

# Jurnal Ilmu Kehutanan

Journal of Forest Science  
https://jurnal.ugm.ac.id/v3/jik/  
ISSN: 2477-3751 (online); 0126-4451 (print)



## Tingkat Erosi pada Plot Model Arsitektur Pohon Attims (*Eucalyptus deglupta*), Corner (*Arenga pinnata*), dan Rauh (*Arthocarpus teysmanii*) (Erosion Levels at Tree Architecture Model Plots of Attims (*Eucalyptus deglupta*), Corner (*Arenga pinnata*), and Rauh (*Arthocarpus teysmanii*))

Naharuddin\*

Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako, Palu, 94119

\*Email : nahar.pailing@gmail.com

### HASIL PENELITIAN

DOI: 10.22146/jik.v15i1.1510

#### RIWAYAT NASKAH :

Diajukan (submitted): 20 Juni 2020

Diperbaiki (revised): 1 Februari 2021

Diterima (accepted): 11 Februari 2021

#### KEYWORD

Architecture model tree, erosion, forest, vegetation

#### KATA KUNCI

Model arsitektur pohon, erosi, hutan, vegetasi

### ABSTRACT

Tree architecture models and the composition of vegetation types affect surface runoff and erosion rates due to vegetation density and various other morphological and ecological characteristic components. This research aims to measure and compare the level of erosion in 3 tree architecture models. We selected samples based on the plot-path method which the direction was perpendicular to the contour lines. Erosion measuring plots were constructed in three different tree architecture models, namely Attims (*Eucalyptus deglupta*), Corner (*Arenga pinnata*), and Rauh (*Arthocarpus teysmanii*). The results showed that the dominant tree architecture models in the study area were the Rauh, Attims, and Corner models. The erosion level which occurred in the three tree architectural models showed that the Attims *Eucalyptus deglupta* model and Corner *Arenga pinnata* models were more effective in controlling erosion by 233.55 g/ha/year and 293.10 g/ha/year with rainfall of 493.55 mm compared to Rauh *Arthocarpus teysmanii* type. The correlation analysis between rainfall and the erosion rate at the three tree architecture models were 80% (very strong) for Attims model, 89% (very strong) for Corner model and 90% (very strong) for Rauh model. We conclude that the Attims and Corner models are highly recommended to control the erosion which can be an option for rehabilitating the critical land.

### INTISARI

Model arsitektur pohon dan komposisi jenis vegetasi mempengaruhi laju aliran permukaan dan erosi karena kerapatan vegetasi dan berbagai komponen karakteristik morfologi dan ekologi lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan tingkat erosi pada 3 model arsitektur pohon. Penelitian ini menggunakan metode Jalur berpetak. Jalur contoh dibuat memotong garis kontur. Untuk mengukur laju erosi yang terjadi pada model arsitektur pohon digunakan petak ukur erosi pada tiga model arsitektur pohon yaitu Attims (*Eucalyptus deglupta*), Corner (*Arenga pinnata*), dan Rauh (*Arthocarpus teysmanii*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model arsitektur pohon dominan adalah model Rauh, Attims, dan Corner. Besarnya erosi yang terjadi pada ketiga model arsitektur pohon menunjukkan bahwa model Attims jenis *Eucalyptus deglupta* dan

model Corner jenis *Arenga pinnata* lebih efektif mengendalikan erosi masing-masing sebesar 233,50 g/ha/tahun dan 293,10 g/ha/tahun dengan curah hujan 493,55 mm dibandingkan model Rauh jenis *Arthocarpus teysmanii*. Hasil analisis korelasi antara curah hujan dengan besarnya laju erosi pada ketiga model arsitektur pohon yakni sebesar 80% (sangat kuat) model Attims, 89% (sangat kuat) model Corner, dan 90% (sangat kuat) model Rauh. Untuk mengendalikan erosi maka perlu mempertimbangkan model Attims dan model Corner sebagai alternatif yang perlu dikembangkan dalam usaha rehabilitasi lahan yang kritis.

---

©Jurnal Ilmu Kehutanan - All right reserved

---

## Pendahuluan

Setiap model arsitektur pohon yang tumbuh dan berkembang pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki fungsi yang penting dan kemampuan yang berbeda dalam perannya sebagai bagian dari siklus hidrologi, terutama dalam mengendalikan erosi (Naharuddin et al. 2016; Naharuddin 2018) dan mengontrol proses transformasi curah hujan menjadi aliran batang, aliran tembus dan intersepsi (Arrijani 2016). Erosi merupakan salah satu persoalan yang mendapat perhatian, terutama negara berkembang karena berhubungan dengan alih fungsi lahan dan pemanfaatannya yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi tanah dan air. Erosi umumnya terjadi karena intensitas hujan yang tinggi dan lahan tidak dikelola dengan baik (Liu et al. 2005; Sadeghi et al. 2015; Suyana et al. 2017; Hani & Geraldine 2018).

Program rehabilitasi hutan dan lahan bertujuan untuk merehabilitasi lahan kritis, melindungi, meningkatkan dan mempertahankan kemampuan lahan sehingga dapat berfungsi dan berdaya guna secara optimal (Senawi 2009). Saat ini kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan khususnya pemilihan jenis-jenis vegetasi yang ditanam lebih banyak memperhatikan fungsi ekonomi dibandingkan dengan fungsi ekologi, padahal fungsi ekonomi dan ekologi sama pentingnya untuk diintegrasikan ke dalam rehabilitasi hutan dan lahan, misalnya pemilihan model arsitektur pohon dengan komposisi jenis vegetasi karena terbukti memiliki fungsi dalam mengendalikan aliran permukaan dan erosi.

Model arsitektur pohon merupakan hasil pertumbuhan maristematik, elemen-elemen arsitektur pohon antara lain pertumbuhan batang, cabang dan pembentukan puncak terminal, selain berfungsi sebagai mekanisme terjadinya erosi dan hidrologi juga sebagai dasar dalam pengelolaan hutan berkelanjutan (Pretzsch et al. 2006; Lin et al. 2018). Tutupan pohon melindungi tanah terhadap erosi dan mengurangi aliran permukaan (Ziliwu 2002; Zuazo et al. 2008), Secara alami, vegetasi memiliki fungsi dalam meminimalisir erosi (Supangat et al. 2012). Pada hutan tanaman jenis *Eucalyptus pelita* mampu menurunkan potensi total limpasan dan sedimentasi masing-masing sebesar 35% dan 34% sampai tanaman berumur 2 tahun (Supangat et al. 2018). Berbagai jenis penggunaan lahan memiliki kemampuan berbeda dalam perannya sebagai parameter hidrologi dan erosi (Naharuddin et al. 2018).

Sub DAS Miu hulunya berada dalam kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Secara umum fungsi hidro-orologis Sub DAS Miu mengalami kerusakan yang berdampak pada frekuensi banjir dan longsor yang sering terjadi. Intensitas dan volume hujan yang tinggi telah menyebabkan koefisien aliran permukaan cukup tinggi, terjadi surplus air pada neraca air sungai mengakibatkan debit puncak yang menimbulkan banjir dan longsor sehingga menimbulkan kerugian material yang cukup signifikan. Berkaitan dengan hal tersebut, Puspaningsih (1999) menyebutkan bahwa wilayah daerah hulu dari suatu DAS mempunyai fungsi hidro-orologis yang perlu dilakukan

pengelolaan dengan baik dan bijaksana. Selanjutnya menurut Wahyuningrum dan Putra (2018) menyebutkan bahwa baik buruknya suatu DAS tergantung pada pengelolannya dan kesesuaian lahan berserta daya dukungnya.

Model arsitektur pohon mempunyai peran dalam proses terjadinya aliran batang dan aliran tembus serta proses hidrologi lainnya. Salah satu aspek yang terkait dengan fungsi vegetasi dalam ekosistem DAS yakni bahwa vegetasi penutup tanah akan melindungi tanah terhadap aliran permukaan dan erosi (Arrijani & Lombok 2006). Aliran permukaan yang membawa lapisan tanah atas (erosi) akan mengakibatkan kandungan unsur hara dan bahan organik hilang sehingga berdampak pada penurunan kualitas tanah (degradasi tanah) sehingga menyebabkan menurunnya produktifitas tanaman. Oleh sebab itu perlu dilakukan penanganan secara tepat salah satunya adalah pemilihan model arsitektur pohon yang dapat meminimalisir terjadinya laju erosi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan tingkat erosi pada 3 model arsitekturpohon.

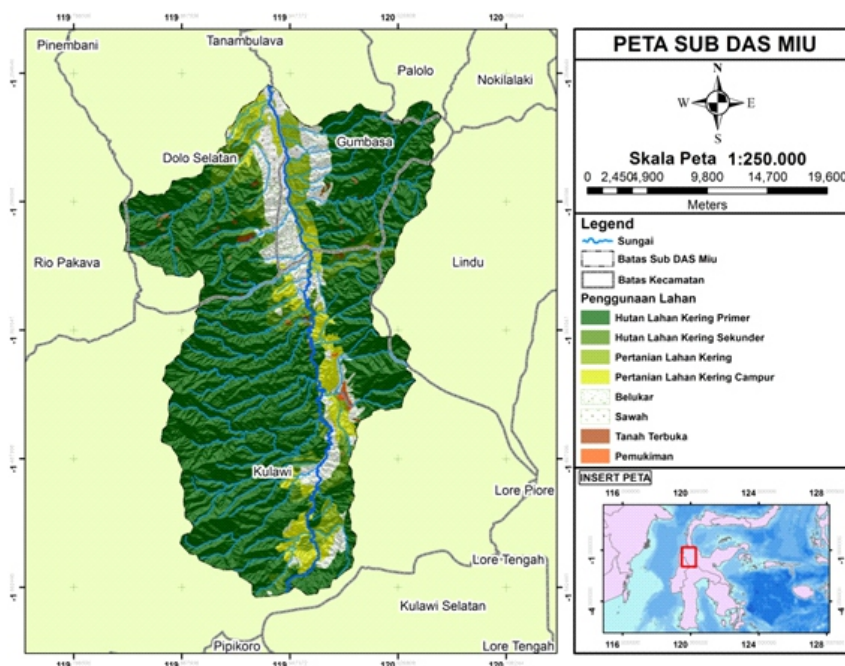
Penelitian ini menawarkan kebaruan pada ilmu

konservasi tanah dan air terutama pada aspek pemanfaatan uji model arsitektur pohon pada erosi tanah yang belum banyak dilakukan terutama di Sulawesi Tengah. Selama ini analisis erosi tanah yang dilakukan lebih banyak dilakukan pada beberapa aspek penggunaan dan pemanfaatan lahan misalnya: kajian erosi tanah dan teknik konservasi tanah (Munzir et al. 2019), prediksi erosi (Najar et al. 2020), analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE) (Hardiana et al. 2020) dan yang terkait keanekaragaman jenis vegetasi tepian sungai (Lahusen et al. 2014).

## Bahan dan Metode

### Waktu dan Lokasi

Penelitian berlangsung selama 6 bulan yaitu April-September 2016, di Sub DAS Miu, DAS Palu, dengan titik koordinat terletak antara  $119^{\circ}49'31,95''$ - $120^{\circ}03'18,11''$  BT dan  $01^{\circ}11'20,23''$ - $01^{\circ}35'25,83''$  LS. Pengambilan sampel sebagai lokasi penelitian terdapat di 3 wilayah yaitu bagian hulu merupakan wilayah tipe hutan lahan kering sekunder, bagian tengah tipe penggunaan lahan pertanian lahan kering dan bagian hilir merupakan wilayah tipe pertanian lahan kering campuran (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian  
Figure 1. Research site

Secara administrasi wilayah tersebut termasuk di Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi untuk wilayah hilir dan Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi untuk wilayah tengah dan hulu, yang termasuk dalam kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Identifikasi sampel nama ilmiah vegetasi dilakukan di UPT Keanekaragaman Hayati Sulawesi Untad.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan untuk pengamatan model arsitektur pohon, yaitu: peta DAS yang digunakan sebagai pedoman penelitian di lapangan, tali rafia yang digunakan untuk membuat petak-petak contoh, kertas koran untuk membungkus spesimen tumbuhan pada proses pengepresan dan pengeringan, karung untuk menyimpan spesimen tumbuhan yang dikumpulkan di lapangan, kantung plastik (100 x 50 cm) sebagai tempat spesimen tumbuhan yang telah diberi spiritus, label gantung untuk mencatat kode spesimen tumbuhan pada setiap petak pengamatan, spiritus untuk mengawetkan spesimen tumbuhan yang dikoleksi, alkohol untuk mengawetkan spesimen tumbuhan yang dikoleksi. Selain itu, digunakan kertas label untuk pencatatan nama pada kode sampel tanah tererosi.

Alat yang digunakan untuk pengamatan model arsitektur pohon, yaitu: meteran 50 m untuk mengukur petak pengamatan, gunting stek untuk memotong spesimen tumbuhan yang dikoleksi dan identifikasi, kompas untuk menentukan arah rintisan atau jalur pengamatan, altimeter untuk menentukan tinggi petak pengamatan dari permukaan laut, GPS untuk menentukan titik koordinat petak pengamatan, *electric stove* untuk mengeringkan spesimen tumbuhan yang akan diidentifikasi, boks spesimen untuk tempat koleksi spesimen model arsitektur pohon, parang untuk membersihkan arah rintisan. Alat yang digunakan untuk mengukur erosi

antara lain: seng plat untuk pembatas plot erosi, ember untuk menampung air limpasan, pipa paralon berdiameter 10 cm untuk menghubungkan ember penampungan air limpasan, botol plastik 500 cc tempat penyimpanan sampel air dan tanah tererosi, clinometer untuk mengukur kelerengan, meteran untuk mengukur panjang dan lebar plot petak ukur erosi, kertas saring digunakan untuk pemisahan tanah yang tererosi dengan air limpasan, oven pengering untuk mengeringkan sampel tanah tererosi, timbangan analitik untuk mengukur berat kering tanah tererosi (Subekti 2004; Mustikasari et al. 2018).

### **Metode Penelitian**

Pengambilan data pada penelitian menggunakan metode jalur berpetak (Atmoko dan Sidiyasa 2008). Metode jalur berpetak digunakan untuk mempelajari perubahan vegetasi menurut kondisi topografi dan elevasi sub DAS Miu, dimana jalur contoh dibuat memotong garis kontur, panjang jalur 200 m dan lebar jalur 20 m, pada jalur tersebut dibuat petak ukur secara kontinyu yaitu pada 20 x 20 m untuk tingkat pohon sebanyak 10 petak di dalam petak tersebut dibuat petak-petak dengan ukuran 10m x 10m untuk tingkat tiang, 5 x 5 m untuk tingkat pancang dan 2 m x 2 m untuk tingkat semai masing-masing sebanyak 4 pengamatan dilakukan pada 3 (tiga) wilayah yaitu bagian hulu, tengah dan hilir sub DAS Miu. Pengukuran variasi cabang dan strata tajuk dilakukan secara deskriptif sesuai petunjuk Halle (1995), sedangkan volume tajuk dilakukan dengan cara apabila bentuk tajuk simetris, maka volume tajuk diukur pada 2 tepi tajuk berseberangan dengan posisi tegak lurus, sedangkan bila bentuk tajuk asimetris, maka volume tajuk diukur dengan merata-ratakan besarnya volume tajuk terpanjang.

Uji laju erosi tanah dilakukan pada tiga model arsitektur pohon yang dominan yaitu model Attims

jenis *Eucalyptus deglupta*, model Corner jenis *Arenga pinnata*, dan model Rauh jenis *Arthocarpus teysmanii* (Gambar 2).

Pengamatan aliran permukaan dan erosi dilakukan dengan membuat desain plot sederhana (Akan & Antoun 1994) yaitu petak ukur erosi berukuran 20 x 5 m dengan kelerengan 25%-35% (curam) yang ditempatkan pada semua model arsitektur pohon. Tanah di bawah ketiga model arsitektur pohon dibersihkan dari serasah dan vegetasi penutup tanah. Pembuatan plot erosi digunakan seng plat pembatas yang berukuran tinggi dari permukaan tanah 20 cm, sebagian ditanam ke dalam tanah 15 cm. di bagian bawah lereng dibuat bak penampungan aliran permukaan dan erosi dari ember

berukuran 100 liter. Bagian sisi ember dibuat lubang sebanyak 5 dan pada bagian tengah disambung pipa air yang langsung dihubungkan ke ember penampungan yang berdiameter 40 cm dan tinggi 50 cm. Pengukuran dilakukan sebanyak 30 kali kejadian hujan (Gambar 3).

Setiap plot erosi air yang tertampung di dalam ember penampungan, diukur dengan meteran sehingga bisa diketahui tinggi air yang tertampung dikalikan dengan luas ember. Volume total setiap plot dikalikan 5 sesuai lubang yang ada pada ember penampungan, hal tersebut dilakukan setelah kejadian hujan. Pengamatan tanah tererosi dianalisis di laboratorium Sumberdaya Alam dan Lingkungan Untad.



**Gambar 2.** (a) model Attims jenis *Eucalyptus deglupta*, (b) model Corner jenis *Arenga pinnata*, (c) model Rauh jenis *Arthocarpus teysmanii*  
**Figure 2.** (a) the Attims model species *Eucalyptus deglupta*, (b) the Corner model species *Arenga pinnata*, (c) the Rauh model species *Arthocarpus teysmanii*



**Gambar 3.** (a) Plot pengamatan erosi, (b) sampel tanah tererosi (sedimen)  
**Figure 3.** (a) Plot of erosion observation, (b) eroded soil samples (sediments)

**Analisis Data**

*Model Arsitektur Pohon dan Komposisi Jenis Vegetasi*

Pengamatan model arsitektur pohon dilakukan dengan cara mengamati ciri-ciri morfologi tajuk dan dahan secara umum, pola perkembangan pohon, perkembangan batang pokok, perkembangan dahan dan ranting (Halle 1995). Komposisi jenis vegetasi dianalisis menurut Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) dan Parliansyah et al. (2019) dengan persamaan sebagai berikut.

$$Kerapatan (K) = \frac{Jumlah\ individu\ suatu\ jenis}{Luas\ seluruh\ petak\ contoh} \quad (1)$$

$$Kerapatan\ relatif (KR) = \frac{Kerapatan\ suatu\ jenis}{Kerapatan\ seluruh\ jenis} \times 100\% \quad (2)$$

$$Frekuensi (F) = \frac{Jumlah\ suatu\ jenis\ dalam\ petak\ contoh}{Jumlah\ seluruh\ petak\ contoh} \quad (3)$$

$$Frekuensi\ relatif (FR) = \frac{Frekuensi\ suatu\ jenis}{Frekuensi\ seluruh\ jenis} \times 100\% \quad (4)$$

$$Dominasi (D) = \frac{Luas\ bidang\ dasar\ suatu\ jenis}{Luas\ seluruh\ petak\ contoh} \quad (5)$$

$$Luas\ Bidang\ Dasar (LBD) = \frac{\pi D^2}{4}; D = \frac{K}{\pi} \quad (6)$$

$$Dominasi\ Relatif (DR) = \frac{Dominasi\ suatu\ jenis}{Dominasi\ seluruh\ jenis} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

D= diameter batang

K= keliling batang

Selanjutnya diukur Indeks Nilai Penting (INP) dengan ketentuan sebagai berikut. INP tingkat pancang, tiang dan pohon merupakan penjumlahan dari KR, FR, dan DR, sementara INP tingkat semai merupakan penjumlahan dari KR dan FR.

*Erosi*

Erosi tanah dihitung dengan persamaan dari Schwab et al. (1981), Monde (2010), dan Naharuddin et al. (2018):

$$W_{te} = W_1 + W_2 \quad (8)$$

Keterangan:

Wte = Berat tanah tererosi (g/ha/tahun)

W1 dan W2 = Berat tanah dalam ember I dan II (g)

Hubungan curah hujan dengan erosi pada berbagai model arsitektur pohon dapat diketahui dengan koefisien korelasi (R), sedangkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh curah hujan terhadap erosi dihitung koefisien determinasi (R<sup>2</sup>). Hal tersebut digunakan persamaan regresi linier sederhana dengan rumus:

$$Y = a + bx \quad (9)$$

Keterangan:

Y = Besarnya erosi pada plot model arsitektur pohon

a = Konstanta

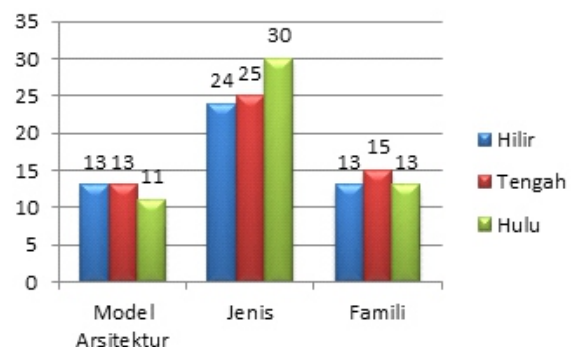
b = Erosi

x = Curah hujan

**Hasil dan Pembahasan**

**Model Arsitektur Pohon**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model arsitektur pohon lebih banyak pada wilayah tengah dan hilir yaitu masing-masing 13 model sedangkan pada wilayah hulu terdapat 11 model, namun jumlah jenis terbanyak terdapat pada wilayah hulu yaitu 30 jenis sedangkan wilayah tengah dan hilir terjadi penurunan masing-masing 25 dan 24 jenis, dilihat dari jumlah famili lebih banyak terdapat pada wilayah tengah yaitu 15 famili sedangkan pada wilayah hulu dan hilir masing-masing 13 famili (Gambar 4).



**Gambar 4.** Perbandingan jumlah model arsitektur pohon jumlah jenis dan jumlah famili wilayah hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu

**Figure 4.** Comparison of tree architecture models, number of species and number of family of the upstream, middle and downstream regions of the Miu Sub Watershed

Gambar 4 menunjukkan bahwa lahan yang belum terganggu pada wilayah hulu Sub DAS Miu yang berada pada kawasan konservasi Taman Nasional Lore Lindu penggunaan berupa hutan lahan kering sekunder (Gambar 1), memiliki variasi jumlah jenis yang tinggi dibandingkan dengan lahan yang sudah terganggu di hilir Sub DAS Miu penggunaan berupa kering campur, hal tersebut diduga oleh pengaruh faktor lingkungan pada hulu Sub DAS Miu yang merupakan daerah catchment area yang merupakan suatu ekosistem yang memiliki luasan hutan yang tinggi dibandingkan dengan daerah tengah dan hilir Sub DAS Miu. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Reinhardt & Kuhlemeier (2002) menyatakan bahwa perbedaan jumlah jenis vegetasi pada suatu habitat sangat dipengaruhi oleh kondisi ekosistem yang masih alami, lingkungan lainnya seperti cahaya, temperatur, kelembaban, dan ketersediaan nutrient.

Model arsitektur pohon dari ketiga tipe penggunaan lahan memberikan fungsi dan peranannya yang sangat urgen dalam ekosistem DAS ditinjau dari parameter konservasi tanah dan air dan beberapa parameter hidrologi lainnya. Arrijani et al. (2006) menyatakan bahwa fungsi vegetasi umumnya mengurangi laju aliran permukaan dan erosi tetapi besarnya penurunan laju erosi tergantung pada jenis dan komposisi jenis yang telah menyusun formasi vegetasi wilayah tersebut.

Struktur tajuk vegetasi dari beberapa model arsitektur pohon pada berbagai lahan jika memiliki kerapatan tajuk yang tinggi, maka dapat berfungsi menahan pukulan daya kinetik air hujan yang jatuh ke permukaan lahan. Menurut Hardjowigeno (1987) menyebutkan untuk meminimalisir erosi secara efektif pada lahan apabila paling sedikit 70% permukaan lahan tertutup vegetasi. Selanjutnya menurut Atmojo (2008), vegetasi dengan model arsitektur tajuk yang rindang dan perakaran yang merumpun sangat penting untuk dikembangkan

dalam rehabilitasi hutan dan lahan di DAS, sehingga mengurangi kepekaan terhadap alian permukaan, erosi dan longsor.

Model arsitektur Rauh ditemukan di wilayah hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang monopodium, pertumbuhan ritmis hingga mengakibatkan cabang tersusun dalam karangan, pola percabangan bersifat ortotropik. Model Attims ditemukan di wilayah hulu dan tengah Sub DAS Miu, memiliki ciri batang bercabang, poliaksial dengan beberapa aksis yang berbeda, semuanya ortotropik, percabangan monopodial, batang pokok mengalami pertumbuhan secara kontinu. Model Corner ditemukan di wilayah hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang monopodium dengan perbungaan lateral dan tidak bercabang, meristem apikal tumbuh secara terus menerus. Model Masart ditemukan di wilayah hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang monopodium ortotropik, pertumbuhan ritmis mengakibatkan cabang tersusun dalam karangan, cabang dapat bersifat simpodial maupun monopodial. Model Petit, hanya ditemukan di wilayah hulu Sub DAS Miu, memiliki batang bercabang, poliaksial dengan aksis vegetatif tidak ekuivalen, percabangan seluruhnya acrotonik dalam membentuk batang, kontruksi modular dengan cabang flagiotropik. Model Roux ditemukan di wilayah hulu dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang monopodium ortotropik dan simpodium, namun demikian kebanyakan juga monopodium, bentuk cabang bersifat kontinu atau tersebar dalam pilotaksis. Model Scarrone ditemukan di wilayah hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang monopodial, bentuk percabangan ritmik, umumnya cabang simpodial bersifat ortotropik. Model Stone ditemukan di wilayah hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang bercabang, poliaksial dengan beberapa aksis yang berbeda, semuanya ortotropik, percabangan monopodial

dengan perbungaan terminal, cabang simpodial, batang dengan pertumbuhan kontinu. Model Theoretical I hanya ditemukan di wilayah hulu Sub DAS Miu, memiliki ciri batang umumnya bercabang, mempunyai perbedaan yang jelas antara batang dengan, aksis vegetatifnya homogen, perbungaan lateral, bentuk batang monopodium serta percabangan berlangsung secara kontinu. Model Troll ditemukan di wilayah hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang simpodium, sumbu batang plagiotrop, pohon berbunga setelah dewasa, daun berhadapan, pembentukan batang yang tegak terjadi setelah daun gugur (Halle 1986).

Pada Tabel 1 terdapat 11 model arsitektur pohon dari 30 jenis dan 13 famili pada wilayah hulu. Model arsitektur terbanyak adalah model Rauh 8 jenis,

model Attims dan Corner masing-masing 4 jenis, model Massart, Petit, Roux, Stone, Theoretical I dan Troll masing-masing 2 jenis serta model Campagnat dan Scarrone masing-masing 1 jenis.

Pada Tabel 2 terdapat 13 model arsitektur pohon dari 25 jenis dan 15 famili pada wilayah tengah. Model arsitektur terbanyak adalah model Rauh 7 jenis, Model Corner 4 jenis, Model Champagnat, Model Leeuwenberg, Model Stone masing-masing 2 jenis, Model Attims, Model Aubreville, Model Kwan-Koriba, Model Massart, Model Mc Clure, Model Nozeran, Model Scarrone, Model Troll masing-masing 1 jenis.

Model Aubreville ditemukan pada wilayah tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang monopodium yang pertumbuhannya bersifat ritmis

**Tabel 1.** Model arsitektur pohon wilayah hulu Sub DAS Miu  
**Table 1.** Model of tree architecture in the upstream area of Miu Sub Watershed

Nomor	Model arsitektur	Nama latin	Famili
1	Attims	<i>Palaquium guersifolium</i>	Sapotaceae
2	Attims	<i>Ficus miqueli</i>	Moraceae
3	Attims	<i>Xantophyllum</i> sp	Polygalaceae
4	Attims	<i>Ficus stipulare</i>	Moraceae
5	Campagnat	<i>Gnetum gnemon</i>	Gnetaceae
6	Corner	<i>Arecha catechu</i>	Arecaceae
7	Corner	<i>Arenga undilatifolia</i>	Arecaceae
8	Corner	<i>Arenga pinnata</i>	Arecaceae
9	Corner	<i>Arecha vistiaria</i>	Arecaceae
10	Massart	<i>Myristica fatua</i>	Myristicaceae
11	Massart	<i>Myristica</i> sp	Myristicaceae
12	Petit	<i>Aglaia argentea</i>	Meliaceae
13	Petit	<i>Aglaia</i> sp	Meliaceae
14	Rauh	<i>Pterospermum celebicum</i>	Sterculiaceae
15	Rauh	<i>Litsea densiflora</i>	Lauraceae
16	Rauh	<i>Arthocarpus vriescana</i>	Moraceae
17	Rauh	<i>Litsea oppositifolia</i>	Lauraceae
18	Rauh	<i>Ficus benamina</i>	Moraceae
19	Rauh	<i>Elaeocarpus</i> sp	Elaeocarpaceae
20	Rauh	<i>Litsea</i> sp	Lauraceae
21	Rauh	<i>Arthocarpus</i> sp	Moraceae
22	Roux	<i>Trema orientalis</i>	Ulmaceae
23	Roux	<i>Ermerillia ovalis</i>	Maqnoliaceae
24	Scarrone	<i>Pandanus spiralis</i>	Pandanaceae
25	Stone	<i>Chionanthus nitens</i>	Oleaceae
26	Stone	<i>Chionanthus ramiflorus</i>	Oleaceae
27	Theoretical I	<i>Podocarpus neriifolius</i>	Podocarpaceae
28	Theoretical I	<i>Dacrycarpus imbricatus</i>	Podocarpaceae
29	Troll	<i>Syzygium accuminatissima</i>	Myrtaceae
30	Troll	<i>Syzygium</i> sp	Myrtaceae



sehingga bentuk percabangan plagiotrop yang tersusun secara terpisah. Model Kwan-Koriba hanya ditemukan di wilayah tengah Sub DAS Miu, memiliki ciri batang simpodium, kuncup terminal terhenti karena jaringan meristem apeks berdiferensiasi menjadi parenkim, kuncup aksilar berkembang pesat. Model Leeuwenberg ditemukan di wilayah tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang simpodium, setiap koulomner batang menghasilkan lebih dari satu koulomner anak diujungnya yang menempati ruang yang ada. Model Mc Clure ditemukan di wilayah tengah dan hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri dengan bentuk pertumbuhan simpodial dan monopodial, pertumbuhan simpodial berasal dari pertumbuhan meristem lateral secara berurutan sedangkan pertumbuhan monopodial berasal dari pertumbuhan lanjutan sebagai hasil aktivitas suatu meristem. Model Nozeran hanya ditemukan di wilayah tengah Sub DAS Miu, memiliki ciri batang

bercabang, aksis vegetatif tidak ekuivalen dalam bentuk homogen, heterogen dan campuran, perbungaan bersifat lateral, cabang bersifat monopidal dan simpodial (Halle 1986).

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat 13 model arsitektur pohon dari 24 jenis dan 13 famili pada wilayah hilir. Model arsitektur terbanyak adalah model Corner dan Rauh 4 jenis, Model Roux 3 jenis, Model Champagnat, Model Scarrone, Model Troll masing-masing 2 jenis, Model Aubreville, Model Leeuwenberg, Model Massart, Model Mc Clure, Model Nozeran, Model Stone, Model Tomlinson 1 jenis.

Model Tomlinson hanya ditemukan di hilir Sub DAS Miu, memiliki ciri batang dengan sumbu berupa ortotrop dan selanjutnya membentuk cabang ortotrop dari kuncup ketiak bagian batang di bawah tanah (Halle 1986).

**Tabel 2.** Model arsitektur pohon wilayah tengah Sub DAS Mu  
**Table 2.** Model of tree architecture in the middle area of Miu Sub Watershed

Nomor	Model arsitektur	Nama latin	Famili
1	Attims	<i>Palquium guersifolium</i>	Sapotaceae
2	Aubreville	<i>Lithocarpus</i> sp	Fagaceae
3	Champagnat	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
4	Champagnat	<i>Gnetum gnemon</i>	Gnetaceae
5	Corner	<i>Pinanga aurantica</i>	Arecaceae
6	Corner	<i>Arenga pinnata</i>	Arecaceae
7	Corner	<i>Areca vestiaria</i>	Arecaceae
8	Corner	<i>Areca catechu</i>	Arecaceae
9	Kwan -Koriba	<i>Antidesma</i> sp	Euphorbiaceae
10	Leeuwenberg	<i>Calophyllum souletri</i>	Cluseaceae
11	Leeuwenberg	<i>Calophyllum inophyllum</i>	Guttiferae
12	Massart	<i>Myristica fatua</i>	Myristicaceae
13	Mc Clure	<i>Bambusa</i> sp	Poaceae
14	Nozeran	<i>Theobroma cacao</i>	Sterculiaceae
15	Rauh	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae
16	Rauh	<i>Litsea</i> sp	Lauraceae
17	Rauh	<i>Litsea densiflora</i>	Lauraceae
18	Rauh	<i>Ficus</i> sp	Moraceae
19	Rauh	<i>Arthocarpus integra</i>	Moraceae
20	Rauh	<i>Arthocarpus communis</i>	Moraceae
21	Rauh	<i>Litsea formanii</i>	Lauraceae
22	Scarrone	<i>Pandanus</i> sp	Pandanaceae
23	Stone	<i>Castanopsis acuminatissima</i>	Fagaceae
24	Stone	<i>Chionantus ramiflorus</i>	Oleaceae
25	Troll	<i>Syzygium</i> sp	Myrtaceae

**Tabel 3.** Model arsitektur pohon wilayah hilir Sub DAS Miu**Table 3.** Model of tree architecture in the downstream area of Miu Sub Watershed

Nomor	Model arsitektur	Nama latin	Famili
1	Aubreville	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae
2	Champagnat	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
3	Champagnat	<i>Citrus grandis</i>	Rutaceae
4	Corner	<i>Areca vestiaria</i>	Arecaceae
5	Corner	<i>Pinanga aurantica</i>	Arecaceae
6	Corner	<i>Arenga pinnata</i>	Arecaceae
7	Corner	<i>Areca catechu</i>	Arecaceae
8	Leeuwenberg	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae
9	Massart	<i>Ceiba petandra</i>	Bombacaceae
10	Mc Clure	<i>Bambusa sp</i>	Poaceae
11	Nozeran	<i>Theobroma cacao</i>	Sterculiaceae
12	Rauh	<i>Arthocarpus integrera</i>	Moraceae
13	Rauh	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae
14	Rauh	<i>Ficus sp</i>	Moraceae
15	Rauh	<i>Pinus merkusii</i>	Pinaceae
16	Roux	<i>Coffea canephora</i>	Rubiaceae
17	Roux	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae
18	Roux	<i>Durio zibethinus</i>	Bombacaceae
19	Scarrone	<i>Aleurites moluccana</i>	Euphorbiaceae
20	Scarrone	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
21	Stone	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae
22	Tomlinson	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae
23	Troll	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae
24	Troll	<i>Leccaena leucocephala</i>	Fabaceae

### Komposisi Jenis

Berdasarkan hasil analisis vegetasi pada tiga wilayah yaitu hulu, tengah dan hilir Sub DAS Miu DAS Palu, diperoleh komposisi jenis yang berbeda-beda untuk tiap tingkat pertumbuhannya, berkisar antara 15-30 jenis dan 9-16 famili (Tabel 4).

Pada Tabel 4 diketahui bahwa jumlah jenis terbanyak pada tiga wilayah Sub DAS Miu terdapat pada wilayah hulu yaitu 30 jenis dan 16 famili (tingkat vegetasi semai), 20 jenis dan 13 famili (tingkat vegetasi pancang), 21 jenis dan 14 famili (tingkat vegetasi tiang) dan 24 jenis dan 13 famili (tingkat vegetasi pohon). Pada wilayah tengah meliputi 25 jenis dan 15 famili (tingkat vegetasi semai), 21 jenis 14 famili (tingkat vegetasi pancang), 20 jenis 12 famili (tingkat vegetasi tiang), dan 20 jenis 12 famili (tingkat vegetasi pohon). Sedangkan komposisi jenis terendah terdapat pada

wilayah hilir, yaitu 24 jenis 13 famili (tingkat vegetasi semai), 16 jenis 10 famili (tingkat vegetasi pancang) 16 jenis 10 famili (tingkat vegetasi tiang), dan 35 jenis 9 famili (tingkat vegetasi pohon).

Wilayah hulu Sub DAS Miu jenis yang mendominasi paling banyak berasal dari jenis *Palaquium sp* (Sapotaceae) untuk vegetasi tingkat pancang, tiang dan pohon dengan INP masing-masing sebesar 78,81%, 71,92% dan 101,05% sedangkan pada tingkat semai adalah jenis *Areca catechu* (Arecaceae) dengan INP sebesar 16,24%.

Wilayah tengah, jenis yang mendominasi pada tingkat semai, pancang, tiang dan pohon adalah *Ficus benjamina* (Moraceae) dengan INP masing-masing sebesar 34,44%, 48,27%, 63,17%, 50,39%. Selanjutnya untuk wilayah hilir Sub DAS Miu yang mendominasi pada tingkat semai adalah *Ficus benjamina*

**Tabel 4.** Komposisi jenis vegetasi**Table 4.** Species composition of vegetation

Wilayah DAS	Tingkat Pertumbuhan Vegetasi							
	Semai		Pancang		Tiang		Pohon	
	Jenis	Famili	Jenis	Famili	Jenis	Famili	Jenis	Famili
Hulu	30	16	20	13	21	14	24	13
Tengah	25	15	21	14	20	12	20	12
Hilir	24	13	16	10	16	10	15	9

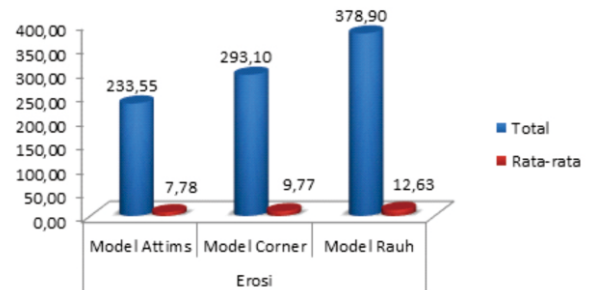
(Moraceae) dengan INP sebesar 24,08%, tingkat pancang dan tiang *Ficus carica* (Moraceae) dengan INP masing-masing sebesar 61,92% dan 67,58% sedangkan pada tingkat pohon adalah jenis *Arthocarpus integrera* (Moraceae) dengan INP sebesar 15,78%. Tingginya INP dari famili Moraceae menunjukkan bahwa jenis-jenis tersebut mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitarnya lebih baik dibanding jenis lainnya.

Famili Moraceae jenis *Ficus* spp (beringin) merupakan vegetasi yang memiliki kemampuan hidup dan beradaptasi dengan bagus pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Kinanthy 2013). Menurut Rauf et al. (2012) tanaman penyerap air yang dapat ditanam untuk kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan salah satunya adalah beringin (*Ficus benjamina*). Jenis yang mendominasi merupakan jenis yang umumnya mampu beradaptasi dan sukses dalam proses regenerasinya. Selanjutnya Naharuddin (2018), *Ficus* spp. memiliki potensi sebagai parameter hidrologi dan erosi tanah karena rata-rata memiliki kerapatan tajuk yang tinggi. Kerapatan tajuk yang tinggi ini mampu memecah dan menghambat air hujan yang akan jatuh ke lantai bumi, sehingga erosi dapat diminimalisir.

### Erosi pada Plot dengan Model Arsitektur Pohon Attims, Corner dan Rauh

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pengamatan selama 30 kali kejadian hujan, didapatkan hasil bahwa erosi tanah yang terjadi pada ketiga model arsitektur pohon, model Rauh memiliki nilai erosi yang lebih tinggi sebesar 378,90 g/ha/tahun dengan curah 493,55 mm dibandingkan dengan model Attims dan Corner (Gambar 5). Hal tersebut terjadi karena model Rauh jenis *Arthocarpus teysmanii* memiliki daun yang lebar sehingga bila hujan terjadi volume air tersimpan lebih besar sehingga mempengaruhi daya kinetik air

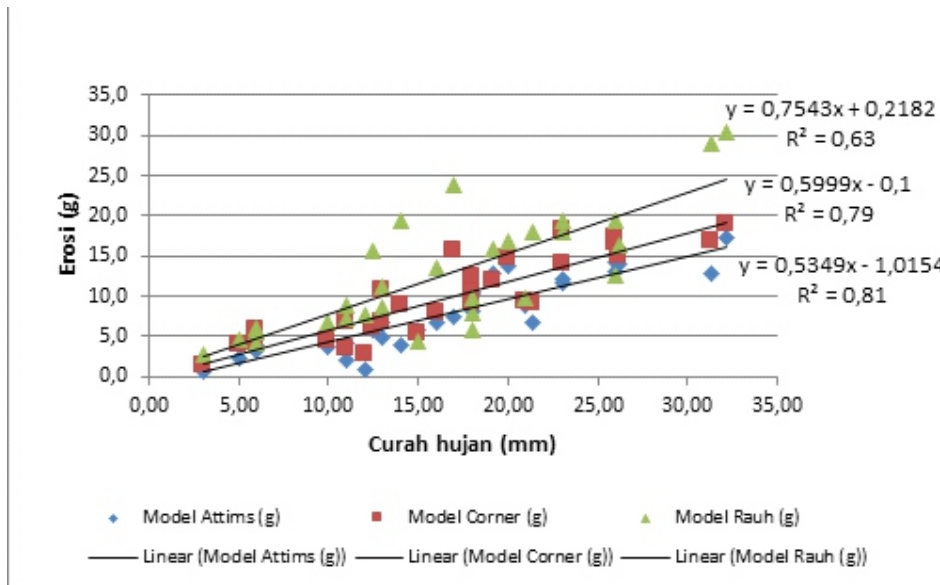
hujan yang jatuh ke tanah dan mengakibatkan erosi semakin tinggi. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Sarminah et al. (2018) bahwa faktor yang mempengaruhi besar dan kecilnya erosi dipengaruhi oleh lebar daun dan curah hujan yang tinggi.



Gambar 5. Erosi pada model arsitektur pohon Attims, Corner dan Rauh

Figure 5. Erosion on Attims, Corner and Rauh tree architecture models

Gambar 5 menunjukkan bahwa model arsitektur pohon model Attims jenis *Eucalyptus deglupta*, lebih baik dalam mengendalikan erosi dibandingkan dengan model Corner jenis *Arenga pinnata* dan model Rauh jenis *Arthocarpus*, hal tersebut dapat dilihat perbedaan erosi yang terjadi dalam total erosi/ha/tahun (Gambar 5). Model attims memiliki cabang dan tajuk berstrata, selain itu didukung oleh volume tajuk pada umumnya besar sehingga dapat mengalir melalui aliran batang dan menginfiltrasikan curah hujan yang jatuh di atasnya sehingga dapat meminimalisir laju erosi. Meskipun demikian total erosi yang terjadi pada ketiga model arsitektur pohon tidak berbeda jauh. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa vegetasi memberikan dampak positif bagi suatu ekosistem hutan dan lahan antara lain sebagai pengatur tata air, perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta pengendalian erosi. Model yang paling efektif mengendalikan erosi berdasarkan Gambar 5, adalah model Attims jenis *Eucalyptus deglupta* dan model Corner jenis *Arenga pinnata*, hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Siahaan et al. (2020) bahwa vegetasi rifarian seperti model Corner jenis *Arenga pinnata*



**Gambar 6.** Hubungan curah hujan dengan erosi yang terjadi pada model arsitektur pohon Atims, Corner dan Rauh  
**Figure 6.** Relationships between rainfall and erosion that happens to Atims, Corner and Rauh tree architecture model

memiliki kemampuan mengendalikan stabilisasi tebing sungai oleh proses erosi, oleh karena itu perlu dikembangkan model tersebut. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Rumaisha (2019) menyebutkan bahwa pengaruh vegetasi dalam mengendalikan erosi melalui intersepsi hujan oleh tajuk pohon, mengurangi aliran permukaan dan gaya dispersinya.

Hasil analisis hubungan antara curah hujan dengan erosi pada berbagai model arsitektur pohon dapat dilihat melalui nilai koefisien korelasi (R) dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sesuai pada Gambar 6.

Hasil analisis pada Gambar 6 memperlihatkan koefisien korelasi (R) = 80% model Attims, 89% model Corner, 90% model Rauh, ini menunjukkan bahwa hubungan antara curah hujan dengan erosi sangat kuat. Nilai  $R^2$  yakni sebesar 0,63 model Attims, 0,79 model Corner, 0,81 model Rauh, hal tersebut memperlihatkan bahwa faktor curah hujan mempengaruhi erosi sebesar 63% model Attims, 79% model Corner, 81% model Rauh. Hasil penelitian tersebut, sejalan dengan penelitian yang dilakukan Panjaitan & Rusli (2017) menyebutkan bahwa pengaruh curah hujan terhadap erosi sebesar 81,5% pada tanaman berdaun lebar, perubahan satuan curah

hujan akan menyebabkan perubahan pertambahan 2,661 kg/ha erosi.

### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model arsitektur pohon Attims (jenis *Eucalyptus deglupta*) dan model Corner (jenis *Arenga pinnata*) memiliki nilai erosi sebesar 233,55 g/ha/tahun dan 293,10 g/ha/tahun lebih rendah bila dibandingkan model Rauh (jenis *Arthocarpus teysmanii*) sebesar 378,90 g/ha/tahun dengan curah hujan total 493,55 mm. Jumlah curah hujan berhubungan sangat kuat terhadap erosi yang terjadi pada ketiga model arsitektur pohon yakni nilai koefisien korelasi (R) masing-masing model 0,80 model Attims, 0,89 model Corner dan 0,90 model Rauh dengan nilai koefisien determinasi  $R^2$  masing-masing 63% model Attims, 79% model Corner dan 81% model Rauh.

Model arsitektur pohon terbukti memiliki peranan yang penting dalam mengendalikan laju erosi tanah. Oleh karena itu dalam usaha pengendalian erosi maka perlu dilakukan pengembangan model Attims dan model Corner sebagai salah satu syarat dalam usaha rehabilitasi hutan dan lahan utamanya pada DAS yang kritis baik di dalam kawasan hutan maupun di luar kawasan

hutan. Hal ini dapat dilakukan dengan pengaturan penggunaan lahan dengan pertimbangan teknis kaidah konservasi tanah dan air baik secara vegetatif maupun kombinasi secara mekanik dalam pola sistem agroforestri.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilaksanakan atas dukungan dana Penelitian Produk Terapan Tahun 2016 sesuai surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian No. 146/SP2H/LT/DRPM/III/2016, tanggal 3 Maret 2016. Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada MPA Wanacikal Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako yang turut membantu dalam proses pengambilan data primer dan data sekunder.

## Daftar Pustaka

- Akan AO, Antoun EN. 1994. Runoff detention for flood volume or erosion control. *Journal of irrigation and drainage engineering* 120(1):168-178.
- Arrijani A, Lombok BJ. 2006. Model arsitektur pohon pada hulu das cianjur zona sub-montana taman nasional gunung gede pangrango. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi* 7(2):71-84.
- Arrijani A, Setiadi D, Guhardja E, Qayim I. 2006. Vegetation analysis of the upstream Cianjur watersheds in Mount Gede-Pangrango National Parks's. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 7(2).
- Atmojo SW. 2008. Peran agroforestri dalam menanggulangi banjir dan longsor DAS. Disajikan dalam dalam Seminar Nasional Pendidikan Agroforestry Sebagai Strategi Menghadapi Pemanasan Global di Fakultas Pertanian.
- Hallé F. 1986. Modular growth in seed plants. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences* 313(1159):77-87.
- Halle F. 1995. Canopy architecture in tropical trees: a pictorial approach. *Forest canopies* 27-44.
- Hani A, Geraldine LP. 2018. Pertumbuhan tanaman semusim dan manglid (*Magnolia champaca*) pada pola agroforestry. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 12(2):172-183.
- Hardiana E, Kadir S, Nugroho Y. 2020. Analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE) di DAS Dua Laut Kabupaten Tanah Bumbu. *Jurnal Sylva Scientiae* 2(3):529-539.
- Hardjowigeno S. 1987. Ilmu Tanah: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Kinanthi 2013. Pohon yang mengandung Filosofi di Jawa. <http://nisyacin.blogdetik.com>. Diakses 28 Mei 2020.
- Lahusen MR, Naharuddin N, Sustris S. 2014. Keanekaragaman jenis vegetasi tepian Sungai Kaili Desa Labuan Kungguma Kecamatan Labuan. *Jurnal Warta Rimba* 2(1):136-144.
- Lin Y, Jiang M, Pellikka P, Heiskanen J. 2018. Recruiting conventional tree architecture models into state-of-the-art LiDAR mapping for investigating tree growth habits in structure. *Frontiers in plant science* 9:220.
- Liu QQ, Singh VP, Xiang H. 2005. Plot erosion model using gray relational analysis method. *Journal of Hydrologic Engineering* 10(4):288-294.
- Monde A. 2010. Pengendalian aliran permukaan dan erosi pada lahan berbasis kakao di DAS Gumbasa, Sulawesi Tengah. *Media Litbang Sulteng* 3(2).
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology Wiley and Sons New York. New York, USA.
- Munzir T, Akbar H, Rafli M. 2019. Kajian erosi tanah dan teknik konservasi tanah di Sub DAS Krueng Pirak Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Agrium Unimal* 16(2):126-134.
- Mustikasari N, Tarigan SD, Sabiham S, Sahari B. 2018. Aliran permukaan, erosi dan kehilangan hara kebun kelapa sawit Kabupaten Sorolangun Provinsi Jambi. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 20(2):82-85.
- Naharuddin N. 2018. Komposisi dan struktur vegetasi dalam potensinya sebagai parameter hidrologi dan erosi. *Jurnal Hutan Tropis* 5(2):134-142.
- Naharuddin N, Bratawinata A, Hardwinarto S, Pitopang R. 2016. Aliran tembus pada tegakan model arsitektur pohon Aubreville, Leeuwenberg dan Stone di tipe penggunaan lahan kebun hutan Sub Daerah Aliran Sungai Gumbasa. *Jurnal Warta Rimba* 4(1):28-33.
- Naharuddin, Rukmi, Wulandari R, Paloloang AK. 2018. Surface runoff and erosion from agroforestry land use types. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences* 28(3).
- Najar N, Mey D, Karim J. 2020. Prediksi erosi menggunakan model USLE di Sub DAS Amohalo Sulawesi Tenggara. *Physical and Social Geography Research Journal* 2(1):29-42.
- Panjaitan PB, Rusli AR. 2017. Aliran permukaan dan erosi pada penutupan tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) di Kebun Percobaan UNB, Cogreg. *Jurnal Sains Natural* 2(2):169-178.
- Parliansyah E, Matius P, Hastaniah H, Ruslim Y. 2019. inventarisasi tumbuhan tingkat pancang dan semai berkhasiat obat di Lembo yang digunakan oleh Suku Dayak Tunjung Kampung Ngenyan Asa Kecamatan Barong Tongkok Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Pertanian Terpadu* 7(2):141-151.
- Pretzsch H, Utschig H, Sotke R. 2006. Applications of tree growth modelling in decision support for sustainable forest management. Hlm. 131-149. *Sustainable forest management*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Puspaningsih N. 1999. Studi perencanaan pengelolaan lahan di Sub DAS Cisadane Hulu Kabupaten Bogor. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 5(2).
- Rauf A, Rahmawaty DBTJ, Said. 2012. Teknologi pemanfaatan lahan berbasis pengelolaan DAS. Sumatera utara
- Reinhardt D, Kuhlemeier C. 2002. Plant architecture. *EMBO reports* 3(9):846-851.
- Rumaisha A, Tania S, Jamaludin I. 2019. Peran Vegetasi terhadap upaya pencegahan erosi tebing sub daerah aliran sungai (DAS) Cinambo. *Agroteknologi*.
- Sadeghi SHR, Gholami L, Homaei M, Khaledi Darvishan A. 2015. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. *Solid Earth* 6(2):445-455.

- Schwab GO, Frevert RK, Edminster TW, Barnes KK. 1981. Soil and water conservation engineering. John Wiley and Sons.
- Senawi S. 2009. Arahan penggunaan lahan untuk pengendalian erosi tanah di Sub-DAS Wuryantoro DTA Waduk Gajah Mungkur Wonogiri Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 3(2):95-107.
- Siahaan R, Ai NS, Rampe HL, Mokoginta M. 2020. Kondisi ekologis riparian dan sungai Lowatag Bagian Hulu, Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara. *Kalwedo Sains* 1(2):70-73.
- Subekti S. 2004. Efektivitas guludan dalam mengendalikan erosi lahan. Dissertation (unpublished). Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Supangat AB, Sudira P, Supriyo H, Poedjirahajoe E. 2018. Simulasi model dinamik pengaruh legume cover crops (Lcc) terhadap limpasan dan sedimen di lahan hutan tanaman. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* 2(1):17-34.
- Supangat AB, Sudira P, Supriyo H, Poedjirahajoe E. 2012. Studi intersepsi hujan pada hutan tanaman *Eucalyptus Pellita* di Riau. *Agritech* 32(3).
- Suyana J, Muliawati ES, Lestariningsih NP. 2017. Pengaruh perlakuan mulsa batang jagung dan strip penguat teras terhadap limpasan permukaan, erosi dan hasil usaha tani. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* 1(2):127-141.
- Wahyuningrum N, Putra PB. 2018. Evaluasi lahan untuk menilai kinerja Sub Daerah Aliran Sungai Rawakawuk. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* 2(1):1-16.
- Ziliwu Y. 2002. Pengaruh beberapa macam tanaman terhadap aliran permukaan dan erosi. Disertasi (tidak dipublikasikan). Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Zuazo VD, Pleguezuelo CR, Martínez JF, Rodríguez BC, Raya AM, Galindo PP. 2008. Harvest intensity of aromatic shrubs vs. soil erosion: An equilibrium for sustainable agriculture (SE Spain). *Catena* 73(1):107-116.