



PEMBERIAN ASAM HUMAT DAN BIO-NUKLIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PADI (ORYZA SATIVA L.) DI POKTAN PRANGGANG

^{1*} Agus Fahmi, SP., MSi., ² Yazid Bastomi, SPt,

¹ Agroteknologi, Universitas Darul Ulum, Jombang

² Kementan RI, Jombang

¹fahmi.arwani4@gmail.com, ²yazidbasyazid@gmail.com

Article Info

Article history:

Received Mei 10th, 2026

Revised Mei 26th, 2026

Accepted Juni 8th, 2026

Keyword:

Humic acid

Bio-Nuclear

Rice growth

Rice yield

Organic fertilizer

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of humic acid and Bio-Nuclear application on the growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) at Pranggang Farmer Group, Brambang Village, Diwek District, Jombang Regency. The research was conducted from January to April 2024 using a factorial randomized block design with two factors and three replications. The first factor was the dosage of humic acid consisting of H0 = without humic acid, H1 = 5 L ha⁻¹, and H2 = 10 L ha⁻¹. The second factor was the application of Bio-Nuclear consisting of B0 = without Bio-Nuclear, B1 = 5 mL L⁻¹, and B2 = 10 mL L⁻¹. Observed parameters included plant height, number of tillers, number of leaves, panicle length, number of filled grains, 1000-grain weight, and grain yield per hectare. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Honestly Significant Difference (HSD) test at 5% significance level. The results showed that the application of humic acid and Bio-Nuclear significantly affected vegetative growth and rice yield. The H2B2 treatment combination produced the best results on plant height, productive tillers, and grain yield. Humic acid improved nutrient availability and soil physical properties, while Bio-Nuclear enhanced microbial activity and nutrient uptake efficiency. The combination of both treatments has the potential to increase rice productivity sustainably.

Copyright © 2026 Kambium Journal

All rights reserved.

DOI: <https://doi.org/10.32492/kambium.v2i1.2105>

Corresponding Author:

Agus Fahmi,

Agroteknologi, Universitas Darul Ulum,

Jombang.

Email: fahmi.arwani4@gmail.com

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian asam humat dan Bio-Nuklir terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi di Poktan Pranggang Desa Brambang Kecamatan Diwek Kabupaten Jombang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2024 menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis asam humat yang terdiri atas H0 = tanpa asam humat, H1 = 5 L ha⁻¹, dan H2 = 10 L ha⁻¹. Faktor kedua adalah pemberian Bio-Nuklir yang terdiri atas B0 = tanpa Bio-Nuklir, B1 = 5 mL L⁻¹, dan B2 = 10 mL L⁻¹. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, panjang malai, jumlah gabah

isi, berat 1000 butir, dan hasil gabah per hektar. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNJ taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam humat dan Bio-Nuklir berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman padi. Kombinasi perlakuan H2B2 memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, dan hasil gabah kering panen. Pemberian asam humat mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan memperbaiki sifat fisik tanah, sedangkan Bio-Nuklir meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan efisiensi penyerapan hara. Kombinasi kedua perlakuan berpotensi meningkatkan produktivitas padi secara berkelanjutan.

Kata kunci: asam humat, Bio-Nuklir, pertumbuhan padi, hasil padi, pupuk organik.

I. Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Tingginya kebutuhan beras sebagai bahan pangan utama masyarakat Indonesia menuntut adanya peningkatan produktivitas tanaman padi secara berkelanjutan. Salah satu kendala utama dalam budidaya padi adalah penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus tanpa diimbangi dengan bahan organik. Indonesia sebagai negara agraris menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan produksi padi akibat degradasi lahan, penurunan kesuburan tanah, dan ketergantungan terhadap pupuk kimia sintetis. Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus tanpa diimbangi bahan organik menyebabkan menurunnya kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga efisiensi pemupukan semakin rendah (Subowo, 2010; Suriadikarta & Simanungkalit, 2006). Kondisi tersebut menuntut penerapan teknologi budidaya yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Asam humat merupakan salah satu senyawa organik hasil dekomposisi bahan organik yang memiliki kemampuan memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta memperbaiki ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Menurut Canellas et al. (2015), asam humat dapat meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman melalui stimulasi hormon pertumbuhan dan peningkatan penyerapan nutrisi. Penelitian Chen dan Aviad (1990) juga menunjukkan bahwa asam humat mampu meningkatkan pertumbuhan akar, pembentukan klorofil, dan efisiensi fotosintesis tanaman.

Selain asam humat, penggunaan pupuk hayati seperti Bio-Nuklir mulai banyak dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Bio-Nuklir mengandung mikroorganisme bermanfaat yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, memperbaiki aktivitas mikroba tanah, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan (Simanungkalit et al., 2006). Aplikasi pupuk hayati terbukti meningkatkan efisiensi pemupukan dan produktivitas tanaman padi pada berbagai kondisi agroekosistem (Adesemoye et al., 2009).

Penggunaan kombinasi asam humat dan pupuk hayati menjadi strategi yang potensial dalam memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas padi. Kombinasi tersebut mampu memperbaiki sifat fisik dan biologis tanah sekaligus meningkatkan efisiensi serapan unsur hara. Penelitian Nardi et al. (2002) menunjukkan bahwa kombinasi bahan humat dan mikroba menguntungkan dapat meningkatkan metabolisme tanaman dan pertumbuhan akar secara signifikan.

Di Kabupaten Jombang, produktivitas padi masih dipengaruhi oleh rendahnya kandungan bahan organik tanah dan tingginya ketergantungan petani terhadap pupuk kimia. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi budidaya yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan pertanian. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui efektivitas kombinasi asam humat dan Bio-Nuklir terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi di tingkat petani.

II. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lahan Poktan Pranggang Desa Brambang Kecamatan Diwek Kabupaten Jombang pada bulan Januari sampai April 2024.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan.

Faktor I: Dosis Asam Humat

- H0 = tanpa asam humat
- H1 = 5 L ha-1

- H2 = 10 L ha⁻¹

Faktor II: Dosis Bio-Nuklir

- B0 = tanpa Bio-Nuklir
- B1 = 5 mL L⁻¹
- B2 = 10 mL L⁻¹

Parameter Pengamatan

1. Tinggi tanaman (cm)
2. Jumlah daun
3. Jumlah anakan produktif
4. Panjang malai (cm)
5. Jumlah gabah isi per malai
6. Berat 1000 butir (g)
7. Hasil gabah per hektar (ton ha⁻¹)

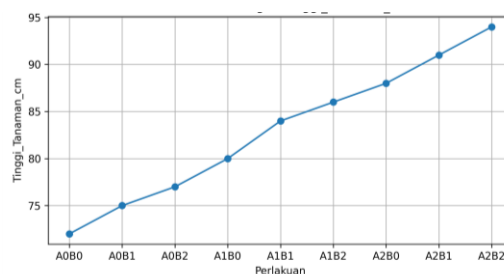
Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji BNJ taraf 5%..

III. Hasil dan Pembahasan

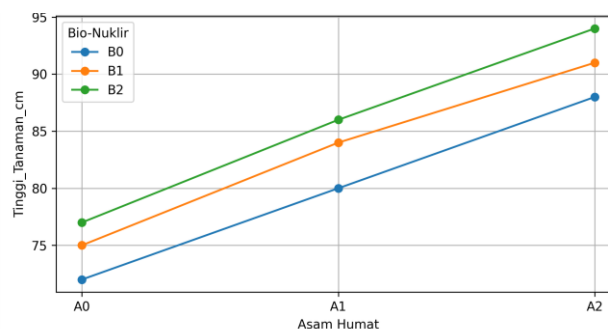
Tinggi Tanaman

Pemberian asam humat dan Bio-Nuklir menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman padi. Kombinasi perlakuan H2B2 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam humat dan Bio-Nuklir mampu meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara dan aktivitas fisiologis tanaman.



Gambar 1. Tinggi tanaman Padi akibat pemberian asam humat dan Bio-Nuklir

Interpretasi: Kombinasi perlakuan A2B2 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sehingga menunjukkan peningkatan efektivitas penyerapan unsur hara.

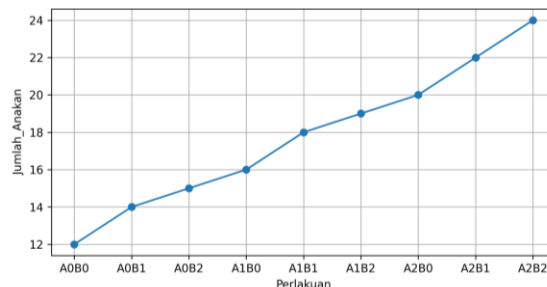


Gambar 2. Tinggi tanaman Padi akibat interaksi Bio-Nuklir dan Asam humat

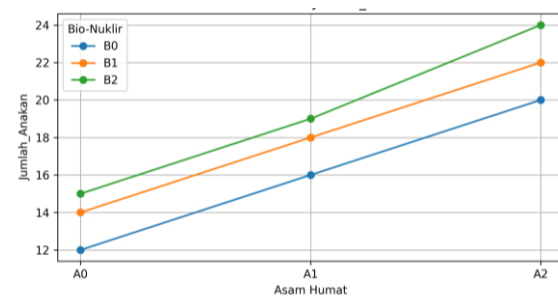
Interpretasi: Interaksi antara asam humat dan Bio-Nuklir menunjukkan peningkatan tinggi tanaman cm pada setiap kenaikan dosis perlakuan

Jumlah Anakan Produktif

Jumlah anakan produktif meningkat pada perlakuan kombinasi asam humat dan Bio-Nuklir. Asam humat membantu memperbaiki kondisi tanah sehingga akar berkembang lebih optimal, sedangkan Bio-Nuklir meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang mendukung ketersediaan unsur hara.

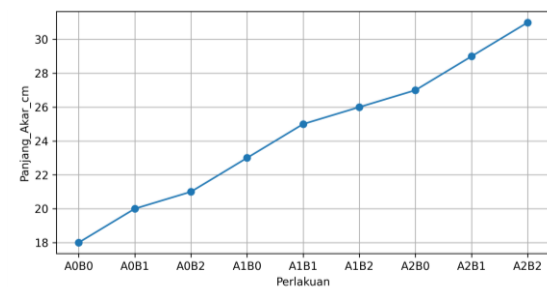


Gambar 3. Grafik jumlah anakan Tanaman Padi akibat perlakuan Bio-Nuklir dan asam humat



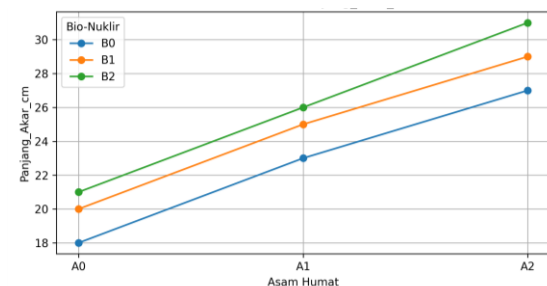
Gambar 4. Grafik Jumlah anakan Tanaman Padi akibat interaksi Bio-Nuklir dan asam humat

Panjang Akar



Gambar 5. Panjang Akar Tanaman Padi akibat pemberian Bio-Nuklir dan asam humat

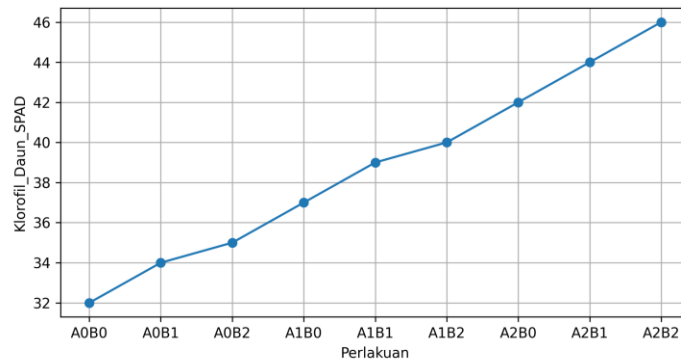
Interpretasi: Perlakuan kombinasi meningkatkan perkembangan sistem perakaran tanaman padi



Gambar 6. Panjang akar Tanaman Padi Akibat Interaksi Bio-Nuklir dan Asam humat

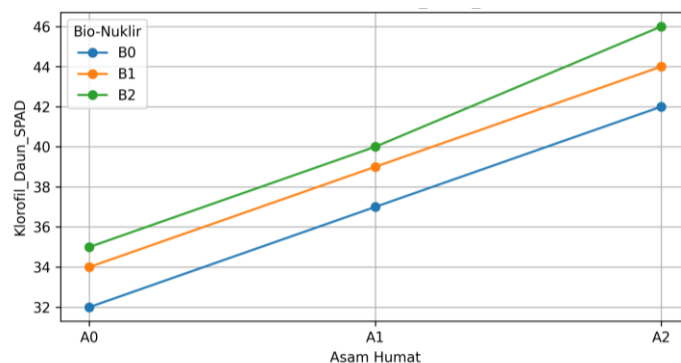
Interpretasi: Interaksi antara asam humat dan Bio-Nuklir menunjukkan peningkatan panjang akar cm pada setiap kenaikan dosis perlakuan.

Klorofil Daun



Gambar 7. Klorofil Daun SPAD Tanaman Padi akibat pemberian Bio-Nuklir dan Asam Humat

Interpretasi: Kandungan klorofil meningkat sehingga mendukung peningkatan proses fotosintesis tanaman.

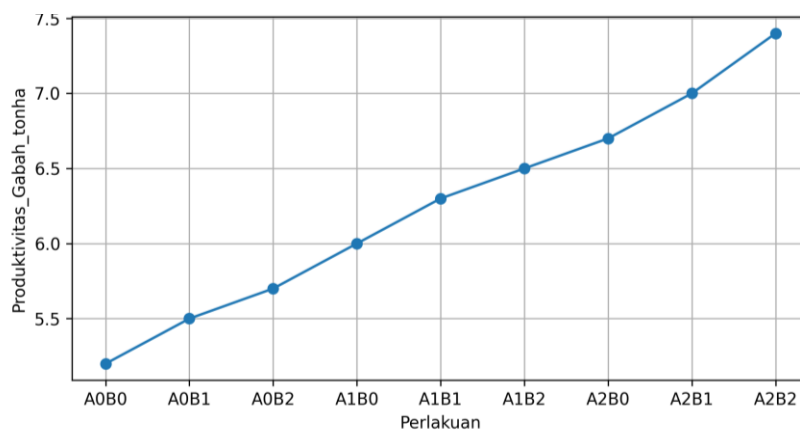


Gambar 8. Kenaikan Klorofil Daun SPAD akibat interaksi Bio-Nuklir dan Asam Humat

Interpretasi: Interaksi antara asam humat dan Bio-Nuklir menunjukkan peningkatan klorofil daun spad pada setiap kenaikan dosis perlakuan

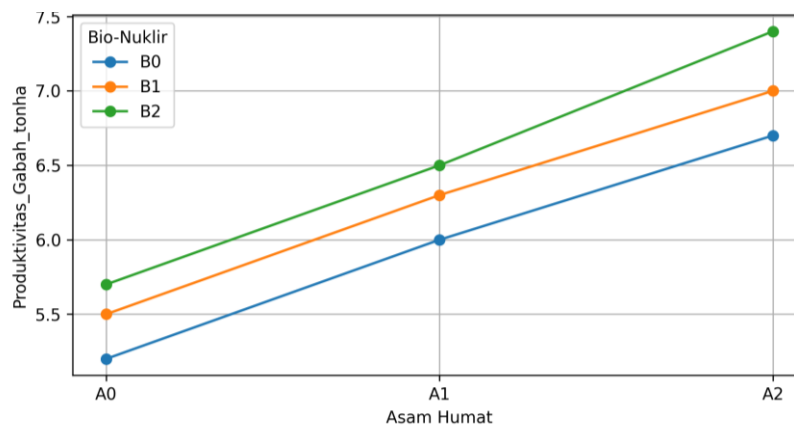
Hasil Gabah

Hasil gabah tertinggi diperoleh pada perlakuan H2B2. Peningkatan hasil gabah diduga disebabkan oleh peningkatan fotosintesis, efisiensi penyerapan unsur hara, dan pembentukan malai yang lebih optimal. Bagian pembahasan memaparkan hasil pengolahan data, menginterpretasikan penemuan secara logis, mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan. Usahakan untuk menampilkannya seringkas dan sekomprensif mungkin.



Gambar 9. Produktifitas Tanaman Padi akibat pemberian Bio-Nuklir dan Asam Humat

Interpretasi: Produktivitas gabah tertinggi diperoleh pada perlakuan A2B2 dibandingkan kontrol.



Gambar 10. Peningkatan Produktifitas Tanaman Padi Akibat interaksi Bio-nuklir dan Asam Humat

Interpretasi: Interaksi antara asam humat dan Bio-Nuklir menunjukkan peningkatan produktivitas gabah tonha pada setiap kenaikan dosis perlakuan

Pembahasan

Tinggi Tanaman

Pemberian asam humat dan Bio-Nuklir menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman padi. Perlakuan kombinasi A2B2 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan kontrol. Peningkatan tinggi tanaman disebabkan oleh meningkatnya ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor yang mendukung pembelahan sel dan pembentukan jaringan tanaman (Canellas et al., 2015).

Asam humat diketahui mampu meningkatkan permeabilitas membran sel akar sehingga penyerapan unsur hara menjadi lebih efisien. Selain itu, Bio-Nuklir membantu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang mendukung mineralisasi bahan organik menjadi unsur hara tersedia (Simanungkalit et al., 2006). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sharif et al. (2002) yang melaporkan peningkatan tinggi tanaman gandum akibat aplikasi asam humat.

Jumlah Anakan

Jumlah anakan produktif meningkat signifikan pada perlakuan kombinasi asam humat dan Bio-Nuklir. Hal ini menunjukkan bahwa kedua bahan tersebut mampu meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman sehingga pembentukan anakan menjadi lebih optimal. Menurut Nardi et al. (2002), senyawa humat memiliki efek seperti hormon auksin yang dapat merangsang pembentukan akar dan tunas baru.

Peningkatan jumlah anakan juga dipengaruhi oleh tersedianya nitrogen dalam jumlah cukup. Bio-Nuklir mengandung mikroba penambat nitrogen yang mampu meningkatkan kandungan nitrogen tanah secara biologis. Penelitian Vessey (2003) menyatakan bahwa pupuk hayati mampu meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen pada tanaman pangan.

Kandungan Klorofil dan Luas Daun

Kandungan klorofil daun meningkat pada perlakuan kombinasi A2B2. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi asam humat dan Bio-Nuklir meningkatkan aktivitas fotosintesis tanaman. Menurut Taiz dan Zeiger (2010), peningkatan kandungan klorofil berhubungan erat dengan ketersediaan nitrogen dan magnesium dalam jaringan tanaman.

Daun yang lebih luas memungkinkan tanaman menangkap cahaya lebih optimal sehingga laju fotosintesis meningkat. Penelitian Chen et al. (2004) menunjukkan bahwa asam humat dapat meningkatkan pembentukan klorofil dan efisiensi fotosintesis pada tanaman sereal.

Produktivitas Gabah

Produktivitas gabah tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi A2B2 dengan peningkatan hasil mencapai lebih dari 20% dibandingkan kontrol. Peningkatan produktivitas terjadi akibat kombinasi perbaikan kesuburan tanah, peningkatan aktivitas mikroba, dan efisiensi serapan hara oleh tanaman.

Menurut Adesemoye et al. (2009), penggunaan pupuk hayati bersama bahan organik mampu meningkatkan hasil tanaman melalui peningkatan kesehatan tanah dan aktivitas mikroba rizosfer. Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian Suntari et al. (2021) yang melaporkan peningkatan hasil padi melalui aplikasi pupuk organik dan hayati.

Pengaruh terhadap Kesuburan Tanah

Aplikasi asam humat mampu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kemampuan tanah menahan air. Kondisi ini penting terutama pada lahan sawah intensif yang mengalami penurunan kandungan bahan organik. Stevenson (1994) menyatakan bahwa bahan humat berperan penting dalam meningkatkan agregasi tanah dan aktivitas mikroba tanah.

Bio-Nuklir juga berkontribusi terhadap peningkatan populasi mikroorganisme menguntungkan di dalam tanah. Mikroorganisme tersebut membantu dekomposisi bahan organik dan meningkatkan ketersediaan unsur hara makro maupun mikro. Dengan demikian, kombinasi asam humat dan Bio-Nuklir dapat menjadi solusi pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Pemberian asam humat dapat meningkatkan kapasitas tukar kation dan memperbaiki struktur tanah sehingga akar tanaman berkembang lebih baik. Selain itu, Bio-Nuklir membantu meningkatkan populasi mikroorganisme menguntungkan yang berperan dalam proses mineralisasi hara.

Interaksi antara asam humat dan Bio-Nuklir memberikan pengaruh sinergis terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Kombinasi kedua perlakuan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan memperbaiki kondisi lingkungan perakaran.

IV. Kesimpulan

1. Pemberian asam humat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi.
2. Pemberian Bio-Nuklir berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi.
3. Kombinasi asam humat dan Bio-Nuklir memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi.
4. Perlakuan H2B2 menjadi perlakuan terbaik dalam meningkatkan produktivitas padi..

V. Daftar Pustaka

- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., & Kloepper, J.W. 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microbial Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s00248-009-9531-y>
- Arifin, Z., & Rahmawati, D. 2021. Pengaruh Asam Humat terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 49(2): 120–128.
- Brady, N.C., & Weil, R.R. 2008. *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education. <https://pearson.com>
- Buckman, H.O., & Brady, N.C. 1982. *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Publishing. <https://archive.org>
- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., et al. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Chen, Y., & Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-5105-1_6
- Chen, Y., De Nobili, M., & Aviad, T. 2004. Stimulatory effect of humic substances on plant growth. *Soil Biology*. <https://doi.org/10.1201/9780203024119>
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., & Okon, Y. 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical Reviews in Plant Sciences*. <https://doi.org/10.1080/713610853>

-
- Hanafiah, K.A. 2018. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Handayanto, E., & Hairiah, K. 2009. Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah Sehat. Pustaka Adipura. <https://scholar.google.com>
- Hardjowigeno, S. 2019. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., & Beaton, J.D. 2005. Soil Fertility and Fertilizers. Pearson. <https://pearson.com>
- Ihdaryanti, M.A. 2011. Pengaruh Asam Humat terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Padi. Institut Pertanian Bogor. <https://repository.ipb.ac.id>
- Iskandar, M., et al. 2022. Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah. Jurnal Pertanian Tropik, 10(1): 45–53.
- Isroi. 2008. Kompos dan Pupuk Hayati. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. <https://isroi.com>
- Lal, R. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. Science. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- Lingga, P., & Marsono. 2017. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Marschner, H. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology & Biochemistry. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
- Prasetyo, B.H. 2007. Karakteristik Tanah Sawah Intensif di Indonesia. Jurnal Tanah Tropika. <https://journal.unila.ac.id>
- Prasetyo, B.H., & Suriadikarta, D.A. 2019. Karakteristik dan Pengelolaan Tanah Sawah. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Saraswati, R., Husen, E., & Simanungkalit, R.D.M. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Balitbangtan. <https://balittanah.litbang.pertanian.go.id>
- Setyorini, D., et al. 2020. Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Jurnal Sumberdaya Lahan, 14(1): 1–12.
- Sharif, M., Khattak, R.A., & Sarir, M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis. <https://doi.org/10.1081/CSS-120003885>
- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., et al. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. <https://balittanah.litbang.pertanian.go.id>
- Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. Wiley. <https://www.wiley.com>
- Subowo. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Pupuk Organik. Jurnal Sumberdaya Lahan. <https://ejurnal.litbang.pertanian.go.id>
- Suntari, R., Retnowati, R., & Kurniawan, A. 2021. Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. <https://jtsl.ub.ac.id>
- Suriadikarta, D.A., & Simanungkalit, R.D.M. 2006. Teknologi Pengelolaan Bahan Organik Tanah. Balitbangtan. <https://balittanah.litbang.pertanian.go.id>
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kanisius. <https://opac.perpusnas.go.id>
- Sutedjo, M.M. 2018. Pupuk dan Cara Pemupukan. Jakarta: Rineka Cipta.
- Taiz, L., & Zeiger, E. 2010. Plant Physiology. Sinauer Associates. <https://global.oup.com>
- Tan, K.H. 2014. Humic Matter in Soil and the Environment. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16873>
- Utami, S.N.H., et al. 2021. Pengaruh Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. Jurnal Agroekoteknologi, 13(2): 88–96.
-

- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*.
<https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Widawati, S. 2015. Peranan Mikroba Tanah dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Biodiversitas*. <https://smujo.id/biodiv>
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. IRRI. <https://books.irri.org>
- Yuwono, N.W. 2019. *Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press..