

---

## Upaya kombinasi hayati *biochar* dan *eco-enzyme* media tanam untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) pasca cekaman el-nino

### *Efforts of biological combination of biochar and eco-enzyme planting media to improve growth and production of sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) after el-nino stress*

Fahrudin Wakano<sup>1\*</sup>, Ahmad Wadi<sup>1</sup>, Fitrah Ardyaningsih Rajab<sup>2</sup>, Fitriani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan

<sup>2</sup>Program Studi Agribisnis Peternakan, Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan

\*Penulis Korespondensi: [fahrudinwakano@polipangkep.ac.id](mailto:fahrudinwakano@polipangkep.ac.id)

Diterima Tanggal 28 Agustus 2025, Disetujui Tanggal 06 Januari 2026

DOI <https://doi.org/10.51978/japp.v26i1.15>

#### Abstrak

Fenomena El Niño adalah fakta dan kejadian yang menyebabkan peningkatan suhu yang tinggi, penurunan curah hujan sehingga sangat mempengaruhi kelembaban tanah. Dalam jangka panjang, hal tersebut akan berdampak pada penurunan kualitas dan kesehatan tanah yang mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman termasuk hijauan makanan ternak seperti sorgum. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki dan menjaga kesehatan tanah pasca cekaman El Niño adalah dengan memberikan kombinasi biochar dan eco-enzyme pada tanah yang mengalami kerusakan. Study ini bertujuan untuk mengamati pengaruh kombinasi biochar dan eco-enzyme terhadap pertumbuhan dan produksi sorgum pada lahan pastura yang terdampak cekaman El Niño. Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji pada penelitian ini adalah P0 = tanpa biochar dan eco-enzyme (kontrol), P01= biochar 5 ton/ha, P02 = eco-enzyme 15 ml/m<sup>2</sup>, P1 = Biochar 5 ton/ha + eco-enzyme 7.5 ml/m<sup>2</sup>, P2 = Biochar 3 ton/ha + eco-enzyme 15 ml/m<sup>2</sup>, dan P3 = Biochar 5 ton/ha + eco-enzyme 22.5 ml/m<sup>2</sup>. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kombinasi ini memiliki pengaruh yang nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap panjang tanaman, lingkaran batang, lebar daun dan jumlah anakan serta produksi sorgum dan tidak berpengaruh nyata ( $P > 0.05$ ) terhadap jumlah daun. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kombinasi biochar dan eco-enzyme memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi sorgum.

**Kata Kunci:** el niño, lahan pastura, pertumbuhan dan perkembangan, produksi, sorgum

#### Abstract

*The El Niño phenomenon is a recurring event that causes high temperatures and reduced rainfall, significantly affecting soil moisture. In the long term, this will affect the quality and health of the soil, resulting in reduced crop productivity, including forage crops such as sorghum. Efforts to improve and maintain soil health after El Niño stress include applying a combination of biochar and eco-enzymes to damaged soil. This study aims to assess the effects of a combination of biochar and eco-enzymes on sorghum growth and production in pastureland affected by El Niño stress. This study was conducted using a completely randomized design with six treatments and three replications. The treatments tested in this study were P0 = without biochar and eco-enzyme (control), P01 = biochar 5 tons/ha, P02 = eco-enzyme 15 ml/m<sup>2</sup>, P1 = Biochar 5 tons/ha + eco-enzyme 7.5 ml/m<sup>2</sup>, P2 = Biochar 3 tons/ha + eco-enzyme 15 ml/m<sup>2</sup>, and P3 = Biochar 5 tons/ha + eco-enzyme 22.5 ml/m<sup>2</sup>. The results obtained showed that this combination had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on plant length, stem circumference, leaf width, and number of tillers as well as sorghum production and had no significant effect ( $P > 0.05$ ) on the number of leaves. Based on the results, the combination of biochar and eco-enzyme has a positive effect on sorghum growth and production.*

**Keywords:** el niño, pasture land, growth and development, production, sorghum

## PENDAHULUAN

Kesehatan tanah di lahan penggembalaan sangat penting untuk jasa ekosistem seperti penyediaan pangan dalam keberlanjutan budidaya hijauan sebagai pakan ternak. Sifat tanah utama yang terkait dengan kesehatan tanah termasuk infiltrasi air, penyerapan karbon (C), dan efisiensi penggunaan nitrogen (EPN). Tanah mempunyai fungsi yang vital, yaitu sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya perakaran, penyedia kebutuhan primer tanaman (air, udara, dan unsur hara), penyedia kebutuhan sekunder tanaman (zat-zat pemacu tumbuh: hormon, vitamin, dan asam-asam organik; antibiotik dan toksin anti hama; enzim yang dapat meningkatkan kesediaan hara), dan sebagai habitat biota tanah (Xu *et al.*, 2018). Komposisi persentase penyusun tanah sangat bervariasi dan fluktuatif serta sangat bergantung dari kondisi lingkungan. Menurut Woli *et al.*, (2023) salah satu faktor terpenting yang menentukan produktivitas suatu agro-ekosistem adalah cuaca, dan faktor kunci yang menentukan variabilitas antar tahunan dalam produksi tanaman di suatu wilayah adalah iklim. Sehingga, Perubahan iklim akan sangat mempengaruhi kondisi tanah dan juga produksi hijauan yang tumbuh di atasnya.

Fenomena El Niño adalah pemanasan suhu permukaan laut di Samudra Pasifik. peristiwa El Niño berdampak signifikan terhadap Indonesia, terutama dalam hal anomali suhu tinggi dan curah hujan yang rendah. El Niño dicirikan oleh anomali meteorologi yang kontras dengan kekeringan lokal muncul di daerah yang sebelumnya tidak terpengaruh (Rifai *et al.*, 2019). Peristiwa El Niño yang baru-

baru ini terjadi, merupakan salah satu yang terkuat dalam catatan, mengakibatkan kondisi kekeringan parah di 29% daerah tropis terestrial, yang secara signifikan mempengaruhi tingkat kelembaban tanah (Rifai *et al.*, 2019). Hal ini diperburuk oleh tren pemanasan, yang mengintensifkan defisit tekanan uap atmosfer, semakin mengurangi kelembaban tanah, juga mempengaruhi daur ulang kelembaban terestrial yang berdampak negatif dalam mempengaruhi ketersediaan kelembaban tanah dan pertumbuhan tanaman (Posada-Marín *et al.*, 2023; Rifai *et al.*, 2019).

Salah satu cara untuk memperbaiki kualitas pasca cekaman El Niño adalah dengan meningkatkan aktivitas mikroba didalam tanah. Selain dengan cara pemupukan, meningkatkan mikroba tanah juga dapat dilakukan dengan mengaplikasikan *biocharcoal* atau biochar pada tanah. Biochar (BC) merupakan produk padat kaya karbon dari proses pirolisis biomassa (Meng & Wang, 2020). Singh *et al.*, (2022) melaporkan bahwa aplikasi BC telah terbukti meningkatkan pH tanah, kapasitas tukar kation, dan kandungan karbon organik, yang penting untuk meningkatkan kesuburan tanah. Sebagai contoh, biochar dapat meningkatkan pH tanah hingga 46%, kapasitas tukar kation hingga 20%, dan karbon organik hingga 27%. Wojewódzki (*et al.*, 2022) juga melaporkan bahwa penggunaan biochar juga dapat meningkatkan proses transformasi nitrogen, sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen di dalam tanah. Disisi lain, Taskin *et al.*, (2019) melaporkan bahwa bahkan penambahan sejumlah kecil BC ke dalam tanah (0,4% dan 2,0%) dapat

mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas enzim jamur lignolitik yang tinggal di tanah, mendorong pertumbuhan dan aktivitas mangan peroksidase. Penambahan BC berperan sebagai semacam pemupukan, meningkatkan kandungan unsur hara (N, P, K, S, Ca dan Mg) dalam tanah (Haddad *et al.*, 2022).

Penerapan biochar dengan tujuan untuk menjaga ketersediaan air dalam tanah telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Amandemen biochar telah terbukti meningkatkan kapasitas retensi air tanah secara signifikan. Misalnya, (Wu *et al.*, 2022) melaporkan bahwa aplikasi biochar meningkatkan kadar air yang tersedia (KAT) rata-rata sebesar 26,8%, meningkatkan efisiensi penggunaan air (EPA) sebesar 4,7% dalam ekosistem lahan tanaman. Selain itu, *biochar* juga mampu Di tanah berpasir, biochar meningkatkan retensi air dengan meningkatkan mikroporositas dan mengurangi kepadatan curah, yang meningkatkan struktur tanah dan kapasitas menahan air (Li *et al.*, 2021; Lustosa Carvalho *et al.*, 2020). Selain dengan mengaplikasikan BC pada tanah, upaya meningkatkan kesehatan tanah dapat dilakukan dengan pengaplikasian eco-enzim untuk meningkatkan aktivitas reaksi biokimia pada tanah.

Eco-enzime (EE) merupakan larutan organik yang dibuat melalui fermentasi anaerobik dari limbah organik, gula, dan air. Proses ini efisien dalam mengubah limbah organik menjadi produk yang bernilai, mengurangi polusi lingkungan, dan meningkatkan pemulihan sumber daya, selama proses fermentasi, gas ozon diproduksi, yang memiliki sifat antimikroba yang signifikan (Mostashari *et*

*al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2023). EE dapat berfungsi sebagai agen pembersih yang efektif karena kemampuannya memecah bahan organik, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi pembersihan tanpa dampak lingkungan dari pembersih kimia. Selain itu, penggunaan ekoenzim sebagai pupuk telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga berpotensi sebagai pupuk ramah lingkungan (Narang *et al.*, 2023).

EE pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Rosukon Poompanvong dari Thailand. Proses pembuatannya melibatkan fermentasi limbah organik, air, dan gula merah dalam perbandingan tertentu selama periode waktu tertentu (Yulistiar & Manggalou, 2023). Produksi EE memanfaatkan mikroba untuk mengubah limbah menjadi bioproduk bernilai seperti asam organik dan biopolimer (Puglia *et al.*, 2021; Torres-León *et al.*, 2021). Proses EE melibatkan tahapan-tahapan seperti hidrolisis dan asidogenesis, di mana bahan organik diubah menjadi asam organik dan metabolit lainnya. Mikroba-mikroba seperti *Lactobacillus* dan *Acetobacter*, memainkan peran penting dalam proses fermentasi, memengaruhi komposisi dan efektivitas eko-enzim yang dihasilkan (Gao *et al.*, 2023).

Dalam pemanfaatannya dibidang agrikultur, telah banyak dilaporkan mengenai efek EE dalam meningkatkan kesehatan tanah dan produksi tanaman. Sharma *et al.*, (2023) melaporkan bahwa EE melindungi akar tanaman dari hama dan penyakit serta merangsang pertumbuhan tanaman, sehingga menghasilkan tanaman yang lebih sehat dan lebih kuat. Selain itu, juga terdapat laporan bahwa dapat

meningkatkan sifat fisik, kimia, dan mikroba tanah, bertindak sebagai biofertilizer yang menyediakan nutrisi penting dan metabolit pengatur pertumbuhan bagi tanaman (Puglia *et al.*, 2021; Sharma *et al.*, 2023). Pemanfaatan eko-enzim dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis, mendorong praktik pertanian berkelanjutan, dan mengurangi dampak lingkungan (Puglia *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2023). Muliarta *et al.*, (2023) juga melaporkan bahwa eco-enzim memiliki potensi untuk berperan sebagai aktivator untuk mempercepat proses pengomposan pada tanah. Dalam konteks mempertahankan ketersediaan air Aktivitas enzim tanah, seperti  $\beta$ -glukosidase dan alkali fosfatase, secara signifikan dipengaruhi oleh kadar air tanah. Kelembaban tanah yang tinggi meningkatkan aktivitas enzim, yang sangat penting untuk mineralisasi nutrisi dan dekomposisi bahan organik, sehingga meningkatkan struktur tanah dan kapasitas retensi air (Gomez *et al.*, 2020; Sheng-Ji Yan *et al.*, 2020).

Penelitian-penelitian mengenai efek individu dari BC dan EE dalam sektor agrikultur telah banyak dilaporkan oleh para peneliti sebelumnya. Namun, penelitian mengenai efek kedua bahan tersebut apabila dikombinasikan masih belum banyak dilakukan terlebih dalam dunia peternakan khususnya produksi hijauan makanan ternak seperti sorgum. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi efek dari kombinasi kedua bahan ini terhadap produktifitas sorgum yang ditanam dilahan pastura yang termasuk pada kategori lahan kering-keritis pasca cekaman El-Nino.

## **BAHAN DAN METODE**

### 1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Oktober sampai 2024, bertempat di Laboratorium Hijauan Makanan ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan.

### 2. Bahan dan Alat

Alat penelitian yang digunakan terdiri dari wadah fermentasi EE, sendok, timbangan digital, baskom/ember, saringan, botol plastik, pisau, cangkul, polybag kapasitas 10 kg, selang, hand sprayer, pita meteran, oven, tanur, ATK dan alat dokumentasi.

Bahan yang digunakan terdiri dari plastik penutup, air cucian beras, air, molases, irisan kulit buah mangga, amplop, arang, pupuk kandang, insektisida, amplop, larutan peningkat pH tanah (LPPH) dan garam.

### 3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) menurut (Steel & Torrie, 1993) dengan perlakuan kombinasi biochar dan eco-enzim dengan level yang berbeda, yaitu:

P0 : Tanpa biochar dan eco-enzim

P01 : Biochar 5 ton ha<sup>-1</sup>

P02 : Eco-enzim 15 ml/m<sup>2</sup>

P1 : Biochar 5 ton ha<sup>-1</sup> + eco-enzim 7.5 ml/m<sup>2</sup>

P2 : Biochar 3 ton ha<sup>-1</sup> + eco-enzim 15 ml/m<sup>2</sup>

P3 : Biochar 5 ton ha<sup>-1</sup> + eco-enzim 22.5 ml/m<sup>2</sup>

#### 4. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan penelitian ini yaitu pertumbuhan dan produksi hijauan serta kualitas tanah. Parameter pertumbuhan hijauan yang diamati pada penelitian ini terdiri dari panjang tanaman, lingkaran batang, lebar daun, jumlah daun dan jumlah anakan. Berat bahan segar (BS) serta bahan kering (BK) diukur untuk menentukan produksi hijauan.

#### 5. Prosedur Penelitian

##### - Pembuatan biochar

Pembuatan biochar dimulai dari mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan, yang terdiri dari arang, LPPH, wadah, garam dan air. Partikel arang diperkecil hingga + 5 cm sebelum dimasukkan ke dalam karung, setelah itu arang direndam selama 48 jam dalam dengan LPPH yang telah dicampur air dengan perbandingan 1:10 liter. Setelah 48 jam, arang ditiriskan selama 15 menit kemudian direndam kembali dengan larutan garam dengan konsentrasi 5% selama 24 jam. Arang kemudian ditiriskan kembali selama 15 menit, dan siap digunakan.

##### - Pembuatan eco-enzim

Pembuatan eco-enzim dimulai dari persiapan alat yang terdiri dari wadah (silo) yang memiliki penutup, sendok pengaduk dan pisau, serta bahan yang terdiri dari air bekas cucian beras pertama hingga ketiga, lembaran plastik penutup, molases dan potongan kulit buah pepaya. Proses dimulai dari pencampuran air cucian beras dengan molases didalam wadah atau silo dengan perbandingan cucian beras: molases 1 liter:100 ml, kemudian larutan diaduk hingga homogen. Setelah itu, menambahkan potongan kulit buah pepaya yang telah dicacah hingga sebesar + 3 cm menggunakan pisau. Kemudian wadah ditutup dengan

lembaran plastik sebelum ditutup rapat dengan penutup dari wadah guna mencegah ada udara masuk. Larutan eco-enzim kemudian didiamkan selama 3 bulan agar dapat terfermentasi dengan baik. Setelah 3 bulan, eco-enzim siap digunakan dengan perbandingan 1 liter air dan 10 ml eco-enzim.

##### - Persiapan media tanam dan bibit

Persiapan media tanam dimulai dengan menggemburkan tanah dilahan pastura, sambil membuat plot berukuran 3x3 m. Kemudian membersihkan tanah dari sisa-sisa tanaman seperti akar dan juga kerikil. Kemudian, menaburkan pupuk kandang dengan dosis 200 kg/ha pada masing-masing plot sambil menambahkan biochar sesuai dengan masing-masing perlakuan. Langkah selanjutnya adalah menanam biji sorgum yang sebelumnya telah direndam dengan air selama 24 jam untuk mendukung proses perkecambahan biji. Biji sorgum ditanam pada lubang yang telah dibuat sebelumnya dengan kerapatan 50x50 cm. Masing-masing lubang ditanamai 3 biji sorgum, setelah itu ditutup kembali dan disiram setiap pagi dan sore hari selama pemeliharaan.

##### - Perawatan

Perawatan tanaman dilakukan mulai dari penanaman hingga tanaman siap panen (umur 60 hari) dengan cara menyiram tanaman pada waktu pagi dan sore hari, membersihkan gulma yang tumbuh plot dan menyemprotkan larutan insektisida pada tanaman jika dirasa perlu.

Aplikasi eco-enzim dilakukan pada masa perawatan tanaman, dengan cara menyiram larutan eco-enzim ke masing-masing tanaman pada bagian pangkal batang tanaman.

##### - Pengambilan data

Pengamatan data pertumbuhan dilakukan pada saat tanaman memasuki umur panen. Panjang tanaman (PT) dilakukan dengan menarik pita meteran

mulai dari batang pada permukaan tanah hingga batas daun bendera sorgum. Tinggi tanaman (TT) diukur dengan cara menarik pita meteran mulai dari batang pada permukaan tanah hingga titik tertinggi tanaman. Lingkar batang (LB) diukur dengan cara menghitung keliling batang pada ketinggian 10 cm diatas permukaan tanah (buku kedua tanaman). Jumlah daun (JD) diukur dengan cara menghitung semua daun yang segar maupun yang telah kering pada tanaman. Lebar daun (LD) dilakukan dengan cara mengukur titik terlebar pada daun. Leaf area meter (LAM) dilakukan dengan cara membuat kotak persegi 20x20 cm kemudian menggunting daun tanaman dan mengisi seluruh bagian dalam dari persegi yang telah dibuat, kemudian hasil dari potongan tersebut ditimbang bahan segarnya kemudian di oven untuk mengetahui kandungan bahan keringnya.

Parameter produksi diukur dengan cara memotong sorgum + 10 cm diatas

permukaan tanah, kemudian potongan tanaman dicacah sepanjang + 3 cm. kemudian potongan tersebut dimasukkan kedalam amplop kertas dan ditimbang menggunakan timbangan digital yang telah di kalibrasi untuk mengetahui berat segarnya. Setelah diberi label sesuai dengan perlakuan masing-masing, hijauan di oven pada suhu 75°C selama 3 hari untuk menghilangkan kadar airnya. Setelah 3 hari hijauan ditimbang untuk mengetahui berat kering.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Sorgum

Rata-rata pengaruh tunggal dan kombinasi biochar dan eco-enzime terhadap pertumbuhan tanaman sorgum disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh kombinasi biochar dan eco-enzime terhadap pertumbuhan sorghum.

Perlakuan	Parameter				
	Panjang Tanaman	Lingkar Batang	Lebar Daun	Jumlah Daun	Jumlah Anakan
P0	184.66 ± 115.8 <sup>d</sup>	4.32 ± 10.1 <sup>d</sup>	4.20 ± 5.3 <sup>d</sup>	7 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.6 <sup>c</sup>
P0 <sub>1</sub>	198.13 ± 74.0 <sup>c</sup>	4.66 ± 8.2 <sup>c</sup>	5.80 ± 2.1 <sup>c</sup>	7 ± 1 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.6 <sup>cb</sup>
P0 <sub>2</sub>	224.76 ± 102.7 <sup>b</sup>	4.95 ± 11.2 <sup>c</sup>	6.16 ± 4.04 <sup>c</sup>	7 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.6 ± 1.1 <sup>cb</sup>
P1	230.16 ± 32.7 <sup>b</sup>	5.25 ± 5.1 <sup>b</sup>	6.65 ± 0.31 <sup>b</sup>	8 ± 0.5 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.6 <sup>ba</sup>
P2	240.56 ± 52.7 <sup>b</sup>	5.54 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.03 ± 1.15 <sup>d</sup>	8 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.6 <sup>ba</sup>
P3	258.26 ± 98.8 <sup>a</sup>	6.16 ± 9.1 <sup>a</sup>	7.80 ± 2.17 <sup>e</sup>	8 ± 1 <sup>a</sup>	3 ± 0.0 <sup>a</sup>

Keterangan: Superscript yang berbeda (a, b, c, d) pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang signifikan pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis ANOVA dapat diketahui bahwa kombinasi biochar dan eco-enzime memberikan pengaruh yang signifikan ( $P < 0.05$ ) terhadap parameter panjang tanaman, lingkar batang, lebar daun dan jumlah anakan. Namun tidak menunjukkan perbedaan yang

signifikan ( $P > 0.05$ ) terhadap parameter jumlah daun.

Aplikasi kombinasi biochar dan eco-enzim pada tanah memberikan suplai unsur hara tambahan yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk tumbuh dan berproduksi. Hal ini dibuktikan dengan kecenderungan peningkatan pertumbuhan

tanaman pada parameter seiring dengan penambahan biochar dan eco enzim baik secara tunggal maupun dikombinasikan. Hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 dengan dosis 5 ton/ha *biochar* dan 22.5 ml/m<sup>2</sup> *eco-enzime*. Hal ini disebabkan karena eco enzim mampu menyediakan sekaligus menjadi katalisator pembentukan nutrisi yang dibutuhkan tanaman didalam tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Ginting dan Mirwandhono, (2021) bahwa ekoenzim mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memanfaatkan kandungan nutrisi yang berasal dari kombinasi bahan organik. Ekstrak Cairan eco-enzim mengandung nitrat (NO<sub>3</sub>) yang dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman (Novianto, 2022). Selain itu, (Taringan & Dukabain, 2023) bahwa eco-enzim memiliki kandungan zat aktif seperti enzim, mikroorganisme, asam amino, serta nutrisi lainnya yang dapat meningkatkan kualitas tanah dan merangsang pertumbuhan tanaman.

Biochar yang diberikan pada sorgum juga memiliki fungsi sebagai penyedia unsur karbon yang merupakan salah satu unsur hara makro bagi tanaman serta sifat biochar yang dapat berperan sebagai 'rumah' bagi mikroba-mikroba tanah sangat membantu untuk meningkatkan kuantitas mikroba tanah sehingga dapat mengoptimalkan perombakan unsur-unsur hara yang berimbans pada peningkatan kesuburan tanah. Menurut (Berutu *et al.*, 2019), biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah seperti bakteri yang membantu dalam perombakan unsur hara, dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan C/N dan

bahkan mampu menahan air dan menyediakan nutrisi bagi tanaman. Biochar meningkatkan kesuburan tanah dengan meningkatkan ketersediaan hara esensial, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang krusial bagi pertumbuhan tanaman (Laghari *et al.*, 2016; Nepal *et al.*, 2023). Kapasitas tukar kation biochar yang tinggi memungkinkannya mempertahankan hara lebih efektif dibandingkan amandemen organik lainnya (Singh & Bharagava, 2022; Yadav *et al.*, 2023).

Perlakuan eco-enzim pada penelitian ini memiliki berbagai peran seperti insektisida alami dan sumber unsur hara bagi tanaman sorgum. Dalam konteks pertumbuhan, unsur hara yang diperlukan dalam jumlah besar baik dalam fase vegetatif maupun fase generatif antara lain unsur nitrogen (N), pospor (P) dan kalium (K), yang keduanya terdapat dalam eco-enzime. Lyzenga *et al.*, (2023) menyatakan bahwa unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama selama fase vegetatif dan generatif. Nutrisi ini merupakan bagian integral dari berbagai proses fisiologis dan biokimia, termasuk fotosintesis, aktivasi enzim, dan toleransi stres. Eko-enzim, yang mengandung unsur-unsur ini, berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menyediakan nutrisi tersebut dalam bentuk yang mudah diakses. Keberadaan 203 mg/l kalium, 21,29 mg/l fosfor, dan 279 mg/l nitrogen dalam eko-enzim menunjukkan potensi manfaatnya di bidang pertanian.

### **Produksi sorgum**

Rata-rata pengaruh tunggal dan kombinasi biochar dan eco-enzime

terhadap produksi tanaman sorgum disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh kombinasi biochar dan eco-enzime terhadap produksi sorgum.

Perlakuan	Parameter		
	Berat Segar	Berat Kering	% Bahan kering
P0	249.29 ± 12.21 <sup>c</sup>	76.48 ± 24.03 <sup>c</sup>	30.68 <sup>c</sup>
P0 <sub>1</sub>	294.89 ± 36.8 <sup>c</sup>	100.02 ± 22.4 <sup>c</sup>	33.92 <sup>c</sup>
P0 <sub>2</sub>	308.54 ± 31.0 <sup>bc</sup>	204.77 ± 7.01 <sup>bc</sup>	66.37 <sup>bc</sup>
P1	354.67 ± 51.6 <sup>b</sup>	271.46 ± 19,08 <sup>b</sup>	76.54 <sup>b</sup>
P2	487.46 ± 67.04 <sup>b</sup>	388.82 ± 21.06 <sup>b</sup>	79.84 <sup>b</sup>
P3	510.38 ± 74.45 <sup>a</sup>	410.55 ± 10.82 <sup>a</sup>	80.5 <sup>a</sup>

Keterangan: Superscript yang berbeda (a, b, c, d) pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang signifikan pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis ANOVA dapat diketahui bahwa kombinasi biochar dan eco-enzime memberikan pengaruh yang signifikan ( $P < 0.05$ ) terhadap parameter produksi sorgum yang ditandai dengan peningkatan bahan segar dan bahan kering seiring dengan peningkatan level kombinasi biochar dan eco-enzim

Suplai unsur yang diberikan pada media tanam dalam bentuk pupuk kandang, biochar dan eco-enzim diduga saling melengkapi kebutuhan unsur hara tanaman sorgum. Umumnya, pupuk kandang yang mengandung unsur hara lengkap namun dalam jumlah sedikit, sehingga pemberian biochar yang mengandung unsur karbon (C) dalam jumlah yang tinggi serta eco-enzim yang mengandung unsur N, P dan K saling melengkapi kebutuhan nutrisi satu sama lain. (Aziz & Kurnia, 2015) mengatakan bahwa unsur N pada eco enzyme bisa diserap langsung oleh daun tanaman dalam bentuk berupa NO<sub>3</sub> (Nitrat) dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Amonium), sehingga mobilitas kinerjanya menjadi lebih efisien. Lee et al., (2021) dan Zhen et al., (2017) menambahkan nitrat merupakan sumber nitrogen utama bagi tumbuhan dan

berperan penting dalam sintesis protein. Nitrat memengaruhi aktivitas enzim-enzim vital seperti nitrat reduktase (NR), yang krusial dalam mengubah nitrat menjadi bentuk-bentuk yang dapat digunakan untuk sintesis asam amino dan protein.

Aktifitas enzim dalam tanah dapat meningkatkan proses perombakan unsur hara dalam tanah terutama unsur hara P yang memiliki fungsi fital dalam pembelahan sel tanaman. Hal ini sejalan dengan pendapat (Rong et al., (2023) yang menyatakan bahwa Fosfor sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mempengaruhi berbagai aktivitas fisiologis seperti pembelahan sel-sel tanaman. (Briat et al., 2015) menambahkan bahwa pospor merupakan bagian integral dari fotosintesis, membentuk bagian dari gula fosfat yang diperlukan untuk proses tersebut. pospor juga berinteraksi dengan nutrisi lain seperti belerang, seng, dan zat besi, mempengaruhi nutrisi tanaman secara keseluruhan dan fungsi metabolik.

Unsur K berfungsi dalam proses pengangkutan karbohidrat, peningkatan kadar karbohidrat dan gula pada seluruh

bagian tanaman utamanya malai dan bulir, membuat biji tanaman berisi dan padat, meningkatkan kadar karbohidrat pada tanaman sehingga bobot segar meningkat, meningkatkan daya tahan terhadap kekeringan dan penyakit, serta berperan dalam perkembangan akar (Sanjaya *et al.*, 2021).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian kombinasi biochar dan eco-enzim memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi sorgum. Aplikasi biochar dan eco-enzim juga dapat meningkatkan kesuburan dan kualitas tanah, sehingga memiliki dampak positif dalam jangka panjang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan yang telah mendanai penelitian ini melalui pendanaan PNPB yang tertuang dalam kontrak nomor 058/PL.22.7.1/SP- PG/2024

## DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A. A., & Kurnia, N. (2015). Kandungan Amonium dan Nitrat Tanah pada Budidaya Bayam Putih dengan Menggunakan Pupuk Urin Manusia. *Jurnal Bionature*, 16(2), 86–90.
- Briat, J.-F., Rouached, H., Tissot, N., Gaymard, F., & Dubos, C. (2015). Integration of P, S, Fe, and Zn nutrition signals in *Arabidopsis thaliana*: potential involvement of PHOSPHATE STARVATION RESPONSE 1 (PHR1). *Frontiers in Plant Science*, 06. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00290>
- Gao, Y., Zheng, Z., Cheng, X., Zhang, Y., Liu, X., Hu, Y., Cai, Y., & Wang, X. (2023). An innovative way to treat cash crop wastes: The fermentation characteristics and functional microbial community using different substrates to produce Agricultural Jiaosu. *Environmental Research*, 227, 115727. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115727>
- Ginting, N., & Mirwandhono, R. E. (2021). Productivity of Turi (*Sesbania grandiflora*) as a multi purposes plant by eco enzyme application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 912(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/912/1/012023>
- Gomez, E. J., Delgado, J. A., & Gonzalez, J. M. (2020). Environmental factors affect the response of microbial extracellular enzyme activity in soils when determined as a function of water availability and temperature. *Ecology and Evolution*, 10(18), 10105–10115. <https://doi.org/10.1002/ece3.6672>
- Haddad, S. A., Mowrer, J., & Thapa, B. (2022). Biochar and compost from cotton residues inconsistently affect water use efficiency, nodulation, and growth of legumes under arid conditions. *Journal of Environmental Management*, 307, 114558. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114558>
- Lee, Y. J., Lee, W. J., Le, Q. T., Hong, S.-W., & Lee, H. (2021). Growth Performance Can Be Increased Under

- High Nitrate and High Salt Stress Through Enhanced Nitrate Reductase Activity in Arabidopsis Anthocyanin Over-Producing Mutant Plants. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.644455>
- Li, L., Zhang, Y.-J., Novak, A., Yang, Y., & Wang, J. (2021). Role of Biochar in Improving Sandy Soil Water Retention and Resilience to Drought. *Water*, 13(4), 407. <https://doi.org/10.3390/w13040407>
- Lustosa Carvalho, M., Tuzzin de Moraes, M., Cerri, C. E. P., & Cherubin, M. R. (2020). Biochar Amendment Enhances Water Retention in a Tropical Sandy Soil. *Agriculture*, 10(3), 62. <https://doi.org/10.3390/agriculture10030062>
- Lyzenga, W. J., Liu, Z., Olukayode, T., Zhao, Y., Kochian, L. V., & Ham, B.-K. (2023). Getting to the roots of N, P, and K uptake. *Journal of Experimental Botany*, 74(6), 1784–1805. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad035>
- Meng, F., & Wang, D. (2020). Effects of vacuum freeze drying pretreatment on biomass and biochar properties. *Renewable Energy*, 155, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.113>
- Mostashari, P., Gavahian, M., Jafarzadeh, S., Guo, J., Hadidi, M., Pandiselvam, R., Huseyn, E., & Mousavi Khaneghah, A. (2022). Ozone in wineries and wine processing: A review of the benefits, application, and perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(4), 3129–3152. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12971>
- Muliarta, I. N., I Dewa Nyoman Sudita, & Yohanes Parlindungan Situmeang. (2023). The Effect of Eco-Enzyme Spraying on Suwung Landfill Waste, Denpasar, on Changes in Leachate Characteristics. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN*, 15(1), 56–66. <https://doi.org/10.20473/jkl.v15i1.2023.56-66>
- Narang, N., Hussain, A., & Madan, S. (2023). A comparative study on compost preparation using lab prepared eco-enzyme and its effect on growth of plant species Phaseolus vulgaris. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(25), 36230–36240. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27168-x>
- Novianto, N. (2022). Response Of Liquid Organic Fertilizer Eco Enzyme (EE) On Growth And Production Of Shallot (*Allium Ascalonicum*. L). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (JUATIKA)*, 4(1), 147–154. <https://doi.org/10.36378/juatika.v4i1.1782>
- Posada-Marín, J. A., Arias, P. A., Jaramillo, F., & Salazar, J. F. (2023). Global Impacts of El Niño on Terrestrial Moisture Recycling. *Geophysical Research Letters*, 50(10). <https://doi.org/10.1029/2023GL103147>
- Puglia, D., Pezzolla, D., Gigliotti, G., Torre, L., Bartucca, M. L., & Del Buono, D. (2021). The Opportunity of Valorizing Agricultural Waste, Through Its Conversion into Biostimulants,

- Biofertilizers, and Biopolymers. *Sustainability*, 13(5), 2710. <https://doi.org/10.3390/su13052710>
- Rifai, S. W., Li, S., & Malhi, Y. (2019). Coupling of El Niño events and long-term warming leads to pervasive climate extremes in the terrestrial tropics. *Environmental Research Letters*, 14(10), 105002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab402f>
- Rong, Z.-Y., Lei, A.-Q., Wu, Q.-S., Srivastava, A. K., Hashem, A., Abd\_Allah, E. F., Kuča, K., & Yang, T. (2023). Serendipita indica promotes P acquisition and growth in tea seedlings under P deficit conditions by increasing cytokinins and indoleacetic acid and phosphate transporter gene expression. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1146182>
- Sanjaya, P., Kurnia, N., Kushendarto, K., & Yelli, F. (2021). PENGARUH PUPUK KANDANG DAN PUPUK HAYATI PADA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 171. <https://doi.org/10.23960/jat.v9i1.4895>
- Sharma, A., Dogra, S., Thakur, B., Yadav, J., Soni, R., & Soni, S. K. (2023). Separate Hydrolysis and Fermentation of Kitchen Waste Residues Using Multi-Enzyme Preparation from *Aspergillus niger* P-19 for the Production of Biofertilizer Formulations. *Sustainability*, 15(12), 9182. <https://doi.org/10.3390/su15129182>
- Sheng-Ji Yan, Li, B.-Y., Gao, D.-X., Fu, S.-Y., Lu, Y.-F., Xu, M.-P., Ren, C.-J., & Han, X.-H. (2020). Response of Ecoenzymatic Stoichiometry to Soil Physicochemical Properties after Afforestation on Loess Hilly Region. *Eurasian Soil Science*, 53(11), 1669–1675. <https://doi.org/10.1134/S1064229320110125>
- Singh, H., Northup, B. K., Rice, C. W., & Prasad, P. V. V. (2022). Biochar applications influence soil physical and chemical properties, microbial diversity, and crop productivity: a meta-analysis. *Biochar*, 4(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s42773-022-00138-1>
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1993). *Prinsip dan prosedur statistika: suatu pendekatan biometrik* (Bambang Sumantri, Ed.). PT. Gramedia Pusaka Utama. <https://doi.org/10.1002/bimj.19620040313>
- Taringan, Br. L., & Dukabain, M. O. (2023). *Pengelolaan Sampah Kreatif* (1st ed.). Rena CCipta Mandiri.
- Taskin, E., de Castro Bueno, C., Allegretta, I., Terzano, R., Rosa, A. H., & Loffredo, E. (2019). Multianalytical characterization of biochar and hydrochar produced from waste biomasses for environmental and agricultural applications. *Chemosphere*, 233, 422–430. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.204>
- Torres-León, C., Chávez-González, M. L., Hernández-Almanza, A., Martínez-Medina, G. A., Ramírez-Guzmán, N., Londoño-Hernández, L., & Aguilar, C.

- N. (2021). Recent advances on the microbiological and enzymatic processing for conversion of food wastes to valuable bioproducts. *Current Opinion in Food Science*, *38*, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.11.002>
- Wojewódzki, P., Lemanowicz, J., Debska, B., Haddad, S. A., & Tobiasova, E. (2022). The Application of Biochar from Waste Biomass to Improve Soil Fertility and Soil Enzyme Activity and Increase Carbon Sequestration. *Energies*, *16*(1), 380. <https://doi.org/10.3390/en16010380>
- Woli, P., Smith, G. R., Long, C. R., & Rouquette Jr, F. M. (2023). The El Nino-Southern Oscillation (ENSO) Effects on Cowpea and Winter Wheat Yields in the Semi-Arid Region of the Southern US. *Agricultural Sciences*, *14*(02), 154–175. <https://doi.org/10.4236/as.2023.142011>
- Wu, W., Han, J., Gu, Y., Li, T., Xu, X., Jiang, Y., Li, Y., Sun, J., Pan, G., & Cheng, K. (2022). Impact of biochar amendment on soil hydrological properties and crop water use efficiency: A global meta-analysis and structural equation model. *GCB Bioenergy*, *14*(6), 657–668. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12933>
- Xu, S., Jagadamma, S., & Rowntree, J. (2018). Response of Grazing Land Soil Health to Management Strategies: A Summary Review. *Sustainability*, *10*(12), 4769. <https://doi.org/10.3390/su10124769>
- Yulistiar, F. W., & Manggalou, S. (2023). Inovasi Eco-Enzyme dalam Mendukung Pemerintah Menuju Net Zero Emission di Indonesia. *Public Inspiration: Jurnal Administrasi Publik*, *8*(1), 50–60. <https://doi.org/10.22225/pi.8.1.2023.50-60>
- Zhang, Y., Wang, X., Zhu, W., Zhao, Y., Wang, N., Gao, M., & Wang, Q. (2023). Anaerobic fermentation of organic solid waste: Recent updates in substrates, products, and the process with multiple products co-production. *Environmental Research*, *233*, 116444. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116444>
- Zhen, S., Deng, X., Zhang, M., Zhu, G., Lv, D., Wang, Y., Zhu, D., & Yan, Y. (2017). Comparative Phosphoproteomic Analysis under High-Nitrogen Fertilizer Reveals Central Phosphoproteins Promoting Wheat Grain Starch and Protein Synthesis. *Frontiers in Plant Science*, *8*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00067>