

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

1) Tinggi Tanaman

Hasil sidik ragam pada variabel tinggi tanaman kedelai bahwa terdapat interaksi nyata dari perlakuan *biomatriconditioning* benih pada ketiga bakteri *indigenous* dan beberapa media matrik. Hasil uji lanjut dengan uji DMRT taraf 5% disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Rata rata tinggi tanaman kedelai (cm) pada berbagai kombinasi perlakuan bakteri *indigenous* dan beberapa media *biomatriconditioning* umur 2,3,4, dan 5 MST.

Perlakuan	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
S1B1	16,80abc	23,25bc	31,33b	49,50c
S1B2	15,13a	20,13a	27,43ab	42,00ab
S1B3	17,80bc	23,50bc	31,00b	48,00c
S2B1	18,27c	25,17c	36,07c	56,50d
S2B2	17,50bc	23,25bc	29,50ab	47,33bc
S2B3	17,13abc	20,73ab	25,67a	40,50a
S3B1	18,13bc	23,58bc	31,50b	50,33c
S3B2	16,13ab	23,00bc	31,17b	51,00c
S3B3	17,12abc	23,50bc	29,47ab	45,1abc

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan tinggi tanaman terbaik pada umur 2 MST yaitu perlakuan S2B1 dengan nilai 18,27cm berbeda nyata dengan perlakuan S1B2 dan S3B2, tetapi tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan pada umur 3 MST diperoleh perlakuan terbaik S2B1 dengan nilai 25,17cm berbeda nyata dengan perlakuan S1B2 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kemudian pada umur 4 MST perlakuan kombinasi S2B1 merupakan perlakuan terbaik dengan nilai 36,07 cm, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dan pada umur 5 MST perlakuan S2B1 konsisten merupakan perlakuan terbaik dengan nilai 56,5 cm yang berbeda nyata dengan kombinsi perlakuan lainnya.

2) Diameter batang

Hasil sidik ragam pada variabel tinggi tanaman kedelai bahwa terdapat interaksi nyata dari perlakuan ketiga bakteri *Indigenous* dan beberapa media *biomatriconditioning*. hasil uji lanjut dengan uji DMRT taraf 5% disajikan pada tabel 3.

Tabel 2. Rata rata diameter batang tanaman kedelai (mm) pada berbagai kombinasi perlakuan bakteri indigenous dan beberapa media *biomatriconditioning* umur 2,3,4, dan 5 MST.

Perlakuan	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
S1B1	23,50a	33,00bc	42,50b	52,00a
S1B2	22,83a	29,83b	32,67a	56,67ab
S1B3	24,17ab	31,50b	41,33b	56,20ab
S2B1	26,00c	35,50c	49,16c	69,34d
S2B2	25,43bc	30,17b	41,33b	57,2abc
S2B3	23,90a	25,83a	33,00a	58,83bc
S3B1	23,00a	30,67b	42,83b	63,33c
S3B2	23,10a	32,00b	41,00b	58,3abc
S3B3	23,50a	31,17b	38,67b	52,00a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

Pada Tabel 3 diatas menunjukkan diameter batang terbaik pada umur 2 MST yaitu perlakuan S2B1 dengan nilai terbaik 26,0 mm, yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan S2B2 tetapi berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan pada umur 3 MST diperoleh perlakuan terbaik. S2B1 dengan nilai tertinggi 35,5 mm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan S1B1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kemudian pada umur 4 MST perlakuan kombinasi S2B1 tetap menjadi perlakuan terbaik dengan nilai tertinggi 49,16 mm yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dan pada umur 5 MST perlakuan S2B1 konsisten menjadi perlakuan terbaik dengan nilai terbaik 69,34 mm yang berbeda nyata dengan kombinsi perlakuan lainnya.

3) Jumlah daun

Hasil sidik ragam pada variabel tinggi tanaman kedelai bahwa terdapat interaksi nyata dari perlakuan ketiga bakteri *indigenous* dan beberapa media *biomatriconditioning*. hasil uji lanjut dengan uji DMRT taraf 5% disajikan pada tabel 4.

Tabel 3. Rata rata jumlah daun tanaman kedelai (helai) pada berbagai kombinasi perlakuan bakteri indigenous dan beberapa media *biomatrixconditioning* umur 2,3,4, dan 5 MST.

Perlakuan	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
S1B1	4,00ab	7,50bc	10,34abc	23,83c
S1B2	4,00ab	6,50ab	9,83ab	23,3bc
S1B3	4,67ab	6,50ab	9,50a	24,00c
S2B1	5,00b	8,83c	11,83d	26,83d
S2B2	5,00b	7,50bc	10,50bc	21,16ab
S2B3	3,67a	5,67a	10,00abc	22,3abc
S3B1	5,00b	7,33abc	10,17abc	20,50a
S3B2	5,00b	7,33abc	9,67ab	24,67c
S3B3	4,17ab	7,83bc	10,83c	23,34c

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

Pada tabel 4 ditunjukkan nilai jumlah daun pada umur 2 MST dengan perlakuan terbaiknya S2B1 yaitu dengan jumlah 5 helai daun berbeda nyata dengan perlakuan S2B3 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada umur 3 MST kombinasi perlakuan S2B1 merupakan perlakuan yang terbaik dengan nilai tertinggi 8,83 helai berbeda nyata dengan perlakuan S1B2, S1B3 dan S2B3 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kemudian pada umur 4 MST kombinasi perlakuan S2B1 merupakan perlakuan yang terbaik dengan nilai tertinggi 11,83 helai yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada umur 5 MST kombinasi perlakuan S2B1 konsisten perlakuan terbaik dengan nilai terbaik 26,83 helai berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

4) Produksi

Hasil sidik ragam pada variabel produksi tanaman kedelai ini diantaranya jumlah polong, berat polong, jumlah biji dan berat biji. Terdapat interaksi nyata dari perlakuan ketiga bakteri indigenous dan beberapa media *biomatrixconditioning*. Hasil uji lanjut dengan uji DMRT taraf 5% disajikan pada tabel 5.

Tabel 4. Rata rata beberapa variabel hasil produksi tanaman kedelai pada berbagai kombinasi perlakuan bakteri indigenous dan beberapa media *biomatrixconditioning* yaitu jumlah polong (butir), berat polong (gram), jumlah biji (butir) dan berat biji (gram).

Perlakuan	JUMLAH POLONG	BERAT POLONG	JUMLAH BIJI	BERAT BIJI
S1B1	128,00c	163,00de	227,47c	69,83f
S1B2	126,00c	179,73f	187,00b	48,2cd
S1B3	126,17c	155,67cd	231,50c	47,0cd
S2B1	192,50e	254,50g	411,20g	89,33g
S2B2	137,50d	171,17ef	283,20f	53,50e
S2B3	102,17b	146,17b	227,00c	41,67b
S3B1	83,67a	94,00a	149,17a	24,00a
S3B2	138,83d	154,00bc	267,00e	45,5bc
S3B3	144,67d	175,30f	246,67d	52,0de

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan nilai beberapa variabel hasil produksi tanaman kedelai. Pada jumlah polong kedelai hasil terbaik terdapat pada kombinasi perlakuan S2B1 dengan nilai terbaik 192,50 polong yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada variabel berat polong, kombinasi perlakuan S2B1 tetap merupakan perlakuan terbaik dengan nilai tertinggi 254,50gram yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada variabel hasil jumlah biji, hasil terbaik ada pada perlakuan S2B1 dengan nilai terbaik 411,20 butir yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada variabel hasil berat biji, hasil terbaik ditunjukkan pada perlakuan S2B1 dengan nilai tertinggi 89,3 gram yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

4.2 Pembahasan

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) membutuhkan vigor benih yang baik untuk optimalisasi pertumbuhan dan hasil. Perlakuan benih dengan metode Biomatriconditioning dengan bakteri indigenous dapat memaksimalkan vigor benih, pertumbuhan, dan ketahanan awal dengan memanfaatkan mikroba lokal yang adaptif. Efektivitasnya dipengaruhi sifat media matrik yang digunakan dalam perlakuan biomatriconditioning benih.

Parameter tinggi tanaman (cm) memperlihatkan interaksi yang nyata antara penggunaan bakteri indigenous (S) dan media matrik (B) pada perlakuan *biomatriconditioning*. Pada penelitian ini didapatkan perlakuan terbaik pada kombinasi perlakuan S2B1 yang berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Perlakuan ini merupakan kombinasi antara bakteri indigenous *Pseudomonas* sp. dengan media matrik arang sekam yang menunjukkan nilai tertinggi yang dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil tersebut, perlakuan *biomatriconditioning* dengan bakteri indigenous *Pseudomonas* sp. yang dikombinasikan dengan media matrik arang sekam lebih baik dari bakteri lainnya dan dengan media matrik lainnya karena bakteri *pseudomonas* memiliki kemampuan untuk memproduksi hormon pertumbuhan tanaman selain itu *pseudomonas* juga dikenal sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) yang berkontribusi pada pertumbuhan yang menjadikan tanaman bisa tumbuh dan berkembang secara optimal, hal ini selaras dengan yang diutarakan oleh Wibowo et al., (2025). Selvi et al., (2025) juga mengatakan tanaman yang diberi arang sekam tumbuh lebih tinggi dari pada yang tidak diberi pada aplikasi *biomatriconditioning*.

Kombinasi penggunaan bakteri indigenous (S) dan media matrik (B) pada perlakuan *biomatriconditioning* memperlihatkan interaksi nyata pada parameter diameter batang. Pada pengamatan minggu 2-5 MST didapatkan hasil terbaik pada kombinasi perlakuan S2B1 yang menunjukkan nilai terbaik yang dapat dilihat pada Tabel 3. Perlakuan ini adalah kombinasi antara bakteri indigenous *Pseudomonas* sp. dengan media matrik arang sekam (S2B1). Dari hasil ini, perlakuan kombinasi *biomatriconditioning* dengan bakteri indigenous *Pseudomonas* sp. yang dikombinasikan dengan media matrik arang sekam lebih baik dari bakteri lainnya dan dengan media matrik lainnya. Hal tersebut sesuai dengan penelitian terdahulu dari (Wibowo et al., 2025) bahwa *biomatriconditioning* benih dengan bakteri indigenous menghasilkan nilai diameter batang terbaik di beberapa waktu pengamatan, yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Menurut Handayani et al., (2019) perlakuan *biomatriconditioning* benih dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada variabel diameter batang.

Interaksi juga terlihat pada parameter jumlah daun antara penggunaan bakteri indigenous (S) dan media matrik (B) pada perlakuan biotriconditioning. Dari hal tersebut, pada Tabel 4 ditunjukkan bahwa kombinasi perlakuan S2B1 merupakan perlakuan terbaik dengan nilai tertinggi di semua pekan pengamatan yang menunjukkan perbedaan nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Hasil tersebut diatas selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Handayani et al., (2019) bahwa biotriconditioning *Pseudomonas* yang ditambah dengan arang sekam berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Hal tersebut disebabkan bakteri *Pseudomonas* sebagai rizhobakter sebagai pemacu pertumbuhan tanamanyang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sebagai perangsang pertumbuhan dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh pada lingkungan akar yang diindikasikan oleh variabel tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun.

Variabel produksi tanaman kedelai pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5. Penggunaan bakteri indigenous (S) dan media matrik (B) pada perlakuan biotriconditioning memperlihatkan interaksi nyata di tiap parameter hasil produksi dengan S2B1 sebagai perlakuan terbaik yaitu kombinasi perlakuan antara bakteri indigenous *Pseudomonas* sp (S2) dengan media matrik arang sekam (B1).

Dalam hasil penelitian yang dilakukan (Handayani et al., 2019) disebutkan bahwa terdapat pengaruh pada perlakuan *biotriconditioning pseudomonas* + arang sekam terhadap hasil tanaman. Hal tersebut juga sesuai dengan dugaan (Wahyuni et al., 2022) bahwa arang sekam memiliki kandungan unsur N, K dan C yang disebabkan setelah dilakukan proses pembakaran, sehingga mudah terdekomposisi dan tinggi kadar karbon yang menjadikan hasil produksi tanaman kedelai pada perlakuan media arang sekam merupakan yang terbaik dibandingkan dengan media matrik lainnya.

Jumlah polong, yang merupakan salah satu faktor penting dalam hasil produksi yang tertera di Tabel 5, menunjukkan bahwa perlakuan S2B1 adalah perlakuan terbaik, lebih tinggi jauh dibandingkan dengan perlakuan variasi lainnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Selvi et al., (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan media arang sekam padi melalui matrikondisi efektif untuk meningkatkan jumlah polong per tanaman kedelai (*Glycine max* (L). Merr) dengan meningkatkan viabilitas serbuk sari dan keberhasilan persilangan, dibandingkan dengan benih yang tanpa perlakuan *biotriconditioning*. Arang sekam memiliki peran penting dalam meningkatkan potensi kelembaban tanah dan ketersediaan zat hara makro seperti nitrogen dan kalium, yang membantu diferensiasi lateral meristem pada batang dan peningkatan pembentukan set

polong yang lebih banyak selama fase pertumbuhan kedelai. Selain itu, Wibowo et al., (2025) menambahkan temuan ini dengan menjelaskan bahwa adanya interaksi yang saling memperkuat antara media berpori dan agen biologis dalam *biomatrixconditioning* bisa merangsang produksi auksin, sehingga menurunkan kerugian polong dan meningkatkan retensi polong per tanaman dalam kondisi irigasi terbatas. Gabungan efek ini tidak hanya meningkatkan hasil kuantitatif tetapi juga ketahanan tanaman terhadap faktor lingkungan yang tidak menguntungkan.

Parameter berat polong tanaman kedelai (*Glycine max* (L). Merr), seperti yang tercantum dalam Tabel 5, menunjukkan bahwa perlakuan S2B1 adalah yang terbaik dan secara statistik lebih unggul dibanding perlakuan lainnya. Peningkatan ini mencerminkan akumulasi biomassa yang sangat baik selama fase pengisian polong, di mana penyerapan karbon ke bagian reproduktif meningkat karena perbaikan kondisi air dan nutrisi di rizosfer. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Endrawati & Nugroho, (2025), yang menyatakan bahwa perlakuan media organik berpori seperti arang sekam meningkatkan berat polong kedelai dengan memicu aktivitas nitrogenase mikroba dan efisiensi penyerapan fosfor, mengurangi persaingan antar polong dan memaksimalkan pengisian biji. Secara serupa, Priyanto, (2019) mencatat efek positif dari perlakuan benih terhadap parameter ini pada varietas lokal kedelai, dengan peningkatan berat polong karena adanya peningkatan protein penyimpan yang didukung oleh ketersediaan hara mikro untuk fiksasi nitrogen. Secara keseluruhan, konsistensi dengan penelitian sebelumnya ini menunjukkan potensi S2B1 dalam sistem pertanian atau lahan marginal, di mana perbaikan sifat fisik-kimia media tanam tidak hanya meningkatkan hasil saat panen tetapi juga berkelanjutan dalam jangka panjang melalui siklus nutrisi yang lebih efisien dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

Pada parameter jumlah biji per tanaman, perlakuan S2B1 terlihat sebagai perlakuan yang paling baik. Ini secara statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan perlakuan lain. Temuan ini sejalan dengan penelitian Wibowo et al., (2025), yang menunjukkan bahwa penggunaan bio-kondisioning berbasis arang sekam dan mikroba lokal secara signifikan meningkatkan jumlah biji pada tanaman legum. Hal ini terjadi karena peningkatan keberhasilan fertilisasi dan pengurangan biji yang gugur akibat tekanan osmotik dalam fase reproduktif. Mekanisme utama yang terlibat adalah perbaikan keseimbangan hormon auksin dan giberelin yang memacu pembentukan primordia bunga serta pengisian ovarium, yang didukung oleh studi Endrawati et al., (2024), yang melaporkan peningkatan jumlah biji hingga 35% dalam kondisi penyimpanan matriks yang

serupa karena optimalisasi penyerapan nutrisi N dan P di rizosfer. Selain itu, Hamriani et al., (2023) menegaskan adanya efek sinergis ini melalui penelitian lapangan, dimana *biomatriconditioning* dengan bahan organik berpori meningkatkan fotosintesis bersih dan penyimpanan karbon ke bagian reproduktif, sehingga menghasilkan jumlah biji yang lebih tinggi (rata-rata 380-420 butir).

Dalam parameter berat biji, perlakuan S2B1 terbukti menjadi perlakuan yang paling baik, yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol serta variasi lainnya. Temuan ini sama dengan apa yang dibuktikan oleh Selvi et al., (2025), yang menunjukkan bahwa penggunaan arang sekam dalam proses *biomatriconditioning* secara signifikan meningkatkan berat biji tanaman legum melalui peningkatan retensi air dan ketersediaan nutrisi mikro, terutama fosfor dan kalium, yang berperan dalam akumulasi biomassa kering selama fase pengisian biji. Proses ini didasarkan pada karakteristik poros arang sekam yang memperbaiki struktur media tanam, memungkinkan penyerapan air dan oksigen oleh akar yang lebih optimal, yang pada gilirannya merangsang sintesis protein penyimpan serta karbohidrat non-struktural di endosperm biji (Wibowo et al., 2025). Di samping itu, terdapat kemungkinan interaksi sinergis antara arang sekam dan agen pengkondisian matriks yang melibatkan aktivasi enzim hidrolitik serta peningkatan aktivitas mikroba di rizosfer, sebagaimana dijelaskan juga oleh Wibowo et al., (2025) yang berkontribusi pada efisiensi metabolisme fosfat dan pertumbuhan vegetatif yang terus berlanjut, menghasilkan peningkatan berat biji hingga 25-30% jika dibandingkan dengan kondisi tanpa perlakuan *biomatriconditioning*.

Mekanisme kombinasi bakteri *Pseudomonas* dengan media arang sekam bekerja menstimulasi awal metabolisme benih, dengan media ini memberikan imbibisi air yang lambat dan terkontrol sehingga metabolisme awal benih diaktivasi tanpa memicu protrusi radikula premature, ini memperbaiki viabilitas dan keseragaman perkecambahan yang mendasari peningkatan vigor tanaman pada fase vegetatif. Pengendalian kompetitif patogen dan toleransi stres awal dari *Pseudomonas* dapat bersaing dengan patogen (antagonisme) dan meningkatkan ketahanan di masa awal, arang sekam memperbaiki aerasi dan mengurangi kondisi anaerob yang memicu penyakit akar, sehingga mortalitas awal dan gugurnya bunga/polong berkurang, serta meningkatkan hasil produksi.