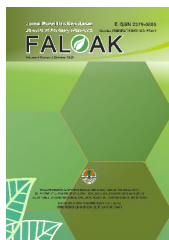


This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

ead1b2e8ef9112a6ec0d4ecaee447816fec9c795b89397e3e319f0955687e4c7

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.



**PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK DAN HIDROGEL UNTUK MENDUKUNG
PERTUMBUHAN MIMBA DI SUMBAWA, NUSA TENGGARA BARAT**
*(Hydrogel and organic fertilizer utilization to support Neem growth
in Sumbawa, West Nusa Tenggara Province)*

Krisnawati¹, Anita Apriliani Dwi Rahayu¹ dan Ogi Setiawan¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu
Jl. Dharma Bhakti No.7, Ds. Langko, Kec. Lingsar, Lombok Barat NTB 83371

ABSTRACT

Neem (Azadirachta indica A. Juss.) is one of alternative species for critical land rehabilitation in dry regions such as Sumbawa, West Nusa Tenggara. Low soil nutrients and water resources are the limiting factors of critical land in dry regions. Enhancement of critical land carrying capacity to support neem growth through the use of organic fertilizer and hydrogel is needed. The research aims to determine the influence of organic fertilizer and hydrogel utilization on neem growth. The study design used a randomized block design with three replications. Research treatments used in the study were organic fertilizer + hydrogel (PH), organic fertilizer (P), hydrogel (H) and control, without organic fertilizer and hydrogel (K). Utilizations of organic fertilizer and hydrogel was able to increase neem growth and survival rate. Compared to control, the diameter and height growth of neem increased up to 1,2 and 1,3 times, respectively. Live percentage of neem as the impact of organic fertilizer and hydrogel utilization was more than 70%. Growth and live percentage enhancement were supported by improvements of soil nutrients (N, P and K), C-organic, CEC, bacterial richness and soil moisture as the impact of organic fertilizer and hydrology treatments.

Keywords: neem, organic fertilizer, hydrogel, critical land

ABSTRAK

Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) merupakan salah satu jenis yang dapat dikembangkan dalam rangka rehabilitasi lahan kritis di daerah kering. Lahan kritis di daerah kering pada umumnya mempunyai faktor pembatas rendahnya unsur hara dan sumberdaya air. Oleh sebab itu diperlukan upaya peningkatan daya dukung lahan untuk pertumbuhan mimba, yaitu dengan pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel dalam mendukung pertumbuhan mimba. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah pupuk organik+hidrogel (PH), pupuk organik (P), hidrogel (H) dan kontrol/tanpa pupuk organik dan hidrogel (K). Pemanfaatan pupuk organik atau dikombinasikan dengan hidrogel mampu meningkatkan pertumbuhan dan kemampuan hidup mimba. Pertumbuhan diameter dan tinggi mampu ditingkatkan berturut-turut sampai dengan 1,2 kali dan 1,3 kali perlakuan kontrol, sedangkan kemampuan hidup mencapai lebih dari 70%. Peningkatan pertumbuhan dan kemampuan hidup ini didukung oleh peningkatan kualitas tanah sebagai dampak pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel yaitu berupa peningkatan unsur hara makro (N, P dan K), C-organik, KTK, mikroorganisme dan kadar lengas tanah.

Kata kunci: mimba, pupuk organik, hidrogel, lahan kritis

Article Info

Corresponding Author : yakrisnawati@yahoo.com (Krisnawati)

Articel History : Received 7 October 2021; received in revised form 11 October 2021; accepted 18 October 2021; Available online since 31 October 2021

How to cite this article : Krisnawati, Rahayu, Anita Apriliani D., & Setiawan, Ogi (2021). Pemanfaatan Pupuk Organik Dan Hidrogel Untuk Mendukung Pertumbuhan Mimba Di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Faloak*, 5(2):103-117. DOI : <http://doi.org/10.20886/jpkf.2021.5.2.103-117>

Read Online



Scan this QR code by
Your mobile device
To read online



©JPKF-2021. Open access under CC BY-NC-SA license

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2018, luas lahan kritis di Indonesia mencapai 14.006.450 ha. Lahan kritis di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) pada tahun 2018 seluas 65.799 ha (SK KLHK No. 306, 2018). Upaya rehabilitasi perlu dilakukan untuk mengembalikan fungsi lahan tersebut dengan memperhatikan karakteristik lahan kritis termasuk berbagai faktor pembatasnya, serta kesesuaian jenis yang akan dikembangkan sehingga mempunyai potensi keberhasilan yang relatif tinggi (Setiawan & Krisnawati, 2012).

Lahan kritis yang dibiarkan akan berkurang produktifitasnya karena mengalami penurunan kualitas fisika dan kimianya (Hidayat *et al.*, 2021). Lahan kritis di NTB pada umumnya juga mempunyai faktor pembatas berupa kandungan hara dan ketersediaan sumberdaya air yang rendah (Setiawan, 2011). Berdasarkan kategori Balai Penelitian Tanah (2005), hasil analisis tanah menunjukkan lahan-lahan kritis di NTB secara umum memiliki kelas tekstur lempung berpasir dengan pH netral, kandungan bahan organiknya rendah hingga sedang, unsur hara makro relatif rendah. Kondisi permukaan tanah didominasi batuan permukaan hingga 20% dan batuan singkapan hingga 60%, dengan tingkat drainase sedang hingga sangat cepat (Setiawan, 2011).

Pemilihan jenis yang adaptif terhadap faktor pembatas lahan di daerah kering menjadi cukup penting. Salah satu jenis yang dapat dikembangkan di daerah kering adalah Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) yang termasuk famili Meliaceae. Mimba dikenal sebagai tanaman daerah kering dan sedikit lembab di Asia dan Afrika serta ditemukan juga di Australia, Amerika Latin dan Amerika Selatan. Selain itu mimba juga mempunyai kemampuan hidup pada berbagai kondisi tanah, baik berpasir maupun berbatu (Heyne, 1987). Di Indonesia, tanaman ini banyak tumbuh di daerah Jawa

Barat, Jawa Timur, dan Madura serta Bali dan NTB pada ketinggian sampai dengan 300 m dpl, tumbuh di tempat kering berkala, pada umumnya sering ditemukan di tepi jalan atau di hutan sekunder (Hillis, 1987). Mimba mempunyai berbagai manfaat di antaranya: biji dan daunnya memiliki kandungan bahan aktif yang berfungsi sebagai pestisida nabati, ekstrak daunnya dapat digunakan sebagai fungisida (Saenong, 2016), serbuk biji mimba berpotensi sebagai insektisida (Indiati & Marwoto, 2014), serta daun mimba juga dapat dijadikan pupuk (Prasetya, 2018). Rahmani *et al.* (2018) menyebutkan bahwa hampir setiap bagian tanaman mimba seperti daun, kulit kayu, akar, biji, buah, bunga mempunyai bioaktivitas sebagai antioksidan, antiinflamasi, antimikroba dan antitumor. Getah alkid dari biji mimba berpotensi diaplikasikan untuk cat, melapisi permukaan baja dan melapisi kapal laut untuk mencegah korosi (Das *et al.*, 2021).

Pengembangan mimba pada lahan kritis memerlukan penguasaan teknik budidaya khususnya penyiapan lahan. Aspek penyiapan lahan mencakup pekerjaan pembersihan dan pengolahan lahan. Penyiapan lahan bertujuan untuk menyiapkan media tanam yang lebih baik melalui kegiatan fisik dan mekanik (Idjudin, 2011). Salah satu teknik penyiapan lahan adalah melakukan manipulasi lingkungan dengan tujuan untuk menekan faktor pembatas, antara lain melalui pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel.

Pupuk organik seperti kompos mampu menjaga produktivitas lahan kering karena bahan organik mempengaruhi kapasitas air tanah tersedia dan kandungan air kapasitas lapang, meskipun tidak berpengaruh pada titik layu permanen. Selain itu, pupuk organik juga memperbaiki sifat fisik tanah seperti bobot isi tanah (Widjajanto *et al.*, 2021). Hidrogel merupakan bahan yang dapat menjadi solusi

untuk penyediaan air dengan menyerap dan menyimpan air sampai ratusan kali beratnya dalam kurun waktu singkat dan mengeluarkannya pada kondisi kekurangan air (Abobatta, 2018). Penggunaan hidrogel dalam meningkatkan kapasitas menahan air dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti struktur jaringan polimer hidrogel, konsentrasi hidrogel, salinitas tanah dan kualitas air.

Hidrogel yang mempunyai partikel kecil akan meningkatkan kapasitas menahan air dan air tersedia untuk tanaman (Abdallah, 2019). Dalam perkembangannya, beberapa hidrogel baru diproduksi dengan kekuatan mekanik yang lebih baik seperti hidrogel poliamfolit, nanokomposit dan jaringan ganda (Zhou *et al.*, 2016). Hidrogel telah diaplikasikan untuk meningkatkan kelembaban tanah, meningkatkan pertumbuhan tanaman (Gilbert *et al.*, 2014) dan kemampuan bertahan hidup setelah penanaman di daerah semiarid (Tomášková *et al.*, 2020). Selain itu, studi baru bahkan memperlihatkan penggunaan lain seperti sorben hidrogel jaringan ganda dapat digunakan dalam menghilangkan logam berat yang terkandung dalam air limbah (Zhou *et al.*, 2016).

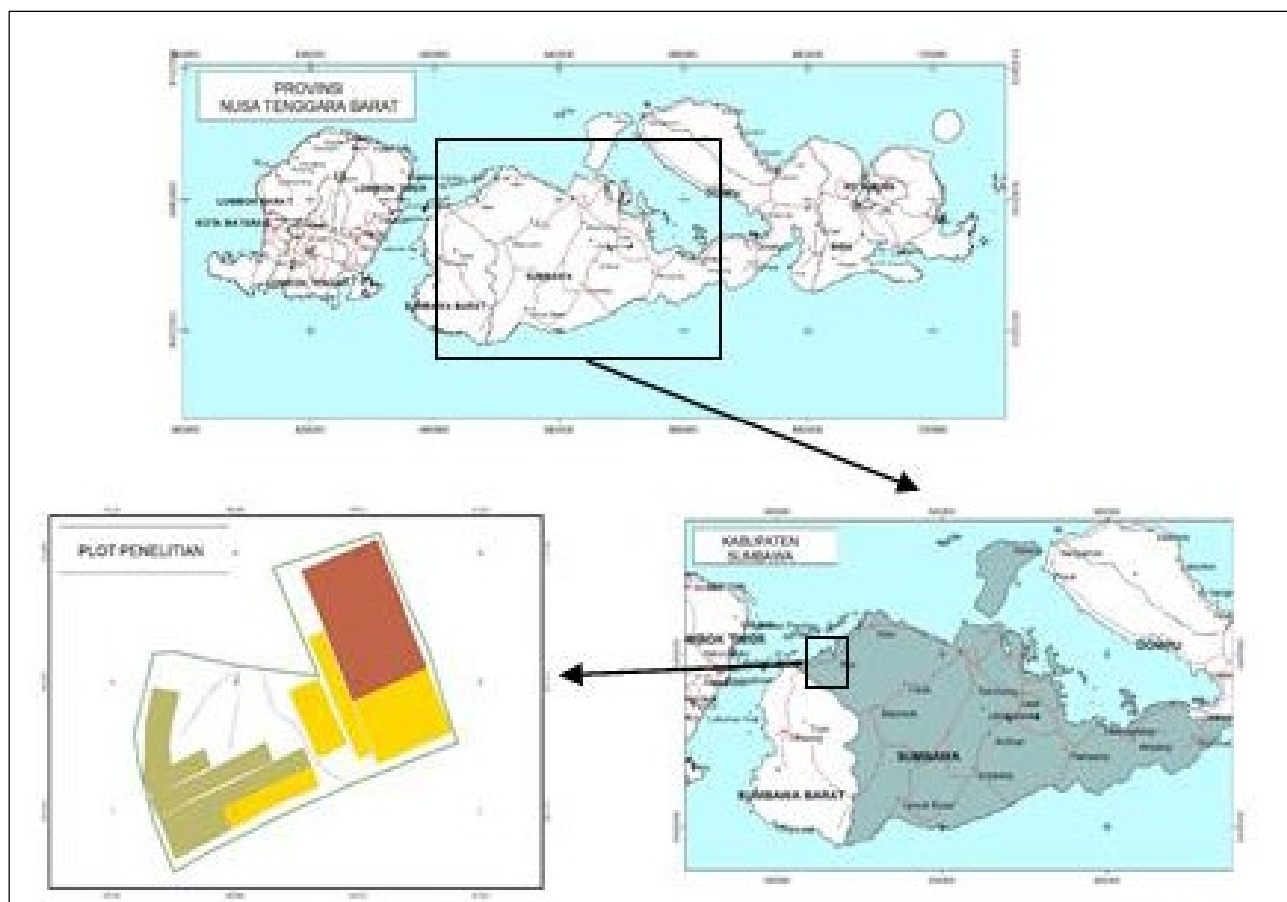
Upaya rehabilitasi lahan di Pulau Sumbawa pada tahun 2020 mencapai 3.710 ha (www.data.ntbprov.go.id). Berbagai kendala dihadapi dalam kegiatan rehabilitasi, termasuk kondisi lahan kritis yang miskin hara dan kondisi iklim yang kering. Oleh sebab itu diperlukan dukungan informasi jenis pohon yang sesuai beserta perlakuan yang mampu memberikan kondisi lingkungan yang

mendukung pertumbuhan tanaman rehabilitasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel terhadap pertumbuhan mimba dalam rangka mendukung rehabilitasi lahan kritis di daerah kering.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 tahun (2011–2013) bertempat di kawasan hutan produksi yang berada di wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Puncak Rengas, Kabupaten Sumbawa, NTB (Gambar 1). Secara administratif, lokasi penelitian berada di Dusun Sanggrahan, Desa Labuan Mapin, Kecamatan Alas Barat, Kabupaten Sumbawa, NTB (116°55'14" BT dan 8°31'33" LS) dengan ketinggian tempat 50 m dpl. Curah hujan di lokasi termasuk rendah yaitu 450 mm/tahun dengan suhu udara rata-rata 30°C dan kelembaban udara rata-rata 60%. Kondisi iklim ini masih masuk ke dalam rentang kondisi iklim untuk mimba yaitu curah hujan 400-1200 mm/tahun dan suhu sampai dengan 40°C (Orwa *et al.*, 2009). Kondisi lahan pada umumnya telah mengalami erosi tingkat lanjut yang ditandai dengan adanya erosi parit yang cukup jelas secara visual. Tekstur tanah didominasi oleh kelas tekstur pasir debu berliat dengan pH agak masam. Berdasarkan kategori sifat kimia tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005), tanah di lokasi penelitian mempunyai unsur nitrogen (N), C-organik dan P (fosfor) yang rendah, namun mempunyai unsur K (kalium) yang tinggi (Tjakrawarsa *et al.*, 2011).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat
Figure 1. Research site map at Sumbawa District, West Nusa Tenggara

B. Kerangka Penelitian, variabel penelitian, dan analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan terdiri dari empat perlakuan, yaitu: pupuk organik + hidrogel (PH), pupuk organik (P), hidrogel (H) dan kontrol/tanpa pupuk organik dan hidrogel (K). Pupuk organik yang digunakan berasal dari campuran kotoran ayam dan kambing dan diaplikasikan dengan dosis 5 kg/lubang tanam. Hidrogel yang digunakan mempunyai perbandingan 50:50 dengan tanah lapisan atas untuk tiap lubang dimana sebelumnya hidrogel telah dicampur air secukupnya. Pada tiap plot perlakuan ditanam

masing-masing 100 tanaman mimba dengan jarak tanam 2m x 3m.

Variabel yang diamati terdiri dari kemampuan hidup, pertumbuhan diameter dan tinggi, sifat kimia tanah (unsur N, P, K, C-organik dan KTK), sifat fisika tanah (kadar air tersedia) dan sifat biologi tanah (kerapatan bakteri). Pengamatan kemampuan hidup dilakukan setiap empat bulan sampai dengan tanaman berumur tiga tahun dengan cara menghitung jumlah tanaman yang hidup pada setiap perlakuan. Pengukuran pertumbuhan tanaman mimba dilakukan setiap empat bulan dengan cara mengukur diameter batang dan tinggi tanaman mimba. Pengambilan contoh tanah dilakukan untuk mengetahui sifat tanah

pada tiap perlakuan yang dilakukan pada musim hujan dan musim kemarau. Contoh tanah diambil pada satu titik yang ditentukan secara acak pada tiap perlakuan dengan kedalaman 5 – 40 cm untuk analisis sifat kimia dan fisika serta kedalaman 0 – 15 cm di sekitar *rhizosfer* untuk sifat biologi tanah. Contoh tanah untuk mengetahui sifat kimia tanah dianalisis di Laboratorium Tanah Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NTB (BPTP NTB). Metode yang digunakan untuk analisis KTK adalah destilasi NaCl 10%, C-organik dengan metode Kurmish, N dengan metode Kjeldahl, serta P dan K dengan ekstraksi HCl 25% (Balai Penelitian Tanah, 2005). Sifat fisika tanah diperoleh dengan analisis contoh tanah yang dilakukan di Laboratorium Tanah Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu (BPTHHBK). Kadar air kapasitas lapang dianalisis dengan menggunakan metode gravimetric (Intara *et al.*, 2011), titik layu permanen dengan menggunakan metode Saxton *et al.* (1986) dan kadar air tersedia merupakan selisih kapasitas lapang dan titik layu permanen. Untuk sifat biologi tanah, analisis contoh tanah dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Tanah Universitas Mataram (Unram).

Data kemampuan hidup tanaman mimba diperoleh dengan cara menghitung proporsi jumlah tanaman mimba yang hidup terhadap jumlah awal yang ditanam pada tiap perlakuan. Data hasil pengukuran pertumbuhan tanaman mimba dianalisis menggunakan statistik deskriptif yang terdiri dari nilai rata-rata, simpangan baku, pertumbuhan diameter dan tinggi untuk tiap periode pengukuran. Analisis varian (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diterapkan terhadap pertumbuhan mimba. Uji lanjut yaitu uji Duncan dilakukan apabila terdapat pengaruh nyata perlakuan terhadap pertumbuhan mimba.

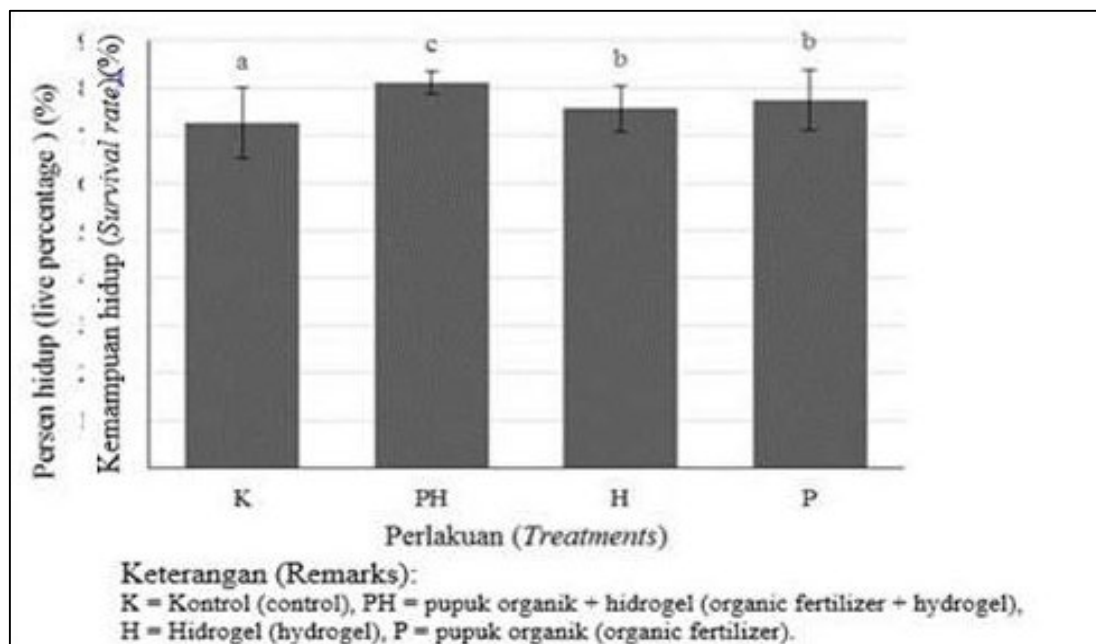
Data sifat tanah hasil analisis laboratorium dianalisis secara statistik deskriptif dan uji beda yaitu ANOVA satu arah (*one way ANOVA*) untuk tiap perlakuan pada tiap tahun pengamatan. Semua analisis data ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak statistik yaitu SPSS.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kemampuan hidup dan pertumbuhan mimba

Pada Gambar 2 disajikan kemampuan hidup tanaman mimba sampai dengan tiga tahun untuk tiap perlakuan. Kemampuan hidup mimba dengan memanfaatkan pupuk organik dan hidrogel dapat mencapai lebih dari 70%. Perlakuan kombinasi antara pupuk organik dan hidrogel (PH) mempunyai kemampuan hidup yang paling besar yaitu 82%, sedangkan perlakuan kontrol (K) terkecil dengan 72%. Perlakuan yang diterapkan memberikan pengaruh nyata pada taraf $\alpha=5\%$, di mana perlakuan kombinasi pupuk organik dan hidrogel (PH, H dan P) berbeda nyata dengan perlakuan K.

Hasil pengamatan pertumbuhan mimba sampai dengan umur 3 tahun menunjukkan perlakuan PH dan P mempunyai pertumbuhan yang lebih besar dari perlakuan lainnya (K dan H) baik diameter maupun tinggi. Perlakuan PH mempunyai rata-rata pertumbuhan diameter dan tinggi sampai dengan umur 3 tahun berturut-turut 29,2 mm dan 242,0 cm, sedangkan perlakuan P berturut-turut 27,2 mm dan 215,7 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan pupuk organik baik secara terpisah maupun dikombinasikan dengan hidrogel memberikan respon cukup baik terhadap pertumbuhan mimba. Namun demikian perlakuan PH mempunyai variasi nilai pertumbuhan yang relatif lebih besar dari perlakuan P, kondisi ini mengindikasikan bahwa rentang nilai antara



Gambar 2. Kemampuan hidup tanaman mimba sampai umur tiga tahun
Figure 2. Survival rate of neem up to three years

pertumbuhan tertinggi dan terendah cukup besar (Gambar 3).

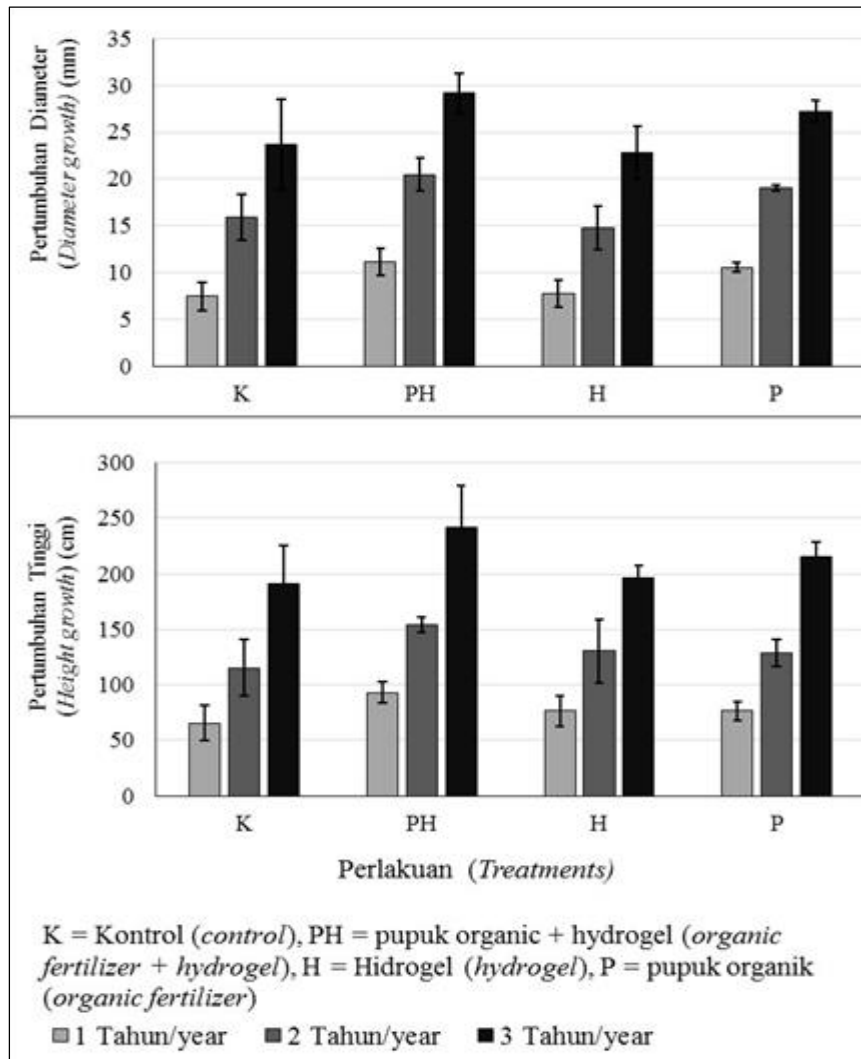
Berdasarkan hasil analisis ragam pada Tabel 1, perlakuan yang diterapkan memberikan pengaruh yang nyata pada tahun pertama. Perlakuan yang memberikan pengaruh optimal terhadap pertumbuhan diameter mimba adalah perlakuan PH dan P di mana kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Untuk pertumbuhan tinggi mimba, perlakuan yang paling optimal adalah perlakuan PH yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Pertumbuhan diameter mimba dengan perlakuan PH dan P mampu ditingkatkan sampai dengan 1,2 kali perlakuan K, sedangkan pertumbuhan tinggi mampu ditingkatkan sampai dengan 1,3 kali.

B. Sifat tanah

Pada Tabel 2, disajikan hasil analisis sifat tanah baik kimia, fisika maupun biologi

berdasarkan perlakuan dan tahun pengamatan. Hasil analisis menunjukkan semua sifat tanah yang dianalisis pada umumnya mengalami peningkatan dari kondisi awal sampai dengan tahun ke tiga. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diterapkan mempunyai peranan dalam peningkatan nilai dari sifat tanah. Namun demikian untuk kadar air tersedia mempunyai kecenderungan peningkatan pada tahun pertama, selanjutnya mengalami penurunan walaupun masih lebih besar dari kondisi awal.

Pemanfaatan pupuk organik secara terpisah maupun dikombinasikan dengan hidrogel memberikan nilai yang lebih baik dari perlakuan kontrol (K) dan hidrogel saja (H) untuk semua sifat tanah kecuali Kapasitas Tukar Kation (KTK). Hal ini ditunjukkan dengan hasil ANOVA pada Tabel 2 dimana perlakuan PH dan P berbeda nyata ($p < 0,05$) untuk semua sifat tanah kecuali KTK untuk tiap tahun pengamatan



Gambar 3. Pertumbuhan diameter dan tinggi mimba sampai dengan umur 3 tahun
Figure 3. Diameter and height growth of neem up to 3 years

Tabel 1. Hasil ANOVA dan uji Duncan pertumbuhan mimba tiap perlakuan pada tiap tahun
Table 1. ANOVA and Duncan test result of neem growth for each treatment and year

Perlakuan (Treatment)	Diameter (Diameter) (mm)			Tinggi (Height) (cm)		
	1 Tahun * (1 year)	2 Tahun ^{ns} (2 year)	3 Tahun ^{ns} (3 year)	1 Tahun * (1 year)	2 Tahun ^{ns} (2 year)	3 Tahun ^{ns} (3 year)
K	7,5 ± 1,5 ^b	15,9 ± 2,4	23,7 ± 4,8	65,6 ± 16,1 ^b	115,4 ± 23,3	191,3 ± 33,8
PH	11,1 ± 1,5 ^a	20,5 ± 1,7	29,2 ± 2,1	93,0 ± 9,5 ^a	154,3 ± 7,2	242,0 ± 37,1
H	7,8 ± 1,4 ^b	14,8 ± 2,3	22,8 ± 2,4	76,4 ± 13,3 ^b	130,4 ± 28,2	196,8 ± 10,7
P	10,5 ± 0,5 ^a	19,1 ± 0,3	27,2 ± 1,9	76,5 ± 8,3 ^b	128,6 ± 12,2	215,7 ± 13,0

Keterangan (Remarks):

K = Kontrol (control), PH = pupuk organik + hidrogel (organic fertilizer + hydrogel), H = Hidrogel (hydrogel), P = pupuk organik (organic fertilizer).
Angka yang mengikuti '±' adalah standar deviasi (values follow '±', are standard deviation)

*) berbeda nyata pada $\alpha = 5\%$; angka yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 5\%$ (significantly different at $\alpha = 5\%$; mean value followed by same letter indicated not significantly different at $\alpha = 5\%$)

^{ns}) tidak berbeda nyata pada $\alpha = 5\%$ (not significantly different at $\alpha = 5\%$)

Tabel 2. Hasil ANOVA satu arah dan uji Duncan sifat tanah tiap perlakuan dan tahun pengamatan

Table 2. One-way ANOVA and Duncan test result of soil characteristics for each treatment and year

Tahun (Year)	Perlakuan dan Sifat Tanah (Treatment and soil characteristics)			
	K	PH	H	P
Nitrogen (Nitrogen) (%)				
1*	0,08 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,01 ^b	0,08 ± 0,02 ^a	0,09 ± 0,02 ^{ab}
2*	0,10 ± 0,01 ^{ab}	0,13 ± 0,01 ^c	0,09 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01 ^b
3*	0,12 ± 0,02 ^b	0,14 ± 0,01 ^c	0,09 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,01 ^{bc}
Fosfor (Phosphorous) (mg/100g)				
1*	79,96 ± 12,06 ^a	84,46 ± 6,05 ^a	82,32 ± 3,66 ^a	102,27 ± 2,66 ^b
2*	111,95 ± 16,83 ^a	131,37 ± 19,59 ^b	114,04 ± 1,51 ^a	143,08 ± 0,19 ^b
3*	113,56 ± 17,93 ^a	134,91 ± 2,74 ^a	126,67 ± 1,48 ^a	178,04 ± 36,32 ^b
Kalium (Potassium) (mg/100g)				
1*	148,10 ± 26,50 ^{ab}	168,54 ± 8,68 ^{bc}	140,15 ± 46,35 ^a	175,64 ± 1,02 ^c
2	215,10 ± 145,5	257,00 ± 41,01	205,10 ± 88,95	320,00 ± 8,49
3	334,66 ± 121,7	342,07 ± 103,4	381,42 ± 191,6	382,57 ± 197,2
C-organik (C-organic) (%)				
1*	0,41 ± 0,12 ^a	0,58 ± 0,17 ^b	0,39 ± 0,15 ^a	0,58 ± 0,17 ^b
2*	0,53 ± 0,20 ^{ab}	0,63 ± 0,11 ^b	0,40 ± 0,11 ^a	0,59 ± 0,01 ^b
3*	0,78 ± 0,28 ^b	0,88 ± 0,28 ^b	0,44 ± 0,18 ^a	0,78 ± 0,22 ^b
KTK (CEC) (cmol/kg)				
1	19,0 ± 1,10	22,6 ± 6,80	21,1 ± 7,30	21,4 ± 7,90
2	20,0 ± 1,09	23,6 ± 6,79	22,1 ± 7,29	22,4 ± 7,89
3	49,2 ± 28,80	52,8 ± 5,70	48,8 ± 11,30	57,2 ± 9,10
Kelimpahan Bakteri (Bacterial richness) (x10⁷ CFU/g)				
1*	0,85 ± 0,25 ^a	3,05 ± 0,62 ^c	1,79 ± 1,40 ^b	2,92 ± 0,78 ^c
2*	1,45 ± 0,25 ^a	3,65 ± 0,61 ^b	2,39 ± 1,38 ^a	3,52 ± 0,80 ^b
3*	3,17 ± 0,41 ^a	5,90 ± 0,06 ^b	3,16 ± 2,41 ^a	5,10 ± 0,93 ^b
Kadar lengas tanah (Soil moisture) (%)				
1*	21,5 ± 4,00 ^a	25,9 ± 1,60 ^b	23,5 ± 4,90 ^{ab}	24,3 ± 1,40 ^{ab}
2*	15,4 ± 1,80 ^a	22,5 ± 1,70 ^b	21,2 ± 3,90 ^b	18,9 ± 4,70 ^{ab}
3*	16,1 ± 0,40 ^a	23,4 ± 1,10 ^c	20,5 ± 1,20 ^b	19,4 ± 0,98 ^b

Keterangan (Remarks):

K = Kontrol (control), PH = pupuk organik + hidrogel (organic fertilizer + hydrogel), H = Hidrogel (hydrogel), P = pupuk organik (organic fertilizer). Angka yang mengikuti '±' adalah standar deviasi (values which follow '±' are standard deviation)

*) Berbeda nyata pada α = 5%, angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada α = 5% (significantly different at α = 5%, mean value followed by same letter indicated not significantly different at α = 5%).

C. Pupuk organik dan hidrogel dalam mendukung pertumbuhan mimba

Faktor pembatas rehabilitasi lahan kritis di daerah kering pada umumnya berkaitan dengan rendahnya unsur hara dan keterbatasan sumberdaya air untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang dikembangkan. Pemilihan jenis mimba dalam rehabilitasi lahan kritis di daerah kering dikarenakan jenis ini mampu beradaptasi dengan lingkungan beriklim kering dan kondisi tanah yang sangat bervariasi. Bahkan apabila tegakan mimba sudah terbangun, tanaman mampu hidup pada kondisi sangat kering dengan bulan kering yang panjang yaitu 7-8 bulan. Namun demikian, upaya peningkatan daya dukung lahan untuk pertumbuhan awal tanaman mimba yang optimal, khususnya ketersediaan unsur hara dan air, perlu dilakukan.

Pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel pada penelitian ini telah mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara makro (N, P dan K) dibandingkan dengan kondisi awal (2010). Kandungan N-total tanah mengalami peningkatan lebih dari 50% pada tahun ke tiga dibandingkan dengan kondisi awal untuk perlakuan PH dan P. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Abbasi *et al.* (2012) tentang aplikasi pupuk organik dalam hubungannya dengan transformasi nitrogen dan ketersediaannya dalam tanah. Penelitian tersebut memperoleh fakta bahwa aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan mineralisasi N-organik dalam tanah dengan melepaskan nitrogen sebesar 76,1 mg kg⁻¹ N, sehingga terjadi peningkatan kandungan N-total tanah. Peningkatan yang cukup signifikan sebagai akibat pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel pada penelitian ini adalah pada kandungan unsur P. Perlakuan pupuk organik saja atau dikombinasikan dengan hidrogel mampu meningkatkan kandungan P lebih dari 100% dari kondisi awal. Hasil ini didukung oleh penelitian Afandi *et al.* (2015) yang

menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan kandungan unsur P dalam tanah. Peningkatan unsur P ini bersifat tidak langsung melainkan melalui zat perantara, yakni melalui asam karbonat yang dihasilkan oleh penguraian bahan organik yang mampu melarutkan unsur P sehingga tersedia bagi tanaman. Peningkatan unsur K sebagai akibat pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel juga sangat signifikan, mencapai lebih dari 100% sampai dengan tahun ketiga..

Pemanfaatan pupuk organik untuk meningkatkan daya dukung lahan dengan kandungan C-organik rendah merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan. C-organik mempunyai peranan yang penting untuk memelihara kualitas tanah dan produktivitas tanaman (Patra *et al.*, 2014). Sul *et al.* (2013) menyatakan bahwa pupuk organik yang ditambahkan dalam tanah dapat mempertinggi atau meningkatkan kandungan C-organik tanah. Penelitian Duaja (2012) menyatakan bahwa penambahan pupuk organik baik pupuk cair maupun padat, mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah inceptisol secara signifikan. Peningkatan terbesar ditunjukkan oleh pemanfaatan pupuk padat. Pada penelitian ini, pemanfaatan pupuk organik juga mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah dari kondisi awal sebesar 56% untuk perlakuan PH dan 38% pada perlakuan P.

Salah satu manfaat penting pemanfaatan pupuk organik adalah meningkatkan KTK sehingga hara yang diberikan mudah diserap akar (Poerba *et al.*, 2019). Selain itu pupuk organik yang mengandung bahan organik menyediakan sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan mikroorganisme sehingga akan meningkatkan jumlah populasinya di dalam tanah (Setiawati *et al.*, 2020). Pada penelitian ini KTK tanah mengalami peningkatan lebih dari 100% sampai dengan tahun ketiga sebagai

dampak dari pemanfaatan pupuk organik dan kombinasinya dengan hidrogel. Menurut Gunawan *et al.* (2019), KTK merupakan salah satu sifat kimia tanah yang berkaitan erat dengan ketersediaan hara bagi tanaman dan menjadi indikator kesuburan tanah. Pupuk organik berperan dalam perbaikan sifat kimia tanah sebagai penyedia hara makro dan mikro, membentuk senyawa kompleks dengan ion logam beracun dan meningkatkan KTK tanah sehingga tanah menjadi subur (Ramos *et al.*, 2018; Hartatik & Setyorini, 2012).

Sifat biologi tanah yang diamati dalam penelitian ini adalah kelimpahan mikroorganisme yang diwakili oleh kelimpahan bakteri. Pelapukan bahan organik dalam tanah merupakan salah satu fungsi mikroorganisme tanah. Dengan kata lain mikroorganisme ini juga secara tidak langsung akan mempengaruhi sifat kimia dan fisika tanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kerapatan bakteri selama periode pengamatan, dimana perlakuan dengan penggunaan pupuk organik dan hidrogel mempunyai kelimpahan bakteri yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut mampu memberikan lingkungan yang mendukung bagi perkembangan mikroorganisme tanah. Selain itu, dampak pemanfaatan pupuk organik yang mampu meningkatkan kandungan unsur N juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan mikroorganisme. Kuzyakov & Xu (2013) menyatakan bahwa nitrogen diperlukan oleh mikroorganisme segera setelah nitrogen dihasilkan dari dekomposisi sampah, akan tetapi penambahan N dari pupuk tertentu juga dapat mengurangi aktivitas dan jumlah mikroba dikarenakan kadar C yang rendah. Di sisi lain, penambahan pupuk organik juga mampu menyediakan unsur C yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam tanah sehingga hal ini mampu menstimulasi

mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik tanah lebih banyak (Dijkstra *et al.*, 2013). Populasi mikroorganisme yang tinggi menggambarkan adanya suplai makanan atau energi yang cukup, ditambah lagi dengan temperatur yang sesuai, ketersediaan air yang cukup, dan kondisi ekologi lain yang mendukung perkembangannya pada tanah tersebut (Anas, 1989). Namun demikian, apabila dibandingkan dengan kondisi tanah yang baik biasanya mempunyai 10 milyar mikroba tiap gram (Widawati *et al.*, 2018), kondisi di lokasi penelitian masih jauh di bawah kondisi ideal tersebut.

Kadar lengas tanah sebagai faktor pembatas di daerah kering mempunyai peranan yang penting dalam semua proses ekosistem, termasuk pertumbuhan tanaman (Wang *et al.*, 2012; Legates *et al.*, 2011). Hasil analisis kadar air tersedia menunjukkan bahwa perlakuan dengan hidrogel dan pupuk organik (PH, H dan P) mempunyai nilai yang lebih besar dari perlakuan kontrol. Berdasarkan data tersebut penggunaan hidrogel dan/atau pupuk organik mampu menyediakan air untuk pertumbuhan mimba dengan mempertahankan kondisi lengas tanah. Secara tidak langsung hal ini mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena air dan hara selalu tersedia dengan baik sehingga mengoptimalkan penyerapan oleh akar. Hasil penelitian Narjary *et al.* (2012) menunjukkan bahwa pemanfaatan hidrogel mampu meningkatkan kapasitas air tersedia dalam tanah khususnya pada tanah bertekstur pasir atau lempung berpasir aluvial. Pada daerah arid dan semiarid, pemanfaatan hidrogel dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air untuk pertanian (Neethu *et al.*, 2018). Pemanfaatan hidrogel juga dapat mengurangi frekuensi penyiraman dan sangat sesuai untuk diaplikasikan di daerah arid atau semiarid. Penelitian Narjary *et al.*, (2012) menyebutkan

bahwa aplikasi hidrogel pada beberapa jenis tanah mengalami peningkatan kapasitas air tanah tersedia (*Readily Available Water Capacity* = *RWAC*). Peningkatan ini ditandai dengan peningkatan *midpoint moisture* (*MPM*), penurunan *median pore diameter* (d_m) dan *moisture release index* (I_m). Begitu pula dengan pupuk organik sebagai sumber bahan organik, mampu meningkatkan daya simpan lengas karena bahan organik mempunyai kapasitas menyimpan lengas yang tinggi. Peranan pupuk organik dalam meningkatkan kadar lengas tanah juga tidak dapat diabaikan. Hal ini sesuai dengan Surya *et al.* (2017) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa penambahan bahan organik pada tanah dengan pupuk organik akan meningkatkan daya serap tanah dan pengikat air, memperbaiki struktur tanah, dan porositas tanah. Selain itu, pupuk organik juga berfungsi untuk meningkatkan kestabilan agregat tanah (Utomo *et al.*, 2017). Pemberian pupuk organik pada tanah berpasir akan meningkatkan daya simpan air sehingga akan meningkatkan kadar lengas tanah (Pangaribuan *et al.*, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel (PH dan P) mampu meningkatkan daya dukung lahan untuk pertumbuhan mimba. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan unsur hara makro (N, P dan K), C-organik, KTK, mikroorganisme dan kadar lengas tanah sehingga mempunyai pertumbuhan mimba yang optimal dan mampu meningkatkan kemampuan hidup mimba. Unsur nitrogen (N) diperlukan tanaman menyusun protein dalam pembentukan jaringan dan klorofil sehingga akan mendukung dalam proses fotosintesis. Unsur fosfor (P) juga penting untuk pembelahan sel, membantu pembentukan akar, menyalurkan energi dalam sel, produksi biji sampai pemasakan buah. Unsur makro yang tidak kalah penting adalah unsur kalium (K), yang berfungsi dalam

menyusun protein dan karbohidrat, memperbaiki kualitas biji dan buah yang dihasilkan serta untuk meningkatkan daya tahan (resistensi) tanaman terhadap hama dan penyakit. Kekurangan unsur K dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (kerdil). Oleh sebab itu ketersediaan unsur hara makro dalam jumlah cukup sangat mendukung pertumbuhan tanaman (Kurniawan *et al.*, 2017).

Peningkatan KTK tanah menunjukkan bahwa kemampuan tanah mengikat dan menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Kandungan bahan organik dalam pupuk organik juga berperan dalam memperbaiki unsur kimia tanah sehingga mampu meningkatkan KTK tanah. KTK yang tinggi akan membantu dalam penyerapan dan penyediaan unsur hara dalam tanah (Gubali dan Abdullah, 2021). Kadar air yang meningkat seiring dengan pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel menunjukkan ketersediaan air untuk pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Bagi tumbuhan, air bermanfaat untuk fotosintesis, mengaktifkan enzim, transpirasi dan mengangkut unsur hara dan hasil fotosintesis. Gilbert *et al.* (2014) mengemukakan hasil penelitiannya tentang aplikasi hidrogel pada *Cajanus cajan* pada daerah semiarid bahwa hidrogel mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman di lapangan, akan tetapi menghambat pertumbuhan di tingkat semai. Hidrogel juga mampu menjaga kelembaban tanah sehingga dapat meningkatkan kemampuan bertahan hidup tanaman di daerah semiarid.

Implementasi hasil penelitian ini berupa pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel untuk mendukung kegiatan rehabilitasi lahan kritis berbasis mimba dapat disesuaikan dengan ketersediaan bahan. Pemanfaatan bahan-bahan yang berasal dari sumberdaya lokal harus tetap diprioritaskan sehingga akan lebih efektif dan

efisien. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa ketersediaan bahan organik sebagai sumber pupuk organik relatif sangat besar.

IV. KESIMPULAN

Pemanfaatan pupuk organik atau dikombinasikan dengan hidrogel mampu meningkatkan kemampuan hidup dan pertumbuhan mimba. Pertumbuhan diameter dan tinggi mimba berturut-turut mampu ditingkatkan sampai dengan 1,2 dan 1,3 kali dari perlakuan kontrol. Kemampuan hidup mimba dengan memanfaatkan pupuk organik dan hidrogel dapat mencapai lebih dari 70%. Kondisi ini didukung oleh peningkatan kualitas tanah sebagai dampak pemanfaatan pupuk organik dan hidrogel yaitu berupa peningkatan unsur hara makro (N, P dan K), C-organik, KTK, mikroorganisme dan kadar lengas tanah. Implementasi hasil penelitian ini di lapangan dalam rangka rehabilitasi lahan kritis berbasis mimba dapat disesuaikan dengan ketersediaan bahan dan sumberdaya lokal. Penelitian ini dilaksanakan pada skala plot percobaan, sehingga pada saat implementasi pada skala lapangan yang lebih luas diperlukan kajian untuk menentukan faktor-faktor penyesuaian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada Gunardjo Tjakrawarsa yang telah membantu kegiatan penelitian, Gipi Samawandana, Dewi Sahmin Puspita Sari, dan Alim Bahri sebagai teknisi yang telah membantu kegiatan pembangunan plot penelitian, pengumpulan data, dan pemasukan data hasil pengukuran lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Abdul wahab sebagai petugas lapangan sehingga plot penelitian terjaga dan terpelihara selama periode kegiatan yang telah dilakukan.

KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis sebagai penulis utama dan mempunyai kontribusi yang sama dalam penyusunan tulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M. K., Asfar, N., & Rahim, N. (2012). Effect of wood ash and compost application on nitrogen transformations and availability in soil-plant systems. *Soil Science Society of America Journal*, 77(2), 558-568. doi.org/10.2136/sssaj2012.0365.
- Abdallah, A. M. (2019). The effect of hydrogel particle size on water retention properties and availability under water stress. *International soil and water conservation research*, 7(3), 275-285.
- Abobatta, W. (2018). Impact of hydrogel polymer in agricultural sector. *Advances in Agriculture and Environment Science: Open Access*, 1(2), 59-64.
- Afandi, F. N., Siswanto, B., & Nuraini, Y. 2015. Pengaruh pemberian berbagai jenis bahan organik terhadap sifat kimia tanah pada pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 2(2), 237-244.
- Anas, I. (1989). *Biologi Tanah dalam Praktek*. Bogor: PAU Bioteknologi IPB.
- Balai Penelitian Tanah. (2005). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Das, P., Sharma, N., Puzari, A., Kakati, D. K., & Devi, N. (2021). Synthesis and characterization of neem (*Azadirachta indica*) seed oil-based alkyd resins for efficient anticorrosive coating application. *Polymer Bulletin*, 78(1), 457-479.
- Dijktra, F., Carillo, Y., Pendall, E., & Morgan, J. (2013). Rhizosphere priming : a nutrient perspective. *Frontier in Microbiology*, 4, 1-8. doi: 10.3389/fmicb.2013.00216.

- Duaja, W. (2012). Pengaruh pupuk urea, pupuk organik padat dan cair kotoran ayam terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil selada keriting di tanah inceptisol. *Bioplantae*, 1(14), 12-22.
- Gilbert, C., Sirmah, P., Edward, M., Mburu, F., Sylvester, K., & Erick, B. (2014). Effects of hydrogels on soil moisture and growth of *Cajanus cajan* in semi arid zone of Kongelai, West Pokot County. *Open Journal of Forestry*, 4(1), 34.
- Gubali, H., & Abdullah, N. (2021). The effectivity testing bio-organic fertilizer toward the plant's growth and productions of water spinach (*Ipomoea reptans* Poir). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 681(1), (hal. 012010). doi: 10.1088/1755-1315/681/1/012010.
- Gunawan, G., Wijayanto, N., & Budi, S. W. (2019). Karakteristik sifat kimia tanah dan status kesuburan tanah pada agroforestri tanaman sayuran berbasis *Eucalyptus* Sp. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 10(2), 63-69.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III*. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan. Departemen Kehutanan.
- 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.
- Hillis, W. (1987). *Heartwood and Tree Exudates*. London: Springer-Verlag.
- Idjudin, A. A. (2011). Peranan konservasi lahan dalam pengelolaan perkebunan. *Jurnal sumberdaya lahan*, 5(2), 103-116.
- Indiati, S., & Marwoto, M. (2014). Potensi ekstrak biji mimba sebagai insektisida nabati. *Buletin Palawija*, (15), 9-14.
- Intara, Y. I., Sapei, A., Sembiring, N., & Djoefrie, M. B. (2011). Pengaruh pemberian bahan organik pada tanah liat dan lempung berliat terhadap kemampuan mengikat air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), 130-135.
- Kurniawan, E., Ginting, Z., & Nurjannah, P. (2017). Pemanfaatan urine kambing pada pembuatan pupuk organik cair terhadap kualitas unsur hara makro (NPK). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017* (hal. 1-10).
- Kuzyakov, Y., & Xu, X. (2013). Competition between roots and microorganisms for nitrogen: mechanisms and ecological relevance. *New Phytologist*, 198(3), 656-669.
- Legates, D., Mahmood, R., Levia, D., Deliberty, T., Quiring, S., Houser, C., & Nelson, F. (2011). Soil moisture : a central and unifying theme in physical geography. *Progress in Physical Geography*, 35(1), 65-86. doi.org/10.1177/0309133310386514.
- Narjary, B., Aggarwal, P., Singh, A., Chakraborty, D., & Singh, R. (2012). Water availability in different soils in relation to hydrogel application. *Geoderma*, 187-188, 94-101. doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.03.002.
- Neethu, T., Dubey, P., & Kaswala, A. (2018). Prospects and applications of hydrogel technology in agriculture. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(5), 3155-3162.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Anthony, S. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. http://apps.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Azadirachta_indica.PDF. Akses 12 Agustus 2021.
- Pangaribuan, E. A. S., Darmawati, A., & Budiyanto, S. (2020). Pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoy pada tanah berpasir dengan pemberian biochar dan pupuk kandang sapi growth and yield of pakchoy on sandy soil by using biochar and cow manure fertilizer. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 22(2), 72-78. doi.org/10/20961/agsjpa.v22i2.42093.

- Patra, D., Sukhmal, C., & M. Anwar. (2014). Organic C dynamics and its conservation under wheat (*Triticum aestivum*)-mint (*Mentha arvensis*)-*Sesbania rostrata* cropping in sub-tropical condition of Northern Indo-Gangetic Plains. *Journal of Environmental Management*, 135, 118-125.
doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.01.027.
- Prasetya, A. (2018). *Pengaruh Kombinasi Jenis Pupuk Organik dan Takaran Pupuk Daun Terhadap Kandungan Kuersetin Tanaman Sambung Nyawa pada Andisol dan Vertisol* (Desertasi Doktor). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Poerba, J., Situmeang, R., & Sinaga, L. R. (2019). Pengaruh pemberian pupuk organik cair keong mas (*pomacea canaliculata*) dan penggunaan mulsa plastik hitam perak terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terung ungu (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Rhizobia*, 1(1), 1-15.
- Rahmani, A., Almatroudi, A., Alrumaihi, F., & Khan, A. (2018). Pharmacological and therapeutic potential of neem (*Azadirachta indica*). *Pharmacognosy Reviews*, 12(24), 250-255.
- Ramos, F. T., Dores, E. F. d. C., Weber, O. L. d. S., Beber, D. C., Campelo Jr, J. H., & Maia, J. C. d. S. (2018). Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(9), 3595-3602.
- Saenong, M. S. (2016). Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* Spp.). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 131-142.
- Saxton, K.E, W.J., Rawls., J.S., Romberger dan R.I, Paperdick. 1986. Estimating generalized soil water characteristics from texture. *Trans. Amer. Sos. Agri. Engr.* 50 (4), 1031-1035.
- Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). Penetapan Lahan Kritis Nasional (SK KLHK No. 306/MENLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018).
- Setiawan, O. (2011). Faktor faktor pembatas lahan dalam upaya pengembangan nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) di provinsi Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Workshop Sintesa Hasil Penelitian Hutan Tanaman 2010* (hal. 347-351).
- Setiawan, O., & Krisnawati. (2012). *Model Rehabilitasi Hutan Lindung Berbasis Hasil Hutan Bukan Kayu*. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, Mataram. Tidak dipublikasikan.
- Setiawati, M. R., Silfani, Y., Kamaluddin, N. N., & Simarmata, T. (2020). Aplikasi pupuk urea, pupuk hayati penambat nitrogen dan amelioran untuk meningkatkan pH, C-organik, populasi bakteri penambat nitrogen dan hasil jagung pada inceptisols. *Soilrens*, 18(2), 1-10.
- Sul, W. J., Asuming-Brempong, S., Wang, Q., Tourlousse, D. M., Penton, C. R., Deng, Y., ... Tiedje, J. M. (2013). Tropical agricultural land management influences on soil microbial communities through its effect on soil organic carbon. *Soil Biology & Biochemistry*, 65, 33-38.
- Surya, J. A., Nuraini, Y., & Widiyanto, W. (2017). Kajian porositas tanah pada pemberian beberapa jenis bahan organik di perkebunan kopi robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(1), 463-471.
- Tjakrawarsa, G., Setiawan, O., & Bahri, A. (2011). *Ujicoba Penyiapan Lahan untuk Mendukung Keberhasilan Penanaman Mimba di Sumbawa*. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Teknologi HHBK, Mataram. Tidak dipublikasikan.
- Tomášková, I., Svatoš, M., Macků, J., Vanická, H., Resnerová, K., Čepl, J., Dohrenbusch, A. (2020). Effect of different soil treatments with hydrogel

- on the performance of drought-sensitive and tolerant tree species in a semi-arid region. *Forests*, 11(2), 211.
- Utomo, B. S., Nuraini, Y., & Widiyanto, W. (2017). Kajian kemantapan agregat tanah pada pemberian beberapa jenis bahan organik di perkebunan kopi robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(1), 111-117.
- Wang, L., D'odorico, P., Evans, J., Eldridge, D., McCabe, M., Caylor, K., & King, E. (2012). Dryland ecohydrology and climate change : critical issues and technical advances. *Hidrology and Earth System Sciences*, 16(8), 2585-2603. doi.org/10.5194/hess-16-2585-2012, 2012.
- Widawati, S., Suliasih, S., & Syaifudin, S. (2018). Pengaruh introduksi kompos plus terhadap produksi bobot kering daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) pada tiga macam media tanah. *Jurnal Biologi Indonesia*, 3(3), 245-253.
- Widjajanto, D., Rahman, A., & Zainuddin, R. (2021). Pengaruh pemberian kompos terhadap kapasitas air tanah tersedia dan pertumbuhan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) pada tanah lempung berpasir. *e-Journal Agrotekbis*, 9(2), 267-275.
- Hartatik, W., & Setyorini, D. (2012). Pemanfaatan pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan kualitas tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi* (hal. 571-582).
- Zhou, G., Liu, C., Chu, L., Tang, Y., & Luo, S. (2016). Rapid and efficient treatment of wastewater with high-concentration heavy metals using a new type of hydrogel-based adsorption process. *Bioresource technology*, 219, 451-457.
- www.data.ntbprov.go.id. Data kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan di NTB, Tahun 2020. Diakses tanggal 15 Oktober 2021.