

**UJI EFEKTIFITAS POLY₄ SIRIUS
SEBAGAI SUMBER KMgS TERHADAP
pH TANAH DAN PRODUKTIVITAS
JAGUNG (*Zea Mays L.*) DI
PROBOLINGGO JAWA TIMUR**

F. Tabri¹, Roy Efendi², M Aqil³, dan Herawati⁴
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Sulawesi Selatan

Email: fahdiana_tabri@yahoo.co.id¹

Abstrak. Penelitian Uji Efektifitas Poly4 Sirius sebagai sumber KMgS terhadap pH tanah dan produktivitas jagung dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi, KP. Muneng, Kab. Probolinggo, Jawa Timur. Waktu penelitian Juli-November 2018. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok diulang empat kali, terdiri dari 12 kombinasi takaran pemberian pupuk urea, Poly4, SP 36, Kieserite dan NPK, menggunakan jarak tanam 70 cm x 20 cm dengan menggunakan varietas Bisi 18, dimana setiap unit perlakuan ditanam 8 baris tanam dengan panjang baris 6 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk majemuk Poly4 sebagai salah satu sumber K memiliki kualitas yang sama dengan pupuk KCl, di mana penggunaan pupuk Poly4 dengan takaran 257 kg/ha (setara 36 kg K₂O/ha) yang dikombinasikan dengan pupuk NP (urea takaran 413 kg/ha dan pupuk SP36 250 kg/ha) memberikan hasil 13,3 t/ha yang tidak berbeda nyata dengan pemupukan NP yang dikombinasikan dengan pupuk KCl 100 kg/ha dengan hasil 12,6 t/ha. Pupuk Poly4 selain mengandung hara K yang berdampak positif terhadap pertumbuhan diameter juga mengandung hara Mg berdampak positif terhadap peningkatan kandungan klorofil daun jagung.

Kata Kunci : Pupuk Poly4 Sirius, ph tanah, jagung.

**INDONESIAN
JOURNAL OF
FUNDAMENTAL
SCIENCES
(IJFS)**

E-ISSN: 2621-6728

P-ISSN: 2621-671X

Submitted : June, 1st 2020
Revised : June, 27th 2020
Accepted : August, 15th 2020

Abstract. Research on the effectivitas of Poly4 sirius as source of KMgS on soil pH and Maize productivity was carried at farm Indonersian Legums and Tuber crops Research Institute, KP.Muneng, Kab Probolinggo, East Java. The study was conducted from Juli to November 2018. The experiment used a randomized bock design was repeated four times, consisting of 12 combinations used doses of Urea, Poly4, SP 36, Kieserite and NPK fertilizers, using a spacing of 70 cm x 20 cm , variety Bisi 18. Where each the treatment unit planted 8 rows with 6 m long rows. The results showed that the compound fertilizer Poly4 as a source of K had the same quality as KCl, where the use of poly4 fertilizer at the rate of 257 kg^{ha} (equivalent to 36 kg K₂O^{ha}) combined with NP fertilizer (Urea measuring 413 kg^{ha}) and fertilizer SP36 250 kg^{ha} gave a yield of 13.3 t^{ha}, which was not significantly different from NP fertilization combined with KCl 100 kg^{ha} with a yield of 12.6 t^{ha}. Besides containing K nutrient which has a positive impact on increasing the chlorophyl content of corn leaves.

PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu faktor produksi pertanian dan media tumbuh tanaman, banyak cara untuk mengetahui kesuburan tanah didasarkan pada observasi atau pengukuran parameter pertumbuhan tanaman yang sedang tumbuh, tanaman jagung membutuhkan paling kurang 13 unsur hara yang diserap melalui tanah. Pengelolaan kesuburan tanah harus diperhatikan agar tanah dapat menyokong pertumbuhan dan produksi tanaman yang tinggi dalam jangka waktu yang lama. Menurut Raihan (2001), tanaman yang dibudidayakan saat ini umumnya membutuhkan unsur hara dari berbagai jenis dan jumlah yang relatif banyak. Hara N, P, dan K diperlukan dalam jumlah lebih banyak dan sering kekurangan, hara Ca, Mg, dan S diperlukan dalam jumlah sedang, hara Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, dan Cl diperlukan tanaman dalam jumlah sedikit. Persentase kandungan hara pada biji dimana produksi jagung mencapai 9,45 t biji/ha adalah 56.47% N, 13.57% K, 17.07% P, 5.25% S, 4.82% Mg, 0.66% Ca, 1.97% Cl, dan 0.01-0,08% adalah Fe, Mn, Cu, Zn, B, dan Mo, sedangkan persentase hara pada batang adalah 40.60% K, 19.65% Cl, 16.03% N, 10.08% Ca, 8.53% Mg, 2.33% S, 2.07% P, 0.52% Fe, dan 0,01-0,07% adalah Mn, Zn, B, Cu, dan Mo (Ciampitti et al., 2013). Hal tersebut menunjukkan bahwa unsur hara N,P,K, Ca, Mg dan S berperan besar dalam peningkatan produksi tanaman jagung.

Tanaman jagung mempunyai prospek yang cukup besar untuk dikembangkan di tanah jenis Inceptisols, Ultisols, dan Oxisols. Umumnya jenis tanah tersebut mempunyai faktor pembatas hara N, P, K, Ca, S, dan Mg (Nursyamsi et al., 2002). Namun demikian pupuk tunggal maupun pupuk majemuk yang di gunakan petani jagung di Indonesia umumnya pupuk yang memiliki kandungan hara N, P dan K saja. Selain itu petani jagung di Indonesia lebih dominan memberikan hara N dengan pemberian Urea atau ZA yang mengandung hara S. Pemberian pupuk Urea dan ZA selain dapat meningkatkan kandungan N-total di dalam tanah, juga memiliki kecenderungan untuk menurunkan nilai pH tanah (Firmansyah and Sumarni, 2013), sehingga akan mengganggu keseimbangan serapan hara tanah oleh tanaman.

Faktor penentu produktivitas jagung terutama adalah ketersediaan hara N, P, K dan unsur mikro. Hara tanah merupakan faktor penting yang menentukan produktivitas jagung dimana jagung memerlukan hara N cukup banyak. Pemberian pupuk N dengan dosis sedang mengakibatkan kehilangan hasil 10-22%, tanpa pupuk K menurunkan hasil 13%, tanpa pupuk fosfat dan tanpa Zn dan Mn penurunan hasil mencapai 10-12% (Sutoro, 2015). Hara Magnesium (Mg) merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk berbagai kegiatan metabolisme. Mg merupakan satu-satunya ion logam yang terdapat dalam molekul klorofil dan merupakan inti klorofil. Banyak enzim yang ikut serta dalam metabolisme karbohidrat membutuhkan Mg sebagai aktivator (Marschner, 1986). Kekurangan unsur ini akan menyebabkan klorosis pada tanaman dan menghambat reaksi gelap pada proses fotosintesis.

Beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediaan hara dalam tanah untuk dapat diserap tanaman antara lain adalah total pasokan hara, kelembaban tanah dan aerasi, suhu tanah, dan sifat fisik maupun kimia tanah. Keseluruhan faktor ini berlaku umum untuk setiap unsur hara. Pola serapan hara tanaman jagung dalam satu musim mengikuti pola akumulasi bahan kering sebagaimana dijelaskan oleh (Ciampitti et al., 2013). Melalui pemberian pupuk

yang berimbang, diharapkan produktivitas tanah dan tanaman dapat dioptimalkan, pendapatan petani meningkat, pemupukan menjadi lebih efisien dan menguntungkan, salah satu cara yaitu dengan penambahan pupuk Poly4 Sirius yang mengandung hara K, Mg, S dan , Ca.

Pemupukan berlebihan menurunkan efisiensi agronomis pupuk dan menekan recovery hara P. Oleh karena itu, jumlah pupuk yang diberikan perlu memperhatikan tingkat kesuburan tanah. Untuk menghasilkan setiap 1.000 kg jagung, serapan hara yang terakumulasi pada tanaman bagian atas 17-20 kg N, 3-4,5 kg P, and 15-16 kg K (Xin *et al.* 2012). Serapan hara oleh tanaman jagung yang tumbuh subur mencapai 114 kg N, 51 kg P, dan 66 kg K/ha (Kasno dan Rostaman, 2013). Pada lahan dengan kondisi N cukup, perakaran tanaman lebih berkembang sehingga laju serapan hara dan aliran melalui phloem dan xylem meningkat (Liangzheng Xu *et al.* 2009). Niehues *et al.* (2004) melaporkan bahwa pemberian 22 kg N/ha pada tanaman jagung sebagai starter pada saat tanam tanpa olah tanah menaikkan bobot biomass dan hasil biji dibandingkan dengan total dosis pupuk N yang sama (168 kg N/ha) yang diberikan sekali pada tanaman berumur 4 minggu. Apabila proporsi pupuk N sebagai starter lebih dari 22 kg N/ha, bobot biomass dan hasil biji tidak meningkat. Pengaruh pemberian pupuk starter bergantung pada kualitas lingkungan. Hasil penelitian Bermudes dan Mallarino (2002) pada 11 lokasi di Iowa, Amerika Serikat, menunjukkan bahwa dosis N sebagai starter 16-27 kg N/ha dari total dosis 180 kg N/ha meningkatkan hasil jagung 200-671 kg pada tujuh lokasi, tidak berpengaruh nyata pada tiga lokasi, dan menurunkan hasil 230 kg/ha pada satu lokasi. Tingkat hasil yang dicapai antar lokasi beragam, berkisar antara 7,3-11,4 t/ha.

Fotosintesis radiasi aktif dan hasil biji meningkat dengan meningkatnya pemberian pupuk N dan peningkatan populasi tanaman diikuti dengan peningkatan pemberian pupuk (Mehdi 2011). Pemberian hara S yang diimbangi oleh pupuk N mengoptimalkan serapan hara (Rahman *et al.* 2011). Pemberian pupuk organik dapat meningkatkan hasil jagung, terutama pada lahan dengan tekstur liat berlempung (Suratmini 2009, Singh *et al.* 2010).

Respon jagung hibrida terhadap pemupukan N berbeda antar lahan maupun musim (Areerak *et al.* 2010, Murni *et al.* 2010). Pemberian pupuk N dengan dosis yang tepat pada jagung hibrida mampu menghasilkan 9-12 t/ha (Syafuruddin *et al.* 2008, Efendi *et al.* 2012). Efisiensi penggunaan pupuk berkisar antara 20-40 kg biji/kg N, 25-45 kg biji/kg P, dan 2-13 kg biji/kg K (Girsang *et al.* 2010, Samijan 2010). Efisiensi NPK dapat ditingkatkan melalui inokulasi cendawan mikoriza arbuskuler (Musfal dan Jamil 2009). Pada pola tanam padi-jagung, porsi pemberian pupuk jagung 50% atau lebih memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan porsi pupuk untuk padi lebih banyak (Faesal dan Syafuruddin 2010).

Hasil penelitian Syafuruddin *et al.* (2017) Rekomendasi pemupukan N, P, dan K berdasarkan target hasil dengan kondisi air cukup adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rekomendasi pemupukan Nitrogen (N) berdasarkan ketersediaan C-Organik tanah menggunakan PUTK untuk mendukung produksi > 11 t/ha

Target Hasil (t/ha)	Kandungan C-organik (%)		
	Rendah (<1,5%)	Sedang (1,5-3%)	Tinggi (>3%)
	Takaran pupuk N (kg/ha)		
11	210	183	155
12	235	208	180
13	260	233	205

Tabel 2. Rekomendasi pemupukan Pospor (P) berdasarkan ketersediaan hara P menggunakan PUTK untuk mendukung produksi > 11 t/ha

Target Hasil (t/ha)	Kandungan P tanah		
	Rendah	Sedang	Tinggi
	Takaran pupuk P ₂ O ₅ (kg/ha)		
11	90	56	15
12	100	61	25
13	100	61	25

Tabel 3. Rekomendasi pemupukan Kalium (K) berdasarkan ketersediaan hara K menggunakan PUTK untuk mendukung produksi > 11 t/ha

Target Hasil (t/ha)	Kandungan K		
	Rendah	Sedang	Tinggi
	Takaran pupuk K ₂ O (kg/ha)		
11	56	39	-
12	59	42	23
13	62	45	34

Kebutuhan Hara Mikro

Kebutuhan hara mikro untuk mendapatkan hasil \pm 10 t/ha pipilan jagung kering dibutuhkan hara sebagai berikut:

Tabel 4. Kebutuhan Hara Mikro

Unsur Hara	Kandungan Unsur hara (kg)		
	Biji	Berangkasan	Total
Ca	1,5	39	40.5
Mg	11	33	44
Cl	4,5	76	80.5
Fe	0,11	2,02	2.13
Mn	0,06	0,26	0.32
Cu	0,02	0,09	0.11
Zn	0,19	0,19	0.38

B o	0,05	0,14	0.19
M o	0,006	0,003	0.009

Sumber : Sayfruddin et al. 2010

METODE DAN BAHAN

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi, KP. Muneng, Kab. Probolinggo, Jawa Timur. Waktu penelitian Juli-November 2018. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah traktor, ajir, tali tanam, meteran, pH meter, alat pengukur: tinggi, diameter batang, kadar air biji, bobot panen (timbangan digital). Bahan yang digunakan: pupuk urea (46% N), SP36 (36% P₂O₅), Poly (14% K₂O, 6% MgO, 18% S dan 17% CaO), dan Kieserite (26% MgO, 18% S), plastik, karung, tali, benih jagung Bisi 18, fungisida metalaksil, insektisida, Herbisida selektif. Perlakuan terdiri dari 12 kombinasi takaran pemberian pupuk urea, Poly4, SP 36, Kieserite dan NPK (Tabel 1), yang disusun dengan Rancangan Acak Kelompok diulang empat kali. Sehingga terdapat 48 unit perlakuan. Luas setiap unit perlakuan adalah 25.5 m² (4.2 m x 6 m), sehingga total luas lahan percobaan 1264 m². Jarak tanam jagung yang digunakan adalah 70 cm x 20 cm dengan menggunakan varietas Bisi 18. Setiap unit perlakuan ditanam 8 baris tanam dengan panjang baris 6 m.

Tabel 5 . Kombinasi perlakuan pemberian pupuk Urea, SP36, Kieserite, Poly Sirius, dan NPK

No. Treat	Takaran pupuk	Setara Unsur hara
1	Standar rekomendasi (hasil 10> t/ha)	
	Urea 413 kg/ha	
	SP36 250 kg/ha	N = 190 kg/ha
	KCl 100 kg/ha	P = 90 kg/ha K = 60 kg/ha
2	Standart Rekomendasi + Kieserite	
	Urea 413 kg/ha	N = 190 kg/ha
	SP36 250 kg/ha	P = 90 kg/ha
	KCl 100 kg/ha	K = 60 kg/ha
	Kieserite 100 kg/ha	Mg = 26 kg/ha S = 18 kg/ha
3	NP + Poly4 (120%)	
	Urea 413 kg/ha	N = 190 kg/ha
	SP36 250 kg/ha	P = 90 kg/ha
	Poly4 514 kg/ha	K = 72 kg K ₂ O/ha
		Mg = 31 kg /ha
		S = 98 kg/ha Ca = 88 kg/ha
4	NP + Poly4 (100%)	
	Urea 413 kg/ha	N = 190 kg/ha
	SP36 250 kg/ha	P = 90 kg/ha
	Poly4 429 kg/ha	K = 60 kg/ha
		Mg = 26 kg /ha
		S = -82 kg/ha Ca = 73 kg /ha
5	NP + Poly4 (80%)	
	Urea 413 kg/ha	N = 190 kg/ha
	SP36 250 kg/ha	P = 90 kg/ha

	Poly4 343 kg/ha	K = 48 kg/ha Mg = 21 kg /ha S = -66 kg/ha Ca = 58 kg /ha
6	NP + Poly4 (60%) Urea 413 kg/ha SP36 250 kg/ha Poly4 257 kg/ha	N = 190 kg/ha P = 90 kg/ha K = 36 kg/ha Mg = 16 kg/ha S = 49 kg/ha Ca = 44 kg /ha
7	NPK T15 Standar Petani * Urea 550 kg/ha NPK 150 kg/ha	N = 276 kg/ha P = 23 Kg/ha K = 23 kg /ha
8	NPK T15 Standard Petani + Kieserite Urea 550 kg/ha NPK 150 kg/ha Kieserite 100 kg/ha	N = 276 kg/ha P = 23 Kg/ha K = 23 kg /ha Mg = 26 kg/ha S = 18 kg/ha
9	NPK T15 + Poly4 (120%) Urea 326 kg/ha SP36 139 kg/ha NPK 266 kg/ha Poly4 172 kg/ha	N = 190 kg N/ha P = 90 kg/ha K = 72 kg/ha Mg = 31 kg/ha S = 98 kg/ha Ca = 88 kg/ha
10	NPK T15 + Poly4 (100%) Urea 326 kg/ha SP36 139 kg/ha NPK 266 kg/ha Poly4 143 kg/ha	N = 190 kg/ha P = 90 kg/ha K = 60 kg/ha Mg = 26 kg /ha S = 82 kg/ha Ca = 73 kg /ha
11	NPK T15 + Poly4 (80%) Urea 326 kg/ha SP36 139 kg/ha NPK 266 kg/ha Poly4 114 kg/ha	N = 190 kg N/ha P = 90 kg/ha K = 48 kg/ha Mg = 21 kg /ha S = 66 kg/ha Ca = 58 kg/ha
12	NPK T15 + Poly4 (60%) Urea 326 kg/ha SP36 139 kg/ha NPK 266 kg/ha Poly4 86 kg/ha	N = 190 kg N/ha P = 90 kg/ha K = 36 kg/ha Mg = 16 kg/ha S = 49 kg/ha Ca = 44 kg /ha

- Standar petani dengan hasil rata-rata > 8 t/ha (di mana umumnya petani memberi pupuk 50 kg pupuk (1 zak) per 1 kg benih

Lahan diolah dan diratakan dengan traktor, kemudian dibuat petak plot sesuai dengan pengacakan. Sebelum tanam, benih diberi perlakuan dengan fungisida. Setiap genotip jagung inbrida ditanam sebanyak 6 baris dengan panjang 6 meter dengan jarak antar baris tanam 70x 20 cm. Pemupukan dilakukan dua kali. Pemupukan pertama (I) dilakukan pada saat umur 10-15 hst di mana pemberian pupuk N adalah 1/3 dari takaran N perlakuan dan seluruh pupuk P, K, S, Mg. pemupukan kedua (II) dilakukan pada saat tanaman berumur 35-40 hst dengan pemberian N dengan 2/3 takaran pupuk N. Untuk mencegah serangan lalat bibit pada waktu tanam, tiap lubang diberi karbofuran 30% dengan dosis 8-16 kg/ha atau sekitar 4 butir/ lubang. Pengendalian hama pada vase vegetatif dengan memberikan karbofuran 30% melalui pucuk daun. Penyiangian dilakukan dua kali. Pertama pada saat tanaman berumur 15 hst dengan cara penyemprotan herbisida dengan bahan aktif atrazin dan mesotrion, tahap kedua pada saat tanaman berumur 35 hst dengan cara mencangkul dan sekaligus melakukan pembumbunan. Hama utama yang biasanya dijumpai pada pertanaman jagung adalah lalat bibit, penggerek batang dan tongkol. Khusus untuk pencegahan serangan hama lalat bibit (terutama pada daerah endemik lalat bibit), dapat dilakukan dengan pemberian carbofuran bersamaan dengan penanaman benih dalam lubang tanam, takaran 10-15 kg (produk)/ha. Pengendalian hama penggerek batang dilakukan jika ada gejala serangan hama, untuk itu dapat diberikan carbofuran melalui pucuk tanaman dengan takaran 10 kg produk/ha (3-4 butir/tanaman). Pemberian air perlu dilakukan jika tanaman menunjukkan gejala kekurangan air (daun mulai menggulung). Pendistribusian air sebaiknya dilakukan melalui alur-alur di antara baris tanaman yang telah dibuat saat pembumbunan. Selama pertumbuhan tanaman jagung pada musim kemarau biasanya memerlukan pemberian air sampai 6-8 kali (tergantung saat tanam dan tekstur tanahnya).

Parameter Pengamatan :

a. Fase Vegetatif

1. Tinggi tanaman (cm) diukur dari permukaan tanah sampai buku daun bendera, dilakukan seminggu menjelang panen
2. Klorofil daun, diukur dengan SPAD 502 Minolta. Sampel daun yang diukur adalah daun tongkol.
3. Analisis kandungan N, P, dan K dalam jaringan daun pada saat tanaman berumur 55-60 hst

b. Fase Generatif

1. Komponen hasil (kadar air panen, panjang dan diameter tongkol, jumlah baris dan biji)
2. Hasil panen (t/ha), dilakukan dengan cara mengkonversi hasil panen tongkol kupasan basah pada dua baris tengah tanaman per nomor (kg dengan menggunakan rumus.

$$\text{Hasil (t/ha)} = \frac{10000}{\text{baris}} \times \frac{100-KA}{100} \times \text{BTKP}/1000 \times \text{SP}$$

L.P 100-15

- K.A = Kadar Air biji waktu panen
- L.P = Luas Panen (m²).
- BTKP = Bobot Tongkol Kupasan Panen (kg)
- SP/R = Rata-rata 'shelling percentage/rendemen'

c. Analisis pH tanah

Tanah diambil di sekitar tanaman sebelum pemupukan, setelah pemupukan atau saat tanaman fase pembungaan-pengisian biji dan pada saat panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis fisik dan kimia tanah lahan penelitian di KP. Muneng, Probolinggo, Timur menunjukkan tekstur tanah tergolong lempung dengan dengan pH tanah agak masam (pH KCl 5,90) kandungan C organik rendah, nitrogen (N) total tanah tergolong sangat rendah (0,10%), kandungan P dan K tersedia tergolong sangat tinggi dan Kation dapat ditukar seperti K (0,32 me/100 gr) tergolong sedang, Ca (14,51 me/100 gr) tergolong dan Mg (0,93 me/100 gr) tergolong sangat tinggi (Tabel 2).

Tabel 6. Analisis fisik dan kimia tanah sebelum percobaan di KP Muneg, Probolinggo, Jawa Timur

Macam Penetapan	KP. Muneng, Probolinggo, Jawa Timur	
Tekstur	Lempung	
Liat (%)	18	
Debu (%)	59	
Pasir (%)	23	
pH - Air (1:2.5)	6,73	Agak masam
- KCL (1:2.5)	5,90	
C- Organik (%)	1,98	Rendah
Nitrogen Total (%)	0,10	Sangat rendah
C / N	20	Tinggi
P Bray 1 (ppm)	38	Sangat tinggi
P HCl 1 (ppm)	5	Sangat rendah
K Bray 1 (ppm)	149	Sangat tinggi
K HCl 1 (ppm)	36	Tinggi
Kation dapat ditukar (me/ 100 gr)		
K	0,32	Sedang
Ca	14,51	Tinggi
Mg	0,93	Sangat rendah
Na	0,20	Rendah
Al-dd (me / 100 gr)	0,00	Sangat rendah
H + (me / 100 gr)	0,00	Sangat rendah
KTK (me / 100 gr)	16,96	Rendah
Kejenuhan basa (%)	94	Sangat tinggi

Sumber: Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air, BPTP Sulawesi Selatan

Peningkatan hasil biji dengan pemupukan kombinasi pupuk NP atau NPK dengan Poly4 di KP. Muneng, Probolinggo, Jawa sebesar 8%. Hasil biji dengan pemberian pupuk berdasarkan standar rekomendasi (Trait 1 = Urea 413 kg/ha, SP36 250 kg/ha, KCl 100 kg/ha) dan standar petani (Trait 7 = Urea 550 kg/ha dan NPK 150 kg/ha) sebesar 12,6 t/ha. Hasil biji menjadi meningkat bila pupuk NP dikombinasikan dengan pupuk Poly4 (Trait 3 = Urea 413 kg/ha, SP36 250 kg/ha, Poly4 514 kg/ha) menjadi 13,1 t/ha. Hal yang juga pada kombinasi pupuk NPK dengan poly4 (Trait 9) menunjukkan peningkatan hasil menjadi 13,8 t/ha bila pupuk NPK dikombinasikan dengan pupuk Poly4 dengan Urea 326 kg/ha, SP36 139 kg/ha, NPK 266 kg/ha, dan Poly4 86 kg/ha (Trait 9) (Tabel 3 dan Gambar 1).

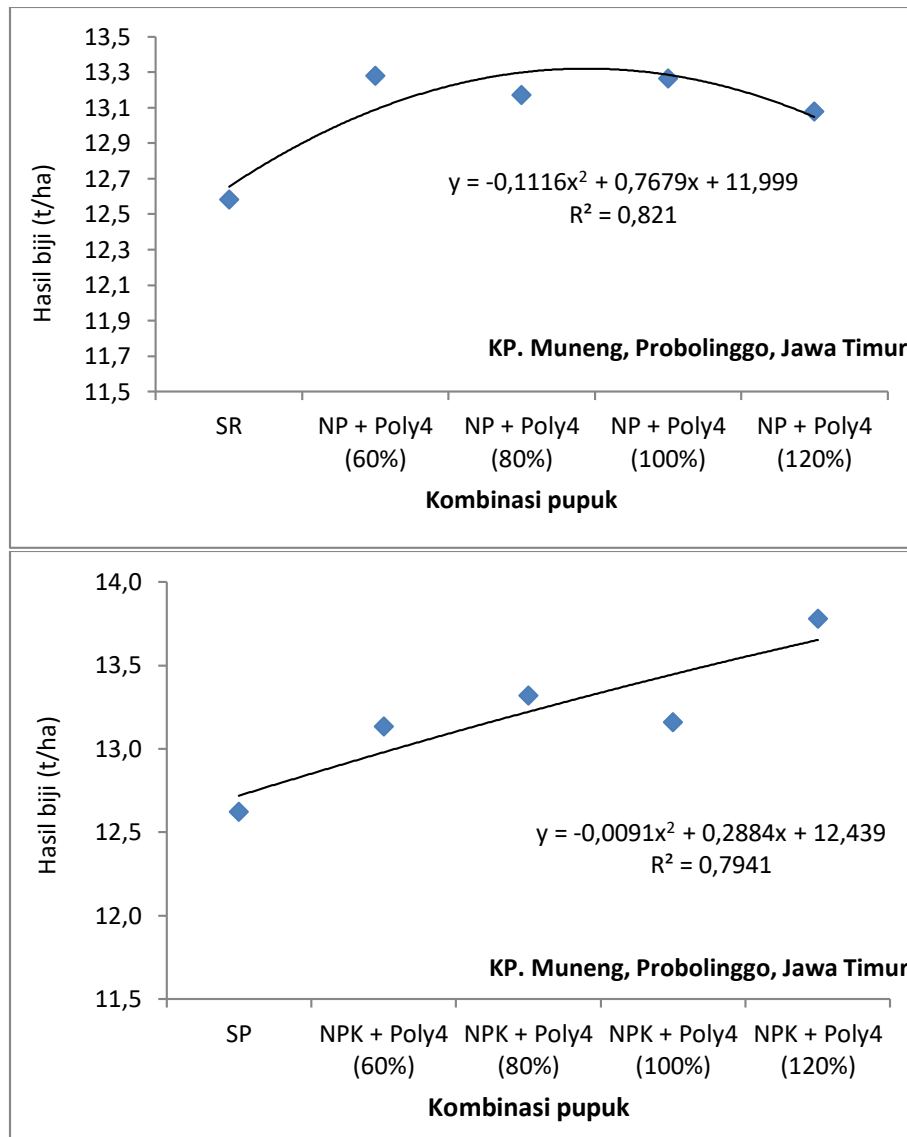
Peningkatan hasil yang hanya 8% disebabkan kandungan hara K dan Ca dalam tanah di lokasi KP Muneng, Probolinggo, Jawa Timur tergolong sedang-tinggi sehingga kurang responsif terhadap pemupukan Poly4.

Tabel 7. Hasil biji jagung pada beberapa takaran kombinasi pupuk NP atau NPK dengan pupuk Poly4

Trait	Perlakuan	Hasil (t/ha)
1	Standart Rekomendasi *	12.6 A
2	Standart Rekomendasi + Kieserite	13.2 A
3	NP + Poly4 (120%)	13.1 A
4	NP + Poly4 (100%)	13.3 A
5	NP + Poly4 (80%)	13.2 A
6	NP + Poly4 (60%)	13.3 A
7	NPK T15 Standar Petani	12.6 A
8	NPK T15 Standard Petani + Kieserite	12.8 A
9	NPK T15 + Poly4 (120%)	13.8 A
10	NPK T15 + Poly4 (100%)	13.2 A
11	NPK T15 + Poly4 (80%)	13.3 A
12	NPK T15 + Poly4 (60%)	13.1 A
	Rata-Rata	13.1
	SE	0.4
	Duncan	1.1
	KK	6.5

Keterangan: * takaran pupuk standar untuk mencapai hasil >10 t/ha

Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%



Keterangan: SR = takaran pupuk standar rekomendasi (Trait 1) dan

SP = takaran pupuk standar petani (Trait 7)

Gambar 1. Pengaruh tingkat takaran pemberian pupuk poly4 terhadap hasil biji jagung di KP. Muneng, Probolinggo, Jawa Timur

Penggunaan pupuk majemuk Poly4 sebagai salah satu sumber K dengan takaran 257 kg/ha (Trait 6, setara 36 kg K₂O/ha) yang dikombinasikan dengan pupuk NP (urea takaran 413 kg/ha dan pupuk SP36 250 kg/ha) memberikan hasil 13,3 t/ha tidak berbeda nyata dengan pemupukan NP yang dikombinasikan dengan pupuk KCl 100 kg/ha dengan hasil 12,6 t/ha.. Hal tersebut menunjukkan pupuk Poly4 memiliki kualitas yang sama dengan pupuk KCl sebagai sumber hara K.

Penggunaan pupuk Poly4 dengan pH tanah di KP. Muneng yang cukup tinggi yaitu 5,90 kurang mendukung peningkatan hasil secara nyata. Penggunaan pupuk Poly4 akan berdampak sangat nyata bila di aplikasi pada lahan-lahan yang memiliki pH masam 4,5-5,0

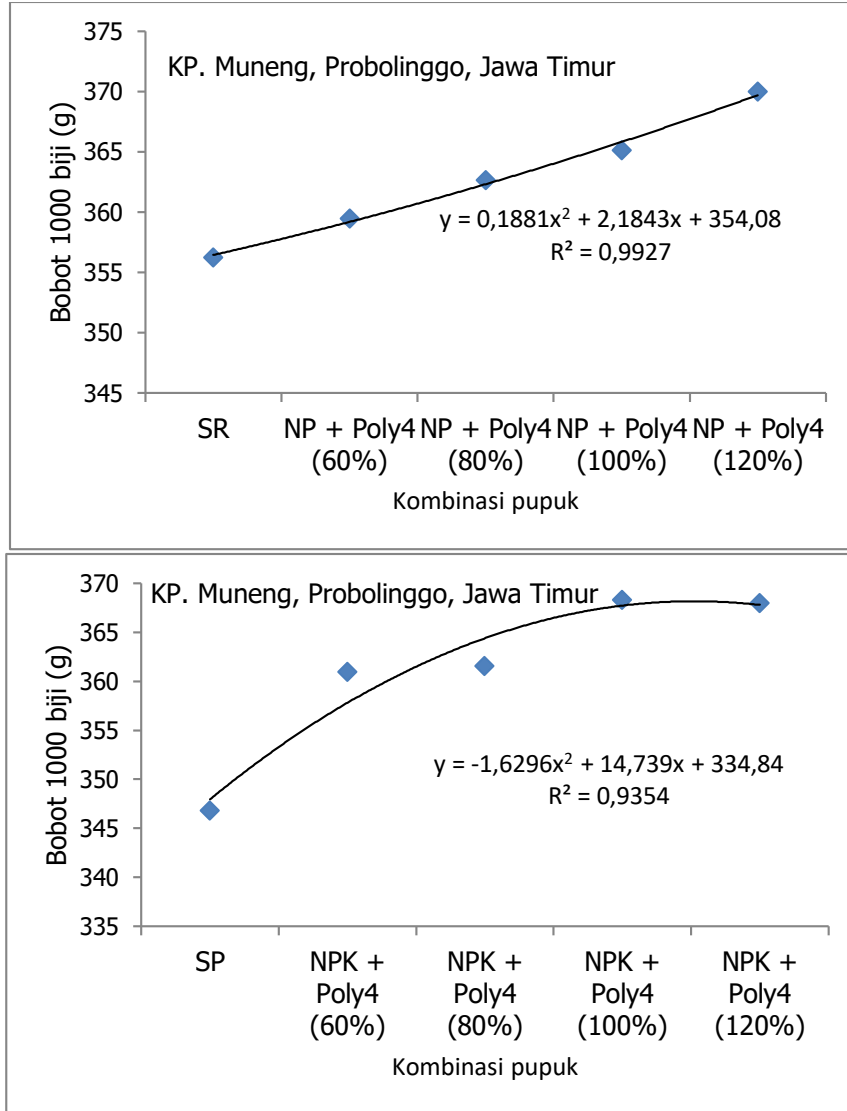
dimana kandungan hara pupuk poly4 yang mengandung Ca dapat meningkatkan pH tanah dan mengikat Al sehingga ketersediaan unsur hara makro terutama P dan K dapat tersedia bagi tanaman jagung (Wijanarko and Taufiq, 2004; Yulianti *et al.*, 2016).

Selain pH tanah yang mempengaruhi ketersediaan hara tanah menurut Ciampitti *et al.* (2013) pemberian pupuk N dan P yang cukup akan mendukung serapan hara Ca, Mg dan S oleh tanaman. Pada percobaan ini pemberian hara N dan P tergolong cukup untuk memperoleh hasil > 10 t/ha. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk Poly4 yang mengandung hara Ca, Mg dan S dikombinasikan dengan takaran N P yang cukup dan kandung hara pupuk Poly4 dapat mendukung untuk peningkatan ketersediaan hara tanah dengan cara menaikkan pH tanah dan pemberian N dan P yang cukup akan mendukung serapan hara S, Ca, dan Mg oleh tanaman sehingga berdampak positif terhadap peningkatan hasil biji.

Sedikit N, P, dan K diserap tanaman pada awal pertumbuhan dan serapan hara sangat cepat terjadi selama fase vegetatif dan pengisian biji. Unsur N dan P terus-menerus diserap tanaman sampai mendekati matang, sedangkan K terutama diperlukan saat silking. Sebagian besar N dan P dibawa ke titik tumbuh, batang, daun, dan bunga jantan, lalu dialihkan ke biji. Sebanyak 2/3-3/4 unsur K tertinggal di batang. Dengan demikian, N dan P terangkut dari tanah melalui biji saat panen, tetapi K tidak.

Serapan hara N, P, K dan S diserap tanaman dalam jumlah yang sedikit pada pertumbuhan V2 kemudian serapan hara sangat cepat terjadi selama fase vegetatif dan pengisian biji. Unsur N diserap mencapai 71% pada saat fase pembungaan (VT-R1), kemudian serapan N terus meningkat sampai fase R3. Unsur hara P diserap sebesar 45% pada saat fase pembungaan (VT-R1), kemudian serapan P berlangsung sampai mendekati fase masak fisiologis (Fase R6). Serapan unsur hara K mencapai 100% pada saat fase pembungaan dan peningkatan serapan melandai sampai fase R3 kemudian menurun sampai fase R6 masak puncak. Unsur hara S diserap mencapai 58% pada saat fase pembungaan dan serapan semakin meningkat sampai fase R3 (Ciampitti *et al.*, 2013). Translokasi hara N dan P sebagian besar dibawa ke titik tumbuh, batang, daun, dan bunga jantan, lalu dialihkan ke biji, sedangkan 75% unsur K tertinggal di batang.

Pemberian kombinasi pupuk NP dengan Poly4 dapat meningkatkan bobot 1000 biji (Gambar 2), hal tersebut mendukung peningkatan hasil biji persatuan luas. Peningkatan bobot biji terjadi bila pupuk NP sesuai standar rekomendasi atau NPK sesuai standar petani yang di kombinasikan dengan pupuk Poly4 sampai 120% (Gambar 2 dan Tabel 4). Bobot 1000 biji dengan pemberian pupuk standar rekomendasi (SR atau Trait 1) sebesar 356.1 g meningkat menjadi 359.5 - 370.0 g bila dikombinasikan dengan pupuk Poly4 (Trait 3-6). Hal yang sama juga terjadi pada pemberian pupuk standar petani (SP) dengan bobot 100 biji sebesar 346.8 g meningkat menjadi 361-368.3 g bila dikombinasikan dengan pupuk poly4 (Gambar 2). Peningkatan bobot 1000 biji dengan kombinasi pupuk NP dengan Poly4 disebabkan tambahan hara Ca, Mg, dan S dari pupuk Poly4. Peningkatan bobot 1000 biji juga dilaporkan oleh El-Dissoky *et al.* (2017) di mana penambahan pupuk Ca dan Mg berkorelasi dengan peningkatan bobot biji. Peningkatan bobot 1000 biji yang tidak nyata pada berbagai kombinasi pupuk Poly4 (Tabel 4) disebabkan hara N dan P yang cukup dan kandungan hara tanah K dan Ca yang tergolong sedang dan tinggi.



Keterangan: SR = takaran pupuk standar rekomendasi , SP = takaran pupuk standar petani

Gambar 2. Pengaruh kombinasi pemberian pupuk Poly4 terhadap bobot 1000 biji di KP. Muneng. Probolinggo, Jawa Timur

Tabel 8. Bobot 1000 biji pada beberapa takaran kombinasi pupuk NP atau NPK dengan pupuk Poly4

Trait	Perlakuan	bobot 1000 biji (g)
1	Standart Rekomendasi *	356.3 A
2	Standart Rekomendasi + Kieserite	367.7 A
3	NP + Poly4 (120%)	370.0 A
4	NP + Poly4 (100%)	365.1 A
5	NP + Poly4 (80%)	362.7 A
6	NP + Poly4 (60%)	359.5 A
7	NPK T15 Standar Petani	346.8 A
8	NPK T15 Standard Petani + Kieserite	363.2 A
9	NPK T15 + Poly4 (120%)	368.0 A
10	NPK T15 + Poly4 (100%)	368.3 A
11	NPK T15 + Poly4 (80%)	361.6 A
12	NPK T15 + Poly4 (60%)	361.0 A
	Rata-Rata	362.5
	SE	6.7
	KK	3.7

Keterangan: * takaran pupuk standar untuk mencapai hasil >10 t/ha

Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Pengaruh Pemberian Pupuk Poly4 terhadap Kandungan Hara dalam Jaringan Daun

Batas kritis hara pada jaringan daun sebagai indikator kecukupan hara. Hasil analisis kandungan hara nitrogen (N) dalam jaringan pada saat fase adalah sebesar 1,40%, P sebesar 0,16%, K sebesar 2,0%, S sebesar 0,12%, dan Ca sebesar 0,50% (Syafuddin *et al.*, 2007; Sutar *et al.*, 2017; Gaj *et al.*, 2018.). Berdasarkan analisis kandungan hara N, P, K, S dan Ca pada jaringan daun jagung menunjukkan bahwa kandungan N pada daun tergolong cukup yaitu berkisar 2.600%-2.765%, kandungan P tergolong cukup yaitu berkisar 0.165% - 0.220%, kandungan K tergolong kurang yaitu 1.210%- 1.425%, kandungan S tergolong cukup yaitu 0.455%- 0.865 dan kandungan Ca tergolong cukup yaitu 1,310% - 1,510% (Tabel 5). Menurut Ciampitti *et al.* (2013) dan Gaj *et al.* (2018.) menyatakan bahwa ada interaksi antara ketersediaan hara N dan P yang cukup untuk mendukung serapan hara Ca, Mg dan S oleh tanaman. Pada percobaan ini pemberian pupuk N dan p yang cukup turut mendukung tanaman untuk mengambil hara Ca, Mg da S yang tersedia di dalam tanah atau yang diberikan dari pupuk Poly4. Hal yang tersebut yang mendukung serapan hara K, S, Ca dan Mg pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata (Tabel 5).

Pengaruh Pemberian Pupuk Poly4 terhadap Klorofil daun

Penambahan pupuk Poly4 pada pupuk standar rekomendasi (Trait 1) dapat meningkatkan kandungan klorofil daun. Nilai klorofil daun tanaman yang dipupuk

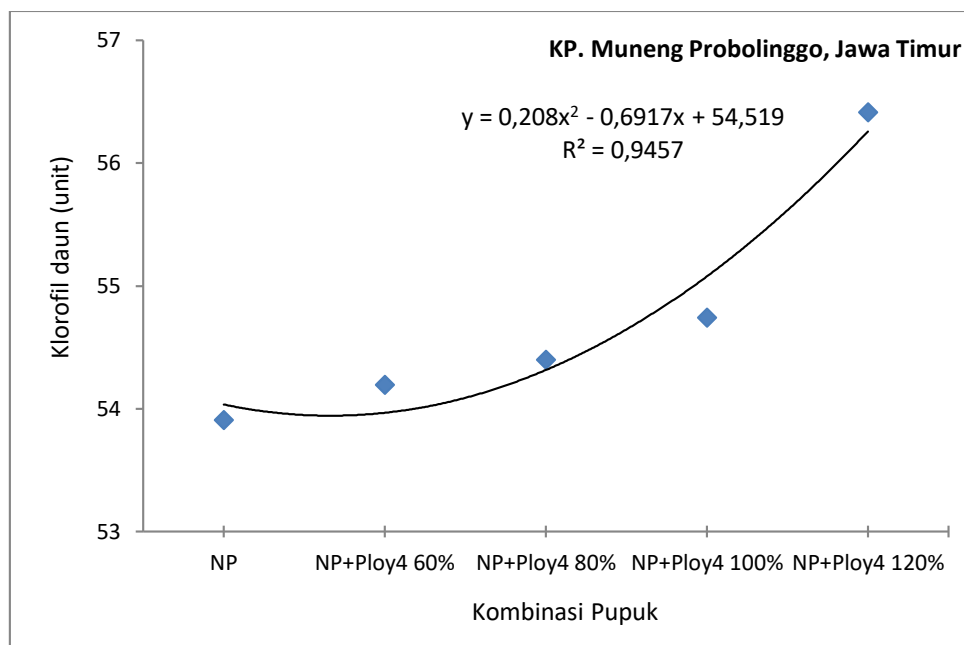
berdasarkan rekomendasi (Trait 1) di KP. Muneng, Probolinggo, Jawa Timur sebesar 53,9 unit. Nilai klorofil daun meningkat menjadi 56.42 unit dengan penambahan pupuk Poly4 120% yang dikombinasikan dengan pupuk NP (Gambar 3 dan Tabel 6). Peningkatan nilai klorofil daun dengan penambahan pupuk Poly4 dikarenakan pupuk tersebut mengandung hara Mg, di mana hara Mg merupakan inti gugus dari klorofil daun (Gaj et al., 2018.). Beberapa literatur menunjukkan bahwa penambahan pupuk Mg akan meningkatkan pemanfaatan nitrogen oleh jagung (Potarzycki 2010a, Szulc 2010). Magnesium sangat diperlukan dalam proses hidrolisis protein dalam organ vegetatif tanaman serta untuk transfer produk asimilasi dari daun ke tongkol jagung. Hara Mg berperan dalam proses fotosintesis di mana memperpanjang durasi warna hijau daun dan transportasi protein dari organ vegetatif tanaman menjadi biji (Cakmak, Kirkby 2008 and Volker 2010).

Tabel 9. Kandungan hara N, P, K, S dan Ca pada jaringan daun pada saat fase pembungaan

Trait	Kombinasi takaran pupuk	Kandungan hara (%) dalam jaringan daun				
		N	P	K	S	Ca
1	Standart Rekomendasi (SR) *	2.735 a	0.175 a	1.325 a	0.635 a	1.430 A
2	SRi + Kieserite	2.635 a	0.170 a	1.230 a	0.505 a	1.510 A
3	NP + Poly4 (120%)	2.765 a	0.165 a	1.405 a	0.610 a	1.495 A
4	NP + Poly4 (100%)	2.680 a	0.170 a	1.340 a	0.455 a	1.430 A
5	NP + Poly4 (80%)	2.650 a	0.175 a	1.370 a	0.795 a	1.310 A
6	NP + Poly4 (60%)	2.715 a	0.195 a	1.245 a	0.725 a	1.495 A
7	NPK T15 Standar Petani (SP)	2.600 a	0.170 a	1.335 a	0.715 a	1.405 A
8	SP+ Kieserite	2.610 a	0.215 a	1.210 a	0.845 a	1.360 A
9	NPK T15 + Poly4 (120%)	2.680 a	0.220 a	1.405 a	0.865 a	1.480 A
10	NPK T15 + Poly4 (100%)	2.650 a	0.190 a	1.425 a	0.780 a	1.365 A
11	NPK T15 + Poly4 (80%)	2.650 a	0.175 a	1.310 a	0.500 a	1.310 A
12	NPK T15 + Poly4 (60%)	2.685 a	0.185 a	1.405 a	0.585 a	1.445 A
	Rata-rata	2.671	0.184	1.334	0.668	1.420
	SE	0.037	0.013	0.065	0.169	0.091
	LSD 5%	0.115	0.039	0.204	0.525	0.283
	Max	2.765	0.220	1.425	0.865	1.510
	Min	2.600	0.165	1.210	0.455	1.310
	KK	1.9	9.6	6.9	35.7	9.1

Keterangan: * takaran pupuk standar untuk mencapai hasil >10 t/ha

Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%



Gambar 3. Kandungan klorofil daun pada berbagai tingkat kombinasi pupuk NP dan poly4 di KP. Muneng, Probolinggo, Jawa Timur

Tabel 10. Kandungan klorofil daun tongkol pada saat fase pembungaan

Trait	Perlakuan	Kandungan klorofil daun (unit)
1	Standart Rekomendasi *	53.91 A
2	Standart Rekomendasi + Kieserite	54.19 A
3	NP + Poly4 (120%)	56.42 A
4	NP + Poly4 (100%)	54.74 A
5	NP + Poly4 (80%)	54.40 A
6	NP + Poly4 (60%)	54.20 A
7	NPK T15 Standar Petani	56.15 A
8	NPK T15 Standard Petani + Kieserite	56.16 A
9	NPK T15 + Poly4 (120%)	55.65 A
10	NPK T15 + Poly4 (100%)	56.09 A
11	NPK T15 + Poly4 (80%)	55.56 A
12	NPK T15 + Poly4 (60%)	55.63 A
	Rata-Rata	55.26
	SE	0.87
	KK	3.1

Keterangan: * takaran pupuk standar untuk mencapai hasil >10 t/ha

Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Pengaruh Kombinasi Pemberian Pupuk dengan Poly4 terhadap Tinggi Tanaman dan Diameter Batang

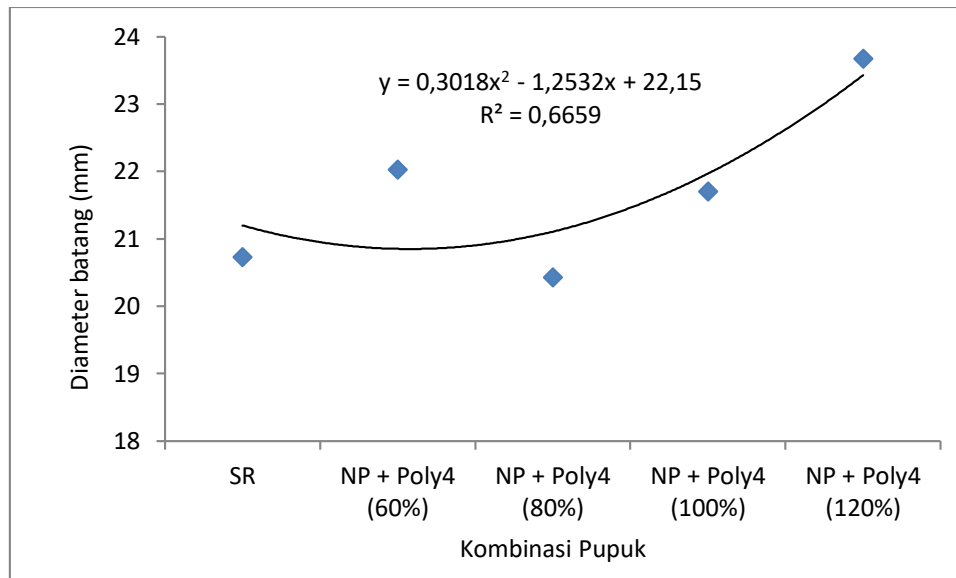
Tinggi tanaman antar perlakuan kombinasi pupuk tidak berbeda nyata sebaliknya diameter batang berbeda nyata antar perlakuan kombinasi perlakuan. Tinggi tanaman berkisar 182,23 – 191,90 cm dan diameter batang berkisar 20,43 – 23,68 mm (Tabel 7). Pupuk Poly4 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter bila takaran pupuk yang diberikan adalah 190 N kg/ha (Trait 1- 6) yang dikombinasikan pupuk Poly4 sedangkan pemupukan pupuk N 276 kg/ha (Trait 7- 12) atau urea 413 kg/ha yang dikombinasikan pupuk Poly4 tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan diameter batang (Tabel 7). Semakin tinggi takaran penambahan pupuk Poly4 sampai 120% semakin besar takaran K yang diberikan serta dikombinasikan dengan pupuk NP maka semakin besar pertumbuhan diameter batang secara nyata (Gambar 4). Hal tersebut dikarenakan pupuk K banyak di translokasi ke bagian batang serta penguatan dinding sel (Ciampitti et al., 2013).

Tabel 11. Pengaruh kombinasi pupuk Poly4 terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan diameter batang

Trait	Kombinasi Pupuk	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (mm)
1	Standart Rekomendasi (hasil >10 t/ha)	185.68 A	20.73 Dc
2	Standart Rekomendasi + Kieserite	186.80 A	22.98 Ba
3	NP + Poly4 (120%)	182.23 A	23.68 A
4	NP + Poly4 (100%)	188.03 A	21.70 Bdac
5	NP + Poly4 (80%)	191.10 A	20.43 D
6	NP + Poly4 (60%)	188.38 A	22.03 Bdac
7	NPK T15 Standar Petani	187.20 A	21.20 Bdc
8	NPK T15 Standard Petani + Kieserite	188.90 A	20.68 Dc
9	NPK T15 + Poly4 (120%)	189.20 A	20.68 Dc
10	NPK T15 + Poly4 (100%)	184.03 A	20.88 Bdc
11	NPK T15 + Poly4 (80%)	190.13 A	20.95 Bdc
12	NPK T15 + Poly4 (60%)	191.90 A	22.78 Bac
	Rata-Rata	187.80	21.56
	SE	2.25	0.65
	KK	2.4	6.0

Keterangan: * takaran pupuk standar untuk mencapai hasil >10 t/ha

Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%



Gambar 4. Pengaruh pupuk Poly4 terhadap diameter batang

Pengaruh Kombinasi Pemberian Pupuk dengan Poly4 terhadap pH Tanah

Hara N merupakan hara yang paling banyak dibutuhkan tanaman jagung, tanaman jagung menyerap nitrogen dalam jumlah banyak dari tanah pada V6 dan serapan maksimum terjadi sebelum silking (Ma *et al.*, 2009). Namun pemberian pupuk nitrogen secara terus menerus ke dalam tanah dapat meningkatkan reaksi nitrifikasi dalam tanah dengan membebaskan ion hidrogen sehingga menurunkan pH tanah (Nainggolan *et al.*, 2009; Kaya, 2014).

Pupuk Poly4 yang merupakan pupuk majemuk mengandung salah satu unsur hara Ca yang dapat menekan dampak negatif dari pemberian pupuk N. Namun dampak tersebut tidak nyata di lokasi KP. Muneng, Probolinggo, Jawa Timur (Tabel 7). Hal tersebut disebabkan pH tanah cukup tinggi yaitu 5,9 dan kandungan Ca tergolong tinggi (Tabel 2) sehingga penambahan pupuk Poly4 tidak berdampak nyata terhadap peningkatan pH tanah.

Pemberian pupuk Poly4 akan berdampak sangat nyata bila di aplikasi pada lahan-lahan yang memiliki pH masam 4,5-5,0 dimana kandungan hara pupuk poly4 yang mengandung Ca dapat meningkatkan pH tanah dan mengikat Al sehingga ketersediaan unsur hara makro terutama P dan K dapat tersedia bagi tanaman jagung (Wijanarko and Taufiq, 2004; Yulianti *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Pupuk majemuk Poly4 sebagai salah satu sumber K memiliki kualitas yang sama dengan pupuk KCl, di mana penggunaan pupuk Poly4 dengan takaran 257 kg/ha (setara 36 kg K₂O/ha) yang dikombinasikan dengan pupuk NP (urea takaran 413 kg/ha dan pupuk SP36 250 kg/ha) memberikan hasil 13,3 t/ha yang tidak berbeda nyata dengan pemupukan NP yang dikombinasikan dengan pupuk KCl 100 kg/ha dengan hasil 12,6 t/ha. Pupuk Poly4 selain mengandung hara K yang berdampak positif terhadap pertumbuhan diameter juga mengandung hara Mg berdampak positif terhadap peningkatan kandungan klorofil daun

jagung. Pupuk poly4 tidak berdampak nyata terhadap kenaikan pH tanah di lahan KP. Muneng, Probolinggo, Jawa Timur karena kandungan Ca (14,51 me/100 g) dan pH tanah 5,9 tergolong tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasno A. & Tia Rostaman. (2013). Serapan hara dan Peningkatan Produktivitas Jagung dengan Aplikasi pupuk NPK. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* Vol. 32. No. 3 .2013
- Areerak, C, La-ied, P. Intanai, and P. Grudloyma. (2010). Optimum Nitrogen Fertilizer rate of alite drought tolerant hybrid com. P.514-517. In : P.H.Zaini, M.Azrai, and K.Pixley (eds) : *Maize for Asia*. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture (Indonesia), CIMMYT, ADB and S.M.Sehgal Foundation. IARD.Jakarta.
- Bermudes, M. and A.P. Mallarino. (2002). Yield and early growth responses to starter fertilizer in no-till corn assessed with precision agriculture technologies. *Agron. J.* 94: 1024-1033.
- Cakmak I., Kirkby EA. (2008). Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photo-oxidative damage. *Physiol Plant*, 133: 692-704.
- Ciampitti, I.A., J.J. Camberato, S.T. Murrell, and T.J. Vyn. (2013). Maize Nutrient Accumulation and Partitioning in Response to Plant Density and Nitrogen Rate: I. Macronutrients. *Agronomy Journal* 105:783.
- Volker Romhelds and Ernest.A. Kirkby.(2010). *Plant and Soil* 335, 155 - 180.
- Faesal and Syafruddin. (2010). Nutrient management in rainfed lowland rice-maize cropping system of Indonesia. p.557 - 559. In : P.H. Zaidi, M Azrai, and K.Pixley (eds,): *Maize of Asia*. Proc. of the 10th Asian Regional Maize Workshop. Ministry of Agriculture Indonesia, CIMMYT, ADB and S.M. Sehgal Foundation.IAARD.Jakarta.
- Firmansyah, I. and N. Sumarni. (2013). Pengaruh dosis pupuk N dan varietas terhadap pH tanah, N-total tanah, serapan N, dan hasil umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* l.) pada tanah Entisols-brebes Jawa Tengah. *J. Hort.* 23(4):358-364.
- Girsang, S.S., M.P. Yufdy, and Akmal. (2010). Fertilizer recommendation based on the SSNM approach in upland Karo district, North Sumatera. p.540-544. In: P.H. Zaidi, M. Azrai, and K. Pixley (eds.): *Maize for*
- K.D.Subedi and B.L. Ma. (2009). *Corn Crop Production, Growth, Fertilization and yield*. Nova Science Publishers. Inc.
- Liangzheng Xu, J. Niu, C. Li, and F. Zhang. (2009). Growth, nitrogen uptake and flow in maize plants affected by root growth restriction. *Journal of Integrative Plant Biology* 51(7): 689-697
- Mehdi, D. (2011). Effect of plant density and nitrogen rate on PAR absorpsion and maize yield. *American J. Plant Physiol.* 6(1):44-49.
- Musfal, Delivan, dan A. Jamil. (2009). Efisiensi penggunaan pupuk NPK melalui pemanfaatan cendawan mikoriz arbuskuler pada jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 28(3):165-169
- Niehues, B.J., R.E. Lamond, C.B. Godsey, and C.J. Olsen. (2004). Starter N fertilizer management for continuous no-till corn production. *Agron. J.* 96:1412-1418.

- Nursyamsi, D. Idris, K, Sabiham, S, Rachim, DA dan Sofyan, A. (2008). Pengaruh asam oksalat, Na^{4+} , dan Fe^{+} terhadap ketersediaan K tanah, serapan N,P,dan K tanaman serta produksi jagung pada tanah-ranah yang didominasi smektit, Jurnal Tanah dan Iklim Indonesia, Soil and Climate Journal, No.28, hlmn.69 -81.
- Rahul.K.Sutar, Amit Pujar , Aravinda.K.B.Nagesh. (2017). Sulphur Nutrition in Maize- A Critical Review. Proyek M.Sc (Agri).
- Raihan, S., Nurtirtayani. (2001). Pengaruh pemberian bahan organik terhadap N dan P tersedia tanah serta hasil beberapa varietas jagung di lahan pasang surut sulfat masam , Agrivita. Jurnal Ilmu Pertanian. 23 (1) : 13 - 19.
- Renata Gaj, B.Murawska, E.Fabisiak.Spychaj, Anna Budka. (2018). The impact of cover crops and foliar application of micronutrients on accumulation of macronutrient in potato tubers at technological maturity stage. European Journal of Horticulture Science. 83 (6) : 345 - 355.
- Samijan. (2010). Pupuk Guano. Pusat Penelitian dan Pengembangan. Bogor.
- Sutoro. (2015). Determinan Agronomis Produktivitas Jagung. IPTEK Tanaman Pangan vol 10 No.1 201
- Xin Y, Xin-Qi Z, Li-Na Lv. (2012). A spatiotemporal model of land of land use change based on ant colony optimazation, Markov chain and celluler aotomata. Journal of Ecological Modelling. 1 : 11-19.