

Pupuk Hayati dan Kepadatan Tanaman: Strategi Peningkatan Produktivitas Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata*, Sturt)

Hendrik M. Wattimena^{1,3}, A. Marthin Kalay^{1,2*}, Anthony Walsen^{1,2}, Abraham Talahaturuson¹

¹⁾Pascasarjana Universitas Pattimura. Jln. Ir. M. Putuhena, kampus Poka Ambon

²⁾Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Jln. Ir. M. Putuhena, kampus Poka Ambon

³Dinas Pertanian Provinsi Maluku. Jalan Supratman Ambon

* Korespondensi: marthinkalay@gmail.com

Abstrak

Peningkatan produktivitas jagung manis secara berkelanjutan dapat dilakukan melalui penerapan teknik budidaya ramah lingkungan, salah satunya dengan pemanfaatan pupuk hayati dan pengaturan populasi tanaman. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh kombinasi berbagai jenis pupuk hayati dan jumlah benih per lubang tanam terhadap pertumbuhan serta hasil jagung manis. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor, yaitu tiga jenis pupuk hayati (konsorsium *Bacillus spp.*, kombinasi *Azotobacter chrococcum*–*Trichoderma harzianum*, dan Bion Up®) serta tiga tingkat jumlah benih (1, 2, dan 3 benih per lubang). Hasil penelitian memperlihatkan adanya interaksi yang signifikan antara kedua faktor terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil, meliputi tinggi tanaman (35 HST), bobot 100 benih, bobot buah tanpa kelobot, bobot segar ekonomi, dan biomassa. Kombinasi *Bacillus spp.* dengan dua benih per lubang menghasilkan bobot 100 benih tertinggi, sedangkan kombinasi *Bacillus spp.* dengan tiga benih per lubang memberikan bobot buah tanpa kelobot paling tinggi.

Kata kunci: Jagung manis, populasi tanaman, pupuk hayati

Biofertilizers and Crop Density: Strategies for Increasing Sweet Corn (*Zea mays* var. *saccharata*, Sturt) Productivity

Abstract

Increasing sweet corn productivity sustainably can be achieved through environmentally friendly cultivation techniques, including the use of biological fertilizers and plant population regulation. This study aims to evaluate the effects of combining different types of biofertilizers and the number of seeds per planting hole on the growth and yield of sweet corn. The experiment was arranged using a random design of a factorial group with two factors, namely three types of biological fertilizers (*Bacillus spp.* consortium, *Azotobacter chrococcum*–*Trichoderma harzianum*, combination, and Bion Up®) and three levels of seed count (1, 2, and 3 seeds per hole). The results showed a significant interaction between the two factors on several growth and yield parameters, including plant height (35 HST), weight of 100 seeds, weight of fruit without leaves, fresh weight of economy, and biomass. The combination of *Bacillus spp.* with two seeds per hole yields the highest weight of 100 seeds, while the combination of *Bacillus spp.* with three seeds per hole yields the highest weight of fruit without loam.

Keywords: Sweet corn, biofertilizer, plant population

PENDAHULUAN

Jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata*, Sturt), atau yang lebih dikenal dengan sweet corn, merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki

prospek pasar yang cukup besar, baik sebagai bahan pangan langsung maupun bahan baku industri gula jagung^[1]. Meskipun memiliki potensi hasil antara 14–18 ton/ha, produktivitas jagung manis di Indonesia masih tergolong rendah, yakni rata-rata

hanya mencapai 8,31 ton/ha [2]. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi genetik dan realisasi hasil di lapangan, sehingga diperlukan upaya peningkatan produktivitas melalui perbaikan teknik budidaya.

Salah satu faktor yang memengaruhi produktivitas adalah pemupukan dan pengaturan populasi tanaman^{[3][4]}. Pemupukan bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman, sedangkan pengaturan kepadatan tanaman, termasuk pengaturan jumlah benih per lubang tanam, dapat memengaruhi efisiensi penggunaan lahan dan kompetisi antar tanaman^[5]. Praktik umum penanaman jagung manis biasanya menggunakan satu hingga dua benih per lubang tanam, namun tanpa pengelolaan kesuburan yang tepat, peningkatan jumlah benih justru dapat menurunkan hasil akibat kompetisi nutrisi dan Cahaya^[1].

Selama ini, petani banyak mengandalkan penggunaan pupuk kimia untuk mendorong pertumbuhan tanaman. Meskipun efektif dalam jangka pendek, penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dan tidak tepat dapat menimbulkan dampak negatif seperti pengerasan tanah, penurunan populasi mikroorganisme tanah, serta pencemaran lingkungan^[6]. Oleh karena itu, penggunaan pupuk hayati menjadi alternatif yang berkelanjutan dalam sistem pertanian modern.

Pupuk hayati mengandung mikroorganisme hidup dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui mekanisme biologis^[7]. Beberapa mikroorganisme yang umum digunakan dalam formulasi pupuk hayati antara lain *Trichoderma* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp., yang memiliki fungsi sebagai biofertilizer, biostimulan, biokontrol, dan biodekomposer^{[8][9][10][11][12]}. Penggunaan mikroba fungsional tersebut telah berkembang pesat seiring dengan kemajuan teknologi bioteknologi, dan ketersediaan

produk pupuk hayati komersial di pasar terus meningkat.

Penggunaan mikroorganisme lokal yang dimodifikasi menjadi pupuk hayati dan aplikasinya pada sistem tanam jagung manis dengan kepadatan tanaman berbeda mendapat perhatian untuk dikaji. Studi sebelumnya umumnya hanya membahas satu aspek, seperti pengaruh pupuk hayati saja atau kepadatan tanaman saja. Penelitian ini memadukan kedua faktor tersebut secara sinergis, sehingga diharapkan dapat menghasilkan pendekatan baru yang lebih efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman jagung manis secara ekologis dan ekonomis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh kombinasi berbagai jenis pupuk hayati dengan populasi tanaman (jumlah benih per lubang tanam) terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis, dan menemukan pendekatan budidaya yang optimal untuk meningkatkan produktivitas jagung manis secara berkelanjutan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis bagi petani dan pelaku usaha agribisnis dalam meningkatkan hasil panen serta mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, sekaligus mendukung pertanian ramah lingkungan dan mengurangi kebutuhan impor jagung manis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga November 2023, bertempat di Balai Benih Induk Telaga Kodok, Kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung manis (*Zea mays* var. *saccharata*). Perlakuan yang diuji melibatkan aplikasi berbagai jenis pupuk hayati, yaitu:

- Pupuk hayati *Bacillus* spp. yang terdiri atas konsorsium isolat lokal *Bacillus* sp. *JBS-28*, *Bacillus* sp. *L106*, dan *Bacillus*

- cereus E21;*
- Kombinasi *Azotobacter chrococcum*–*Trichoderma harzianum*;
 - Bion Up®, yaitu pupuk hayati komersial yang mengandung konsorsium *Azotobacter chrococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum sp.*, *Acinetobacter sp.*, *Pseudomonas cepacia*, dan *Penicillium sp.*.

Untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, digunakan pupuk kandang berupa kotoran ayam sebagai bahan pemberah tanah sebelum tanam.

Perlakuan dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun dalam percobaan faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis pupuk hayati (H), yang juga terdiri atas tiga taraf, yaitu:

- H₀: tanpa pupuk hayati
- H₁: konsorsium *Bacillus spp.* (*Bacillus sp.* JBS-28, *Bacillus sp.* L106, dan *Bacillus cereus E21*),
- H₂: kombinasi *Azotobacter chrococcum*–*Trichoderma harzianum*,
- H₃: Bion Up® (pupuk hayati komersial yang mengandung konsorsium *A. chrococcum*, *A. vinelandii*, *Azospirillum sp.*, *Acinetobacter sp.*, *Pseudomonas cepacia*, dan *Penicillium sp.*).

Faktor kedua adalah populasi tanaman (B), yang terdiri atas tiga taraf, yaitu:

- B₁: satu benih per lubang tanam,
- B₂: dua benih per lubang tanam,
- B₃: tiga benih per lubang tanam.

Percobaan ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Dengan demikian, terdapat 9 kombinasi perlakuan dan total 27 satuan percobaan. Setiap kombinasi perlakuan diaplikasikan secara acak dalam setiap kelompok untuk mengurangi pengaruh heterogenitas lahan.

Penyiapan Lahan dan Penanaman.

Lahan percobaan diolah terlebih dahulu menggunakan traktor hingga gembur. Selanjutnya, dibuat sebanyak 36 petak percobaan dengan ukuran masing-masing 2 m × 2 m (luas 4 m² per petak). Jarak antarblok ditetapkan sebesar 1 m, sedangkan jarak antarpetak dalam satu blok adalah 0,75 m.

Sebagai pemberah tanah dan sumber bahan organik, setiap petak diberi 8 kg pupuk kompos ayam atau setara dengan 20 ton/ha, yang dibaurkan secara merata di atas bedengan. Pemberian pupuk kompos dilakukan tujuh hari sebelum penanaman untuk memungkinkan dekomposisi awal di lapisan tanah atas.

Lubang tanam dibuat dengan jarak tanam 60 cm × 40 cm, disesuaikan dengan jumlah benih per lubang sesuai perlakuan populasi tanaman (1, 2, atau 3 benih per lubang). Setiap petak terdiri atas 20 lubang tanam, yang ditanam secara seragam di seluruh perlakuan.

Aplikasi Perlakuan Pupuk Hayati.

Pupuk hayati cair yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tiga jenis: konsorsium *Bacillus spp.*, dan kombinasi *Azotobacter chrococcum*–*Trichoderma harzianum*, dan Bion Up®. Ketiga pupuk hayati tersebut diaplikasikan dengan konsentrasi 0,5% (v/v), masing-masing sebanyak 100 mL per tanaman.

Aplikasi pupuk hayati dimulai pada saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam (HST), dan dilakukan secara berkala setiap 7 hari hingga tanaman berumur 35 HST, yaitu menjelang memasuki fase generatif. Pupuk diberikan dengan cara dikocorkan langsung ke pangkal batang tanaman agar terserap secara optimal oleh sistem perakaran.

Variabel Pengamatan.

Beberapa variabel agronomis diamati untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. Variabel yang diamati meliputi:

1. Tinggi tanaman (cm): diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh tertinggi pada tanaman utama.
2. Bobot biomassa total (g): merupakan akumulasi berat segar seluruh bagian tanaman, termasuk akar, batang, daun, dan tongkol.
3. Bobot segar ekonomi (g): merupakan bobot segar tongkol jagung yang layak konsumsi, termasuk kelobot.
4. Hasil tanaman, terdiri atas:
 - o Bobot 100 biji (g): diambil secara acak dari setiap petak, kemudian ditimbang setelah dikeringkan.
 - o Panjang tongkol tanpa kelobot (cm): diukur menggunakan penggaris setelah kelobot dikupas.
 - o Diameter tongkol tanpa kelobot (cm): diukur pada bagian tengah tongkol menggunakan jangka sorong.
 - o Bobot tongkol tanpa kelobot (g): merupakan berat bersih tongkol jagung tanpa kelobot yang layak konsumsi.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan dan interaksinya terhadap variabel yang diamati. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 5% guna membandingkan antarperlakuan.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SAS (Statistical Analysis System). Variabel yang dianalisis mencakup: Tinggi tanaman pada umur 14, 21, 28, dan 35 hari setelah tanam (HST), Bobot 100 biji (g), Panjang tongkol tanpa kelobot (cm), Diameter tongkol tanpa kelobot (cm), Bobot segar ekonomi (g), dan Bobot biomassa tanaman (g).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam terhadap berbagai parameter pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. Parameter pertumbuhan yang dianalisis meliputi tinggi tanaman pada umur 14, 21, 28, dan 35 HST, bobot biomassa tanaman, dan bobot segar ekonomi. Sementara itu, parameter hasil tanaman mencakup bobot 100 biji, bobot buah tanpa kelobot, panjang buah tanpa kelobot, dan diameter buah tanpa kelobot.

Hasil analisis ragam diketahui bahwa interaksi antara jenis pupuk hayati dan jumlah benih per lubang tanam memberikan pengaruh yang nyata terhadap beberapa variabel pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. Interaksi signifikan terjadi pada variabel tinggi tanaman umur 35 hari setelah tanam (HST), bobot 100 biji, bobot buah tanpa kelobot, bobot segar ekonomi, dan bobot biomassa tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan memberikan respon sinergis pada variabel-variabel tersebut.

Sebaliknya, panjang buah tanpa kelobot hanya dipengaruhi secara tunggal oleh jenis pupuk hayati, tanpa interaksi dengan jumlah benih per lubang tanam. Sementara itu, diameter buah tanpa kelobot tidak menunjukkan pengaruh signifikan, baik oleh perlakuan tunggal maupun interaksinya.

Variabel-variabel yang tidak menunjukkan interaksi signifikan mengindikasikan bahwa tidak terjadi sinergisitas antara perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang tanam terhadap parameter tersebut. Dalam hal ini, perlakuan pupuk hayati secara tunggal memberikan pengaruh nyata hanya pada variabel tinggi tanaman pada 14 HST dan panjang buah tanpa kelobot, sedangkan variabel lainnya tidak dipengaruhi secara signifikan.

Adapun jumlah benih per lubang tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada 21 dan 28 HST, namun tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap

variabel lainnya.

A. Pertumbuhan Tanaman.

Variabel pertumbuhan tanaman yang diamati dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman pada umur 14, 21, 28, dan 35 HST, bobot segar ekonomi, dan bobot biomassa tanaman. Analisis ragam menunjukkan bahwa beberapa variabel pertumbuhan dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan, baik secara tunggal maupun interaksi.

Untuk mengetahui perbedaan nyata antarperlakuan, dilakukan uji lanjut menggunakan BNT pada taraf 5%. Hasil uji BNT terhadap masing-masing variabel pertumbuhan tanaman disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Hasil uji BNT ini digunakan untuk mengidentifikasi kombinasi perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang tanam yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman jagung manis.

Tabel 1. Pengaruh faktor tunggal perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang terhadap tinggi tanaman pada berbagai umur pengamatan (14, 21, 28 HST)

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		
	14	21	28
Jenis Pupuk hayati			
h_0 = Tanpa Pupuk hayati	18.78 b	-*	-*
h_1 = Konsorsium <i>Bacillus</i> spp	23.44 a	-	-
h_2 = Kombinasi <i>A. Chrococcum-T. harzianum</i>	24.44 a	-	-
h_3 = Bion Up®	25.22 a	-	-
Jumlah Benih Per lubang			
b_1 = 1 benih	-*	45.83 ab	50.60 b
b_2 = 2 benih	-	47.08 a	55.54 a
b_3 = 3 benih	-	42.83 b	53.00 ab

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda signifikan menurut uji BNT pada tingkat kepercayaan 95 %. (0,05).

* hasil analisis ragan tidak memberikan pengaruh

Hasil analisis ragam diketahui bahwa perlakuan pupuk hayati secara tunggal hanya berpengaruh pada tinggi tanaman berumur 14 hari setelah tanam sedangkan pada tanaman umur 21 dan 28 hari setelah tanam tidak berpengaruh. Sebaliknya perlakuan jumlah benih per lubang secara tunggal berpengaruh pada tinggi tanaman berumur 21 dan 28 hari setelah tanam sedangkan pada tanaman berumur 14 hari setelah tanam tidak berpengaruh. Data pada Tabel 1. menjelaskan

bahwa taraf dari perlakuan pupuk hayati (konsorsium *Bacillus* spp, kombinasi *A. chrococcum - T. harzianum* dan Bion Up®), ketiganya memberikan pengaruh dengan perbedaan yang signifikan dibandingkan tanpa pemberian pupuk hayati. Tidak terdapat perbedaan pengaruh signifikan antar ketiga jenis pupuk hayati tersebut, sedangkan perlakuan jumlah benih per lubang memberikan pangaruh yang relatif sama antara 1, 2 dan 3 benih.

Tabel 2. Pengaruh faktor interaksi perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang terhadap tinggi tanaman pada umur 35 HST

Pupuk hayati	Jumlah benih per lubang tanam		
	1 (b ₁)	2 (b ₂)	3 (b ₃)
Tanpa Pupuk Hayati (h ₀)	60.23 b A	61.80 a A	58.00 a A
Konsorsium <i>Bacillus</i> spp (h ₁)	65.47 a A	60.47 a AB	59.57 a B
Kombinasi <i>A. chrococcum</i> - <i>T. harzianum</i> (h ₂)	59.43 b AB	61.13 a A	55.87 a B
Bion Up® (h ₃)	53.93 c AB	63.13 a A	56.23 a B

Keterangan. Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan secara signifikan menurut uji BNT pada taraf kepercayaan 95%. Huruf biasa dibaca vertikal sedangkan huruf kapital dibaca horisontal.

Tabel 3. Pengaruh faktor Interaksi dari Perlakuan Pupuk hayati dan Jumlah Benih Per lubang terhadap bobot segar ekonomi.

Pupuk hayati	Jumlah benih per lubang tanam		
	1 (b ₁)	2 (b ₂)	3 (b ₃)
Tanpa Pupuk Hayati (h ₀)	88.23 b A	88.13 b A	87.27 a A
Konsorsium <i>Bacillus</i> spp (h ₁)	84.93 c A	102.83 a AB	89.27 a B
Kombinasi <i>A. chrococcum</i> - <i>T. harzianum</i> (h ₂)	89.33 a AB	91.00 b A	87.77 a B
Bion Up® (h ₃)	88.27 b AB	87.20 b A	86.67 a B

Keterangan. Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan secara signifikan menurut uji BNT pada taraf kepercayaan 95%. Huruf biasa dibaca vertikal sedangkan huruf kapital dibaca horisontal.

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pupuk hayati konsorsium *Bacillus* spp. dengan penanaman 1 benih per lubang tanam menghasilkan tinggi tanaman tertinggi, yaitu 65,47 cm, namun secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan dua benih per lubang tanam. Efektivitas *Bacillus* spp. sebagai pupuk hayati lebih menonjol pada populasi rendah (1 benih per lubang), dibandingkan dengan kombinasi *A. chrococcum*-*T. harzianum* maupun Bion Up.

Pada variabel bobot segar ekonomi (Tabel 3), kombinasi perlakuan terbaik adalah pupuk hayati konsorsium *Bacillus* spp. dengan penanaman 2 benih per lubang tanam yang menghasilkan bobot segar ekonomi tertinggi sebesar 102,83 g, dan berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan *Bacillus* spp. dengan 1 atau 3 benih per lubang tidak menunjukkan efektivitas yang sama.

Tabel 4. Pengaruh faktor interaksi dari perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang terhadap bobot biomasa tanaman jagung.

Pupuk hayati	Jumlah benih per lubang tanam		
	1 (b ₁)	2 (b ₂)	3 (b ₃)
Tanpa Pupuk Hayati (h ₀)	172.17 a A	169.27 b A	169.00 a A
Konsorsium <i>Bacillus</i> spp (h ₁)	169.20 a A	171.20 b A	169.70 a B
Kombinasi <i>A. rhococcum</i> - <i>T. harzianum</i> (h ₂)	168.30 a A	168.73 b A	168.67 a A
Bion Up® (h ₃)	168.93 a B	214.07 a A	168.60 a B

Keterangan. Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan secara signifikan menurut uji BNT pada taraf kepercayaan 95%. Huruf biasa dibaca vertikal sedangkan huruf kapital dibaca horisontal.

Untuk bobot biomassa tanaman (Tabel 4), kombinasi terbaik adalah pupuk hayati Bion Up dengan penanaman 2 benih per lubang yang memberikan bobot biomassa tertinggi yaitu 214,07 g. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas pupuk hayati juga dapat dipengaruhi oleh populasi tanam dan bahwa tidak semua jenis pupuk hayati menunjukkan respons yang sama terhadap populasi tanaman.

Secara umum, kombinasi perlakuan pupuk hayati konsorsium *Bacillus* spp. dan 2 benih per lubang tanam memberikan hasil terbaik dalam mendukung pertumbuhan tanaman jagung manis, terutama dalam hal tinggi tanaman dan bobot segar ekonomi. Keberhasilan perlakuan ini dapat dikaitkan dengan kemampuan *Bacillus* spp. dalam menghasilkan fitohormon seperti Indole Acetic Acid (IAA) yang berperan dalam pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pengembangan akar, sebagaimana dilaporkan oleh [13][14].

Menurut Aslamsyah [15], hormon auksin merangsang pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan aktivitas sintesis DNA dan RNA serta memacu ekspansi sel. Auksin sangat menentukan dalam banyak aspek fisiologis tanaman, antara lain mendorong pembentukan akar lateral melalui regulasi

proliferasi sel perisekum dan interaksi dengan hormon lain [16].

Selain itu, *Bacillus* spp. juga diketahui sebagai bakteri pelarut fosfat, yang membantu meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman, yang penting dalam pertumbuhan akar dan proses metabolisme seperti fotosintesis [17].

Populasi tanaman (jumlah benih per lubang tanam) juga memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Penanaman dua benih per lubang tanam menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan tiga benih per lubang, dan setara dengan satu benih per lubang (Tabel 1 dan 2). Hal ini menunjukkan bahwa pada populasi terlalu tinggi (3 benih), terjadi kompetisi antartanaman dalam memanfaatkan cahaya, air, dan hara, sehingga menghambat pertumbuhan. Setyati [18] menyatakan bahwa pada populasi tinggi, meskipun kompetisi belum tampak pada fase awal pertumbuhan, akan tetapi dalam jangka panjang, setiap tanaman individu mengalami penurunan performa karena kompetisi. Penurunan ukuran tanaman atau bagian tanaman merupakan respons fisiologis terhadap keterbatasan sumber daya. Penelitian Regyta et al. [19] juga mendukung temuan ini, di mana peningkatan populasi tanam dapat

menurunkan ukuran daun dan akhirnya memengaruhi tinggi tanaman. Namun, dalam penelitian ini, interaksi dengan pupuk hayati membantu mengatasi tekanan kompetisi tersebut, terutama pada populasi dua tanaman per lubang.

Berdasarkan hasil analisis variabel pertumbuhan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pupuk hayati konsorsium *Bacillus spp.* dengan dua benih per lubang tanam merupakan kombinasi paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan jagung manis. Efektivitas ini didukung oleh kemampuan biologis *Bacillus spp.* sebagai penghasil fitohormon dan pelarut fosfat, serta kepadatan tanaman yang optimal dalam meminimalkan kompetisi sumber daya.

B. Hasil tanaman

Respons yang diamati sebagai indikator komponen hasil tanaman dalam penelitian ini meliputi bobot 100 benih, bobot buah tanpa kelobot, panjang buah tanpa kelobot, dan diameter buah tanpa kelobot. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi yang signifikan antara perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang tanam terhadap bobot 100 benih dan bobot buah tanpa kelobot.

Sementara itu, pada variabel panjang buah tanpa kelobot, hanya terdapat pengaruh tunggal dari perlakuan pupuk hayati, tanpa adanya interaksi dengan jumlah benih per lubang tanam. Adapun terhadap diameter buah tanpa kelobot, tidak ditemukan pengaruh baik secara tunggal maupun interaksi dari kedua perlakuan. Rincian hasil uji BNT untuk masing-masing variabel tersebut disajikan dalam Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 5. Pengaruh faktor interaksi dari perlakuan pupuk hayati dan Jumlah Benih Per lubang terhadap bobot 100 biji jagung.

Pupuk hayati	Jumlah benih per lubang tanam		
	1 (b ₁)	2 (b ₂)	3 (b ₃)
Tanpa Pupuk Hayati (h ₀)	30.83 a A	26.93 c B	31.00 a A
Konsorsium <i>Bacillus spp</i> (h ₁)	30.83 a A	32.17 a A	31.67 a A
Kombinasi <i>A. crhococcum - T. harzianum</i> (h ₂)	30.00 a AB	31.50 a A	27.20 b B
Bion Up® (h ₃)	29.33 a A	28.50 b A	27.07 b A

Keterangan. Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan secara signifikan menurut uji BNT pada taraf kepercayaan 95%. Huruf biasa dibaca vertikal sedangkan huruf kapital dibaca horisontal.

Tabel 6. Pengaruh faktor interaksi dari perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang terhadap bobot buah tanpa kelobot jagung.

Pupuk hayati	Jumlah benih per lubang tanam		
	1 (b ₁)	2 (b ₂)	3 (b ₃)
Tanpa Pupuk Hayati (h ₀)	90.53 a B	68.93 b C	97.53 a A
Konsorsium <i>Bacillus</i> spp (h ₁)	82.93 b B	87.47 a AB	89.47 b A
Kombinasi <i>A. crhococcum</i> - <i>T. harzianum</i> (h ₂)	87.53 ab A	88.90 a A	84.87 b A
Bion Up® (h ₃)	86.37 ab B	88.50 a A	87.03 b B

Keterangan. Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan secara signifikan menurut uji BNT pada taraf kepercayaan 95%. Huruf biasa dibaca vertikal sedangkan huruf kapital dibaca horisontal.

Tabel 7. Pengaruh faktor tunggal dari perlakuan pupuk hayati terhadap panjang buah tanpa kelobot (PBTK) jagung.

Perlakuan	PBTK (g)	Pengurangan/ peningkatan PBTK (%)
Tanpa Pupuk (h0)	21.72 a	-
Konsorsium <i>Bacillus</i> spp (h1)	21,91 a	0,86
Kombinasi <i>A. crhococcum</i> - <i>T. harzianum</i> (h2)	19.33 b	(12,36)
Bion Up® (h3)	21.10 a	(3,10)

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda signifikan menurut uji BNT pada tingkat kepercayaan 95 %. (0,05)

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi signifikan antara perlakuan pupuk hayati dan jumlah benih per lubang tanam terhadap bobot 100 benih dan bobot buah tanpa kelobot pada tanaman jagung manis.

Kombinasi perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan bobot 100 benih adalah pupuk hayati konsorsium *Bacillus* spp. dengan penanaman 2 benih per lubang, yang menghasilkan bobot sebesar 32,167 g. Namun, secara statistik, perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, yang menunjukkan bahwa keempat perlakuan tersebut memberikan efek yang sebanding terhadap peningkatan bobot 100 benih (Tabel 5).

Untuk bobot buah tanpa kelobot, perlakuan terbaik dicapai pada kombinasi pupuk hayati konsorsium *Bacillus* spp. dan penanaman 3 benih per lubang. Namun, secara statistik perlakuan ini juga tidak berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya, yang mengindikasikan bahwa kombinasi-kombinasi tersebut memiliki pengaruh serupa dalam meningkatkan bobot buah tanpa kelobot (Tabel 6).

Berbeda dengan dua variabel sebelumnya, panjang buah tanpa kelobot hanya menunjukkan pengaruh tunggal dari perlakuan pupuk hayati, tanpa interaksi dengan jumlah benih per lubang tanam (Tabel 7). Perlakuan pupuk hayati konsorsium

Bacillus spp. (h1) menunjukkan peningkatan panjang buah tanpa kelobot sebesar 0,86% dibandingkan kontrol. Sebaliknya, pemberian pupuk hayati kombinasi *A. chroococcum-T. harzianum* dan Bion Up masing-masing menurunkan panjang buah sebesar 12,36% dan 3,10%. Penurunan panjang buah pada perlakuan kombinasi *A. chroococcum - T. harzianum* signifikan dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan h1 maupun h3. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun pupuk hayati mengandung mikroorganisme penghasil hormon tumbuh seperti IAA, pengaruhnya terhadap panjang buah bisa bervariasi tergantung pada jenis mikroba dan interaksinya dengan kondisi lingkungan.

Mikroorganisme dalam pupuk hayati tidak hanya menghasilkan fitohormon seperti IAA yang berperan dalam pemanjangan sel dan diferensiasi jaringan, tetapi juga berperan sebagai penambat nitrogen (misalnya *Azotobacter spp.*) dan pelarut fosfat (seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas spp.*) yang membantu meningkatkan ketersediaan hara penting seperti nitrogen (N) dan fosfor (P) di tanah [20][21]. Ketersediaan hara yang optimal ini secara tidak langsung mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Produktivitas tanaman jagung manis dalam penelitian ini juga dipengaruhi oleh jumlah benih per lubang tanam. Meskipun secara umum peningkatan jumlah benih berpotensi menyebabkan kompetisi antar tanaman dalam hal cahaya, air, dan hara, hasil penelitian menunjukkan bahwa penanaman 2 hingga 3 benih per lubang memberikan produksi yang relatif tidak berbeda nyata, terutama karena interaksi positif dengan pemberian pupuk hayati. Mikroorganisme dalam pupuk hayati membantu menekan efek kompetisi tersebut melalui mekanisme fisiologis seperti produksi fitohormon dan peningkatan efisiensi penyerapan hara.

Temuan ini berbeda dari laporan Setyati [18] yang menyatakan bahwa penanaman 2 benih per lubang menurunkan panjang tongkol, panjang tongkol berbiji, serta bobot tongkol dengan dan tanpa kelobot.

Dalam penelitian ini, penggunaan pupuk hayati tampaknya mengurangi efek negatif dari peningkatan kepadatan tanam, kemungkinan besar karena adanya mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan tanaman melalui produksi IAA, fiksasi nitrogen, serta pelarutan fosfat yang sebelumnya terikat dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman (misalnya dengan Fe dan Al).

KESIMPULAN

Terdapat interaksi signifikan antara pupuk hayati dan jumlah benih per lubang tanam terhadap berbagai variabel pertumbuhan dan hasil jagung manis, seperti tinggi tanaman pada umur 35 hari setelah tanam, bobot 100 benih, bobot buah tanpa kelobot, bobot segar ekonomi, dan biomassa. Perlakuan pupuk hayati secara tunggal memengaruhi tinggi tanaman awal dan panjang buah, sedangkan jumlah benih per lubang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman umur 21–28 hari. Kombinasi pupuk hayati *Bacillus spp.* dengan dua benih per lubang menghasilkan bobot 100 benih tertinggi, sementara kombinasi *Bacillus spp.* dengan tiga benih per lubang memberikan bobot buah tanpa kelobot tertinggi. Integrasi pupuk hayati dengan pengaturan populasi tanaman terbukti efektif meningkatkan produktivitas jagung manis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. S. Shahniza Saiin, F. Ismail, R. Ismail, and S. Abdul Razak, “Effect of Different Soil Types and Plant Densities on Growth Dynamic and Yield of Sweet Corn (*Zea mays L.*) in Peninsular Malaysia”. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, vol 9, no. 1, 1–20, 2023. <https://doi.org/10.9734/ajsspn/2023/v9i1164>
- [2]. P. Hardhika, dan T. Islami, “Uji Hasil Dan Kualitas Dua Varietas Jagung Manis (*Zea Mays Var. Saccharata*)

- Pada Pemberian Pupuk Tunggal Dan Majemuk". Thesis, Universitas Brawijaya, 2022.*
- [3]. Halim, T. C. Rakian, R. Hasid, Resman, and W. S.A.Hisein, "Growth of sweet corn (*zea mays saccharata* (sturt.) bailey) and weed densitywith different of fertilizer's doses". *Jurnal Biodjati* vol.5, no.2, pp.:236-248, 2020.
- [4]. M. T. Darini, S. Widata, E. Setiawati, and A. Astuti, "Evaluation System of Intercropping Functional Food Sweet Corn and Vegetable Soybean in Different Planting Density and Compound Fertilizers Dosages". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, № 1, p. 012027, 2023. https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/42QVnwB7/?utm_source=chatgpt.com
- [5]. A.I. NurmalaSari, S. Supriyono, F. Linda, and S. Sukaya, "Analysis of sweet corn growth and yield with the use of organic cow manure fertilizer. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, vol.9, no. 3, pp. 173, 2024. <https://doi.org/10.22146/ipas.94315>
- [6]. S.N. Utami, "Dampak Positif dan Negatif Penggunaan Pupuk Kimia". <https://www.kompas.com/skola/read/2021/06/16/090000269/dampak-positif-dan-negatif-penggunaan-pupuk->, 2021
- [7]. I. Purnama, and S. Purba, "The Effectiveness Application of Tricho Zia 1 . 0 WS Biological Agent for Controlling Fusarium Disease (*Fusarium Oxysporum F. Sp . Cepae*) On Red Onion Plant (*Allium Ascalonicum L .*). 12(8), 51–55, 2018. <https://doi.org/10.9790/2402-1208015155>
- [8]. A.M. Kalay, H. Kesaulya, dan W. Rumahlewang, "Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hortikultura Berkelanjutan Berbasis Agens Hayati". Laporan Penelitian Kolaboratif. Ambon: Universitas Pattimura, 2019.
- [9]. H. Ghazalibiglar, D. Kandula, and J. Hampton, "Biological Control of Fusarium Wilt Of Tomato By Trichoderma Isolates. *Jurnal New Zealand Plant Protection*, pp: 57-63, 2016
- [10]. A. Saxena, K. Pal, and K. Tilak, "Biocontrol potential and its Exploitation in sustainable Agriculture. 25-37, 2000.
- [11]. P. Gracia-Fraile, E. Esther Menéndez, and R. Rivas, "Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. *AIMS Bioengineering*, vol. 2, no.3, pp. 183-205-205, 2015.
- [12]. Borriss, "Use of Plant-Associated *Bacillus* Strains as Biofertilizers and Biocontrol Agents in Agriculture. In *Bacteria in Agrobiology: Plant Growth Responses*". Bacterial Genetics/Institute of BiologyHumboldt University Berlin Germany, pp 41-76, 2011
- [13]. Istiqomah, L.Q. Aini, dan A. L. Abadi, "Kemampuan *Bacillus Subtilis* Dan *Pseudomonas Fluorescens* Dalam Melarutkan Fosfat Dan Memproduksi Hormon Iaa (Indole Acetic Acid) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat". *Buana Sains*, vol. 17, no. 1, pp. 75 – 84, 2017.
- [14]. A.M. Kalay, H. Kesaulya, A. Talahaturuson, and R. Osok, "The properties of rhizobacteria from tomato rhizosphere as biocontrol and biofertilizer. International Seminar on Agriculture, Biodiversity, Food Security and Health". IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 883 (2021) 012001, 2021.
- [15]. Aslamsyah, "Peranan Hormon Tumbuh Dalam Memacu Pertumbuhan Algae". Institut Pertanian Bogor. Bogor, 2002.
- [16]. M. Jan, S. Muhammad, W. Jin, W. Zhong, S. Zhang, Y. Lin, Y. Zhou, J. Liu, H. Liu, R. Munir, Q. Yue, M. Afzal, and G. Wang, "Modulating root system architecture: cross-talk between auxin and phytohormones. *Frontiers in*

- Plant Science*, vol.15, pp. 1–11, 2024.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1343928>
- [17]. N. Hakim, N.Y Nyakpa, S. Lubis, G. Nugroho, R. Saul, M.H. Dih, G.B. Hong, dan H.H. Baley. “Dasar-Dasar Ilmu Tanah”, Lampung University, 1986.
- [18]. S.H. Setyadi, “*Pengantar Agronomi*”. Gramedia. Jakarta, 1980.
- [19]. Regtya, S. Ritonga, W.A. Permatasari, dan O.S. Isyani, “Pengaruh Jumlah Benih per lubang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Berbagai varietas jagung manis (*Zea mays saccharata*. Sturt), 2022.
<https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/112842>
- [20]. R.D.M.Simanungkalit, D. A. Suriadikarta., R. Saraswati., D. Setyorini, dan W. Hartatik “*Pupuk Organik dan Pupuk Hayati : Organic Fertilizer and Biofertilizer*”. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta, 2006.
- [21]. S.Widawati, S. dan Suliasih, “Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat”, *Biodiversitas*, vol. 7, no. 2, pp. 109-113, 2006.