

Pengaruh Aplikasi Pupuk Mikro Majemuk terhadap Produksi dan Kesuburan Tanah pada Tanaman Jagung*Effect of Micronutrient Fertilization on Production and Soil Fertility in Maize***Gabryna Auliya Nugroho^{1*}, Novalia Kusumarini¹, Wachidiyah Romadhoni², Syahrul Kurniawan¹**¹Soil Science Departement, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya Malang²PT Agrofarm Nusa Raya, KH Ahmad Dahlan No 53, Ponorogo, Jawa Timur- 63411,

*Corresponding author: gabrynaauliya@ub.ac.id

ABSTRAK

Pemupukan berimbang baik makro dan mikro menjadi salah satu strategi dalam manajemen kesuburan tanah untuk mencegah defisiensi unsur mikro. Kombinasi pupuk makro dan mikro dapat meningkatkan pertumbuhan, produksi tanaman, serta menjaga kesuburan tanah secara kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran pemupukan mikro majemuk (Zn, Cu, dan B) dalam mendukung produktivitas tanaman dan kesuburan tanah. Penelitian dilakukan di Kecamatan Dau, Kab. Malang ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 9 perlakuan yakni B0 (Kontrol), B1 (Pupuk dasar 100%), B2 (Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 50%), B3 (Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 100%), B4 (Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 150%), B5 (Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 50%), B6 (Pupuk Dasar 75% dan pupuk ZnCuB 100%), B7 (Pupuk Dasar 75% dan pupuk ZnCuB 150%). 100% pupuk dasar setara dengan 440 kg Urea/ha, 250 kg SP-36/ha, dan 350 kg KCl/ha, sedangkan 100% pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) adalah 19 kg/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengurangan dosis pupuk dasar (Urea, SP36, dan KCl) sebesar 25%, dikombinasikan dengan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) 150% (28,5 kg/ha) signifikan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dan produksi jagung pipil hingga 54% dibandingkan kontrol. Disisi lain, aplikasi pemupukan ZnCuB mampu mempertahankan ketersediaan hara mikro tanah dan tidak menyebabkan kemasaman tanah.

Keywords: Zinc, Cu, Boron, pupuk mikro, produksi, jagung.

ABSTRACT

Balanced fertilization in both macro and micronutrients are one strategy in soil fertility management to prevent microelement deficiencies. This fertilization type could increase plant growth and production as well as maintain soil fertility. This research aimed to examine the role of micro fertilization on supporting plant productivity and soil fertility. Research that was conducted in Dau, Malang, East Java was designed using a Randomized Block Design (RBD) with 9 treatments, ie B0 (Control), B1 (100% standart fertilization), B2 (100% standart fertilization and 50% ZnCuB), B3 (100% standart fertilizer and 100% ZnCuB), B4 (100% standart fertilizer and 150% ZnCuB), B5 (75% standart fertilizer and 50% ZnCuB), B6 (75% standart fertilizer and 100% ZnCuB), B7 (75% basic fertilizer and 150% ZnCuB), and three replications of each. 100% of basic fertilization referred to 440 kg Urea/ha, 250 kg SP-36/ha, and 350 kg KCl/ha, while 100% micro fertilizer ZnCuB (4:6:6) was 19 kg/ha. Reducing 25% of basic fertilizer combined with 150% of micro fertilizer (28.5 kg/ha ZnCuB) resulted in a significant increase in plant growth and production by 54% to control. Furthermore, micronutrient fertilizers could maintain soil fertility as well as prevent soil acidification.

Keywords: Zinc, Cu, Boron, micronutrient fertilization, production, maize

PENDAHULUAN

Jagung merupakan komoditas pangan ekspor dengan nilai ekonomi tinggi yang dapat menjaga ketahanan pangan (stabilitas harga). Produksi jagung pada tahun 2018 – 2020 mengalami peningkatan hingga 20,9 juta ton, meski begitu produksi jagung masih belum memenuhi target pemerintah sebesar 24,7 juta ton (Sari *et al.*, 2018). Disisi lain, tingginya alih fungsi lahan pertanian membuat semakin sempitnya lahan produktif, dan terdapat permasalahan degradasi lahan yang semakin meningkat dari tahun ke tahun akibat budidaya secara intensif. Dalam upaya untuk mengoptimalkan lahan, selama ini petani hanya mengaplikasikan pupuk makro pada lahan jagung. Praktik pemupukan yang berfokus pada unsur N, P, dan K selama bertahun-tahun membuat produksi stagnan dan tidak banyak peningkatan. Pengetahuan mengenai pentingnya unsur hara mikro masih kurang dipahami oleh petani. Meskipun gejala kekahatan unsur mikro yang tampak pada tanaman masih belum jelas terlihat, namun bila dibiarkan akan menimbulkan penurunan produksi tanaman. Pemupukan unsur hara Zn, Cu, dan B dengan kadar 4:6:6 menjadi salah satu strategi dalam manajemen kesuburan tanah untuk mencegah defisiensi unsur mikro dan meningkatkan produksi tanaman.

Sebagai unsur hara mikro, Zn diperlukan dalam jumlah sedikit namun berperan kritis pada tanaman sebab menjadi kunci dalam fungsi fisiologi seperti pembentukan struktur membrane, fotosintesis, fitohormon, metabolisme lipid dan asam nukleat, ekspresi gen, pembentukan protein, dan mempertahankan tanaman dari cekaman air dan penyakit. Sebagai kofaktor, Zn juga berperan dalam berbagai hormon seperti auksin yang diperlukan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Zn juga berperan besar dalam proses biokimia tanaman seperti pembentukan nukleotida, metabolisme auksin, aktivasi enzim, dan pembentukan klorofil (Noulas *et al.*, 2018). Cu merupakan unsur hara mikro yang diperlukan tanaman dalam pembentukan klorofil dan produksi biji (Printz *et al.*, 2016). Terdapat

beberapa tanaman yang sensitive terhadap kekahatan unsur Cu dan jagung termasuk salah satunya. Selain itu, Cu juga terlibat dalam system enzim yang berperan pada reaksi biokimia dalam tubuh tanaman. Cu juga berperan dalam proses fotosintesis, respirasi tanaman dan metabolisme karbohidrat dan protein (Nguyen *et al.*, 2022). Boron berperan dalam pembentukan dinding sel dan mempertahankan struktur sel tanaman. Selain itu Boron terlibat dalam reaksi enzim, transpor ion, metabolit dan hormon. Defisiensi boron dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas fotosintesis stomata dan transportasi hasil fotosintesis. Pada tanaman *Citrus sinensis* yang mengalami kekahatan boron pada daun, ditemukan penurunan fungsi stomata dan asimilasi CO₂ (Milka, 2020). Mengetahui pentingnya unsur hara mikro pada tanaman jagung, maka dilakukan pengujian berbagai dosis pupuk anorganik majemuk mikro yang mengandung ZnCuB (4:6:6) terhadap pertumbuhan, produksi tanaman jagung, serta sifat kimia tanah akhir penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk (i) melihat pengaruh pemupukan mikro ZnCuB (4:6:6) terhadap efisiensi pemupukan dasar (Urea, SP36, dan KCl), (ii) mengkaji pengaruh pemupukan mikro ZnCuB (4:6:6) terhadap pertumbuhan dan produksi jagung serta kesuburan tanah pasca panen.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan pertanian di Desa Sumbersekar, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang (7°55'32.6"S dan 112°34'29.1"E) pada bulan Maret – Agustus 2019. Bahan yang digunakan adalah benih jagung varietas BISI 18, pupuk dasar (Urea, SP36, KCl) dan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6). Desain penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) sejumlah 8 perlakuan dan 3 ulangan dengan ukuran petak petak masing-masing 5 m x 5 m.

Perlakuan penelitian antara lain: 1). B0: kontrol (tanpa pupuk), 2). B1: pupuk dasar 100% (Urea, SP36, KCl), 3). B2: pupuk dasar 100% dan 50% pupuk mikro ZnCuB 4:6:6, 4) B3: pupuk dasar 100% dan 100% pupuk mikro

ZnCuB 4:6:6, 5) B4: pupuk dasar 100% dan 150% pupuk mikro ZnCuB 4:6:6, 6). B5: pupuk dasar 75% dan 50% pupuk mikro ZnCuB 4:6:6, 7). B6: pupuk dasar 75% dan 100% pupuk mikro ZnCuB 4:6:6, 8). B7: pupuk dasar 75% dan 150% pupuk mikro ZnCuB 4:6:6.

Pemupukan tanaman jagung dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pupuk dasar (Urea, SP-36 dan KCl) yang diberikan bersamaan dengan menanam benih, 20 hari setelah tanam (HST) dan 35 HST. Dosis pupuk dasar jagung sebesar 440 kg Urea/ha, 250 kg SP-36/ha, dan 350 kg KCl/ha, sedangkan pupuk mikro yang diberikan adalah ZnCuB (4:6:6) dengan dosis 19 kg/ha. Tabel 1 menunjukkan jumlah hara yang diterima oleh tanaman pada setiap perlakuannya dalam satuan kg/ha.

Variabel pengamatan meliputi pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah

daun) yang diukur setiap 2 minggu mulai 3 hingga 9 Minggu Setelah Tanam (MST), produksi tanaman jagung (biomassa tanaman, bobot basah panen jagung dan berat kering pipilan) diukur pada 15 MST, dan kondisi kesuburan tanah akhir penelitian (pH tanah, N, P, K, Zn, Cu, dan B).

Dalam pengelolaan data, data hasil pengukuran diuji Shapiro-Wilk untuk melihat normalitas datanya, jika data tersebar normal dilanjutkan dengan analisis sidik ragam taraf 5% untuk mengukur signifikansi antar perlakuan. Jika hasil analisis ragam berbeda nyata maka data diuji Duncan Multiple Range Test 5%. Untuk seluruh parameter yang berbeda nyata uji korelasi Pearson taraf 5% dan yang berpengaruh kuat diuji regresi. Analisis data dilakukan dengan Genstat 16th edition dan Ms Excel 2021.

Tabel 1. Jumlah Unsur hara N, P, K, Zn, Cu, dan B yang diaplikasikan pada tanaman jagung

Kode	Perlakuan	N	P	K	Zn	Cu	B
		kg/ha					
B0	Tanpa pupuk	0	0	0	0	0	0
B1	Pupuk Dasar (Urea, SP36, KCl 100%)	202.4	39.3	145.2	0.8	1.1	1.1
B2	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 50%	202.4	39.3	145.2	0.4	0.6	0.6
B3	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 100%	202.4	39.3	145.2	0.8	1.1	1.1
B4	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 150%	202.4	39.3	145.2	1.1	1.7	1.7
B5	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 50%	151.8	29.5	108.9	0.4	0.6	0.6
B6	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 100%	151.8	29.5	108.9	0.8	1.1	1.1
B7	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 150%	151.8	29.5	108.9	1.1	1.7	1.7

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa kesuburan tanah awal

Hasil analisa kesuburan tanah awal lokasi penelitian disajikan pada Tabel 2. Kesuburan tanah di lokasi percobaan dapat dikategorikan rendah karena memiliki reaksi tanah masam dan kandungan hara N total yang rendah, meskipun kandungan P tersedia tanah sangat tinggi dan Kdd dalam kriteria yang tinggi. Oleh

karena itu, aplikasi pupuk diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman yang baik. Selain pupuk dasar, aplikasi pupuk mikro ZnCuB diperlukan untuk meningkatkan produksi tanaman serta menurunkan ketergantungan terhadap aplikasi pupuk dasar dosis tinggi.

Tabel 2. Sifat kimia tanah lokasi penelitian sebelum aplikasi pupuk

Parameter	Satuan	Nilai	Kriteria*
pH H ₂ O	-	5,1	Masam
pH KCl	-	4,8	-
C Organik	%	2,17	Sedang
N total	%	0,13	Rendah
P Tersedia	ppm	31,39	Sangat Tinggi
K dd	me/100g	1,00	Tinggi

Keterangan: *Kriteria Tanah (BPSI Tanah dan Pupuk, 2023)

Pertumbuhan Tanaman Jagung

Pertumbuhan tanaman jagung diukur dari tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman pada 3-9 MST. Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa pemberian pupuk dasar 100% maupun pupuk dasar 75%, yang dikombinasikan dengan

pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap tinggi tanaman jagung pada 5 dan 9 MST namun tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada umur 3 dan 7 MST dan pada parameter jumlah daun (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh berbagai dosis pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) terhadap pertumbuhan tanaman jagung

Kode	Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) (MST)				Jumlah Daun (helai) (MST)			
		3	5	7	9	3	5	7	9
B0	Tanpa pupuk	28,7	81,1 a	148,0	212,5 a	4	6	8	10
B1	Pupuk Dasar (Urea, SP36, KCl 100%)	39,6	119,2 b	196,8	262,6 cd	4	7	10	12
B2	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 50%	37,6	112,5 b	193,9	252,8 bc	4	7	10	12
B3	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 100%	38,5	116,8 b	179,6	259,3 bcd	4	7	10	12
B4	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 150%	40,3	120,3 b	174,3	247,2 b	4	7	9	12
B5	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 50%	33,9	110,1 b	193,6	265,5 cd	4	7	10	13
B6	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 100%	40,3	107,7 b	185,1	271,3 d	4	7	9	12
B7	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 150%	35,9	107,5 b	195,1	253,7 bc	5	7	10	12

Keterangan: huruf notasi yang berbeda di belakang angka menunjukkan perbedaan yang nyata dengan uji Duncan pada taraf 5 %.

Secara umum, aplikasi pupuk dasar dan pupuk ZnCuB (4:6:6) meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol. Pada 9 MST, tinggi tanaman jagung berkisar antara 212,5–271,3cm. Tanaman jagung tertinggi terdapat pada perlakuan B6 (pupuk dasar 75%+ ZnCuB (4:6:6) 100%) ~330 kg/ha urea, 187,5 kg SP36, 262.5 KCl dan 19 kg ZnCuB (4:6:6), yaitu

271,3 cm. Sedangkan, tanaman paling rendah terdapat pada perlakuan kontrol (tanpa pupuk). Aplikasi 100% dosis pupuk ZnCuB (4:6:6) atau setara dengan 19 kg/ha dengan penurunan dosis pupuk dasar sebesar 25% mampu meningkatkan tinggi tanaman jagung sebesar 28% dibandingkan tanpa dipupuk, serta 3,3 % lebih

baik dibandingkan aplikasi 100% pupuk dasar tanpa tambahan pupuk ZnCuB (4:6:6).

Meskipun pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan jumlah daun, baik aplikasi pupuk dengan dosis 100% pupuk dasar maupun 75% pupuk dasar yang ditambahkan dengan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) mampu meningkatkan jumlah daun jagung sebesar 20%. Penurunan dosis pupuk dasar sebesar 25% tidak menurunkan jumlah daun jagung bila ditambahkan pupuk ZnCuB (4:6:6). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pupuk ZnCuB (4:6:6) mampu meningkatkan efisiensi pupuk dasar karena dengan aplikasi dosis yang lebih rendah tapi tidak mengganggu metabolisme tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk mikro mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dasar.

Penambahan hara Zn, Cu, dan B dari pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) memacu pertumbuhan sel-sel dan protoplasma dan bentuk fisiologis tanaman jagung. Hal ini disebabkan karena Zn (Zinc) memiliki fungsi untuk mengaktifkan enzim dalam meningkatkan reaksi-reaksi metabolik dan memproduksi klorofil, hara Cu (Tembaga) pada tanaman berperan sebagai aktivator transport elektron dalam proses fotosintesis, dan B (Boron) merupakan salah satu unsur mikro yang mempunyai peran penting yaitu dalam pembelahan sel, pembentukan struktur dinding sel dan juga berpengaruh dalam translokasi karbohidrat (Havlin *et al.*, 2017). Diduga aplikasi pupuk ZnCuB (4:6:6) berperan secara tidak langsung dalam fisiologis tanaman namun terlihat bahwa penambahan pupuk mikro ZnCuB (terutama pada perlakuan 100% ZnCuB) dapat mengurangi kebutuhan terhadap pupuk N, P, dan K sebanyak 25%. Hal ini sejalan dengan penelitian Suntari *et al.* (2023) bahwa aplikasi pupuk majemuk mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman namun tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan jumlah daun

Produksi Tanaman Jagung

Biomassa tanaman jagung, berat panen segar dan berat pipilan kering jagung merupakan parameter produksi yang diukur, dimana

produksi per ha adalah konversi produksi per petak dengan nilai koreksi sebesar 90%. Diasumsikan dalam 1 ha lahan yang produktif ditanami jagung adalah 90%, sementara sisanya diasumsikan sebagai jalan setapak atau saluran irigasi. Tabel 4 menyajikan rerata biomassa tanaman jagung, berat panen segar dan berat pipilan kering jagung dari hasil percobaan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk dasar yang dikombinasikan dengan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) dalam meningkatkan biomassa tanaman, berat panen segar, dan pipilan kering jagung.

Biomassa tanaman jagung berkisar antara 275,1–456,9 gram/tanaman. Secara umum, aplikasi pupuk ZnCuB (4:6:6) meningkatkan biomassa tanaman jagung bila dibandingkan dengan kontrol. Biomassa tanaman tertinggi dihasilkan oleh perlakuan 100% pupuk dasar ~440 kg/ha urea, 250 kg SP36, 350 kg KCl ditambahkan 100% pupuk ZnCuB (4:6:6) atau setara 19 kg/ha (B3), dengan hasil biomassa sebesar 456,9 gram/tan atau 66% lebih tinggi dibandingkan kontrol. Meskipun demikian, apabila dosis pupuk dasar diturunkan sebesar 25% dan ditambahkan pupuk ZnCuB (4:6:6) 19 kg/ha, berat kering tanaman yang dihasilkan tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hal ini mengimplikasikan bahwa penurunan 25% dosis pupuk dasar (pupuk dasar) yang dikombinasikan dengan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) tidak menyebabkan penurunan metabolisme tanaman dibuktikan dengan hasil biomassa tanaman yang tidak berbeda bila dibandingkan aplikasi 100% dosis pupuk dasar. Pembentukan dan perbesaran tanaman sangat dipengaruhi oleh unsur hara yang diterima seperti unsur hara N, P, dan K, sedangkan unsur Zn, Cu dan B berperan secara tidak langsung bagi tanaman. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa, penurunan dosis pupuk dasar dengan penambahan aplikasi pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) efektif dalam meningkatkan biomassa tanaman dibandingkan kontrol (tanpa pupuk) (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh berbagai dosis pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) terhadap produksi tanaman jagung

Kode	Perlakuan	Biomassa Tanaman (gram/tan)	Berat Panen Segar (ton/ha)	Berat Kering Pipilan (ton/ha)
B0	Tanpa pupuk	275,1 a	9,0 a	5,0 a
B1	Pupuk Dasar (Urea, SP36, KCl 100%)	394,5 bc	11,0 abc	5,7 ab
B2	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 50%	391,3 bc	9,2 a	5,0 a
B3	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 100%	456,9 c	10,6 ab	6,3 abc
B4	Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 150%	401,5 bc	14,0 c	7,5 c
B5	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 50%	396,2 bc	12,3 bc	7,0 bc
B6	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 100%	350,2 b	11,0 abc	6,3 abc
B7	Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 150%	386,7 bc	13,1 bc	7,7 c

Keterangan: huruf notasi yang berbeda di belakang angka menunjukkan perbedaan yang nyata dengan uji Duncan pada taraf 5 %.

Berat panen segar merupakan berat jagung tanpa klobot yang diukur saat panen. Produksi jagung per petak ditimbang untuk mendapatkan hasil produksi per petak, yang kemudian di konversi menjadi ton/ha. Berat panen segar jagung pada penelitian ini berkisar antara 9 – 14 ton/ha. Berdasarkan hasil analisis statistik, aplikasi pupuk dasar 100% maupun pupuk dasar 75% berpengaruh nyata terhadap berat panen segar tanaman jagung. Secara umum, aplikasi pupuk ZnCuB (4:6:6) meningkatkan berat panen segar tanaman jagung meskipun dosis pupuk dasar diturunkan hingga 25%. Aplikasi 150% dosis pupuk ZnCuB (4:6:6) atau setara 28,5 kg/ha (B7) menghasilkan berat panen segar tertinggi lainnya, yaitu sebesar 13,1 ton/ha atau 45,6% lebih besar dibandingkan kontrol. Apabila dibandingkan dengan perlakuan pupuk dasar 100% (B1), perlakuan B7 mempunyai kecenderungan meningkatkan berat segar panen sebesar 19% meskipun dosis pupuk dasar dikurangi hingga 25% (Tabel 4). Senada dengan hasil penelitian Sinaga *et al.* (2020) bahwa aplikasi pupuk NPK dan mikro (magnesium dan boron) mampu meningkatkan berat segar pembibitan kelapa sawit 20% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan aplikasi pupuk NPK.

Hasil berat kering pipilan jagung memiliki tren yang sama dengan hasil produksi segar jagung dikarenakan kedua nilai parameter tersebut berbanding lurus. Hasil berat kering

pipilan pada penelitian ini berkisar antara 5 – 7,7 ton/ha. Secara umum, berat kering jagung pipilan meningkat akibat aplikasi pupuk ZnCuB (4:6:6). Berat kering jagung pipilan tertinggi terdapat pada perlakuan B7 (pupuk dasar 75%+ ZnCuB 150%), yaitu sebesar 7,7 ton/ha atau meningkat sebesar 54% dibandingkan kontrol. Apabila dibandingkan dengan pupuk dasar 100% (B1) pengurangan pupuk dasar sebesar 25% juga secara signifikan mampu meningkatkan produksi jagung. Penambahan 150% dosis ZnCuB (4:6:6) atau setara 28,5 kg/ha meningkatkan berat kering jagung pipilan sebesar 35% meskipun dosis pupuk dasar dikurangi hingga 25%. Dengan ini, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pupuk ZnCuB (4:6:6) diikuti dengan pengurangan pupuk dasar sebesar 25% efektif meningkatkan berat kering jagung pipilan. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Kartina *et al.* (2023) bahwa penambahan pupuk mikro boron dapat meningkatkan produksi bunga dan kualitas jagung pada tanaman jagung manis.

Kandungan Hara pada Tanah

Pengujian kesuburan tanah dilakukan untuk mengetahui apakah dosis pupuk mikro yang diaplikasikan ke tanah optimal dalam mempertahankan status kesuburan tanah. Untuk itu, diambil sampel tanah pada bagian top soil (0-20cm) pada akhir penelitian (akhir masa panen). Secara umum, didapati bahwa aplikasi pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) mempengaruhi pH tanah,

N total, P tersedia, namun tidak mempengaruhi Kdd, Cu, Zn dan Boron. Hal ini dapat dilihat melalui kriteria kesuburan tanah yang berbeda pada awal dan akhir percobaan (Tabel 5).

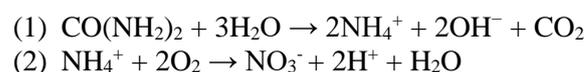
Tabel 5. Kesuburan tanah awal dan akhir penelitian akibat aplikasi berbagai dosis pupuk dasar dan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6)

Kode	pH H ₂ O	pH KCl	N Total (%)	P tersedia (ppm)	Kdd (me/100g)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)				
Awal penelitian												
Awal	5,1	m	4,8	0,13	r	31,39	st	1,0	st	-	-	-
Akhir penelitian												
B0	5,8	am	5,4	0,08	sr	4,4	r	0,81	st	16,6	16,2	38,9
B1	5,2	m	5,0	0,13	r	13,5	t	1,62	st	19,4	15,5	50,4
B2	5,2	m	5,0	0,08	sr	4,6	r	2,46	st	20,8	18,2	32,0
B3	5,3	m	5,0	0,10	r	4,5	r	1,24	st	15,8	15,4	42,6
B4	5,4	m	5,0	0,14	r	18,0	st	1,96	st	22,2	16,1	57,2
B5	5,6	am	4,9	0,16	r	4,5	r	0,91	st	15,8	15,6	48,1
B6	5,6	am	5,6	0,11	r	3,8	sr	1,47	st	20,3	18,1	59,5
B7	5,5	am	5,5	0,11	r	6,3	r	1,00	st	16,6	15,2	44,4

Keterangan: B0 (Kontrol), B1 (Pupuk dasar 100%), B3 (Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 50%), B3 (Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 100%), B4 (Pupuk dasar 100% dan pupuk ZnCuB 150%), B5 (Pupuk dasar 75% dan pupuk ZnCuB 50%), B6 (Pupuk Dasar 75% dan pupuk ZnCuB 100%), B7 (Pupuk Dasar 75% dan pupuk ZnCuB 150%). am = agak masam, m = masam, sr = sangat rendah, r = rendah, t = tinggi, st = sangat tinggi, c = cukup (BPSI Tanah dan Pupuk, 2023).

pH tanah merupakan reaksi yang berasal dari perbandingan ion hidrogen dan ion hydroxyl yang berada pada larutan tanah (Karamina *et al.*, 2018). pH H₂O merupakan pH aktual atau pengukuran jumlah ion hidrogen pada larutan tanah. Sedangkan pH KCl adalah pH potensial atau pengukuran jumlah ion hydrogen pada jerapan tanah. pH akhir penelitian berkisar antara 5,1 – 5,8 (kriteria masam dan agak masam). Sedangkan pH KCl pada akhir penelitian berkisar antara 4,9 – 5,6. Aplikasi pupuk ZnCuB (4:6:6) dengan penurunan dosis pupuk dasar aman untuk diaplikasikan pada budidaya tanaman jagung. Hal ini karena pH tanah akibat perlakuan tersebut terdapat pada kriteria yang sama dengan perlakuan kontrol, yaitu agak masam dengan nilai 5,5 hingga 5,6. Namun, aplikasi 100% dosis pupuk dasar justru menyebabkan tanah menjadi semakin masam dengan nilai pH berkisar antara 5,2 hingga 5,4. Diduga penambahan pupuk urea sejumlah 100% menimbulkan penurunan pH tanah. Hal ini senada dengan (Cameron *et al.*, 2013) bahwa dalam proses hidrolisis pupuk dasar urea

((CO(NH₂)₂), terlepas 2 ion H⁺ yang menurunkan pH tanah dalam proses nitrifikasi, dengan persamaan sebagai berikut:



Rumus kimia diatas menunjukkan bahwa penurunan pH tanah dapat terjadi akibat aplikasi pupuk urea secara terus menerus. Penurunan dosis pupuk dasar urea sebesar 25% dapat dilakukan agar kemasaman tanah tidak meningkat. Nitrogen merupakan unsur hara makro esensial, menyusun sekitar 1,5 % bobot tanaman dan berperan besar dalam pertumbuhan tanaman dan proses metabolic seperti fotosintesis, distribusi hara, dan mendorong produksi. Kekahatan N akan menurunkan aktivitas enzim, kandungan klorofil, laju respirasi tanaman, dan menurunkan produksi (Lin *et al.*, 2011). Kandungan N Total tanah pada awal penelitian adalah sebesar 0,13 % (kriteria rendah), dan pada akhir percobaan kandungan N total tanah berkisar antara 0,08 – 0,16 % (sangat

rendah–rendah) (Tabel 4). Tidak ada kecenderungan peningkatan atau penurunan kandungan N Total tanah seiring dengan peningkatan aplikasi dosis pupuk ZnCuB (4:6:6). Hal ini dikarenakan suplai N hanya berasal dari pupuk dasar yang diaplikasikan dan tidak ada sumbangan N dari pupuk ZnCuB (4:6:6).

Fosfor adalah hara makro esensial yang memegang peranan penting dalam berbagai proses, seperti fotosintesis, asimilasi, dan respirasi. Fosfor merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa molekul pentransfer energi ADP, ATP, NAD, NADH serta senyawa informasi genetik DNA dan RNA (Parjono *et al.*, 2019). Mengingat fosfor sangat penting bagi pertumbuhan, maka pupuk dasar SP-36 diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan P tanah. P tersedia pada awal penelitian adalah sebesar 31,39 mg/kg (kriteria sangat tinggi), dan didapati pada akhir percobaan fosfor tanah berkisar antara 3,8 – 18,0 mg/kg (kriteria rendah – sangat tinggi). Tidak ada kecenderungan penurunan atau peningkatan kandungan P tersedia seiring dengan adanya peningkatan dosis pupuk ZnCuB (4:6:6). Hal ini dikarenakan sumber hara P pada tanaman hanya berasal dari pupuk dasar saja. (Suganya *et al.*, 2020) mengemukakan bahwa pemberian P yang tinggi dapat menimbulkan gejala kahat Zn pada tanaman, terutama bila tanaman diusahakan pada tanah dengan ketersediaan Zn rendah. Kekahatan Zn pada tanaman pertanian dapat diidentifikasi sejak awal, di mana tanaman akan mengalami pemendekan ruas-ruas batang, daun menjadi kecil dan sempit, dan tampak gejala klorosis di antara urat daun. Diduga pada penelitian ini ketersediaan Zn terpenuhi sehingga tidak ditemukan kekahatan Zn. Namun, hasil pertumbuhan dan produksi tanaman lebih baik dengan pengurangan pupuk dasar sebesar 25%.

Kalium (K) merupakan salah satu unsur hara makro yang penting bagi tanaman, karena unsur ini terlibat langsung dalam beberapa proses fisiologis antara lain, pengendalian tekanan osmotik dan turgor sel serta stabilitas pH (Hartono *et al.*, 2023).

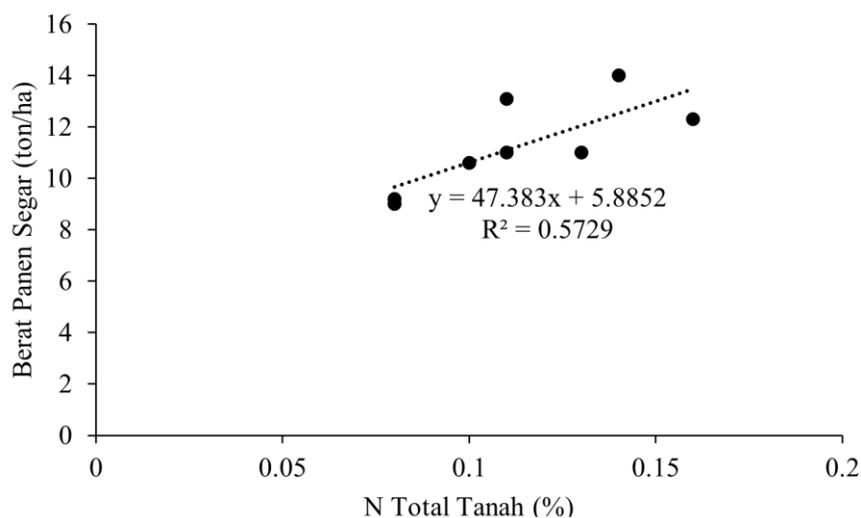
Selain itu, pada aspek biokimia kalium berperan dalam aktivitas enzim pada sintesis

karbohidrat dan protein, serta meningkatkan translokasi fotosintat ke luar daun. Dikarenakan peran K sangat vital bagi tanaman, maka aplikasi pupuk dasar KCl penting untuk diaplikasikan pada tanaman. Pada awal penelitian, kandungan Kdd tanah 1,00 me/100g (kategori sangat tinggi). Sedangkan pada akhir penelitian, nilai Kdd tanah berkisar antara 0,81 – 2,46 me/100g (sangat tinggi). Tidak ditemukan kecenderungan peningkatan Kdd dengan meningkatnya aplikasi pupuk ZnCuB. Namun, aplikasi 100% pupuk dasar menghasilkan Kdd tanah lebih tinggi dibandingkan aplikasi 75% pupuk dasar. Hal ini disebabkan karena jumlah K yang diaplikasikan pada 100% pupuk dasar juga lebih tinggi dan tidak ada penambahan K dari pupuk ZnCuB (4:6:6).

Berdasarkan hasil analisis contoh tanah, kandungan Cu seluruh perlakuan berkisar antara 15,8 – 22,2 ppm, sedangkan kandungan B tanah berkisar pada 32,0 – 59,5 ppm. Tidak didapati adanya kecenderungan peningkatan atau penurunan kandungan Cu dan B tanah dengan peningkatan dosis pupuk ZnCuB (4:6:6). Diantara seluruh perlakuan, aplikasi pupuk ZnCuB dengan dosis 100% dan pupuk dasar 75% memberikan hasil ketersediaan Zn, Cu, dan B paling baik, yakni masing-masing sebesar 20,3 ppm, 18,1 ppm, dan 59,5 ppm. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) efisien diaplikasikan dengan dosis 100% dengan pupuk dasar 75% (B6).

Pembahasan

Hasil korelasi menunjukkan hubungan kuat antara kandungan N tanah dan berat panen segaar jagung ($r = 0.75$). Semakin tinggi kandungan N dalam tanah maka akan diikuti dengan peningkatan berat panen segar jagung. Berdasarkan grafik regresi diperoleh bahwa kadar N di dalam tanah berpengaruh 57% terhadap produksi jagung (Gambar 1). Penambahan pemupukan dasar NPK mampu meningkatkan N total pada tanah, meski terdapat pengurangan unsur hara N sebesar 25%, produksi tanaman tidak berbeda nyata dengan pemupukandasar 100%. Diduga peran pupuk Zn, Cu, dan B yang di aplikasikan mampu



Gambar 1. Pengaruh N Total tanah terhadap berat panen jagung (ton/ha)

mengefisiensikan pemupukan dasar N. Senada dengan penelitian (Yulina & Ambarsari, 2021), bahwa N total tanah berpengaruh terhadap berat panen tanaman pakcoy ($R^2 = 0,42$, $r = 0,65$), dengan adanya aplikasi pupuk dasar dikombinasikan dengan bahan organik.

Didukung hasil penelitian Devangsari *et al.* (2016) penggunaan dosis 300 kg/ha majemuk NPK, 200 kg Urea dan 0,75% Zn mampu meningkatkan produksi tanaman padi sebesar 53,67% dibandingkan dengan tanpa pemupukan. Hal ini menguatkan hasil pertumbuhan tanaman dan biomassa bahwa pertumbuhan dan produksi tanaman jagung meningkat diiringi dengan penurunan dosis aplikasi pupuk dasar apabila disertai aplikasi pupuk mikro majemuk ZnCuB. Pada dasarnya, unsur hara makro dibutuhkan dalam jumlah relatif banyak, disisi lain unsur hara mikro dibutuhkan tanaman dalam jumlah relatif sedikit.

Dimungkinkan juga terdapat sifat antagonism antara P dan Zn sehingga penurunan dosis pupuk dasar NPK mampu menunjukkan peran pupuk ZnCuB dalam menghasilkan berat panen segar (ton/ha). Menurut Juliati (2008) terdapat korelasi negatif antara serapan Zn dengan kandungan P tersedia ($r = -0,102$) yang menunjukkan dengan semakin meningkatnya kandungan P tanah berpotensi menekan serapan Zn tanaman dari pupuk. Oleh karena itu, apabila ketersediaan P dalam tanah menurun (akibat penurunan dosis aplikasi pupuk P), diduga

meningkatkan serapan Zn dari pupuk mikro yang diberikan. Penelitian ini juga mengimplikasikan bahwa pengaplikasian pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) mampu mengurangi kebutuhan petani terhadap pupuk dasar (Urea, SP36 dan KCl).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pengurangan dosis pupuk dasar (Urea, SP36, dan KCl) sebesar 25% dan penambahan pupuk mikro ZnCuB (4:6:6) 150% (28,5 kg/ha) atau setara dengan 440 kg Urea/ha, 250 kg SP-36/ha, dan 350 kg KCl/ha efisien meningkatkan tinggi tanaman secara signifikan. Berat jagung pipilan akibat aplikasi 150% pupuk ZnCuB (4:6:6) meningkat hingga 54% dibandingkan kontrol meskipun dosis pupuk dasar dikurangi hingga 25%. Aplikasi pupuk ZnCuB (4:6:6) dengan penurunan pupuk dasar 25% sesuai untuk budidaya jagung karena tidak menyebabkan kemasaman tanah dan penurunan kandungan hara dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- BPSI Tanah dan Pupuk. (2023). ANALISIS KIMIA TANAH, TANAMAN, AIR, DAN PUPUK Penerbit. In BPSI Tanah dan Pupuk (Ed.), *Petunjuk Teknis Edisi* (Edisi 3). Agrostandar.
<https://tanahpupuk.bsip.pertanian.go.id>

- Cameron, K. C., Di, H. J., & Moir, J. L. (2013). Nitrogen losses from the soil/plant system: A review. *Annals of Applied Biology*, 162(2), 145–173. <https://doi.org/10.1111/aab.12014>
- Devangsari, I. M., Maas, A., & Heru Purwanto, B. (2016). Pengaruh Pupuk Majemuk NPK + Zn terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Serapan Zn Padi Sawah di Vertisol, Sragen. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 4(2), 75–83. <https://doi.org/10.18196/pt.2016.059.75-83>
- Hartono, A., Nugroho, B., & Edwar, F. K. (2023). Pembuatan Pupuk Kalium Silikat Berbahan Dasar Pasir Kuarsa Dari Bangka. In *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*. <https://doi.org/10.29244/jitl.25.1.19-24>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (2017). *Soil Fertility and Fertilizers*. (Eighth). Pearson Education.
- Juliati, S. (2008). Pengaruh Pemberian Zn dan P terhadap Pertumbuhan Bibit Jeruk Varietas Japanese citroen pada Tanah Inseptisol. *J. Hort*, 18(4), 409–419.
- Karamina, H., Fikrinda, W., & Murti, A. T. (2018). Kompleksitas Pengaruh Temperatur Dan Kelembaban Tanah Terhadap Nilai pH Tanah Di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (*Psidium Guajava* L.) Bumiaji, Kota Batu. In *Kultivasi*. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.13225>
- Kartina, K., Laila, A., Natawijaya, A., & Susilawati, R. (2023). RESPONSE OF FLOWERING SYNCHRONY AND SEED QUALITY OF SEVERAL SWEET CORN LINES (*Zea mays* subsp. *mays* L.) UNDER BORON FERTILIZER APPLICATION. *Jurnal AGRO*, 10(1), 137–148. <https://doi.org/10.15575/26103>
- Lin, Y. L., Chao, Y. Y., Huang, W. D., & Kao, C. H. (2011). Effect of nitrogen deficiency on antioxidant status and Cd toxicity in rice seedlings. *Plant Growth Regulation*, 64(3), 263–273. <https://doi.org/10.1007/s10725-011-9567-0>
- Milka, B. J. (2020). Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4). <https://doi.org/10.3390/ijms21041424>
- Nguyen, D. Van, Nguyen, H. M., Le, N. T., Nguyen, K. H., Nguyen, H. T., Le, H. M., Nguyen, A. T., Dinh, N. T. T., Hoang, S. A., & Van Ha, C. (2022). Copper Nanoparticle Application Enhances Plant Growth and Grain Yield in Maize Under Drought Stress Conditions. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(1), 364–375. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10301-w>
- Noulas, C., Tziouvalekas, M., & Karyotis, T. (2018). Zinc in soils, water and food crops. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 49, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.02.009>
- Parjono, P., Anwar, S., Murti Laksono, K., & Tri Indriyati, L. (2019). Fractionation of Phosphorus in Soil Profiles of Forest, Agroforestry, and Dryland in West Java. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(4), 319–326. <https://doi.org/10.18343/jipi.24.4.319>
- Printz, B., Guerriero, G., Sergeant, K., Audinot, J. N., Guignard, C., Renaut, J., Lutts, S., & Hausman, J. F. (2016). Combining -omics to unravel the impact of copper nutrition on alfalfa (*Medicago sativa*) stem metabolism. *Plant and Cell Physiology*, 57(2), 407–422. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcw001>
- Puspita Sari, S., Hudoyo, A., Soelaiman Jurusan Agribisnis, A., Pertanian, F., Lampung, U., & Soemantri Brojonegoro No, J. (2018). PROYEKSI STOKASTIK PRODUKSI JAGUNG DI INDONESIA (The Stochastic Forecasting of the Corn Production in Indonesia). *JIIA*, 6(4).
- Sinaga, D. P., Dwi Purbajanti, E., & Adi Kristanto, B. (2020). The Effect of Magnesium, Boron, and NPK Fertilizer on the Growth of Pre-Nursery Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Pertanian Tropik*, 7(2), 262–271. <https://doi.org/10.32734/jpt.v7i2.4876>

- Suganya. A., Saravanan A., & Manivannan N. (2020). Role of Zinc Nutrition for Increasing Zinc Availability, Uptake, Yield, and Quality of Maize (*Zea Mays L.*) Grains: An Overview. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(15), 2001–2021.
<https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1820030>
- Suntari, R., Hapsari, M., & Kurniawan, S. (2023). UPAYA PENINGKATAN SERAPAN UNSUR HARA DAN HASIL BAWANG MERAH DI INCEPTISOLS MALANG MELALUI OPTIMALISASI DOSIS PUPUK MAJEMUK. *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 17(1), 104–118.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31328/ja.v17i1.4574>
- Yulina, H., & Ambarsari, W. (2021). Hubungan Kandungan N- Total dan C-Organik Tanah terhadap Berat Panen Tanaman Pakcoy setelah Dikombinasikan dengan Kompos Sampah Kota dan Pupuk Kandang Sapi pada Aluvial, Indramayu. *Agro Wiralodra*, 4, 25–30.
<https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v4i1.55>