

**DAMPAK PEMUPUKAN N DAN ZEOLIT PADA PERTUMBUHAN SERTA HASIL TANAMAN
SORGUM (*Sorghum bicolour* L.) Var. SUPER 1**

**EFFECT OF N AND ZEOLITE FERTILIZATION TO THE GROWTH AND YIELD OF SORGHUM
(*Sorghum bicolour* L.) VARIETY SUPER 1**

Nur Edy Suminarti

Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi : nuredys@gmail.com

Diterima 30 Desember 2018 / Disetujui 28 Mei 2019

ABSTRAK

Nitrogen merupakan unsur hara esensial tanaman yang diperlukan paling banyak dibandingkan unsur hara lainnya. Namun demikian, pemberian pupuk N secara terus menerus berdampak pada menurunnya daya dukung lahan. Zeolit yang dapat digunakan untuk mengefisienkan penyerapan N. Penelitian bertujuan untuk mengkaji dampak pemberian zeolit pada berbagai taraf pemberian N pada tanaman sorgum dilakukan dari bulan April hingga Juli 2017 di lahan sawah Desa Sumberduren, Kabupaten Kediri, menggunakan Rancangan Petak Terpisah dengan menempatkan dosis pupuk N (50%, 100% dan 150%) pada petak utama, dan dosis zeolit (0%, 50%, 100% dan 150%) pada anak petak yang diulang 3 kali. Ada tidaknya interaksi atau pengaruh nyata menggunakan Uji F taraf 5% dan dilanjutkan Uji BNJ taraf 5% untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan dosis N 50% pada zeolite 150% mendapatkan hasil biji sorgum sebesar 3,32 t ha⁻¹. Adapun dosis N 100% dan 150 % mengurangi penggunaan zeolite sebesar 43,5% dan 48,12% dengan hasil biji sorgum sebanyak 4,56 t ha⁻¹ dan 5,15 t ha⁻¹. Aplikasi 50% dan 100% zeolit dapat menekan penggunaan N sebesar 13,67% dan 16,19%.

Kata kunci : Nitrogen, Produktivitas, Sorgum, Zeolit

ABSTRACT

Nitrogen is an essential nutrient and needed in the highest amount compared to other elements. However, the continuous use of nitrogen causes a decrease in the carrying capacity of the land. Therefore to anticipate these problems, zeolite applications is prior to be done. The study aimed to assess the effect of N and zeolite application on sorghum plants which had been carried out from April to July 2017 in paddy fields in Sumberduren Village, Kediri Regency. Split Plot Design was used in this study by placing N fertilizer doses (50%, 100% and 150%) as the main plot, and zeolite dosage (0%, 50%, 100% and 150%) on subplots repeated 3 times. F test at 5% was used to determine the effect of treatments, while the average difference between treatments were referred to HSD value at 5%. The using of 100% and 150% N dosages could reduce the zeolite usage about 43.5% and 48.12% with sorghum

yield as much as 4.56 t ha⁻¹ and 5.15 t ha⁻¹ respectively. However, with the application of 50% and 100% zeolite, it can reduce N use by 13.67% and 16.19%.

Key words : Nitrogen, Productivity, Sorghum plant, Zeolite

PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) adalah kelompok tanaman serealia penghasil karbohidrat yang penting di Indonesia. Hal ini karena di dalam biji sorgum terkandung sejumlah nutrisi yang tidak kalah lengkapnya dengan jenis serealia lain seperti jagung, gandum dan beras. Menurut Mohammed *et al.* (2011) dan Althwab *et al.* (2015), bahwa dalam setiap 100 g biji sorgum terkandung sekitar 10% - 17% protein, 2,6% – 4,5% lemak, 60% – 72% pati, 1,6% – 2,2% abu, 2,5% – 3,5% serat serta berbagai jenis mineral seperti kalsium (150 mg), magnesium (790 mg), kalium (6.070 mg) dan fosfor sekitar 4.210 mg). Berdasarkan kandungan senyawa biokimia, biji sorgum berpotensi sebagai bahan baku industri seperti sirup, alkohol, lilin, pati, minyak goreng maupun biofuel. Pati sorgum dapat dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan kue dan mie. Disisi lain, biji sorgum juga dapat dikonsumsi dengan cara direbus, baik untuk dikonsumsi secara langsung maupun untuk dibuat tape. Namun demikian, banyaknya pemanfaatan tersebut belum diimbangi dengan pengetahuan masyarakat tentang pengembangan tanaman sorgum di Indonesia. Hal ini terbukti dengan masih rendahnya produksi biji sorgum secara nasional. Subagio (2013) menyatakan bahwa secara nasional produksi (biji) sorgum hanya sekitar 6.172 t dengan luas garapan sekitar 2.300 ha. Hal ini berarti bahwa produksi biji sorgum per hektar hanya sekitar 2,68 t ha⁻¹, sementara potensi produksinya dapat mencapai 4 – 5 t ha⁻¹.

Oleh karena itu, dalam upaya untuk meningkatkan hasil tanaman sorgum maka perlu dilakukan pemupukan yang tepat dan berimbang.

Pemupukan merupakan suatu kegiatan penambahan satu atau beberapa unsur hara ke dalam tanah ketika tingkat ketersediaannya kurang mencukupi untuk pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Berdasarkan hasil analisis kimia tanah di lahan sawah tempat penelitian diperoleh data yang menunjukkan kandungan N- total tanah rendah (0,15%). Ketersediaan N yang rendah menjadi faktor pembatas untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum meskipun ketersediaan unsur yang lain seperti P (65 ppm P₂O₅) dan K (148 ppm K₂O) tinggi. Unsur N bagi tanaman mempunyai peran penting sebagai penyusun klorofil berperan pada proses fotosintesis tanaman, pembentukan protein dan DNA. Pentingnya fungsi N pada pertumbuhan tanaman maka pemberian pupuk N dalam kondisi cukup dan berimbang perlu dilakukan (Pradana, Islami, & Suminarti, 2015). Pada kondisi N rendah tanaman akan menampakkan gejala klorosis yang ditandai dengan menguningnya warna daun, laju fotosintesis menurun dan asimilat yang dihasilkan rendah. Sebaliknya, ketika ketersediaan N tinggi menyebabkan tanaman bersifat sukulen, mudah terserangi oleh hama maupun penyakit, memperpanjang fase vegetatif dan menurunkan hasil tanaman karena fase generatif tanaman lebih singkat (Mohamed *et al.* (2019).

Pemberian pupuk N an-organik pada proses budidaya tanaman sudah umum dilakukan oleh para petani, namun pemberian yang dilakukan secara terus menerus akan berdampak kurang baik terhadap kesehatan tanah. Tanah akan menjadi lebih padat dan bersifat masam. Pada kondisi tanah padat, sistem perkembangan akar tanaman terganggu. Akibatnya, serapan hara dan air terbatas. Rendahnya nilai pH tanah dipengaruhi oleh akumulasi unsur N yang menyebabkan ketersediaan unsur basa seperti Mg, Ca maupun K rendah. Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan pupuk N bisa dilakukan dengan pengaplikasian zeolit.

Zeolit berbentuk kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung muatan positif dari ion-ion logam alkali dan alkali tanah dalam kerangka kristal tiga dimensi. Kerangka struktur zeolit yang berongga tersebut berisi air atau ion yang dapat dipertukarkan dengan ion-ion lain dengan tanpa merusak strukturnya. Selain itu, dengan struktur zeolit yang berongga tersebut mampu menyerap air secara reversibel (Moshoeshoe *et al.*, 2017). Sebagai pembenah tanah, zeolit memiliki nilai kapasitas tukar kation (KTK) dan selektifitas terhadap Ammonium dan Kalium yang tinggi, dapat digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik seperti Urea (N), SP-36 (P), dan KCl. Pemberian Zeolit yang dicampur dengan pupuk N seperti urea atau ammonium sulfat dapat meningkatkan efisiensi melalui pengurangan kehilangan NO_3^- karena pencucian dan perkolasi, peningkatan ketersediaan ammonium terutama pada tanah dengan kandungan liat rendah (relatif kurang subur) melalui penekanan proses nitrikasi dan volatilisasi NH_4 , peningkatan penyerapan N oleh

tanaman dan, pengurangan keracunan pada zona perakaran karena ammonia dan nitrat yang berlebihan akan dipertukarkan oleh zeolit dan dilepaskan secara lambat sehingga berperan sebagai *slow release fertilizer*. Sedangkan mineral zeolitnya sendiri berperan sebagai penyangga (buffer) ammonium yang berasal dari penguraian urea (Bernardi *et al.*, 2016; Kavooosi, 2007). Namun demikian, besar kecilnya pengaruh zeolit terhadap pemupukan N akan sangat dipengaruhi oleh dosis pupuk N dan zeolit yang diaplikasikan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan sawah di Desa Sumberduren, Kecamatan Tarokan, Kabupaten Kediri dari bulan April hingga Juli 2017. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 57 m dpl dengan jenis tanah Alluvial kelabu coklat. Secara klimatologis, curah hujan rata-rata tahunan sekitar 1652 mm, suhu udara rata-rata harian berkisar antara 23,8 °C – 30,7 °C dan kelembaban udara sekitar 85,5%.

Tabel 1. Kandungan N,P,K tanah dari hasil analisis tanah awal dan tingkat kebutuhan pupuk N,P,K tanaman sorgum.

Hasil analisis tanah awal		Dosis pupuk yang dibutuhkan tanaman sorgum	
Jenis unsur	Jumlah /satuan	Tinggi (kg ha ⁻¹)	Rendah (kg ha ⁻¹)
N	0,15%	60	20
P (P ₂ O ₅)	65 ppm P ₂ O ₅	50	20
K (K ₂ O)	148 ppm K ₂ O	30	20

Bahan tanam yang digunakan adalah benih sorgum var. Super 1 yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros dengan daya kecambah sekitar 90%

dan tersertifikasi. Pupuk N (berupa Urea : 46% N), pupuk Pospat (berupa SP₃₆ : 36% P₂O₅), pupuk Kalium (berupa KCl : 60% K₂O) dan pestisida. Kebutuhan pupuk N,P dan K didasarkan pada hasil analisis tanah awal dan tingkat kebutuhan pupuk N,P,K pada tanaman sorgum (Tabel 1).

Perhitungan kebutuhan pupuk (Agustina, 2011):

$$N = \frac{A_2 - B}{A_1 - A_2} = \frac{N - X_A}{X_A - X_B}$$

- N : Dosis hara yang harus diberikan sesuai kriteria tanah
- A1 : Kadar teratas kisaran unsur
- A2 : Kadar terendah kisaran unsur
- B : Kadar unsur pada tanah
- XA : Dosis tertinggi kebutuhan tanaman
- XB : rendah kebutuhan tanaman

Berdasarkan rumus di atas, maka kebutuhan pupuk pada tanaman sorgum sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan pupuk N,P,K tanaman sorgum

Jenis pupuk	Kebutuhan pupuk (kg ha ⁻¹)	Hasil konversi (kg ha ⁻¹)
N	120	261 Urea
P	20	55,6 SP-36
K	20	33,3 KCl

Sedangkan kebutuhan pupuk N yang didasarkan pada perlakuan dan hasil perhitungan disajikan pada Tabel 3.

Pupuk zeolit yang diaplikasikan berdasarkan dosis rekomendasi pada tanaman sorgum, yaitu 261 kg ha⁻¹ (100%), sehingga untuk perlakuan 50% adalah 130,5 kg ha⁻¹ dan untuk 150% adalah 391,5 kg ha⁻¹.

Tabel 3. Dosis pupuk N yang didasarkan pada perlakuan dan hasil perhitungan

Perlakuan (%N)	Kebutuhan N (kg ha ⁻¹)	Konversi pupuk N ke urea (kg ha ⁻¹)
50%	60 kg N ha ⁻¹	130,43 kg urea ha ⁻¹
100%	120 kg N ha ⁻¹	260,66 kg urea ha ⁻¹
150%	180 kg N ha ⁻¹	391,30 kg urea ha ⁻¹

Pemupukan N dan K dilakukan secara bertahap. Tahap pertama diberikan ketika tanaman berumur 10 hari setelah tanam sebanyak 1/3 bagian dosis, dan sisanya (2/3 bagian) diaplikasikan ketika tanaman telah berumur 28 hari setelah tanam. Pemupukan dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalaman 5 cm dan jarak 5 cm dari tanaman. Pupuk P seluruh dosis ditaburkan ke setiap lubang tanam setelah olah tanah akhir dengan cara mencampur pupuk tersebut dengan tanah. Sedangkan untuk zeolit diaplikasikan 3 hari sebelum tanam dengan cara menaburkan dan mencampurkannya dengan tanah sesuai dosis pada perlakuan.

Percobaan menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT) dan diulang 3 kali. Dosis pupuk N yang terdiri dari 3 taraf (50%, 100% dan 150%) diletakkan sebagai petak utama, dan dosis zeolit yang terdiri dari 4 taraf (0%, 50%, 100% dan 150%) ditempatkan sebagai anak petak. Uji F taraf 5% digunakan untuk mengetahui ada tidaknya interaksi maupun pengaruh nyata dari perlakuan, sedangkan uji BNJ taraf 5% digunakan untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan. Analisis regresi digunakan untuk menjajagi bentuk hubungan diantara dua atau lebih variabel yang diamati.

Pengumpulan data dilakukan secara destruktif dengan mengambil dua tanaman contoh untuk setiap kombinasi perlakuan yang dilakukan pada saat tanaman berumur 28 HST, 42 HST, 56 HST, 70 HST dan saat panen (105 HST), meliputi komponen pertumbuhan (jumlah daun dan bobot kering total tanaman) dan komponen panen (bobot malai tan^{-1} , dan bobot biji ha^{-1}).

Jumlah daun didapatkan dengan cara mengitung seluruh daun yang telah membuka penuh dan masih berwarna hijau, tidak termasuk daun yang masih muda dan yang telah mengalami senescense.

Bobot kering total tanaman diperoleh dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman (akar, batang, daun, malai) yang telah dioven pada suhu 81°C hingga mencapai bobot yang konstan, kemudian dijumlahkan.

Bobot malai per tanaman didapatkan dengan cara menimbang seluruh malai yang

terbentuk tan^{-1} dengan menggunakan timbangan analitik

Bobot biji per ha didapatkan dengan cara mengkonversi dari luasan petak panen ($2,25 \text{ m}^2$) ke satuan hektar dengan menggunakan rumus Suminarti (2011):

Hasil panen per hektar (HPPH) =

$$\frac{\text{Luas lahan 1 ha}}{\text{Luaspetak panen}} \times \text{bobot biji/petak panen} \times 0,90$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter pertumbuhan

Jumlah daun

Interaksi nyata antara pupuk N dan zeolit tidak terjadi pada pengamatan jumlah daun. Namun demikian, jumlah daun dipengaruhi oleh pemupukan N maupun zeolit pada berbagai dosis yang diaplikasikannya. Rerata jumlah daun pada berbagai umur pengamatan dan pada berbagai dosis pemupukan N dan zeolit disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata jumlah daun pada berbagai taraf pemupukan N dan zeolit

Perlakuan	Rerata jumlah daun (helai) pada umur pengamatan (HST)			
	28	42	56	70
Dosis N (% rekomendasi)				
50% (60 kg N ha^{-1})	4,00 a	4,97 a	6,97 a	8,97 a
100% (120 kg N ha^{-1})	4,58 b	5,97 b	7,94 b	9,94 b
150% (180 kg N ha^{-1})	4,94 b	6,94 c	8,94 c	10,94 c
BNJ 5%	0,42	0,54	0,61	0,61
Dosis zeolit (% rekomendasi)				
0% (kontrol)	4,22 a	5,51 a	7,51 a	9,51 a
50% (130,5 kg zeolit ha^{-1})	4,55 b	6,03 ab	7,99 ab	9,99 ab
100% (261 kg zeolit ha^{-1})	4,63 b	6,14 b	8,14 b	10,14 b
150% (391,5 kg zeolit ha^{-1})	4,63 b	6,14 b	8,14 b	10,14 b
BNJ 5%	0,27	0,58	0,62	0,62

Keterangan : Bilangan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada umur pengamatan 28 HST, jumlah daun paling sedikit didapatkan pada pemupukan 50% N, dan menunjukkan terjadinya peningkatan sebesar 14,5% dan 23,5% ketika dosis pupuk N ditingkatkan dari 50% menjadi 100% dan menjadi 150%. Peningkatan dosis pemupukan N selanjutnya, yaitu dari 100% menjadi 150%, tidak diikuti dengan penambahan jumlah daun secara nyata. Pola hasil yang sama pada jumlah daun ditunjukkan pada umur pengamatan 42 HST hingga 70 HST, dan umumnya jumlah daun yang paling sedikit didapatkan pada pemupukan N 50%. Pertambahan jumlah daun akan terjadi bila diikuti dengan peningkatan dosis pupuk N, dan ini terbukti ketika dosis pupuk N ditingkatkan dari 50% menjadi 100%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa jumlah daun paling sedikit didapatkan pada pemupukan N yang paling rendah, yaitu 50%.

Rendahnya dosis yang diberikan tersebut berdampak pada tidak tercukupinya kebutuhan N oleh tanaman. Padahal N mempunyai peran penting dalam pengaturan laju tidaknya kegiatan fotosintesis melalui fungsinya sebagai salah satu unsur penyusun klorofil. Jika kandungan klorofil rendah, maka kemampuan tanaman dalam mengabsorpsi cahaya juga rendah. Akibatnya asimilat yang dihasilkannya pun juga rendah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Pahlevi *et al.* (2016) yang menginformasikan bahwa tanaman talas yang dipupuk N sebanyak 50%, kandungan *klorofil a* dan *klorofil b* yang dihasilkan lebih rendah, masing-masing sebesar $1.515,0 \mu\text{g}^{-1} 2 \text{ g bs}^{-1}$ dan sebesar $381,80 \mu\text{g}^{-1} 2 \text{ g bs}^{-1}$ bila dibandingkan dengan yang dipupuk 150% N yang kandungan klorofilnya mencapai $2209,91 \mu\text{g}^{-1} 2 \text{ g bs}^{-1}$ untuk klorofil a dan

sebesar $609,93 \mu\text{g}^{-1} 2 \text{ g bs}^{-1}$ untuk klorofil b. Selanjutnya Sitompul (2016) menyatakan bahwa pertumbuhan merupakan suatu proses pertambahan ukuran maupun volume suatu tanaman, dan proses ini memerlukan sejumlah energi yang bersumber dari asimilat. Oleh karena itu apabila asimilat yang dihasilkan oleh tanaman rendah, maka pertambahan ukuran tanaman juga terhambat. Pada penelitian ini juga dibuktikan bahwa bobot kering total tanaman yang paling rendah juga dihasilkan pada pemupukan N 50% (60 kg N ha^{-1}) (Gambar 1). Rendahnya hasil tersebut memberi dampak pada rendahnya jumlah daun yang dihasilkan.

Pada perlakuan zeolit, jumlah daun yang paling rendah ketika umur pengamatan 28 HST didapatkan pada kontrol (tanpa zeolit). Peningkatan dosis zeolit dari kontrol menjadi 50%, 100% dan 150% menyebabkan bertambahnya jumlah daun masing-masing sebesar 7,82%, 9,72% dan 9,72%, Namun tidak berbeda nyata di antara ketiganya. Pola hasil yang demikian juga terjadi pada umur pengamatan 42 HST sampai dengan 70 HST, umumnya jumlah daun yang lebih rendah didapatkan pada perlakuan kontrol bila dibandingkan dengan pemberian zeolit dosis 100% dan 150%. Namun demikian pada perlakuan kontrol, jumlah daun yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan pemberian zeolit dosis 50%. Pemberian 50%, 100% dan 150% zeolit, menghasilkan jumlah daun yang tidak berbeda nyata. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa jumlah daun yang lebih rendah umumnya didapatkan pada perlakuan kontrol. Lebih rendahnya jumlah daun tersebut sangat terkait dengan fungsi dan peran zeolit yang merupakan mineral silikat dengan nilai tukar kation tinggi dan bersifat berongga (Moshoeshoe *et al.*,

2017). Struktur berongga yang dimiliki zeolit mempunyai ukuran yang sesuai dengan ukuran ion amonium, sehingga ammonium yang dilepaskan dari hasil penguraian pupuk urea maupun yang berasal dari tanah akan dapat dijerap oleh zeolit, sehingga tidak tersedia berlimpah di tanah yang dapat meracuni tanaman.

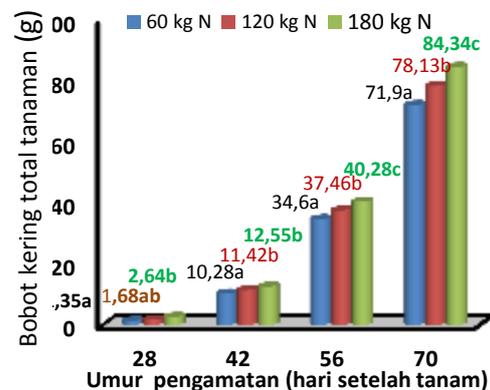
Penjerapan ammonium oleh mineral zeolit tidak bersifat permanen, sehingga kation tersebut akan dibebaskan kembali ke tanah ketika N tidak tersedia cukup bagi tanaman. Dengan demikian zeolit akan bertindak sebagai *slow release fertilizer* (SRF) bagi tanaman. Sehubungan dengan hal tersebut, maka untuk tanah yang tanpa pemberian zeolit, kehilangan ammonium maupun nitrat akibat pencucian maupun volatilisasi cukup tinggi sehingga pupuk N yang diaplikasikan menjadi kurang pemanfaatannya dan akhirnya menjadi kurang efisien. Hal ini sejalan dengan pendapat Bernardi *et al.* (2016) dan Kavooosi (2007), bahwa dengan penambahan aluminosilikat akan dapat mengurangi kehilangan N akibat pencucian maupun volatilisasi, dan akan dapat bertindak sebagai nutrisi lambat rilis (*Slow release fertilizer*) bagi tanaman.

Kurang efisiensinya pemanfaatan pupuk tersebut dapat berdampak pada rendahnya pupuk yang dapat diserap oleh tanaman, sehingga tanaman mengalami klorosis. Pada kondisi yang demikian, laju fotosintesis tanaman terhambat dan akhirnya asimilat yang dihasilkan juga rendah. Salah satu konsekuensi dari rendahnya asimilat tersebut adalah terganggunya proses fisiologis tanaman, seperti sintesis karbohidrat maupun sintesis protein yang akan berdampak pada terhambatnya pertumbuhan tanaman seperti pembentukan daun. Zhao *et al.* (2005) juga

mendapatkan bahwa tanaman yang mengalami defisiensi N mengalami penurunan laju fotosintesis jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang mengalami defisiensi unsur makro yang lain. Hal ini karena penurunan laju fotosintesis tersebut terjadi per unit luas daun. Dampak jangka panjang dari defisiensi ini adalah menurunnya pertumbuhan daun sehingga akan mengurangi total produksi fotosintat.

Bobot kering total tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa bobot kering total tanaman sangat dipengaruhi oleh aplikasi mandiri dari N maupun zeolit pada berbagai umur pengamatan. Pengaruh pupuk N pada bobot kering total tanaman disajikan pada Gambar 1.

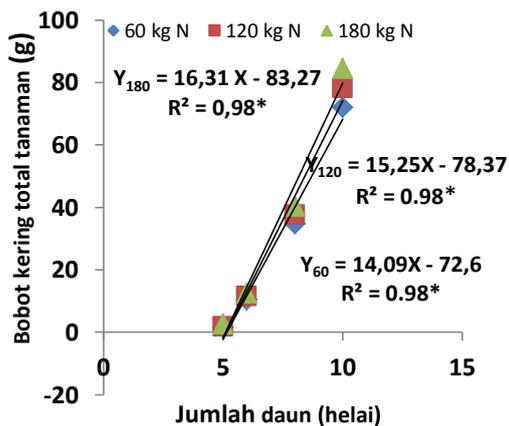


Gambar 1. Pola perkembangan bobot kering total tanaman pada berbagai tingkat pemupukan N dan umur pengamatan.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa pada umur pengamatan 42 HST – 70 HST, bobot kering total tanaman yang paling rendah didapatkan pada pemberian N dosis 60 kg ha⁻¹ (50%), kecuali untuk umur pengamatan 28 HST. Pertambahan bobot kering total tanaman rata-rata sebesar 9,34% dan 18,6% terjadi ketika dosis pemupukan N

ditingkatkan, yaitu dari 60 kg ha⁻¹ menjadi 120 kg ha⁻¹ (100%) dan menjadi 180 kg ha⁻¹ (150%). Selain itu, pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa pertambahan bobot kering total tanaman sebesar 31,27% dan 7,95% juga terjadi ketika dosis pemupukan N ditingkatkan dari 120 kg N ha⁻¹ menjadi 180 kg N ha⁻¹ untuk umur pengamatan 56 dan 70 HST. Akan tetapi hal ini tidak berlaku untuk umur pengamatan 42 HST.

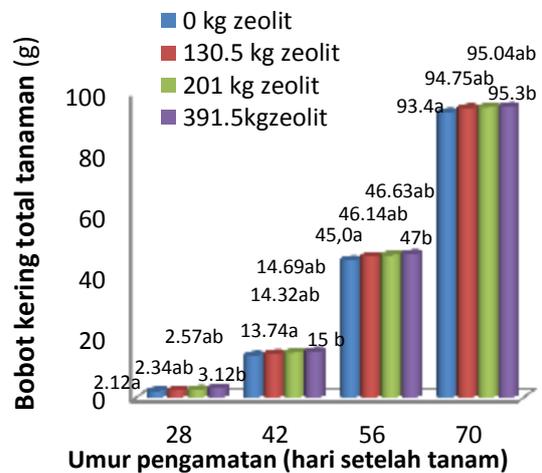
Rendahnya bobot kering total tanaman yang dihasilkan oleh tanaman yang dipupuk N dosis 60 kg ha⁻¹ tersebut selain disebabkan oleh rendahnya dosis pupuk yang diaplikasikan, juga disebabkan oleh rendahnya jumlah daun yang terbentuk pada perlakuan tersebut (Tabel 4). Daun merupakan organ fotosintesis yang penting bagi tanaman. Oleh karena itu, keberadaan daun pada tanaman merupakan tolok ukur kemampuan suatu tanaman dalam menghasilkan fotosintat. Hasil analisis regresi menunjukkan adanya hubungan linier antara jumlah daun (X) dengan bobot kering total tanaman (Y) pada berbagai tingkat pemupukan N (Gambar 2).



Gambar 2. Bentuk dan pola hubungan antara jumlah daun dengan bobot kering total tanaman pada berbagai tingkat pemupukan N.

Persamaan linier yang dihasilkan dengan koefisien determinasi yang cukup tinggi ($R^2 = 0,98^*$) tersebut menunjukkan bahwa 98% pembentukan bobot kering total tanaman dipengaruhi oleh jumlah daun yang terbentuk. Semakin banyak jumlah daun yang dibentuk, maka semakin tinggi pula bobot kering total tanaman yang dihasilkan.

Bobot kering total tanaman juga dipengaruhi oleh pemberian zeolit. Pola perkembangan bobot kering total tanaman pada berbagai dosis zeolit dan umur pengamatan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola perkembangan bobot kering total tanaman pada berbagai dosis zeolit dan umur pengamatan

Gambar 3 memperlihatkan bahwa pada berbagai umur pengamatan, bobot kering total tanaman yang dihasilkan menunjukkan pola yang sama, dan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada pemberian zeolit dosis 50% (130,5 kg ha⁻¹) hingga 150% (391,5 kg ha⁻¹). Hal yang demikian juga terjadi pada pemberian zeolit dari dosis 0% hingga 100%. Akan tetapi untuk pemberian zeolit sebanyak 391,5 kg zeolit ha⁻¹ (150%), bobot kering total tanaman yang dihasilkan lebih tinggi 47,17%, 9,17%, 4,44% dan 2,03% bila dibandingkan dengan kontrolnya, masing-masing untuk umur pengamatan 28

HST, 42 HST, 56 HST dan 70 HST. Lebih rendahnya bobot kering total tanaman yang dihasilkan pada perlakuan kontrol tersebut sangat terkait dengan lebih rendahnya dosis zeolit yang diaplikasikan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Arafat *et al.* (2016) yang menginformasikan bahwa pemberian zeolit sebanyak $4,65 \text{ t ha}^{-1}$ dan $9,3 \text{ t ha}^{-1}$, bobot kering total tanaman yang dihasilkan nyata lebih tinggi 64,73% (sebesar $112,13 \text{ g tan}^{-1}$) dan 55,57% ($105,9 \text{ g tan}^{-1}$) bila dibandingkan dengan kontrolnya yang hanya mencapai $68,07 \text{ g tan}^{-1}$. Namun demikian, kedua perlakuan zeolit tersebut menghasilkan bobot kering total tanaman yang tidak berbeda nyata. Selain itu, mengingat zeolit ini bersifat basa, maka dapat menetralkan tanah yang bersifat masam. Pada kondisi masam, sebagaimana yang terjadi pada lahan percobaan, maka logam alkali seperti K, P, Mg, Ca dan Na akan terjerap oleh tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Putra *et al.*, 2018). Mg merupakan salah satu unsur hara makro sekunder yang sangat diperlukan tanaman karena perannya sebagai inti klorofil. Oleh karena itu, ketika unsur Mg kurang tersedia di dalam tanah, maka akan berdampak pada rendahnya kandungan klorofil yang dihasilkan oleh tanaman. Di sisi lain, dengan kurang tersedianya P di dalam tanah karena terfiksasi oleh koloid tanah, menyebabkan sintesis karbohidrat terganggu karena rendahnya ATP yang tersedia (Al-Busaidi *et al.*, 2008). Unsur P juga berperan penting untuk memacu perkembangan perakaran tanaman. Sementara akar merupakan salah satu organ tanaman yang sangat penting dalam penyerapan air dan unsur hara bagi tanaman (Roy & Khandaker, 2010).

Parameter Hasil

Bobot malai per tanaman

Interaksi nyata antara pupuk N dan zeolit terjadi pada peubah bobot malai tan^{-1} . Rerata bobot malai tan^{-1} pada berbagai dosis pupuk N dan zeolit disajikan pada Tabel 5. Tabel tersebut menunjukkan bahwa ketika dosis N yang diaplikasikan sebesar 50% (60 kg N ha^{-1}), maka bobot malai per tanaman yang lebih tinggi didapatkan pada pemberian zeolit 100% dan 150% bila dibandingkan kontrol. Namun demikian, kedua dosis zeolit tersebut menghasilkan bobot malai per tanaman yang tidak berbeda nyata dengan pemberian 50% zeolit. Pola hasil yang demikian juga terjadi pada pemupukan 100% N ($260, 66 \text{ kg urea ha}^{-1}$). Lebih rendahnya bobot malai per tanaman yang dihasilkan oleh perlakuan kontrol tersebut sangat terkait dengan peran zeolit, walaupun diketahui bahwa zeolit bukanlah pupuk, tetapi merupakan mineral yang mempunyai banyak kegunaan di bidang pertanian (Hazrati *et al.*, 2017). Menurut Jha & Singh (2016) peran zeolit diantaranya adalah sebagai penukar ion (*ion exchanger*). Hal ini terjadi karena zeolit berstruktur berongga dan mempunyai nilai KTK yang tinggi (80 sampai $180 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$), sehingga dengan nilai KTK yang tinggi itulah yang menyebabkan zeolit mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menukarkan kation-kationnya dengan kation lain seperti Na, K, Ca, dan Mg. Diketahui bahwa Na, Ca, dan Mg merupakan unsur hara makro sekunder bagi tanaman, sehingga walau dalam jumlah yang relatif sedikit tetapi ketersediaannya sangat diperlukan oleh tanaman.

Tabel 5. Rerata bobot malai (g tan⁻¹) pada berbagai tingkat pemupukan N dan zeolit pada saat panen

Perlakuan	Dosis zeolit (% rekomendasi)			
	0	50	100	150
Dosis N (% rekomendasi)				
50% (60 kg N ha ⁻¹)	37,13 a A	41,13 ab A	46,06 b A	47,53 b A
100% (120 kg N ha ⁻¹)	67,40 a B	75,73 ab B	76,86 b B	78,33 b B
150% (180 kg N ha ⁻¹)	87,80 a C	88,26 a C	88,33 a C	88,86 a C
BNJ 5%	8,50			

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama atau huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%

Sedangkan unsur K mempunyai peran penting dalam mengatur membuka dan menutupnya stomata, selain berpengaruh dalam pembentukan biji pada tanaman sorgum (Grzebisz *et al.*, 2013). Kalium juga berperan penting dalam translokasi asimilat dari *source* ke bagian organ penyimpan (*sink*), selain berperan dalam menjaga tetap tegaknya tanaman (Pahlevi *et al.*, 2016). Lebih rendahnya bobot malai per tanaman tersebut juga diakibatkan oleh rendahnya tingkat ketersediaan N bagi tanaman. Kavooosi (2007) menyatakan bahwa zeolit dapat memainkan perannya secara lengkap apabila diikuti dengan pemberian N yang cukup bagi tanaman, yaitu sekitar 299 kg urea ha⁻¹. Mengingat pupuk N yang diaplikasikan pada perlakuan ini hanya sebanyak 60 kg N (130,43 kg urea ha⁻¹) dan sebanyak 100% (260,86 kg urea ha⁻¹), maka peran zeolit secara lengkap belum dapat terekspresikan pada perlakuan tersebut. Akibatnya, bobot malai per tanaman yang dihasilkan pada percobaan ini lebih rendah bila dibandingkan dengan pemberian N dalam jumlah yang tinggi (150% N = 391,30 kg urea ha⁻¹). Hasil

percobaan Ruminta *et al.* (2017) menunjukkan bahwa malai terpanjang maupun bobot biji per tanaman yang paling tinggi didapatkan pada tingkat pemupukan N,P,K yang tertinggi, yaitu 75%, dibandingkan dengan pemberian N,P,K dosis 50% dan 25%

Bobot biji per ha

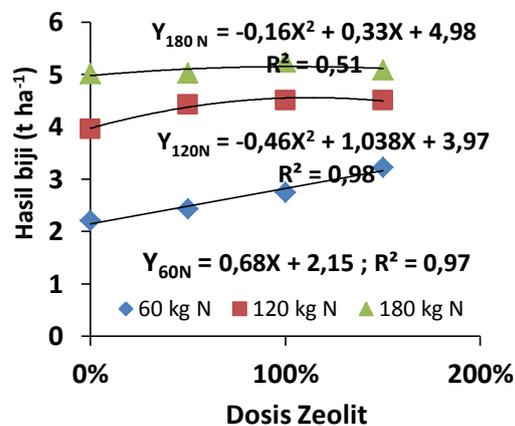
Interaksi nyata antara pupuk N dan zeolit terjadi pada peubah bobot biji per ha. Rerata bobot biji per ha pada berbagai dosis pemupukan N dan zeolit disajikan pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan pola yang sama dengan Tabel 5 untuk perlakuan pemupukan N 50%, sehingga argumentasi yang berlaku pada pembahasan tersebut juga berlaku pada pokok bahasan ini. Sedangkan untuk perlakuan 100% dan 150% N, bobot biji ha⁻¹ yang dihasilkan pada berbagai dosis zeolit adalah tidak berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa ketika N yang diaplikasikan tersebut telah mencukupi dan bahkan telah melebihi kebutuhan tanaman, maka aplikasi zeolit tidak diperlukan.

Tabel 6. Rerata bobot biji (t ha⁻¹) pada berbagai tingkat pemupukan N dan zeolit pada saat panen

Perlakuan	Dosis zeolit (% rekomendasi)			
	0	50	100	150
Dosis N (% rekomendasi)				
50% (60 kg N ha ⁻¹)	2,21 a A	2,43 a A	2,75 ab A	3,23 b A
100% (120 kg N ha ⁻¹)	3,96 a B	4,42 a B	4,51 a B	4,51 a B
150% (180 kg N ha ⁻¹)	5,01 a C	5,02 a B	5,24 a B	5,09 a C
BNJ 5%	0,63			

Keterangan : Bilangan yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama atau huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka analisis regresi sangat diperlukan untuk menentukan besarnya dosis zeolit yang diperlukan untuk berbagai taraf N yang diberikan. Pada Gambar 4 disajikan bentuk dan pola hubungan antara dosis zeolit (X) dengan bobot biji per ha (Y) pada berbagai tingkat pemupukan N.



Gambar 4. Hubungan antara dosis zeolit dengan bobot biji ha⁻¹ pada berbagai tingkat pemupukan N

Berdasarkan persamaan yang tersaji pada Gambar 4, maka dapat dijelaskan bahwa terdapat hubungan yang erat antara dosis zeolit dengan bobot biji per ha pada berbagai dosis N yang diaplikasikan. Persamaan linier $Y = 0,68X + 2,15$; $R^2 =$

0,97* tersebut menunjukkan bahwa dengan pemberian 50% N, penambahan zeolit hingga dosis 150% (391,5 kg ha⁻¹) masih diikuti dengan pertambahan bobot biji ha⁻¹ secara nyata. Akan tetapi ketika dosis pupuk N yang diaplikasikan sebesar 100% (120 kg N ha⁻¹), maka dihasilkan suatu persamaan kuadratik : $Y = -0,46 X^2 + 1,038 X + 3,97$; $R^2 = 0,98^*$. Melalui persamaan kuadratik tersebut, maka dapat diketahui dosis optimum zeolit yaitu sebesar 56,5% atau setara dengan 147,24 kg zeolit ha⁻¹ dengan hasil maksimum sebesar 4,56 t ha⁻¹. Sedangkan untuk perlakuan pemupukan 150% N (180 kg N ha⁻¹), diperlukan dosis optimum zeolit sebesar 51,875% atau setara dengan 135,39 kg zeolit ha⁻¹ untuk mendapatkan bobot biji sebanyak 5,15 t ha⁻¹, yang dapat dihitung melalui persamaan : $Y = -0,16 X^2 + 0,33 X + 4,98$.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada tingkat pemupukan N yang rendah (50%) diperlukan dosis zeolit yang tinggi untuk mendapatkan hasil biji per ha yang tinggi. Akan tetapi pada

pemupukan 100% N maupun 150% N, diperlukan dosis zeolit masing-masing sebesar 56,5% dan 51,875% untuk mendapatkan hasil sebanyak 4,56 t ha⁻¹ dan 5,15 t ha⁻¹.

2. Pemberian 0% dan 150% zeolit, diperlukan N yang tinggi untuk mendapatkan hasil yang tinggi. Akan tetapi dengan pemberian 50% dan 100% zeolit dapat menekan penggunaan N sebesar 13,57 % dan 16,19%.
3. Pada tingkat pemupukan N tertinggi (150%) dihasilkan jumlah daun dan bobot kering total tanaman tertinggi. Sedangkan dengan pemberian 100% maupun 150% zeolit dapat meningkatkan jumlah daun sekitar 8,57% dan bobot kering total tanaman sebesar 3,94%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Syahidda Farah dan Mokhtar Effendi yang telah membantu dalam pengamatan di lapangan maupun pengumpulan data selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. (2011). *Teknologi Hijau dalam Pertanian Organik Menuju Pertanian Berlanjut*. Malang: UB Press.
- Al-Busaidi, A., Yamamoto, T., Inoue, M., Eneji, A. E., Mori, Y., & Irshad, M. (2008). Effects of zeolite on soil nutrients and growth of barley following irrigation with saline water. *Journal of Plant Nutrition*, 31(7), 1159–1173. <https://doi.org/10.1080/01904160802134434>
- Althwab, S., Carr, T. P., Weller, C. L., Dweikat, I. M., & Schlegel, V. (2015). Advances in grain sorghum and its co-products as a human health promoting dietary system. *Food Research International*, 77, 349–359. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2015.08.011>
- Arafat, Y., Kusumarini, N., & Syekhfani. (2016). Pengaruh pemberian zeolit terhadap pemupukan fosfor dan pertumbuhan jagung manis di Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 3(1), 319–327. Retrieved from <https://jtsl.uab.ac.id/index.php/jtsl/article/view/144>
- Bernardi, A. C., Polidoro, J. C., de Melo Monte, M. B., Pereira, E. I., de Oliveira, C. R., & Ramesh, K. (2016). Enhancing nutrient use efficiency using zeolites minerals—a review. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 6(4), 295–204. <https://doi.org/10.4236/aces.2016.64030>
- Grzebisz, W., Gransee, A., Szczepaniak, W., & Diatta, J. (2013). The effects of potassium fertilization on water-use efficiency in crop plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176(3), 355–374. <https://doi.org/10.1002/jpln.201200287>
- Hazrati, S., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Mokhtassi-Bidgoli, A., Modarres-Sanavy, S. A. M., Mohammadi, H., & Nicola, S. (2017). Effects of zeolite and water stress on growth, yield and chemical compositions of Aloe vera L. *Agricultural Water Management*, 181, 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.11.026>
- Jha, B., & Singh, D. N. (2016). Fly Ash Zeolites. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1404-8>
- Kavoosi, M. (2007). Effects of zeolite application on rice yield, nitrogen recovery, and nitrogen use efficiency.

- Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(1–2), 69–76. <https://doi.org/10.1080/00103620601093652>
- Mohamed, M. A., Mubarak, M. H., & Okasha, S. A. (2019). Effect of saline irrigation on agro-physiological and biochemical of some quinoa cultivars under field conditions. *Journal of Agronomy Research*, 1(3), 1–9. <https://doi.org/10.14302/issn.2639>
- Moshoeshe, M. Nadiye-Tabbiruka, M. S. and Obuseng, V. (2017). Properties and applications of zeolites: A Review. *American Journal of Materials Science*, 7(5), 191–221. <https://doi.org/10.5923/j.materials.20170705.12>
- Noha A. Mohammed, I. A. M. A. and E. E. B. (2011). Nutritional evaluation of sorghum flour (*Sorghum bicolor* L. Moench) during processing of injera. *Engineering and Technology*, 51(3), 58–62. Retrieved from <https://waset.org/publications/14577/nutritional-evaluation-of-sorghum-flour-sorghumbicolor-l.-moench-during-processing-of-injera>
- Pahlevi, R. W., Guritno, B., & Suminarti, N. E. (2016). Pengaruh kombinasi proporsi pemupukan nitrogen dan kalium pada pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman ubi jalar (*Ipomea batatas* (L.) Lamb) varietas cilembu pada dataran rendah. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1), 16–22. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/130932-ID-pengaruh-kombinasi-proporsi-pemupukan-ni.pdf>
- Pradana, G. B. S., Islami, T., & Suminarti, N. E. (2015). Kajian kombinasi pupuk fosfor dan kalium pada pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(6), 464–471. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/130259-ID-none.pdf>
- Putra, G. M., Sudiarto, & Suminarti, N. E. (2018). Effect of potassium application on growth and yield of sweet potato varieties (*Ipomoea Batatas* L.). *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 83(11), 346–352. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2018-11.41>
- Roy, P., & Khandaker, Z. (2010). Effects of phosphorus fertilizer on yield and nutritional value of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder at three cuttings. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 39(1–2), 106–115. <https://doi.org/10.3329/bjas.v39i1-2.9683>
- Ruminta, R., Wahyudin, A., & Hanifa, M. L. (2017). Pengaruh Pupuk NPK dan Pupuk Organik Kelinci terhadap Hasil Sorghum (*Sorghum bicolor* [Linn.] Moench) di Lahan Tadah Hujan Jatidjati. *Kultivasi*, 16(2), 362–367. <https://doi.org/10.24198/kltv.v16i2.13832>
- Sitompul, S. . (2016). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Malang: UB- Press.
- Subagio, H. (2013). Pengembangan Produksi Sorghum. In *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian* (pp. 199–214). Retrieved from <http://kalsel.litbang.pertanian.go.id/ind/images/pdf/prosidings/20herman.pdf>
- Suminarti, N. E. (2011). *Teknik budidaya tanaman talas (Colocasia esculenta (L.) Schott var. Antiquorum pada kondisi kering dan basah*. Malang.
- Zhao, D., Reddy, K. R., Kakani, V. G., & Reddy, V. R. (2005). Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. *European Journal of Agronomy*, 22(4),

391–403. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.06.005>