

**SISTEM PERAKARAN BIDARA LAUT (*Strychnos lucida* R.Br.)
UNTUK PENGENDALIAN TANAH LONGSOR
(*Strychnos lucida* R.Br. Root System for Landslide Control)**

Oleh/By :

Ogi Setiawan¹, Budi Hadi Narendra²

Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan kayu, Jl. Dharma Bhakti No. 7
Desa langko, Kec. Lingsar, Lombok Barat. Email : o_setiawan@yahoo.com

² Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi Hutan. Jl. Gunung Batu No. 5,
Bogor.

ABSTRACT

One of potential Non Timber Forest Products (NTFPs) in West Nusa Tenggara and Bali is Strychnos lucida R.Br. which is used for medicinal purposes. The species is also potential to use in land rehabilitation of dry land where it offers an additional benefit of landslide control. Part of the plant which has important role in landslide control is root system. Therefore this study aimed to investigate the Strychnos lucida root system in landslide control. The study was held in Bali Barat National Park. Root characteristics observed in the study were the penetration position in the soil, root architecture, and Index of Roots Anchoring (IRA) and Index of Roots Binding (IRB). The result showed that Strychnos lucida root was able to penetrate into deep soil layer and had R-tipe root architecture which can increase shear resistance of soil. Value of IRA and IRB indicated the species had a more vertical roots in every growth stage and a high enough horizontal roots. Based on its root characteristics, Strychnos lucida was able to decrease landslide risk, especially shallow and surface landslide.

Keywords: Strychnos lucida R.Br., root system, landslide

ABSTRAK

Salah satu Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) potensial di wilayah Nusa Tenggara Barat dan Bali adalah bidara laut (Strychnos lucida R.Br.) yang digunakan sebagai sumber bahan obat. Bidara laut juga berpotensi untuk dipergunakan pada kegiatan rehabilitasi lahan di daerah kering karena mempunyai potensi manfaat dalam pengendalian tanah longsor. Bagian tanaman yang mempunyai peran penting dalam penanganan tanah longsor adalah sistem perakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem perakaran bidara laut dalam pengendalian tanah longsor. Penelitian ini dilaksanakan di Taman Nasional Bali Barat (TNBB) sebagai habitat bidara laut di Bali. Karakteristik perakaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah, arsitektur akar, serta Indeks Jangkar Akar (IJA) dan Indeks Cengkeram Akar (ICA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa akar bidara laut mampu menembus lapisan tanah dalam dan mempunyai arsitektur perakaran tipe-R. Tipe arsitektur akar ini mampu meningkatkan kuat geser tanah. Nilai IJA dan ICA bidara laut menunjukkan bahwa tanaman ini mempunyai akar vertikal yang relatif besar dan akar horizontal yang relatif cukup. Berdasarkan karakteristik akarnya, bidara laut dapat mengurangi resiko terjadinya tanah longsor, khususnya tanah longsor dangkal atau permukaan.

Kata kunci : Bidara laut, sistem perakaran, tanah longsor

I. PENDAHULUAN

Salah satu Hasil Hutan Bukan kayu (HHBK) yang mempunyai potensi untuk dikembangkan adalah HHBK penghasil bahan obat-obatan. Hal ini dikarenakan produk HHBK sumber bahan obat mempunyai pasar yang sangat potensial. Di wilayah regional Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Bali, salah satu tanaman obat yang potensial adalah bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.) sinonim *Strychnos ligustrina* Blume. (Gambar 1). Di NTB penduduk lokal mengenal bidara laut dengan nama "songga" dan di Bali dengan nama kayu "pait". Bidara laut, secara tradisional banyak digunakan untuk mengobati beberapa penyakit diantaranya malaria, demam, penyakit kulit, gangguan sirkulasi darah, meredakan rasa sakit, merangsang sistem syaraf dan menambah nafsu makan (Waluyo dan Marlina, 1992; Sugiarto, 1992). Zat aktif yang terkandung dalam bidara laut adalah strychnine, loganin, brusin, tannin and steroid (Waluyo dan Marlina, 1992; Itoh *et al.*, 2006). Bagian tanaman yang digunakan sebagai bahan obat adalah batang, kulit dan buah.

Penyebaran jenis bidara laut cukup luas, mulai dari Australia sampai dengan Asia Tenggara serta daerah-daerah yang merupakan penyebaran flora malesiana. Heyne (1987) menjelaskan lebih lanjut bahwa bidara laut di Indonesia banyak terdapat di pulau Flores dan pulau-pulau sekitarnya. Berdasarkan penelitian penyebaran bidara laut di NTB (BPK Mataram, 2011), penyebaran tanaman ini di NTB terpusat di Kabupaten Dompu dan Bima. Di pulau Bali, penyebaran bidara laut terkonsentrasi di wilayah bagian Barat. Hasil analisis kondisi tempat tumbuh bidara laut, menunjukkan bahwa jenis ini mampu hidup pada daerah dengan ketinggian tempat 15 – 300 mdpl; tipe iklim D, E dan F; curah hujan tahunan 428-1622 mm/tahun; suhu udara 27°C – 30°C; kelembaban 68% - 78%; dan bulan basah rata-rata 3-5. Bidara laut juga mampu hidup pada lahan yang secara fisik cukup berat dan kondisi tanah dengan kandungan C-organik dan N rendah; unsur P didominasi tingkat sangat rendah; unsur K yang tinggi; KTK yang tinggi dan kation tanah mulai dari sangat rendah sampai sangat tinggi (BPK Mataram, 2011).



Gambar 1. Tanaman Bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.)
Figure 1. Strychnos lucida R.Br. plant

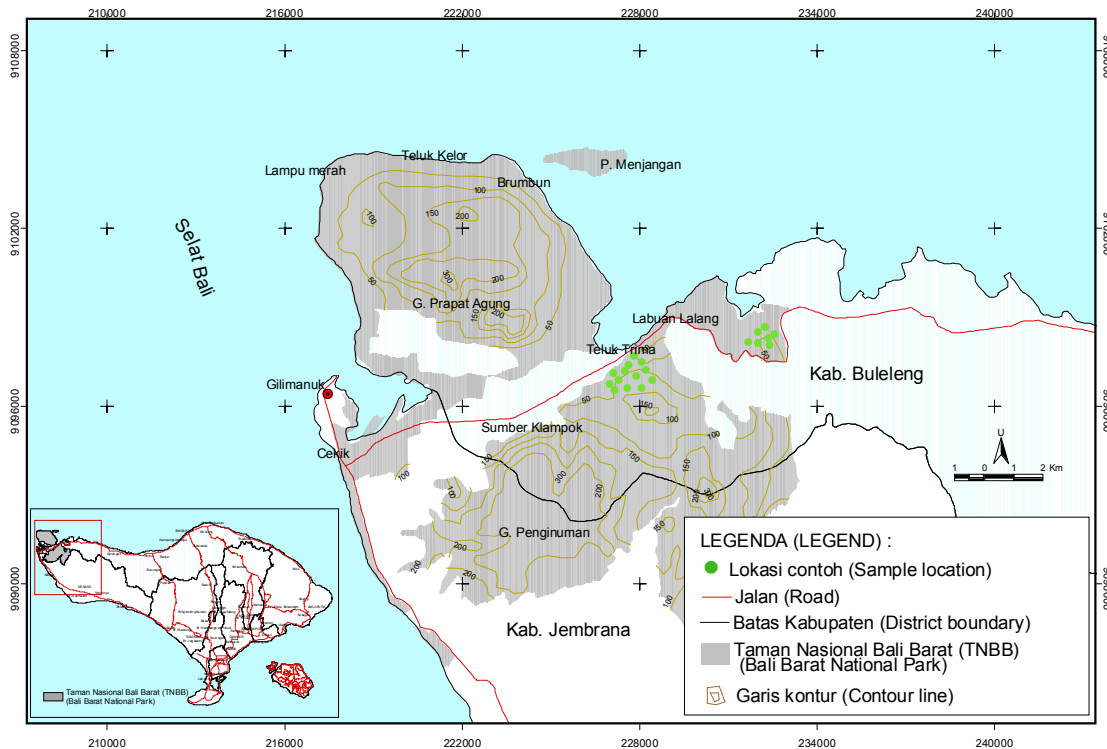
Pada saat ini kelestarian bidara laut di alam semakin terancam. Hal ini disebabkan permintaan bidara laut untuk berbagai keperluan baik yang bersifat *subsisten* maupun komersial relatif tinggi. Seperti halnya tanaman obat lain di hutan Indonesia, ketersediaan jenis bidara laut semakin menurun karena adanya kegiatan konversi hutan dan degradasi hutan (Caniago dan Siebert, 1998). Hasil analisis potensi jenis bidara laut di kabupaten Bima dan Dompu juga menunjukkan potensi yang relatif kecil untuk tanaman dengan diameter batang lebih dari atau sama dengan 10 cm (BPK Mataram, 2011). Di sisi lain, permintaan kayu bidara laut untuk berbagai keperluan relatif tinggi sementara kegiatan budidaya di masyarakat masih terbatas.

Bidara laut mempunyai potensi untuk digunakan dalam kegiatan rehabilitasi pada daerah beriklim kering. Hal ini didasarkan pada kondisi tempat tumbuhnya yang hampir sama dengan kondisi lahan-lahan marjinal di daerah kering, serta adanya peluang pasar yang cukup menjanjikan. Namun demikian, tanaman yang akan digunakan pada kegiatan rehabilitasi selain mempunyai manfaat secara ekonomi juga harus memberikan manfaat secara ekologi diantaranya melindungi lahan dari longsor. Sistem perakaran dengan karakteristiknya seperti kerapatan akar, jumlah akar, kedalaman akar, pola percabangan akar, sudut kemiringan akar dan diameter akar akan mempengaruhi proses tanah longsor (Reubens *et.al.*, 2007). Oleh sebab itu pengetahuan tentang karakteristik sistem perakaran jenis bidara laut menjadi penting

untuk diketahui sehingga akan diperoleh peran potensial akar jenis ini dalam pengendalian longsor. Sidik cepat untuk mengetahui peran perakaran jenis-jenis tanaman yang akan digunakan dalam rehabilitasi juga diperlukan. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem perakaran Bidara laut dalam pencegahan longsor berdasarkan karakteristik perakaran.

II. METODE PENELITIAN

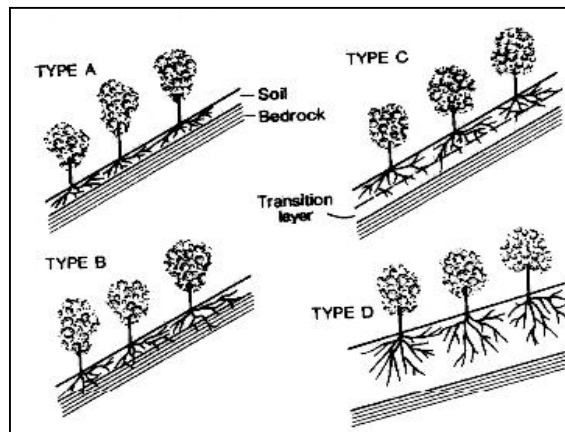
Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Taman Nasional Bali Barat (TNBB) sebagai habitat bidara laut di Bali (Gambar 2). Pada bulan Juli 2011 telah dipilih 20 tanaman contoh pada tiap tahap pertumbuhan yaitu semai (tinggi < 1,5 m), pancang (diameter < 10 cm, tinggi > 1,5 m), tiang (diameter 10 – 20 cm) dan pohon (diameter > 20 cm). Masing-masing tanaman contoh digali dan diekspose perakarannya untuk diamati dan diukur dimensinya sesuai variabel yang digunakan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah karakteristik perakaran yang terdiri dari : 1) posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah, 2) arsitektur perakaran, dan 3) Indeks Jangkar Akar (IJA) dan Indeks Cengkeram Akar (ICA).



Gambar 2. Lokasi penelitian di Taman Nasional Bali Barat (TNBB)

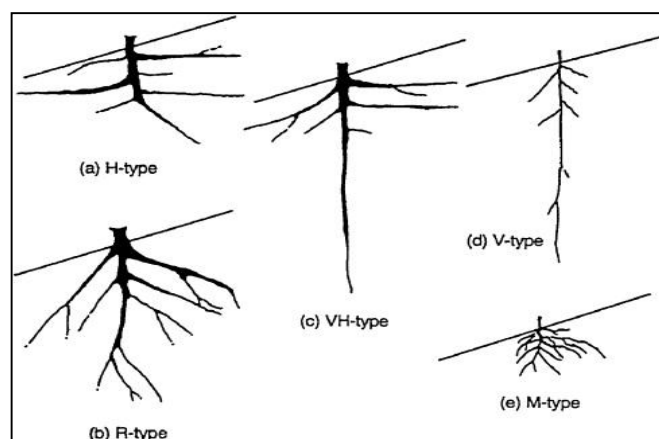
Figure 2. Research location in Bali Barat National Park

Posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah untuk tiap contoh tanaman diamati secara visual dan diklasifikasikan berdasarkan tipe penetrasi yang dikemukakan oleh Sotir dan Gray (1996). Adapun tipe penetrasi akar tersebut adalah 1) tipe A dimana akar tanaman hanya menembus *top soil* saja, 2) tipe B, akar tanaman sudah mencapai tanah asli sehingga penjangkaran akan lebih kuat, 3) tipe C, akar tanaman menembus dua lapisan tanah, dan 4) tipe D, mirip dengan tipe A tetapi dengan *top soil* yang lebih tebal (Gambar 3).



Gambar 3. Tipe posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah (Sotir dan Gray, 1996)
Figure 3. Types of position of root penetration in the soil layer (Sotir and Gray, 1996)

Pada saat pengamatan posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah, juga dilakukan pengamatan arsitektur akar berdasarkan pola percabangannya. Pada penelitian ini arsitektur akar dikelompokkan berdasarkan pengelompokan yang dikemukakan oleh Yen (1987) yaitu tipe-VH, tipe-H, tipe-V, tipe-R dan tipe-M (Gambar 4).



Gambar 4. Arsitektur akar yang dikemukakan oleh Yen (1987)
Figure 4. Root architecture proposed by Yen (1987)

Variabel lainnya yang diamati dalam penelitian ini adalah IJA dan ICA. IJA merupakan perbandingan diameter akar-akar vertikal dan diameter batang, sedangkan ICA adalah perbandingan antara diameter akar-akar horizontal dan diameter batang (Hairiah *et.al.*,2008). Setiap contoh tanaman diukur diameter akar horizontal, akar vertikal dan diameter batang. Suatu akar diklasifikasikan sebagai akar horizontal apabila sudut antara akar dan bidang vertikal lebih dari atau sama dengan 45⁰, sedangkan apabila kurang dari 45⁰ diklasifikasikan sebagai akar vertikal. Diameter akar, baik horizontal maupun vertikal, diukur pada jarak 1 cm dari pangkal akar tersebut. Diameter batang tanaman contoh diukur pada ketinggian 130 cm untuk tingkat pohon dan tiang, 25 cm dari dasar akar untuk tingkat pancang dan 10 cm dari dasar akar untuk tingkat semai. Adapun formula yang digunakan untuk menentukan IJA dan ICA adalah :

$$IJA = \frac{\sum d_v^2}{\sum db^2} \quad \text{dan} \quad ICA = \frac{\sum d_h^2}{\sum db^2} \quad (1)$$

dimana :

- IJA : Indeks Jangkar Akar (*Index Root Anchoring*)
- ICA : Indeks Cengkeram Akar (*Index Root Binding*)
- d_v : diameter akar vertikal (*vertical root diameter*)
- d_h : diameter akar horizontal (*horizontal root diameter*)
- db : diameter batang (*stem diameter*)

Berdasarkan nilai IJA dan ICA, selanjutnya dikelaskan berdasarkan kategori yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Indeks Jangkar Akar (IJA) dan Indeks Cengkeram Akar (ICA) (Hairiah, *et.al.*, 2008)

Table 1. Classification of Index Root Anchoring (IRA) and Index Root Binding (IRB) (Hairiah, *et.al.*, 2008)

Kelas (<i>Class</i>)	IJA (<i>IRA</i>)	ICA (<i>IRB</i>)
Rendah (<i>Low</i>)	< 0,1	< 1,5
Sedang (<i>Moderate</i>)	0.1 – 1,0	1.5 – 3,5
Tinggi (<i>High</i>)	> 1,0	> 3,5

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penetrasi akar dalam lapisan tanah

Peran vegetasi dalam pengendalian tanah longsor sangat penting. Akar vegetasi mampu menambah kuat geser tanah sehingga stabilitas lereng akan bertambah dan pada akhirnya akan mampu mengurangi resiko terjadinya tanah longsor. Salah satu karakteristik perakaran yang penting dalam hubungannya dengan pengendalian tanah longsor adalah penetrasi akar dalam lapisan tanah. Akar vertikal dan akar horizontal yang mampu menembus lapisan tanah lebih dalam akan memberikan kenaikan stabilitas lereng, khususnya tipe tanah longsor dangkal. Peran akar ini akan lebih efektif apabila akar tersebut memotong bidang longsor potensial (Hardiyatmo, 2006).

Hasil pengamatan di lokasi penelitian terhadap tanaman bidara laut menunjukkan bahwa pada tingkat semai dan pancang bidara laut mampu menembus lapisan *top soil* saja (tipe A) dengan kondisi lapisan tanah yang tipis. Pada kondisi ini peran bidara laut pada tingkat semai dan pancang dalam pengendalian tanah longsor relatif tidak besar. Perakaran tidak mampu menembus lapisan tanah yang lebih padat atau *interface* batuan dasar, sehingga pengaruh akar terhadap stabilitas lereng relatif kecil (Shield dan Gray 1993 dalam Hardiyatmo 2006). Pada tingkat tiang dan pohon, akar bidara laut mampu menembus sampai dua lapisan tanah (Tipe C). Akar yang mampu menembus lapisan permukaan sampai dengan lapisan tanah kuat di bawahnya akan menambah kuat geser tanah sesuai kedalamannya. Reubens *et.al.* (2007), juga menyatakan bahwa akar yang menembus lapisan tanah dalam akan memberikan kekuatan geser dan efek lengkung (*bending*) yang baik. Hal ini tentunya akan memberikan dukungan terhadap lapisan tanah di atasnya serta cukup efektif dalam pengendalian tanah longsor dangkal.

B. Arsitektur perakaran

Arsitektur perakaran pada intinya adalah bentuk keseluruhan atau morfologi akar. Faktor genetik dan lingkungan merupakan kondisi yang mempengaruhi arsitektur perakaran suatu jenis tanaman. Kontribusi akar dalam proses pergeseran tanah dipengaruhi oleh pergerakan tegangan dalam akar. Konsekuensinya, arsitektur perakaran akan mempengaruhi peningkatan kekuatan geser yang diberikan oleh akar. Karakteristik akar yang dapat digunakan untuk menggambarkan arsitektur perakaran diantaranya adalah pola percabangan (Reubens *et.al.*, 2007).

Berdasarkan hasil pengamatan, perakaran bidara laut mempunyai arsitektur tipe-R menurut klasifikasi Yen (1987). Akar lateral, yaitu akar-akar yang terpusat pada akar sentral dengan orientasi horizontal, pada umumnya tumbuh melebar dan akar utama tumbuh secara diagonal.



Gambar 5. Arsitektur perakaran Bidara laut pada tingkat semai, pancang, tiang dan pohon (kiri-kanan)

Figure 5. Root architecture of Strychnos lucida R.Br. for seedling, sapling, pole and tree (left to right)

Arsitektur perakaran tipe-R merupakan tipe yang paling efektif dalam meningkatkan kekuatan geser tanah. Hasil penelitian Fan dan Yu-wen (2010) terhadap lima jenis tanaman dengan arsitektur perakaran yang berbeda menunjukkan bahwa tipe-R memberikan peningkatan kuat geser yang paling besar bila dibandingkan dengan tipe lainnya. Efisiensi arsitektur perakaran tipe-R dalam meningkatkan kuat geser mencapai 56% dari tipe lainnya. Pada umumnya akar horizontal dan vertikal pada tipe-R tumbuh dengan baik, dimana akar vertikal merupakan orientasi akar yang paling efisien dalam peningkatan kuat geser tanah. Meskipun klasifikasi arsitektur perakaran yang dikemukakan Yen (1987) sangat sederhana, namun hal ini dapat digunakan sebagai dasar yang baik untuk identifikasi perakaran berbagai jenis terutama pada proses pemilihan tanaman untuk rehabilitasi.

C. Indeks Jangkar Akar (IJA) dan Indeks Cengkeram Akar (ICA)

Nilai IJA dan ICA pada dasarnya dapat digunakan untuk menggambarkan distribusi perakaran satu jenis tanaman. Kondisi perakaran vertikal dari suatu jenis didekati dengan nilai IJA dan perakaran horizontal dengan nilai ICA. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, pada Tabel 2 disajikan nilai IJA dan ICA jenis bidara laut.

Tabel 2. Nilai Indeks Jangkar Akar (IJA) dan Indeks Cengkeram Akar (ICA) Bidara laut
Table 2. Index Root Anchoring (IRA) and Index Root Binding (IRB) of Strychnos lucida R.Br.

Tingkat (Stage)	IJA (IRA)		ICA (IRB)	
	Rata-rata (SD) (Average (SD))	Kategori* (Category*)	Rata-rata (SD) (Average (SD))	Kategori* (Category*)
Semai (Seedling)	1,45 (0,15)	Tinggi (High)	1,09 (0,63)	Rendah (Low)
Pancang (Sapling)	1,78 (0,75)	Tinggi (High)	2,87 (1,28)	Sedang (Moderate)
Tiang (Pole)	1,76 (0,41)	Tinggi (High)	1,54 (0,56)	Sedang (Moderate)
Pohon (Tree)	1,81 (0,27)	Tinggi (High)	1,58 (0,46)	Sedang (Moderate)

Keterangan (Remark): * = sumber (Source) Hairiah *et. al.* (2008)
 SD = Standar deviasi (Standard Deviation)

Pada Tabel 2, bidara laut mempunyai nilai IJA dengan kategori tinggi pada tiap tingkat pertumbuhan, sedangkan untuk nilai ICA termasuk kategori sedang untuk tingkat pancang, tiang dan pohon serta rendah pada tingkat semai. Secara umum hal ini menunjukkan bahwa bidara laut mempunyai akar vertikal yang relatif besar dan akar horizontal yang relatif cukup. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanaman ini mempunyai peran yang potensial dalam stabilisasi lereng sehingga akan mengurangi resiko terjadinya tanah longsor. Abe dan Ziemer (1991) menjelaskan bahwa akar-akar horizontal yang menyebar di lapisan permukaan tanah akan mencengkram tanah dan akar-akar vertikal sebagai jangkar akan menopang tegaknya pohon sehingga tidak mudah tumbang oleh adanya pergerakan massa tanah. Di sisi lain, lereng pada umumnya akan lebih stabil apabila ditutupi oleh vegetasi dengan akar yang mampu menembus lapisan tanah dalam. Besarnya kerapatan akar pada lapisan permukaan juga penting untuk menurunkan kandungan air tanah dan meningkatkan ketahanan geser tanah yang pada akhirnya dapat mengurangi resiko terjadinya longsor (Hairiah *et. al.*, 2008; Ali, 2010).

D. Implikasi

Vegetasi dengan sistem perakarannya mempengaruhi stabilitas lereng melalui peningkatan kuat geser tanah yang dapat mengurangi terjadinya tanah longsor. Peningkatan kuat geser ini tergantung pada karakteristik akar diantaranya distribusi akar yang dapat didekati dengan bagaimana posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah dan kondisi akar vertikal dan horizontal, serta pola percabangan akar. Berdasarkan karakteristiknya, akar bidara laut mempunyai peran yang potensial dalam penanganan tanah longsor. Pada umumnya tanaman kayu-kayuan mempunyai akar yang kuat dan dalam sehingga berpengaruh besar dalam meningkatkan kekuatan tanah untuk menahan gerakan. Namun demikian, peran akar dalam pengendalian tanah longsor hanya efektif untuk kejadian tanah longsor dangkal (<3m) atau permukaan (Hairiah *et.al.*, 2008; Bruijnzeel, 2004). Kejadian tanah longsor dalam lebih dipengaruhi oleh kondisi geologi dan iklim.

Pemanfaatan bidara laut untuk penanggulangan tanah longsor dalam rangka rehabilitasi lahan dapat dimanfaatkan baik di bagian atas, tengah atau bawah lereng. Pada bagian atas atau bawah lereng, penetrasi akar yang dalam serta akar horizontal yang menyebar merupakan sistem perakaran yang cukup ideal untuk melindungi lereng dari gerakan tanah. Pada bagian tengah lereng, akar vertikal yang berada di bagian bawah batang (*tap roots*) akan memberikan kekuatan geser tanah yang lebih baik dan bila kedalamannya cukup dapat mencapai permukaan batuan dasar (Norris *et.al.*, 2008).

Adanya kegiatan penanaman Bidara laut pada lereng juga mempunyai potensi dampak yang merugikan. Greenway (1987) dalam Hardiyatmo (2006) menyatakan bahwa secara mekanis berat pohon akan membebani lereng, menambah komponen gaya normal dan gaya ke bawah lereng serta dapat menimbulkan gaya dinamik ke lereng akibat angin. Untuk mengurangi pengaruh merugikan tersebut dapat dilakukan tebang-pangkas. Tebang-pangkas merupakan metode penebangan dan pemangkasan pohon yang dapat menghasilkan batang-batang baru dari tonggak sisa penebangan atau batang sisa pemangkasan (Hardiyatmo, 2006).

IV. KESIMPULAN

Posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah, arsitektur akar dan nilai IJA dan ICA dapat digunakan sebagai parameter dalam sidik cepat pemilihan tanaman untuk kegiatan rehabilitasi lahan dalam rangka pengendalian tanah longsor. Hasil

pengamatan menunjukkan akar bidara laut mampu menembus lapisan tanah dalam, mempunyai arsitektur akar tipe-R dan nilai IJA yang tinggi dan ICA sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa bidara laut mempunyai akar yang mampu memperkuat tanah sehingga meningkatkan kuat geser tanah dan pada akhirnya dapat mengurangi resiko terjadinya tanah longsor, khususnya longsor dangkal atau permukaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Lesi Tresnawati dan Mansyur sebagai teknisi, serta staf Balai Taman Nasional Bali Barat (TNBB) yang telah membantu dalam proses pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, K. and R. R. Ziemer, 1991. "Effect of tree roots on shallow-seated land slides", USDA forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GT 130, hal : 11-20.
- Ali, F. 2010. Use of vegetation for slope protection: Root mechanical properties of some tropical plants. *International Journal of Physical Sciences* Vol.5(5), hal : 496-506.
- BPK Mataram. 2011. Kajian Potensi Tegakan dan Sebaran Songga di NTB. Laporan Hasil Penelitian. BPK Mataram. Tidak dipublikasikan.
- Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests : Not seeing the soil for the trees? . *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104. Elsevier, hal : 185-228.
- Caniago, I. and S.F.Siebert. 1998. Medicinal plant ecology, knowledge and conservation in Kalimantan, Indonesia. *Economic Botany* 52(3), hal : 229-250
- Fan, C. and Yu-wen Chen. 2010. The effect of root architecture on the shearing resistance of root permeated soil. *Ecological Engineering*. Vol.36, issue 6, hal : 813-826.
- Hardiyatmo, H.C. 2006. Penanganan tanah longsor dan Erosi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hal : 308-319.
- Hairiah, K., Widiyanto dan Didik Suprayogo. 2008. Adaptasi dan Mitigasi Pemanasan Global : Bisakah agroforestri mengurangi resiko longsor dan emisi gas rumah kaca. Kumpulan makalah INAFE. UNS. Surakarta.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III. Badan Litbang Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Itoh, A., Y.Tanaka, N. Nagakura, T. Nishi and T. Tanahashi. 2006. A quinic acid ester from *Strychnos lucida*. *J.Nat.Med* 60, hal : 146-148

- Norris, J.E., A. Stokes, S.B. Mickovski, E. Cammeraat, R. van Beek, B.C. Nicoll and A. Achim. 2008. *Slope Stability and Erosion Control: Ecotechnological Solutions*, Springer.
- Reubens, B., J. Poesen, F. Danjon, G. Geudens and B. Muys. 2007. The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: a review. *Trees*, 21, hal : 385–402.
- Sotir, R.B., and Gray, D.H. 1996. *Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization*. John Wiley & Son Inc, New York.
- Sugiarso, N.C. 1992. Profil aktifitas farmakologi dari kayu Bidara Laut. Seminar Pokjanas III. Dirjen POM. Jakarta. Hal : 34.
- Waluyo dan Marlana. 1992. Identifikasi dan pemeriksaan paramater farmakognosi dari kayu Bidara Laut. Seminar Pokjanas III. Dirjen POM. Jakarta. Hal : 25.
- Yen,C.P. 1987. Tree root patterns and erosion control. *Proceedings of the International Workshop on Soil Erosion and its Countermeasures*. Soil and Water Conservation Society of Thailand, Bangkok.