

Respon Edamame Terhadap Pemberian Berbagai Dosis Abu Boiler Kelapa Sawit

*Budiyati Ichwan, Yulia Alia, Eliyanti, Zulkarnain, Arzita, dan Riki Purna Saputra

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jambi
Jl. Raya Jambi – Ma. Bulian Km 15 Kampus Pinang Masak, Mendalo Darat Jambi 36361

*Corresponding Author: budiyati_ichwan@unja.ac.id

Abstract. *Edamame is a vegetable commodity whose export demand is currently increasing, while its productivity is still below its potential yield. Therefore, to meet export needs, it is necessary to increase productivity by applying boiler ash, which can improve soil fertility and increase the availability of nutrients in the soil. Research aimed at increasing the growth and yield of edamame by applying various doses of boiler ash was conducted at the Teaching and Research Farm, Faculty of Agriculture, Jambi University, at an altitude of 35 meters above sea level. The research used a one-factor Randomized Block Design (RBD) with various doses of boiler ash, consisting of 0 tonha⁻¹; 5 tonha⁻¹; 10 tonha⁻¹; 15 tonha⁻¹; and 20 tonha⁻¹. Each treatment was replicated 5 times. The research results showed that the application of boiler ash was able to increase plant height, the number of young pods per plant, the weight of young pods per plant, the weight of 100 young pods per plant, and edamame production per hectare. A boiler ash dose of 20 tonha⁻¹ resulted in the highest edamame growth and yield.*

Keywords: *growth, productivity, yield*

Abstrak. Edamame merupakan komoditas sayuran yang saat ini permintaan eksportnya semakin meningkat, sementara itu produktivitasnya masih dibawah potensi hasilnya. Oleh sebab itu untuk pemenuhan kebutuhan ekspor perlu dilakukan peningkatan produktivitas dengan pemberian abu boiler yang mampu memperbaiki kesuburan tanah dan menambah ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Penelitian yang bertujuan meningkatkan pertumbuhan dan hasil edamame dengan pemberian berbagai dosis abu boiler telah dilakukan di *Teaching and Research Farm*, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, dengan ketinggian tempat 35 m dpl. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yaitu berbagai dosis abu boiler kelapa sawit, yang terdiri dari 0 tonha⁻¹; 5 tonha⁻¹; dan 10 tonha⁻¹; 15 tonha⁻¹; dan 20 tonha⁻¹. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian abu boiler mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah polong muda per tanaman, bobot polong muda per tanaman, bobot 100 polong muda per tanaman, dan produksi per hektar edamame. Dosis abu boiler 20 tonha⁻¹ memberikan pertumbuhan dan hasil edamame tertinggi.

Kata kunci: hasil, pertumbuhan, produktivitas

PENDAHULUAN

Edamame (*Glycine max* L. Merr.) merupakan salah satu komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dengan permintaan pasar global yang terus meningkat, terutama di Jepang, Amerika Serikat, dan Eropa. Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan edamame karena kondisi agroklimat yang sesuai serta ketersediaan lahan pertanian yang luas.

Jepang merupakan pasar utama ekspor kedelai edamame Indonesia dengan permintaan yang tinggi, yaitu 75.000 ton per tahun. Namun hanya sekitar 6.000 – 7.000 ton edamame beku yang mampu dipenuhi oleh Indonesia. Kebutuhan ekspor ini semakin meningkat dengan semakin meluasnya pasar seperti Timur Tengah dan India (Solichah, 2024).

Produktivitas kedelai edamame dapat mencapai 10-12 tonha⁻¹, tetapi Indonesia hanya dapat menghasilkan 8,8 tonha⁻¹. Bila dibandingkan dengan produktivitas kedelai biasa (1,7 – 3,2 tonha⁻¹) produktivitas kedelai edamame 3,5 tonha⁻¹ lebih tinggi (Sudiarti, 2017). Kesenjangan yang besar ini menunjukkan bahwa optimalisasi untuk meningkatkan hasil kedelai edamame di Indonesia saat ini sangat diperlukan.

Permasalahan utama dalam pengembangan edamame di Indonesia antara lain adalah keterbatasan teknologi budidaya. Salah satu teknologi yang potensial untuk meningkatkan produktivitas edamame adalah pemanfaatan abu boiler kelapa sawit sebagai amelioran tanah, dan sumber unsur hara tanaman. Abu boiler merupakan limbah padat hasil pembakaran cangkang dan serabut kelapa sawit yang kaya akan unsur hara seperti Ca, K, Mg, P, dan unsur hara mikro seperti Fe, B, Zn, and Mn (Ezema *et al.*, 2020). Penelitian menunjukkan bahwa abu boiler mampu meningkatkan pH tanah masam, memperbaiki kapasitas tukar kation, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman (Ichriani *et al.*, 2021). Hasil penelitian Simanjuntak *et al.* (2024) dan Rumarhorbo *et al.*, (2023) pada tanaman bawang merah dan tomat menunjukkan bahwa pemberian abu boiler 15 tonha⁻¹ dan 20 tonha⁻¹ mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Aplikasi abu boiler juga ramah lingkungan karena mampu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sekaligus mendukung konsep pertanian berkelanjutan, dan pendekatan ekonomi sirkular.

Integrasi abu boiler kelapa sawit dalam budidaya edamame dapat menjadi strategi inovatif untuk meningkatkan hasil panen melalui perbaikan kualitas lahan. Teknologi ini tidak hanya mendukung peningkatan daya saing edamame Indonesia di pasar global, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan limbah sawit yang lebih produktif dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di *Teaching and Research Farm*, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, dengan ketinggian tempat 35 m dpl. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yaitu berbagai dosis abu boiler limbah pabrik kelapa sawit, yang terdiri dari 0 tonha⁻¹; 5 tonha⁻¹; dan 10 tonha⁻¹; 15 tonha⁻¹; dan 20 tonha⁻¹. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Jumlah tanaman pada setiap perlakuan 30 dengan 3 tanaman sebagai sampel.

Abu boiler yang diperoleh dari PT. Brahma Bina Bhakti Kabupaten Muaro Jambi diberikan satu minggu sebelum tanam, dengan cara menaburkannya ke bedengan percobaan, kemudian dicangkul dan diaduk sampai tercampur merata dengan tanah. Jumlah abu boiler yang diberikan sesuai dengan perlakuan yang dicobakan.

Benih kedelai edamame (**varietas Biomax1**) ditanam dengan cara ditugal dengan jarak tanam 30 x 20 cm. Pupuk Urea diberikan sesuai dosis anjuran yaitu 200 kg ha⁻¹ yang diberikan pada umur 7 Hari Setelah Tanam (HST) sebanyak 100 kg ha⁻¹, dan umur 30 HST sebanyak 100 kg ha⁻¹. Edamame dipanen saat polong mudanya berwarna hijau segar (bernas dan belum menguning) yaitu umur 9 Minggu Setelah Tanam (MST).

Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang produktif, umur berbunga, jumlah polong muda per tanaman, bobot polong muda per tanaman, bobot 100 polong muda, dan produksi per hektar. Data dianalisis menggunakan Analisis Ragam, kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT dengan $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis abu boiler berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang edamame umur 5 MST. Dosis abu boiler 20 tonha⁻¹ memberikan tinggi tanaman dan diameter batang edamame tertinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Tinggi tanaman dan diameter batang edamame pada berbagai dosis abu boiler umur 5 MST

Dosis abu boiler (ton ha ⁻¹)	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (mm)
0	31,33c	3,91c
5	31,00c	3,96c
10	32,71bc	4,16bc
15	34,52ab	4,23b
20	35,53a	4,56a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Tabel 1 menunjukkan bahwa peningkatan dosis abu boiler yang diberikan meningkatkan tinggi dan diameter batang edamame, dan dosis 20 tonha⁻¹ memberikan tinggi dan diameter batang edamame yang paling tinggi, namun tinggi tanaman edamame pada dosis 20 tonha⁻¹ tidak berbeda nyata dengan dosis 15 tonha⁻¹.

Pemberian abu boiler tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang produktif dan umur berbunga edamame (Tabel 2). Berbagai dosis abu boiler menghasilkan cabang produktif yang relatif sama, demikian juga umur berbunga, namun pemberian abu boiler cenderung meningkatkan jumlah cabang produktif dan mempercepat umur berbunga edamame.

Tabel 2. Jumlah cabang produktif (5MST) dan umur berbunga edamame pada berbagai dosis abu boiler

Dosis abu boiler (ton ha ⁻¹)	Jumlah cabang produktif	Umur berbunga (HST)
0	2,87	33,2
5	2,79	32,6
10	2,93	32,0
15	2,93	32,4
20	2,93	31,2

Jumlah polong muda dan bobot polong muda edamame dipengaruhi secara nyata oleh pemberian berbagai dosis abu boiler. Peningkatan dosis abu boiler cenderung meningkatkan jumlah polong dan bobot polong edamame (Tabel 3).

Tabel 3. Jumlah polong muda dan bobot polong muda edamame pada berbagai dosis abu boiler

Dosis abu boiler (ton ha ⁻¹)	Jumlah polong muda	Bobot polong muda (g)
0	32,27bc	61,48b
5	33,27abc	61,26b
10	28,13c	60,06b
15	38,20ab	71,27ab
20	41,00a	78,34a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa pemberian abu boiler dosis 5 tonha⁻¹ dan dosis 10 tonha⁻¹ memberikan jumlah dan bobot polong muda yang tidak berbeda dengan edamame yang tidak diberi abu boiler, sementara itu abu boiler 15 tonha⁻¹ dan 20 tonha⁻¹ memberikan jumlah dan bobot polong yang tidak berbeda nyata.

Pemberian berbagai dosis abu boiler berpengaruh nyata terhadap bobot 100 polong muda dan produksi edamame (bobot polong muda) per hektar (Tabel 4). Peningkatan dosis abu boiler meningkatkan bobot 100 polong dan produksi edamame. Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa peningkatan dosis abu boiler sampai 20 toha⁻¹ cenderung menghasilkan bobot 100 polong per tanaman dan produksi edamame per hektar tertinggi.

Tabel 4. Bobot 100 polong muda dan produksi edamame pada berbagai dosis abu boiler

Dosis abu boiler (ton ha ⁻¹)	Bobot 100 polong muda (g)	Produksi per hektar (ton)
0	177,20c	7,85b
5	189,40bc	8,18b
10	195,60abc	8,15b
15	221,40ab	8,23b
20	233,40a	10,02a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$.

Peningkatan bobot 100 polong muda edamame karena pemberian abu boiler sejalan dengan peningkatan produksi edamame per hektar, namun bobot 100 polong muda pada dosis abu boiler 10 ton ha⁻¹ memberikan hasil yang sama dengan dosis 15 tonha⁻¹ dan 20 ton ha⁻¹, berbeda dengan produksi edamame dimana bobot polong muda segar per hektar didapat pada dosis abu boiler 20tonha⁻¹, dan berbeda dengan dosis lainnya.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan pertumbuhan dan hasil edamame dengan pemberian berbagai dosis abu boiler kelapa sawit, dimana semakin tinggi dosis abu boiler yang diberikan semakin baik pertumbuhan dan hasil tanaman edamame. Hal ini disebabkan karena abu boiler mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan, diantaranya unsur hara P, S, K, Fe, Mn, Zn, Cu, Ca, Mg (Chirenje *et al.* 2002; Khan *et al.*, 2008). Walaupun dari hasil analisis kimia abu boiler (PT Bumi Sawit Sempurna, 2025) menunjukkan bahwa abu boiler yang digunakan masih belum memenuhi persyaratan sebagai pupuk organik menurut SNI, namun pH yang dimiliki abu boiler cukup tinggi yaitu sebesar 10,41. Dengan pH yang tinggi ini, diharapkan pemberian abu boiler ke dalam tanah akan meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan ketersediaan hara di dalam tanah, selain unsur hara yang dapat disumbangkan dari abu boiler sendiri.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Elia *et al.* (2015) menunjukkan bahwa abu boiler meningkatkan pH tanah, fosfor tersedia, dan kalium yang dapat ditukar, yang penting untuk ketersediaan nutrisi. Peningkatan kesuburan tanah dari faktor-faktor ini berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan tanaman.

Kelebihan abu boiler lainnya adalah adanya unsur mikro yang dikandung oleh abu boiler, dimana unsur hara mikro ini ketersediaannya sangat terbatas di dalam tanah terutama tanah-tanah marginal seperti Ultisol yang banyak ditemukan di Jambi. Peran kolektif unsur hara mikro seperti Cu, Mn, dan Zn sangat penting untuk kemampuan fiksasi nitrogen oleh Rhizobium pada tanaman kacang-kacang seperti edamame, karena mikronutrien ini berfungsi sebagai kofaktor penting dalam berbagai proses enzimatik. Ketersediaannya secara langsung mempengaruhi efisiensi fiksasi nitrogen, yang sangat penting untuk pertanian berkelanjutan dan kesehatan ekosistem. Menurut González-Guerrero *et*

al., (2023) Cu merupakan bagian integral untuk aktivitas enzim seperti sitokrom c oksidase dan superoksida dismutase, yang terlibat dalam transpor elektron dan manajemen stres oksidatif selama fiksasi nitrogen. Selanjutnya menurut Li *et al.*, (2024) Cu, Mn, dan Zn adalah ion logam esensial yang memfasilitasi berbagai tahap fiksasi nitrogen simbiosis dengan mempengaruhi pembentukan nodul dan proses fiksasi nitrogen oleh Rhizobium, dan meningkatkan efisiensi keseluruhan fiksasi nitrogen dalam kacang-kacangan. Oleh sebab itu, peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman edamame seperti tinggi tanaman, jumlah polong, dan bobot polong per tanaman diduga disebabkan oleh adanya unsur hara mikro ini dalam abu boiler limbah pabrik kelapa sawit.

Abu boiler juga berfungsi sebagai amelioran tanah, pemberiannya ke tanah juga ditujukan untuk meningkatkan kesuburan fisik tanah. Menurut Asquer *et al.* (2022) dan Purwati *et al.* (2017) abu boiler dapat meningkatkan kesehatan tanah dengan meningkatkan sifat fisik seperti porositas dan kapasitas menahan air, memfasilitasi difusi udara yang lebih baik, dan berpotensi meningkatkan aktivitas mikroba karena kapasitas penyangga yang tinggi, yang secara positif dapat mempengaruhi proses pengomposan dan kualitas produk akhir. Selain itu, menurut Skousen *et al.* (2013) abu boiler mampu memperbaiki sifat fisik tanah dengan meningkatkan fraksi ukuran lumpur dan pasir yang membantu dalam agregasi, infiltrasi, dan kapasitas menahan air tanah. Perbaikan sifat fisik, kimia tanah yang diikuti dengan sifat biologi tanah dengan pemberian abu boiler mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil edamame.

Peran abu boiler dalam memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman edamame pada penelitian ini baru terlihat pada dosis 15 tonha⁻¹. Peningkatan dosis selanjutnya sebesar 20 tonha⁻¹ memberikan hasil yang sama dengan dosis 15 tonha⁻¹, kecuali bobot polong muda per hektar (produksi). Perbedaan ini diduga disebabkan perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan produksi per hektar didasarkan pada ukuran petak ubinan, dimana tanaman yang diamati bobot polong mudanya tidak hanya tanaman sampel, sehingga didapat hasil yang berbeda.

Selanjutnya bila dilihat pertumbuhan tanaman dalam bentuk tinggi tanaman dan diameter batang yang berbeda pada berbagai dosis abu boiler yang diberikan pada umur 5 MST, mengindikasikan bahwa abu boiler yang diberikan membutuhkan waktu yang singkat untuk bekerja sebagai amelioran tanah dan sumber unsur hara tanaman. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Albuquerque *et al.* (2022) yang menggunakan abu dari biomassa Amazon yang secara signifikan meningkatkan kesuburan tanah, dengan melepaskan berbagai unsur hara antara 20 dan 40 hari inkubasi.

Pemberian abu boiler tidak berpengaruh terhadap jumlah cabang dan umur berbunga edamame. Jumlah cabang dan umur berbunga edamame cenderung lebih dipengaruhi oleh genetik tanaman dibandingkan dengan faktor lingkungan seperti perbaikan kesuburan tanah dengan pemberian abu boiler.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis abu boiler sebanyak 15 tonha⁻¹ memberikan pertumbuhan dan hasil edamame yang tidak berbeda nyata dengan dosis 20tonha⁻¹, diduga hal ini disebabkan karena kandungan hara yang terdapat pada abu boiler 15 tonha⁻¹ telah memenuhi kebutuhan hara untuk pertumbuhan dan hasil edamame. Selain itu diduga terjadi efek antagonisme ion, dimana pada dosis abu boiler yang lebih tinggi (20 tonha⁻¹), beberapa unsur seperti Ca atau K pada abu boiler dapat mendominasi kompleks jerapan tanah, sehingga menghambat penyerapan unsur mikro seperti Fe, Zn, atau Mn (Palani dan Indirani, 2019). Hal ini dapat menyebabkan efisiensi pemupukan menurun atau bahkan sedikit menekan pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

Pemberian abu boiler dengan berbagai dosis mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil edamame dalam bentuk tinggi tanaman, jumlah polong muda per tanaman, bobot polong muda per tanaman, bobot 100 polong muda per tanaman, dan produksi per hektar. Dosis abu boiler 20 tonha⁻¹ memberikan pertumbuhan dan hasil edamame tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Albuquerque, A. R. L, A , M. A. P. Gama, V. M. N. Lima , A. O. Rodrigues, R.S. Angélica, and S. P. A. Paz. 2022. Recycling Nutrients Contained in Biomass Bottom Ash from Industrial Waste to Enhance the Fertility of an Amazonian Acidic Soil. *Agriculture*, 12, 2093. doi.org/10.3390/agriculture12122093
- Asquer, C., G. Cappai, A. Carucci, G. De Gioannis, A. Muntoni, M. Piredda, D. Spiga. 2019. Biomass ash characterisation for reuse as additive in composting process. *Biomass and Bioenergy* 123: 186-194. doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.03.001
- Chirenje, T., and L. Q. Ma. 2002. Impact of high-volume wood-firred boiler ash amendment on soil properties and nutrients. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 33(1&2): 1–17
- Elia, Mukhlis, dan Razali. 2015. Kajian Pemanfaatan Konsentrasi Limbah Cair dan Abu Boiler Kelapa Sawit sebagai Sumber Unsur Hara Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi* Vol 3 (4): 1525-1530
- Ezema, R. A., Asadu C.L.A., Onunwa, A.O., and Ifejimalu, A.T.C. 2021. Agronomic potentials of boiler ash derived from oil palm wastes as fertilizer, soil amendment, and liming materials. *NJSS* 30 (1): 118-123.

- Gonzalez-Guerrero, M., Navarro-Gomez, C., Rosa-Nunez, E., Eccavarri-Erasun, C., Imperial, J., and Escudero, V. 2023. Forging a symbiosis: transition metal delivery in symbiotic nitrogen fixation. *New Phytologist* 239: 2113–2125. Doi:10.1111/nph.19098.
- Khan, M. J., and M. Qasim. 2008. Integrated use of boiler ash as organic fertilizer and soil conditioner with NPK in calcareous soil. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 30 (3): 281-289
- Li, Y., Q. Liu, Dan-Xun Zhang, Zhuo-Yan Zhang, A. Xu, Yuan-Long Jiang, and Zhi-Chang Chen. 2024 Metal nutrition and transport in the process of symbiotic nitrogen fixation. *Plant Communications* 5, 100829. doi.org/10.1016/j.xplc.2024.100829
- Palani, Va., and R. Indirani. 2019. Synergistic and Antagonistic Interactions of Calcium with Other Nutrients in Soil and Plants. SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3503225>
- Purwati, S., Rina, Soetopo, dan Y. Setiawan. 2017. Potensi Penggunaan Abu Boiler Industri Pulp dan Kertas sebagai Bahan Pengkondisi Tanah Gambut pada Areal Hutan Tanaman Industri. *BS vol 42(1):8-17.*
- Rumahorbo, E., L. Lusmaniar., dan S. Jali. 2023. Pengaruh pemberian pupuk abu boiler tandan kelapa sawit terhadap komponen hasil dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Agronitas*, 5(2): 383-389.
- Simanjuntak, P., L. R. Panataria., A. Hutagaol., M. K. Saragih., dan E. Sitorus. 2024. Pengaruh pemberian abu boiler dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Methodagro*, 10(1): 28-42.
- Skousen, J., J.E Yang, Jin-Soo Lee, and P. Ziemkiewicz. Review of fly ash as a soil amendement. 2013. *Geosystem Engineering*, Vol. 16 (3): 249-256. Doi.org/10.1080/12269328.2013.832403
- Solichah, Z. 2024. Ekspor edamame Jember meluas hingga ke India dan Timur Tengah. *Antara*. Kantor Berita Indonesia. <https://www.antaraneews.com/berita/3921369>
- Sudiarti, D. 2017. The effectiveness of biofertilizer on plant growth soybean “edamame” (*Glycine max*). *Jurnal SainHealth* Vol 1 (2): 46-55