

## APLIKASI SOLID LIMBAH KELAPA SAWIT DAN DAMPAKNYA TERHADAP PERTUMBUHAN SERTA PRODUKTIVITAS SAWI PAHIT (*Brassica juncea* var. *Japonica*)

### *Application of Palm Oil Mill Solid Waste and Its Impact on the Growth and Productivity of Bitter Mustard (*Brassica juncea* var. *Japonica*)*

Markus Sinaga<sup>1\*</sup>, Blasius Yuvensius<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Agroteknologi, Universitas Kapuas, Sintang

\*Corresponding author email: [markussinaga@unka.ac.id](mailto:markussinaga@unka.ac.id)

**Abstract.** *This study aimed to determine the effect of palm oil solid waste application on the growth and yield of bitter mustard (*Brassica juncea*). The research was conducted in Belitang Hulu District, Sekadau Regency, from December 2024 to February 2025, using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with five treatment levels: no solid waste ( $S_0$ ),  $0.75 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_1$ ),  $1.5 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_2$ ),  $2.25 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_3$ ), and  $3 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_4$ ), each replicated five times. Variables observed included plant height and fresh weight. Data were analyzed using analysis of variance followed by Honest Significant Difference (HSD) test at the 0.05 significance level. Results showed that palm oil solid waste application significantly affected both plant height and fresh weight of bitter mustard. The highest treatment ( $S_4 = 3 \text{ kg m}^{-1}$ ) produced the best plant height of 28.90 cm and the highest fresh weight of 161.40 g per plant, representing a 48.07% increase over the control ( $S_0$ ). The improvement in plant growth and yield was attributed to the ability of palm oil solid waste to supply essential macronutrients nitrogen, phosphorus, and potassium as well as to improve the physical and chemical properties of Ultisol soil, including increased organic matter content, cation exchange capacity, water retention, and microbial activity. It is concluded that palm oil solid waste has significant potential as an organic amendment to enhance bitter mustard productivity on Ultisol soils.*

**Keywords:** *Brassica juncea; fresh weight; palm oil solid waste; plant height; Ultisol*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi limbah solid kelapa sawit terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pahit (*Brassica juncea*). Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Belitang Hulu Kabupaten Sekadau pada bulan Desember 2024 hingga Februari 2025, menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dengan lima taraf perlakuan: tanpa solid ( $S_0$ ),  $0,75 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_1$ ),  $1,5 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_2$ ),  $2,25 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_3$ ), dan  $3 \text{ kg m}^{-1}$  ( $S_4$ ), masing-masing diulang lima kali. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman dan berat segar. Data dianalisis menggunakan uji F dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi limbah solid kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan berat segar tanaman sawi pahit. Perlakuan dosis tertinggi ( $S_4 = 3 \text{ kg m}^{-1}$ ) menghasilkan tinggi tanaman terbaik dengan tinggi 28,90 cm dan berat segar terberat adalah 161,40 g per tanaman, meningkat 48,07% dibandingkan perlakuan kontrol ( $S_0$ ). Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman disebabkan oleh kemampuan limbah solid kelapa sawit dalam menyediakan unsur hara makro nitrogen, fosfor, dan kalium serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah Ultisol, meliputi peningkatan kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation, kemampuan menahan air, dan aktivitas mikroba tanah. Disimpulkan bahwa limbah solid kelapa sawit berpotensi besar sebagai bahan pembenah organik untuk meningkatkan produktivitas tanaman sawi pahit pada tanah Ultisol.

**Kata Kunci:** berat segar; *Brassica juncea*; limbah solid kelapa sawit; tinggi tanaman; Ultisol

## PENDAHULUAN

Tanaman sayuran dalam hal ini adalah sayuran daun merupakan komoditas hortikultura yang berperan

penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat. Sayuran diketahui mengandung berbagai nutrisi penting seperti vitamin, mineral, serat, serta

senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu sayuran daun yang banyak dikonsumsi di berbagai negara Asia adalah sawi (*Brassica juncea*). Tanaman ini memiliki siklus pertumbuhan yang relatif singkat, mudah dibudidayakan, serta memiliki nilai ekonomi yang cukup baik sehingga banyak diusahakan oleh petani skala kecil maupun komersial. Selain itu, sawi juga mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti glukosinolat, vitamin C, dan karotenoid yang memiliki manfaat bagi kesehatan (Cartea et al., 2011; Rubatzky & Yamaguchi, 1997).

Produktivitas tanaman sayuran sangat dipengaruhi oleh kondisi kesuburan tanah. Di wilayah tropis, salah satu kendala utama dalam budidaya tanaman hortikultura adalah rendahnya kandungan bahan organik tanah. Tanah dengan kandungan bahan organik rendah umumnya memiliki struktur tanah yang kurang baik, kapasitas tukar kation rendah, serta kemampuan menahan air yang terbatas sehingga dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Weil & Brady, 2023). Kondisi ini banyak dijumpai pada tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) atau Ultisol yang tersebar luas di Kabupaten

Sekadau. Tanah Ultisol umumnya memiliki pH rendah, kandungan bahan organik rendah, serta kejenuhan aluminium yang relatif tinggi yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Subagyo et al., 2004). Oleh karena itu, upaya perbaikan kesuburan tanah melalui pengelolaan bahan organik menjadi sangat penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman sayuran.

Pemberian bahan organik merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam upaya meningkatkan kualitas tanah. Bahan organik diketahui mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, seperti meningkatkan agregasi tanah, kapasitas tukar kation, serta aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik dan penyediaan unsur hara bagi tanaman (Stevenson, 1994; Weil & Brady, 2023). Selain itu, penggunaan bahan organik juga berperan penting dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan karena dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya serta mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik (Lal, 2015).

Salah satu sumber bahan organik yang potensial untuk dimanfaatkan dalam bidang pertanian adalah limbah agroindustri, khususnya limbah dari industri kelapa sawit. Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor agroindustri terbesar di Indonesia yang menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup besar. Salah satu limbah padat yang dihasilkan dari proses pengolahan tandan buah segar di pabrik kelapa sawit adalah solid decanter atau solid kelapa sawit. Limbah ini berasal dari proses pemisahan minyak menggunakan alat decanter dan dihasilkan sekitar 3-4% dari total tandan buah segar yang diolah di pabrik kelapa sawit (Pahan, 2008). Solid kelapa sawit diketahui memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi serta mengandung beberapa unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Hanum et al., 2017).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan bahan organik berupa limbah solid kelapa sawit dapat memberikan pengaruh positif terhadap kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Aplikasi bahan organik dalam hal ini adalah limbah solid kelapa sawit

mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah (Singh et al., 2010). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, serta biomassa tanaman pada beberapa jenis tanaman hortikultura (Kurniawati et al., 2017; Sinaga et al., 2024). Pemanfaatan limbah solid kelapa sawit sebagai pupuk organik juga dapat menjadi alternatif dalam pengelolaan limbah agroindustri yang lebih ramah lingkungan.

Meskipun demikian, informasi mengenai pemanfaatan solid limbah kelapa sawit untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman sawi pahit masih relatif terbatas. Selain itu, respons tanaman terhadap berbagai dosis aplikasi solid limbah kelapa sawit juga masih perlu didalami agar diperoleh dosis yang optimal untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aplikasi solid limbah kelapa sawit dan dampaknya terhadap pertumbuhan serta produktivitas tanaman sawi pahit

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan dengan pola Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT). Perlakuan solid limbah kelapa sawit (S) yang terdiri dari 5 (lima) taraf, yaitu: tidak diberi Solid (s0), 0,75 kg Solid m-1 (s1), 1,5 kg Solid m-1 (s2), 2,25 kg Solid m-1 (s3), 3 kg Solid m-1 (s4). Masing-masing taraf aplikasi diulang lima kali. Data hasil pengamatan diuji dengan analisis ragam (uji F) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) selang kepercayaan 0,05. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Belitang Hulu Kabupaten Sekadau. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember tahun 2024 sampai Februari 2025.

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari penyemaian benih sawi pahit, media semai dari campuran topsoil dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1, yang telah ditaburi furadan. Langkah selanjutnya pembersihan dan pengolahan lahan kemudian pembuatan petakan (bedengan) dengan ukuran 1 m2. Aplikasi solid limbah kelapa sawit diberikan pada tiap plot percobaan sesuai dengan dosis perlakuan, diberikan pada saat 10 hari sebelum tanam dengan cara

ditabur di permukaan petakan, kemudian diaduk dengan menggunakan cangkul. Setelah bibit berumur 10 hari kemudian dipindahkan ke bedengan dengan jarak tanam 30 x 30 cm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi limbah solid berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil uji BNJ terdapat beda nyata masing-masing taraf aplikasi.

Tabel 1. Uji BNJ Aplikasi Limbah Solid Kelapa Sawit Terhadap Tinggi Tanaman Sawi Pahit (cm)

Perlakuan	Rerata
s0	24,73 a
s1	26,27 b
s2	27,22 c
s3	27,65 c
s4	28,90 d
BNJ 0,05 =	0,55

Angka yang ditandai huruf sama menunjukkan tidak beda nyata pada selang kepercayaan 95%.

Uji BNJ pada Tabel 1. menunjukkan perlakuan perlakuan kontrol (s0) menghasilkan rerata tinggi tanaman terendah, yaitu 24,73 cm, dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan limbah solid kelapa sawit. Kondisi ini mencerminkan bahwa tanpa penambahan bahan organik dari limbah kelapa sawit, ketersediaan unsur hara

dalam tanah relatif terbatas sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi tidak optimal. Media tanam yang mengandung limbah solid mampu meningkatkan kandungan bahan organik serta ketersediaan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam tanah, yang secara langsung mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman.

Peningkatan dosis limbah solid kelapa sawit dari perlakuan s1 hingga s4 menunjukkan tren pertumbuhan tinggi tanaman yang semakin meningkat seiring bertambahnya dosis yang diberikan. Perlakuan s4 berbeda nyata dengan s0, s1, s2, dan s3, sementara perlakuan s2 (27,22 cm) dan s3 (27,65 cm) tidak berbeda nyata satu sama lain namun keduanya berbeda nyata dengan s0, dan s1. Perlakuan s4 menghasilkan tanaman paling tinggi dari tanaman lain dengan angka rata-rata 28,90 cm/tanaman. Beda nyata ini disebabkan karena limbah solid pabrik kelapa sawit berfungsi dalam memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, dengan kondisi fisik tanah yang baik menyebabkan akar tanaman bekerja dan berkembang secara optimal sehingga penyerapan unsur hara

yang ada di dalam tanah juga berlangsung dengan baik.

Pemberian solid pabrik kelapa sawit juga menambah bahan organik tanah sehingga keberadaan unsur hara bagi tanaman menjadi tersedia dengan baik dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman sawi pahit. Anyaoha et al (2018) menyatakan bahwa bahan organik menyediakan unsur hara bagi tanaman. Pemberian bahan organik juga memiliki peran yang sangat penting serta berpotensi besar dalam meningkatkan kesehatan tanah dan mengoptimalkan produksi tanaman (Tao et al., 2017). Maryani (2018) membuktikan bahwa menyatakan bahwa unsur hara yang terdapat di dalam solid antara lain Nitrogen (N) 1,47%, Fosfor (P) 0,17%, Kalium (K) 0,99%, Kalsium (Ca) 1,19%, Magnesium (Mg) 0,24% dan C-Organik 14,4%. Adanya peningkatan tinggi tanaman yang nyata akibat pemberian limbah solid kelapa sawit erat kaitannya dengan kandungan unsur hara yang terdapat di dalamnya. Limbah solid memiliki kandungan unsur hara makro seperti C-organik, N,  $P_2O_5$ , dan  $K_2O$ , yang sangat potensial dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Nitrogen berperan penting dalam

memacu pertumbuhan vegetatif termasuk tinggi tanaman, karena merupakan penyusun utama protein, klorofil, dan asam nukleat yang dibutuhkan dalam proses pembelahan dan pemanjangan sel. Limbah solid bermanfaat karena menyuplai unsur hara makro dan mikro, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas dan aerasi, mendorong aktivitas mikroba, meningkatkan kapasitas menahan air, serta mendukung perkembangan akar (Sirait et al., 2025). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan (Kumara & Sumiahadi, 2024a) bahwa aplikasi kompos TKKS secara signifikan meningkatkan tinggi tanaman dan berat segar akar bibit kelapa sawit.

### Berat Segar Tanaman

Hasil pengamatan aplikasi limbah solid kelapa sawit berpengaruh terhadap berat segar tanaman sawi pahit. Uji BNJ aplikasi solid terhadap peubah berat segar ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji BNJ Aplikasi Limbah Solid Kelapa Sawit Terhadap Berat Segar Tanaman Sawi Pahit (g)

Perlakuan	Rerata
S <sub>0</sub>	109,00 a
S <sub>1</sub>	128,20 b
S <sub>2</sub>	142,47 c
S <sub>3</sub>	153,87 d
S <sub>4</sub>	161,40 e
BNJ 0,05 =	3,09

Angka yang ditandai huruf sama menunjukkan tidak beda nyata pada selang kepercayaan 95%

Tabel 2 membuktikan bahwa seluruh perlakuan aplikasi limbah solid kelapa sawit berbeda nyata satu sama lain terhadap berat segar tanaman sawi pahit. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap peningkatan dosis limbah solid kelapa sawit yang diberikan diikuti dengan berat segar tanaman. Ini disebabkan karena unsur hara yang terdapat di dalam solid mendukung dalam memacu perkembangan sel tanaman, baik ukuran maupun jumlah sel.

Perlakuan kontrol tanpa aplikasi limbah solid kelapa sawit (s<sub>0</sub>) menghasilkan rerata berat segar terendah, yakni 109,00 g per tanaman, dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan yang mendapat tambahan bahan organik. Rendahnya berat segar pada perlakuan s<sub>0</sub> mencerminkan keterbatasan pasokan unsur hara dan kondisi fisik tanah yang belum terbenahi, sehingga proses fisiologis tanaman khususnya pembentukan jaringan daun yang menjadi faktor utama berat segar tanaman tidak belangsung dengan optimal. Kumara & Sumiahadi

(2024b) menyatakan bahwa bahan organik berperan penting dalam mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah pertanian sebagai prasyarat produktivitas tanaman.

Peningkatan dosis limbah solid secara bertahap dari s1 (128,20 g), s2 (142,47 g), s3 (153,87 g), hingga s4 (161,40 g) menunjukkan pola kenaikan berat segar yang konsisten dan seluruhnya berbeda nyata antar perlakuan. Perlakuan s4 dengan dosis tertinggi menghasilkan berat segar tertinggi yaitu 161,40 g, meningkat sebesar 48,07% dibandingkan perlakuan kontrol (s0). Pola peningkatan yang bersifat linier positif ini mengindikasikan bahwa tanaman sawi pahit masih merespons secara positif terhadap setiap penambahan dosis limbah solid kelapa sawit dalam kisaran dosis yang diuji, sehingga kemungkinan dosis optimum belum tercapai pada perlakuan s4.

Terjadi peningkatan berat segar ini disebabkan oleh ketersediaan unsur hara esensial yang berasal dari dekomposisi limbah solid kelapa sawit.. Nitrogen yang tersedia mendorong sintesis protein dan klorofil yang diperlukan untuk fotosintesis, fosfor berperan dalam

transfer energi dan pembentukan membran sel, sedangkan kalium mengatur tekanan turgor sel yang secara langsung mempengaruhi kandungan air jaringan dan berat segar tanaman. Penggunaan kompos yang diperkaya untuk tanaman Brassica terbukti meningkatkan ketersediaan fosfor di dalam tanah serta mendorong penyerapan P oleh tanaman, yang berkorelasi positif dengan peningkatan produktivitas biomassa tanaman (Jatsiyah et al., 2024).

Selain penyediaan unsur hara, peningkatan berat segar juga didukung karena terjadinya membaiknya kapasitas tanah dalam menahan air akibat penambahan bahan organik dari limbah kelapa sawit. Penggunaan limbah pertanian seperti dari kelapa sawit baik sebagai mulsa maupun ketika diaplikasikan langsung ke dalam tanah sebagai bahan pembenah organik terbukti dapat meningkatkan retensi air dan unsur hara tanah serta meningkatkan hasil panen (Adu et al., 2022). Kemampuan tanah dalam menahan air yang lebih baik memastikan tanaman tidak mengalami cekaman kekeringan, sehingga proses turgiditas sel berlangsung optimal dan berat segar

yang dihasilkan lebih tinggi (Abdillah et al., 2024; Blankson et al., 2025).

## KESIMPULAN

Aplikasi limbah solid kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan berat segar tanaman sawi pahit. Perlakuan dosis tertinggi ( $s_4 = 3 \text{ kg solid m}^{-1}$ ) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi 28,90 cm dan berat segar terberat 161,40 g per tanaman, meningkat 48,07% dibandingkan perlakuan kontrol ( $s_0$ ). Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman tersebut disebabkan oleh kemampuan limbah solid kelapa sawit dalam menyediakan unsur hara makro serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah sehingga mendukung proses pertumbuhan tanaman sawi pahit secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H., Handika, L. R., Iswahyudi, H., Lukmana, M., Rahmawati, L., Indriani, I., & Widiyastuti, D. A. (2024). Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit, Hubungannya dengan Karakter Tanah dan Hasil Tanaman Terong Ungu. *Jurnal Pertanian*, 15(2), 108–122. <https://doi.org/10.30997/jp.v15i2.13717>
- Adu, M. O., Atia, K., Arthur, E., Asare, P. A., Obour, P. B., Danso, E. O., Frimpong, K. A., Sanleri, K. A., Asare-Larbi, S., Adjei, R., Mensah, G., & Andersen, M. N. (2022). The use of oil palm empty fruit bunches as a soil amendment to improve growth and yield of crops. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(2), 13. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00753-z>
- Anyaocha, K. R., Sakrabani, R., Patchigolla, K., & Mouazen, A. M. (2018). Critical evaluation of oil palm fresh fruit bunch solid wastes as soil amendments: Prospects and challenges. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 399–409. <https://doi.org/10.1016>
- Blankson, D., Arthur, E., Atiah, K., Frimpong, K. A., Manfo, P., & Ravnskov, S. (2025). Empty oil palm fruit bunch biochar and compost influence soil properties that drive okra (*Abelmoschus esculentus* L.) nutrient use efficiency and yield. *Soil Science Society of America Journal*, 89(6), e70172. <https://doi.org/10.1002/saj2.70172>
- Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P., & Velasco, P. (2011). Phenolic Compounds in Brassica Vegetables. *Molecules*, 16(1), 251–280. <https://doi.org/10.3390/molecules16010251>
- Hanum, C., Ginting, J., Rauf, A., & Nasution, A. R. H. (2017). Growth and Quisition N, P, K of Oil Palm Seedling on Plant Media Made from Solid Decanter and Oil Palm Empty Fruit

- Bunches. *Human Journals*, 5(3), 9–22.
- Jatsiyah, V., Setiawan, B., & Sunak, S. (2024). Ragam Dosis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Konsentrasi POC Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bibit Kelapa Sawit. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(2), 145–156. <https://doi.org/10.35329>
- Kumara, N. R. A., & Sumiahadi, A. (2024a). Evaluation of Oil Palm Empty Fruit Bunch Compost Application on Samhong Mustard (*Brassica juncea* L.) Cultivation in Polybags. *Applied Research in Science and Technology*, 4(2), 102–109. <https://doi.org/10.33292>
- Kumara, N. R. A., & Sumiahadi, A. (2024b). Evaluation of Oil Palm Empty Fruit Bunch Compost Application on Samhong Mustard (*Brassica juncea* L.) Cultivation in Polybags. *Applied Research in Science and Technology*, 4(2), 102–109. <https://doi.org/10.33292/areste.v4i2.93>
- Kurniawati, A., Melati, M., Aziz, S. A., & Purwono, P. (2017). Reduction of Manure Rate for *Brassica juncea* Production with Crop Rotation of Corn and Soybean. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45(2), 188–195. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i2.12961>
- Lal, R. (2015). Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *MDPI*, 7(5), 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Maryani, A. (2018). Efek Pemberian Decanter Solid terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Media Tanah Bekas Lahan Tambang Batu Bara di Pembibitan Utama. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 33, 50. <https://doi.org/10.20961/carakatan.v33i1.19310>
- Pahan, I. (2008). *Panduan Lengkap Budidaya Kelapa Sawit (V)*. Penebar Swadaya.
- Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997). *World Vegetables* (2nd edn). Springer International Publishing. [link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-6015-9](https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-6015-9)
- Sinaga, M., Kurniawati, H., & Lambertus, L. (2024). Pengaruh pemberian kompos solid dan poc batang pisang pada tanah podsolik merah kuning terhadap pertumbuhan serta hasil sawi hijau. *PIPER*, 20(2), 170–177. <https://doi.org/10.51826/piper.v20i2.1283>
- Singh, R. P., Ibrahim, M. H., Esa, N., & Iliyana, M. S. (2010). Composting of waste from palm oil mill: A sustainable waste management practice. *Springer Nature*, 9, 331–344. <https://doi.org/10.1007/s11157-010-9199-2>
- Sirait, M., Sinaga, R., Lubis, H., Halawa, N., & Afrianti, S. (2025). Analisis Sifat Kimia dan Fisik pada Media Tanam Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Cocopeat: Analysis of Chemical and Physical Properties of Oil Palm Empty Fruit Bunches and Cocopeat Planting Media. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 13(2), 232–241.

<https://doi.org/10.30605/perbal.v13i2.6356>

Stevenson, F. J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions* (2nd edn). John Wiley & Sons, Inc. [www.wiley.com](http://www.wiley.com)

Subagyo, H., Suharta, N., & Siswanto, A. (2004). *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.* [openlibrary.org/books/](http://openlibrary.org/books/)

Tao, H.-H., Snaddon, J. L., Slade, E. M., Caliman, J.-P., Widodo, R. H.,

Suhardi, & Willis, K. J. (2017). Long-term crop residue application maintains oil palm yield and temporal stability of production. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(4),33. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0439-5>

Weil, R. R., & Brady, N. C. (2023). *The Nature and Properties of Soils* (15th edn). Pearson Education. [www.pearson.com](http://www.pearson.com),