BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor yang rentan terhadap perubahan iklim, termasuk fenomena El Niño yang dapat menyebabkan kekeringan berkepanjangan dan menurunkan produktivitas tanaman (Lal, 2020). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang menantang adalah dengan optimalisasi pemupukan. Pupuk slow release berbasis biochar menjadi alternatif yang menjanjikan karena mampu meningkatkan efisiensi serapan hara dan mempertahankan kelembaban tanah lebih lama (Lehmann & Joseph, 2015).

Menurut Lehmann dan Joseph (2015), biochar memiliki kapasitas menahan air yang tinggi serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, sehingga dapat membantu mengurangi dampak kekeringan terhadap tanaman. Pupuk slow release berbasis biochar dirancang untuk melepaskan nutrisi secara bertahap, sehingga meningkatkan efisiensi pemupukan serta mengurangi kehilangan hara akibat pencucian. Hal ini sangat penting dalam budidaya jagung hibrida yang membutuhkan ketersediaan unsur hara secara optimal sepanjang siklus pertumbuhannya (Novak et al., 2016).

Jagung hibrida merupakan salah satu komoditas pertanian strategis yang memiliki kebutuhan nutrisi tinggi untuk mencapai hasil optimal (Duvick, 2005).

Dalam kondisi tekanan El Niño, suplai air yang terbatas dapat menghambat penyerapan nutrisi, sehingga penggunaan pupuk dengan pelepasan lambat berbasis biochar dapat menjadi solusi dalam menjaga ketersediaan hara dalam tanah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi pupuk slow release dan biochar mampu meningkatkan hasil panen jagung secara signifikan dibandingkan dengan pupuk konvensional (Glaser et al., 2002).

Selain meningkatkan efisiensi pemupukan, penggunaan pupuk slow release berbasis biochar juga berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan. Biochar yang dihasilkan dari biomassa pertanian tidak hanya berfungsi sebagai pembawa nutrisi, tetapi juga sebagai penyerap karbon yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (Woolf et al., 2010). Oleh karena itu, evaluasi terhadap penggunaan pupuk ini dalam kondisi stres lingkungan akibat El Niño menjadi penting untuk mengetahui sejauh mana efektivitasnya dalam meningkatkan produksi jagung hibrida.

Lebih lanjut, penelitian mengenai efektivitas pupuk slow release berbasis biochar dalam sistem pertanian yang menghadapi perubahan iklim masih terbatas. Evaluasi secara menyeluruh perlu dilakukan untuk mengkaji pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil jagung hibrida, terutama dalam kondisi lingkungan yang mengalami tekanan kekeringan (Jeffery et al., 2011). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi

ilmiah dalam pengembangan teknologi pertanian yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan pupuk slow release berbasis biochar terhadap produksi jagung hibrida di bawah tekanan El Niño. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi petani dan pemangku kebijakan dalam menentukan strategi pemupukan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan mampu meningkatkan produktivitas pertanian dalam kondisi iklim ekstrem.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang, maka dirumuskan masalah bahwa Bagaimana pengaruh berbagai perlakuan pupuk slow release berbasis biochar terhadap pertumbuhan dan hasil produksi jagung hibrida di bawah tekanan El nino?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pupuk slowrelease berbasis biochar terhadap produksi jagung hibrida pada kondisi dibawah tekanan El-nino.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi data penggunaan pupuk slowrelase berbasi biochar terhadap produksi jagung pada kondisi El nino .

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Jagung Hibrida

2.1.1. Morfologi Dan Syarat Tumbuh Jagung Hibrida

Jagung hibrida memiliki persyaratan tumbuh Ketinggian 0 s/d, 1200 mdpl (meter di atas permukaan laut) Sinar matahari, merata, usahakan tidak ternaungi • Suhu 21°C -34°C optimum pada 23°C -30°C • Curah hujan 85 - 200 mm/ bulan. Persyaratan media tanaman adalah kemasaman tanah (pH) 5,0 – 7,5. Lahan subur, gembur, cukup air dan Lahan tidak tergenang air.

2.1.2. Varietas Jagung Hibrida

Penggunaan benih bermutu merupakan salah satu aspek penting dalam mendorong industri benih karena dapat meningkatkan efisiensi biaya produksi serta meningkatkan produktivitas dan mutu benih. Benih unggul dengan varietas hibrida menjadi daya tarik bagi perusahaan benih swasta yang berperan memperbanyak dan menyebarluaskan benih bermutu sehingga kebutuhan benih dapat terpenuhi (Sari et al., 2018). Jagung hibrida menjadi pilihan karena mampu berproduksi lebih tinggi karena memiliki gen-gen dominan Menurut (Sutoro 2018), produktivitas jagung dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dengan lingkungan. Beberapa varietas unggul jagung hibrida yang memiliki daya hasil tinggi dan tahan hama/penyakit utama Adapun diskripsi jagung hibrida varietas BISI 2 adalah sebagai berikut:

2.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Jagung Hibrida

Adapun faktor – faktor yang mempengaruhi produktivitas jagung hibrida sebagai berikut:

2.2.1. Faktor Genetik

Faktor genetik merupakan aspek utama dalam menentukan produktivitas jagung hibrida. Setiap varietas memiliki potensi hasil yang berbeda, tergantung pada kemampuan adaptasi dan ketahanan terhadap lingkungan. Varietas jagung yang unggul cenderung memiliki ketahanan lebih baik terhadap hama dan penyakit serta daya hasil tinggi. Oleh karena itu, pemilihan benih yang berkualitas sangat penting dalam meningkatkan hasil panen (Sutoro .2018).

2.2.2. Faktor jarak tanam

Penelitian menunjukkan bahwa pengaturan jarak tanam memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produktivitas jagung hibrida.yang dimana menemukan bahwa jarak tanam 70 cm x 25 cm menghasilkan pertumbuhan dan produksi jagung hibrida yang lebih baik dibandingkan dengan jarak tanam yang lebih rapat, seperti 70 cm x 15 cm atau 70 cm x 20 cm. Parameter yang menunjukkan peningkatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah tongkol, diameter tongkol tanpa kelobot, jumlah baris per tongkol, bobot tongkol tanpa kelobot, dan produksi per hektar (Djuniarty et al. 2024).

2.2.3. Faktor lingkungan

Bahwa faktor lingkungan, seperti curah hujan, suhu, dan ketersediaan cahaya matahari, sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan jagung hibrida. Jagung membutuhkan sinar matahari yang cukup dan kondisi kelembapan yang sesuai untuk fotosintesis yang optimal. Selain itu, perubahan iklim yang ekstrem dapat menghambat pertumbuhan dan mengurangi produktivitas jagung secara signifikan (Haryanto et al. 2020).

2.2.4. Faktor pemupukan

Kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) menjadi faktor utama dalam menunjang pertumbuhan jagung hibrida. pH tanah yang ideal, yaitu antara 5,5 hingga 7,0, memungkinkan penyerapan nutrisi secara maksimal. Struktur tanah yang gembur dan memiliki drainase baik juga membantu perkembangan akar dan meningkatkan efisiensi penggunaan air serta pupuk (Ismail. 2019).

2.2.5. Faktor budidaya

Menekankan bahwa teknik budidaya, termasuk pemupukan, pengairan, dan pengendalian hama, berperan besar dalam produktivitas jagung hibrida. Jarak tanam yang sesuai akan mempengaruhi efisiensi penyerapan cahaya dan nutrisi. Selain itu, pemberian pupuk secara tepat dan seimbang serta pengelolaan air yang baik akan meningkatkan hasil panen. Pengendalian

hama dan penyakit yang efektif juga diperlukan agar jagung dapat tumbuh optimal **(**Siregar dan Ahmad 2021).

2.2.6. Faktor sosial dan ekonomi

Faktor sosial dan ekonomi seperti ketersediaan modal, akses terhadap pasar, serta pendampingan dari pemerintah atau lembaga pertanian sangat berpengaruh terhadap produktivitas jagung hibrida. Petani yang memiliki akses terhadap teknologi pertanian modern dan bimbingan dari penyuluh pertanian cenderung memiliki hasil panen yang lebih tinggi. Dukungan pemerintah dalam bentuk subsidi pupuk dan bantuan irigasi juga sangat membantu dalam meningkatkan produktivitas jagung hibrida di tingkat petani (Widodo 2022).

2.3. Stres El Nino

El Niño merupakan fenomena iklim yang terjadi akibat pemanasan suhu permukaan laut di Samudra Pasifik bagian tengah dan timur. Fenomena ini berdampak besar terhadap pola cuaca global, termasuk curah hujan, suhu udara, dan kondisi lingkungan yang dapat memicu stres pada manusia, hewan, dan ekosistem. Dalam beberapa dekade terakhir, perubahan iklim telah meningkatkan frekuensi dan intensitas El Niño, sehingga dampaknya semakin signifikan terhadap kehidupan sosial, ekonomi, dan ekologi (Hsiang et al., 2011).

Penelitian telah menunjukkan bahwa El Niño berkontribusi terhadap peningkatan stres fisiologis dan psikologis pada manusia. Sebuah studi yang

menemukan bahwa kejadian El Niño dapat meningkatkan risiko konflik sosial dan kekerasan akibat kelangkaan sumber daya serta gangguan ekonomi. Selain itu, penelitian mengungkapkan bahwa suhu yang lebih tinggi akibat El Niño berkorelasi dengan peningkatan tingkat gangguan tidur dan kesehatan mental masyarakat di berbagai wilayah terdampak (Obradovich et al., 2018).

Selain manusia, ekosistem juga mengalami stres akibat El Niño. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh (Hughes et al., 2017) menunjukkan bahwa pemanasan suhu laut yang diakibatkan oleh El Niño telah mempercepat pemutihan karang secara masif, terutama di Great Barrier Reef, Australia. Stres lingkungan ini menyebabkan hilangnya habitat bagi berbagai spesies laut dan mengganggu keseimbangan ekosistem laut. Di daratan, penelitian lain oleh (Allen et al., 2015) menunjukkan bahwa kekeringan yang diperburuk oleh El Niño meningkatkan angka kematian pohon di berbagai hutan tropis, sehingga mengurangi kapasitas ekosistem dalam menyerap karbon dioksida.

Dampak El Niño terhadap ketahanan pangan juga telah menjadi perhatian banyak peneliti. Sebuah laporan dari FAO (2016) menyatakan bahwa El Niño 2015-2016 menyebabkan penurunan hasil panen di berbagai negara, terutama di Afrika dan Asia Tenggara, yang menyebabkan kenaikan harga pangan dan meningkatkan risiko kelaparan. Menyoroti bahwa El Niño mempengaruhi produktivitas tanaman pangan utama, seperti padi dan jagung,

melalui perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu yang mengganggu pertumbuhan tanaman (Iizumi et al., 2014).

Untuk menghadapi dampak stres akibat El Niño, berbagai penelitian telah merekomendasikan strategi adaptasi dan mitigasi. Penelitian menekankan pentingnya sistem peringatan dini untuk menghadapi pola cuaca ekstrem yang dipicu oleh El Niño. Selain itu, inovasi dalam teknik pertanian yang tahan terhadap kekeringan dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap dampak psikologis El Niño juga menjadi langkah penting dalam mengurangi dampaknya. Dengan pemahaman yang lebih baik melalui penelitian ilmiah, masyarakat dapat lebih siap menghadapi fenomena ini dan meminimalkan dampak buruknya terhadap kehidupan (Field et al., 2012).

2.4. Pupuk Slowrelease Berbasis Biochar

Pupuk lepas lambat adalah pupuk yang mempunyai kelarutan unsur hara yang sedikit dan dapat memberikan unsur hara secara bertahap (terus menerus) dalam jangka waktu tertentu yang lama. Penggunaan pupuk slow release meningkatkan penyerapan unsur hara lebih besar dan kehilangan unsur hara akibat pencucian akan lebih kecil (Debora, 2022). Pupuk *slow release* dapat meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk oleh tanaman hingga 65-70% dibandingkan dengan pupuk biasa yang hanya 40%, sehingga pupuk ini lebih ekonomis penggunaannya dibandingkan dengan pupuk biasa pada umumnya. Aplikasi pupuk *slow release* hanya diaplikasikan satu kali dalam

satu musim tanaman. melaporkan, perbaikan tanah kering dengan pH (5,7) dan C-organik (3%) pada lahan pertanian dapat dilakukan dengan menambahkan biochar (Nurida et al., 2014).

2.5. Strees Lingkungan Akibat El-Nino Dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Jagung

El Nino menyebabkan perubahan iklim yang ekstrim pada sebagian besar wilayah Indonesia sehingga mempengaruhi kondisi kekeringan yang ekstrim. Selain faktor El Nino kondisi geografis seperti garis lintang, ketinggian, arus laut, permukaan tanah, dan tekanan wilayah juga mempengaruhi iklim dan curah hujan di suatu wilayah. Rendahnya curah hujan dan udara yang lebih kering berpengaruh secara langsung terhadap kegiatan pertanian di Indonesia. Kondisi realitas di lapangan menunjukkan bahwa dalam beberapa tahun belakangan ini kekeringan akibat fenomena El Nino telah berdampak pada pendeknya musim tanam, gagal tanam, gagal panen, serta kekeringan yang berkepanjangan hingga kebakaran lahan (Malau et al ., 2023).

Adapun pengaruh elnino terhadap pertumbuhan tanaman jagung yaitu (1) Pengaruh terhadap Ketersediaan Air Selama El Niño, curah hujan cenderung menurun, yang menyebabkan defisit air tanah. Hal ini berdampak pada ketersediaan air bagi tanaman jagung, terutama pada fase kritis pertumbuhan. Kekurangan air pada fase pembungaan dan pengisian biji dapat menurunkan hasil panen secara signifikan (Setiawan & Harjono, 2021).

(2) Peningkatan Suhu Udara El Niño juga meningkatkan suhu udara, yang dapat mempercepat laju evapotranspirasi. Kondisi ini meningkatkan kebutuhan air tanaman, yang jika tidak terpenuhi, akan menyebabkan stres tanaman. Stres akibat suhu tinggi dapat menghambat fotosintesis dan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung (Rahman et al., 2019).

(3) Dampak terhadap Produktivitas Penelitian menunjukkan bahwa kekeringan akibat El Niño dapat menurunkan produktivitas jagung hingga 40%. Penurunan ini terutama disebabkan oleh berkurangnya luas daun, perlambatan pertumbuhan akar, dan pengurangan pembentukan tongkol jagung (Widodo et al., 2022).

2.6 Peran Pupuk Slow Release Dalam Menghadapi Stres Elnino

Pupuk slow-release memiliki peranan yang signifikan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres yang disebabkan oleh fenomena El Niño, terutama dalam kondisi kekeringan. El Niño menyebabkan cuaca ekstrem dengan kekeringan panjang, yang mengganggu kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara dari tanah. Pupuk slow-release, yang melepaskan unsur hara secara bertahap dan berkelanjutan, memberikan suplai nutrisi yang lebih stabil untuk tanaman selama periode kekurangan air. Dengan demikian, pupuk ini dapat mengurangi dampak negatif stres kekeringan dan membantu tanaman bertahan lebih lama (Aziz et al., 2020).

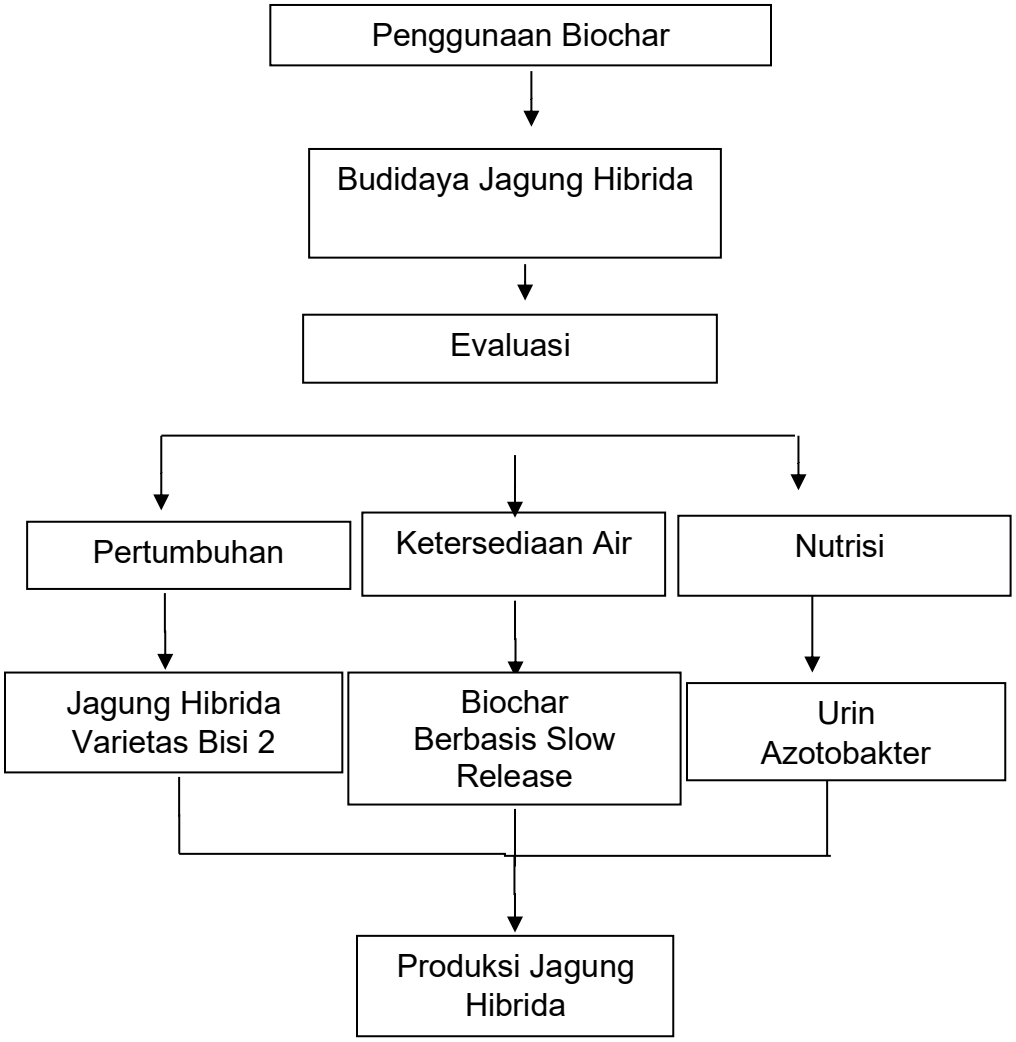
Sebuah studi di Asia Tenggara pada tahun 2021 menunjukkan bahwa tanaman yang diberikan pupuk slow-release mengalami peningkatan ketahanan terhadap kekeringan selama fenomena El Niño (Patunru, A. A. 2021).Bahwa pupuk slow-release membantu meningkatkan efisiensi penggunaan air, sehingga tanaman dapat lebih optimal dalam menyerap air yang terbatas selama periode kering. Selain itu, pupuk ini memperpanjang waktu ketersediaan unsur hara, mengurangi fluktuasi kadar nutrisi di tanah, dan mendukung pertumbuhan tanaman meskipun dalam kondisi iklim yang tidak menentu. Hal ini menjadi salah satu solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan pertanian yang muncul akibat perubahan iklim (Aziz et al., 2020).

Namun, efektivitas pupuk slow-release dalam mengatasi stres El Niño sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan karakteristik tanah. Penelitian lain yang juga diterbitkan pada tahun 2021 mengemukakan bahwa tanah dengan tekstur yang buruk atau kapasitas pertukaran kation yang rendah dapat mengurangi efektivitas pupuk slow-release. Oleh karena itu, penting bagi petani untuk menyesuaikan penggunaan pupuk ini dengan kondisi spesifik tanah dan iklim di wilayahnya. Penelitian ini menyarankan perlunya riset lebih lanjut untuk mengoptimalkan jenis dan dosis pupuk slow-release yang tepat, guna mencapai hasil pertanian yang maksimal dalam menghadapi stres El Niño yang semakin sering terjadi. (Dwimareta et al., 2023)

BAB III. KERANGKA PIKIR

3.1 .Kerangka Pikir

Adapun Kerangka pikir dari penilitian ini di tunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Kerangka Pikir penelitian

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Tempat Dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Desa Parenring Kecamatan Lilirilau Kabupaten Soppeng, Sulawesi selatan pada titik koordinat lahan 120º05'06.35"BT-4º34'36.30"LS, dengan ketinggian 150 meter di atas permukaan laut. Penelitian berlangsung pada Agustus hingga November 2023 pada kondisi terpapar El-Nino yang ditandai dengan suhu bulanan maksimum pada bulan Agustus (35.90 ºC), September (37.20 ºC), Oktober (37.80 ºC), dan November (36.60 ºC). Jumlah hari hujan selama penelitian hanya 15 hari dengan curah hujan bulanan 283 mm^3 yang terjadi pada November.

4.2. Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan dlam penelitian adalah biochar dari tongkol jagung, pupuk NPK (Ponska), urea, urin sapi, bakteri *Bacillus* dan *Azatobacter,* label dan bibit jagung variteas Bisi 2.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kontiki, mesin pencacah, timbangan, jangka sorong, gelas ukur dan penggaris

4.3.Metode Penelitian

4.3.1. Rancangan penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari tiga kelompok dengan empat perlakuan yaitu (P0=

kontrol; P1= pupuk *slowrelease;* P2 pupuk *slowrelease* + urin sapi; P3 = pupuk *slowrelease* + urin sapi + bakteri, sehingga terdapat 12 petak percobaan.

4.3.2. Formulasi pupuk slowrelease

Formulasi pupuk slowrelase terdiri dari biochar 900 g ditambah 3,5 g pupuk NPK dan diingkubasi selama 1 malam. Dosis formula merujuk pada penelitian (Sukmawati, 2020). Metode pembuatan pupuk slowrelase merujuk pada (Schmidt et al., 2017). Selanjutnya formulasi pupuk slowrelase yang diperkaya urin sapi terdiri dari 900 g biochar, 3,5 g pupuk NPK, 25 ml urin sapi yang dilarutkan dalam 500 ml air. Adapun pupuk slowrelease yang diperkaya urin sapi dan bakteri terdiri dari 900 g biochar, 3,5 g pupuk NPK, 25 ml urin sapi yang dilarutkan dalam 500 ml air, *Azotobacter* dan *Lactobacillus* masing-masing 5 ml dalam bentuk larutan.

4.3.3. Persiapan demplot penelitian dan aplikasi pupuk slowrelease

Persiapan demplot dimulai dengan pengolahan lahan menggunakan kultivator mini untuk menggemburkan tanah. Selain itu dilakukan pembersihan lahan dari gulma. Kemudian tanah dibuat bedengan dengan ukuran 4,5 m x 4 meter. Biochar yang telah dimodifikasi menjadi pupuk slowrelease dimasukkan dalam tanah, tanah dalam bentuk alur mengikuti jarak tanaman jagung, satu minggu sebelum penanaman jagung lihat (Gambar Lampiran 9).

4.3.4. Penanaman

Penanaman jagung dilakukan dengan cara ditugal, yaitu satu lubang tanaman terdiri atas 2 biji jagung. Jarak tanaman yang digunakan adalah 25 cm x 75 cm dengan sistem tanam jajar legowo 2:1. (Sipayung et al., 2018) Pemberian azotobakter dan Basillus dilakukan 7 hst. Pemupukan jagung mengikuti prosedur Pemupukan tahap 1 menggunakan urea pada umur tanaman 28-30 hst dan pemupukan tahap kedua pada umur 45-50 hst. Dosis urea yang digunakan adalah 0,3 g/tanaman. Pelaksanaan pemupukan pertama dilakukan dengan cara ditugal, jarak antara pupuk dan tanaman adalah 5 cm. Setelah pupuk dimasukkan dalam lubang tugal kemudian ditutup untuk menghindari penguapan. Pelaksanaan pemupukan kedua dilakukan dengan cara ditabur permukaan tanam dengan jarak 10 cm dari batang tanaman, kemudian dilaksanakan pembubunan. Pelaksanaan pembubunan berfungsi untuk menutup pupuk dan yang nantinya menopang berdirinya batang tanaman jagung . (Purwanti et al., 2022)

4.3.5. Parameter Penelitian

Adapun parameter penelitian adalah sebagai berikut:

a) Jumlah biji per baris

Pengambilan sampel jumlah biji per baris pada tongkol jagung dilakukan dengan metode yang sistematis untuk memastikan keakuratan data pengambilan sampel dimulai dengan memilih tanaman secara acak dalam

suatu petak uji coba untuk menghindari bias. Setelah panen, jumlah baris biji dihitung dengan mengamati bagian tengah tongkol jagung sebagai representasi yang paling konsisten. Selanjutnya, setiap biji dalam baris tersebut dihitung dan dirata-ratakan untuk mendapatkan jumlah biji per baris. Pendekatan ini juga didukung oleh penelitian (Ramadana et al., 2020),yang menyatakan bahwa metode ini memberikan estimasi yang lebih akurat terhadap produktivitas jagung, sehingga penting dalam penelitian agronomi dan pemuliaan tanaman

b) Jumlah biji per tongkol

Setelah pengambilan sampel, penghitungan jumlah baris biji per tongkol dilakukan dengan menghitung baris biji yang terbentuk pada setiap tongkol. menyatakan bahwa jumlah baris biji per tongkol dihitung berdasarkan biji yang terbentuk membentuk baris dalam tongkol. Langkah ini penting untuk mengidentifikasi potensi hasil dan kualitas jagung yang dihasilkan (Amas, 2018).

c) Diameter tongkol

Pengukuran diameter tongkol dilakukan pada bagian tengah tongkol setelah panen dan pengelupasan kelobot. Pengukuran ini dapat dilakukan menggunakan alat seperti jangka sorong untuk mendapatkan hasil yang presisi. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh

mencerminkan ukuran sebenarnya dari tongkol tanpa pengaruh kelobot (Nurcahya et al. 2017).

d) Berat tongkol

Berat tongkol juga dapat dihitung berdasarkan hubungan antara panjang dan diameter tongkol. Penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara ukuran fisik tongkol dengan beratnya. Petani dapat menggunakan pengukuran sederhana dengan jangka sorong atau penggaris untuk memperkirakan berat tongkol sebelum dilakukan penimbangan. Dengan demikian, metode ini dapat menjadi cara cepat untuk mengetahui potensi hasil panen (Hidayat & Susanto, 2019).

e) Bobot klobot basah

Bobot klobot basah dapat ditentukan dengan cara sederhana menggunakan metode penimbangan langsung setelah panen. Setelah tongkol jagung dipanen, klobot yang masih melekat pada tongkol tidak dikupas dan langsung ditimbang menggunakan timbangan digital atau analog untuk mendapatkan bobot totalnya. Untuk mendapatkan bobot klobot basah secara spesifik, tongkol jagung kemudian dikupas dan bagian klobot yang telah dipisahkan ditimbang kembali. Selisih antara bobot tongkol dengan klobot dan bobot tongkol tanpa klobot merupakan bobot klobot basah. Metode ini umum digunakan dalam penelitian pascapanen jagung, sebagaimana dijelaskan oleh (Supriyadi et al.. 2021).

f) Bobot klobot kering

Setelah klobot mencapai kondisi kering, tahap berikutnya adalah penimbangan menggunakan timbangan digital atau analitik. Pengukuran bobot dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap sampel guna memperoleh rata-rata bobot yang lebih akurat. Hasil rata-rata ini kemudian dibandingkan dengan bobot klobot basah untuk mengetahui persentase penyusutan selama proses pengeringan. Menurut studi (Rahmawati et al., 2019),

g) Berat 100 biji

Setelah dikeringkan, langkah berikutnya adalah memilih 100 biji jagung secara acak dari beberapa tongkol yang berbeda. Pemilihan secara acak ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif terhadap populasi biji yang dihasilkan. Biji kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital atau analitik dengan tingkat ketelitian hingga 0,01 gram agar mendapatkan hasil yang lebih presisi (Rahman et al., 2020).

h) berat 1000 biji

Pengukuran berat 1000 biji jagung merupakan parameter penting dalam evaluasi kualitas dan produktivitas benih. Menurut penelitian (Rompas et al., 2018), pengambilan sampel dilakukan dengan menimbang 1000 butir biji yang diambil secara acak dari populasi benih yang telah dipanen.

BAB.V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 HASIL

5.1.1 Jumlah Biji Perbaris

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase berpengaruh nyata terhadap jumlah biji perbaris tanaman jagung pada kondisi El-nino (Lampiran Tabel 1.).

Pengaruh nyata pupuk slowrelease teridentifikasi pada perlakuan SRF-NPK+urin, yang menghasilkan jumlah biji perbaris tertinggi, yakni (19 biji), yang brebeda nyata dengan perlakuan kontrol (10,11 biji) dan SRF-NPK+urin+bakteri (11,94 biji), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan SRF-NPK (15,32) (Tabel 1) .

Tabel 1. Rata-rata jumlah biji perbaris tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

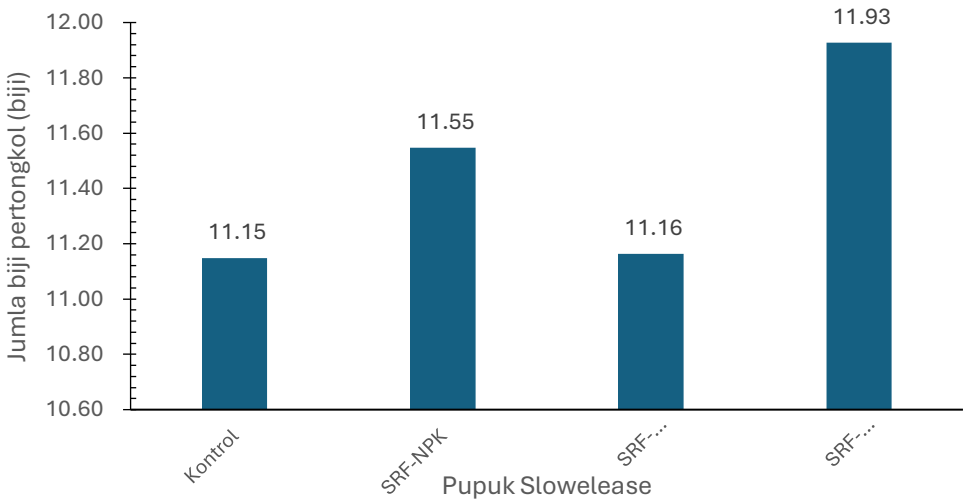
Perlakuan	Jumlah biji per baris
Kontrol	10.11^{b}
SRF-NPK	15.32^{ab}
SRF-NPK+Urin	19.00^{a}
SRF-NPK+Urin+Bakteri	11.94^{b}

Keterangan : Angka yang yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda ntyata secara signifika pada uji lanjutan DMRT pada taraf α=5%

5.1.2 Jumlah Biji Pertongkol

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah biji pertongkol tanaman jagung pada kondisi El-nino (Lampiran Tabel 2).

Pemberian pupuk slowrelease tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap rata-rata jumlah biji pertongkol pada tanaman jagung. Namun demikian jumlah biji pertongkol dihasilkan tertinggi (11,93biji) pada perlakuan SRF-NPK+urin+Bakteri. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya, yakni SRF-NPK (11,55 biji), SRF-NPK+urin (11,16 biji) dan kontrol (11,15 biji)

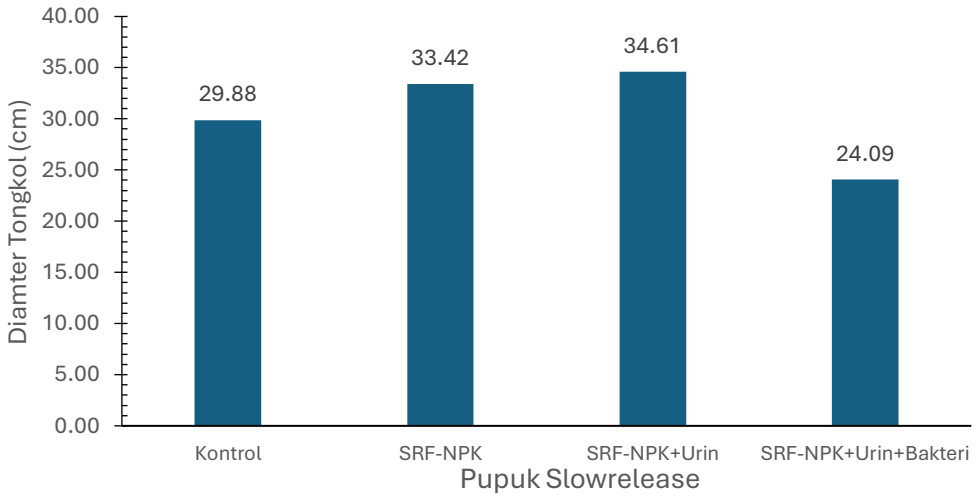


Gambar 2. Rata -rata jumlah biji pertongkol tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

5.1.3. Diameter Tongkol

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase tidak berpengaruh nyata terhadap diameter tongkol tanaman jagung pada kondisi El-nino (Lampiran Tabel 3).

Pemberian pupuk slowrelease belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap rata-rata diameter tongkol pada tanaman jagung. Namun demikian diameter tongkol dihasilkan tertinggi (34,61 cm) pada perlakuan SRF-NPK+urin. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya, yakni SRF-NPK (33,42 cm), SRF-NPK+urin+bakteri (24,09cm) dan kontrol (29,88cm).



Gambar . 3. Rata -rata diameter tongkol tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

5.1.4. Berat Tongkol

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase berpengaruh nyata terhadap jumlah biji perbaris tanaman jagung pada kondisi El-nino (Lampiran Tabel 4.).

Pengaruh nyata pupuk slowrelease teridentifikasi pada perlakuan SRF-NPK, yang menghasilkan berat tongkol tertinggi, yakni (93,56g) yang brebeda nyata dengan perlakuan SRF-NPK+urin (76,35g) dan SRF-NPK+urin+bakteri (92,42g), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (67,38g) (Tabel 4).

Tabel 4. Rata -rata Berat tongkol tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

Perlakuan	Berat tongkol
Kontrol	67.38 [b]
SRF-NPK+Urin	76.35 [a]
SRF-NPK+Urin+Bakteri	92.42 [a]
SRF-NPK	93.56 [a]

Keterangan : Angka yang yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda ntyata secara signifika pada uji lanjutan DMRT pada taraf α=5%

5.1.5.Bobot Klobot Basah

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase berpengaruh sangat nyata terhadap berat klobot basah tanaman jagung pada kondisi El-nino (Lampiran Tabel 5).

Pengaruh sangat nyata pupuk slowrelease teridentifikasi pada perlakuan SRF-NPK+urin, yang menghasilkan bobot klobot basah, yakni (6,33kg) yang brebeda nyata dengan perlakuan SRF-NPK (6,00 kg) dan SRF-NPK+urin+bakteri (5,33 kg), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (2,77 kg) (Tabel 5).

Tabel 5. Rata -rata Berat bobot klobot basah tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

Perlakuan	Berat Klobot Basah
Kontrol	2.77 b
SRF-NPK	6.00 a
SRF-NPK+Urin+Bakteri	5.33 a
SRF-NPK+Urin	6.33 a

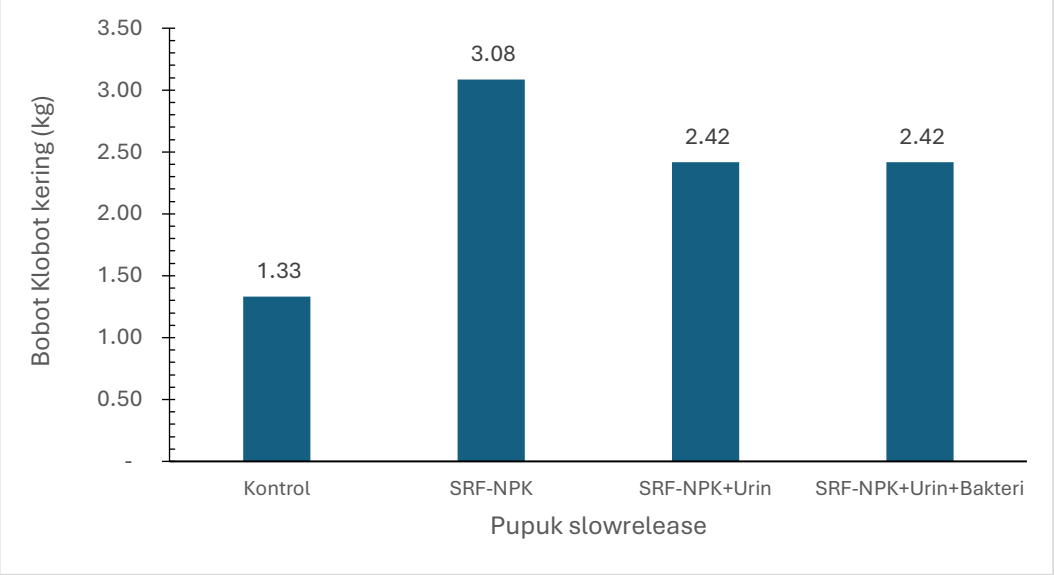
Keterangan : Angka yang yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda ntyata secara signifika pada uji lanjutan DMRT pada taraf α=5%

5.1.6.Bobot Klobot Kering

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase tidak berpengaruh nyata terhadap diameter tongkol tanaman jagung pada kondisi El-nino (Gambar 6).

Pemberian pupuk slowrelease tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap rata-rata bobot klobot kering pada tanaman jagung. Namun demikian bobot klobot kering dihasilkan tertinggi (3,08 kg) pada perlakuan SRF-NPK.

Hasil ini tidak berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya, yakni SRF-NPK+urin (2,42 kg), SRF-NPK+urin+bakteri (2,42 kg) dan kontrol (1,33).

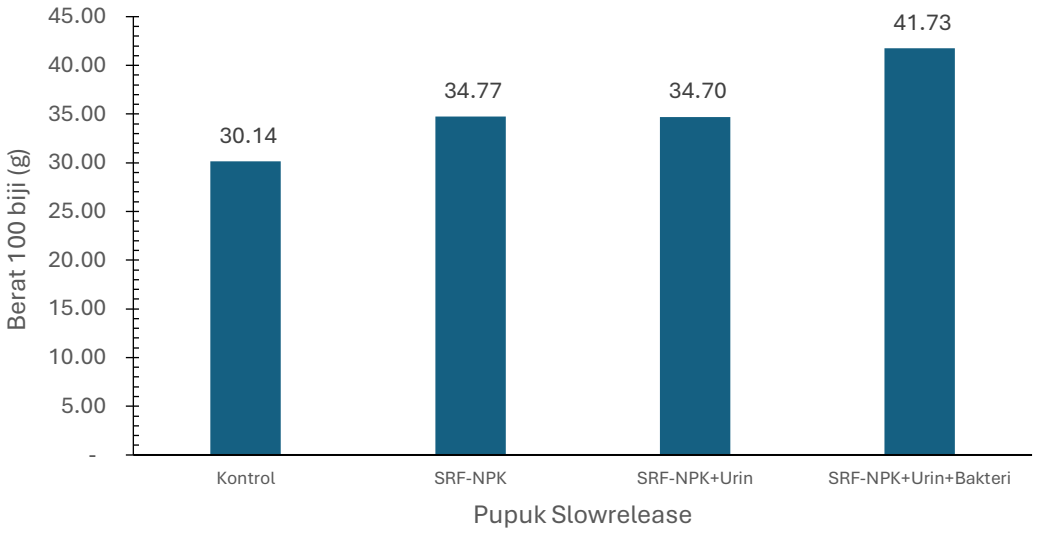


Gambar. 6. Rata -rata bobot kobot kering tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

5.1.7. Berat 100 Biji

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase tidak berpengaruh nyata terhadap diameter tongkol tanaman jagung pada kondisi El-nino (Gambar 7).

Pemberian pupuk slowrelease tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap rata-rata berat 100 biiji pada tanaman jagung. Namun demikian berat 100 biji dihasilkan tertinggi (41,73 g) pada perlakuan SRF-NPK+urin+bakteri. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya, yakni SRF-NPK+urin (34,70 g), SRF-NPK (34,77g) dan kontrol (30,14).



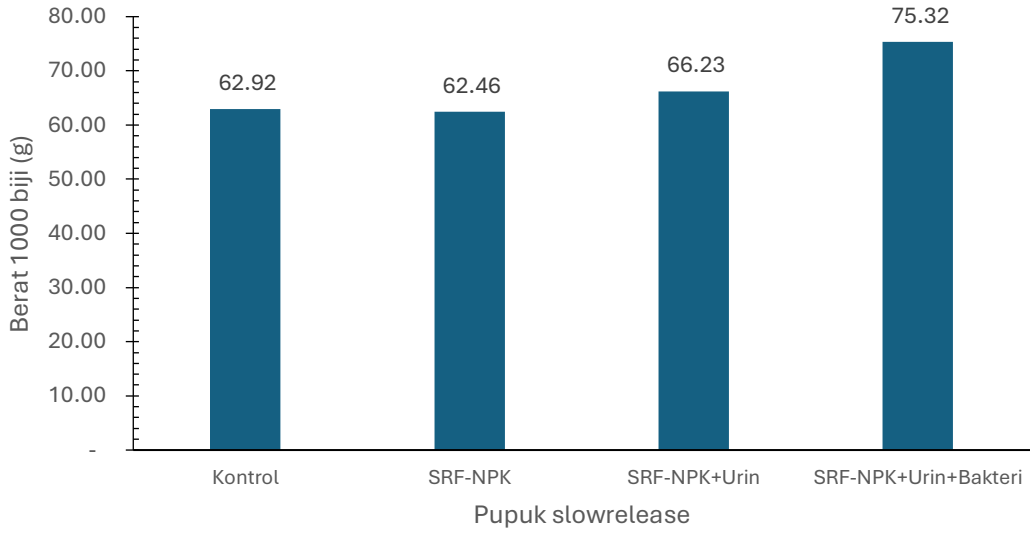
Gambar . 7. Rata -rata berat 100 biji tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

5.1.8. Berat 1000 Biji

Berdasarkan sidik ragam, pemberian pupuk slowrelase tidak berpengaruh nyata terhadap diameter tongkol tanaman jagung pada kondisi El-nino (Gambar 8).

Pemberian pupuk slowrelease belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap rata-rata berat 1000 biiji pada tanaman jagung. Namun demikian berat 1000 biji dihasilkan tertinggi (75,32 g) pada perlakuan SRF-NPK+urin+bakteri. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya, yakni SRFNPK+urin(66,23g),SRF NPK (62,46g) dan kontrol (62,92g)

.



Gambar . 8. Rata -rata berat 1000 biji tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk slowrelease berbasis biochar pada kondisi El-nino

5.2 PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukan bahwa jumlah biji per baris merupakan parameter yang mencerminkan efisiensi pembentukan biji pada tongkol dan ketersediaan nitrogen yang cukup dapat meningkatkan proses pembentukan biji. Perlakuan SRF-NPK+URIN menghasilkan jumlah biji tertinggi (19,00), menunjukkan bahwa kombinasi pupuk ini mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis dan distribusi hasil fotosintat. Penelitian yang dilakukan oleh Purbajanti et al. (2016) juga menemukan bahwa kombinasi nitrogen dan bahan organik dapat meningkatkan jumlah biji pada jagung.data menunjukka n bahwa perlakuan SRF NPK+ urin+ azotobacter memberikan hasil tertinggi (11,93). Hal ini sesuai dengan penelitian Saragih et al. (2018), yang

menyatakan bahwa Azotobacter dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen melalui fiksasi biologis, yang dapat berkontribusi pada peningkatan produksi biji.

Hasil penelitian menurut Havlin et al. (2005), pemupukan yang optimal dapat meningkatkan kualitas tongkol jagung. Perlakuan SRF-NPK+urin menghasilkan diameter terbesar (34,61), yang menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif yang mendukung perkembangan tongkol. Sebaliknya, SRF-NPK+urin+bakteri menunjukkan hasil terendah (24,09), yang mungkin disebabkan oleh ketidakseimbangan mikrobiologi tanah akibat interaksi mikroba yang kurang optimal.

Menurut Fageria (2007), berat tongkol dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara utama seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. SRF-NPK menunjukkan berat tertinggi (93,56), yang menunjukkan efektivitas pupuk ini dalam meningkatkan hasil panen. Sebaliknya, SRF-NPK+urin+bakteri menunjukkan hasil lebih rendah, yang menunjukkan bahwa interaksi bakteri dalam kondisi tertentu mungkin tidak mendukung peningkatan berat tongkol.

Bobot klobot basah merupakan salah satu indikator hasil panen yang dipengaruhi oleh penggunaan pupuk dan mikroorganisme tertentu, pupuk organik dan anorganik dapat meningkatkan kapasitas produksi tanaman dengan menyediakan unsur hara esensial. Dalam penelitian ini, perlakuan SRF-NPK+urin memberikan hasil tertinggi sebesar 6,33, menunjukkan bahwa

kombinasi pupuk SRF-NPK dengan urin mampu meningkatkan hasil secara signifikan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Setiawan et al. (2015), yang menyatakan bahwa penggunaan urin sebagai pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman melalui peningkatan ketersediaan nitrogen. Sementara itu, perlakuan SRF-NPK+urin+bakteri menunjukkan hasil lebih rendah dibandingkan SRF-NPK+urin, yang mengindikasikan bahwa penambahan bakteri Azotobacter mungkin tidak selalu memberikan manfaat tambahan dalam kondisi tertentu.

Unsur hara yang cukup dapat meningkatkan hasil biomassa tanaman, termasuk bobot klobot kering. Data menunjukkan bahwa perlakuan SRF-NPK memberikan hasil tertinggi sebesar 3,08, mengindikasikan bahwa pupuk ini mampu menyediakan nutrisi yang lebih stabil. Hasil ini didukung oleh penelitian Susilawati (2017), yang menemukan bahwa pupuk NPK dengan pelepasan terkendali (SRF) dapat meningkatkan efisiensi serapan unsur hara. Perlakuan SRF-NPK+urin dan SRF-NPK+urin+bakteri tidak memberikan peningkatan signifikan, yang menunjukkan bahwa kombinasi ini mungkin kurang efektif dalam kondisi penelitian ini.

Data menunjukkan bahwa SRF-NPK+urin+bakteri memberikan hasil tertinggi (41,73). Menurut Sylvia et al. (2005), kombinasi pupuk dan mikroorganisme dapat meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman, sehingga meningkatkan bobot biji.

Perlakuan SRF-NPK+urin+bakteri menghasilkan berat tertinggi (75,32), yang menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu meningkatkan kualitas biji. Menurut Marschner (2012), kombinasi pupuk dengan mikroorganisme yang tepat dapat meningkatkan sintesis protein dan akumulasi cadangan makanan dalam biji.

Berdasarkan analisis ini, kombinasi SRF-NPK dengan urin secara umum memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan parameter produksi jagung. Namun, efektivitas penambahan Azotobacter bervariasi tergantung pada parameter yang diamati, menunjukkan bahwa interaksi mikroba dalam sistem pertanian harus dikaji lebih lanjut agar dapat dioptimalkan untuk meningkatkan produktivitas tanaman secara maksimal

BAB. VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Hasil penelitian menemukan bahwa pupuk SRF berpangaruh nyata terhadap parameter produksi, diantaranya jumlah biji perbaris, bobot klobot basah .Dimana pupuk SRF yang diperkaya urin sapi meberikan hasil terbaik, teridentifikasi pada jumlah biji perbaris (18,99), bobot klobot basah (6,33 g), bobot klobot kering (2,41 g) dan diameter tongkol (34,60 cm). Dengan demikian, SRF yang diperkaya dengan urin sapi dapat meningkatkan ketahanan jagung terhadap el nino.

6.2 SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar evaluasi penggunaan pupuk slow release berbasis biochar terhadap produksi jagung hibrida di bawah tekanan El Niño dilakukan dengan pendekatan yang lebih komprehensif, mencakup berbagai jenis biochar dan formulasi pupuk slow release yang berbeda. Pengujian sebaiknya dilakukan di berbagai kondisi agroekologi untuk memahami efektivitasnya dalam berbagai tingkat kekeringan dan jenis tanah. Selain itu, analisis lebih lanjut terhadap aspek ekonomi dan keinginan penggunaan pupuk ini, termasuk dampaknya terhadap kesuburan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Allen, C. D., Breshears, D. D., & McDowell, N. G. (2015). On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. Ecosphere, 6(8), 1-55

Amas, Azmi Nur Karimah. (2018). Analisis Pertumbuhan dan Hasil Jagung Berdasarkan Karakteristik Biji per Tongkol. Universitas Hasanuddin.

Aziz, H., Permana, E., & Senda, S. P. (2022). Pembuatan Pupuk Lepas Lambat (*Slow Release Fertilizer*) NPK Berbasis Abu Tempurung Kelapa yang Dienkapsulasi dengan Asam Humat. Universitas Jambi.

Debora Lobang. (2022). *Karakterisasi Dan Uji Pelepasan Nitrogen Pupuk Slow Release Dengan Matrix Kitosan-Silika*. 2022. PhD Thesis. Repositori Universitas Tribuana (Untrib) Kalabahi.

Djuniarty, T., Susila, A. W., & Haryanto, T. (2024). Pengaruh Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Hibrida. Jurnal Agronomi Indonesia, 52(1), 12-20.

Duvick, DN (2005). Kontribusi pemuliaan tanaman terhadap peningkatan hasil jagung (*Zea mays L.*). Kemajuan dalam Agronomi, 86 , 83–145.

Dwimareta, D. F., Munir, M., & Riza, S. (2023). Pengaruh Tekstur Tanah dan Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. Universitas Brawijaya

Fageria, N.K. (2007). Nutrient Interactions in Crop Plants. Journal of Plant Nutrition, 30(7), 1269-1290.

FAO. (2016). El Niño: Implications and Scenarios for 2015-2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., & Dahe, Q. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental

Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press.

Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah yang sangat lapuk di daerah tropis dengan arang – Sebuah tinjauan. Biologi dan Kesuburan Tanah, 35 (4), 219–230.

Haryanto, T., Susilo, R., & Mulyadi, S. (2020). Pengaruh faktor lingkungan terhadap produktivitas jagung hibrida di Indonesia. Jakarta: AgroMedia.

Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., & Nelson, W.L. (2005). Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Pearson Prentice Hall.

Hidayat, A., & Susanto, B. (2019). Hubungan Antara Ukuran Fisik dan Berat Tongkol Jagung. Jurnal Agronomi Indonesia, 47(2), 145-152.

Hsiang, S. M., Burke, M., & Miguel, E. (2011). Quantifying the Influence of Climate on Human Conflict. Science, 331(6017), 1212-1216.

Hughes, T. P., Kerry, J. T., & Simpson, T. (2017). Large-scale bleaching of corals on the Great Barrier Reef. Nature, 543(7645), 373-377.

Iizumi, T., Luo, J. J., & Sakurai, G. (2014). Impacts of El Niño Southern Oscillation on the global yields of major crops. Nature Communications, 5, 3712.

Ismail, A. (2019). Kesuburan tanah dan produktivitas tanaman: Studi kasus pada jagung hibrida. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Jeffery, S., Verheijen, FGA, van der Velde, M., & Bastos, AC (2011). Tinjauan kuantitatif tentang dampak aplikasi biochar ke tanah terhadap produktivitas tanaman menggunakan meta-analisis. Pertanian, Ekosistem & Lingkungan, 144 (1), 175–187.

Jonathan. (2015). Analisis Hasil dan Kualitas Jagung Berdasarkan Teknik Budidaya. Universitas Brawijaya.

Lal, R. (2020). Pertanian regeneratif untuk pangan dan iklim. Jurnal Konservasi Tanah dan Air, 75 (5), 123A-129A.

Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation. Routledge, London.

Malau, Leo Rio Ependi, et al. "Dampak perubahan Iklim Terhadap Produksi Tanaman Pangan Di Indonesia: Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Tanaman Pangan Di Indonesia." Jurnal Penelitian Pertanian Terapan 23.1 (2023): 34-46.

Marschner, P. (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.

Novak, JM, Lima, I., Xing, B., Gaskin, J., Steiner, C., Das, KC, Ahmedna, M., Rehrah, D., & Schomberg, H. (2016). Dampak biochar terhadap penyimpanan kelembapan tanah di Ultisol dan dua Alfisol. Ilmu Tanah, 181 (9–10), 458–471.

Nurcahya, R., Kurniawan, D., & Lestari, S. (2017). Metode Pengukuran Diameter Tongkol Jagung dengan Jangka Sorong. Jurnal Ilmu Pertanian, 45(3), 175-182.

Nurida, Neneng Laela. "Potensi pemanfaatan biochar untuk rehabilitasi lahan kering di Indonesia." Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus 8.3 (2014): 57-68.

Obradovich, N., Migliorini, R., Mednick, S. C., & Fowler, J. H. (2018). Nighttime temperature and human sleep loss in a changing climate. Science Advances, 3(5), e1601555

Patunru, A. A. (2021). *Membangun Ketahanan Pangan dan Mengelola Risiko di Asia Tenggara*. Friedrich Naumann Foundation for Freedom & Center for Indonesian Policy Studies.

Purbajanti, E.D., Widada, J., & Supriyadi, S. (2016). Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung. Jurnal Agronomi Indonesia, 44(2), 105-114.

Purwanti, E. W., Waskito, H., Darmanto, D., Sa'diyyah, I., & Budianto. (2022).

Pengaruh Aplikasi *Bacillus sp*. dan *Azotobacter sp*. sebagai Rizobakteri Pemicu Pertumbuhan Tanaman terhadap Produktivitas dan Kualitas Hasil Jagung Manis (*Zea mays sacharata* L.). Jurnal Hortikultura Indonesia, 13(1), 43-48

Rahman, A., Suryatmana, P., & Setiawati, M.R. (2019). Pengaruh pemberian pupuk magnesium dan fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (Zea mays L.) pada tanah regosol. Jurnal Agronomi Indonesia, 47(1), 45-52.

Rahman, A., Widodo, H., & Saputra, D. (2020). Analisis produktivitas jagung berdasarkan bobot biji dan faktor lingkungan. Agrotech Journal, 15(3), 45-52

Rahmawati, L., Nugroho, P., & Sari, M. (2019). Studi penyusutan bobot klobot jagung selama proses pengeringan. Jurnal Ilmu Tanaman Tropika, 17(3), 78-89.

Ramadana, F., Suryanto, A., & Hidayati, N. (2020). Pengaruh Pupuk Kandang Plus Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi, 22(1), 1-10.

Rompas, C. T., Tumbelaka, S., & Kojoh, D. A. (2018). Pengaruh Pemangkasan Daun terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L*.). COCOS, Universitas Sam Ratulangi.

Saragih, B., Siregar, L.A., & Manurung, D. (2018). Peran Azotobacter dalam Meningkatkan Produktivitas Tanaman Jagung. Jurnal Agroekoteknologi Tropika, 7(3), 45-53.

Sari, P. M., Surahman, M., & Budiman, C. (2018). Peningkatan produksi dan mutu benih jagung hibrida melalui aplikasi pupuk N, P, K, dan bakteri probiotik. Buletin Agrohorti, 6(3), 412-421.

Schmidt, H. P., Pandit, B. H., Cornelissen, G., & Claudia, I. (2017). . Biochar-based fertilization with liquid nutrient enrichment : 21 field trials covering

13 crop species in nepal. Land Dagradation & Development,28,(8),Pages2324-2342. https://doi.org/10.1002/ldr.2761

Setiawan, A., Haryanto, T., & Sudarsono, P. (2015). Penggunaan Urin sebagai Pupuk Organik Cair. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 20(1), 25-32.

Setiawan, B., & Harjono, A. (2021). Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Jagung. Jurnal Agrometeorologi, 15(2), 123–131..

Siregar, R., & Ahmad, H. (2021). Teknik budidaya dan optimalisasi produksi jagung hibrida. Medan: Pustaka Agroteknologi.

Sukmawati. (2020). Perbaikan Retensi Air Fosfor dan Nitrogen dari Biochar yang ditambahkan Bakteri Penghasil Alginat Utuk Peningkatan Produktivitas Lahan Kering (Disertasi) [Pasca Sarjana Unhas].

Supriyadi, & Santoso, U. Wihenti, A. I (2021). Karakteristik fisik dan kimia kelobot jagung (*Zea mays*) sebagai bahan pengemas. *Warta IHP*, 38(1), 46–53

Susilawati, R. (2017). Efektivitas Pupuk NPK Pelepasan Terkendali terhadap Produksi Jagung. Jurnal Tanah dan Iklim, 41(1), 15-22.

Sutoro, B. (2018). Genetika tanaman dan produktivitas jagung hibrida. Bandung: Penerbit Andi.

Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G., & Zuberer, D.A. (2005). Principles and Applications of Soil Microbiology. Pearson Prentice Hall.

Widodo, P. (2022). Faktor sosial-ekonomi dalam budidaya jagung hibrida di Indonesia. Malang: Universitas Brawijaya Press.

Widodo, S., et al. (2022). Adaptasi Tanaman Jagung terhadap Kekeringan Akibat El Niño. Prosiding Seminar Nasional Pertanian..

Woolf, D., Amonette, JE, Street-Perrott, FA, Lehmann, J., & Joseph, S. (2010). Biochar berkelanjutan untuk mengurangi perubahan iklim global. Nature Communications, 1 , 56.