

**Pengaruh Kombinasi Pupuk Anorganik dan Vinase Diperkaya Mikrobia
terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.)**

***The Effect of Combination of Anorganic Fertilizers and Vinasse Enriched with
Microbes on the Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.)***

**Dyah Weny Respatie^{1*)}, Muhammad Saifur Rohman²⁾, Donny Widiyanto²⁾, Jaka
Widada²⁾**

¹⁾ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

²⁾ Departemen Mikrobiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Jl. Flora No 1, Kampus Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia.

^{*)}Penulis untuk korespondensi Email: wenyrespatie@ugm.ac.id

ABSTRACT

The objectives of this research are to determine the combination of NPK fertilizers and vinasse enriched with microbes doses that give optimal growth and yield of maize, and to understand the effectiveness of vinasse enriched with microbes for promoting the growth and yield of maize. The research was arranged in randomized complete block design with three replications for each treatment. The treatments were combination of NPK fertilizers (NPK compound + urea) and vinasse enriched with microbes doses in 6 levels, i.e.: without fertilizer (P0), 300 kg.ha⁻¹ NPK + 250 kg.ha⁻¹ urea (P1), 15000 L.ha⁻¹ vinasse enriched with microbes (P2), ¾ doses of NPK + 15000 L.ha⁻¹ vinasse enriched with microbes (P3), ½ doses of NPK + 15000 L.ha⁻¹ vinasse enriched with microbes (P4), ¼ doses of NPK + 15000 L.ha⁻¹ vinasse enriched with microbes (P5). The data were analyzed by ANOVA (P < 0,05) and continued using DMRT at probability level of 5% if significantly different. The result showed that optimal growth and yield of maize were attained by combination of ¾ doses of NPK + 15000 L.ha vinasse enriched with microbes (P3) were as high as standard NPK (P1). Combination of ¾ NPK standard + 15000 L.ha vinasse enriched with microbes (P3) promoted growth and yield of maize effectively with RAE value up to > 100%.

Keywords: Growth, mayz, RAE, vinasse, yield

INTISARI

Penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang akan berdampak buruk bagi lahan pertanian, oleh karena itu diperlukan eksplorasi pupuk alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi pupuk NPK dan vinase diperkaya mikrobia yang memberikan pertumbuhan dan hasil jagung optimal serta mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung. Penelitian dilaksanakan pada Februari - Juni 2020. Perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) faktor tunggal dengan tiga blok sebagai ulangan. Faktor yang diuji berupa kombinasi pupuk NPK standar (NPK majemuk + urea) dan vinase diperkaya mikrobia yang terdiri atas enam aras yaitu tanpa pupuk (P0), NPK standar yang terdiri dari 300 kg.ha⁻¹ NPK + 250 kg.ha⁻¹ urea

(P1), vinase diperkaya mikrobia sesuai dosis anjuran 15000 L.ha⁻¹ (P2), ¾ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ vinase diperkaya mikrobia (P3), ½ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ (P4) dan ¼ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ vinase diperkaya mikrobia (P5). Data pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf $\alpha = 5\%$ apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji *DMRT* pada taraf $\alpha = 5\%$. Kombinasi ¾ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ (P3) memberikan pertumbuhan dan hasil jagung optimal yang sama baiknya dengan NPK standar (P1). Vinase diperkaya mikrobia sebanyak 15000 L.ha⁻¹ yang dikombinasikan dengan ¾ NPK standar (P3) efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung dengan nilai RAE >100%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa vinase diperkaya mikrobia mampu mensubstitusi penggunaan pupuk kimia sebesar 25 % pada pertanaman jagung.

Kata kunci: Jagung, hasil, pertumbuhan, RAE, vinase

PENDAHULUAN

Kebutuhan jagung Nasional dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Disisi lain produksi jagung mengalami penurunan setiap tahunnya. Pemerintah berusaha meningkatkan produksi jagung nasional melalui berbagai upaya salah satunya penggunaan jagung hibrida yang telah mengalami proses peningkatan kualitas genetik termasuk potensial hasil tinggi. Oleh karena itu dalam budidayanya membutuhkan lebih banyak pemupukan NPK untuk mencapai hasil yang optimal (Erselia, *et al.*, 2017). Pemupukan kimia NPK pada jagung terbukti mampu meningkatkan hasil 60% lebih tinggi yaitu 8,42 ton.ha⁻¹, dibanding tanpa pemupukan yang hanya 5,26 ton.ha⁻¹. (Tuherkih & Sipahutar, 2010). Peningkatan hasil tersebut hampir mendekati potensi jagung yang bisa mencapai 10 ton.ha⁻¹. Keberhasilan produksi tersebut juga tergantung pada potensi lahan dan teknologi produksi yang diterapkan (Yuniarsih & Nappu, 2013).

Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dapat mengancam keberlanjutan kegiatan pertanian. Pupuk kimia dapat mencemari air, mencemari tanah, dan mencemari udara dan dalam jangka panjang dapat menurunkan kesuburan tanah. Oleh karena itu, teknologi pemupukan dalam dunia pertanian terus dikembangkan agar produktivitas pertanian dapat maksimal namun tidak mengabaikan prinsip berkelanjutan salah satunya dengan penggunaan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik dapat memberikan tambahan bahan organik, hara, memperbaiki sifat fisik tanah, serta mengembalikan hara yang terangkut oleh hasil panen (Juhriah *et al.*, 2018). Saat ini dikenal beberapa macam pupuk organik salah satunya adalah pupuk organik cair (POC) yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang cukup tinggi serta aman terhadap lingkungan (Wahyunindyawati *et al.*, 2012). Selanjutnya Satriawi *et al.* (2019) menyatakan bahwa POC dapat berasal dari berbagai limbah organik.

Vinase merupakan limbah cair hasil pembuatan gula tebu yang berupa molasses, yang diproses menjadi etanol dan dari proses tersebut diperoleh produk sampingan berupa vinase (Vyatrisa *et al.*, 2017). Limbah vinasse bersifat asam (pH 3-4), sehingga dapat menimbulkan masalah jika langsung dibuang ke aliran sungai (Umami *et al.*, 2014). Hampir 90% kandungan di dalam vinase adalah air (H₂O). Sisanya merupakan senyawa dan unsur yang mendukung terbentuknya vinase. Unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman terdapat di dalam vinase, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), belerang/sulfur (S), besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan seng (Zn). Unsur K dan S adalah dua unsur yang cukup mendominasi di dalam kandungan vinase (Vyatrisa *et al.*, 2017). Vinase juga diketahui sebagai sumber bahan organik yang baik dari unsur P dan K bila ditambahkan pada tanah sehingga dapat mengurangi jumlah pupuk yang dibutuhkan untuk hasil panen yang optimal (Arafat dan Yassen, 2002). Oleh karena kandungan nutrisinya tersebut maka di beberapa negara vinase telah digunakan sebagai pupuk (Meyer, 2013). Kombinasi vinase dan pupuk kandang diketahui dapat menjadi sumber nitrogen sebagai alternatif dari pupuk kimia untuk tanaman wijen di lahan pasir pantai dan diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kandungan minyak total wijen (Afina, 2013; Purwaningsih, *et al.*, 2014; Kisworo *et al.*, 2016).

Dalam upaya menambah nilai kemanfaatan penggunaan vinase sebagai pupuk organik cair maka di beberapa perusahaan vinase diolah terlebih dahulu dengan mikroba fungsional sehingga menghasilkan produk akhir berupa pupuk hayati cair yang telah diperkaya mikroba fungsional. Vinase sebagai pupuk hayati cair ini berfungsi sebagai pembenah tanah. Kandungan mikroba pada pupuk akan bekerja sebagai penambat N dan pelarut P dalam tanah. Ragam mikroba antara lain *Azospirillum* sp., *Azetobacter* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp. dan *Trichoderma* sp., *Rhizobium* sp. merupakan bakteri yang berperan dalam fiksasi nitrogen yang bersimbiosis dengan tanaman legum dengan membentuk bintil akar (Kiers *et al.*, 2003; Burdass, 2002; Oke & Long, 1999) yang pada tanaman non legum bisa digunakan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) (Adnan *et al.*, 2014). *Bacillus* sp. merupakan bakteri yang berperan dalam melarutkan P (Maheswar & Sathiyavani, 2012). *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang diketahui sebagai mikroorganisme pelarut fosfor (*Phosphate Solubilizing Microorganisms/PSM*) (Promwee *et al.*, 2014). Penggunaan vinase yang diperkaya dengan mikroba fungsional diharapkan dapat dijadikan alternatif pemupukan karena harganya yang lebih murah sehingga penggunaan pupuk kimia dapat dikurangi dan dampak negatif penggunaan pupuk kimia bagi lingkungan dapat diminimalisasi.

Mendasarkan hal tersebut maka penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk menentukan kombinasi pupuk NPK dan vinase diperkaya mikrobia yang memberikan pertumbuhan dan hasil jagung optimal serta mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Juni 2020 di Kebun Tri Dharma Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, di Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. Analisis tanah dilakukan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat tanam, alat tulis, oven, timbangan analitik, jangka sorong, dan *leaf area meter* (Delta-T Devices Ltd. Serial No. CB380495, 220 V, 50 Hz). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa benih jagung varietas Pioneer 27, pupuk NPK majemuk (15:15:15), pupuk urea, vinase diperkaya mikrobia dari PT Madubaru dan Furadan 3GR.

Perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) faktor tunggal dengan tiga blok sebagai ulangan. Faktor yang diuji berupa kombinasi pupuk NPK standar (NPK majemuk + urea) dan vinase diperkaya mikrobia yang terdiri atas enam aras yaitu tanpa pupuk (P0), NPK standar yang terdiri dari 300 kg.ha⁻¹ NPK + 250 kg.ha⁻¹ urea (P1), vinase diperkaya mikrobia sesuai dosis anjuran 15000 L.ha⁻¹ (P2), $\frac{3}{4}$ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ vinase diperkaya mikrobia (P3), $\frac{1}{2}$ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ (P4) dan $\frac{1}{4}$ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ vinase diperkaya mikrobia (P5). Penelitian diawali dengan persiapan bahan tanam, persiapan lahan dan media tanam, persiapan vinase, pemupukan, penanaman, pemeliharaan dan panen. Variabel yang diamati berupa variabel tanah, pupuk, pertumbuhan tanaman, komponen hasil dan hasil. Data pengamatan yang diperoleh diuji secara statistik dengan analisis varian untuk rancangan acak kelompok lengkap (RAKL), dan apabila terdapat beda nyata dilanjutkan perbandingan antar perlakuan dengan uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test* = DMRT) pada taraf ($\alpha = 5\%$). Untuk menilai efektivitas penggunaan pupuk di hitung dengan menggunakan RAE (*Relative Agronomics Effectiveness*) yang dihitung dengan rumus = (hasil pupuk yang diuji-kontrol)/(hasil pupuk standar-kontrol) X 100 % , pupuk dinyatakan lulus uji efektivitas pupuk organik secara teknis apabila mempunyai RAE $\geq 100\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa lahan penelitian dikategorikan dalam kondisi miskin hara. Hal tersebut terlihat dari kandungan C-Organik, N-total dan K₂O potensial yang sangat rendah serta P₂O₅ yang sangat tinggi namun tidak tersedia bagi tanaman, hal tersebut mengindikasikan bahwa lahan penelitian dalam kondisi masam (Erselia, *et al.*, 2017). Hasil analisis tanah juga menunjukkan bahwa lahan penelitian memiliki pH sebesar 4,95 yang dikategorikan masam, hal tersebut menyebabkan P₂O₅ potensial yang tinggi menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Heggenstaller (2016) mengemukakan bahwa tanah dengan pH di bawah 6,5 menyebabkan unsur fosfor (P) menjadi tidak tersedia karena berikatan dengan Fe dan Al membentuk senyawa yang tidak larut.

Tabel 1. Kandungan hara tanah sebelum penelitian

No.	Parameter	Nilai	Satuan	Harkat
1.	pH H ₂ O	4,95		4,5 – 5,5 masam
2.	C-Organik	0,51	%	< 1 sangat rendah
3.	N Total	0,05	%	< 0,1 sangat rendah
4.	P ₂ O ₅ Potensial	218	mg/100g	> 60 sangat tinggi
5.	K ₂ O Potensial	6	mg/100g	< 10 sangat rendah

Sumber : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta (Erselia *et al.*, 2017)

Tabel 2. Hasil Uji Fungsi Mikroorganisme

No	Jenis Mikroorganisme	Jumlah (cfu/ml)*	Uji Fungsi
1.	<i>Bacillus</i> sp.	8,05 x 10 ⁷	(+) penambat Nitrogen ;
2.	<i>Azospirillum</i> sp.	5,25 x 10 ⁷	(+) pelarut Fosfat

Keterangan : * cfu = *colony forming unit* .

Sumber : Laboratorium Mikrobiologi Pertanian, Fakultas Pertanian, UGM (2018).

Hasil uji fungsi mikroorganisme pada Tabel 2 menunjukkan bahwa vinase yang digunakan pada penelitian mengandung *Bacillus* sp., dan *Azospirillum* sp., serta mempunyai fungsi sebagai penambat nitrogen dan pelarut fosfat.

Tabel 3. Kandungan hara tanah setelah penelitian

No.	Parameter	P0	P1	P2	P3	P4	P5	Keterangan
1.	pH H ₂ O	6,09	6,03	6,16	5,58	6,01	6,14	5,5 – 6,5 agak masam
2.	C-Organik (%)	0,94	0,88	0,98	1,08	1,14	1,04	< 1 sangat rendah
3.	N-Total (%)	0,08	0,12	0,09	0,12	0,12	0,12	< 0,1 sangat rendah
4.	P ₂ O ₅ tersedia (ppm)	134	137	132	157	157	175	< 20 sangat tinggi
5.	K tersedia (me/100g)	1	1	2	2	2	2	0,6 – 1,0 Tinggi

Sumber : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta (2020)

Keterangan : P0 : tanpa pemupukan; P1 : NPK standar; P2 : 15000 L.ha-1 vinase diperkaya mikrobia; P3 : ¾ NPK + 15000 L.ha-1 vinase diperkaya mikrobia; P4 ; ½ NPK + 15000 L.ha-1 vinase diperkaya mikrobia; P5 : ¼ NPK standar + 15000 L.ha-1 vinase diperkaya mikrobia.

Hasil analisis kandungan N-total setelah perlakuan tidak terjadi perubahan, meskipun pada beberapa perlakuan terlihat ada sedikit peningkatan tetapi tidak signifikan atau masih tetap sangat rendah yaitu antara 0,08 – 0,12 % (Tabel 3). Hal tersebut sesuai dengan yang disebutkan Hofman & Van Cleemput (2004) bahwa kandungan N-total pada permukaan tanah mineral biasanya berkisar antara 0,05 – 0,2%. Kurang dari 5% dari N-total tersebut yang secara langsung tersedia bagi tanaman (NO₃⁻ dan NH₄⁺) karena sebagian besar N dalam berbentuk N organik (Hofman & Van Cleemput, 2004; Baligar & Bennett, 1986).

Kandungan hara P₂O₅ tersedia setelah perlakuan menunjukkan harkat yang sangat tinggi (Tabel 3) dimana hal tersebut tidak merubah status ketersediaan hara P seperti pada saat awal penelitian dimana lahan penelitian menunjukkan status hara P yang sangat tinggi. Meskipun demikian terlihat bahwa status hara P pada perlakuan ¾ NPK + 15000 L.ha⁻¹ (P3) , ½ NPK + 15000 L.ha⁻¹ (P4) dan ¼ NPK + 15000 L.ha⁻¹ (P5) menunjukkan peningkatan kadar P₂O₅ tersedia yang lebih tinggi jika dibandingkan tanpa pemupukan (P0) , NPK standar (P1) maupun 15000 L.ha⁻¹ (P2) , hal ini menunjukkan bahwa pemupukan NPK mampu meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah dan kombinasi NPK dengan vinase diperkaya mikrobia fungsional penambat P mampu meningkatkan kadar P tersedia di dalam tanah. Tidak seperti nitrogen yang mudah larut dalam air, fosfor dalam tanah relatif stabil/tidak aktif bergerak sehingga kelarutan P dalam tanah sangat rendah dan kehilangan hara akibat pencucian lebih rendah jika dibandingkan hara lain (Islam *et al.*, 2014).

Berdasarkan data pada Tabel 3 juga terlihat bahwa pemupukan dengan vinase diperkaya mikrobia maupun kombinasinya dengan pupuk NPK terbukti mampu meningkatkan ketersediaan K di dalam tanah. Penambahan vinase diperkaya mikrobia tersebut diduga meningkatkan kandungan K tersedia dalam tanah. Peverill *et al.* (1991) menyebutkan bahwa bahan organik mempunyai peranan penting dalam menentukan ketersediaan K di dalam tanah, ketersediaan K kemungkinan besar dapat disebabkan terikat dengan situs pertukaran kation dari bahan organik tanah. Penerapan vinase harus dikombinasikan dengan pupuk kompos atau pupuk kandang agar dapat memperbaiki kondisi fisik tanah dan mobilisasi unsur hara (Christofolletti *et al.*, 2013). Pada penelitian ini juga digunakan pupuk kandang sapi sebagai pupuk dasar pada saat awal penanaman sehingga penambahan pupuk organik pada awal penanaman dan penambahan vinase diperkaya mikrobia tersebut membantu menjerap K. Berdasarkan hasil analisis tanah pada Tabel 3 dapat dikatakan bahwa pemupukan yang telah dilakukan mampu meningkatkan pH tanah, P_2O_5 tersedia dan K tersedia bagi tanaman.

Pada umur 6 dan 13 minggu setelah tanam (mst), kombinasi pemupukan NPK standar atau yang dikombinasikan dengan vinase diperkaya mikrobia yang diberikan secara nyata berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan diameter batang jagung dibanding yang tanpa dipupuk NPK standar (Tabel 4). Pada umur 6 mst, pemupukan yang diberikan secara nyata berpengaruh terhadap tinggi tanaman dibanding yang tanpa dipupuk NPK standar. Seluruh takaran kombinasi pemupukan antara pupuk NPK standar + $15000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ menyebabkan tanaman sama tinggi dengan tanaman yang dipupuk dengan NPK standar.

Berdasarkan Tabel 4 (baik pada umur 6 mst maupun 13 mst) juga diketahui bahwa vinase yang diperkaya mikrobia tidak berperan dalam meningkatkan tinggi tanaman. Pada umur 13 mst tanaman yang tidak dipupuk mempunyai tinggi tanaman paling pendek dengan tinggi 135,65 cm dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan vinase diperkaya mikrobia yang menghasilkan tinggi tanaman 155,25 cm. Sedangkan seluruh takaran kombinasi pemupukan antara pupuk NPK + vinase diperkaya mikrobia menyebabkan tanaman sama tinggi dengan tanaman yang dipupuk dengan NPK standar. Tanaman yang dipupuk dengan $\frac{3}{4}$ NPK standar + vinase diperkaya mikrobia memiliki kenampakan tanaman yang paling tinggi yaitu 245,03 cm. Nitrogen membuat tanaman tumbuh lebih vigor dan kekurangan N menyebabkan pertumbuhan vegetatif terhambat (Silva & Uchida, 2000). Pemberian pupuk NPK menyebabkan tanaman mampu tumbuh tinggi sesuai dengan potensi yang dimilikinya. Berdasarkan deskripsi jagung varietas Pioneer 27 memiliki potensi tinggi tanaman $\pm 168 \text{ cm}$, sedangkan tinggi

tanaman yang dipupuk NPK teramati lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kasno & Rostaman (2013) serta Tuherkih & Sipahutar (2010) yang menyatakan bahwa pemupukan NPK nyata meningkatkan tinggi tanaman dibanding yang tidak dipupuk.

Tabel 4. Rerata tinggi tanaman dan diameter jagung pada beberapa kombinasi NPK standar dan vinase diperkaya mikrobia umur 6 dan 13 minggu setelah tanam.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		Diameter Batang (mm)	
	6 mst	13 mst	6 mst	13 mst
Tanpa Pupuk	70,78b	135,65c	12,05b	12,61b
NPK Standar*	100,44a	235,14ab	22,15a	22,96a
Organik Standar**	72,00b	155,25c	13,55b	13,67b
$\frac{3}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	122,67a	245,03a	22,20a	22,33a
$\frac{1}{2}$ NPK Standar + Organik Standar	123,42a	236,04ab	21,04a	21,40a
$\frac{1}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	116,22a	215,04b	19,53a	20,90a
CV (%)	9,04	6,38	12,61	12,05

Keterangan : angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom yang sama tidak beda nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf ($\alpha = 5\%$). * NPK standar (300 kg.ha⁻¹ NPK + 250 kg.ha⁻¹urea). **Organik standar (15000 L.ha⁻¹).

Seluruh takaran kombinasi pemupukan antara pupuk NPK standar + vinase diperkaya mikrobia sama baiknya dengan pemupukan NPK standar. Semua tanaman yang dipupuk NPK mempunyai diameter batang yang sama. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Amin (2011) yang menyatakan bahwa aplikasi pupuk NPK dapat signifikan meningkatkan diameter batang jagung. Peningkatan diameter batang sebagai akibat dari aplikasi pupuk NPK dimungkinkan karena fakta bahwa sumber nitrogen yang digunakan terdiri atas banyak nutrisi (N, P dan K). Hasil pada Tabel 4 (baik pada umur 6 mst maupun 13 mst) juga menunjukkan bahwa vinase diperkaya mikrobia yang digunakan tidak berperan dalam meningkatkan diameter batang jagung. Dilihat dari diameter batang tanaman yang dipupuk dengan vinase diperkaya mikrobia saja secara nyata tidak lebih baik dibanding yang tanpa dipupuk. Tanaman yang tidak dipupuk mempunyai diameter batang 12,61 mm sedangkan tanaman yang dipupuk mikrobia diperkaya mikrobia mempunyai diameter batang 13,55 mm dan berdasarkan hasil uji lanjut diameter keduanya tidak berbeda signifikan. Pemberian pupuk NPK dengan takaran $\frac{1}{4}$ NPK standar + vinase diperkaya mikrobia sudah mampu meningkatkan

diameter batang secara signifikan, yaitu mempunyai diameter batang sebesar 19,53 mm.

Tabel 5. Rerata panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, bobot biji per tongkol, bobot 100 biji jagung pada beberapa kombinasi pupuk NPK standar dan pupuk organik standar.

Perlakuan	Panjang Tongkol (cm)	Diameter Tongkol (mm)	Jumlah Baris per Tongkol	Bobot Biji per Tongkol (g)	Bobot 100 biji (g)
Tanpa Pupuk	12,40a	12,77a	13,86a	73,80b	21,06b
NPK Standar*	15,10a	14,48a	15,44a	118,34a	26,48a
Organik Standar**	13,60a	13,24a	14,53a	86,73ab	25,59ab
$\frac{3}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	14,22a	13,86a	15,05a	118,34a	27,43a
$\frac{1}{2}$ NPK Standar + Organik Standar	13,24a	13,16a	15,34a	89,24ab	24,49ab
$\frac{1}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	13,72a	12,77a	13,65a	72,22b	21,32b
CV (%)	5,3	6,38	5,8	12,05	11,28

Keterangan: angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom yang sama tidak beda nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf ($\alpha = 5\%$). * NPK standar (300 kg.ha⁻¹ NPK + 250 kg.ha⁻¹ urea). **Organik standar (15000 L.ha⁻¹).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK standar dan vinase diperkaya mikrobial berpengaruh nyata terhadap bobot biji per tongkol dan bobot 100 biji jagung, namun tidak memberikan hasil yang berbeda nyata pada panjang tongkol, diameter tongkol dan jumlah baris per tongkol jagung (Tabel 5). Kombinasi antara pupuk NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ menghasilkan bobot biji per tongkol dan bobot 100 biji nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemupukan NPK standar. Berdasarkan hasil penelitian tersebut juga diketahui bahwa vinase diperkaya mikrobial yang digunakan tidak berperan dalam meningkatkan hasil dan komponen hasil jagung. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Tuherkih & Sipahutar (2010) serta Kasno & Rostaman (2013) yang melaporkan bahwa pupuk NPK secara nyata dapat meningkatkan diameter tongkol, bobot 100 biji dan hasil pipilan kering jagung.

Tabel 6. Rerata bobot pipilan kering dan indeks panen jagung pada beberapa kombinasi pupuk NPK standar dan pupuk organik standar.

Kombinasi Pupuk	Bobot Pipilan Kering (ton.ha ⁻¹)	Indeks Panen
Tanpa Pupuk	1,14 d	0,58 a
NPK Standar*	6,25 a	0,59 a
Organik Standar**	1,46 d	0,60 a
$\frac{3}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	6,50 a	0,60 a
$\frac{1}{2}$ NPK Standar + Organik Standar	4,68 b	0,58 a
$\frac{1}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	2,90 c	0,55 a
CV (%)	12,55	6,41

Keterangan : angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom yang sama tidak beda nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf ($\alpha = 5\%$). *NPK standar (300 kg.ha⁻¹ NPK + 250 kg.ha⁻¹urea). **Organik standar (15000 L.ha⁻¹).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK standar dan vinase diperkaya mikrobial memberikan hasil yang berbeda nyata pada bobot pipilan kering biji jagung (Tabel 6). Aplikasi $\frac{3}{4}$ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ vinase diperkaya mikrobial memberikan hasil pipilan kering biji jagung tertinggi sebesar 6,5 ton.ha⁻¹ atau meningkat 570,17 % dibandingkan tanpa pemupukan, dimana hasil tersebut sama baiknya dengan hasil pipilan kering biji jagung yang dihasilkan oleh perlakuan NPK standar yaitu sebesar 6,25 ton.ha⁻¹ atau meningkat 548,24 %. Pemberian pupuk NPK yang hanya $\frac{1}{4}$ dan $\frac{1}{2}$ dari takaran standar tidak cukup untuk menghasilkan biji dengan bobot yang tinggi. Produksi pipilan kering biji jagung per hektar perlakuan $\frac{1}{4}$ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ dan $\frac{1}{2}$ NPK standar + 15000 L.ha⁻¹ secara berturut-turut yaitu 2,90 ton.ha⁻¹ dan 4,68 ton.ha⁻¹. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa aplikasi vinase diperkaya mikrobial belum mampu menghasilkan produksi pipilan kering biji jagung yang sama dengan perlakuan NPK standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman jagung tetap membutuhkan pupuk NPK standar untuk menghasilkan produksi jagung optimum. Vinase diperkaya mikrobial pada dosis 15000 L.ha⁻¹ baru mampu mensubstitusi penggunaan pupuk NPK standar sebesar 25 %.

Tabel 6 juga memberikan informasi bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK dan vinase diperkaya mikrobial tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap indeks panen jagung. Kisaran nilai indeks panen antara 0,55 – 0,60. Nilai tersebut menunjukkan kisaran nilai indeks panen normal yang berarti minimal dari 50% fotosintat dipergunakan untuk pembentukan biji. Parameter indeks panen merupakan parameter yang menunjukkan efisiensi dari penggunaan fotosintat untuk pembentukan biji. Indeks panen yang sama antar perlakuan tersebut diduga disebabkan karena indeks panen

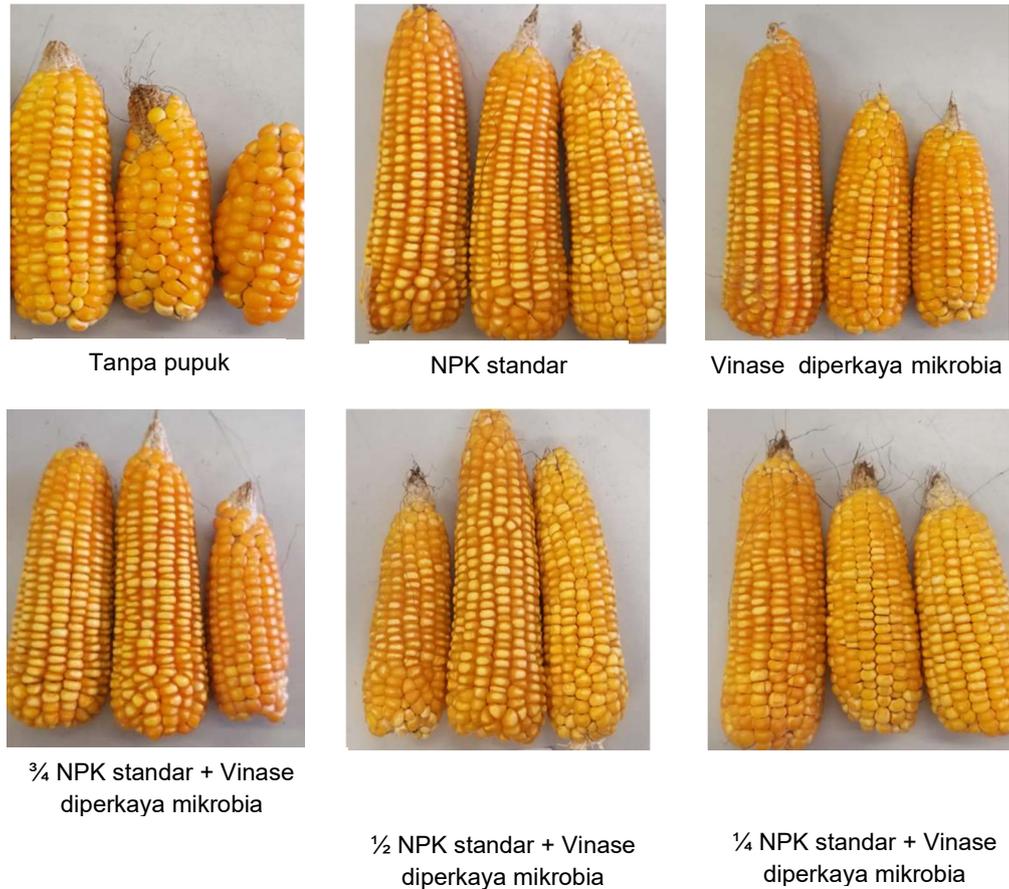
merupakan parameter yang berinteraksi dengan lingkungan tumbuhnya kecil atau bisa dikatakan stabil. Kinerja stabilitas tersebut diduga merupakan karakter genetik yang dikendalikan oleh genotipe stabil (Eberhart & Russell, 1966). Menurut Inamullah *et al.* (2011), menjaga salah satu komponen tetap stabil / konstan baik komponen agronomi (pengelolaan) maupun komponen pemuliaan (genotipe) akan meningkatkan hasil akhir biji (*grain*).

Berdasarkan Permentan No.70 tahun 2011, disebutkan bahwa salah satu ketentuan lulus uji efektivitas pupuk organik secara teknis adalah mempunyai RAE \geq 100%. Sehingga penghitungan RAE ini digunakan untuk menentukan keefektifan vinase diperkaya mikrobia ini dalam menggantikan penggunaan pupuk kimia. Dari hasil analisis terhadap nilai relativitas agronomis (RAE) penggunaan vinase diperkaya mikrobia menunjukkan bahwa pada penggantian 25% pupuk NPK standar mampu memberikan efektivitas di atas 100% (Tabel 7). Hal ini berarti bahwa vinase diperkaya mikrobia memiliki kemampuan dalam meningkatkan efisiensi serapan hara pada tanaman. Namun kondisi tersebut hanya dicapai pada kombinasi dengan 75% penggunaan pupuk NPK standar.

Tabel 7. Nilai relativitas agronomis (RAE) uji efektivitas vinase diperkaya mikrobia pada tanaman jagung

Perlakuan	RAE (%)
Tanpa Pupuk	0
NPK Standar*	100
Organik Standar**	6,26
$\frac{3}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	104,89
$\frac{1}{2}$ NPK Standar + Organik Standar	72,89
$\frac{1}{4}$ NPK Standar + Organik Standar	34,44

^{*)}RAE = *Relative Agronomics Effectiveness* (Hasil pupuk yang diuji-Kontrol)/(Hasil pupuk standar-Kontrol). %). * NPK standar (300 kg.ha⁻¹ NPK + 250 kg.ha⁻¹urea). **Organik standar (15000 L.ha⁻¹).



Gambar 1. Keragaan hasil panen jagung pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk NPK standar dan vinase diperkaya mikrobial.

Jika dilihat pada keragaan hasil panen terlihat bahwa penambahan pupuk NPK masih sangat diperlukan untuk mendampingi penggunaan vinase diperkaya mikrobial (Gambar 1). Berdasarkan hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa pupuk hayati yang berasal dari vinase diperkaya mikrobial memiliki peranan yang berbeda dengan pupuk anorganik seperti pupuk NPK. Pada dasarnya pupuk hayati memiliki sifat daya dukung dalam jangka panjang. Komponen pemacu tumbuh yang terdapat pada pupuk hayati bersifat lambat ketersediannya bagi tanaman. Oleh karena itu pemanfaatan pupuk hayati seperti vinase diperkaya mikrobial lebih ditekankan pada upaya menjaga kelangsungan daya dukung media tanam (tanah).

KESIMPULAN

1. Kombinasi 3/4 NPK standar dengan 15000 L.ha⁻¹ vinase diperkaya mikrobial memberikan pertumbuhan dan hasil jagung optimal yang sama baiknya dengan NPK standar

2. Vinase diperkaya mikrobia sebanyak 15000 L.ha⁻¹ yang dikombinasikan dengan $\frac{3}{4}$ NPK standar efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung dengan nilai RAE >100%.
3. Vinase diperkaya mikrobia mampu mensubstitusi penggunaan pupuk kimia sebesar 25 % pada pertanaman jagung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada PT Madubaru yang telah membantu dalam penyediaan bahan penelitian serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., Z. Shah, A. Khan, M. Shah, G.A. Khan, A. Ali, N.A. Khan, N. Saleem, S. Nawaz, S. Akbar, S. Samreen and K. Zaib. 2014. Integrated effects of rhizobial inoculum and inorganic fertilizer on wheat yield and yield components. *American Journal of Plant Science* 5: 2066 – 2073.
- Afina, R. 2013. Pengaruh pemberian vinase dan sumber nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil wijen (*Sesamum indicum* L.) di tanah pasir. Skripsi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Arafat, S. and Yassen. 2002. Agronomic evaluation of fertilizing efficiency of vinase. 17th WCSS, Thailand. *Symposium 14. Paper 1991: 1-6*.
- Baligar, V.C. and O.L. Bennett. 1986. NPK-fertilizer efficiency - a situation analysis for the tropics. *Fertilizer Research* 10: 147 – 164.
- Burdass, D. 2002. *Rhizobium*, root nodules & nitrogen fixation. *Society for General Microbiology* 16: 1 – 4.
- Christofolletti, C.A., J.P. Escher, J.E. Correia, J.F.U. Marinho, and C.S. Fontanetti. 2013. Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use. *Waste Management*. 33: 2752-2761.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36 – 40.
- Erselia, I., D.W. Respatie dan R. Rogomulyo. 2017. Pengaruh Takaran Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Organik Alami Diperkaya Mikroba Fungsional terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.). *Vegetalika* 6(4): 28-40.
- Hofman, G. and O. Van Cleemput. 2004. Soil and Plant Nitrogen. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.
- Juhriah, Suhadiyah, S., Muhtadin dan Lestari, D., 2018. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair (Voc) Pada Budidaya Tanaman Kol Bunga *Brassica oleraceae* var. botrytis L.subvar. cauliflora. *Jurnal Biologi Makasar* 3(1): 35–47.

- Kasno, A. dan T. Rostaman. 2013. Serapan hara dan peningkatan produktivitas jagung dengan aplikasi pupuk NPK majemuk. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 32: 179-186.
- Inamullah, N. Rehman, N.H. Shah, M. Arif, M. Siddiq and I.A. Mian. 2011. Correlations among grain yield and yield attributes in maize hybrids at various nitrogen levels. *Sarhad Journal Agriculture* 27: 531 – 538.
- Islam, M.N., M.M. Rahman, M.J.A. Mian, M.H. Khan and R. Barua. 2014. Leaching losses of nitrogen, phosphorus and potassium from sandy loam soil of old brahmaputra floodplain (AEZ-9) under continuous standing water condition. *Bangladesh J. Agril. Res.* 39: 437 – 446.
- Oke, V. and S.R. Long. 1999. Bacteroid formation in the *Rhizobium*-legume symbiosis. Elsevier Science Ltd, *Current Opinion in Microbiology* 2: 641 – 646.
- Kiers, E.T., R.A. Rousseau, S.A. West and R.F. Denison. 2003. Host sanctions and the legume-rhizobium mutualism. *Nature* 425: 78 – 81.
- Kisworo, A.D., S. Muhartini dan B. Kurniasih. 2016. Pengaruh Takaran Vinase dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan Hasil dan Kandungan Minyak Total Wijen di Tanah Pasir Pantai. *Vegetalika* 5(2): 1-13.
- Maheswar, N.U. and G. Sathiyavani. 2012. Solubilization of phosphate by *Bacillus* sps. from groundnut rhizosphere (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 4: 4007 – 4011.
- Meyer J., P. Rein, P. Turner P. and K. Mahtias. 2013: *Good Management Practices for the Cane Sugar Industry*. PGBl Sugar & Bio-Energy (Pty) Ltd. 689 pp.
- Peraturan Menteri Pertanian No.70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembena Tanah. Jakarta.
- Peeverill, K.I., L.A. Sparrow and D.J. Reuter. 1999. Soil Analysis, and Interpretation Manual. <https://books.google.co.id/books?id=pWR1vUWbEhEC&pg=PA231&dq=soil+organic+matter+and+potassium+availability&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=soil%20organic%20matter%20and%20potassium%20availability&f=false>. Diakses tanggal 04 Oktober 2020.
- Promwee, A., M. Issarakraisila, W. Intana, C. Chamswarng, and P. Yenjit. 2014. Phosphate solubilization and growth promotion of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) by *Trichoderma* strains. *Journal of Agricultural Science* 6: 8 – 20.
- Purwaningsih, H.S., S. Muhartini, dan B. Kurniasih. 2014. Pengaruh Takaran Vinase dan Macam Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Wijen (*Sesamum indicum* L.) pada Tanah Pasir Pantai. *Vegetalika* 3 (2) : 25 – 34.
- Satriawi, W., E. Tini dan A. Iqbal. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Limbah Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus* L .). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 19(2): 116–121.
- Silva, J.A. and R. Uchida. 2000. Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. University of Hawaii. Manoa, p: 31 – 55.

- Tuherkih, E. dan I.A. Sipahutar. 2010. Pengaruh pupuk NPK majemuk (16:16:15) terhadap pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L.) di tanah inceptisol. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian* : 77 – 90.
- Umami, M., S. Waluyo, S. Muhartini, dan R. Rogomulyo. 2014. Pengaruh residu pemberian vinase dan pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan hasil kangkong darat (*Ipomoea reptans* Poir.). *Vegetalika* 3: 12-21.
- Vyatrissa, B., Muhartini, S. & Waluyo, S., 2017. Pengaruh Vinase dan Macam Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pak Choi (*Brassica rapa subsp. chinensis* (L.) Hanelt). *Vegetalika*, 6(1):12–21.
- Wahyunindyawati, F., Kasijadi dan Abu. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Biogreen Granul terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah. *Journal Basic Science and Technology*. 1: 21-25.
- Yuniarsih, E.T. dan M.B. Nappu. 2013. Pemanfaatan limbah jagung sebagai pakan ternak di Sulawesi Selatan. *Seminar Nasional Serealia* : 329 – 338.