

Peran bulu (*Ficus elastica*) sebagai upaya konservasi tanah dan air di Hutan Bulupitu, Kebumen, Jawa Tengah

The role of bulu (*Ficus elastica*) as an effort for soil and water conservation in Bulupitu Forest, Kebumen, Central Java

ANIK NUR HIDAYATI^{1,*}, ATUS SYAHBUDIN², DWI TYANINGSIH ADRIYANTI², AULIA ALIZAR ANAM², DINA SALIMA²

¹Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Jl. Raya Dramaga, Bogor 16001, Jawa Barat. Tel.: +62-251-8621244, *email: aniknurhidayati1@gmail.com

²Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Jl. Agro 1, Bulaksumur, Sleman 55281, Yogyakarta

Manuskrip diterima: 15 September 2018. Revisi disetujui: 28 November 2019.

Abstrak. Hidayati AN, Syahbudin A, Adriyanti DT, Anam AA, Salima D. 2018. Peran Bulu (*Ficus elastica*) sebagai upaya konservasi tanah dan air di Hutan Bulupitu, Kebumen, Jawa Tengah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5*: 66-70. Pengelolaan sumberdaya alam yang tidak bijaksana menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem. Penangkaran suatu jenis tumbuhan selain berfungsi untuk menjaga kelestarian juga berfungsi menjaga kualitas lingkungan terutama konservasi tanah dan air. Penelitian bertujuan mengetahui urgensi penangkaran Bulu (*Ficus elastica*) sebagai upaya konservasi tanah dan air di Hutan Bulupitu. Bulu adalah tumbuhan asli Hutan Bulupitu yang berperan penting dalam konservasi tanah dan air namun jumlahnya sedikit. Penelitian dilakukan di Hutan Bulupitu, Kebumen, Jawa Tengah. Metode penelitian dilakukan dengan inventarisasi menggunakan metode *systematic sampling with random start* dengan petak ukur *nested sampling* berdasarkan tingkatan pertumbuhan vegetasi. Data dianalisis menggunakan analisis vegetasi dan indeks diversitas vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan komposisi jenis pohon yang mendominasi di Hutan Bulupitu pada tingkatan semai adalah *Mallotus blumeanus*, INP 54.95; tingkat sapuhan *Myristica affinis*, INP 53.93; tingkat tiang *Myristica affinis*, INP 70.16; dan tingkat pohon *Dracontomelon dao*, INP 61.72. Keanekaragaman jenis pohon Hutan Bulupitu termasuk rendah, secara berturut-turut pada tingkatan semai, tiang, pancang dan pohon adalah 0.629; 0.831; 0.122; dan 0.892. Dapat disimpulkan bahwa Bulu tidak mendominasi Hutan Bulupitu, permudaan alam yang tidak berhasil berpotensi rentan hilang dari habitatnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penangkaran untuk menjaga kelestariannya serta mempertahankan fungsi konservasi tanah dan air agar keseimbangan ekosistem Hutan Bulupitu terjaga.

Kata kunci: Bulu, Hutan Bulupitu, konservasi, penangkaran

Abstract. Hidayati AN, Syahbudin A, Adriyanti DT, Anam AA, Salima D. 2018. The role of Bulu (*Ficus elastica*) as an effort to conserve soil and water in Bulupitu Forest, Kebumen, Central Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5*: 66-70. Unwise management of natural resources causes ecosystem imbalances. Breeding species for maintenance of preservation and maintenance of environmental quality, especially for soil and water conservation. Research aims to know the urgency of Bulu (*Ficus elastica*) breeding as an effort to conserve soil and water in Bulupitu Forest. Bulu are native plants that are very helpful in soil and water conservation. The study was conducted in Bulupitu forest, Kebumen, Central Java. The research method was carried out by inventory using systematic sampling method with random start with nested sampling plots based on vegetation growth rate. Data analysis uses vegetation analysis and vegetation diversity index. The results showed that the trees in Bulupitu forest in the spring were *Mallotus blumeanus*, INP 54.95; *Myristica affinis*, INP 53.93; pole level of *Myristica affinis*, INP 70.16; and *Dracontomelon dao* tree level, INP 61.72. The diversity of Bulupitu forest trees is low, respectively at the level of seedlings, poles, saplings and trees is 0.629; 0.831; 0.122; and 0.892. It can be concluded that Bulu is not dominate in Bulupitu forest and have unsuccessful natural regeneration from its habitat. Therefore, breeding is needed to maintain the sustainability and balance of Bulupitu forest ecosystem.

Keywords: Bulu, Bulupitu forest, conservation, breeding

PENDAHULUAN

Vegetasi merupakan unsur pokok dalam usaha konservasi tanah dan air. Keberadaan hutan menjadikan tanah berpori sehingga air mudah terserap ke dalam tanah. Hal ini akan membantu meningkatkan persediaan air tanah sekaligus menghindari terjadinya banjir (Soemarwoto 2003). Setiap jenis vegetasi terutama pada tingkatan pohon

memiliki karakteristik masing-masing yang dapat mempengaruhi kondisi lingkungan di sekitarnya. Kehadiran vegetasi akan memberikan dampak positif bagi keseimbangan ekosistem dalam skala yang lebih luas pada suatu lanskap dengan pengaruh yang bervariasi (Hasanuddin 2017).

Vegetasi mempengaruhi siklus hidrologi melalui pengaruhnya terhadap air hujan yang jatuh dari atmosfer ke

permukaan bumi, ke tanah dan batuan yang dibawahnya (Arsyad 2006). Keberadaan vegetasi hutan dan seresah menyebabkan air hujan yang jatuh di atas lahan tidak semuanya menjadi aliran permukaan, bahkan hampir sebagian besar mampu diubah menjadi air bawah permukaan (*groundwater*) (Zhang et al. 2011). Kondisi demikian tidak hanya penting dalam penyediaan air tanah, namun lebih jauh dari itu sangat penting dalam mempertahankan kestabilan tanah terutama di daerah-daerah berlereng curam (Asriningrum 2004).

Berbagai jenis vegetasi mempunyai peranan masing-masing dalam menekan aliran permukaan yang ditimbulkan dari aliran air hujan. Berdasarkan hal tersebut, pemahaman mengenai potensi tumbuhan penekan aliran permukaan beserta peranan ekologisnya dalam mendukung konservasi tanah dan air sangat diperlukan. Selain itu, hal yang tak kalah penting untuk dalam mengkonservasi tanah dan air adalah dengan memberdayakan tanaman lokal. Tanaman lokal diyakini oleh masyarakat tradisional mampu menjaga keberadaan sumber-sumber air alami dan menjaga kelestarian tanah.

Kawasan Hutan Bulupitu yang terletak pada Desa Tunjungseto, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah memiliki luasan wilayah $\pm 3,5$ Ha dengan kondisi ketinggian ± 100 m dpl – 200 m dpl. Kondisi vegetasinya hampir sama dengan hutan hujan tropis apabila dilihat berdasarkan karakteristik hutan. Struktur vegetasi pada Hutan Bulupitu terdiri dari pohon, herba dan perdu, serta beberapa tingkatan hidup pohon. Perbedaan struktur vertikal disebabkan adanya pertumbuhan yang beragam, baik antara perdu maupun pohon. Keadaan di dalam Hutan Bulupitu dapat membentuk iklim mikro yang berbeda dengan kondisi di luar. Hal ini terjadi karena pengaruh kerapatan vegetasi yang terbentuk.

Pada saat musim kemarau maupun musim penghujan masyarakat tidak kekurangan air maupun takut akan bahaya longsor dikarenakan vegetasi Hutan Bulupitu tergolong masih rapat dan berukuran relatif besar. Keberadaan jenis-jenis vegetasi yang berada di kawasan Hutan Bulupitu

merupakan aset atau sumber plasma nutfah yang menarik untuk diteliti karena besarnya peranan vegetasi tersebut dalam kaitannya menjaga kelestarian kawasan Hutan Bulupitu dan sekitarnya terutama pohon Bulu yang menjadi ikon dari Hutan Bulupitu dimana pohon Bulu tersebut diduga sudah berumur ratusan tahun dan memiliki diameter yang besar.

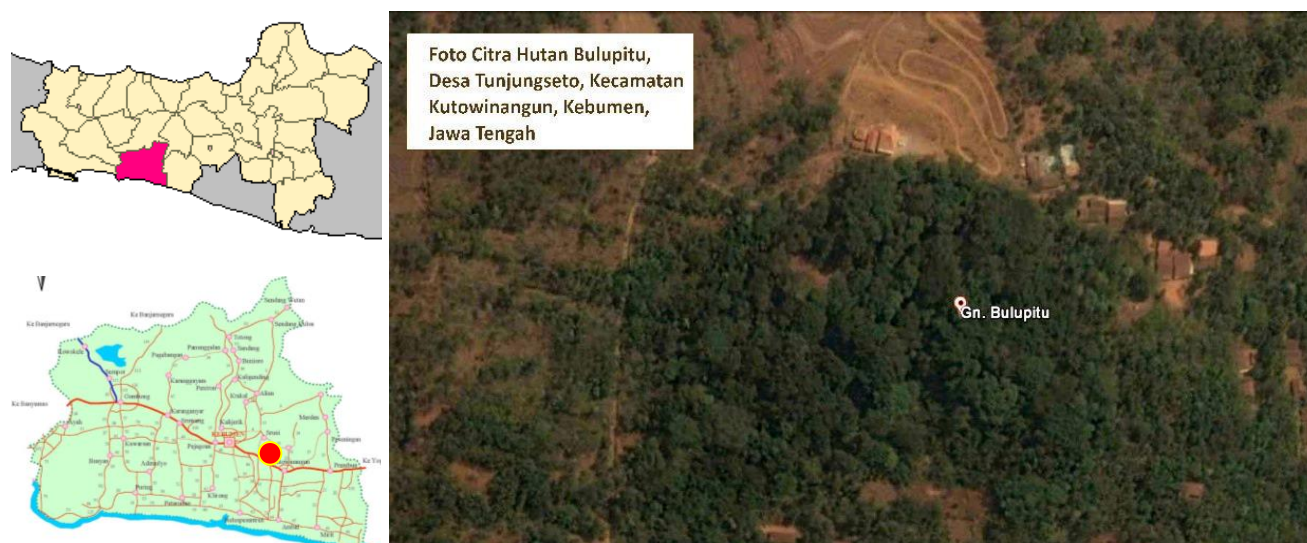
Hutan Bulupitu pada zaman dahulu adalah hutan alam dimana banyak ditemukan jenis bulu (*Ficus elasticus*) namun seiring berjalannya waktu dan pola pemanfaatan kayu bulu dengan penebangan langsung mengakibatkan pohon bulu semakin berkurang jumlahnya. Jika hal ini dibiarkan maka akan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem serta berisiko hilangnya pohon bulu dari habitat aslinya. Hilangnya bulu dari habitat aslinya akan berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan tanah dan air. Hal ini karena bulu adalah jenis pohon dari genus *Ficus* yang berperan baik dalam fungsi penyimpanan air (Sofiah dan Fika 2010).

Porey (2000) menyatakan bahwa masyarakat tradisional melakukan konservasi biodiversitas dan sekaligus memperoleh keuntungan pelestarian terhadap tanah dan air. Aka diharapkan penelitian yang berkaitan dengan kekayaan sumberdaya tanaman lokal yang berfungsi sebagai konservasi tanah dan air ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi serta landasan kebijakan dalam mengelola suatu kawasan guna kelestarian lingkungan yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

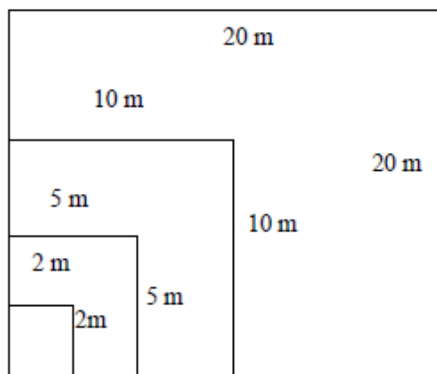
Penelitian dilakukan di Hutan Bulupitu, Desa Tunjungseto, Kecamatan Kutowinangaun, Kabupaten Kebumen. Desa Tunjungseto memiliki luas 137,2 ha yang di dalamnya terdapat Hutan dan Pesanggrahan Bulupitu seluas 3,5 ha (Gambar 1).



Gambar 1. Foto citra Hutan Bulupitu, Desa Tunjungseto, Kecamatan Kutowinangun, Kebumen, Jawa Tengah

Metode penelitian pengambilan data

Metode pengambilan data yang digunakan yaitu inventarisasi dengan metode *purposive systematic sampling*. Metode ini dibuat dengan membuat petak ukur yang mewakili areal pengamatan dengan penempatan petak ukur secara sistematis (Simon 2007), dengan intensitas *sampling* 30%. Petak ukur yang digunakan adalah *nessted sampling* dengan jumlah 27 petak ukur (Gambar 2). Pengamatan *nested sampling* berdasarkan tingkatan pertumbuhan tanaman (Kusmana 1997).



Gambar 1. Desain petak ukur bersarang (*nested sampling*)

Data analisis

Data pengamatan dianalisis menggunakan analisis vegetasi dan indeks diversitas vegetasi.

Analisis vegetasi

$$\text{Kerapatan jenis A} = \frac{\text{jumlah jenis A}}{\text{total luas plot}}$$

$$\text{Frekuensi jenis A} = \frac{\text{jumlah yang mengandung jenis A}}{\text{jumlah semua plot}}$$

$$\text{Dominansi jenis A} = \frac{\text{luas bidang dasar jenis A}}{\text{luas plot}}$$

$$\text{KR jenis A} = \frac{\text{kerapatan jenis A}}{\text{kepadatan total jenis}} \times 100\%$$

$$\text{FR jenis A} = \frac{\text{frekuensi jenis A}}{\text{frekuensi semua jenis}} \times 100\%$$

$$\text{DR jenis A} = \frac{\text{dominansi jenis A}}{\text{dominansi semua jenis}} \times 100\%$$

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

Analisis keanekaragaman vegetasi

Indeks Shannon-Wiener

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log p_i)$$

Dimana :

H = indeks keanekaragaman jenis s = jumlah jenis

p_i = proposal jenis $I = n_i/N = (\text{jumlah individu } i / \text{jumlah semua jenis})$ (Wiryo 2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dominansi dari jenis-jenis yang ada pada tegakan dapat dilihat berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP). Indeks Nilai Penting digunakan untuk mengetahui tingkat dominansi atau penguasaan jenis dalam suatu komunitas. Jenis yang mempunyai Indeks Nilai Penting terbesar merupakan jenis yang paling dominan atau berarti pula jenis tersebut mempunyai tingkat kesesuaian terhadap tempat tumbuh yang lebih baik dibandingkan dengan jenis yang lain. Adapun hasil perhitungan Indeks Nilai Penting di Hutan Bulupitu dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan nilai INP yang diperoleh terdapat perbedaan pada jenis dominan di setiap tingkatan hidup pohon. Hal ini disebabkan karena kerapatan, frekuensi dan dominansi yang tinggi di setiap tingkatan (Kusmana 1997). Pada tingkat semai dan sapihan parameter kerapatan dan frekuensi adalah parameter yang mengakibatkan tingginya nilai dominansi pada tingkatan tersebut. Nilai INP terbesar pada tingkatan semai dimiliki oleh *Mallotus blumeanus*, hal ini terjadi karena *Mallotus blumeanus* memiliki permudaan alam yang baik. Keberhasilan permudaan alam ditandai dengan dominansi serta adaptasi yang baik dari suatu spesies.

Myristica affinis memiliki INP tertinggi pada tingkatan sapihan dan tiang. Hal ini disebabkan karena *Myristica affinis* memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi serta diduga belum dimanfaatkan oleh masyarakat. Jenis pohon yang memiliki nilai INP tertinggi adalah *Dysoxylum mollissimum*, karena termasuk ke dalam jenis pohon yang dikeramatkan sehingga masyarakat tidak memanfaatkan Rauh untuk memenuhi kebutuhan ekonomi.

Nilai INP pada semai dan sapihan serta pada tiang dan pohon memiliki pengaruh yang berbeda pada ekosistem, hal ini terjadi karena antara semai dan sapihan serta tiang dan pohon memiliki fungsi yang berbeda. Semai dan sapihan tergolong ke dalam kelas stratifikasi tajuk tertekan dan intermediet, sedangkan tiang dan pohon tergolong dalam strata tajuk kodominan dan dominan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di Hutan Bulupitu memiliki starta tajuk yang berlapis, dari starta tajuk tertekan hingga dominan. Strata tajuk menyebabkan adanya persaingan pertumbuhan di Hutan Bulupitu, sehingga ada beberapa jenis yang mendominasi di Hutan Bulupitu.

Tabel 1. Indeks nilai penting Hutan Bulupitu, Desa Tunjungseto, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah

Tingkatan pertumbuhan	Jenis	INP
Semai	<i>Mallotus blumeanus</i>	54.95
Pancang	<i>Myristica affinis</i>	53.93
Tiang	<i>Myristica affinis</i>	70.16
Pohon	<i>Dysoxylum mollissimum</i>	61.72

Tabel 2. Indeks diversitas Hutan Bulupitu, Desa Tunjungseto, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah

Tingkatan pertumbuhan	Indeks diversitas
Semai	0.629
Pancang	0.831
Tiang	0.122
Pohon	0.892

Nilai INP tertinggi di Hutan Bulupitu berdampak langsung terhadap ekosistem yang ada di dalamnya. Jenis pohon yang memiliki nilai INP paling tinggi dapat memengaruhi ekosistem di dalam kawasan. Komposisi jenis pada Hutan Bulupitu akan tetap terjaga apabila jenis yang memiliki nilai INP tertinggi tidak mengalami gangguan. Ekosistem yang terganggu dapat merubah komponen yang berada di Hutan Bulupitu. Oleh karena itu perlu adanya perlindungan pada jenis yang memiliki nilai INP tertinggi sedangkan untuk jenis yang lain perlu dilakukan konservasi demi menjaga keanekaragaman jenisnya.

Indeks keanekaragaman jenis menggambarkan tingkat pemerataan jenis serta jumlah jenis dalam satu komunitas. Keanekaragaman jenis yang tinggi menunjukkan bahwa suatu ekosistem tersebut tersusun dari jumlah jenis yang beragam. Namun, ketika jumlah jenis penyusun suatu ekosistem hanya sedikit, maka keanekaragaman jenisnya juga rendah. Penurunan keanekaragaman jenis menjadikan persaingan antar jenis akan berkurang dan meningkatkan persaingan sesama jenis. Keberadaan jenis pohon pada Hutan Bulupitu yang didominasi oleh spesies tertentu menyebabkan nilai keanekaragaman jenis yang rendah.

Nilai Indeks Diversitas di Hutan Bulupitu disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis untuk seluruh tingkat pertumbuhan pohon di Hutan Bulupitu menunjukkan nilai di bawah 1. Nilai indeks keanekaragaman jenis dengan skala < 1 tergolong kategori rendah, skala $1 - 3 \leq$ kategori sedang, dan ≤ 3 termasuk dalam kategori tinggi (Shannon and Weaver 1949). Menurut nilai indeks diversitas Shannon-Wiener keanekaragaman jenis di Hutan Bulupitu termasuk rendah. Rendahnya nilai keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh komposisi individu yang tidak merata serta rendahnya jumlah spesies pada Hutan Bulupitu. Jenis pohon yang berada pada Hutan Bulupitu cenderung tumbuh berkelompok pada suatu wilayah. Spesies *Dracontomelon dao* dan *Ficus elasticus* adalah spesies di Hutan Bulupitu yang memiliki persebaran hampir di seluruh wilayah. Dominansi kedua spesies tersebut mengakibatkan jumlah tingkatan pohon lain lebih sedikit. Faktor dominansi suatu spesies itulah yang mengakibatkan adanya keanekaragaman hayati yang rendah.

Nilai keanekaragaman jenis pada Hutan Bulupitu juga dipengaruhi oleh faktor sosial dan ekonomi dari masyarakat. Sumber daya alam kayu pada Hutan Bulupitu mulai dimanfaatkan sejak wilayah hutan masuk dalam kawasan administrasi desa. Siklus tumbuhan yang semula hidup secara alami menjadi terganggu dengan adanya kegiatan tersebut. Sejak tahun 2000 masyarakat di sekitar Hutan Bulupitu memanfaatkan hutan dalam bentuk pencarian rumput, recek cabang, penebangan bambu, dan

pemanenan buah aren. Pada tahun 2016 sejalan dengan pengelolaan Hutan Bulupitu pemerintah menetapkan bahwa di dalam wilayah Hutan Bulupitu tidak diperbolehkan diadakan pemanfaatan jenis pohon.

Berdasarkan data hasil pengamatan di Hutan Bulupitu dapat diketahui bahwa hanya ditemukan 8 pohon bulu, angka ini termasuk kategori sangat sedikit, padahal menurut Sofiah dan Fiqa (2010) menyatakan bahwa jenis Moraceae salah satunya adalah Bulu berperan penting dalam fungsi konservasi tanah dan air karena jenis tersebut mampu mengikat air sehingga menjaga kestabilan tata air di sekitarnya. Selain itu, jenis *Ficus* merupakan salah satu jenis tumbuhan yang paling penting dari ekosistem hutan (Nur'aini et al. 2013).

Oleh karena itu, perlu dilakukan penangkaran Bulu di Hutan Bulupitu, sebab jika tidak dilakukan penangkaran hal ini akan berisiko hilangnya Bulu dari Hutan Bulupitu. Langkah penangkaran bulu di Hutan Bulupitu penting untuk diambil karena berdasarkan data tingkatan pertumbuhan diketahui bahwa tidak ditemukan Bulu pada tingkatan semai, sapihan, tiang dan pancang hal ini mengindikasikan bahwa permudaan alam pada Bulu tidak berjalan dengan baik. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha penangkaran bulu di Hutan Bulupitu dengan tetap mempertahankan spesies yang ada guna melestarikan keanekaragaman hayati yang ada demi terjaganya keseimbangan ekosistem.

Dalam penangkaran perlu memperhatikan kondisi lingkungan agar peluang keberhasilan penangkaran bulu menjadi lebih besar. Diantara kondisi lingkungan yang perlu diperhatikan salah satunya adalah sinar matahari. Sinar matahari sangat diperlukan untuk memacu fotosintesis dan pertumbuhan, karena Moraceae termasuk tumbuhan yang intoleran. Kekurangan sinar matahari dapat menyebabkan terganggunya pembentukan bunga dan buah serta pertumbuhannya yang berakibat pada kegagalan penangkaran Bulu (Hasanuddin 2017).

Jenis *Ficus* dari famili Moraceae sangat penting untuk tetap dijaga dan dikembangkan karena mengingat perannya dalam fungsi konservasi tanah dan air (Trimanto 2013). Tajuk pohon Bulu yang rimbun membantu dalam menahan laju jatuhnya air hujan sehingga tidak menimbulkan erosi percik, pohon Bulu memiliki jenis perakaran tunggang yang kuat dan bercabang banyak sehingga mampu mempertahankan tanah di sekitarnya sehingga menahan terjadinya erosi serta mampu menyerap air dalam jumlah yang cukup besar. Bulu merupakan salah satu tumbuhan dari genus *Ficus* yang memiliki peran penting dalam menjaga kualitas lingkungan utamanya dalam hal konservasi tanah dan air. Morfologi bulu mampu memberikan hasil yang terbaik dalam menyimpan maupun menahan air, sehingga usaha konservasi dapat memberikan hasil yang terbaik.

Salah satu teknik konservasi tanah dan air yang dapat digunakan adalah teknik vegetasi dimana teknik ini menjaga vegetasi dengan tujuan siklus air tetap stabil (Gambar 4.). Hal ini sudah dilakukan di Hutan Bulupitu, namun perlu diketahui bahwa Bulu adalah jenis tumbuhan potensial yang berperan dalam fungsi konservasi tanah dan air sehingga jumlah dan keberadaannya perlu tetap dilestarikan bahkan penting untuk dilakukan penangkaran.



Gambar 3. Bulu (*Ficus elasticus*) di beberapa petak ukur di hutan Bulupitu, Desa Tunjungseto, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah



Gambar 4. Sumber mata air di Hutan Bulupitu, Desa Tunjungseto, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah

Dalam disimpulkan, bulu tidak mendominasi Hutan Bulupitu, permudaan alam yang tidak berhasil berpotensi rentan hilang dari habitatnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penangkaran untuk menjaga kelestariannya serta mempertahankan fungsi konservasi tanah dan air agar keseimbangan ekosistem Hutan Bulupitu terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Asriningrum W. 2004. Perubahan Penggunaan Lahan Dan Kaitannya Terhadap Bahaya Banjir Dan Tanah Longsor. TIM Pemantauan Bencana Alam PSDAL Pubangjalapan. http://www.lapanrs.com/SMB/smba.php?hal=3&data_id+bj_hr_20040207_pwj.
- Hasamuddin. 2017. Jenis Tumbuhan Moraceae Di Kawasan Stasiun Ketambe Taman Nasional Gunung Leuser Aceh Tenggara. Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017, UIN Banda Aceh.
- Kusmana, C. 1997. Metode Survey Vegetasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nur'aini, Syamsuardi, Ardinis, A. 2013. Tumbuhan *Ficus* L. (Moraceae) di hutan konservasi Prof. Soemitro Djojohadikusumo, PT. Tidar Kerinci Agung (TKA), Sumatera Barat. Jurnal Biologi Universitas Andalas 2 (4): 235-24.
- Porey DA. 2000. Ethnobiology and Ethnoecology in The Context of National Laws & International Agreement Affecting Indigenous and Local Knowledge, Traditional Resources and Intellectual Property Rights. In: Ellen R, Parkes P, Bicker A (eds.). Indigenous Environmental Knowledge and its Transformations Critical Anthropological Perspectives. Harwood Academic Publishers, Singapore.
- Rahim SE. 2003. Pengendalian Erosi Tanah: Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup. Bumi Aksara, Jakarta.
- Shannon CE, Weaver W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana, IL.
- Simon H. 2007. Metode Inventori Hutan. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Soemarwoto O. 2003. Hutan, Reboisasi/Penghijauan, dan Air. <http://www.kompas.co.id/kompascetak/0310/20/opini/618287.html>.
- Sofiah S, Fika AP. 2010. Jenis-jenis pohon di sekitar mata air dataran tinggi dan rendah (Studi Kasus Kabupaten Malang). Jurnal Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus 4A: 1-3.
- Trimanto. 2013. Diversitas Pohon Sekitar Aliran Mata Air di Kawasan Pulau Moyo Nusa Tenggara Barat. Prosiding Seminar Nasional Biologi, Program Studi Biologi FKIP UNS, Surakarta.
- Wiryono. 2009. Ekologi Hutan. UNIB Press. Bengkulu.
- Zhang WG, An SQ, Xu Z, et al. 2011. The impact of vegetation and soil on runoff regulation in headwater streams on the east Qinghai-Tibet Plateau, China. Catena 87: 182-189.