

Pengaruh Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan *Pueraria javanica* pada Tanah Lempung dan Pasiran

Sri Suryanti ^{a,1,*}

^aInstitut Pertanian Stiper (INSTIPER), Indonesia.

¹ntie@instiperjogja.ac.id

*Correspondent Author

Received: 27 July 2024

Revised: 1 September 2024

Accepted: 29 September 2024

KATA KUNCI

Pueraria javanica
Pupuk NPK
Jenis tanah

ABSTRAK

Tanaman *Pueraria javanica* merupakan tanaman penutup tanah di perkebunan kelapa sawit. Pertumbuhan *Pueraria javanica* dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk NPK dan jenis tanah terhadap pertumbuhan *Pueraria javanica*. Penelitian dilakukan di KP2 Institut Pertanian Stiper, Sleman, DIY, menggunakan desain rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah dosis pupuk NPK (0 g, 1 g, 1,5 g, dan 2 g per polybag) dan faktor kedua adalah jenis tanah (lempung inceptisol dan pasir regosol). Parameter yang diamati meliputi panjang sulur, jumlah daun, berat segar dan kering tanaman, berat segar dan kering akar, berat segar dan kering tajuk, jumlah bintil akar dan jumlah bintil akar efektif. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada interaksi nyata antara dosis pupuk NPK dengan jenis tanah terhadap pertumbuhan *Pueraria javanica*. Pemupukan *Pueraria javanica* dengan pupuk NPK 2 gram secara nyata meningkatkan berat segar tanaman, kering tanaman serta berat kering tajuk. Jenis tanah lempung menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanah pasiran pada parameter jumlah daun, berat kering tanaman, berat segar akar dan berat kering akar. Penelitian ini memberikan manfaat dalam pemupukan tanaman *Pueraria javanica* sebagai penutup tanah di perkebunan kelapa.

KEYWORDS

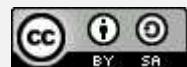
Pueraria javanica
NPK Fertilizer
Type of soil

Effect of NPK Fertilizer Dosage on Growth Pueraria javanica on clay and sand soil

The *Pueraria javanica* is a cover crop of oil palm plantations. The growth of *Pueraria javanica* is influenced by the availability of nutrients in the soil. This research aims to determine the effect of NPK fertilizer dosage and soil type on the growth of *Pueraria javanica*. The research was conducted at KP2 Stiper Agricultural Institute, Sleman, DIY, using a completely randomized factorial design. The first factor is the dose of NPK fertilizer (0 g, 1 g, 1.5 g, and 2 g per polybag) and the second factor is the type of soil (inceptisol clay and regosol sand). Parameters observed included vine length, number of leaves, fresh and dry plant weight, fresh and dry root weight, fresh and dry shoot weight, number of root nodules and effective number of root nodules. The results showed not significantly interaction between the dose of NPK fertilizer and soil type on the growth of *Pueraria javanica*. Fertilization of *Pueraria javanica* with 2 grams of NPK fertilizer significantly increased the fresh weight of the plant, dry weight of the plant and the dry weight of the shoot. The type of clay soil showed better results compared to

sandy soil in the parameters of the number of leaves, dry weight of the plant, fresh weight of the roots and dry weight of the roots. This research provides benefits in fertilizing *Pueraria javanica* plants as cover crop in oil palm plantations.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Pendahuluan

Penanaman tanaman penutup tanah pada perkebunan kelapa sawit terutama pada tanaman belum menghasilkan (TBM) sangat penting, karena pertumbuhan tajuk tanaman kelapa sawit muda masih belum saling menutup sehingga permukaan tanah pada gawangan di antara tanaman masih terbuka lebar yang berpotensi terjadinya erosi dan evaporasi serta pertumbuhan gulma yang sangat cepat. Penanaman tanaman penutup tanah dapat meningkatkan menekan pertumbuhan gulma [1] sehingga dapat meminimalkan persaingan hara dan sinar matahari, menurunkan kehilangan unsur hara nitrogen dari dalam tanah [2], mengurangi penggunaan pupuk nitrogen dan meningkatkan kandungan karbon dalam tanah [3], mengurangi laju erosi [4] dan sebagai pelindung tanah dari kerusakan akibat hujan [5]. Tanaman penutup tanah menghasilkan bahan organik tinggi sehingga sangat bermanfaat meningkatkan kesuburan tanah [6], memperbaiki struktur tanah [7], dan secara nyata menurunkan evapotranspirasi [8]. Salah satu tanaman penutup tanah yang umum digunakan adalah *Pueraria javanica*. *Pueraria javanica* mampu beradaptasi pada intensitas cahaya yang rendah maupun intensitas cahaya tinggi dan menghasilkan biomassa sekitar 10 ton biomassa/ha pada intensitas cahaya penuh. Pada kondisi 50% ternaungi, *Pueraria javanica* mampu menghasilkan produksi tinggi terhadap berat kering [9].

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh media tanam dalam menyediakan kebutuhan unsur hara esensial dan air bagi tanaman. Air dibutuhkan oleh tanaman untuk melarutkan unsur hara di dalam tanah serta mendukung proses metabolisme tanaman. Selain itu, oksigen dalam udara tanah sangat penting untuk memperlancar proses respirasi akar. Kemampuan mengikat lengas, udara, dan hara tanah terkait erat dengan tekstur tanah. Tekstur tanah mempengaruhi zona perakaran tanaman, konsistensi, kedalaman olah tanah, dan juga berpengaruh pada tingkat kesuburan tanah. Tanah berpasir mudah dan ringan untuk diolah, memiliki laju infiltrasi air yang baik, namun kapasitas menahan air dan kandungan unsur haranya rendah. Selain itu, kapasitas adsorpsinya juga rendah, tetapi sirkulasi udaranya baik sehingga mendukung respirasi akar. Sebaliknya, tanah lempung sulit diolah, memiliki drainase dan aerasi yang buruk, sehingga kurang mendukung respirasi akar. Namun, tanah ini memiliki kapasitas pengikatan air yang tinggi, kandungan unsur hara yang tinggi, dan kapasitas penyerapan hara yang sedang hingga tinggi [10].

Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh kecukupan hara, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen berperan penting dalam meningkatkan metabolisme tanaman, pembentukan klorofil, protein, dan karbohidrat, sehingga berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman [11]. Fosfor berperan dalam menyimpan dan mentransfer energi dalam bentuk ADP dan ATP [12]. Fungsi utama K diantaranya membantu proses pembentukan protein, merangsang pengisian biji, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit. Ketersediaan unsur nitrogen, fosfor dan kalium yang akan meningkatkan akumulasi biomassa tanaman legum, demikian sebaliknya kekurangan unsur hara tersebut akan menurunkan akumulasi biomassa tanaman legum[13].

Pemberian pupuk dengan jenis dan dosis yang tepat diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan *Pueraria javanica*. Meskipun *Pueraria javanica* mempunyai biomassa yang tinggi

dan mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara nitrogen, tetapi penambahan unsur hara dari pupuk tetap diperlukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara di awal pertumbuhan *Pueraria javanica*. Pemberian pupuk dalam dosis yang rendah kurang dapat memenuhi kebutuhan tanaman untuk tumbuh dengan baik, sedangkan pemberian pupuk dengan dosis yang berlebih selain tidak efisien juga justru menghambat pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pertumbuhan beberapa jenis tanaman penutup tanah dari tanaman legum (*legum cover crop*) dipengaruhi oleh kesuburan tanah. Tanaman legum mampu menghasilkan biomassa yang lebih besar pada tanah-tanah yang kesuburannya rendah dibandingkan pada tanah yang tingkat kesuburannya sedang [14]. Akan tetapi belum diketahui dosis pupuk NPK yang optimum pada tanah lempungan dan pasiran untuk pertumbuhan *Pueraria javanica*.

Metode

Desain penelitian menggunakan rancangan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah dosis pupuk NPK (16-16-16) yang terdiri dari 4 aras dosis (g/polybag): 0 g/polybag, 1 g/polybag, 1,5 g/polybag, dan 2 g/polybag. Faktor kedua adalah jenis tanah yang terdiri dari dua jenis, yaitu tanah lempung inceptisol yang berasal dari Kabupaten Gunungkidul dengan titik koordinat -7.777547,110.69818 dan tanah pasir regosol dengan titik koordinat -7.76124,110.1142463. Tanah regosol memiliki karakter bertekstur kasar (pasir, pasir berlempung), sedangkan tanah inceptisol merupakan tanah yang berkembang dari bahan volkan, kandungan liat $\geq 40\%$, remah, gembur dan warna homogen [15], dengan kesuburan sedang sampai tinggi. Penelitian ini dilaksanakan di KP2 Institut Pertanian Stiper, yang berlokasi di Desa Wedomartani, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, DIY, dengan ketinggian 118 mdpl, dari bulan Desember 2023 hingga April 2024. Penanaman menggunakan media tanam di dalam polybag dengan cara membiarkan tanaman menjalar di permukaan tanah. Parameter yang diamati meliputi panjang sulur tanaman, jumlah daun, berat segar tanaman, berat kering tanaman, berat segar akar, berat kering akar, berat segar tajuk, berat kering tajuk, jumlah bintil akar, dan jumlah bintil akar efektif. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf nyata 5%, dilanjutkan analisis korelasi dan regresi. Perlakuan yang menunjukkan pengaruh nyata diuji lebih lanjut dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Penanaman penutup tanah memiliki peran yang penting secara ekologi pada sistem pertanian yang intensif. Pertumbuhan tanaman penutup tanah dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah. Hasil penelitian tentang pengaruh jenis tanah terhadap pertumbuhan tanaman *Pueraria javanica* disajikan pada tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tanah lempung memberikan hasil yang lebih baik pada parameter jumlah daun, berat kering tanaman, berat segar akar dan berat kering akar.

Tabel 1. Pengaruh jenis tanah terhadap pertumbuhan tanaman *Pueraria javanica*

Parameter	Tanah lempung	Tanah Pasiran
Panjang sulur (cm)	306,75 a	310,93 a
Jumlah daun (helai)	164,56 a	125,37 b
Berat segar tanaman (g)	121,99 a	79,47 a
Berat kering tanaman (g)	33,83 a	23,02 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam baris menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf nyata 5 %.

Tabel 1. Lanjutan

Parameter	Tanah lempung	Tanah Pasiran
Berat segar akar (g)	12,1 a	6,81 b
Berat kering akar (g)	3,77 a	1,48 b
Berat segar tajuk (g)	109,89 a	72,65 a
Berat kering tajuk (g)	30,05 a	21,53 a
Jumlah bintil akar	68,25 a	67,37 a
Jumlah bintil akar efektif	49,06 a	46,75 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam baris menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf nyata 5 %.

Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting dalam menilai pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil penelitian, *Pueraria javanica* yang ditanam pada tanah lempung menunjukkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan tanah regosol. Keunggulan tanah lempung dalam menyediakan air lebih baik dibandingkan tanah regosol. Dengan lebih luas daunnya, tanaman dapat menyerap lebih banyak cahaya matahari sehingga mampu meningkatkan fotosintesis dan hasil akhir berupa cadangan makanan yang lebih besar [16]. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan berat kering tanaman pada tanah lempung. Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya korelasi positif antara jumlah daun dan berat kering tanaman ($r = 0,364$).

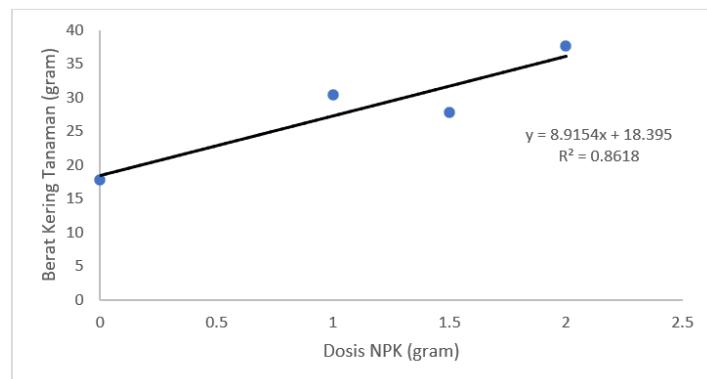
Tanah lempung kaya akan nutrisi yang penting untuk sintesis biomassa tanaman, membuat proses fotosintesis dan metabolisme berjalan lebih efisien. Nutrisi yang cukup memastikan tanaman dapat menghasilkan banyak bahan organik, yang merupakan dasar dari pertumbuhan tanaman yang sehat dan kuat. Selain itu, tanah lempung memiliki kapasitas penyerapan air yang baik, membantu tanaman tetap terhidrasi dan menghindari stres air, yang mendukung pertumbuhan yang optimal [17].

Tanah dengan tekstur lempung lebih padat dibanding dengan tanah bertekstur pasiran [18]. Tanah lempung juga berperan penting dalam perkembangan sistem perakaran tanaman. Struktur tanah yang baik memungkinkan aerasi yang cukup, meningkatkan penyerapan air dan nutrisi oleh akar [19]. Kondisi ini mendukung perkembangan akar yang sehat dan kuat, yang penting untuk penyerapan nutrisi dan air secara efektif. Akar yang berkembang dengan baik berkontribusi pada peningkatan berat segar dan berat kering akar, menunjukkan kapasitas penyerapan yang lebih tinggi dan mendukung pertumbuhan tanaman secara keseluruhan [20].

Berat segar tanaman, berat segar tajuk, berat kering tajuk, serta jumlah dan efektivitas bintil akar tidak menunjukkan perbedaan nyata antara tanah lempung dan regosol. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perlakuan yang sama pada kedua jenis tanah, seperti penyiraman dan kondisi lingkungan yang serupa, yang mengurangi perbedaan hasil. Selain itu, *Pueraria javanica* memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai jenis tanah, sehingga tetap dapat tumbuh dengan optimal meskipun ditanam pada tanah dengan karakteristik yang berbeda [21].

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Selfandi [5] yang juga menemukan bahwa *Pueraria javanica* memiliki pertumbuhan yang lebih baik pada tanah lempung dibandingkan dengan tanah pasiran. Ini disebabkan oleh sifat tanah pasiran yang memiliki kapasitas pertukaran kation (KPK), kandungan bahan organik, dan kemampuan menahan air yang rendah, sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan esensial tanaman untuk tumbuh optimal. Oleh karena itu, penting untuk memilih jenis tanah yang tepat untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang maksimal. Parameter berat kering tanaman dan berat kering tajuk menunjukkan perbedaan yang signifikan antara perlakuan tanah lempung dan tanah pasiran. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan unsur hara yang lebih baik pada tanah lempung, yang terutama mendukung pertumbuhan bagian atas tanaman, seperti daun dan batang.

Selain mengandalkan ketersediaan hara pada tanah, pemenuhan kebutuhan hara tanaman dapat dilakukan secara sintesis dengan memberikan penambahan pupuk, seperti pupuk NPK. Dalam penelitian ini, pemberian pupuk NPK 2 g memberikan hasil terbaik pada parameter berat segar tanaman, berat kering tanaman, berat segar tajuk dan berat kering tajuk (Tabel 2). Hasil analisis regresi juga menunjukkan adanya peningkatan berat kering tanaman ketika dosis pupuk NPK ditingkatkan dari 1 sampai 2 gram (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik hubungan antara dosis pupuk NPK dan berat kering tanaman

Nitrogen berperan sebagai komponen utama dari asam amino, protein dan klorofil. Meningkatnya jumlah klorofil akan meningkatkan fotosintesis, sehingga nitrogen dapat langsung mempengaruhi kemampuan tanaman untuk fotosintesis yang akan meningkatkan biomassa. Hasil dari fotosintesis yang berupa fotosintat akan disimpan dan disalurkan ke seluruh bagian tubuh tanaman dengan menggunakan ATP (adenosine triphosphate) yang komponen utamanya adalah fosfor. Dalam proses metabolisme dan pembentukan biomassa, tanaman membutuhkan berbagai enzim yang membutuhkan kalium sebagai aktivatornya, selain itu kalium juga berperan sebagai transportasi gula dan pati pada tanaman [19]. Sementara itu, perbedaan pada berat kering akar tidak signifikan karena unsur hara yang ada lebih banyak untuk pertumbuhan bagian tajuk tanaman. Dengan demikian, meskipun bagian atas tanaman menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik, sistem perakaran tidak mengalami peningkatan. Hal ini ditunjukkan oleh meningkatnya berat tajuk ketika dipupuk NPK 2 gram, sedangkan pada parameter berat kering akar tidak ada perbedaan nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan *Pueraria javanica*

Parameter	NPK 0 gr	NPK 1 gr	NPK 1,5 gr	NPK 2 gr
Panjang Sulur (cm)	269,72 p	349,1 p	307,78 p	308,75 p
Jumlah Daun (helai)	130,12 p	154,37 p	146,37 p	149,00 p
Berat Segar Tanaman (g)	54,81 q	112,21 pq	93,14 pq	142,76 p
Berat Kering Tanaman (g)	17,81 q	30,46 pq	27,81 pq	37,62 p
Berat Segar Akar (g)	6,5 p	11,18 p	8,45 p	11,7 p
Berat Kering Akar (g)	1,68 p	3,21 p	2,45 p	3,18 p
Berat Segar Tajuk (g)	48,31 q	101,03 pq	84,68 q	131,05 p
Berat Kering Tajuk (g)	16,12 q	27,25 pq	25,36 pq	34,43 p
Jumlah Bintil Akar	60,12 p	73,87 p	69,87 p	67,37 p
Jumlah Bintil Akar Efektif	42,87 p	54,12 p	44,37 p	50,25 p

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam baris menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada taraf nyata 5 %.

Pada parameter panjang sulur, jumlah daun, berat kering akar, dan bintil akar efektif, dosis pupuk NPK 1 g sudah memberikan hasil yang baik. Oleh karena itu, penambahan dosis lebih dari 1 g tidak efisien untuk pertumbuhan tanaman. Untuk mengoptimalkan fiksasi nitrogen dan pertumbuhan tanaman legum sangat penting untuk menjaga ketersediaan unsur hara nitrogen. Pemberian pupuk nitrogen yang terlalu banyak dapat memberikan pengaruh negatif terhadap simbiosis tanaman legum dengan bakteri rhizobium [22].

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terdapat kombinasi yang baik antara pupuk NPK dan jenis tanah terhadap pertumbuhan *Pueraria javanica*. Pemberian pupuk NPK 2 gram dapat memberikan pertumbuhan terbaik pada berat segar tanaman, berat kering tanaman, berat segar tajuk dan berat kering tajuk. Penggunaan jenis tanah lempung sebagai media tanam lebih baik untuk pertumbuhan tanaman *Pueraria javanica*.

Daftar Pustaka

- [1] M. Fernando and A. Shrestha, "The Potential of Cover Crops for Weed Management: A Sole Tool or Component of an Integrated Weed Management System?," *Plants*, vol. 12, no. 4, 2023, doi: 10.3390/plants12040752.
- [2] F. E. Johnson, R. T. Roth, M. D. Ruffatti, and S. D. Armstrong, "Cover crop impacts on nitrogen losses and environmental damage cost," *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 363, no. 2024, p. 108859, 2024, doi: 10.1016/j.agee.2023.108859.
- [3] I. Chahal, R. J. Vyn, D. Mayers, and L. L. Van Eerd, "Cumulative impact of cover crops on soil carbon sequestration and profitability in a temperate humid climate," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1038/s41598-020-70224-6.
- [4] Wawan, I. R. Dini, and Hapsoh, "The effect of legume cover crop Mucuna bracteata on soil physical properties, runoff and erosion in three slopes of immature oil palm plantation," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 250, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/250/1/012021.
- [5] A. Selfandi, R. Firmansyah, and P. B. Hastuti, "Respon Pertumbuhan Pueraria Javanica Terhadap Dosis Rhizobium Sp. Pada Beberapa Jenis Tanah Yang Berbeda," *AGROISTA J. Agrotechnology*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.55180/agi.v5i2.102.
- [6] A. Scavo, S. Fontanazza, A. Restuccia, G. R. Pesce, C. Abbate, and G. Mauromicale, "The role of cover crops in improving soil fertility and plant nutritional status in temperate climates. A review," *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 42, no. 5, 2022, doi: 10.1007/s13593-022-00825-0.
- [7] A. Kocira *et al.*, "Legume cover crops as one of the elements of strategic weed management and soil quality improvement. A review," *Agriculture*, vol. 10, no. 9, pp. 1–41, 2020, doi: 10.3390/agriculture10090394.
- [8] T. Selzer and S. Schubert, "Cover crop water consumption: Analysing performance of the agrometeorological model for the calculation of actual evapotranspiration (AMBAV) in a container experiment," *J. Agron. Crop Sci.*, vol. 209, no. 5, pp. 747–760, 2023, doi: 10.1111/jac.12656.
- [9] A. Ma'ruf, C. Zulia, and Safruddin, *Legume cover crop di perkebunan kelapa sawit*, no. April. Jakarta: Forthisa Karya, 2017.
- [10] R. Sutanto, *Penerapan Pertanian Organik (Pemasyarakatan dan Pengembangannya)*. Yogyakarta: Kanisius, 2002.
- [11] I. Fauzi, Sulistyawati, and R. T. Purnamasari, "Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Varietas Samhong King," *J. Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, vol. 5, no. 2, pp. 37–43, 2021.
- [12] W. Hartatik, H. Husnain, and L. R. Widowati, "Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan

- Produktivitas Tanah dan Tanaman," *J. Sumberd. Lahan*, pp. 107–120, 2015.
- [13] M. Reimer, T. E. Hartmann, M. Oelofse, J. Magid, E. K. Bünemann, and K. Möller, "Reliance on Biological Nitrogen Fixation Depletes Soil Phosphorus and Potassium Reserves," *Nutr. Cycl. Agroecosystems*, vol. 118, no. 3, pp. 273–291, 2020, doi: 10.1007/s10705-020-10101-w.
- [14] V. Hansen, L. V. Meilvang, J. Magid, K. Thorup-Kristensen, and L. S. Jensen, "Effect of soil fertility level on growth of cover crop mixtures and residual fertilizing value for spring barley," *Eur. J. Agron.*, vol. 145, no. November 2022, p. 126796, 2023, doi: 10.1016/j.eja.2023.126796.
- [15] D. S. Subardja, S. Ritung, M. Anda, Sukarman, E. Suryani, and R. E. Subandiono, *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2014.
- [16] F. Li *et al.*, "Leaf Area Rather Than Photosynthetic Rate Determines the Response of Ecosystem Productivity to Experimental Warming in an Alpine Steppe," *J. Geophys. Res. Biogeosciences*, vol. 124, no. 7, pp. 2277–2287, 2019, doi: 10.1029/2019JG005193.
- [17] M. Asril *et al.*, *Kesuburan dan Pemupukan Tanah*. Palembang: Yayasan Kita Menulis, 2023.
- [18] A. C. Salawangi, J. Lengkong, and D. Kaunang, "Kajian porositas tanah lempung berpasir dan lempung berliat yang ditanami jagung dengan pemberian kompos," *Cocos*, vol. 5, no. 5, pp. 1–9, 2020.
- [19] V. E. d. V. Gomes, L. E. Lindsey, and R. O. Mesquita, "Effect of soil type and sowing depth on the germination and early growth of two grain amaranth cultivars," *Agrosystems, Geosci. Environ.*, vol. 6, no. 3, pp. 1–6, 2023, doi: 10.1002/agg2.20386.
- [20] A. Rosmarkam and N. . Yuwono, *Ilmu Kesuburan Tanah*. Jakarta: Kanisius, 2002.
- [21] D. I. Yama, "Analisis Pertumbuhan Pembibitan Pueraria javanica pada Komposisi Media Seresah dalam Ketiak Pelelah pada Batang Kelapa Sawit," *J. Citra Widya Edukasi*, vol. 10, no. 3, pp. 199–206, 2018.
- [22] M. H. Abd-Alla, S. M. Al-Amri, and A. W. E. El-Enany, "Enhancing Rhizobium–Legume Symbiosis and Reducing Nitrogen Fertilizer Use Are Potential Options for Mitigating Climate Change," *Agric.*, vol. 13, no. 11, 2023, doi: 10.3390/agriculture13112092.