

**Pertumbuhan Sawi pada Tanah Podsolik Merah Kuning yang Diberikan Limbah Padat Karet Remah dengan Intensitas Penyiraman Air Berbeda**  
*(Growth of Mustard on Red-Yellow Podzolic Soil Given Crumb Rubber Solid Waste with Different Watering Intensities)*

Muhammad Helmy Abdillah<sup>1\*</sup>, Muhammad Reza<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Hasnur – Kalimantan Selatan

\* Corresponding author: [abdillah.helmy21@gmail.com](mailto:abdillah.helmy21@gmail.com)

---

Abstrak

Budidaya sawi umumnya dilakukan dengan model hidroponik, namun tingginya biasa instalasi infrastruktur dan perawatan tanaman berdampak pada tingginya harga jual sawi tersebut, sehingga minat konsumen terhadap sawi hidroponik semakin rendah. Konsumen lebih berminat dengan sawi yang ditanam secara konvensional sebab harganya lebih murah sehingga permintaannya cenderung tinggi dan stabil. Penanaman di atas media tanah memerlukan konsistensi tanah yang optimal seperti kandungan unsur hara yang cukup dan tanah tidak cepat kering. Oleh karena itu, tanah mesti ditambahkan bahan organik yang ketersediaannya berlimpah dengan kandungan unsur hara yang cukup dan mampu meretensi air dalam waktu yang cukup lama. Limbah padat karet remah merupakan material organik yang memiliki unsur hara N dan P yang dominan dengan kemampuan menahan air yang baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kadar air dan bobot isi tanah dari beberapa perlakuan pemberian dosis LPKR dan intensitas penyiraman air yang berbeda serta menetapkan dosis LPKR yang terbaik terhadap jumlah daun dan bobot segar tanaman sawi. Penelitian ini dilaksanakan mulai Januari 2021 hingga Mei 2021 yang bertempat di screen house Balai Pengelolaan Daerah Aliran dan Hutan Lindung kawasan konservasi Barito, Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan dengan rancangan acak lengkap dua faktor yakni dosis LPKR 100 g; 200 g; 300 g dan intensitas penyiraman air 90 ml; 180 ml; 270 ml per hari. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dan efisien dihasilkan dari aplikasi 300 g LPKR dengan penyiraman 180 ml per hari per tanaman.

Kata kunci: Limbah industri karet, Pembenah tanah, Sawi

---

Abstract

*Generally, the cultivation of mustard had carried out using the hydroponic model. But the plush of infrastructure installation and plant maintenance impacted the high selling price of mustard greens, so consumer interest in hydroponic mustard is getting lower. Consumers are more interested in conventionally grown mustard because the price's cheaper the demand tends to be high. Planting on soil media requires optimal soil conditions like nutrient availability and soil moisture had awake. Therefore, the organic matter must be added to the soil which is abundantly available with nutrient content enough and can retain water for quite a long time. Crumb rubber solid waste is an organic material that dominates N and P nutrients with good water-holding ability. The purpose of this study was to determine the water content and bulk density of the soil from several treatments of LPKR dosing and different watering intensities and to determine the best LPKR dose for the number of leaves and fresh weight of mustard plants. This study was conducted from January 2021 to May 2021 which took place at the screen house of the Center for Watershed and Protected Forest Management in the Barito conservation area, Banjarbaru, South Kalimantan Province, with a two-factor complete randomized design, namely a dose of 100 g LPKR; 200g; 300 g and 90 ml water*

*sprinkling intensity; 180 ml; 270 ml per day. The results showed that the best and most efficient treatment resulted from the application of 300 g of LPKR with 180 ml of watering per day per plant.*

*Keywords: Mustard, Rubber industrial waste, Soil ameliorant*

---

## PENDAHULUAN

Sawi (*Brassica juncea* L.) menjadi salah satu sayuran favorit yang permintaannya sangat besar dari usaha kecil warung makan maupun UMKM *fast food*. Penanaman sawi dengan model hidroponik cukup menjanjikan untuk diusahakan. Namun modal usaha dan biaya perawatannya cukup mahal, sebab memerlukan infrastruktur dan nutrisi yang presisi untuk menghasilkan kualitas dan kuantitas sawi yang dapat diperjual-belikan dipasar modern, sehingga harga sawi yang dijual menjadi lebih mahal. Tingginya harga beli yang dirasakan pemilik usaha kecil, mendorong budidaya sawi yang lebih efisien meskipun hanya menggunakan media tanah.

Budidaya sawi dapat dilakukan diatas berbagai macam jenis media tanah, namun kondisi tanah harus terus dalam keadaan lembab. Penggunaan bahan organik sangat mendukung kondisi tersebut, sehingga diperlukan material yang efektif untuk menyimpan air sekaligus menyediakan hara bagi tanaman. Menurut Fangohoi (2016) bahwa pemberian bahan organik akan memicu aktivitas mikroorganisme mengurai bahan organik (dekomposisi) yang belum termineralisasi bahan organik dalam tanah sehingga dapat meningkatkan unsur hara yang tersedia dan mudah di serap oleh tanaman sawi. Ketersediaan unsur hara berupa nitrogen dalam bentuk ion nitrit dan nitrat tersedia dengan baik dan seimbang serta mudah diserap oleh akar akan mempengaruhi perkembangan sel dalam jaringan tanaman sehingga memacu laju pertumbuhan vegetatif berupa tinggi tanaman.

Limbah padat karet remah (LPKR) adalah material organik yang diduga dapat menyimpan dan menyediakan hara bagi tanaman. LPKR merupakan material sisa agroindustri yang dinilai efektif dalam memengaruhi fisik dan kimia tanah. LPKR merupakan material tanah berlumpur hasil pengendapan padatan dari kolam instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di pabrik industri Standar Indonesian Rubber (SIR). LPKR mengandung 60% material organik seperti remahan kayu, dedaunan, lateks, dan 35% mineral berupa serpihan tanah yang terikat saat penyadapan dan kougulasi (pembekuan) lateks di lapangan, serta 5% kotoran lainnya (Supraptiningsih & Sarengat, 2014). Umumnya, para petani membekukan lateks menggunakan pupuk TSP, sehingga remahan

lump lateks yang terbuang menjadi LPKR memiliki kandungan Fospat yang tinggi. Air pencucian lump lateks mengandung padatan terlarut yang tinggi. Air tersebut ditampung pada kolam IPAL untuk menurunkan *Total Suspended Solid* (TSS) sehingga terendap didasar kolam. Material endapan dikomposkan secara aerobik untuk mengurangi bau amoniak sisa pembusukan bahan organik, sehingga unsur Karbon, Nitrogen dan Fospor termineralisasi. Oleh karena itu, kandungan N, P, dan C cukup tinggi pada LPKR.

Beberapa penelitian telah melaporkan kebermanfaatan LPKR untuk memperbaiki beberapa karakter fisik dan kimia tanah. Abdillah & Aldi (2020) melaporkan peningkatan beberapa sifat fisik tanah yang diiringi ketersediaan hara makro pada tanah Ultisol setelah diberikan LPKR. Pada hasil selanjutnya, Abdillah *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa LPKR menunjukkan dapat meningkatkan berat jagung per kelobot. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan N dan P pada LPKR yang mendorong asimilasi tanaman dapat meningkat. Selain itu, kemampuan LPKR dalam meningkatkan resistensi tanah terhadap air dianggap mampu menyediakan air untuk tanaman dalam periode yang lama. Pemberian bahan organik berperan dalam meningkatkan pori tanah dan menekan laju evaporasi (Slaughter, 2021). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kadar air dan bobot isi tanah dari beberapa perlakuan pemberian dosis LPKR dan intensitas penyiraman air yang berbeda serta menetapkan dosis LPKR yang terbaik terhadap jumlah daun dan bobot segar tanaman sawi.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di screen house Balai Pengelolaan Daerah Aliran dan Hutan Lindung kawasan konservasi Barito, Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan pada Januari 2021 hingga Mei 2021 dengan metode eksperimental desain rancangan acak lengkap faktorial. Faktor perlakuan terdiri dari dosis LPKR (K) yakni 100 g, 200 g, 300 g dan intensitas penyiraman air (A) yakni 90 ml, 180 ml, 270 ml yang kombinasinya dapat dilihat pada tabel 1, berikut.

Tabel 1. Rancangan perlakuan penerapan LPKR dan intensitas penyiraman

Kode Perlakuan	Keterangan
KA <sub>1</sub>	: 100 g LPKR dan 90 ml air per hari
KA <sub>2</sub>	: 200 g LPKR dan 90 ml air per hari
KA <sub>3</sub>	: 300 g LPKR dan 90 ml air per hari
KA <sub>4</sub>	: 100 g LPKR dan 180 ml air per hari
KA <sub>5</sub>	: 200 g LPKR dan 180 ml air per hari
KA <sub>6</sub>	: 300 g LPKR dan 180 ml air per hari
KA <sub>7</sub>	: 100 g LPKR dan 270 ml air per hari
KA <sub>8</sub>	: 200 g LPKR dan 270 ml air per hari
KA <sub>9</sub>	: 300 g LPKR dan 270 ml air per hari

Dalam penelitian ini, setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga total satuan percobaan adalah 27 unit. Adapun alat yang digunakan antara lain, cangkul, polibag ukuran 25 cm x 30 cm, gelas ukur 300 ml, timbangan digital dan alat tulis. Bahan yang digunakan yakni tanah Ultisol yang telah diayak dengan ukuran 4 mesh (4.75 mm), limbah padat karet remah yang telah dihomogenkan dan dikering-anginkan selama 24 jam dengan kadar air 20%. Pupuk KCl 1 kg, air bersih, dan bibit sawi dari benih cap pana merah varietas Shinta.

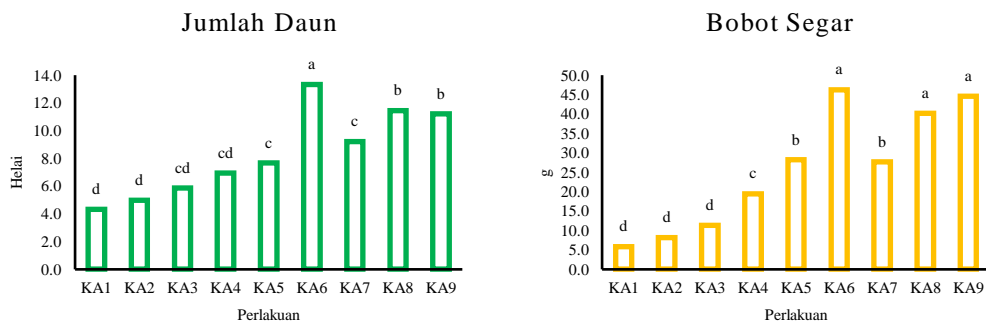
Penelitian dimulai dengan menyiapkan bahan tanam. Benih sawi disemai selama 14 hari setelah tanam (HST) diatas media tanah yang dicampur LPKR 5% dari total bobot tanah 10 kg pada wadah semai berukuran 40 cm x 25 cm x 15 cm, hingga menjadi bibit yang siap ditanam di polibag yang telah diberi perlakuan LPKR. Sembari menunggu benih menjadi bibit, maka dilakukan penyiapan media tanam. Tanah Ultisol diayak dengan ukuran 4 mesh untuk dimasukkan kedalam polibag sebanyak 7 kg dan dicampurkan dengan LPKR yang telah dikomposkan selama 30 hari, kemudian diterapkan sesuai rancangan perlakuan. Setelah bibit dipindah-tanamkan ke polibag, tanaman disiram setiap sore hari dengan intensitas sesuai perlakuan. Pada 35 HST, setiap satuan percobaan diberikan pupuk KCl sebanyak 2 g per polibag untuk memenuhi kebutuhan tanaman terhadap unsur Kalium. Panen dilakukan saat tanaman berumur 60 HST. Adapun indikator pengamatan untuk mengukur tingkat pengaruh perlakuan yang dirancang, yakni jumlah daun, bobot segar tanaman, kadar air, dan bobot isi tanah. Semua peubah tersebut diamati setelah panen yang kemudian datanya dihomogenkan dengan model Bartlett dan dilanjutkan analisisnya menggunakan ragam ANOVA untuk mengetahui signifikansi hasil perlakuan. Selanjutnya untuk menetapkan perlakuan yang terbaik, maka dilakukan uji beda nilai tengah menggunakan model BNJ pada  $\alpha$  5% untuk mengetahui pengaruhnya dari setiap perlakuan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Jumlah Daun dan Bobot Segar**

Perhitungan jumlah daun dilakukan secara manual dengan menghitung semua jumlah daun saat pemanenan diikuti dengan penetapan bobot segar yang ditimbang diatas neraca analitik. Umumnya jumlah daun berkorelasi dengan bobot segar, jadi semakin banyak jumlah daun akan memperberat bobot segar tanaman sawi. Pemberian LPKR dapat memperbanyak pertumbuhan jumlah daun tanaman sawi yang diiringi dengan meningkatnya bobot segar per tanaman. Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan KA<sub>6</sub> menghasilkan jumlah daun terbanyak yakni 13 helai yang menghasilkan bobot terberat

dengan rata-rata per tanaman sebesar 46.30 g, namun berdasarkan BNJ  $\alpha$  5% menunjukkan bahwa perlakuan tersebut tidak berbeda pengaruhnya dengan perlakuan KA<sub>8</sub> dan KA<sub>9</sub> pada bobot segar tanaman sawi. Pada Gambar 1, huruf di atas diagram batang yang sama menunjukkan bahwa pengaruh tidak berbeda menurut BNJ  $\alpha$  5%.

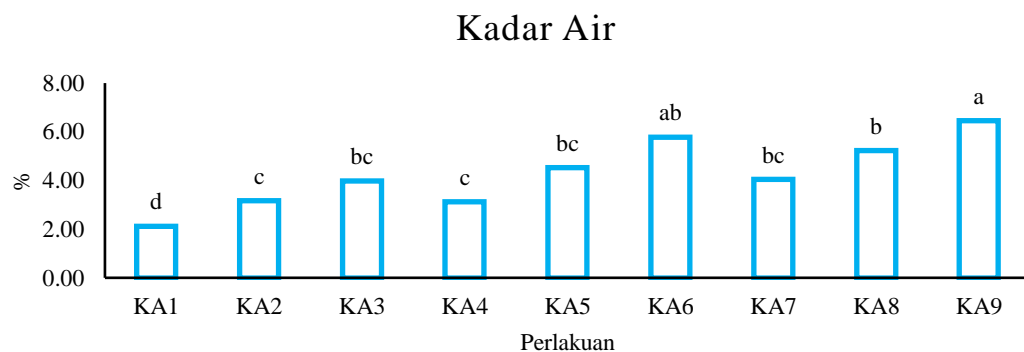


Gambar 1. Jumlah daun dan bobot segar tanaman sawi yang dibudidayakan dengan mengaplikasikan LPKR dan intensitas air pada takaran berbeda

Peningkatan pertumbuhan daun akan memengaruhi naiknya bobot segar tanaman dikarenakan kecukupan hara yang disediakan oleh LPKR pada dosis 300 g dengan penyiraman 180 ml per hari. Terjadi interaksi antara dosis LPKR dengan intensitas penyiraman air, yang terlihat dari hasil setiap perlakuan yang nilainya fluktuatif meskipun LPKR meningkat dosisnya, namun intensitas air yang diberikan tetap sama. Sejalan dengan itu, penelitian Arisandi *et al.* (2021) melaporkan bahwa pertumbuhan jagung meningkat pada perlakuan 7 kg LPKR per petak tanah. Pertumbuhan tanaman didorong oleh tersedianya unsur hara, air, serta serapan radiasi yang cukup (Wang *et al.*, 2022). LPKR memiliki N sebesar 1.37% dan P 1.33% (Abdillah *et al.*, 2020). Unsur Nitrogen dan Fosfor sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan daun (Koning *et al.*, 2015; Weraduwege *et al.*, 2015). Hafiz *et al.* (2020) melaporkan bahwa penambahan LPKR berdampak pada meningkatnya ketersediaan N pada budidaya kacang panjang. Selain itu, dengan penambahan air yang cukup dapat memaksimalkan fotosintesis, yang berdampak pada peningkatan asimilasi karbohidrat pada setiap bagian tanaman. Tanaman yang tercukupi kebutuhan airnya dengan tingkat radiasi yang tinggi akan menyebabkan asimilasi hasil fotosintesis lebih banyak. Asimilasi tersebut akan membentuk jaringan yang padat dan penuh dengan cairan pada tubuh tanaman, sedangkan dibagian lain juga akan membentuk penunasan daun yang lebih banyak sehingga meningkatkan massa tanaman (Hilty *et al.*, 2021; Ievinsh, 2023).

## Kadar Air

Air bagi tanah berfungsi memperkaya keragaman organisme tanah sehingga peran tanah sebagai media tumbuh dapat meningkat. Tanah yang menyediakan air dalam jumlah cukup akan mampu menjadi media yang baik dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan. Air bagi tanaman berperan sebagai mediator untuk melarutkan unsur hara dan pembesaran sel (Scharwies & Dinneny, 2019). Kelebihan air pada tanaman akan ditranspirasikan melalui daun, batang, dan akar dalam pertukaran massa dengan komponen tanah (Fricke, 2017). Pemberian LPKR dengan dosis yang semakin tinggi dapat meningkatkan kandungan air yang diretensi oleh misel tanah. Sejalan dengan penelitian Lukmana *et al.* (2022) LPKR sebagai humektan mampu menahan laju evaporasi air sebagai pelarut hara agar mudah diserap tanaman Gambar 2 menunjukkan bahwa persentase kadar air tertinggi terlihat pada perlakuan KA<sub>9</sub>, namun berdasarkan BNJ  $\alpha$  5% menunjukkan bahwa perlakuan tersebut tidak memberikan pengaruh nyata dibandingkan KA<sub>6</sub> yang menghasilkan kadar air sebesar 5.78%. Peningkatan intensitas penyiraman air sebesar 270 ml per hari dengan aplikasi LPKR sebesar 100 g (KA<sub>7</sub>) tidak mampu meningkatkan kadar air tanah secara signifikan. Dari hasil ini simpulkan bahwa LPKR mampu membantu tanah untuk menyimpan air lebih tinggi seiring dengan peningkatan intensitas penyiramannya.



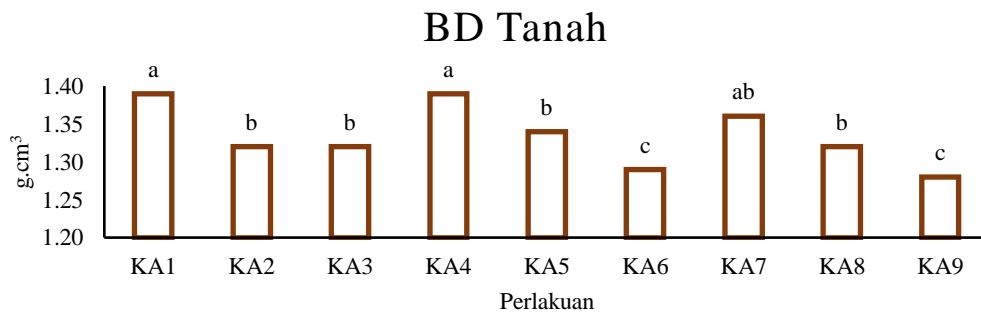
Gambar 2. Kadar air tanah Ultisol yang diaplikasikan LPKR dan intensitas air pada takaran berbeda

Tanah yang mengandung LPKR pada dosis 300 g mampu meretensi air lebih tinggi dibandingkan pemberian 100 g dan 200 g. Hal ini didorong oleh tingginya intensitas penyiraman, yang pada akhirnya semakin banyak air yang disimpan oleh LPKR. Bahan LPKR yang merupakan bahan organik, diduga menjadi sebab mudahnya air tersimpan di dalam tanah. Lal (2020) mengemukakan bahwa bahan organik yang diberikan ke tanah mampu meningkatkan daya serap dan daya simpan air di dalam tanah. Apabila daya simpan

air menjadi rendah, maka akan berdampak pada cekaman air bagi tanaman. Penelitian Aziez *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kedelai yang diberikan cekaman air 75% mengalami penurunan daya tumbuh sebesar 70%.

### Bobot Isi Tanah

Bobot isi tanah (*bulk density*) merupakan karakter penting yang memengaruhi pertumbuhan akar tanaman di dalam tanah. Penerapan LPKR pada tanah Ultisol mampu menurunkan indeks BD tanah rata-rata 0.05 g cm<sup>3</sup>. Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan KA<sub>9</sub> menghasilkan indeks BD paling rendah yakni 1.28 g cm<sup>3</sup>, namun berdasarkan BNT  $\alpha$  5% menunjukkan bahwa pengaruhnya tidak berbeda dengan perlakuan KA<sub>6</sub> yang menghasilkan indeks BD 1.29 g cm<sup>3</sup>. Peningkatan intensitas penyiraman air diduga juga berpengaruh terhadap indeks BD tanah.



Gambar 3. Bulk density (BD) tanah Ultisol yang diaplikasikan LPKR dan intensitas air pada takaran berbeda

Abdillah *et al.* (2020) melaporkan bahwa indeks rata-rata BD LPKR sebesar 0.8 g cm<sup>3</sup> dengan kandungan bahan organik 62.4% sehingga apabila diterapkan pada tanah akan berdampak pada peningkatan pori tanah dan penurunan indeks BD tanah sebesar 7-10%. Indeks BD tanah yang menurun disebabkan terbukanya pori tanah akibat terisi LPKR sebagai bahan organik sehingga pori tanah dapat menampung udara dan air lebih banyak (Archer & Smith, 1972). Sifat bahan organik secara umum mampu membentuk jarak diantara fraksi partikel tanah sehingga mineral tanah tidak saling terikat dan membentuk densitas tinggi didalam tanah (Roscoe *et al.*, 2001). Alinda *et al.* (2014) melaporkan aplikasi LPKR mampu menurunkan indeks BD tanah seiring dengan peningkatan dosisnya hingga 75 g per 10 kg tanah, sehingga pertumbuhan akar tanaman karet hasil okulasi lebih tinggi. Dari hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa LPKR dapat dimanfaatkan sebagai pembenah tanah yang bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kadar air tanah tertinggi dan dihasilkan dari penerapan perlakuan 300 g LPKR dengan penyiraman 270 ml air per hari, sedangkan kadar air terendah dihasilkan dari aplikasi perlakuan 100 g LPKR dengan penyiraman 90 ml air per hari dan sebaliknya, indeks BD tanah tertinggi dari perlakuan 100 g LPKR dengan penyiraman 90 ml air per hari dan indeks BD tanah paling rendah dari perlakuan 300 g LPKR dengan penyiraman 270 ml air per hari. Dosis LPKR yang terbaik terhadap jumlah daun dan bobot segar tanaman sawi dihasilkan dari pemberian 300 g LPKR dengan intensitas penyiraman sebesar 180 ml air per hari per tanaman. Penerapan LPKR harus memerhatikan kadar amoniak pada limbah, sehingga LPKR dikomposkan minimal 30 hari sebelum diaplikasikan ke tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H., & Aldi, M. (2020). Aplikasi Limbah Padat Karet Remah pada Tanah Podsolik Merah Kuning terhadap Ketersediaan Hara Makro dan Perbaikan Sifat Fisika Tanah. *EnviroScientiae*, 16(2), 264–275.
- Abdillah, M. H., Effendi, N. R., & Rusnandar, N. (2020). Karakteristik Fisik dan Kimia Limbah Padat Industri Karet Remah dengan Masa Inkubasi Berbeda. *Agrisains*, 6(1), 1–7.
- Abdillah, M. H., Lukmana, M., & Aldi, M. (2021). Pengaruh Aplikasi Limbah Padat Karet Remah pada Tanah Podsolik Merah Kuning Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Agros*, 23(2), 310–318.
- Alinda, K., Sampoerno, S., & Anom, E. (2014). Uji berbagai dosis kompos limbah tatal karet terhadap pertumbuhan bibit karet (*Hevea brasiliensis*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(2), 19–17.
- Archer, J. R., & Smith, P. D. (1972). The relation between bulk density, available water capacity, and air capacity of soils. *European Journal of Soil Science*, 23(4), 475–480.
- Arisandi, O., Wartono, W., & Hermanto, H. (2021). Pemberian Limbah Karet Padat Untuk Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zae mays saccharata* Sturt). *Jurnal Pertanian*, 12(2), 89–95.
- Aziez, A. F., Suprapti, E., Budiyo, A., & Wardiyanto, A. K. (2021). Pengaruh Kadar Lemas Tanah Pada Berbagai Fase Pertumbuhan Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai. *Jurnal Imiah Agrineca*, 21(1), 34–41.
- Fangohoi, L. (2016). Variasi Pemberian Bokashi Pada Budidaya Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L) di Desa Randuagung Kecamatan Lawang Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. *Jurnal Triton*, 7(1), 21-26.
- Fricke, W. (2017). Water transport and energy. *Plant Cell and Environment*, 40(6), 977–994.



- Hafiz, A., Gendro Sari, S., & Nisa, C. (2020). Efisiensi Serapan Nitrogen pada Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) setelah Pemberian Sludge Industri Karet Remah. *Bioscientiae*, 17(1), 1–14. <http://fmipa.ulm.ac.id/bioscientiae>
- Hilty, J., Muller, B., Pantin, F., & Leuzinger, S. (2021). Plant growth: the What, the How, and the Why. *New Phytologist*, 232(1), 25–41. <https://doi.org/10.1111/nph.17610>
- Ievinsh, G. (2023). Water Content of Plant Tissues: So Simple That Almost Forgotten? *Plants*, 12(6), 1238–1271.
- Koning, L. A., Veste, M., Freese, D., & Lebzien, S. (2015). Effects of Nitrogen and Phosphate fertilization on leaf nutrient content, photosynthesis, and growth of the novel bioenergy crop *Fallopia sachalinensis* cv. “Igniscum Candy.” *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88(10), 22–28.
- Lal, R. (2020). Soil Organic Matter and Water Retention. *Agronomy Journal*, 112(5), 3265–3277.
- Lukmana, M., Iswahyudi, H., & Abdillah, M. H. (2022). Pertumbuhan mata tunas Pb260 pada stum GT1 dengan perlakuan humektan dan zat pengatur tumbuh. *Agrosains Dan Teknologi*, 7(1), 25–33.
- Roscoe, R., Buurman, P., Velthorst, E. J., & Vasconcellos, C. A. (2001). Soil organic matter dynamics in density and particle size fractions as revealed by the <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C isotopic ratio in a Cerrado’s oxisol. *Geoderma*, 104(3–4), 185–202.
- Scharwies, J. D., & Dinneny, J. R. (2019). Water transport, perception, and response in plants. *Journal of Plant Research*, 132(3), 311–324. <https://doi.org/10.1007/s10265-019-01089-8>
- Slaughter, L. (2021). Rhizosphere. *Principles and Applications of Soil Microbiology, Third Edition*, 269–301.
- Supraptiningsih, S., & Sarengat, N. (2014). Pemanfaatan Limbah Padat Industri Karet Remah (Crumb Rubber) untuk Pembuatan Kompos. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 30(1), 35–42. <https://doi.org/10.20543/mkcp.v30i1.122>
- Wang, X., Wang, J., Zhang, L., Lv, C., Liu, L., Zhao, H., & Gao, J. (2022). Climatic Factors Determine the Distribution Patterns of Leaf Nutrient Traits at Large Scales. *Plant*, 11(8), 2171–2185.
- Weraduwege, S. M., Chen, J., Anozie, F. C., Morales, A., Weise, S. E., & Sharkey, T. D. (2015). The relationship between leaf area growth and biomass accumulation in *Arabidopsis thaliana*. *Frontiers in Plant Science*, 6(4), 167–187. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00167>