Character type, density and growth form on the Big Island is also higher than in Small Island. It responds to soil texture, NO₃ levels, NH₄ levels and temperature. On Small Island, there were threats with high density per 4 ha ie Sapling *L. glauca* 179 individuals, *A. lebbeck* 353 individuals and *L. camara* bushes 169 individuals. This proves that small-scale savage forest savings keep the availability of savannas on the Big Island, so that the Komodo dragon will be protected.

Keywords: Dragons, mangrove forests, forest legong, forest savannas

PENDAHULUAN

Kehadiran ekosistem penyusun bentang alam Pulau Besar dan Pulau Kecil mendukung keberlanjutan populasi komodo (*Varanus komodoensis*). Pada tahun 1992 dan 1996, sebagian Pulau Besar dan Pulau Kecil ditetapkan sebagai taman nasional, meliputi Cagar Alam (CA) Wolo Tado, CA Riung dan Taman Wisata

Alam Laut (TWAL) 17 Pulau. Pulau Besar atau Flores dan Pulau Kecil atau Ontoloe merupakan pulau di bagian Utara daerah Riung, Nusa Tenggara Timur (NTT). Bentang alam karst mendominasi Pulau Besar dan Pulau Kecil. Tipe ekosistem yang ditemukan merespon bentang alam karst yaitu daerah dengan ketersediaan air tanah yang sedikit (IUCN 2008) dan

lapisan tanah yang tipis (Achmad 2011).

Tipe ekosistem yang terdistribusi dari lowland ke upland yaitu ekosistem hutan bakau, ekosistem hutan ekoton dan ekosistem hutan bukit yang terdiri dari ekosistem hutan sabana atau savanna woodland dan ekosistem hutan legong. Kehadiran ekosistem hutan bakau diatur oleh salinitas, substrat lumpur dan tinggi muka air (Walter 1971). Tipe ekosistem hutan bakau fringe terletak di sepanjang pantai, sering dihantam gelombang dan siklus hara yang terbatas, maka memerlukan adaptasi yang baik. Bentuk adaptasi dapat morfologi dan fisiologi seperti membentuk sistem akar napas yaitu *Sonneratia alba*; membentuk akar tunjang seperti *R. mucronata*, *R. stylosa*; membentuk akar lutut seperti *Bruguiera cylindrica*, *B. gymnorrhiza* dan akar papan seperti *Ceriops tagal*. (Kitamura et al. 1997; Mitsch dan Gosselink 2000). Auffenberg (1981) menemukan jenis penyusun ekosistem hutan bakau di Pulau Besar yaitu *A. alba*, *R. mucronata*, *L. racemosa*, *L. littorea*, *E. agalloca*, *Sonneratia sp* dan *Bruguiera sp*. Hidayatullah (2013) mempelajari pemanfaatan hutan bakau oleh masyarakat NTT seperti kulit batang dan batang *R. mucronata* sebagai obat demam dan bahan pagar; kulit akar *B. gymnorrhiza* sebagai obat gigitan buaya dan kulit batang *C. tagal* sebagai obat mual.

Ekosistem hutan ekoton merupakan ekosistem antara ekosistem hutan bakau dan ekosistem hutan sabana. Tipe ekosistem hutan ekoton di Pulau Besar, khususnya di Wolo Tado telah diubah menjadi jalan raya. Sedangkan di Riung, tidak ditemukan ekosistem hutan ekoton sebab langsung berbatasan dengan tebing atau cliff. Ekosistem hutan ekoton di Pulau Kecil telah dikoloni oleh semak *Lantana camara*. Seperti dijelaskan sebelumnya, bentang alam karst mendominasi Pulau Besar dan Pulau Kecil maka kehadiran komunitas vegetasi di ekosistem karst sebagai respon terhadap karst. Achmad (2011) menyatakan komunitas tumbuhan karst memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap kekurangan air, lapisan air tanah yang tipis dan kemiringan topografi. Usikan yang terjadi di karst cenderung berubah ke arah negatif sehingga penebangan, pengubahan bentuklahan dan revegetasi harus bijak (Fuping et al 2007; Yuan et al 2011; Zhu et al 2011; Liu et al 2012; Xiangkung et al 2013; Lu et al 2014).

Walter (1971) menyatakan ekosistem hutan sabana merupakan tipe ekosistem yang ditemukan di zona tropical summer-rain. Ekosistem ini merupakan padang rumput yang diselingi oleh pohon berkayu seperti *Borassus flabeliber*. Kehadiran ekosistem ini didukung oleh iklim yaitu temperatur dan curah hujan yang sedikit. Iklim mempengaruhi kondisi tanah, terutama di bentang alam karst. Vegetasi yang ada beradaptasi dengan mengeringkan ujung daun dan menggugurkan daun, tapi tidak sampai ke bagian pangkal daun. Selain itu, vegetasi memiliki sistem perakaran yang panjang untuk memperoleh air tanah. Semak dan rumput merupakan growth form yang cocok untuk hidup di

kondisi tersebut, sebab mengembangkan r-seleksi dan K-seleksi (Barbour et al. 1987). Kehadiran rumput dan semak muda penting bagi pakan komodo yaitu rusa, kerbau, kambing. Rumput *H. contortus* ditemukan dalam diet rusa (de Garine-Wichatitsky et al. 2005; Ginantra et al. 2014). Untuk menjaga ketersediaan hutan sabana, pembakaran skala kecil dan kontinu perlu dilakukan sehingga tidak ada invasi semak (Barbour et al. 1987; Walker dan Smith 1997).

Ekosistem hutan legong merupakan komunitas tumbuhan yang hidup di antara cekungan dua bukit. Komunitas tumbuhan dalam ekosistem hutan legong merupakan komunitas semi-evergreen dan deciduous. Walter (1971) menyatakan hutan semi-evergreen dan hutan deciduous selalu menggugurkan daun minimal sekali dalam setahun. Fenomena ini dipengaruhi terutama oleh peningkatan temperatur dan diikuti oleh ketersediaan air. Vegetasi yang menggugurkan daun, menjaga kehidupan. Daun dan bunga bertumbuh lagi sebelum tiba musim hujan. Kurang tersedianya air diadaptasi dengan daun yang berstruktur xeromorfik dan menggugurkan daun seperti pada *Eucalyptus*, *Acacia*, *Ilex*, *Hedera*. Bentuk adaptasi lain dengan membentuk duri seperti *Acacia* dan semak, kemampuan menyimpan air yang banyak dan memperlambat jatuhnya buah seperti *Adansonia digitata*. Rumput mematikan ujung daun, tapi tidak pada bagian pangkal. Ekosistem hutan legong ditemukan di upland Pulau Besar. Di Pulau Kecil, ekosistem hutan legong sangat sempit.

Distribusi alami komodo (*V. komodoensis*) di bentang alam barat dan utara Nusa Tenggara Timur (Ouwens 1912), mulai dari 0–700 m dpl (Ciofi dan de Boer 2004). Saat ini komodo bertstatus terancam (IUCN 2004) dan dicatat dalam redlist appendix 1 (UNEP-CITES 2013). Perlindungan binatang liar harus dilakukan dengan perlindungan habitat (Primack et al. 1998) seperti komodo. Komodo ditemukan di Pulau Besar yaitu Pulau Flores dan beberapa pulau kecil yaitu Pulau Komodo, Pulau Rinca, Pulau Gili Motang dan Pulau Gili Dasami (Auffenberg 1981). Komodo juga ditemukan di Pulau Ontoloe (KSP 2014: pers comm). Ciofi dan de Boer (2004) menemukan komodo yang ada di daerah ini dengan tipe vegetasi yaitu hutan monson deciduous kering, sabana dan padang rumput. Iklim kering dan angin monson memunculkan vegetasi yang berbeda di bentang alam seperti hutan monson, sabana, stepa, sedikit mangrove di pesisir pantai. Bentang alam karst tidak memiliki air yang cukup bagi organisme. Vegetasi karst-monsoon mampu beradaptasi pada kelangkaan air. Rumput mengoptimalkan ketersediaan air dan terjaga oleh api yaitu pada kebakaran sistem ekologis hutan sabana. Pada ekosistem tersebut, komodo berhabitat dan berinteraksi seperti bersarang (Jessop et al 2004), mencari mangsa (Ciofi dan de Boer 2004) dan termoregulasi (Harlow et al 2010).

Pembakaran saana di hutan sabana di Pulau Besar dalam skala kecil akan menjaga keberlanjutan sabana

sebagai suplai makanan untuk *C. timorensis*, *B. taurus* dan *C. aegagrus*. Setelah perubahan status tahun 1992 dan 1996, sebagian ekosistem dan lahan warga diubah status menjadi CA Wolo Tado, CA Riung dan TWAL 17 Pulau. Pemerintah melarang pembakaran sabana. Hal tersebut mengganggu ketersediaan sabana di hutan sabana di Pulau Besar sehingga menimbulkan kompetisi antara *C. timorensis*, *B. taurus* dan *C. aegagrus*. Sebaliknya, sabana di Pulau Kecil tidak mengalami pembakaran dalam skala kecil oleh masyarakat. Ancaman di Pulau Kecil yaitu invasi semak.

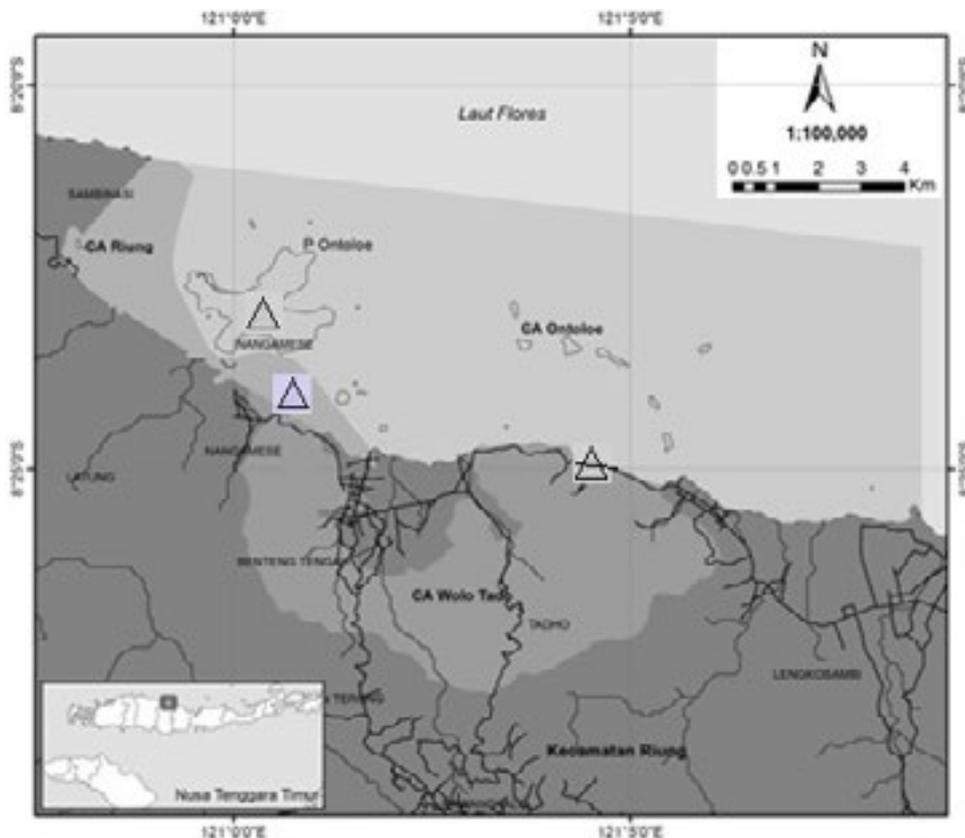
Secara spesifik penelitian mempelajari: 1). Tipe ekosistem penyusun bentanglahan di Pulau Besar dan Pulau Kecil. 2). Cacah jenis, densitas dan growth form penyusun vegetasi habitat komodo; 3). Kondisi hutan legong pada saat musim hujan; 4). Kondisi kualitas fisiko kimia tanah yang meliputi tekstur (clay, silt, sand), temperatur, pH dan unsur hara yaitu NO₃, NH₄, PO₄, K tersedia; temperatur udara; dan salinitas air hutan bakau.

METODE PENELITIAN

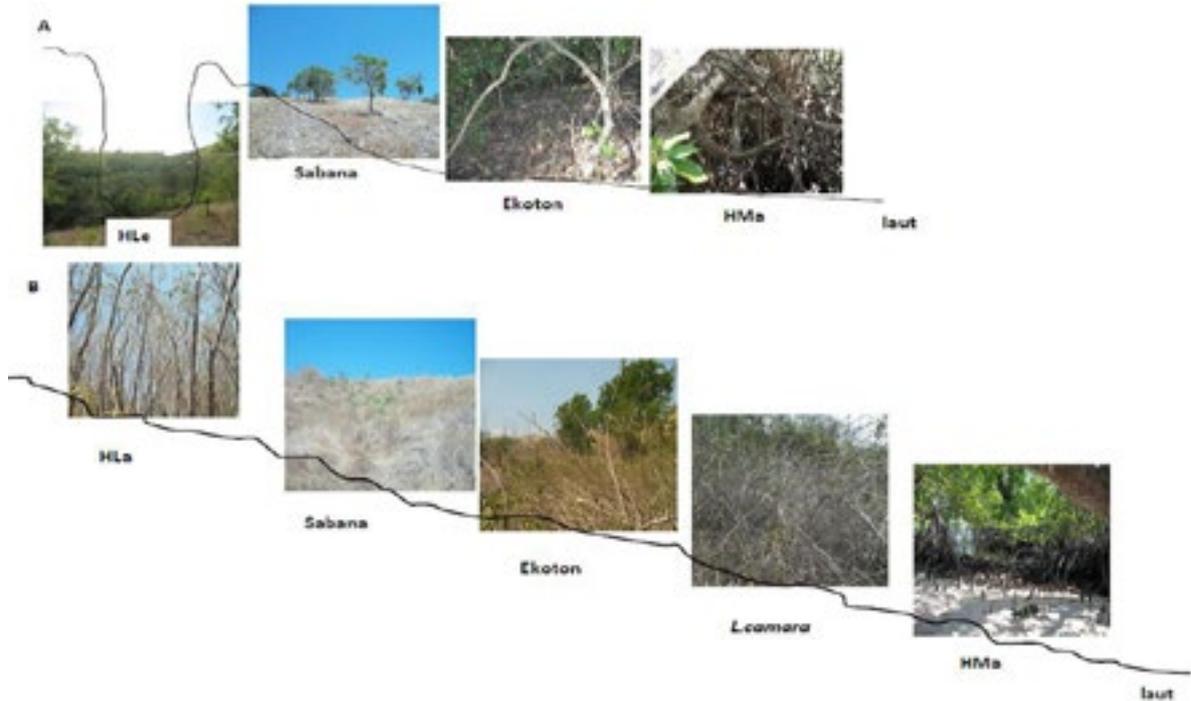
Pengambilan data dilakukan untuk mengambil data vegetasi habitat komodo dan parameter fisiko kimia. Pengambilan data vegetasi habitat dilakukan di Pulau Besar dan Pulau Kecil menggunakan metode kuadrat plot yang dengan bantuan transek dari

bukit ke lowland (Gambar 1, 2). Ukuran plot untuk mencuplik data di ekosistem hutan bakau yaitu 20m x 20m dengan ulangan 4x. Zona di Pulau Besar yaitu Wolo Tado dan Riung hanya zona middle. Zona di Pulau Ontoloe ada dua zona yaitu zona middle dan zona upper. Pencuplikan data untuk ekosistem hutan ekoton, ekosistem hutan sabana dan ekosistem hutan legong disesuaikan dengan kemampuan akses dan luas di daerah kajian (Tabel 1). Data hutan sabana dicuplik dengan kuadrat plot berukuran 100m x 100m karena jarak antara individu growth form pohon yang berjauhan. Luas area dikonversi ke satuan hektar. Tiap plot dipilah menjadi empat kuadran. Pengambilan data per cacah spesies dan individu spesies penyusun growth form pohon, sapling dan seedling.

Parameter growth form pohon, sapling, semak dan vegetasi lantai yang diukur meliputi : cacah jenis, jumlah jenis cacah individu, densitas setiap jenis, tinggi total (ttotal), tinggi cabang pertama (tcp), keliling batang, panjang dan lebar kanopi dan keliling rumpun. (Djohan 2014). Parameter fisiko kimia tanah dan udara akan diambil di bawah vegetasi dan di gap vegetasi. Data fisik tanah berupa tekstur dan kimia tanah berupa keasaman (pH) dan unsur hara yaitu NO₃, NH₄, PO₄ dan K tersedia. Unsur hara diukur di laboratorium tanah Fakultas Pertanian UGM. Tanah diambil 500 gram tiap kuadran untuk 4 kuadrat plot per lokasi.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian: : Jalan, : Sungai, : CA Wolo Tado, : CA Riung : TWAL 17 Pulau atau Ontoloe, : Lokasi pengambilan data vegetasi.



Gambar 2. Tipe ekosistem: A). Tipe lokasi pulau besar (HLe=hutan legong, HMa=hutan mangrove); B). Tipe lokasi pulau kecil (HLA=hutan lamtoro)

Tiap kuadrat plot akan dicampur dan diambil 500 gram per lokasi. Temperatur diukur dengan termometer alkohol yang dimasukkan ke dalam tanah 10cm. pH tanah menggunakan pH homekittester yang dimasukkan ke dalam tanah 10cm. Pengukuran fisik udara meliputi : temperatur diambil di bawah vegetasi dan gap vegetasi. Salinitas diukur dari sampel komposit sampel air ekosistem hutan bakau yang diukur di laboratorium.

Perhitungan dan Analisis Data - Perhitungan dan analisis data habitat komodo dengan melakukan perhitungan nilai penting menggunakan persamaan yang ditulis Brewer dan Zar (1984) :

$$\text{Densitas species A} = \frac{\text{cacah individu sp. A}}{\text{luas area}}$$

$$\text{Densitas Relatif species A} = \frac{\text{cacah jumlah spesies A} \times 100\%}{\text{densitas seluruh spesies}}$$

$$\text{Frekuensi species A} = \frac{\text{jumlah plot ditemukan spesies A}}{\text{jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif species A} = \frac{\text{frekuensi spesies A} \times 100\%}{\text{frekuensi seluruh spesies}}$$

$$\text{LBA species A} = \pi(r \text{ batang species A})^2$$

$$\text{LBA Relatif species A} = \frac{\text{LBA species A per LBA seluruh spesies} \times 100\%}{\text{spesies}}$$

$$\text{Luas kanopi species A} = \pi (p \times l) \text{ kanopi}$$

$$\text{Luas relatif kanopi species A} = \frac{\text{luas kanopi species A} \times 100\%}{\text{luas kanopi seluruh spesies}}$$

$$\text{NP (Nilai Penting) species A} = \text{DR (densitas relatif) species A} + \text{FR (frekuensi relatif) species A} + \text{luas kanopi relatif species A} + \text{luas basal area relatif species A}$$

Indeks similaritas dan ordinasi - Perhitungan indeks similaritas (index of similarity=IS) di antara kedua stand yang dibandingkan menggunakan indeks similaritas Sorensen (Muller-Dumbois dan Ellenberg 1974) dengan menggunakan rumus: $IS_{\text{Sorensen}} = \frac{2W}{A+B}$. (A= jumlah semua nilai kuantitatif pada stand A; B= jumlah semua nilai kuantitatif pada stand B; W= jumlah nilai kuantitatif terkecil dari dua nilai spesies yang umum terdapat pada kedua stand yang dibandingkan). Data yang ditabulasi akan dilanjutkan dengan membuat gambar ordinasi menurut tipe ekosistem Pulau Besar dan Pulau Ontoloe. Analisis dilakukan untuk mempelajari faktor fisiko-kimia dan manusia yang mempengaruhi kemiripan kondisi vegetasi penyusun habitat komodo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tipe ekosistem di Pulau Besar dan Pulau Kecil meliputi ekosistem hutan bakau, ekosistem hutan ekoton, ekosistem hutan sabana atau savanna woodland dan ekosistem hutan legong (Gambar 3). Pulau Besar atau Flores memiliki keempat tipe ekosistem. Sebaliknya, Pulau Kecil atau Ontoloe hanya memiliki tiga tipe ekosistem. Ukuran ekosistem hutan legong sempit sehingga tidak dilakukan pengukuran. MacArthur dan Wilson (1963) menyatakan bahwa Pulau Besar menyediakan habitat lebih banyak daripada di Pulau Kecil.

Ekosistem hutan bakau - Ekosistem hutan bakau di Pulau Kecil memiliki 2 zona yaitu zona middle dan upper. Zona upper di Wolo Tado tidak ada sebab sudah

Tabel 1. Lokasi pengambilan data vegetasi habitat komodo di Pulau Besar dan Pulau Kecil

Tipe Ekosistem	Lokasi	Plot ke-n	Luas (ha)	Koordinat GPS
Hutan bakau	Wolo Tado zona middle	1	0,16	S: 08024'57.60"/ S: 121004'42.95"
		2		S: 08024'57.02"/ S: 121004'42.16"
		3		S: 08024'58.83"/ S: 121004'49.92"
		4		S: 08024'59.64"/ S: 121004'47.16"
	Riung zona middle	1	0,16	S: 08024'30.28"/ S: 121001'08.20"
		2		S: 08024'24.79"/ S: 121001'07.59"
		3		S: 08024'11.33"/ S: 121000'55.62"
		4		S: 08024'08.73"/ S: 121000'46.61"
	Ontoloe zona middle	1	0,16	S: 08022'39.81"/ S: 121000'44.19"
		2		S: 08022'40.29"/ S: 121000'41.28"
		3		S: 08022'42.56"/ S: 121000'36.97"
		4		S: 08022'45.19"/ S: 121000'29.42"
	Ontoloe zona upper	1	0,16	S: 08022'32.32"/ S: 121000'37.16"
		2		S: 08022'34.53"/ S: 121000'39.83"
		3		S: 08022'36.04"/ S: 121000'40.43"
		4		S: 08022'36.15"/ S: 121000'39.00"
Hutan ekoton	Wolo Tado	1	0,16	S: 08025'02.45"/ S: 121004'34.16"
		2		S: 08025'02.85"/ S: 121004'32.60"
		3		S: 08025'02.65"/ S: 121004'30.98"
		4		S: 08025'02.43"/ S: 121004'26.97"
	Ontoloe	1	0,06	S: 08022'32.19"/ S: 121000'42.24"
		2		S: 08022'31.35"/ S: 121000'37.60"
		3		S: 08022'31.49"/ S: 121000'37.60"
Hutan sabana	Wolo Tado	1	1,00	S: 08022'06.36"/ S: 121004'33.42"
		2		S: 08025'08.76"/ S: 121004'33.37"
		3		S: 08025'10.97"/ S: 121004'35.15"
		4		S: 08025'11.09"/ S: 121004'32.13"
	Riung	1	4,00	S: 08024'10.22"/ S: 121000'30.71"
		2		S: 08023'54.81"/ S: 121000'48.78"
		3		S: 08023'58.40"/ S: 121000'48.20"
		4		S: 08024'05.56"/ S: 121000'21.92"
	Ontoloe	1	3,60	S: 08022'31.75"/ S: 121000'22.11"
		2		S: 08022'34.65"/ S: 121000'26.78"
		3		S: 08022'41.96"/ S: 121000'23.35"
		4		S: 08022'48.04"/ S: 121000'18.95"
Hutan legong	Wolo Tado	1	0,15	S: 08025'09.56"/ S: 121004'40.98"
		2		S: 08025'13.17"/ S: 121004'35.34"
		3		S: 08025'10.13"/ S: 121004'40.89"
		4		S: 08025'10.39"/ S: 121004'39.74"
	Riung	1	0,16	S: 08024'08.90"/ S: 121000'36.67"
		2		S: 08024'27.57"/ S: 121000'28.48"
		3		S: 08024'32.81"/ S: 121000'24.69"
		4		S: 08024'34.06"/ S: 121000'28.34"

diubah menjadi jalan raya. Zona upper di Riung tidak ada sebab langsung berbatasan dengan tebing. Zona lower tidak ditemukan di Pulau Besar dan Pulau Kecil sebab merupakan daerah laut.

Di bagian belakang ekosistem hutan bakau, ditemukan dataran garam atau saltpan yaitu cekungan dangkal yang diisi oleh air laut saat air pasang. Ketika surut, air laut tergenang dan oleh panas matahari menguapkan air sehingga tersisa garam yang membentuk saltpan (Walter 1971).

Jenis *Rhizophora mucronata* mendominasi zona middle di Pulau Besar dan Pulau Kecil. Kami menemukan bahwa dalam 0,16 ha terdapat 77 pohon di CA Wolo Tado, 62 pohon di CA Riung dan 89 pohon di TWAL 17 Pulau. Sedangkan sapling *R. mucronata* ditemukan di CA Wolo Tado 17 individu, CA Riung

103 individu dan TWAL 111 individu. Selain itu ditemukan 129 sapling *Brugueira stylosa*. Kedua jenis ini beradaptasi dengan tekstur tanah berpasir (59,81% dan 97,33%) dan salinitas air (110 0/00 dan 100 0/00) sehingga tumbuh dengan baik (Gambar 7 dan 9).

Jenis *R. mucronata* memiliki perakaran tunggang yang baik dan *B. stylosa* dengan akar banir tumbuh ke dalam tanah dan memperkokoh tumbuhan bakau tersebut. Salinitas yang tinggi diadaptasi dengan daun yang memiliki kelenjar garam (Kitamura et al 1997). *R. mucronata* di Pulau Ontoloe memanfaatkan kadar NH_4 tinggi (121,31 ppm) untuk tumbuh dengan baik yang berasal dari kotoran *Cynoptera* sp.

Ceriops tagal mendominasi zona upper di Pulau Ontoloe. Kami menemukan 80% sapling dari 1074 individu per 0,16 ha berada di gap vegetasi (Gambar 4).



Gambar 3. Ekosistem Hutan Bakau: a) Wolo Tadho; b) Riung; c) Ontoloe Zona middle; d) Ontoloe Zona upper; Ekosistem Hutan Ekoton: e) Wolo Tadho; f) Ontoloe; Sabana Woodland: g) Wolo Tadho; h) Riung; i) Ontoloe; Hutan Legong: j) Wolo Tadho; k) Riung; l) Komodo menggali bekas lubang *M. reinwardt*.

Dominansi *C. tagal* untuk pohon, sapling dan seedling karena kemampuannya beradaptasi terhadap salinitas yang lebih tinggi (130 0/00) sebab daun memiliki kelenjar garam. Kelenjar garam di daun mampu mengatur kadar garam dalam tubuh (Kitamura et al. 1997). Selain itu, *C. tagal* memiliki akar banir sehingga mampu tumbuh dengan baik di tekstur tanah berpasir (70,08%). Pertumbuhan *C. tagal* merespon temperatur cahaya dan temperatur tinggi yang disebabkan oleh adanya gap vegetasi (Barbour et al. 1987).

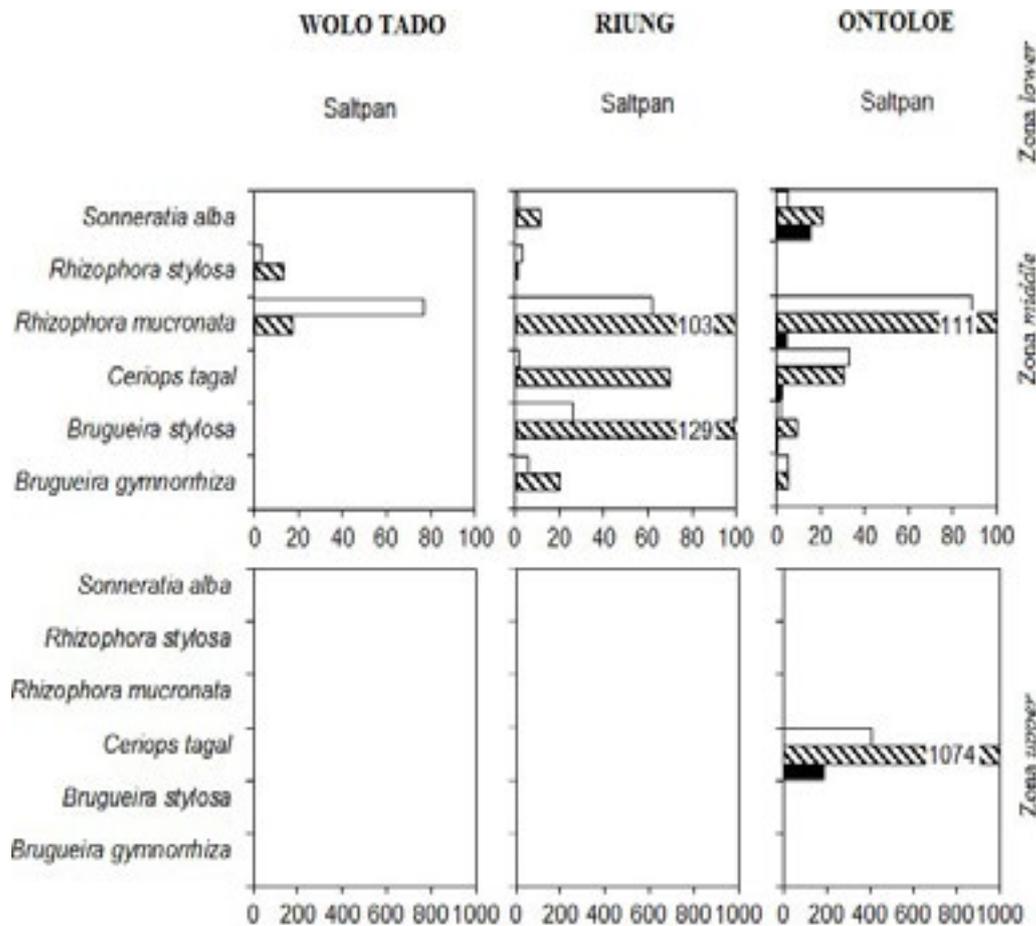
Kerapatan pohon dan sapling di ekosistem hutan bakau CA Wolo Tado dan CA Riung mempengaruhi tidak masuknya cahaya sehingga seedling tidak dapat bertumbuh dengan baik. Seperti telah dibicarakan sebelumnya bahwa hal ini sebagai respon temperatur di gap vegetasi. Sebaliknya di Ontoloe terdapat seedling *C. tagal* sebanyak 192 individu per 0,16 ha di zona upper. Jenis seedling yang ada di zona middle Ontoloe yaitu *S. alba* 16 individu, *R. mucronata* 5, *C. tagal* 3 dan *B. stylosa* 1. Cahaya yang masuk ke dasar hutan bakau dimanfaatkan oleh seedling untuk bertumbuh baik serta merespon kandungan NO₃ (80,87 ppm) dan NH₄ (121,31 ppm).

Ekosistem Hutan Ekoton – Ekosistem hutan ekoton

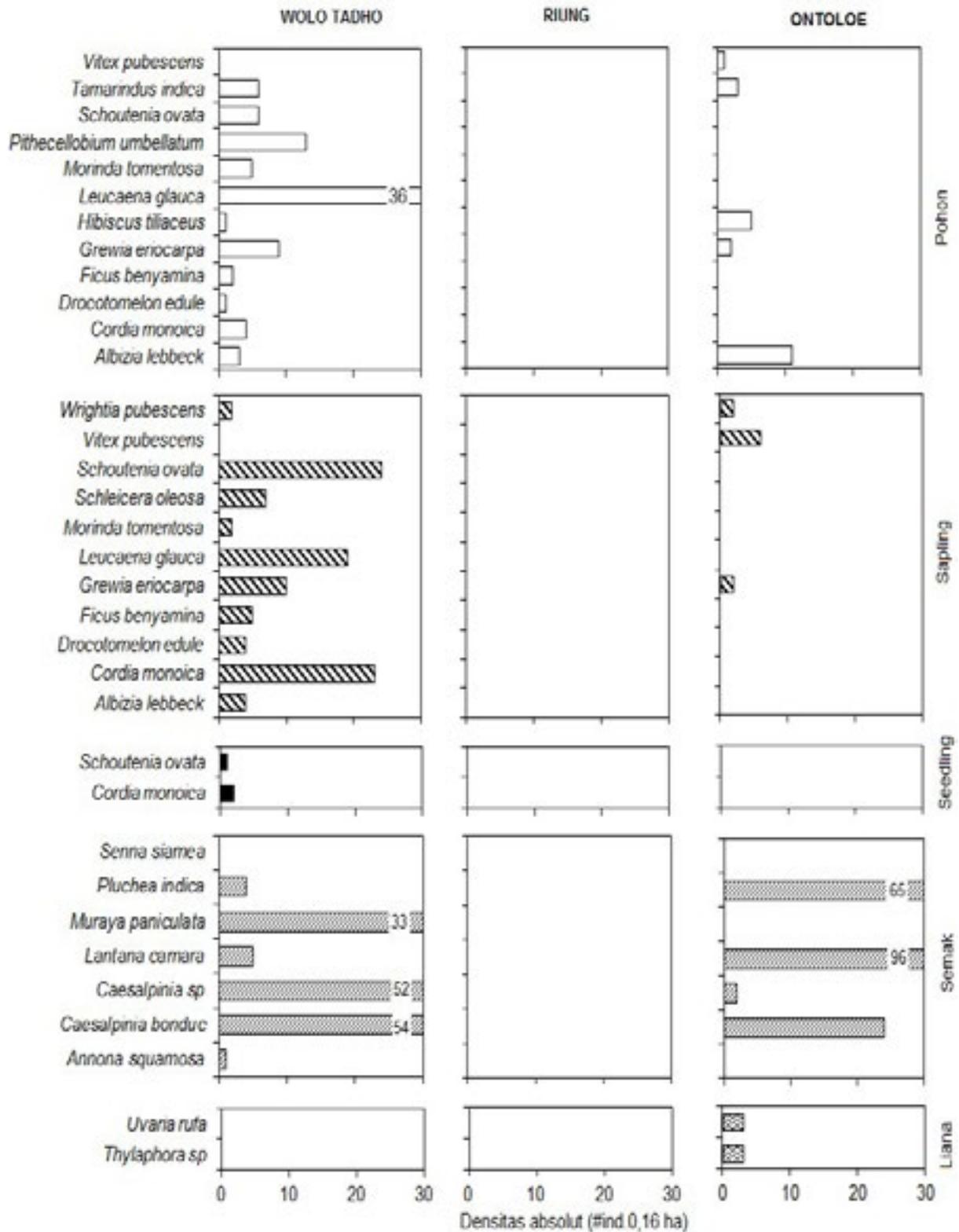
ditemukan di pulau Flores yaitu Wolo Tado dan di pulau Ontoloe. Wolo Tado memiliki cacah jenis native lebih tinggi yaitu *S. ovata* 24 individu dan *C. monoica* 23 per 0,16 ha. Kehadiran jenis *L. glauca* merupakan hasil penanaman oleh warga. Pohon yang ditemukan di Wolo Tado yaitu *L. glauca* 36 individu dan sapling 19 per 0,16 ha. Growthform pohon, sapling, seedling dan semak pun lebih tinggi di Wolo Tado daripada di Ontoloe sebab tekstur tanah liat tinggi di Wolo Tado sehingga mampu menyimpan air lebih banyak daripada di Pulau Ontoloe yang berpasir (Gambar 7, 10).

Wolo Tado menyediakan habitat yang lebih banyak (MacArthur dan Wilson 1963) untuk pertumbuhan berbagai jenis pohon, sapling, seedling dan semak dalam 0,16 ha yaitu 11 jenis pohon, 10 jenis sapling, 2 jenis seedling dan 6 jenis semak. Kandungan NO₃, NH₄, PO₄ dan

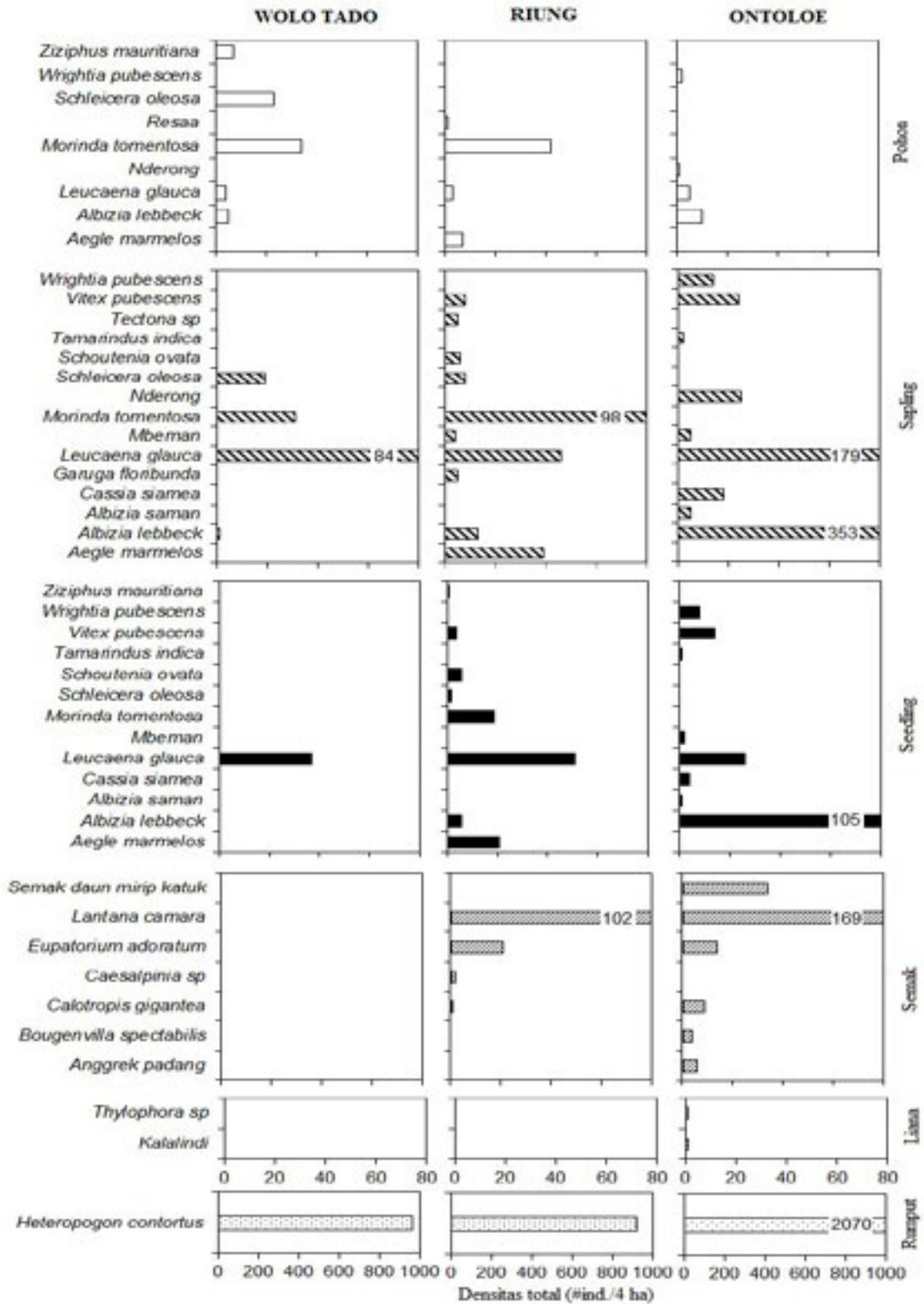
K tersedia di Wolo Tado lebih rendah daripada di Ontoloe (12,6 ppm, 15,75 ppm, 0,12%, 2,35 me/100 g), tapi tekstur tanah lempung (35,73%) lebih tinggi daripada di Pulau Ontoloe. Tanah lempung mampu menahan air lebih banyak. Suhu yang lebih rendah (udara: 29°C dan tanah: 28°C) juga mendukung pertumbuhan vegetasi (Gambar 7). Suhu rendah



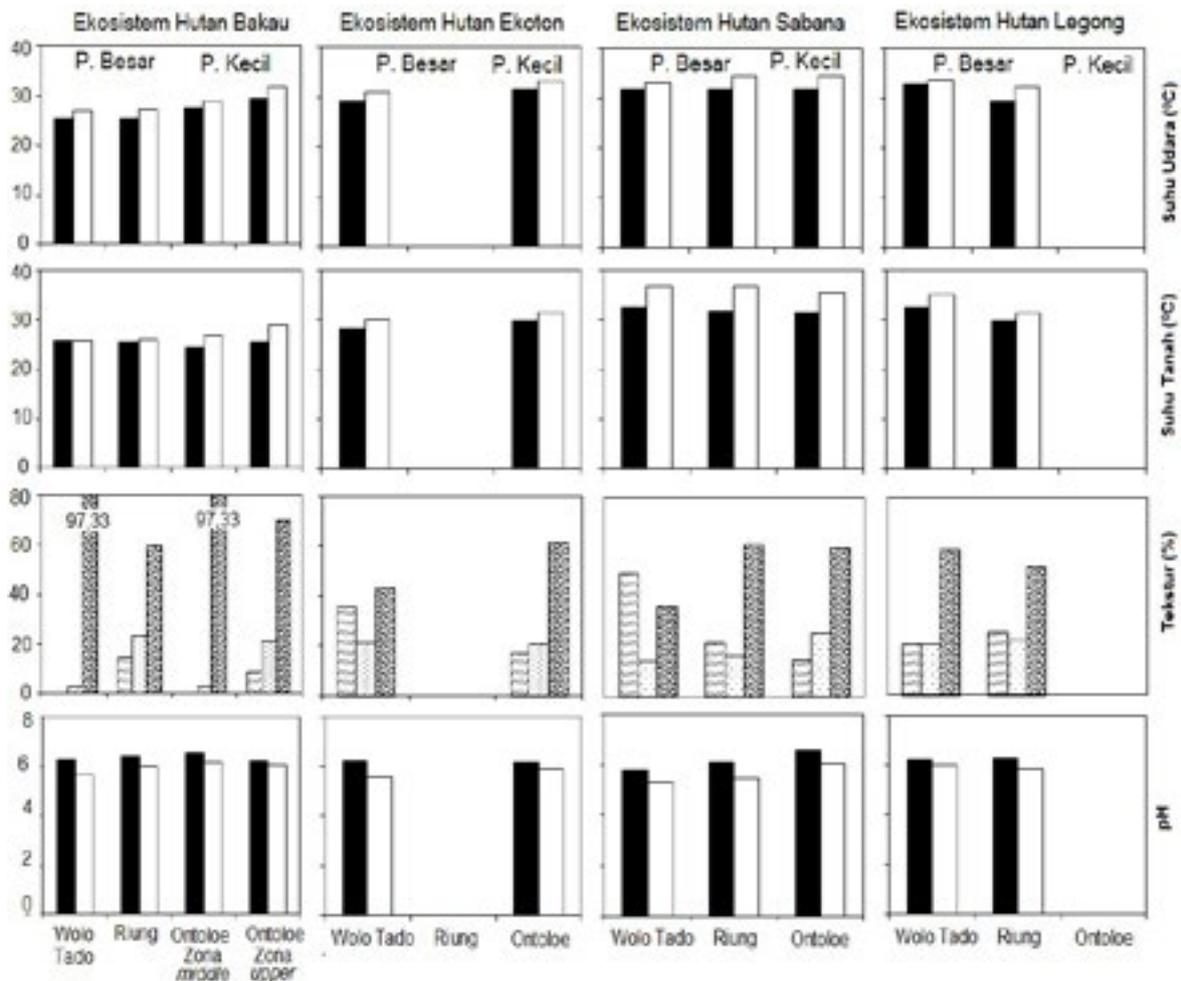
Gambar 4. Densitas tiap jenis penyusun growth form vegetasi hutan bakau di Pulau Besar yaitu di Wolo Tado dan Riung dan Pulau Kecil yaitu Ontoloe. Zona lower tidak terdapat hutan bakau. Zona middle didominasi sapling pada Ontoloe dan Riung. Zona upper ditemukan hanya ada di Ontoloe, hanya *Ceriops tagal*. : Pohon, : Sapling, : Seedling.



Gambar 5. Densitas tiap jenis penyusun growth form vegetasi hutan ekoton di Wolo Tado, Riung dan Ontoloe. Cacah jenis dan jumlah jenis terbanyak ada di Wolo Tado: growthform pohon yaitu *Leucaena glauca* dan sapling yaitu *Cordia monoica* dan *Schoutenia ovata*. Riung tidak memiliki hutan ekoton, : Pohon, : Sapling, : Seedling, : Semak, : Liana.



Gambar 6. Densitas tiap jenis penyusun growth form vegetasi hutan sabana di Wolo Tadho, Riung dan Ontoloe. : Pohon, : Sapling, : Seedling, : Semak, : Liana.



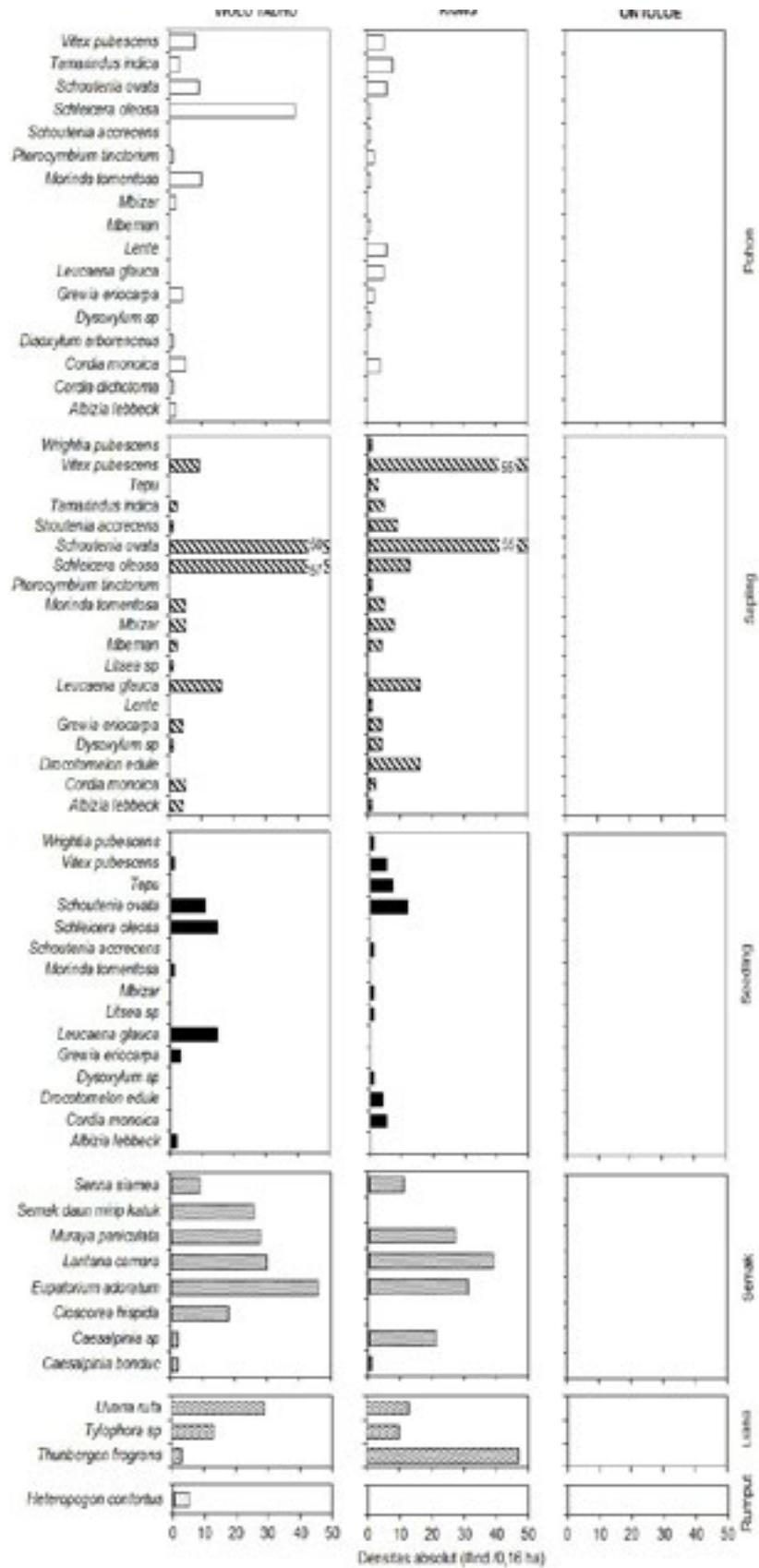
Gambar 7. Parameter fisikokimia lokasi kajian. Pulau Besar: Wolo Tado dan Riung, Pulau Kecil: Ontoloe : kanopi, : gap kanopi, : lempung (%), : debu (%), : pasir (%), ; NO₃ tanah (ppm), PO₄ total tanah (ppm), : NH₄ tanah (ppm), : K tersedia tanah (me/100mg).

mengurangi penguapan sehingga baik untuk mendukung pertumbuhan vegetasi. Semak di Wolo Tado tetap hidup dengan cacah individu tinggi yaitu *Caesalpinia bonduc* 54 individu per 0,16 ha. Semak ini menggugurkan daun untuk beradaptasi terhadap ketersediaan hara yang tipis dan temperatur yang tinggi. Liana hanya ditemukan di Ontoloe (Gambar 5). Distribusi *U. rufa* dan *Thylaphora sp.*, didukung oleh tidak adanya usikan dari manusia misalnya oleh penebasan dan pembakaran. Ukuran batang *U. rufa* dan *Thylaphora sp.*, berdiameter antara 4-13 cm sebab mampu mengoptimalkan K tersedia, NO₃, NH₄ dan PO₄. Pertumbuhan liana ke atas untuk berkompetisi dengan pohon *T. indica* untuk memperoleh cahaya. Ekoton Wolo Tado dilalui oleh jalan raya dengan lebar kurang lebih 2 meter. Hal ini mempengaruhi migrasi dan pemencaran vegetasi termasuk komodo, rusa, anak sapi, kambing dan babi liar. Pada pinggiran jalan telah dilakukan penyebaran benih *L. glauca*. Penyebarannya bertambah dan mendominasi ekoton.

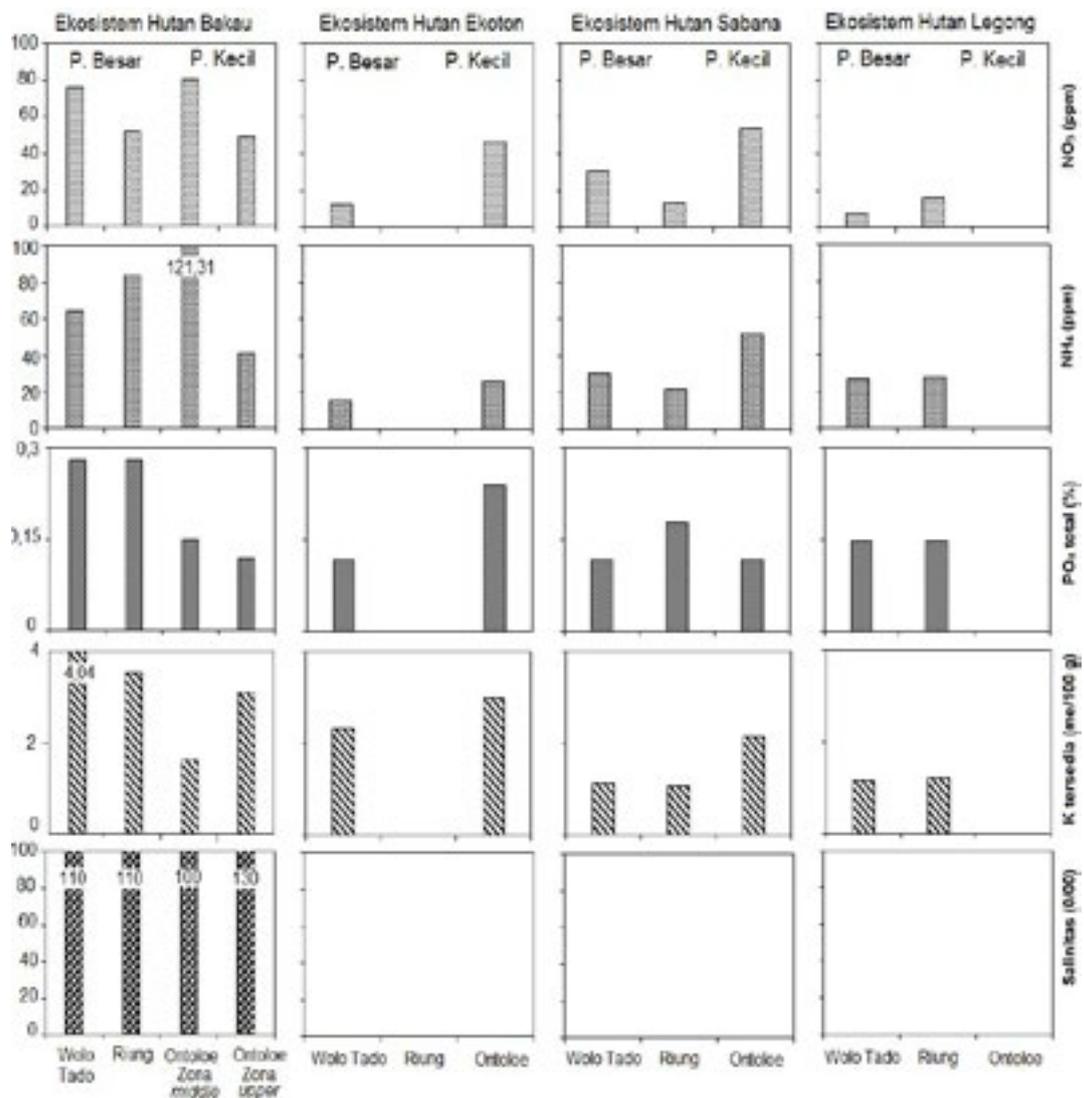
Ekosistem hutan sabana – Tumbuhan *M. tomentosa* merupakan jenis native yang banyak

ditemukan di pulau Flores yaitu Wolo Tado 34 individu dan Riung 42 individu. Kemampuan adaptasi terhadap temperatur tinggi, kekurangan air dan lapisan tanah yang tipis menjadi penting. Selain itu, *M. tomentosa* mampu beradaptasi terhadap api (fire tolerant) yaitu batang yang tidak mudah terbakar sehingga jika ada pembakaran skala kecil di hutan sabana akan tetap hidup (resprout). Sapling *M. tomentosa* ditemukan 84 individu di Riung (Gambar 6).

Jenis non native yaitu *L. glauca* dan *A. lebeck* banyak ditemukan di Ontoloe terutama sapling yaitu 179 dan 353 individu per 4 ha. Distribusi kedua jenis ini di Ontoloe sejak adanya usaha revegetasi atas inisiatif seorang biarawan di tahun 2001. *L. glauca* dan *A. lebeck* mampu beradaptasi terhadap kekurangan air, temperatur tinggi (32,90C) dan tanah tipis di bentanglahan karst (Prietkel et al 2006; Viani et al 2014). Selain itu kemudahan untuk menumbuhkan dan sumber kayu menjadi alasan pilihan jenis ini ditanam (Mahsurin 2014: pers comm). Akan tetapi kehadiran non native akan mengkoloni dan mendominasi vegetasi native sehingga akan terjadi perubahan ekosistem



Gambar 8. Densitas tiap jenis penyusun growth form vegetasi hutan legong Wolo Tado, Riung dan Ontoloe, : Pohon, : Sapling, : Seedling, : Semak, : Rumput, : Liana.



Gambar 9. Parameter fisikokimia lokasi kajian. Pulau Besar: Wolo Tado dan Riung, Pulau Kecil: Ontoloe : kanopi, : gap kanopi, : lempung (%), : debu (%), : pasir (%), ; NO₃ tanah (ppm), PO₄ total tanah (ppm), : NH₄ tanah (ppm), : K tersedia tanah (me/100mg), : Salinitas air hutan bakau (0/00).

alami (Walter 1971; Walker dan Smith 1997; Zhu et al 2001; Yuan et al 2011). Hal ini menyebabkan dominansi semak di Ontoloe.

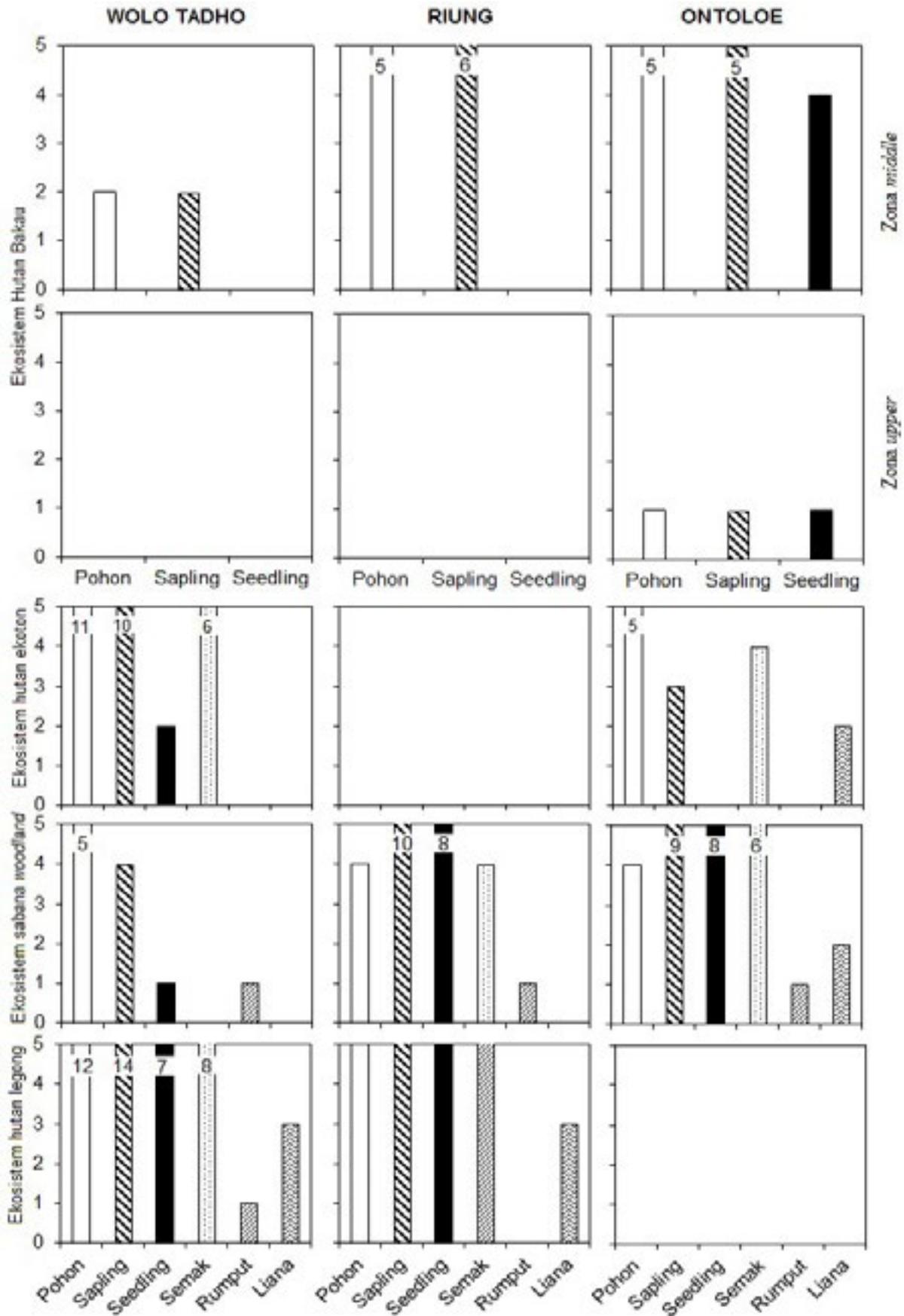
Semak *E. odoratum* ditemukan di Ontoloe 169 individu per 4 ha. Distribusi semak di Ontoloe membentuk kelompok (gerombol). Kemampuan penyebaran benih yang cepat (r-seleksi dan K-seleksi) meningkatkan densitas *E. odoratum* di Ontoloe (Barbour et al.1987). Di Riung, pembakaran skala kecil jarang dilakukan sehingga ditemukan *E. odoratum* (102 individu per 4 ha) yang tersebar (scatter) dan kelompok kecil dibandingkan di Ontoloe.

Jenis yang ada yaitu *Heteropogon contortus*, *L. camara*, *L. glauca* dan *M. tomentosa*. Tekstur tanah berpasir (Gambar 7) tinggi di Riung dan Ontoloe (61,31% dan 59,81%). Tekstur lempung tinggi di Wolo Tado (49,71%). Hal ini mempengaruhi kemampuan menahan air saat terjadi hujan. Mahsurin, Perry

dan Kaliks (2015: pers comm) menyatakan di Riung dan Onoloe air lebih cepat kering setelah terjadi hujan daripada di Wolo Tado. Temperatur udara dan tanah yang tinggi mempengaruhi distribusi dan kelimpahan vegetasi.

Ekosistem hutan legong – Hutan legong merupakan kali intermitten. Tumbuhan native ditemukan di pulau Flores yaitu Wolo Tado dan Riung. Distribusi di Wolo Tado yaitu *S. oleosa* (57 individu per 0,16 ha) dan *S. ovata* (50 individu per 0,16 ha). Di Riung ditemukan *S. ovata* (55 individu per 0,16 ha). Kedua jenis merupakan jenis desiduous yang ada di hutan legong. Variasi growth form dengan ciri desiduous didukung oleh tekstur tanah lempung dan debu cukup tinggi (Gambar 7) di Wolo Tado (20,43% dan 20,67%) dan Riung (25,81% dan 22, 48%). Tekstur berpasir tetap paling tinggi (58,91% dan 51,71%).

Adanya lempung dan debu maka kemampuan



Gambar 10. Cacah jenis vegetasi penyusun ekosistem hutan bakau, hutan ekoton, sabana woodland dan hutan legong di Wolo Tadho, Riung dan Ontoloe, : Pohon, : Sapling, : Seedling, : Semak, : Rumput, : Liana.

menahan air sedikit lebih baik. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa air permukaan di Wolo Tado lebih lama bertahan setelah hujan daripada di Riung. Wolo Tado memiliki growth form lebih tinggi daripada di Riung yaitu pohon, sapling, seedling, semak, liana dan rumput (Gambar 10). Distribusi rumput di hutan legong Wolo Tado hanya di tepi. Aliran air hujan yang membawa benih memungkinkan migrasi rumput di hutan legong. Densitasnya sangat terbatas (5 gerombol kecil).

Kompetisi di bawah naungan pohon besar (gap kanopi) sehingga distribusi rumput hanya ditemukan di tepi hutan legong (Krebs 2009). Distribusi *L. glauca* di Wolo Tado pun dipengaruhi pemencaran benih di kemiringan hutan legong. Buah yang matang memencarkan biji dan terbawa aliran air. Distribusi semak mengoptimalkan gap vegetasi untuk hidup (33,80C), (NH₄ 27,29 ppm dan 27,58; 0,15% dan 0,15; K tersedia 1,17 me/100 mg dan 1,23). Nutrien dari serasah yang hancur dan bersiklus di dalam ekosistem hutan legong sehingga menjaga kandungan nutrien di dalam ekosistem ini.

Ordinasi – Ordinasi mengelompokkan ekosistem hutan bakau terdiri dari dua kelompok zona (Gambar 11) yaitu zona middle di pulau besar (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 11) dan zona middle dan upper di Pulau Kecil (1, 9, 10, 12, 13, 14, 15 dan 16). Kelompok pertama didominasi oleh *R. mucronata* (139 pohon dan sapling per 0,16 ha) dan *R. stylosa* (6 pohon dan sapling per 0,16 ha). Sebaliknya zona-zona di pulau kecil didominasi oleh *C. tagal* (441 pohon, 1114 sapling dan 195 seedling) per 0,16 ha. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, kehadiran jenis dominan *R. mucronata*, *R. stylosa* dan *C. tagal* sebagai respon terhadap salinitas zona middle yang mirip antara Wolo Tado dan Riung (Gambar 11). Selain kemiripan tanah berpasir ada kemiripan nilai temperatur udara, temperatur tanah, pH, PO₄ dan K tersedia. Hal ini berbeda dengan kelompok di hutan bakau pulau Ontoloe. Sekali lagi dominansi *C. tagal* sebagai respon salinitas tinggi (130 0/00) dan respon tekstur berpasir dan temperatur tanah dan udara.

Hasil ordinasi zona-zona yang mengelompokkan antara lain di Wolo Tado yaitu 1, 2, 3, 4 dan di Ontoloe yaitu zona 7 (Gambar 11). Jenis yang ada di kelompok ini adalah *Caesalpinia bonduc*, *Cordia monoica*, *Grewia eriocarpa*, *Leucaena glauca*, *Morinda tomentosa*, *Muraya paniculata*, *Pithecellobium umbelatum*, *Schoutenia ovata*. Sebaliknya zona 5 dan 6 di Ontoloe mengelompok di kelompok tersendiri. Jenis yang ada yaitu *Caesalpinia bonduc*, *Lantana camara*. Kehadiran jenis-jenis tersebut terutama semak dominan yaitu *C. bonduc* dan *L. camara* merespon kekurangan air dan temperatur (Achmad 2011; Liu et al 2012). Tekstur pasir Wolo Tado dan Ontoloe (43,07% dan 61,52%), NO₃ (12,6 ppm dan 47,37), NH₄ (15,75 ppm dan 26,65).

Ordinasi ekosistem hutan sabana menunjukkan hasil ditemukan kemiripan semua zona baik di Wolo Tado, Riung dan Ontoloe (zona 1-12). Zona yang

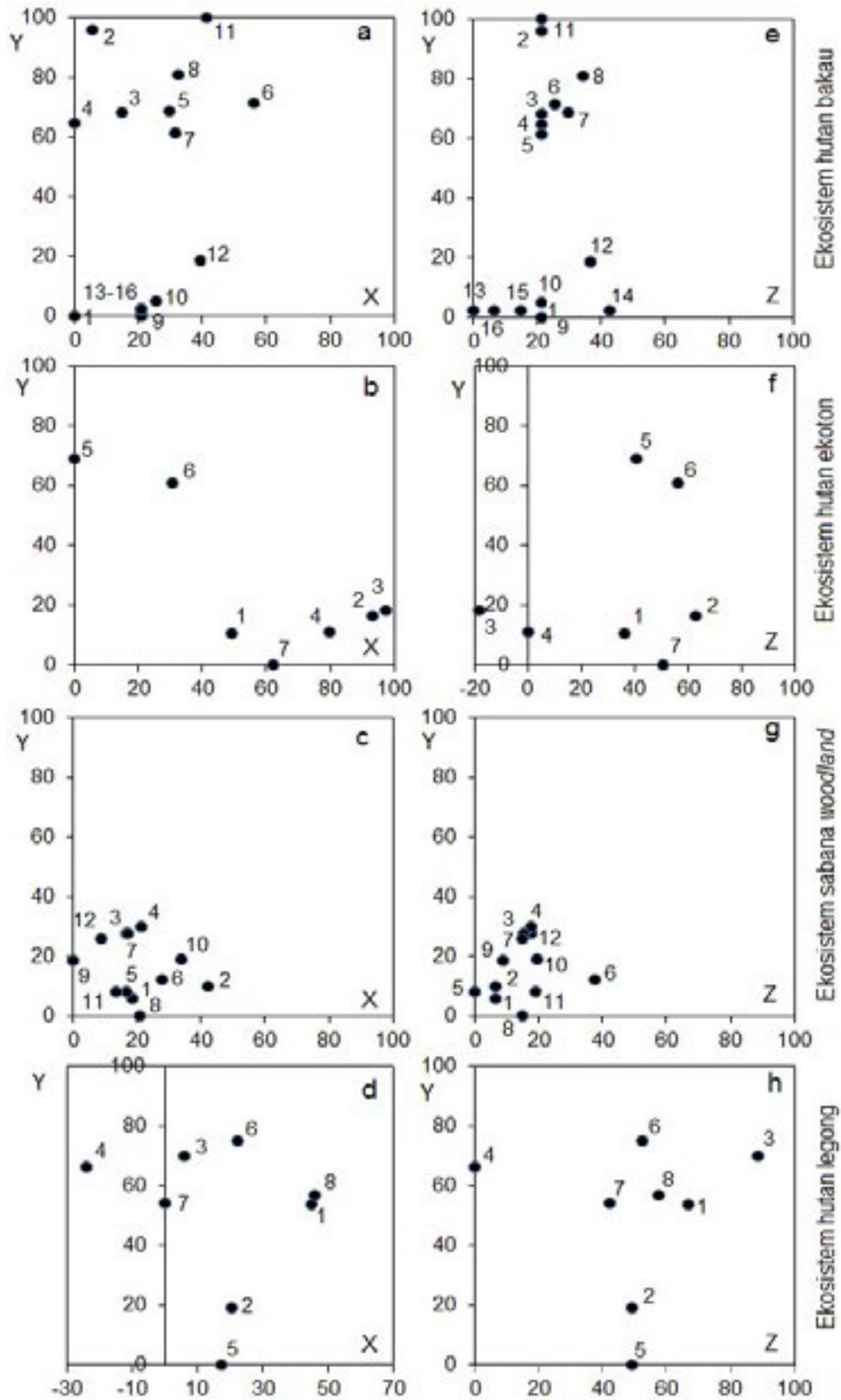
membentuk kelompok (Gambar 11) yaitu zona 3 dan 4 di Wolo Tado, 7 di Riung dan 12 di Ontoloe. Kehadiran rumput *H. contortus* menjadikan zona tersebut mirip sebab *H. contortus* telah beradaptasi terhadap tekstur bentang alam karst yang berpasir dan jumlah air tanah yang sedikit. Adanya pembakaran sabana berskala kecil pun memicu pertumbuhan rumput muda dan semak muda.

Ordinasi zona 2 dan 5 mengelompok (Gambar 11). Sebaliknya zona kelompok lainnya yaitu 1, 3, 4, 6, 7 dan 8). Jenis di zona 2 dan 5 yaitu *C. monoica*, *Dysoxylum sp.*, *E. odoratum*, *G. eriocarpa*, *L. camara*, *S. oleosa*, *S. ovata*, *T. indica*, *V. pubescens*. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pengelompokan ini merespon ketersediaan nutrient yang berasal dari serasah. Kemiripan ekosistem hutan legong di Wolo Tado dan Riung (54,9%) didukung oleh ketersediaan nutrient untuk vegetasi yang berasal dari serasah (Gambar 9).

Bukti tipe ekosistem sebagai habitat komodo – Jejak kaki komodo dan rusa ditemukan di Pulau Besar yaitu di CA Riung (Kalis 2014: pers comm). Komodo bergerak untuk mencari mangsa yaitu rusa, anak sapi, kerbau, kambing di ekosistem hutan bakau. Rusa bergerak untuk mencari air minum. Kami tidak menemukan jejak komodo dan jejak mangsa di CA Wolo Tado. Di Pulau Kecil, kami menemukan jejak kaki, jejak tangan, jejak kaki dan kotoran komodo, kera dan kalelawar. Komodo ditemukan memanjat pohon *R. mucronata* (Sipri J 2014: pers comm) dan memangsa kalelawar (Ariefiandy 2014: pers comm). Populasi rusa semakin berkurang, tapi belum pernah dilakukan perkiraan jumlah populasi untuk saat ini (Sipri J 2014: pers comm).

Seekor *V. komodoensis* ditemukan bergerak dari hutan bakau ke hutan ekoton di Pulau Besar yaitu di Wolo Tado (Tjut 2014: pers comm). Ekosistem hutan ekoton tidak ada di Riung. Di Pulau Kecil, hasil survei tim BKSDA Riung dan Komodo Survival Program menemukan sarang *M. reinwardt* yang diambil oleh *V. komodoensis*. Sarang ini merupakan sarang aktif dengan indikasi ditemukannya aktivitas galian oleh *V. komodoensis* yang ditangkap oleh kamera trap (Gambar 2L, courtesy kamera trap KSP).

Pada ekosistem hutan sabana, di Wolo Tado dan Riung ditemukan *B. taurus* dan *C. aegagrus* yang bergerak dalam beberapa kelompok kecil yaitu 5–10 ekor. Ternak tersebut merupakan ternak warga yang dilepas-liar untuk mencari rumput *H. contortus* di hutan sabana. Selain itu, ditemukan jejak kaki dan kotoran *V. komodoensis*, *C. timorensis*, *B. taurus*, dan *C. aegagrus*. Lalu di temukan kandang dan bekas patok *B. taurus* dan *C. aegagrus*. Ciofi dan de Boer (2004) menemukan juvenile komodo yang bergerak di antara celah batu di hutan sabana untuk mencari perlindungan. Di Pulau Kecil, ditemukan jejak kaki dan kotoran *V. komodoensis*. Selain *H. contortus*, di hutan sabana Pulau Ontoloe ditemukan *L. glauca* dan *A. lebbeck*. Kedua komunitas dimanfaatkan sebagai



Gambar 11. Ordinasi ekosistem di Pulau Besar dan Pulau Kecil: a, b, c dan d). Letak setiap zona terhadap aksis X-Y; e, f, g dan h). Letak setiap zona terhadap aksis Z-Y. Zona di ekosistem hutan bakau mirip ditandai dengan zona yang mengelompok atau berjarak lebih dekat daripada zona di ekosistem hutan bakau, ekosistem hutan legong dan ekosistem hutan ekoton.

habitat oleh *M. fascularis* dan *Gallus gallus*, yang ditandai dengan bekas gigitan *M. fascularis* dan kotoran *G. gallus* di batang *L. glauca*. Akan tetapi, data tidak dicuplik pada lokasi tersebut. Pada ekosistem hutan legong Pulau Besar yaitu Wolo Tado, ditemukan jejak kaki dan kotoran *C. timorensis*. Pada musim hujan, *C. timorensis* meminum air yang tergenang di ekosistem hutan legong. Sedangkan pada musim panas, rusa sering berteduh di sini (Mahsurin 2014: pers comm). Jejak kaki *V. komodoensis* dan rusa tidak ditemukan di ekosistem hutan legong Riung. Usaha melindungi komodo dari ancaman (IUCN 2004) dilakukan dengan melindungi keberlanjutan vegetasi penyusun habitat komodo.

KESIMPULAN

Vegetasi penyusun habitat di Pulau Besar atau Flores dan Pulau Kecil atau Ontoloe sangat penting bagi distribusi dan kelimpahan populasi *V. komodoensis*. Zona hutan bakau di Pulau Besar yaitu zona middle dan zona di Pulau Ontoloe yaitu zona middle dan zona upper. Ketersediaan vegetasi di ekosistem hutan bakau di Pulau Besar dan Pulau Kecil didominasi oleh *R. mucronata*. Pohon *R. mucronata* penting di Pulau Ontoloe sebab di ujung batang menjadi habitat *Cynoptera* sp., sebagai pakan *V. komodoensis*. Ketersediaan sabana di hutan sabana di Pulau Besar menjadi sumber makanan rusa, sebagai pakan bagi *V. komodoensis*. Ketersediaan sabana terjaga oleh pembakaran sabana berskala kecil. Larangan pembakaran sabana oleh pemerintah mengusik ketersediaan sabana di Pulau Besar. Sebaliknya di Pulau Kecil, tidak ada pembakaran sabana berskala kecil di hutan sabana menimbulkan ancaman invasi oleh semak *L. camara*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Prof. Dr. Tjut Sugandawaty Djohan, M.Sc., dan Prof. Dr. Su Ritohardoyo, MA., atas bimbingan, pencerahan dan kesabaran selama proses persiapan, penelitian dan penulisan hasil penelitian. Penelitian ini didukung oleh bantuan dana dari Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP). Terima kasih kepada Kakak Ariefiandy, M.Sc., Krisni Suhastiningsih, M.Sc., dan Aji A. Akbar, M.Sc., atas bantuan material dan kritikan untuk penulisan laporan. Terima kasih kepada Pak Yono dan Pak Tukijan dari Lab. Konservasi Biologi UGM atas bantuan penggunaan alat, rekan-rekan yang sudah membantu pembuatan tabel analisis dan dukungan semangat: Dawam, Jhon, Rifky, Arum, Nika, Ira. Saya juga mengucapkan terima kasih atas dukungan yang tiada henti oleh kedua orang tua: Bapak David B. Blegur dan Mama Bernadetha E. Fernandez, kepada semua adik tercinta: Mariana, Natalia, Ebenhaezer, Samu dan sahabat terkasih Sarci serta semua keponakan: Dev, Amy, Kyara, Sania, Ira, Rimba.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, A. (2011). *Rahasia Ekosistem Hutan Bukit*

- Kapur. Surabaya: Brillian International
- Auffenberg, W. (1981). *The Behavioral Ecology of the Komodo Monitor*. Gainesville: University Presses of Florida.
- Barbour, M.G, J.H. Burk dan W.D. Pitts. (1986). *Terrestrial Plant Ecology*, 2nd Ed. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Brewer, J.E dan J. H. Zar. (1984). *Field and laboratory methods for general ecology* 2nd. Dubuque: Wm. C. Brown Publ.
- Ciofi, C., dan M. E. de Boer. (2004). Distribution and Conservation of the Komodo Monitor (*Varanus komodoensis*). *Herpetological* 14: 99 – 107.
- Djohan, T. S., (2014). *Petunjuk Praktikum Ekologi Lanjut Biologi*. Laboratorium Ekologi dan Konservasi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Fakultas. Yogyakarta.
- de Garine-Wichatitsky, M., Y. Soubeyran, D. Maillard dan P. Duncan. (2005). The diets of introduced rusa deer (*Cervus timorensis russa*) in a native sclerophyll forest and a native rainforest on New Caledonia. *New Zealand Journal of Zoology* 32: 117 – 126.
- Fuping, Z., P. Wanxia, S. Tongqing, W. Kelin, W. Haiyong, S. Xijuan dan Z. Zhaoxia. (2007). Changes in vegetation after 22 years' natural restoration in the karst disturbed area in northwestern Guangxi, China. *Acta Ecologica Sinica* 27: 5110-5119.
- Ginatra, K., S. Putra, W. Suarna dan W. Kasa. (2014). Botanical Composition of forage by Timor Deer (*Cervus timorensis* Blainville) in A Monsoon Forest and Savanna of West Bali National Park. *International Journal of Pure & Applied Bioscience* 2(5): 205-213.
- Harlow, H.J., D. Purwandana, T.S. Jessop, dan J. A. Phillips. (2010). Body temperature and thermoregulation of Komodo dragons in the field. *Thermal Biology* 35: 338-347.
- Hidayatullah, M. (2013). *Pemanfaatan Mangrove oleh Masyarakat di Nusa Tenggara Timur*. *Warta Cendana* Ed. VI No 2:9-15.
- IUCN. (2004). *A Global Species Assessment*. Cambridge: Thanet Press Limited.
- IUCN. (2008). *World Heritage Caves and Karst: A Thematic Study*. Switzerland: IUCN Programme on Protected Areas.
- Jessop, T.S., J. Sumner, H. Rudiharto, D. Purwandana, M.J. Imansyah dan J.A. Phillips. (2004). Distribution, use and selection of nest type by Komodo Dragons. *Biological Conservation* 117: 463 – 470.
- Kitamura, S., C. Anwar, A. Chaniago dan S. Baba. (1997). *Handbook of Mangrove in Indonesia: Bali & Lombok*. Denpasar: Penerbit Jaya Abadi.
- Krebs, C.J. (2009). *Ecology*, 6th Ed. St. Fransisco: Pearson Education, Inc.
- Liu, C.C., Y.G. Liu, D.Y. Fan and K. Guo. (2012). Plant drought tolerance assessment for re-vegetation in

- heterogeneous karst landscape of southwestern China. *Flora* 207: 30-38.
- Lu, X., H. Toda, F. Ding, S. Fang, W. Yang dan H. Xu. (2014). Effect of vegetation types on chemical and biological properties of soils of karst ecosystems. *European Journal of Soil Biology* 61: 49-57.
- MacArthur, R.H., dan E.O. Wilson. (1963). An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. *Evolution* 17 (4): 373-387.
- Mitsch, W.J dan J.G. Gosselink. (2000). *Wetland* 3rd edition. Kanada: John Wiley & Sons, Inc.
- Muller – Dumbois, D., dan Ellenberg. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Ouwens, P.A. (1912). On a large Varanus species from the island of Komodo. *Buletin Jardin Botanic Buitenzorgi* 6: 1-3.
- Primack, R.B., J. Supriatna, J. Indrawan, dan P. Kramadibrata. (1998). *Biologi Konservasi*. Jakarta: Penerbit Yayasan Obor Indonesia.
- Pritekel, C., A. Whittemore-Olson, N. Snow, dan J.C. Moore. (2006). Impacts from Invasive Plant Species and Their Control on the Plant Community and Belowground Ecosystem at Rocky Mountain National Park, USA. *Applied Soil Ecology* 32:132-141.
- UNEP-CITES. (2013). *Appendices I, II and III*. Switzerland: International Environment House.
- Iani, R.A.G., R.R. Rodrigues, T.E. Dowson, H. Lambers, dan R.S. Oliveira. (2014). Soil pH Accounts Differences in Species Distribution and Leaf Nutrient Concentration of Brazilian Woodland Savannah and Seasonally Dry Forest Species, Perspective in Plant Ecology. *Evolution and Systematics* 16:64-74.
- Walker, L.R., dan S.D. Smith. (1997). Impacts of Invasive Plants on Community and Ecosystem Properties. In Luken, J.O., dan J.W. Thieret, *Assessment and Management Plant Invasions*. New York: Penerbit Springer, p: 69-86.
- Walter, H. (1971). *Ecological of Tropical and Subtropical Vegetation*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 207-265 pp.
- Xiangkuna, Q., W. Kelina and Z. Chunhua. (2013). Effectiveness of ecological restoration projects in a karst region of southwest China assessed using vegetation succession mapping. *Ecological Engineering* 54: 245-253.
- Yuan, W., Y.L. Fei, Z.J. Chi, Y.Y. Chun and D.L. Deanglis. (2011). Relationship between vegetation restoration and soil microbial characteristics in degraded karst regions: a case study. *Pedosphere* 21: 132-138.
- Zhu, H., X. He, K. Wang, Y. Su dan J. Wu. (2011). Interactions of vegetation succession, soil biochemical properties and microbial communities in a karst ecosystem. *European Journal of Soil Biology* 51: 1-7.