

## **EFFECT OF INTERCEPTION, EVAPOTRANSPIRATION AND ROOT REINFORCEMENT OF PLANTS ON SLOPE STABILITY**

### **EFEK INTERSEPSI, EVAPOTRANSPIRASI DAN PENGUATAN AKAR TANAMAN TERHADAP STABILITAS LERENG**

**Euthalia Hanggari Sittadewi<sup>1</sup> dan Iwan G. Tejakusuma<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana – TPSA - BPPT  
Gedung BPPT Lantai 12, Jl. M. H. Thamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340  
e-mail: sittadewi57@gmail.com

#### **Abstract**

*The ability of plants to carry out the functions of interception, evapotranspiration and root reinforcement provides an effective and contributes to an increase in slope stability. Canopy has a role in the process of interception related to the reduction of amount the infiltrated water and the rapid fulfillment of soil moisture. Through the evapotranspiration mechanism, plants can reduce pore water pressure in the soil so that the trigger force for landslides can be reduced and the soil will be more stable. The roots mechanically strengthen the soil, through the transfer of shear stresses in the soil into tensile resistance in the roots. Roots also bind soil particles and increase surface roughness, thereby reducing the process of soil displacement or erosion. There is a positive relationship between the density of the tree canopy with the value of rainfall interception, evapotranspiration with a decrease in pore water pressure in the soil and the ability of root anchoring and binding with an increase in soil shear strength, indicating that the function of interception, evapotranspiration and strengthening of plant roots have a positive effect on increasing slope stability. Plants selection that considers the level of interception, the rate of evapotranspiration and root reinforcement by adjusting environmental and slopes conditions will determine the success of slope stabilization efforts by vegetative methods.*

**Keywords :** *interception, evapotranspiration, root reinforcement, slope stabilization.*

#### **Abstrak**

Kemampuan tanaman dalam melakukan fungsi intersepsi, evapotranspirasi dan penguatan akar memberikan efek dan kontribusi terhadap peningkatan stabilitas lereng. Tajuk atau kanopi tanaman mempunyai peranan penting dalam proses intersepsi yang berkaitan dengan pengurangan jumlah air yang terinfiltrasi dan penjumlahan lengas tanah secara cepat. Melalui mekanisme evapotranspirasi, tanaman dapat mengurangi tekanan air pori dalam tanah sehingga gaya pemicu longsor dapat berkurang dan tanah akan lebih stabil. Akar secara mekanis memperkuat tanah, melalui transfer tegangan geser dalam tanah menjadi tahanan tarik dalam akar. Akar juga mengikat partikel tanah dan menambah kekasaran permukaan sehingga mengurangi proses perpindahan tanah atau erosi. Adanya hubungan positif antara kerapatan kanopi pohon dengan nilai intersepsi curah hujan, evapotranspirasi dengan penurunan tekanan air pori dalam tanah serta kemampuan jangkar dan cengkeram akar dengan peningkatan kuat geser tanah, menunjukkan bahwa fungsi intersepsi, evapotranspirasi dan penguatan akar tanaman memberikan efek positif terhadap peningkatan stabilitas lereng. Pemilihan tanaman yang mempertimbangkan tingkat intersepsi, laju evapotranspirasi dan penguatan akar dengan menyesuaikan kondisi lingkungan dan lereng akan menentukan keberhasilan usaha stabilisasi lereng dengan metode vegetatif.

**Kata Kunci :** intersepsi, evapotranspirasi, penguatan akar, stabilisasi lereng.

## 1. PENDAHULUAN

Vegetasi pada dasarnya berkontribusi terhadap penguatan tanah, khususnya pada lereng curam yang rentan terhadap erosi dan tanah longsor dangkal. Fungsi vegetasi secara signifikan dapat mengendalikan proses, baik yang ada di atas maupun di bawah tanah seperti intersepsi, evapotranspirasi, agregasi tanah dan penguatan akar, yang tentunya berkorelasi dengan pertumbuhan tanaman (Graf *et al*, 2019). Air hujan yang jatuh di atas tanaman tidak langsung sampai ke permukaan tanah untuk berubah menjadi aliran permukaan (*surface runoff*). Saat hujan turun, beberapa tetes air langsung melewati dedaunan dan celah di antara cabang-cabang untuk mencapai tanah, air yang turun secara demikian disebut terjun bebas, sementara tetesan hujan yang dicegat oleh daun atau cabang dan disimpan sementara di permukaannya, akhirnya menguap setelah curah hujan berhenti (Xiao dan Mc Pherson, 2016) dan proses tersebut dinamakan intersepsi (Xiao *et al*, 2000).

Asdak (2004) mengatakan bahwa bagian air hujan yang tidak pernah sampai permukaan tanah, melainkan ter evaporasi kembali ke atmosfer (dari tajuk dan batang) selama dan setelah berlangsungnya hujan disebut sebagai air intersepsi (*interception loss*). Proses intersepsi dipengaruhi oleh jumlah, arah, intensitas, dan pola hujan. Besarnya air hujan yang terintersepsi merupakan fungsi dari karakteristik tanaman yaitu jenis, umur, dan kerapatan tanaman serta musim pada tahun yang bersangkutan. Dalam kaitannya dengan proses intersepsi atau mengendalikan jumlah air hujan yang sampai ke permukaan, tajuk atau kanopi mempunyai peranan penting. Semakin tinggi atau berat kerapatan tajuk, maka kemampuan tajuk untuk menangkap air hujan dalam bentuk air intersepsi juga semakin besar. Hal ini akan mengurangi jumlah air yang terinfiltrasi dan

penjenuhan tanah secara cepat. Namun demikian, tingkat intersepsi bervariasi secara spasial dan bergantung pada curah hujan sesuai dengan tipe dan struktur vegetasinya.

Menurut Bruijnzeel (2004), tajuk tanaman yang baik umumnya mampu mencegah erosi permukaan dan dalam kasus tutupan pohon yang berkembang dengan baik, mampu menahan tanah longsor tipe dangkal, tetapi untuk longsor yang lebih dalam (> 3 m) lebih ditentukan oleh faktor geologis dan iklim. Sedangkan menurut Monteleone dan Sabatino (2014), stabilisasi tanah secara vertikal juga karena sistem perakaran tanaman dan efek drainasi yang terjadi melalui proses absorpsi air dan transpirasi.

Di kawasan yang memiliki intensitas hujan yang tinggi, evapotranspirasi mempunyai peran yang sangat penting, karena proses evapotranspirasi dapat mengurangi kejenuhan tanah agar tidak terjadi akumulasi air di atas lapisan impermeabel atau di atas lapisan yang menjadi bidang gelincir longsor. Selain proses intersepsi dan evapotranspirasi dari tanaman yang mempunyai peran terhadap stabilitas tanah, perakaran tanaman mempunyai kemampuan dalam memperkuat daya cengkeram terhadap tanah dan juga membantu mengurangi air tanah yang jenuh oleh air hujan, meningkatkan infiltrasi serta kapasitas memegang air. Kepadatan panjang akar tidak hanya sangat mempengaruhi hidrologi, tetapi juga berkontribusi terhadap penguatan dan agregasi tanah sehingga meningkatkan stabilitas lereng (Graf *et al*, 2019). Gambar 1 memperlihatkan ilustrasi fungsi intersepsi, evapotranspirasi, penguatan akar dari tanaman pohon terhadap stabilitas lereng.

Tulisan ini mengemukakan tentang efek dan kontribusi dari tanaman atau vegetasi terhadap stabilitas lereng melalui kemampuannya dalam melakukan fungsi intersepsi, evapotranspirasi dan penguatan akar.



Gambar 1. Fungsi Dari Tanaman Untuk Stabilisasi Tanah: Intersepsi, Evapotranspirasi dan Penguatan Akar (Graf *et al*, 2019)

## 2. METODE PENELITIAN

Studi tentang efek dari proses intersepsi, evapotranspirasi dan penguatan akar tanaman dalam kontribusinya terhadap peningkatan stabilitas lereng dilakukan dengan metode sebagai berikut :

- Melakukan studi pustaka atau literatur baik tentang informasi, data maupun penelitian sebelumnya melalui penelusuran jurnal, buku atau *website* terkait pokok bahasan.
- Mendeskripsikan secara umum tentang efek dan kontribusi vegetasi untuk stabilisasi lereng.
- Mendeskripsikan secara khusus tentang efek dari proses intersepsi dari tanaman dalam meningkatkan stabilitas lereng.
- Mendeskripsikan secara khusus tentang efek dari proses evapotranspirasi pada tanaman dalam meningkatkan stabilitas lereng.
- Mendeskripsikan tentang efek dari penguatan akar tanaman terhadap kuat geser tanah dan stabilitas lereng.
- Menganalisis dan menyimpulkan hasil deskripsi secara keseluruhan tentang efek dan kontribusi dari proses intersepsi, evapotranspirasi dan penguatan akar terhadap peningkatan stabilitas lereng.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Intersepsi Pada Tanaman Dan Efeknya Terhadap Stabilitas Lereng

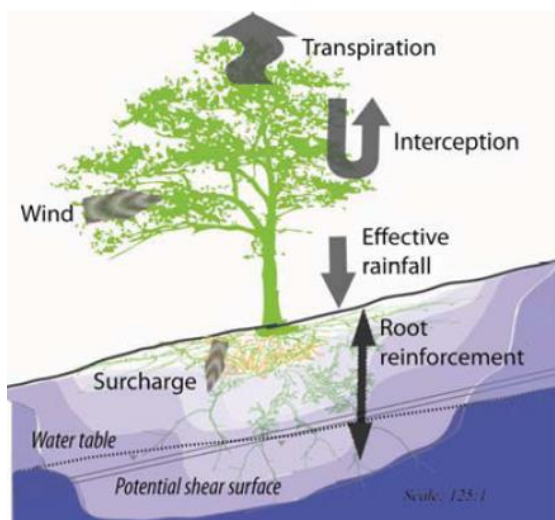
Beberapa aspek penelitian yang berkaitan dengan intersepsi telah dilakukan, antara lain Yang *et al* (2019) melakukan penelitian tentang efek morfologi kanopi pohon pada intersepsi curah hujan dengan

menggunakan empat spesies pohon yaitu, *Sophora japonica* L., *Ginkgo biloba* L., *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino, dan *Aesculus turbinata* Blume. Dari hasil penelitian tersebut dilaporkan bahwa tingkat intersepsi sebagian besar dipengaruhi oleh Indeks Luas Daun (Leaf Area Index). LAI yang lebih tinggi cenderung menghasilkan tingkat intersepsi yang lebih tinggi. Luas daun mempengaruhi tingkat intersepsi curah hujan ketika pohon memiliki LAI yang serupa. Pohon-pohon yang diteliti memiliki tingkat intersepsi curah hujan rata-rata sekitar 20-60%, dengan tingkat yang lebih tinggi terjadi selama curah hujan yang kurang intens. Selanjutnya, Jayanti *et al* (2015) dari hasil penelitiannya tentang pengembangan model intersepsi pada pohon Jati (*Tectona grandis*) dan pohon Pinus (*Casuarina cunninghamiana*) melaporkan bahwa tingkat intersepsi rata-rata pohon Jati lebih tinggi dari pada pohon Pinus. Intersepsi rata-rata pohon Jati sebesar 325,26 mm (54,49 %) dan pada Pinus sebesar 299,72 mm (50,21%). Hal ini dipengaruhi oleh kerapatan tajuk dan umur tegakan vegetasi, sedangkan tingkat porositas tajuk memiliki pengaruh berlawanan terhadap besarnya intersepsi, di mana semakin besar porositas tajuk maka intersepsi yang terjadi semakin kecil. Mulyana *et al* (2002) dalam Jayanti (2015) melaporkan hasil penelitiannya yang dilakukan di Gunung Walat dari tahun 1999-2001, kehilangan air (curah hujan) akibat proses intersepsi dari hutan Pinus adalah yang tertinggi yaitu 15,7%, dibandingkan hutan Agathis = 14,7% dan hutan Puspa = 13,7%. Horman *et al* (1996) mengatakan bahwa intersepsi oleh kanopi hutan menyumbang 10-40% presipitasi, namun demikian tingkatnya bervariasi secara spasial dan bergantung pada

curah hujan sesuai dengan tipe dan struktur hutan. Terlepas dari spesies tanaman, potensi intersepsi berkorelasi positif dengan luas daun, oleh karena itu, sangat terkait dengan kinerja pertumbuhan tanaman. Sidle dan Ziegler (2018) dalam penelitiannya tentang hubungan antara intersepsi kanopi dengan tanah longsor di hutan tropis bagian utara Thailand melaporkan bahwa selama musim hujan pada hutan tropis sekunder memiliki efek mitigasi yang signifikan terhadap tanah longsor. Hal ini sesuai dengan Azizi dan Salim (2015) yang mengatakan bahwa semakin tinggi kerapatan tajuk dari vegetasi, semakin besar pula kemampuannya untuk mencegah curah hujan mencapai permukaan tanah. Gambaran terjadinya proses intersepsi, evapotranspirasi, penguatan akar pada tanaman pohon dan efeknya terhadap stabilisasi lereng disajikan pada Gambar 2.

### 3.2. Evapotranspirasi Pada Tanaman dan Efeknya Terhadap Stabilitas Lereng

Evapotranspirasi merupakan gabungan proses evaporasi dan transpirasi, atau dapat dikatakan bahwa evapotranspirasi merupakan kombinasi dari dua proses hilangnya air dari tanah, yaitu hilang dari permukaan tanah oleh penguapan dan hilang melalui vegetasi oleh proses yang dikenal sebagai transpirasi. Infiltrasi air dari permukaan tanah dapat menghasilkan adanya air tengger (*perched water*) pada batas dua material yang berbeda permeabilitasnya (Indrajaya and Wuri, 2008). Air tengger dapat mengembangkan tekanan air pori dalam tanah dan memberikan tambahan gaya yang menggerakkan lereng untuk memicu terjadinya longsor. Vegetasi pohon, melalui mekanisme evapotranspirasi, dapat mengurangi tekanan air pori dalam tanah sehingga gaya pemicu longsor dapat berkurang dan tanah akan lebih stabil.



Gambar 2. Pengaruh Tanaman Pohon Terhadap Stabilitas Lereng (Modifikasi dari : Forbes. K and Jeremy. B, 2011)

Fungsi evapotranspirasi dalam hubungannya dengan stabilisasi lereng telah dikemukakan oleh beberapa ahli antara lain, Moelyono *et al* (2018) mengatakan bahwa kelembaban tanah yang berkurang oleh vegetasi dapat mengurangi tekanan air pori di dalam mantel tanah di lereng alami dan meningkatkan stabilitas lereng. Vegetasi dan fungsi evapotranspirasinya memiliki pengaruh kuat pada kelembaban tanah sehingga berpengaruh pada stabilitas tanah dan lereng

(Stokes *et al*, 2008) karena memodifikasi muka air tanah (Wang *et al*, 2014). Evapotranspirasi dan tahanan air dari daun-daunan membatasi kenaikan tekanan air pori positif dalam tanah (Hardiyatmo, 2006), sementara akar vegetasi menyerap air dari tanah dan dilepaskan ke atmosfer melalui mekanisme transpirasi yang menyebabkan air pori berkurang, sehingga meningkatkan stabilitas lereng (Gray, 1995). Hal ini juga dikemukakan oleh Hardiyatmo (2006) bahwa

evapotranspirasi dan tahanan air dari daun-daunan membatasi kenaikan tekanan air pori positif dalam tanah. Evapotranspirasi berhubungan erat dengan intersepsi dan menggambarkan proses di mana air dalam tanaman yang berasal dari akar kemudian hilang sebagai uap melalui stomata di daunnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah radiasi matahari, kelembaban, suhu dan angin, serta persentase tutupan vegetasi, komposisi spesies dan tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi (Graf *et al*, 2019), usia dan kepadatan tanaman, faktor curah hujan dan jenis tanah (Moelyono *et al*, 2018). Pada Tabel 1, diperlihatkan laju evapotranspirasi dari

beberapa jenis tanaman pohon, dapat dilihat sebagai contoh adalah pohon *Acacia mangium* memiliki tingkat evapotranspirasi lebih tinggi dibandingkan dengan spesies pohon lain, dan *Schima wallichii* memiliki tingkat evapotranspirasi yang terkecil. *Pinus merkusii* memiliki laju evapotranspirasi yang lebih rendah dari pada *Acacia mangium*, namun secara genetis memiliki perakaran yang dalam, tingkat intersepsi tinggi dan pohonnya tidak terlalu berat atau ringan. Karakteristik dari tanaman tersebut dapat dijadikan acuan dalam menentukan jenis tanaman yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan lereng dalam upaya stabilisasi.

Tabel 1. Laju Evapotranspirasi (ET) dari Beberapa Jenis Tanaman Pohon

Jenis Tanaman	Periode Riset (Year)	Curah Hujan mm/tahun	ET mm/tahun	ET % dari hujan
<i>Pinus merkusii</i>	1 – 8	3.056	1.971,12	64,5
<i>Eucalyptus urophylla</i>	1 – 8	3.056	1.127,66	36,9
<i>Schima wallichii</i>	1 – 8	3.056	699,82	22,9
<i>Swietenia macrophylla</i>	1 – 6	4 016	2.317,23	57,7
<i>Eucalyptus deglupta</i>	1 – 3	3.136	1.659,57	52,92
<i>Eucalyptus alba</i>	1 – 3	3.316	1.642,64	52,38
<i>Eucalyptus trianta</i>	1 – 3	3.316	1.673,06	53,35
<i>Acasia mangium</i>	1 – 4	3.465	2.384,61	68,82
<i>Shorea pinanga</i>	1 – 4	3.465	1.153,50	33,29
<i>Dalbergia latifolia</i>	1 – 4	3.465	1.444,21	41,68
<i>Calliandra calothyrsus</i>	1 – 3	3.402	1.496,88	44
<i>Acacia decurens</i>	1 – 3	3.402	1.564,92	46
<i>Altingia excelsa</i>	1 – 3	3.402	1.428,84	42

Sumber : Pudjiharta (2008)

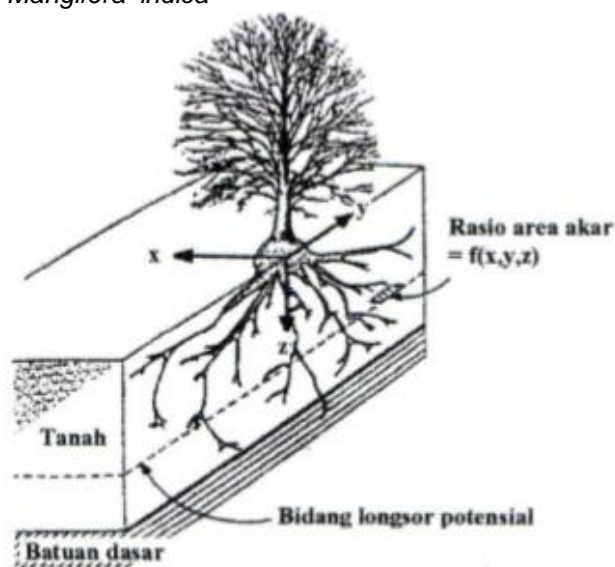
### 3.3. Efek Penguatan Akar Dan Kuat Geser Tanah Terhadap Stabilitas Lereng

Secara mekanis, akar pohon menembus sampai ke lapisan tanah dalam, memberikan dukungan pada tanah bagian atas karena berfungsi sebagai penopang (*buttressing*) dan memberi efek lengkung (*arching*). Akar tanaman dapat mengikat partikel tanah dan menambah kekasaran permukaan sehingga mengurangi proses perpindahan tanah atau erosi (Greenway, 1987). Pengaruh positif lain dari vegetasi terhadap stabilitas tanah dan lereng adalah karena penetrasi akarnya yang bertindak sebagai penguat ke dalam tanah. Posisi penetrasi akar dalam lapisan tanah, distribusi akar dan kondisi akar vertikal dan horizontal dapat meningkatkan kuat geser tanah. Kekuatan geser tanah yang semakin

tinggi akan meningkatkan stabilitas tanah. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh : (1) Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser. (2) Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya (Hardiyatmo, 2002). Hairiah *et al* (2006) mengatakan bahwa karakteristik akar tanaman yang mempengaruhi kekuatan geser tanah adalah distribusi, kepadatan, diameter, berat jenis, dan kekuatan akar. Semakin tinggi tingkat *anchoring* akar atau indeks jangkar akar (IJA) dan pengikatan akar atau indeks

cengkeram akar (ICA) dari tanaman, semakin signifikan potensi untuk mempertahankan stabilitas tanah dan lereng. Dengan demikian kekuatan geser tanah dapat digambarkan oleh besarnya IJA dan ICA. Tingkat IJA dan ICA yang tinggi, akan meningkatkan kuat geser tanah. Sebagai contoh tanaman pohon yang mempunyai IJA dan ICA tinggi adalah *Arthocarpus heterophyllus*, *Nephelium lapaceum*, *Lansium sp* dan *Mangifera indica*

(Setiawan dan Krisnawati, 2014). Untuk pohon *Pinus merkusii* secara genetik memiliki akar dalam sehingga akarnya dapat menembus ke lapisan yang lebih dalam. Selain itu akar *Pinus merkusii* relatif ringan dan dapat menjaga stabilitas lereng karena dapat mengurangi beban pada lereng (Indrajaya and Wuri, 2008). Pertumbuhan akar dalam lapisan tanah diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertumbuhan Akar Tanaman Di Dalam Lapisan Tanah (Sumber : Greenway, 1987)

Beberapa penelitian tentang korelasi positif yang signifikan antara intensitas akar dan stabilitas lereng telah dibuktikan dengan menggunakan metode pengujian kekuatan tanah yang berbeda, misal percobaan langsung, uji kompresi triaksial ataupun dengan mempertimbangkan berbagai pendekatan dan model (Graf *et al.*, 2019). Penelitian – penelitian yang telah dilakukan antara lain dalam hal kekuatan akar dan daya gesernya, uji kekuatan tarik akar, hubungan antara kedalaman akar dan faktor keselamatan (FOS), kepadatan panjang akar dan volume akar. Dari hasil penelitian tentang efektivitas relatif pohon dan semak pada stabilitas lereng, Gupta (2016) melaporkan bahwa dalam kasus tidak ada angin, kondisi pohon dengan akar lebih dalam di lereng bergradasi rendah dan curam memberikan stabilitas tertinggi. Rata – rata pohon berakar sedalam 5 meter menghasilkan faktor keselamatan (FOS) yang lebih tinggi, 11% dan 14,5% masing-masing dibandingkan dengan lereng yang curam dan ringan. Song *et al* (2018) telah melakukan penelitian tentang efek dari sifat akar serta karakteristik

percabangan akar dari 6 spesies pohon terhadap penguatan tanah di Jinyun Mountain, China. Dari hasil penelitian tersebut dilaporkan bahwa spesies yang berbeda memiliki efek yang berbeda pada penguatan geser tanah. Kekuatan geser dari spesies pohon tinggi jauh lebih besar dari pada spesies pohon kecil. Abdullah *et al* (2011) mengatakan bahwa kemampuan perakaran tanaman dalam membantu mengurangi air tanah yang jenuh oleh air hujan dan memantapkan agregasi tanah akan mendukung pertumbuhan tanaman dan mencegah erosi, yang akan berdampak tidak mudah hanyutnya tanah akibat aliran permukaan, meningkatkan infiltrasi dan kapasitas memegang air. Kontribusi kepadatan panjang akar sangat berperan dalam hal penguatan agregasi tanah yang berdampak meningkatkan stabilitas tanah dan lereng. Dari analisis profil akar menunjukkan bahwa *Dillenia suffruticosa* mempunyai tingkat tertinggi dalam hal kepadatan panjang akar dan volume akar, sedangkan *Leucaena leucocephala* memiliki rata-rata diameter akar tertinggi. Pada uji kekuatan tarik, Ali (2010) melaporkan bahwa

akar *Leucaena leucocephala* memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dari pada *Acacia mangium* dan *M.malabathricum* lebih rendah dari pada *Acacia mangium*. Jenis tanaman pohon memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi dan biasanya memiliki akar lebih dalam daripada semak, sehingga akar pohon meningkatkan jangkauan tulangan tanah. Pengikatan akar yang kuat berpotensi lebih signifikan untuk menjaga stabilitas lereng.

#### 3.4. Karakteristik Tanaman Untuk Peningkatan Stabilitas Lereng

Berdasarkan uraian di bab sebelumnya, proses intersepsi, evapotranspirasi dan penguatan akar tanaman, masing - masing mempunyai hubungan positif dengan stabilitas lereng. Hal yang penting dalam usaha meningkatkan stabilitas lereng atau penanganan longsor khususnya longsor dangkal dengan metode vegetatif adalah pemilihan jenis tanaman dengan mempertimbangkan fungsi intersepsi, evapotranspirasi dan penguatan akar. Pemilihan jenis tanaman pohon untuk stabilisasi lereng, idealnya bersifat cepat tumbuh (*fast growing*). Dilihat dari fungsi intersepsi, jenis pohon *fast growing* akan cepat membentuk tajuk/kanopi sehingga cepat mencegat air hujan dari atmosfer, demikian juga pertumbuhan akarnya akan lebih cepat. Karakteristik tanaman dengan tingkat intersepsi yang tinggi dapat mengurangi jumlah curah hujan netto, sedangkan pemilihan tanaman dengan laju evapotranspirasi yang tinggi dapat mengurangi gaya beban oleh air (Indrajaya dan Wuri, 2015). Karakteristik tanaman dengan tingkat indeks jangkar akar (IJA) dan indeks cengkeram akar (ICA) yang tinggi, mencerminkan kekuatan geser tanah. Karakteristik dari perakaran yang dalam dan distribusi yang luas juga dapat dipertimbangkan untuk pemilihan tanaman stabilisasi lereng. Sutton (1969) dalam Hardiyatmo (2006) mengatakan bahwa untuk pertumbuhan akar pepohonan, faktor lingkungan memberikan kontribusi yang lebih besar. Distribusi akar pohon biasanya dinyatakan dengan pendekatan tinggi pohon dan jari-jari tajuk. Pada daerah dengan tanah pasiran, akar pohon dapat menyebar hingga beberapa kali tinggi rata-rata pohon. Untuk pohon Pinus yang tumbuh di tanah pasiran, penyebaran akar dapat mencapai tujuh kali dari tinggi rata-rata pohonnya. Sementara, pada tanah lempungan,

akar pohon hanya menyebar satu setengah kali tinggi rata-rata pohon.

#### 4. KESIMPULAN

Semakin tinggi kerapatan kanopi atau tajuk, semakin besar kemampuannya untuk mencegah curah hujan mencapai permukaan tanah, sedangkan tingginya laju evapotranspirasi berpengaruh kuat mengurangi kelembaban tanah sehingga memberikan kontribusi positif terhadap stabilitas lereng. Tanaman yang mempunyai tingkat intersepsi dan laju evapotranspirasi yang tinggi mempunyai efek stabilitas lereng yang lebih tinggi. Demikian juga semakin tinggi tingkat *anchoring* akar dan pengikatan akar semakin signifikan mempertahankan stabilitas lereng.

Beberapa contoh tanaman pohon yang dapat direkomendasikan antara lain Jati (*Tectona grandis*) dan Pinus dari species *Casuarina cunninghamiana* dan *Pinus merkusii*, mempunyai tingkat intersepsi tinggi. *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Pinus merkusii*, mempunyai tingkat laju evapotranspirasi yang tinggi Selain itu *Arthocarpus heterophyllus* (nangka), *Nephelium lappaceum* (rambutan), *Lansium, sp* (ceruring) dan *Mangifera indica* (mangga) mempunyai nilai IJA dan ICA yang tinggi.

#### PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana (PTRRB) Ir. Eko Widi Santoso, M.Si. dan Kabag PTRRB Ir. Nur Hidayat M.T. serta semua pihak yang telah memfasilitasi penulisan makalah ini sehingga dapat diterbitkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F .2010. Use of vegetation for slope protection: Root mechanical properties of some tropical plants Int. J. Phys. Sci. 5 496–506
- Abdullah, M.N., N. Osman dan F. H. Ali. 2011. Soil-root Shear Strength Properties of Some Slope Plants. Sains Malaysiana 40(10) (2011): 1065–1073.
- Bruijnzeel, L.A .2004. Hydrological functions of tropical forests: Not seeing the soil for the trees? vol 104 (Agriculture, Ecosystems and Environment Elsevier)



- Forbes, K and J. Broadhead. 2011. Forests and landslides The role of trees and forests in the prevention of landslides and rehabilitation of landslide-affected areas in Asia. Forest and Landslide. RAP PUBLICATION 2011/19.
- Graf, F., A. Bast, H.Gartner A. Bast and A. Yildis. 2019. Effects of mycorrhizal fungi on slope stabilisation functions of plants. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2019 W. Wu (ed.), Recent Advances in Geotechnical Research, Springer Series in Geomechanics and Geoengineering,
- Gray,D.H and R.B. Sotir. 1995. Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization (John Wiley & Sons, Inc., New York)
- Gupta, A. 2016. Relative effectiveness of trees and shrubs on slope stability. Electron. J. Geotech Eng. 21. 737–53
- Greenway, D. R. 1987. Vegetation And Slope stability. In Slope Stability, Anderson MG, Richards KS (eds). John Wiley & Sons: Chichester; 187-230.
- Huang, J.Y., T.A. Jassal, R.S.L.M.Les Lavkulich .2017. Modelling rainfall interception by urban trees. Can Water Resour J 42:336–348
- Horman,G., A.Branding, T.Clemen, M.Herbst, A.Hinrichs, F.Thamm. 1996. Calculation and simulation of wind controlled canopy interception of beech forest in Northern Germany. Agricultural and Forest Meteorology. 79, 131–148.
- Hairiah, K., H.Sulistiyani, D.Suprayogo, Widiyanto, P.Purnomosidhi, R.H.Widodo, and M.V. Noordwijk. 2006. Litter layer residence time in forest and coffee agroforestry systems in Sumberjaya, West Lampung For. Ecol. Manage. 224 45–57
- Hardiyatmo, H.C. 2006. Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal. 308-319.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indrajaya, Y and W. Handayani. 2008. Potency of Merkus Pine (*Pinus merkusii* jungh. Et de Vriese) Forest as Landslide Control in Java (In Indonesian) For. Info V 231–40
- Monteleone,S and Maria.S. 2014, Hydrogeological hazards and weather events: Triggering and evolution of shallow landslides, International Soil and Water Conservation Research, Volume 2, Issue 2, pp. 23-29.
- Mulyono, A., A.Subardja, I. Ekasari, M.Lailati, R.Sudirja, and W.Ningrum . 2018. The hydromechanics of vegetation for slope stabilization. Global Colloquium On Geosciences And Engineering 2017, IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 118 (2018) 012038 doi :10.1088/1755-1315/118/1/012038
- Pudjiharta, A .2008 . Influences of forest management on hydrology (In Indonesian) For. Info Hutan V No 2. Hal 141–150.
- Song,S., Y.Wang, B.Sun and Y.Li .2018. Effects of root properties and branching characteristics on soil reinforcement in the Jinyun Mountain, China. Current science, vol. 114, no. 6, 25 march 2018
- Sidle, R and A.D.Ziegler. 2018. The canopy interception – landslide initiation conundrum: insight from a tropical secondary forest in northern Thailand. Hydrol. Earth Syst. Sci., 21, 651–667, 2017 www.hydrol-earth-syst-sci.net/21/651/2017/ doi:10.5194/hess-21-651-2017
- Stokes, A., Norris,J.E., R. Van Beek, P.H., Bogaard, T., Commeraat, E., Mickovski, S. B., Fourcaud,T. 2008. How vegetation reinforces soil on slopes. In J.E. Norris, A.Stokes, S. B. Mickovski, E. Commeraat, R.Van Beek, B.C.Nicoll, dan A. Achim (Eds). Slope Stability and Erosion Control : Ecotechnological Solutions (pp 65 – 118). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Setiawan, O dan Krisnawati. 2014. Pemilihan Jenis Hasil Hutan Bukan Kayu Potensial Dalam Rangka Rehabilitasi Hutan Lindung KPHL Rinjani Barat, Nusa Tenggara Barat. Jurnal Ilmu Kehutanan. Vol 8. No.2, Juli – September 2014.
- Xiao, Q and Mc Pherson, E.G .2016. Surface water storage capacity of twenty tree species in Davis, California. J Environ Qual 45:188–198
- Xiao, Q., McPherson, E.G, Ustin, S.L, Grismer, M.E .2000. A new approach to modeling tree rainfall interception. J Geophys Res Atmos 105:29173–29188
- Yang, B., D. K.Lee, H. K. Heo, G. Biging. 2019. The effects of tree characteristics on rainfall interception in urban areas . Landscape and Ecological Engineering (2019) 15:289–296 https://doi.org/10.1007/s11355-019-00383-w.