Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Effect of Bioameliorant Formulations on Growth and Yield of Corn–Soybean Intercropping on Suboptimal Land

Thariq Raihan Maulana*, Wahyu Astiko, Jayaputra
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

Article History
Received : October 13th, 2026
Revised : October 22h, 2026
Accepted : October 27th, 2026

*Corresponding Author: **Thariq Raihan Maulana**, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;
Email: thariqraihanraihan75123@gmail.com

Abstract: Suboptimal land in West Nusa Tenggara (NTB), Indonesia, has considerable potential for agricultural development, but its productivity is constrained by low organic matter content, limited nutrient availability, and poor soil water retention. This study aimed to evaluate the effects of different bioameliorant formulations on the growth and yield of corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) grown under an intercropping system on suboptimal land in North Lombok. The study employed a randomized block design with five treatments: F0 (control), F1, F2, F3, and F4, with three replications per treatment. Plant height, leaf count, stover dry weight, soil total nitrogen (N), accessible phosphorus (P), soil organic carbon (C), plant uptake of N and P, mycorrhizal population and colonization, and yield components were all observed. Analysis of variance (ANOVA) and the least significant difference (LSD) test at the 5% significance level were used to evaluate the data. The greatest reported grain yields, 21.20 kg/plot for maize and 0.73 kg/plot for soybeans, were obtained by F4, which was composed of 25% compost, 25% manure, 25% rice husk charcoal, and 25% mycorrhizal biofertilizer. These results imply that when corn and soybeans are interplanted on less-than-ideal ground, the F4 formulation may increase crop productivity. However, the statistical significance of differences between treatments should be reported to establish whether the observed yield improvements were statistically significant.

Keywords: Bioameliorant; Corn; Intercropping; Soybean; Suboptimal land.

Pendahuluan

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman serealia utama di dunia setelah padi dan gandum yang berperan strategis dalam mendukung ketahanan pangan dan penyediaan pakan ternak. Karbohidrat, protein, lipid, vitamin, dan mineral merupakan beberapa nutrisi utama yang terkandung dalam jagung (Novianty & Yunita, 2020). Selain jagung, kedelai (*Glycine max* L.) yang kaya akan protein nabati dan digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai produk olahan seperti tempe, tahu, dan susu kedelai juga merupakan komoditas pangan penting lainnya (Septiadi *et al.,* 2020). Oleh karena itu, peningkatan produktivitas kedua komoditas tersebut menjadi salah satu upaya untuk mendukung ketersediaan pangan nasional.

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu sentra produksi jagung nasional dengan luas panen mencapai 173.760 ha dan produksi sebesar 1,21 juta ton, meskipun terjadi penurunan luas panen sebesar 2,95% dan produksi sebesar 5,56% dibandingkan tahun sebelumnya (BPS NTB, 2024). Salah satu kendala peningkatan produksi tanaman pangan di wilayah ini adalah dominasi lahan suboptimal, yang mencakup sekitar 84% wilayah NTB atau ±1,8 juta hektar. Lahan tersebut menghadapi berbagai kendala biofisik, antara lain rendahnya kandungan bahan organik, keterbatasan unsur hara esensial, dan rendahnya kapasitas tanah

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

dalam menahan air, khususnya di wilayah Lombok Utara (Astiko *et al*., 2022). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pengelolaan tanah yang tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi juga meningkatkan ketersediaan hara dan memperbaiki kondisi tanah.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan adalah sistem tumpangsari jagung dan kedelai. Dalam sistem ini, jagung sebagai tanaman C4 memiliki kebutuhan cahaya yang relatif tinggi, sedangkan kedelai sebagai tanaman C3 dapat memanfaatkan kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda serta melakukan fiksasi nitrogen melalui simbiosis dengan bakteri penambat nitrogen. Kombinasi kedua tanaman tersebut berpotensi meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya lahan, meskipun keberhasilannya tetap dipengaruhi oleh kompetisi antartanaman, ketersediaan unsur hara, dan kondisi lingkungan tumbuh (Aminah *et al*., 2017). Dengan demikian, penerapan tumpangsari pada lahan suboptimal perlu didukung oleh pengelolaan kesuburan tanah yang sesuai agar potensi produktivitas kedua tanaman dapat dimanfaatkan secara optimal.

Bioamelioran merupakan salah satu alternatif pengelolaan tanah melalui kombinasi bahan organik dan bahan pembenah tanah dengan agen hayati, seperti pupuk hayati mikoriza. Kombinasi tersebut berpotensi memperbaiki kondisi tanah dan mendukung penyerapan unsur hara oleh tanaman. Penelitian terdahulu pada lahan berpasir di Lombok Utara telah mengkaji pemanfaatan bioamelioran dalam sistem tumpangsari jagung–kedelai serta perannya dalam perbaikan kesuburan tanah dan efisiensi penyerapan hara (Astiko *et al*., 2022, 2025a, 2026a). Kajian lainnya juga melaporkan bahwa kombinasi pupuk kandang, bahan pembenah tanah, dan mikoriza berkaitan dengan peningkatan pertumbuhan, bobot tongkol, dan kolonisasi mikoriza pada jagung manis maupun jagung pulut (Astiko *et al*., 2025b, 2025c, 2026c). Temuan-temuan tersebut memberikan dasar bagi pengembangan formulasi bioamelioran, tetapi efektivitas setiap formulasi perlu dievaluasi berdasarkan komposisi bahan dan respons tanaman pada kondisi lahan yang diteliti.

Meskipun penelitian mengenai bioamelioran pada lahan berpasir dan sistem tumpangsari telah dilakukan, informasi mengenai perbandingan beberapa formulasi bioamelioran dengan proporsi kompos, pupuk kandang, arang sekam, dan pupuk hayati mikoriza yang berbeda masih perlu diperkuat. Secara khusus, evaluasi terpadu terhadap pertumbuhan dan hasil jagung–kedelai, sifat kimia tanah, serapan hara, serta populasi dan kolonisasi mikoriza diperlukan untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai respons sistem tumpangsari terhadap formulasi bioamelioran.

Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi komparatif lima perlakuan formulasi bioamelioran, termasuk kontrol, dengan mengintegrasikan parameter pertumbuhan dan hasil kedua tanaman serta indikator kesuburan tanah dan aktivitas mikoriza pada lahan suboptimal di Lombok Utara. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh berbagai formulasi bioamelioran terhadap pertumbuhan dan hasil tumpangsari jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* L.) pada lahan suboptimal serta mengidentifikasi formulasi yang memberikan respons terbaik berdasarkan parameter yang diamati.

Bahan dan Metode

Rancangan, Waktu, dan Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang dilaksanakan di Dusun Telaga Wareng, Desa Pemenang Barat, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara, serta Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram, pada bulan Mei sampai Oktober 2025 (Hanafiah, 2023).

Bahan dan Perlakuan

Bahan tanam terdiri dari benih jagung varietas Bisi 18 dan benih kedelai varietas Dering 2. Bahan bioamelioran terdiri atas kompos, pupuk kandang sapi, arang sekam padi, dan pupuk hayati mikoriza yang mengandung isolat mikoriza indigenous Lombok Utara (MAA01) dengan kerapatan spora sekitar 2.500 spora per 20 g bahan. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima

perlakuan formulasi bioamelioran dan tiga ulangan, sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Setiap unit percobaan berupa petak berukuran 5 m × 5 m atau 25 m².

Perlakuan yang diuji terdiri atas F0 sebagai kontrol tanpa bioamelioran, F1 dengan kompos 20%, pupuk kandang sapi 20%, arang sekam padi 40%, dan pupuk hayati mikoriza 20%; F2 dengan kompos 30%, pupuk kandang sapi 30%, arang sekam padi 20%, dan pupuk hayati mikoriza 20%; F3 dengan kompos 20%, pupuk kandang sapi 20%, arang sekam padi 20%, dan pupuk hayati mikoriza 40%; serta F4 dengan kompos 25%, pupuk kandang sapi 25%, arang sekam padi 25%, dan pupuk hayati mikoriza 25%. Persentase tersebut merupakan proporsi relatif setiap bahan dalam formulasi bioamelioran. Dasar perhitungan persentase, yaitu berdasarkan bobot atau volume, serta dosis total campuran yang diaplikasikan per petak atau per hektare, perlu dicantumkan sesuai prosedur penelitian.

Bioamelioran diaplikasikan dengan dosis 1,25 kg per petak atau setara dengan 5 ton per hektare. Aplikasi dilakukan pada saat tanaman (0 MST) dengan cara di campurkan ke tanah di lubang tanam sebelum benih di tanam. Frekuensi aplikasi adalah satu kali aplikasi pada awal tanam. Untuk perlakuan F0, bioamelioran tidak diberikan. Informasi mengenai pengolahan tanah, kondisi awal lahan, serta pemupukan dasar atau input lain yang diberikan pada seluruh perlakuan juga perlu dijelaskan untuk memastikan keseragaman kondisi percobaan.

Jagung ditanam dengan jarak 60 cm × 20 cm, sedangkan kedelai ditanam di antara barisan jagung dengan jarak tanam 30 cm mengikuti pola tumpangsari tiga baris jagung dan tiga baris kedelai. Jumlah baris efektif, jumlah tanaman per baris, serta jarak antarkelompok barisan perlu dijelaskan sesuai tata letak aktual di lapangan.

Unit percobaan dalam penelitian ini adalah satu petak berukuran 25 m² yang menerima satu perlakuan bioamelioran. Dengan demikian, jumlah ulangan percobaan tetap tiga untuk setiap perlakuan, sehingga total unit percobaan adalah 15 petak. Tanaman sampel dipilih dari setiap petak menggunakan metode sampling acak sistematis sebanyak 10 tanaman per petak, dengan menghindari tanaman tepi apabila tanaman tersebut tidak termasuk area pengamatan. Pengamatan pada beberapa umur tanaman merupakan pengukuran berulang pada unit percobaan yang sama dan bukan ulangan percobaan tambahan. Oleh karena itu, nilai tanaman sampel dalam satu petak perlu diringkas sesuai prosedur analisis yang digunakan agar petak tetap menjadi unit eksperimental.

Pengukuran pertumbuhan dan komponen hasil dilakukan berdasarkan parameter dan waktu pengamatan yang telah ditetapkan. Analisis tanah meliputi N total, P tersedia, dan karbon organik tanah, sedangkan analisis tanaman meliputi serapan N dan P. Metode analisis laboratorium untuk setiap parameter harus dicantumkan berdasarkan prosedur yang benar-benar digunakan. Serapan N dan P perlu dijelaskan berdasarkan konsentrasi unsur dalam jaringan tanaman dan biomassa kering yang relevan, disertai satuan hasil perhitungan. Populasi mikoriza dianalisis menggunakan metode penyaringan basah dan dekantasi sedangkan kolonisasi akar ditentukan dengan metode pewarnaan akar dengan *Trypan Blue* dan dinyatakan sebagai persentase akar yang terkolonisasi berdasarkan kriteria pengamatan yang digunakan.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun pada umur 14, 28, 42, 56, dan 70 hari setelah tanam (HST); bobot brangkasan kering per petak; konsentrasi hara N total, P tersedia, dan C-organik tanah pada umur 45 dan 95 HST; serapan hara N dan P tanaman; jumlah spora dan persentase kolonisasi mikoriza pada umur 42 dan 92 HST menggunakan teknik pengayakan basah dan metode *clearing and staining*; serta komponen hasil panen berupa bobot kering tongkol jagung, bobot kering polong kedelai, bobot pipilan jagung, dan bobot biji kedelai per petak.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) pada taraf 5% dengan program Minitab, dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% apabila terdapat pengaruh nyata antarperlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Tahap pertumbuhan yang sangat awal (14 hari setelah tanam) saat tidak ditemukan

perbedaan yang signifikan di antara berbagai perlakuan analisis varians pada taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa pemberian bioamelioran dengan berbagai formulasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap sebagian besar parameter yang diamati. Hampir semua parameter, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, biomassa kering, konsentrasi dan serapan hara, perkembangan mikoriza, serta komponen hasil untuk kedua jenis tanaman, menunjukkan pengaruh yang nyata sejak 28 hari setelah tanam hingga akhir periode pertumbuhan.

Tinggi Tanaman Jagung dan Kedelai

Salah satu tolok ukur pertumbuhan vegetatif yang dapat digunakan untuk mencirikan respons tanaman terhadap perlakuan dan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya adalah tinggi tanaman. Tabel 1 menyajikan pengukuran tinggi tanaman jagung dan kedelai pada 14, 28, 42, 56, dan 70 hari setelah tanam (HST).

Tabel 1. Tinggi tanaman jagung dan kedelai (cm) pada berbagai formulasi bioamelioran

Perlakuan	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
Jagung					
F0	27,33 a	50,33 d	115,00 c	139,66 b	143,00 b
F1	30,33 a	63,33 bc	143,66 ab	158,33 a	162,00 a
F2	30,66 a	64,33 bc	144,00 ab	164,33 a	168,00 a
F3	32,33 a	69,66 ab	145,66 ab	166,33 a	169,66 a
F4	35,33 a	75,66 a	158,00 a	178,66 a	182,00 a
BNT 5%	10,28	6,01	16,26	15,30	14,58
Kedelai					
F0	13,33 b	20,66 b	51,00 d	61,00 c	63,00 c
F1	14,00 ab	27,00 a	52,00 c	65,33 b	68,00 b
F2	14,33 ab	29,33 a	59,66 b	67,00 b	68,66 b
F3	15,00 ab	29,66 a	60,00 b	68,33 b	71,66 a
F4	15,33 a	31,66 a	63,33 a	71,33 a	73,33 a
BNT 5%	1,65	5,13	0,58	2,75	1,99

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%. F0: tanpa bioamelioran; F1: 20% kompos + 20% pupuk kandang + 40% arang sekam + 20% pupuk hayati mikoriza; F2: 30% kompos + 30% pupuk kandang + 20% arang sekam + 20% pupuk hayati mikoriza; F3: 20% kompos + 20% pupuk kandang + 20% arang sekam + 40% pupuk hayati mikoriza; F4: 25% kompos + 25% pupuk kandang + 25% arang sekam + 25% pupuk hayati mikoriza.

Berdasarkan Tabel 1, tinggi tanaman jagung dan kedelai menunjukkan perbedaan antartaraf formulasi bioamelioran pada beberapa umur pengamatan. Pada jagung, perlakuan F4 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi secara numerik pada seluruh umur pengamatan, yaitu 35,33 cm pada 14 HST dan meningkat menjadi 182,00 cm pada 70 HST. Sebaliknya, F0 menghasilkan tinggi tanaman terendah pada umur 28–70 HST, dengan tinggi 50,33 cm pada 28 HST dan 143,00 cm pada 70 HST. Pada umur 70 HST, tinggi jagung pada F4 lebih tinggi 39,00 cm dibandingkan F0. Namun, berdasarkan pengelompokan huruf pada uji BNT 5%, F4 tidak berbeda nyata dengan F1, F2, dan F3 pada umur tersebut, tetapi berbeda nyata dengan F0.

Pada kedelai, F4 juga menghasilkan tinggi tanaman tertinggi secara numerik pada umur 14, 28, dan 42 HST, masing-masing sebesar 15,33; 31,66; dan 63,33 cm. Pada umur 56 dan 70 HST, tinggi tanaman tertinggi secara numerik terdapat pada F4 dan F3, dengan nilai masing-masing 71,33 dan 73,33 cm pada F4 serta 68,33 dan 71,66 cm pada F3. Pada umur 70 HST, F4 berbeda nyata dengan F0, F1, dan F2, tetapi tidak berbeda nyata dengan F3 berdasarkan pengelompokan huruf pada Tabel 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa respons tinggi tanaman terhadap formulasi bioamelioran bergantung pada jenis tanaman dan umur pengamatan.

Secara umum, hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan bioamelioran, terutama F4, cenderung menghasilkan tinggi tanaman yang lebih besar dibandingkan kontrol. Perbedaan ini dapat berkaitan dengan perbaikan kondisi tanah melalui penambahan bahan organik, arang sekam, dan pupuk hayati mikoriza. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa penggunaan bahan pembenah tanah dan

mikoriza berpotensi mendukung perbaikan kondisi tanah serta pertumbuhan tanaman (Astiko *et al*., 2019, 2025a; Havlin *et al*., 2020). Selain itu, hifa eksternal mikoriza dapat memperluas daerah eksplorasi tanah oleh sistem simbiosis akar–mikoriza dan berpotensi membantu penyerapan fosfor yang mobilitasnya rendah di dalam tanah (Astiko *et al*., 2025b, 2026c; Lehmann & Joseph, 2024; Ray & Mohapatra, 2023).

Meskipun demikian, mekanisme tersebut belum dapat dipastikan sebagai penyebab langsung perbedaan tinggi tanaman dalam penelitian ini karena hubungan antara tinggi tanaman, ketersediaan hara, serapan unsur hara, dan kolonisasi mikoriza belum ditunjukkan melalui analisis hubungan statistik pada hasil yang disajikan. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung adanya respons pertumbuhan vegetatif terhadap perbedaan formulasi bioamelioran, tetapi belum cukup untuk menyimpulkan mekanisme fisiologis yang mendasarinya secara langsung.

Jumlah Daun Jagung dan Kedelai

Jumlah daun merupakan parameter pertumbuhan yang berkaitan dengan kemampuan tanaman menghasilkan fotosintat karena berpengaruh langsung terhadap luas bidang fotosintesis. Hasil pengamatan jumlah daun jagung dan kedelai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah daun (helai) jagung dan kedelai pada berbagai formulasi bioamelioran

Perlakuan	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
Jagung					
F0	5,40 b	8,00 d	10,00 b	12,33 b	13,66 b
F1	6,46 ab	10,33 c	13,33 a	15,33 a	17,33 a
F2	6,52 ab	11,00 bc	13,66 a	16,33 a	17,66 a
F3	6,60 ab	11,33 b	14,00 a	16,66 a	18,33 a
F4	7,36 a	12,54 a	15,21 a	17,66 a	19,66 a
BNT 5%	1,55	1,19	1,85	2,22	3,24
Kedelai					
F0	4,00 b	6,12 b	10,00 b	12,33 b	14,00 b
F1	4,16 b	8,23 a	15,00 a	17,00 a	19,00 a
F2	4,30 ab	8,30 a	15,33 a	17,00 a	20,33 a
F3	4,66 ab	8,33 a	15,33 a	17,33 a	21,00 a
F4	5,66 a	9,33 a	16,33 a	19,33 a	23,33 a
BNT 5%	1,41	1,75	4,56	3,92	4,08

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%. Keterangan perlakuan sama dengan Tabel 1.

Untuk kedua jenis tanaman tersebut, semua perlakuan bioamelioran menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan kontrol (F0), dengan perlakuan F4 secara konsisten menghasilkan jumlah daun terbanyak. Pada tanaman jagung, perlakuan F4 menghasilkan 19,66 helai daun pada 70 hari setelah tanam (HST), dibandingkan dengan 13,66 helai daun pada kontrol (F0); sementara pada tanaman kedelai, perlakuan F4 menghasilkan 23,33 helai daun, dibandingkan dengan 14,00 helai daun pada kontrol (F0). Peningkatan jumlah daun ini diduga berkaitan dengan ketersediaan nitrogen yang lebih optimal dari hasil dekomposisi bahan organik penyusun bioamelioran, mengingat nitrogen berperan penting dalam pembentukan sel baru dan perkembangan organ vegetatif tanaman (Astiko et al., 2025a; Brady & Weil, 2016). Komponen pupuk hayati mikoriza dan arang sekam dalam formulasi F4 turut mendukung perbaikan aktivitas biologis dan struktur fisik tanah sehingga penyerapan air dan hara oleh akar menjadi lebih optimal.

Bobot Brangkasan Kering Tanaman

Jumlah total biomassa tanaman yang terakumulasi selama periode pertumbuhan melalui aktivitas fotosintesis ditunjukkan oleh berat biomassa kering. Tabel 3 menyajikan berat biomassa kering yang teramati untuk tanaman kedelai dan jagung per petak. Dibandingkan dengan semua perlakuan lainnya, perlakuan F4 menghasilkan berat biomassa kering tertinggi,

baik untuk tanaman jagung (5,33 kg/petak) maupun kedelai (0,72 kg/petak), sedangkan perlakuan F0 menghasilkan nilai terendah untuk kedua tanaman tersebut (3,32 kg/petak untuk jagung dan 0,35 kg/petak untuk kedelai).

Tabel 3. Bobot brangkasan kering tanaman jagung dan kedelai per petak pada berbagai formulasi bioamelioran

Perlakuan	Jagung (kg/petak)	Kedelai (kg/petak)
F0	3,32 c	0,35 d
F1	4,00 b	0,49 c
F2	4,16 b	0,51 c
F3	4,26 b	0,66 b
F4	5,33 a	0,72 a
BNT 5%	0,33	0,04

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%. Keterangan perlakuan sama dengan Tabel 1.

Peningkatan bobot brangkasan kering pada F4 menunjukkan bahwa keseimbangan komposisi bahan organik, bahan pembenah tanah, dan mikroorganisme dalam bioamelioran mampu meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara serta aktivitas metabolisme tanaman, sehingga akumulasi biomassa menjadi lebih tinggi (Astiko et al., 2026a; Havlin et al., 2020). Hifa mikoriza yang memperluas daerah jelajah akar turut mendukung peningkatan serapan hara yang berkontribusi terhadap pembentukan biomassa tersebut (Astiko et al., 2025c; Ray & Mohapatra, 2023).

Konsentrasi Hara N, P, dan C-organik Tanah

Pemberian bioamelioran berpengaruh nyata terhadap konsentrasi N total, P tersedia, dan C-organik tanah pada pertanaman jagung dan kedelai, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi hara N total, P tersedia, dan C-organik tanah pada berbagai formulasi bioamelioran

Perlakuan	N (g/kg)		P (mg/kg)		C-organik (g/kg)	
	45 HST	95 HST	45 HST	95 HST	45 HST	95 HST
Jagung						
F0	1,06 d	1,26 d	9,15 e	12,07 e	4,05 d	5,25 e
F1	1,28 c	1,66 c	15,22 d	15,40 d	6,61 bc	9,43 d
F2	1,36 c	1,72 c	19,59 c	20,35 c	7,63 ab	10,63 c
F3	1,57 b	1,83 b	22,75 b	23,20 b	8,76 ab	12,57 b
F4	1,92 a	2,28 a	31,45 a	25,10 a	10,55 a	13,67 a
BNT 5%	0,11	0,10	2,07	1,19	1,41	1,15
Kedelai						
F0	1,03 e	1,28 d	9,12 e	11,23 e	4,13 d	7,18 e
F1	1,23 d	1,66 c	14,36 d	14,35 d	6,10 c	10,30 d
F2	1,28 c	1,73 c	16,45 c	19,23 c	6,67 bc	10,83 c
F3	1,38 b	1,86 b	19,20 b	22,12 b	7,43 ab	11,54 b
F4	1,44 a	1,99 a	23,65 a	25,14 a	8,49 a	12,97 a
BNT 5%	0,04	0,09	2,07	2,01	1,05	0,42

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%. Keterangan perlakuan sama dengan Tabel 1.

Nilai ketiga parameter kesuburan tanah tersebut meningkat secara konsisten dari perlakuan F0 hingga F4 pada kedua waktu pengamatan (45 dan 95 HST). Pada tanaman jagung, F4 menghasilkan nilai tertinggi untuk N total (1,92-2,28 g/kg), P tersedia (31,45-25,10 mg/kg), dan C-organik (10,55-13,67 g/kg), dengan pola serupa juga terlihat pada kedelai.

Penambahan bahan berbasis karbon, seperti kompos, pupuk kandang, dan arang sekam padi, ditandai dengan peningkatan karbon (C) organik. Bahan-bahan ini sangat penting untuk menjaga ketersediaan unsur hara, memperbaiki sifat kimia tanah, serta meningkatkan kapasitas tukar kation (Astiko *et al*., 2026b; Havlin *et al*., 2020; Liu *et al*., 2020). Peningkatan fosfor (P) tersedia diyakini berkaitan dengan kontribusi hifa mikoriza yang memperluas jangkauan akar dalam menyerap fosfor serta peran asam organik yang dihasilkan selama proses penguraian bahan organik dalam melarutkan fosfor yang terikat di dalam tanah (Astiko *et al*., 2019, 2026b, 2026c; Syamsiyah *et al*., 2021).

Komponen Hasil Panen Jagung dan Kedelai

Komponen hasil panen berupa bobot kering tongkol jagung (BKT), bobot kering polong kedelai (BKP), bobot pipilan jagung (BPJ), dan bobot biji kedelai (BBK) per petak disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot kering tongkol, polong, pipilan jagung, dan biji kedelai per petak pada berbagai formulasi bioamelioran

Perlakuan	BKT (kg)	BKP (kg)	BPJ (kg)	BBK (kg)
F0	19,96 c	1,16 d	11,56 c	0,13 c
F1	23,23 ab	1,46 c	15,30 b	0,40 b
F2	28,06 ab	1,76 b	16,26 b	0,50 ab
F3	29,36 ab	1,96 a	18,56 ab	0,63 ab
F4	31,83 a	2,01 a	21,20 a	0,73 a
BNT 5%	10,59	0,19	2,34	0,24

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%. BKT = Bobot Kering Tongkol; BKP = Bobot Kering Polong; BPJ = Bobot Pipilan Jagung; BBK = Bobot Biji Kedelai. Keterangan perlakuan sama dengan Tabel 1.

Seluruh perlakuan bioamelioran menghasilkan komponen hasil yang lebih tinggi dibandingkan kontrol (F0). Perlakuan F4 memberikan nilai tertinggi pada seluruh komponen hasil, yaitu bobot kering tongkol 31,83 kg/petak, bobot kering polong 2,01 kg/petak, bobot pipilan jagung 21,20 kg/petak, dan bobot biji kedelai 0,73 kg/petak, dan berbeda nyata dibandingkan F0 yang hanya menghasilkan 19,96 kg; 1,16 kg; 11,56 kg; dan 0,13 kg secara berturut-turut. Peningkatan hasil ini merupakan akumulasi dari perbaikan pertumbuhan vegetatif, peningkatan serapan hara N dan P, serta perkembangan mikoriza yang lebih baik pada perlakuan F4, sehingga proses pengisian tongkol, polong, dan biji berlangsung lebih optimal (Astiko et al., 2021b, 2025a, 2026a; Taiz et al., 2015). Nitrogen mendukung pembentukan klorofil dan aktivitas fotosintesis, sedangkan fosfor berperan penting dalam transfer energi selama proses pembentukan dan pengisian biji (Nurmasasinta *et al*., 2022).

Berdasarkan temuan penelitian, formulasi bio-amelioran F4—yang terdiri dari campuran seimbang antara 25% kompos, 25% pupuk kandang, 25% arang sekam padi, dan 25% pupuk hayati mikoriza—merupakan formulasi paling efektif untuk meningkatkan pertumbuhan, penyerapan hara, perkembangan mikoriza, serta hasil panen tanaman jagung dan kedelai yang ditanam secara tumpang sari di lahan suboptimal. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya pada lahan berpasir Lombok Utara yang menunjukkan bahwa aplikasi bioamelioran mampu meningkatkan konsentrasi hara serta pertumbuhan tumpangsari jagung-kedelai (Astiko et al., 2023, 2025a, 2026b; Fabila et al., 2025).

Kesimpulan

Pemberian bioamelioran menunjukkan respons pertumbuhan dan hasil tumpangsari jagung dan kedelai yang lebih baik secara numerik dibandingkan perlakuan tanpa bioamelioran pada lahan suboptimal. Respons tersebut diamati melalui parameter pertumbuhan, bobot brangkasan kering, kondisi hara tanah, serapan hara, serta populasi dan kolonisasi mikoriza. Formulasi F4, yang terdiri atas 25% kompos, 25% pupuk kandang sapi, 25% arang sekam padi, dan 25% pupuk hayati mikoriza, menghasilkan nilai tertinggi pada beberapa parameter yang diamati, termasuk bobot pipilan jagung sebesar 21,20 kg/petak dan bobot biji kedelai sebesar 0,73 kg/petak. Namun, penetapan F4 sebagai formulasi terbaik perlu mempertimbangkan hasil uji statistik pada setiap parameter, karena nilai tertinggi secara numerik tidak selalu menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Dengan demikian, F4 berpotensi menjadi alternatif formulasi bioamelioran untuk mendukung budidaya tumpangsari jagung dan kedelai pada lahan suboptimal. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi dosis total, waktu dan frekuensi aplikasi, serta konsistensi respons formulasi F4 pada berbagai karakteristik lahan suboptimal.

Referensi

Astiko, W., Ernawati, N. M. L., & Silawibawa, I. P. (2021a). Pengaruh proporsi baris tumpang sari jagung dan kedelai terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman komponen pada tanah berpasir Lombok Utara, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 637*(1), Article 012005. https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012005

Astiko, W., Ernawati, N. M. L., & Silawibawa, I. P. (2021b). Pengaruh tumpang sari terhadap populasi mikoriza, pertumbuhan, dan hasil panen pada beberapa varietas jagung (*Zea mays* L.) dan kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) di lahan kering Lombok Utara, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 913*(1), Article 012008. https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012008

Astiko, W., Ernawati, N. M. L., & Silawibawa, I. P. (2023). Aplikasi beberapa formulasi bioamelioran terhadap konsentrasi hara N, P dan pertumbuhan tumpangsari jagung-kedelai di tanah berpasir Lombok Utara. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal, 10*(1), 67–77.

Astiko, W., Fauzi, M. T., Susilowati, L. E., & Zulkifli, L. (2026a). Role of bioameliorant composition in enhancing nutrient uptake and yield of maize–soybean intercropping systems on suboptimal land. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research, 13*(2), 154–164. https://doi.org/10.9734/ajahr/2026/v13i2464

Astiko, W., Fauzi, M. T., Susilowati, L. E., Zulkifli, L., & Fahrurozi. (2025a). Improving nitrogen availability and crop productivity using bioameliorants in maize–soybean intercropping on suboptimal land. *Nitrogen, 6*(4), Article 89. https://doi.org/10.3390/nitrogen6040089

Astiko, W., Fauzi, M. T., Susilowati, L. E., Zulkifli, L., & Fahrurozi. (2026b). Bioameliorant mixtures enhance soil nitrogen status, nutrient uptake, and crop productivity in maize–soybean intercropping on suboptimal land. *Nitrogen, 7*(4), Article 118. https://doi.org/10.3390/nitrogen7040118

Astiko, W., Sudirman, Fauzi, M. T., Ernawati, N. M. L., & Muthahanas, I. (2025b). Effects of cattle manure and indigenous mycorrhizal inoculation on mycorrhizal colonization, growth, and yield of sweet corn in sandy soil. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research, 12*(3), 137–148. https://doi.org/10.9734/ajahr/2025/v12i3399

Astiko, W., Sudirman, Fauzi, M. T., Ernawati, N. M. L., & Muthahanas, I. (2026c). Synergistic effects of cattle manure and mycorrhizal inoculation on growth, yield, and soil biological activity of sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) grown in sandy soils. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research, 13*(1), 213–224. https://doi.org/10.9734/ajahr/2026/v13i1447

Astiko, W., Sudirman, Fauzi, M. T., & Muthahanas, I. (2025c). Application of ameliorants and mycorrhiza on sandy soil for the cultivation of glutinous corn (*Zea mays ceratina*). *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research, 12*(2), 163–176. https://doi.org/10.9734/ajahr/2025/v12i2377

Fabila, N., Astiko, W., & Fauzi, M. T. (2025). Pengaruh berbagai teknik pengolahan tanah yang ditambahkan bioamelioran terhadap pertumbuhan dan hasil tumpangsari jagung dan kedelai di lahan kering. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, 4*(1), 71–81.

Fadzila, H. A. (2026). *Analisis risiko produksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi usahatani jagung di Desa Kedungsari Kecamatan Klirong Kabupaten Kebumen* [Disertasi doktoral, Universitas Putra Bangsa].

Gadana, D. B. (2021). Pengaruh penggunaan lahan berbasis enset (*Ensete ventricosum*) terhadap sifat-sifat tanah di Ethiopia Selatan: Sebuah tinjauan. *International Journal of Scientific Research in Civil Engineering, 5*(1), 98–113.

Hanafiah, K. A. (2023). *Rancangan percobaan: Teori dan aplikasi*.

Hidayat, N. R., & Syafei, A. D. (2025). Kajian strategi dan analisis potensi net zero emissions sektor energi di Pulau Lombok dengan pemodelan neraca energi dan emisi menggunakan LEAP. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan, 13*(1).

Islam, S., & Mohammad, F. (2022). Regulator pertumbuhan tanaman memodulasi efisiensi fotosintesis, sistem antioksidan, viabilitas sel akar dan perolehan nutrisi untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kualitas sawi India. *Acta Physiologiae Plantarum, 44*(12), Article 132.

Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds.). (2024). *Biochar for environmental management: Science, technology and implementation* (3rd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003297673

Liu, S., Wang, J., Pu, S., Blagodatskaya, E., Kuzyakov, Y., & Razavi, B. S. (2020). Impact of manure on soil biochemical properties: A global synthesis. *Science of the Total Environment, 745*, Article 141003. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141003

Nurmasasinta, U., Astiko, W., & Listiana, B. E. (2022). Konsentrasi hara N, P dan hasil panen pada tumpangsari jagung-kedelai yang ditambahkan mikoriza dan sumber nutrisi di lahan kering Lombok Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek, 1*(3), 233–242.

Ray, A., & Mohapatra, S. S. (2023). Jamur mikoriza arbuskular: Untuk pengelolaan nutrisi, stres abiotik dan biotik pada padi.

Romadhon, M. R., Mujiyo, M., Suntoro, S., Dewi, W. S., Syamsiyah, J., Rahayu, R., … Irmawati, V. (2024). Kajian kualitas produk pupuk organik berbahan dasar kotoran sapi di Kabupaten Wonogiri, Indonesia. *Jurnal Agroindustri, 10*(2), 65–74.

Suherman, S., Husen, S., Indratmi, D., Setyobudi, R. H., Dewi, D. S., Nurhapsa, N., & Asysyuura, A. (2026). Recent research trends in dryland management with bioameliorants: A review study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1616*(1), Article 012003. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1616/1/012003

Suryani, R., Masulili, A., & Suci, I. A. (2024). Pemanfaatan biochar dan bokashi limbah hasil panen sebagai pembenah tanah pada Kelompok Tani Tenang Kecamatan Rasau Jaya Kabupaten Kubu Raya [Utilization of biochar and bokashi harvested waste as a soil improver in the Tenang Farmer Group, Rasau Jaya District, Kubu Raya Regency]. *JAMAS: Jurnal Abdi Masyarakat, 2*(3), 695–702.

Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1966). Soil fertility and fertilizers. *Soil Science, 101*(4), 346.

Yeni, Y. (2023). *Potensi peningkatan produksi jagung (Zea mays) dalam mendukung kemandirian pangan di Kecamatan Bangkunat Kabupaten Pesisir Barat Provinsi Lampung* [Disertasi doktoral, UIN Raden Intan Lampung].