

EVALUASI KARAKTERISTIK DAN OPTIMASI LAHAN BERDASARKAN KESESUAIAN LAHAN KEBUN BENIH SEMAI GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb.) DAN TISUK (*Hibiscus macrophyllus*) Roxb. Ex Hornem) HUTAN KIARAPAYUNG, SUMEDANG, JAWA BARAT

An Assessment of the Land Characteristics and Optimization Based on the Land Requirements of Gmelina (Gmelina arborea Roxb.) and Tisuk (Hibiscus macrophyllus Roxb. Ex Hornem) in the Kiarapayung Forest, Sumedang, West Java.

Sopandi Sunarya¹ dan Alfi Rumidatul^{2*}

¹Rekayasa Kehutanan, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Jl. Let. Jend. Purn. Dr. (HC) Mashudi 1, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363, Indonesia;

²Teknologi Pasca Panen, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Jl. Let. Jend. Purn. Dr. (HC) Mashudi 1, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363, Indonesia;

*Corresponding author: alfirumidatul@itb.ac.id

ABSTRACT

*The degradation of forests in Indonesia has resulted in a decrease in the productivity of the land, necessitating the need for the restoration and expansion of forest planting. The primary issue with forest rehabilitation activities is that the characteristics of the growing area are typically marginal and deficient in nutrients. Furthermore, each plant possesses distinct attributes and appropriateness for its specific growing environment. Hence, in order to perform suitable site engineering, it is imperative to undertake land evaluation activities to ascertain the suitability of the land for cultivation and to identify any constraints on the land. The objective of this study is to determine the attributes of the habitat and the factors that restrict the growth of *G. arborea* and *H. macrophyllus* seedlings in the Kiarapayung forest. We conducted measurements of soil samples, rainfall, slope, and altitude. The rate analysis identified five suboptimal parameters in the *G. arborea* seedling seed garden land: slope, soil pH, C-organic, N, P, and K potent. Within the suboptimal category, the *H. macrophyllus* land is characterized by a single parameter, which is the slope. In order to attain the most favorable plant growth, it is imperative that we enhance the six factors that currently restrict growth on this research land. To enhance the inadequate preservation and accessibility of essential nutrients such as pH, C-organic, N, available P, and potential K, it is recommended to administer lime and fertilizer to the soil.*

Keywords: Gmelina arborea, Hibiscus macrophyllus, Land characteristics, Limiting factor

ABSTRAK

Degradasi hutan di Indonesia menyebabkan menurunnya produktivitas lahan, sehingga diperlukan kegiatan rehabilitasi dan perluasan penanaman hutan. Permasalahan utama kegiatan rehabilitasi hutan adalah karakteristik tempat tumbuh umumnya lahan marginal dan miskin hara. Di samping itu, setiap tanaman memiliki karakteristik dan kesesuaian yang berbeda-beda terhadap tempat tumbuhnya. Oleh karena itu perlu dilakukan kegiatan evaluasi lahan untuk mengetahui karakteristik lahan dan faktor pembatas yang terdapat pada lahan, sehingga bisa melakukan rekayasa tapak yang tepat. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik tempat tumbuh dan faktor pembatas kebun benih semai *G. arborea* dan *H. macrophyllus* hutan Kiarapayung. Data yang diambil adalah sampel tanah, curah hujan, keterenggan, dan ketinggian. Hasil analisis menunjukkan bahwa lahan kebun benih semai *G. arborea* memiliki 5 parameter yang berkategori suboptimal yaitu keterenggan, pH tanah, C-organik, N, P, dan K potensial. Lahan *H. macrophyllus* memiliki 1 parameter dengan kategori suboptimal yaitu keterenggan. Lokasi penelitian ini memiliki 6 faktor pembatas yang perlu dilakukan perbaikan agar pertumbuhan tanaman lebih optimal. Untuk memperbaiki rendahnya retensi dan ketersediaan hara seperti pH tanah, C-organik, N, P tersedia, dan K potensial dapat diatasi dengan pemberian kapur dan pupuk pada tanah.

Kata kunci: Faktor pembatas, *Gmelina arborea*, *Hibiscus macrophyllus*, Karakteristik lahan

I. PENDAHULUAN

Hutan berdasarkan fungsinya dengan kriteria dan pertimbangan tertentu ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah RI No. 34 tahun 2002 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, Pemanfaatan Hutan dan Penggunaan Kawasan Hutan Pasal 5 ayat (2) yang terbagi atas hutan konservasi, hutan lindung, dan hutan produksi. Fungsi perlindungan hutan antara lain sebagai pengendali tata air, pencegah erosi dan banjir, sedangkan fungsi produksi hutan merupakan penghasil kayu dan non kayu. Fungsi hutan sebagai fungsi konservasi dapat berupa sumber plasma nutfah (*germplasm*) yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Namun beberapa tahun belakangan Indonesia mengalami degradasi hutan secara terus-menerus. Laju degradasi hutan di Indonesia hingga tahun 2022-2023 sangat besar yaitu mencapai 0,12 juta hektar per tahun (Ansar *et al.*, 2024). Pada umumnya kerusakan hutan di Indonesia diakibatkan oleh penebangan liar, kebakaran hutan, pembukaan kawasan hutan untuk pemukiman, pertanian, perkebunan, dan lain-lain. Degradasi hutan tersebut mengakibatkan fungsi-fungsi hutan menjadi terganggu.

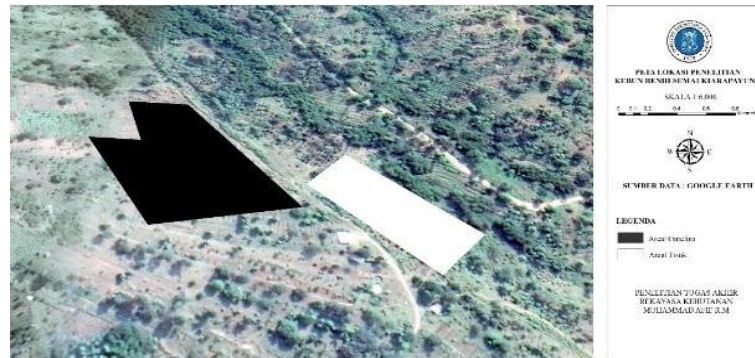
Perbaikan fungsi hutan dapat dilakukan dengan kegiatan rehabilitasi dan konservasi lahan dengan melakukan penanaman pada lahan kritis dan terdegradasi serta peningkatan produktivitas lahan. Kerusakan lahan hutan juga menyebabkan terjadinya penurunan produksi kayu dari hutan alam dan meningkatkan luas lahan kritis yang kurang produktif. Kondisi ini menggambarkan bahwa pembangunan hutan tanaman sangat diperlukan. Namun rehabilitasi dengan pembangunan hutan tanaman umumnya ditanam pada lahan marginal atau miskin hara (Arvianti *et al.*, 2024). Hal ini menjadi salah

satu permasalahan utama dalam melakukan rehabilitasi hutan. Permasalahan ini berkaitan dengan karakteristik tempat tumbuh tanaman karena setiap jenis tanaman memiliki karakteristik dan kesesuaian yang berbeda-beda terhadap tempat tumbuhnya (Hidayat, *et al.*, 2021). Selain itu, kegiatan rehabilitasi lahan dan pembangunan hutan tanaman juga memerlukan pasokan benih yang bermutu baik secara fisik maupun secara genetik.

Benih yang bermutu dapat diperoleh melalui tegakan hutan yang telah dilakukan program pemuliaan, sebagaimana penelitian yang telah dilakukan Setiadi (2017). Salah satu tegakan hutan yang sudah dilakukan program pemuliaan adalah Kebun Benih Semai (KBS) Hutan Kiarapayung. Kebun Benih Semai Hutan Kiarapayung merupakan salah satu kebun benih yang bertujuan untuk memberikan pasokan benih di Jawa Barat. Spesies tanaman yang ditanam di kebun benih ini adalah *Gmelina arborea* dan *Hibiscus macrophyllus*. Sebelum didapatkan tegakan hutan yang bermutu tinggi, diperlukan adanya evaluasi karakteristik lahan untuk mengetahui apakah lahan tersebut optimal dijadikan tempat tumbuh tanaman hutan dan mengetahui faktor pembatas yang ada di lahan tersebut agar dapat menentukan rekayasa tapak yang tepat untuk diaplikasikan di lahan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik tempat tumbuh dan menentukan faktor pembatas kebun benih semai *G. arborea* dan *H. macrophyllus* Hutan Kiarapayung.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kebun Benih Semai *G. arborea* dan *H. macrophyllus* di Kiarapayung. Wilayah penelitian berada pada ketinggian 1.046-1.076 mdpl dan memiliki luas sekitar 5 hektar. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 1.

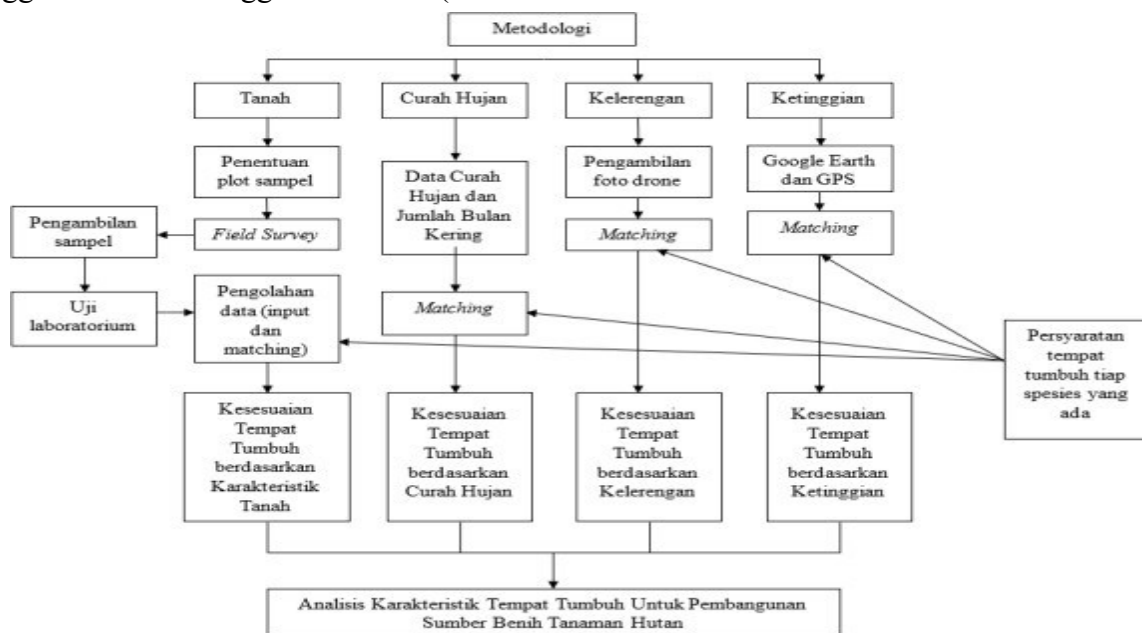


Gambar 1. Areal penelitian

Data primer yang diambil adalah sampel tanah, kelerengan, dan ketinggian. Sampel tanah diambil dengan cara *purposive sampling* dengan pertimbangan ketinggian dan kelerengan (Damanik *et al.*, 2021). Sampel tanah yang telah diambil kemudian dilakukan pengujian di laboratorium untuk mendapatkan data karakteristik tanah seperti pH H₂O, C-organik, N-total, P₂O₅, K₂O, Kapasitas Tukar Kation (KTK), dan salinitas. Data kelerengan diambil menggunakan drone yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan data DEM. Data ketinggian diambil menggunakan GPS (*Global*

Positioning System) Garmin dan Google Earth (Stefano, 2021). Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah curah hujan dengan menggunakan Maksim DSSAT *weather file generator* (Ishaque *et al.*, 2023).

Seluruh data karakteristik lahan yang diperoleh dari prosedur pengambilan sampel mulai dari sampel tanah, curah hujan, kelerengan, dan ketinggian disusun dalam satu tabel untuk proses pencocokan (*matching*) dengan persyaratan tumbuh tanaman yang bersangkutan. Metode secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kesesuaian karakteristik tempat tumbuh untuk pembangunan Sumber Benih Semai Tanaman Hutan

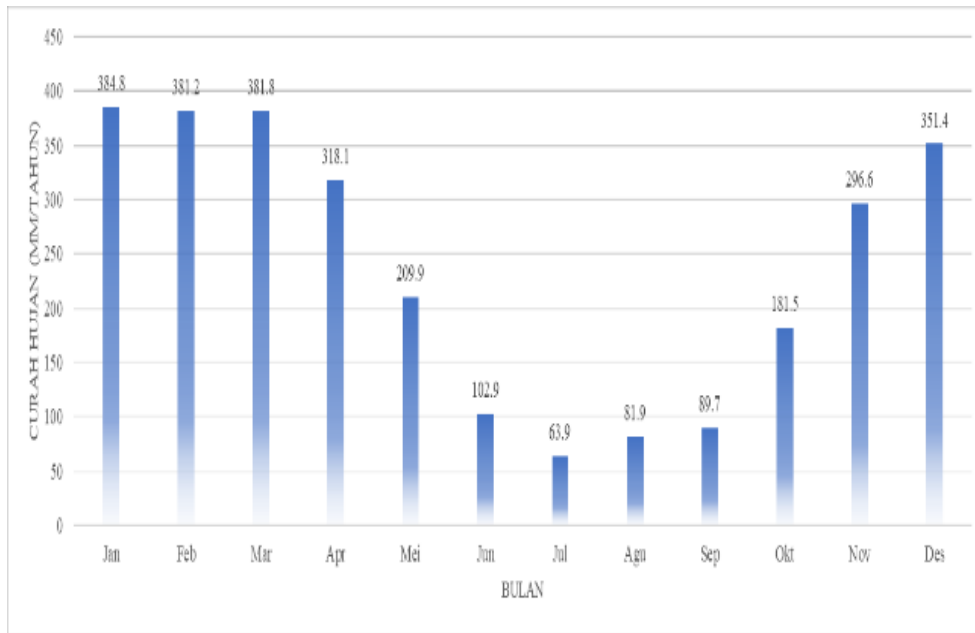
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Curah Hujan

Data curah hujan diambil menggunakan prosedur Marksिम DSSAT *weather file*

generator untuk mendapatkan rata-rata curah hujan 10 tahun terakhir. Grafik curah hujan dapat dilihat pada Gambar 3.

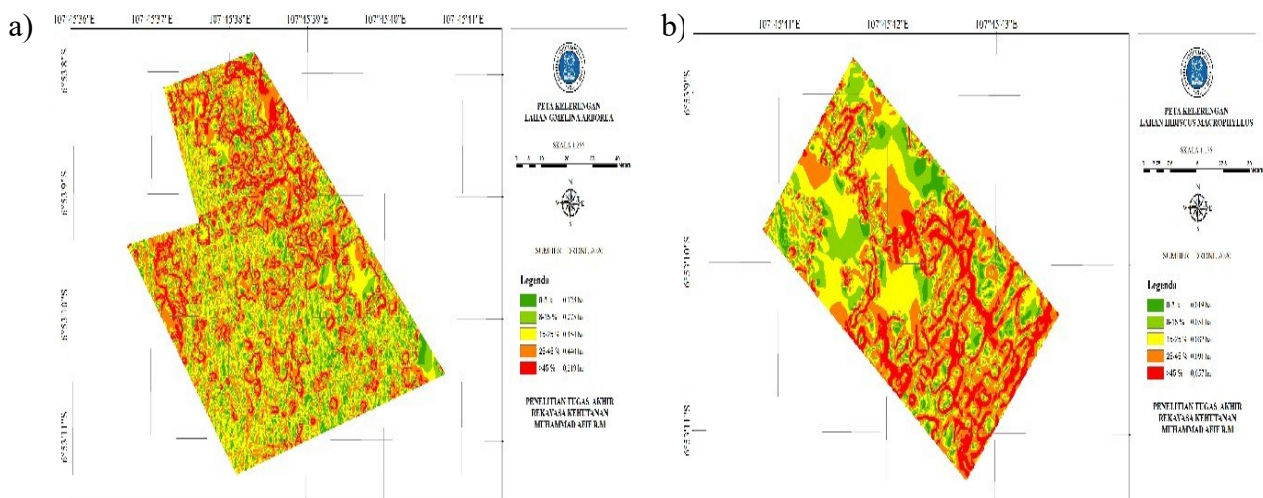


Gambar 3. Grafik rata-rata curah hujan di areal penelitian

2. Kelerengan dan Ketinggian

Data kelerengan diambil menggunakan prosedur drone dan dianalisis menggunakan

data DEM yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kelerengan lahan a) *Gmelina arborea* dan b) *Hibiscus macrophyllus*

3. Kesuburan Tanah

dapat dilihat pada Tabel 1.

Data kesuburan tanah pada lahan *Gmelina arborea* dan *Hibiscus macrophyllus*

Tabel 1. Hasil Kesuburan Tanah Tapak *Gmelina arborea* dan *Hibiscus macrophyllus*

No	<i>Gmelina arborea</i>				
	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria*	Karakteristik*
1	pH : H ₂ O	-	4.9	Masam	Suboptimal
2	C organik	%	1.45	Rendah	Suboptimal
3	N total	%	0.2	Rendah	Suboptimal
4	P ₂ O ₅ (Bray/Olsen)	ppm P	9.52	Sedang	Suboptimal
5	K ₂ O HCl 25%	mg/100g	15.3	Rendah	Suboptimal
6	KTK	cmol/kg	26.45	Tinggi	Optimal
7	Salinitas	g/L	0.059	Sangat rendah	Optimal
<i>Hibiscus macrophyllus</i>					
	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria*	Karakteristik*
1	pH : H ₂ O	-	5.49	Masam	Optimal
2	C organik	%	1.58	Rendah	Optimal
3	N total	%	0.18	Rendah	Optimal
4	P ₂ O ₅ (Bray/Olsen)	ppm P	10.53	Sedang	Optimal
5	K ₂ O HCl 25%	mg/100g	30.61	Sedang	Optimal
6	KTK	cmol/kg	27.27	Tinggi	Optimal
7	Salinitas	g/L	0.051	Sangat Rendah	Optimal

* Food and Agriculture Organization of The United Nations (1984)

4. Faktor Pembatas

Faktor pembatas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor pembatas

No	<i>Gmelina arborea</i>			
	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria*
1	Kelerengan	%	15 s/d >45%	Sangat curam
2	pH : H ₂ O	-	4.9	Masam
3	C organik	%	1.45	Rendah
4	N total	%	0.2	Rendah
5	P ₂ O ₅ (Bray/Olsen)	ppm P	9.52	Rendah
6	K ₂ O HCl 25%	mg/100g	15.3	Rendah
<i>Hibiscus macrophyllus</i>				
	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria*
1	Kelerengan	%	15 s/d >45%	Sangat curam
2	pH : H ₂ O	-	5.49	Masam
3	C organik	%	1.58	Rendah
4	N total	%	0.18	Rendah
5	P ₂ O ₅ (Bray/Olsen)	ppm P	10.53	Rendah
6	K ₂ O HCl 25%	mg/100g	30.61	Sedang

* Food and Agriculture Organization of The United Nations (1984).

B. Pembahasan

1. Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan milimeter di atas permukaan horizontal. Dalam artian lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap maupun mengalir. Curah hujan merupakan unsur iklim yang memiliki fluktuasi tinggi dan berpengaruh terhadap produksi tanaman. Air dari hujan merupakan input air terbesar dalam memenuhi kebutuhan air tanaman. Proses metabolisme tanaman membutuhkan air dalam jumlah yang berbeda, bergantung pada jenis tanaman, umur dan fase pertumbuhan, waktu tanam, pola tanam, serta jenis tanah (Mahdya *et al.*, 2020).

Data curah hujan diambil menggunakan Marksims DSSAT *weather file generator* untuk mendapatkan rata-rata curah hujan 10 tahun terakhir. Akumulasi curah hujan sebesar 2.843,7 mm/tahun dengan 1 bulan kering setiap tahunnya (Bulan Juli). Curah hujan optimal bagi pertumbuhan *G. Arborea* karena curah hujan optimal bagi pertumbuhan *G. Arborea* pada kisaran 750-4.500 mm/tahun (Orwa, *et al.*, 2009). Begitu pula bagi *H. macrophyllus*, dapat tumbuh baik pada wilayah dengan curah hujan hingga 3.000 mm/tahun (Sudomo, A., 2013).

2. Kelerengan dan Ketinggian

Kelerengan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan harus diperhatikan sejak penyiapan lahan sebelum penanaman. Lahan yang memiliki kelerengan yang curam akan mudah terganggu dan rusak seperti erosi atau longsor. Semakin curam suatu lahan maka akan meningkatkan aliran permukaan (Maulana *et al.*, 2022).

Setelah dilakukan pengambilan foto udara menggunakan *drone* dan dianalisis data DEM didapat peta kelerengan seperti pada Gambar 4. Untuk lahan *G. arborea*, dari total

areal 1.516 hektar, 1.113 hektar diantaranya atau 73% dari total luasan memiliki kelerengan 15% hingga lebih dari 45%. Begitu juga untuk lahan *H. macrophyllus*, dari total areal 0,3 hektar, 0,23 hektar diantaranya atau 77% dari total luasan memiliki kelerengan 15% hingga lebih dari 45%. Kelerengan ini termasuk kategori agak curam hingga sangat curam (Febriantika *et al.*, 2022). Kelerengan ini kurang cocok atau kurang optimal untuk dijadikan areal penanaman *G. arborea* karena spesies ini memiliki perakaran yang dangkal (Indrajaya dan Siarudin, 2015). Begitupun dengan *H. macrophyllus* yang umumnya tumbuh lebih baik pada lahan yang relatif datar (Susanto dan Mashudi, 2018). Hal ini mengindikasikan bahwa faktor kelerengan pada penelitian ini menjadi salah satu faktor pembatas yang membutuhkan upaya perbaikan atau rekayasa tapak yang tepat agar dapat dijadikan tempat tumbuh yang optimal. Menurut Pamungkas *et al.*, 2024, beberapa teknik manajemen kelerengan yang efektif adalah (1) pembuatan terasering yang bertujuan untuk mengurangi panjang dan kemiringan lereng, menahan air, sehingga mengurangi kecepatan dan jumlah aliran permukaan, serta meningkatkan penyerapan air oleh tanah; (2) pengelolaan drainase lereng untuk mengendalikan aliran air hujan yang dapat memicu longsor; (3) analisis stabilitas lereng terhadap curah hujan dan (4) optimasi lereng terasering dengan analisis metode Fellenius untuk membantu dalam menentukan desain terasering yang optimal untuk mencegah longsor.

Daerah penelitian ini berada pada ketinggian 1.059-1.076 mdpl. Ketinggian tempat sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Ketinggian tempat mencakup temperatur udara, intensitas cahaya matahari, dan kelembaban udara. Rentang ketinggian ini masuk kategori optimal untuk kedua jenis tanaman. *G. arborea* dapat tumbuh optimal hingga ketinggian 1.500 mdpl (Indrajaya dan Siarudin, 2015). Begitupun

untuk *H. macrophyllus* yang umum ditanam di Indonesia hingga ketinggian 1.400 mdpl (Susanto dan Mashudi, 2018).

3. Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah merupakan suatu kondisi tanah dimana tata air, udara, dan unsur hara berada dalam keadaan yang cukup sesuai dengan kebutuhan tanaman (Banggo *et al.*, 2021). Kesuburan tanah ditinjau dari ketersediaan dan retensi hara di dalam tanah. Beberapa parameter yang menjadi indikator kesuburan tanah adalah pH tanah, C organik, N, P, K, KTK (Kapasitas Tukar Kation), dan salinitas.

Untuk lahan *G. arborea*, dari seluruh parameter kesuburan tanah terdapat 5 parameter yang masuk kategori suboptimal yaitu pH, C organik, N, P, dan K. Kategori ini merujuk kepada penelitian yang mengatakan bahwa *G. arborea* tidak cocok tumbuh pada lahan dengan kadar nitrogen, fosfor, dan kalium yang rendah (Indrajaya dan Siarudin, 2015). Nilai pH 4,0-5,0 juga termasuk ke dalam kategori suboptimal bagi *G. arborea* (Nahak *et al.*, 2020). Untuk tanaman tisuk, seluruh parameter kesuburan tanah masuk kategori optimal. Tisuk dapat tumbuh relatif bagus bahkan pada lahan dengan pH di bawah 5,0, C organik 1,16-1,25, Nitrogen 0,09%, kadar P di bawah 2 ppm, dan K 22-61 mg/100g (Fathoni *et al.*, 2021). Namun dalam kondisi ini tetap direkomendasikan untuk diberikan perlakuan khusus pada lahan tisuk agar pertumbuhannya lebih optimal. Menurut Wardhani *et al.*, 2020, treatment manajemen kesuburan tanah untuk mendukung pertumbuhan kayu tisuk, diantaranya adalah (1) analisis kesuburan tanah awal untuk mengetahui kandungan unsur hara dan sifat fisik tanah; (2) pemberian pupuk makro (N, P, K) untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman tisuk; (3) pengelolaan tumbuhan bawah yang dapat membantu menciptakan iklim mikro di lantai hutan,

menjaga tanah dari bahaya erosi, serta memelihara kesuburan tanah; (4) penambahan bahan organik seperti kompos atau seresah dapat meningkatkan kandungan hara dan memperbaiki struktur tanah; (5) pengelolaan pH tanah yang akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman dan (6) konservasi tanah dan air seperti pembuatan terasering, penanaman penutup tanah, dan pengelolaan air yang baik dapat mencegah erosi dan mempertahankan kesuburan tanah.

Pada seluruh parameter yang sudah dilakukan pencocokan didapatkan bahwa karakteristik lahan *G. arborea* dan *H. macrophyllus* secara keseluruhan berkategori suboptimal. Terdapat satu parameter yang menyebabkan lahan tersebut menjadi suboptimal yaitu parameter kelerengan. Jika parameter kelerengan tidak cocok dengan persyaratan tumbuh tanaman akan mengakibatkan lahan tersebut menjadi marginal (Maulana *et al.*, 2022). Kelerengan merupakan salah satu parameter yang lebih diprioritaskan dibandingkan parameter lainnya. Untuk kesesuaian lahan, apabila seluruh parameter bernilai sesuai/optimal sebagai media tumbuh tanaman, namun jika parameter kelerengan bernilai kurang sesuai/kurang optimal, maka kesesuaian lahan secara keseluruhan akan menjadi kurang sesuai/kurang optimal.

4. Faktor Pembatas

Faktor pembatas adalah penyimpangan dari kondisi optimal karakteristik dan kualitas lahan yang memberikan pengaruh buruk untuk berbagai penggunaan lahan (Susanti *et al.*, 2018). Faktor pembatas ini biasanya berkaitan dengan sifat fisik, kimia, dan biologi lahan, serta kondisi lingkungan. Faktor-faktor pembatas tersebut dapat berupa ketinggian tempat, curah hujan, tekstur tanah, kedalaman efektif, drainase, erosi, tutupan batuan, kemiringan lereng, vegetasi. Faktor-faktor pembatas tersebut dapat

dikelompokkan ke dalam kelas kesesuaian lahan, yaitu: S1 (sangat sesuai), S2 (cukup sesuai), S3 (sesuai marginal). Faktor pembatas pada penelitian ini adalah parameter karakteristik lahan yang membutuhkan upaya perbaikan atau perlakuan khusus agar karakteristik lahan menjadi optimal.

Dari seluruh faktor karakteristik lahan pada penelitian ini, terdapat 6 parameter yang menjadi faktor pembatas yaitu kelerengan, pH tanah, C organik, nitrogen, fosfor, dan kalium. Parameter-parameter ini membutuhkan upaya perbaikan khusus agar menjadi lebih optimal untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kelerengan agak curam hingga curam dapat diatasi dengan penanaman tanaman penutup tanah atau *Legume Cover Crop* (LCC) (Astuti *et al.*, 2018). Penanaman tanaman penutup tanah dapat melindungi tanah dari proses penghancuran agregat tanah yang disebabkan oleh air hujan dan menurunkan aliran permukaan. Sedangkan untuk kelerengan agak curam (>45%) dapat diatasi dengan pembuatan teras (Deng *et al.*, 2021). Untuk mengatasi rendahnya unsur hara tanah dapat dilakukan dengan pemupukan. Pupuk yang paling tepat adalah pupuk organik untuk meningkatkan kadar C organik, pupuk urea untuk N, pupuk TSP untuk P, dan pupuk KCL untuk K (Murnita *et al.*, 2021). Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan pupuk NPK. Namun penggunaan pupuk ini seharusnya dilakukan sebelum kegiatan penanaman agar tanaman dapat tumbuh lebih optimal dari awal pertumbuhannya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Karakteristik tempat tumbuh *G. arborea* dan *H. macrophyllus* termasuk kategori suboptimal.

Terdapat enam faktor pembatas karakteristik lahan pada penelitian ini yaitu kelerengan yang

agak curam hingga sangat curam, pH tanah yang masam, kadar C organik rendah, nitrogen rendah, fosfor rendah, dan kalium rendah.

B. Saran

Perlu dilakukan perbaikan pada lahan penelitian agar pertumbuhan tanaman lebih optimal. Untuk memperbaiki rendahnya retensi dan ketersediaan hara seperti pH tanah, C-organik, N, P tersedia, dan K potensial dapat diatasi dengan pemberian kapur dan pupuk pada tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana berkat pihak-pihak yang telah membantu keberjalanan pengumpulan data hingga pengerjaan penelitian. Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada pihak Sertifikasi Perbenihan Tanaman Hutan (SPTH) Jawa Barat yang telah membantu peneliti dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, S.S.A., Rahmawati, A., Arrahman, R.D. (2024). Peninjauan Bencana Alam akibat Deforestasi Hutan dan Tantangan Penegakan Hukum mengenai Kebijakan Penebangan Hutan Berskala Besar di Indonesia. *Indonesian Journal of Law and Justice*, 1(4), 1-11.
- Arvianti, E.Y., Reniati, N., Yoga, T. (2024). Menggali Potensi Pemanfaatan Lahan Marginal menjadi Lahan Produktif dalam Rangka Mempertahankan Ketersediaan Pangan di Masa Mendatang. *Sepa: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 21(1), 89-99.
- Astuti, Y.T.M., Santosa, T.N.B., Andi. (2018). Sistem Penanaman Legume Cover Crop pada Lahan Replanting Perkebunan Kelapa Sawit. *Agroista: Jurnal Agroteknologi*, 2(1), 28-40.
- Banggo, A., Mutiara, C., Supardy, P.N. (2021). Identifikasi Tingkat Kesuburan Tanah dan Sifat Kimia Tanah pada Lahan Pembudidayaan Sayur-Sayuran di Kelurahan Rewarangga Selatan. *Agrica: Journal of Sustainable Dryland Agriculture*, 14(2), 128-136.
- Damanik, A., Refliaty, Achmopa, Y. (2021). Analisis Kemantapan Agregat Ultisol Pada Beberapa Tingkat Kemiringan Lereng Dan Umur Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) yang

- Berbeda. *Jurnal Agroecotania: Publikasi Nasional Ilmu Budidaya Pertanian*, 4(2), 41-50.
- Deng, C., Zhang, G., Liu, Y., Nie, X., Li, Z., Liu, J., Zhu, D. (2021). Advantages and Disadvantages of Terracing: A Comprehensive Review. *International Soil and water Conservation Research*, 9(3), 344-359.
- Fathoni, A., Rohman, F., Sulisetijono. (2021). Karakter Komunitas Pohon Area Sekitar Sumber Mata Air di Malang Raya, Jawa Timur. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 9(1), 69-79.
- Febriantika, P.T., Athallah, F.N.F., Wulansari, R., Suprayogo, D. (2022). Hubungan antara Perbedaan Kelas Kelerengan dengan Karakteristik Kimia Tanah pada Perkebunan Teh Jolotigo Lingkup PTPN IX. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 9(1), 171-179.
- Food and Agriculture Organization of The United Nations. 1984. *Land Evaluation for Forestry*. FAO Forestry Paper.
- Hidayat, M.Y., Fauzi, R., Siregar, C.A. (2021). Kesesuaian Lahan Beberapa Jenis Tanaman untuk Perbaikan Kualitas Lahan di Hutan Lindung Sekaroh. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 18(1), 13-27.
- Indrajaya, Y., Siarudin, M. (2015). Daur Tebang Optimal Hutan Rakyat *Gmelina (Gmelina arborea Roxb.)* di Tasikmalaya dan Banjar, Jawa Barat, Indonesia. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 12(2), 111-119.
- Ishaque, W., Osman, R., Hafiza, B.S., Malghani, S., Zhao, B., Xu, M., Ata-Ul-Karim, S.T. (2023). Quantifying the impacts of climate change on wheat phenology, yield, and evapotranspiration under irrigated and rainfed conditions. *Agricultural Water Management*, 275, 108017.
- Mahdya, A.S., Nurmala, T., Yuwariah, Y. (2020). Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman hanjeli ratun di dataran medium. *Jurnal Kultivasi*, 19(3), 1196-1201.
- Maulana, Q.M., Kusuma, Z., Wicaksono, K.S. (2022). Pendugaan Erosi Menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)* di DAS Ranu Pani Kawasan Taman nasional Bromo Tengger Semeru. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 9(1), 111-119.
- Murnita, Taher, Y.A. (2021). Dampak Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Perubahan Sifat Kimia dan Produksi Tanaman Padi (*Oriza sativa L.*). *Menara Ilmu*, 15(2), 67-76.
- Nahak, Y.F., Ndiwa, A.S.S., Pellondo'u, M.E. (2020). Pengaruh Komposisi Media Tanam (Sekam Bakar dan Pupuk Kandang Kotoran Sapi) terhadap Pertumbuhan Semai Jati Putih (*Gmelina arborea Roxb.*). *Jurnal Wana Lestari*, 2(2), 233-241.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., dan Anthony, S. 2009. *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0*. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedb/trcedatabases.as>.
- Pamungkas, G., Huboyo, H.S., dan Windarta, J. (2024). Analisis Kondisi Drainase dalam Manajemen Risiko Pengelolaan Lereng Jalan. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 2(6), 371-378.
- Setiadi, D. (2017). Pembangunan Sumber Benih Genetik Lokal *Araucaria cunninghamii* di Bondowoso, Jawa Timur. *Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 99-105.
- Stefano, A. (2021). Pemanfaatan Global Positioning System (GPS) untuk Menghitung Panjang dan Luas Lahan. *Buletin Loupe*, 17(1), 67-79.
- Sudomo, A. 2013. Uji Coba Penanaman Tisuk (*Hibiscus macrophyllus Roxb. Ex Hornem*) Di Lahan Hutan Rakyat Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat. *Prosiding SNaPP2012: Sains, Teknologi, dan Kesehatan*.
- Susanti, Pamoengkas, P., Wibowo, C. (2018). Identifikasi Kesesuaian Lahan untuk Jati (*Tectona grandis Linn*) di PT. Melapi Timber, Kalimantan Timur. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 9(1), 31-36.
- Susanto, M., Mashudi. (2018). Tren Genetik Pertumbuhan Antar Populasi *Hibiscus macrophyllus Roxb. Ex Hornem* di Jawa. *Bioeksperimen*, 4(1), 20-28.
- Wardhani, F.K., Rofi'I, I., Kusumandari, A., Subrata, S.A., Wianti, K.F. (2020). Peran Tumbuhan Bawah dalam Kesuburan Tanah di Hutan Pangkuan Desa Pitu BKPH Getas. *J. Manusia dan Lingkungan*, 27(1), 14-23.