

Dampak Defisiensi dan Toksisitas Hara Magnesium terhadap Karakteristik Agronomi dan Fisiologi Padi Gogo

Impact of Magnesium Deficiency and Toxicity on the Agronomic and Physiological Characteristics of Upland Rice

Aisar Novita^{1*}, Koko Tampubolon², Hilda Julia¹, Fitria Fitria¹, Arie Hapsani Hasan Basri³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan 20238, Sumatera Utara, Indonesia

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Sumatera Utara, Indonesia

³Politeknik Pembangunan Pertanian Medan, Medan 20002, Sumatera Utara, Indonesia

Received 06 March 2022; Accepted 16 April 2022; Published 30 June 2022

ABSTRACT

Deficiency or excess magnesium in the soil can affect the vegetative and generative growth of plants. This study aimed to identify the effect of magnesium deficiency and toxicity on the agronomic and physiological characteristics of upland rice. The study was conducted on farmers' land, Medan Selayang Subdistrict, Medan City, from June 2021 to January 2022. This study used a non-factorial randomized block design, namely the application of 27% MgO fertilizer based on the deficiency rates, (0; 1/2; 1/4; 1/8; 1/16; 1/32 times), while the toxicity levels include 0; 2; 4; 8; 16; 32-times within three replicates. The results showed that Mg deficiency significantly inhibited the growth of plant height; leaf area; total chlorophyll SPAD; panicle length; shoot dry weight; and yield.ha⁻¹ were 20.68; 26.77; 19.23; 22.60; 44.20; and 50.72%, respectively. The Mg toxicity significantly inhibited the growth of the leaf area, the number of tillers, number of productive tillers, shoot dry weight, and root dry weight were 14.24; 32.15; 42.87; 34.07; and 44.31%, respectively. The critical limit (BK₅₀) for upland rice caused by deficiency and toxicity of Mg were 0.032 and 1125.189 g/10 kg of the soil, respectively.

Keywords: Critical limit; Fertilizer; Growth; Yield

Cite this as (CSE Style): Novita A, Tampubolon K, Hilda J, Fitria F, Basri AHH. 2022. Dampak defisiensi dan toksisitas hara magnesium terhadap karakteristik agronomi dan fisiologi tanaman padi gogo. *Agrotechnology Res J.* 6(1):49–61. <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i1.59834>.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan produksi beras telah mencapai 31,33 juta ton dengan tingkat konsumsi sebesar 94,02 kg/kapita setiap pada tahun 2020 di Indonesia (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2021). Produksi beras ini perlu ditingkatkan seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Upaya dapat dilakukan untuk menjaga stabilitas beras melalui peningkatan produksi tanaman padi pada lahan marginal. Penanaman padi gogo pada lahan marginal seperti lahan kering masam di dataran rendah dan dataran tinggi dapat dijadikan alternatif dalam program optimalisasi peningkatan produksi padi nasional. Ritung et al. (2015) mencatat lahan kering masam di Indonesia seluas 107.357.633 ha dan Sumatera Utara menjadi provinsi kedua yang memiliki lahan kering masam terluas (5.046.523 ha). Lahan kering masam yang

potensial untuk tanaman pangan di Sumatera Utara tersebar 1.173.973 ha pada dataran rendah dan 528.765 ha pada dataran tinggi.

Lahan kering masam ini menjadi peluang besar dalam peningkatan produksi padi gogo, namun ditemukan beberapa faktor pembatas pada lahan ini seperti pH tanah rendah dan kejenuhan aluminium (Al) tinggi (Efendi et al., 2015). Menurut Suhartini, (2010) fiksasi Al menyebabkan ketersediaan hara di tanah rendah dan pemupukan menjadi tidak efisien. Tanaman yang keracunan Al juga akan mengalami kehahatan/kekurangan hara makro, seperti N, P, K, Ca dan Mg sehingga tanaman menjadi kerdil dan tidak mampu berproduksi. Karakteristik lahan kering masam ini menyebabkan penurunan produksi tanaman pangan seperti padi gogo. Telah dilaporkan Yullianida et al. (2019) produktivitas padi gogo di lahan kering masam sekitar 3,46 ton.ha⁻¹ sedangkan potensi varietas adaptifnya dapat mencapai 4,91 ton/ha.

Fenomena ini menunjukkan bahwa karakteristik Al³⁺ pada lahan masam merupakan faktor terpenting dalam ketersediaan Mg²⁺ oleh tanaman. Gransee & Führes,

*Corresponding Author:
E-mail: aisarnovita@umsu.ac.id

(2013) melaporkan kadar Mg dapat dipertukarkan (Mg-dd) sangat dipengaruhi oleh kapasitas tukar kation dan pH tanah. Liu et al. (2021) menemukan bahwa pH tanah berkorelasi positif dan sangat signifikan (0,535**) terhadap magnesium. Selain itu, kandungan Mg-dd bervariasi berdasarkan kedalaman tanah yang berbeda. Huang et al. (2021) juga melaporkan kandungan Mg-dd pada topsoil (0-20 cm) lebih tinggi dibandingkan pada subsoil (20-40 cm). Rendahnya ketersediaan Mg pada tanah mengakibatkan gangguan beberapa proses fisiologis maupun biokimia tanaman yang mengarah pada penurunan produksi. Dechen et al. (2015) mengungkapkan defisiensi Mg pada padi mengakibatkan klorosis diantara tulang daun, kemudian menyebar dan berkembang menjadi nekrosis, pertumbuhan terganggu, gugurnya daun tua, dan menyebabkan penurunan produksi.

Magnesium (Mg) merupakan salah satu unsur hara penting yang dapat mempengaruhi fotosintesis dan akumulasi karbohidrat pada tanaman (Farhat et al., 2016). Kebutuhan Mg untuk pertumbuhan tanaman yang optimal adalah 1,5–3,5 g.kg⁻¹ pada bagian vegetatif, dan konsentrasi Mg di larutan tanah berkisar 125 μmol.L⁻¹ – 8,5 mmol.L⁻¹ (Marschner, 2012; Karley & White, 2009). Harris et al. (2018) menambahkan Mg berperan sebagai regulator atau pengatur dalam penyerapan unsur lain seperti P dan K, berperan pembentukan senyawa lemak dan minyak, membantu translokasi pati dan distribusi fosfor didalam tanaman, serta aktivator berbagai jenis enzim tanaman. Namun, kekurangan hara Mg dapat menyebabkan penurunan hasil dan kualitas tanaman (Gransee & Fühns, 2013; Neuhaus et al., 2014). Kekurangan magnesium pada tanaman dapat terjadi ditandah dikarenakan terikat lemah dengan muatan negatif partikel tanah dan mudah digantikan oleh kation lain dan mudah tercuci (Maathuis, 2009; Gransee & Fühns, 2013). Disisi lain toksisitas akibat kelebihan unsur hara Mg didalam tanah juga berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Fageria, (1998) melaporkan bahwa toksisitas akibat kelebihan unsur Mg dapat menginduksi kekurangan unsur hara kalium. Kobayashi et al. (2005) menambahkan kelebihan hara Mg dapat menurunkan kadar kalsium dan kalium pada tajuk tanaman padi. Penelitian tentang kelebihan hara magnesium terhadap tanaman masih sedikit ditemukan.

Penelitian kekurangan maupun kelebihan unsur hara Mg pada tanaman padi gogo menggunakan dosis respon (0, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 kali dan 0, 2, 4, 8, 16, 32 kali dari rekomendasi) belum pernah dilaporkan secara ilmiah sampai ditemukan batas kritis 50 (BK₅₀). Diperlukan penelitian kembali tentang kekurangan dan kelebihan unsur hara Mg berdasarkan dosis respon dengan tujuan mendapatkan karakteristik agronomi dan fisiologi tanaman padi gogo pada tanah ultisol.

BAHAN DAN METODE

Lokasi riset dan koleksi biji padi gogo

Penelitian ini dilaksanakan di lahan petani, di Kecamatan Medan Selayang, Kota Medan dengan titik koordinat 3°37.760' LU dan 98°38.898' BT. Analisis

tanah awal dilakukan di Laboratorium Analitik, PT. Socfin Indonesia, Medan. Penelitian ini dilaksanakan pada Juni 2021-Januari 2022. Padi gogo varietas Inpago-8 diperoleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Utara, Medan.

Persiapan media tanam dan penanaman padi gogo

Media tanam (topsoil) diperoleh dari lahan penelitian arboretum USU dengan mengambil tanah pada kedalaman 0-20 cm dan dimasukkan ke dalam polybag berukuran 10 kg. Kemudian dilakukan analisis tanah untuk mengetahui beberapa karakteristik kimia tanah (Tabel 1).

Benih padi di rendam fungisida propineb 70% selama 6 jam. Penanaman benih padi gogo dilakukan dengan membenamkan 2 biji perpolybag. Jarak antar polybag sebesar 20 x 25 cm. Setelah 1 minggu dibiarkan 1 bibit tumbuh dan diberikan pupuk dasar NPK dengan dosis rekomendasi 300 kg.ha⁻¹ atau 1,5 g perpolybag dengan cara dibenam secara melingkar.

Perlakuan dan rancangan penelitian

Pupuk yang diberikan berupa MgO (magnesium oksida) dari pupuk kieserit dengan kadar MgO sebesar 27%. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok non-faktorial, yaitu aplikasi pupuk Mg berdasarkan tingkatan defisiensi (D) antara lain 0= kontrol (D0); 1/2 kali (D1)= 0,56 g per polybag; 1/4 kali (D2)= 0,28 g per polybag; 1/8 kali (D3)= 0,14 g per polybag; 1/16 kali (D4)= 0,07 g per polybag; 1/32 kali (D5)= 0,03 g per polybag dan berdasarkan tingkatan toksisitas (T) yaitu 0= kontrol (T0); 2 kali (T1)= 2,22 g per polybag; 4 kali (T2)= 4,44 g per polybag; 8 kali (T3)= 8,88 g per polybag; 16 kali (T4)= 17,76 g per polybag; 32 kali (T5)= 35,52 g/polybag. Dasar penggunaan pupuk Mg ini dari dosis rekomendasi (60 kg.ha⁻¹) untuk tanaman padi gogo (Brohi et al., 2000) dan perhitungan kebutuhan pupuk MgO dapat dilihat persamaan 1 dan 2, dengan kebutuhan pupuk MgO sebanyak 222,22 kg.ha⁻¹, dan kebutuhan pupuk kieserit sebanyak 1,11 g kieserit per polybag. Setiap perlakuan di ulang sebanyak 3 kali dan pupuk MgO diberikan saat berumur 2 minggu setelah tanam dengan dibenam secara melingkar.

$$\text{Kebutuhan Mg/ha} = \frac{1}{\text{kadar Mg kieserit}} \times \text{dosis rekomendasi} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Kebutuhan pupuk kieserit} = \frac{\text{volume tanah dalam polybag}}{\text{Volume tanah/ha}} \times \text{dosis pupuk Mg/ha} \dots \dots \dots (2)$$

Pemeliharaan

Penyiraman dilakukan pada sore hari berdasarkan kondisi iklim di lapangan. Dilakukan penyemprotan insektisida deltametrin 25 g.L⁻¹ untuk mengendalikan hama, fungisida propineb 70% untuk mengendalikan penyakit berdasarkan dosis rekomendasi dan kondisi di lapangan.

Tabel 1. Karakteristik kimia tanah sebelum penanaman

Karakteristik kimia	Metode	Nilai	Kategori*
pH H ₂ O (kemasaman aktual)	Elektrometri	4,40	Sangat Masam
C-organik (%)	Walkley and Black	2,14	Sedang
N-total (%)	Kjedahl	0,43	Sedang
P-tersedia (mg/kg)	Bray-II	142,66	Sangat Tinggi
KTK (me/100 g)	Amonium Asetat pH 7	42,74	Sangat Tinggi
Kejenuhan Basa			
K-dd (me/100 g)	Amonium Asetat pH 7	0,03	Sangat Rendah
Ca-dd (me/100 g)	Amonium Asetat pH 7	3,51	Rendah
Mg-dd (me/100 g)	Amonium Asetat pH 7	0,73	Rendah
Na-dd (me/100 g)	Amonium Asetat pH 7	0,08	Sangat Rendah

Sumber: *Balai Penelitian Tanah (2005).

Parameter dan analisis data

Parameter yang diukur pada penelitian ini meliputi karakteristik agronomi (tinggi tanaman, luas dan jumlah daun, jumlah anakan pada umur 1-9 Minggu Setelah Pemupukan (MSP), panjang dan volume akar, panjang daun bendera, jumlah anakan produktif, jumlah gabah berisi dan hampa, bobot gabah berisi dan hampa, bobot 1000 bulir, bobot basah tajuk dan akar, bobot kering tajuk dan akar, panjang malai, umur berbunga, indeks panen, dan produksi/ha) sedangkan karakteristik fisiologi meliputi klorofil total SPAD, batas kritis kekahatan/toksisitas, dan batas kritis 50%.

Pengambilan data luas daun dilakukan dengan mengukur panjang dan lebar daun ke-2 dari pucuk yang terbuka sempurna kemudian dihitung menggunakan rumus $pxl \times k$ ($k=0,76$) menurut Gomez & Gomez, (1976). Pengukuran panjang daun bendera dan umur berbunga dilakukan saat akhir vegetatif (9 MSP) kemudian dicatat waktu keluarnya bunga padi gogo. Pengukuran jumlah anakan produktif dan panjang malai dilakukan 1 minggu sebelum panen dengan menghitung jumlah anakan yang menghasilkan malai padi dan mengukur malai terpanjang.

Pemanenan gabah padi gogo dilakukan pada saat bulir padi sudah menguning 80% kemudian dihitung jumlah gabah berisi dan hampa. Gabah dikeringanginkan pada suhu kamar selama 1 minggu sampai kadar airnya 9-10% kemudian ditimbang bobot gabah berisi dan hampa. Tajuk dan akar padi gogo dipanen dan ditimbang bobot basah, kemudian diovenkan pada suhu 80°C selama 48 jam untuk memperoleh bobot kering (SERAS, 1994). Perhitungan indeks panen dilakukan dengan membagikan bobot gabah total dengan bobot kering total tanaman. Produksi/ha dilakukan dengan mengkonversi bobot gabah pertanaman \times populasi tanaman/ha (200.000 populasi dengan jarak tanam 20 \times 25 cm).

Pengukuran klorofil total pada daun padi gogo dilakukan dengan cara mengambil daun ke-2 yang terbuka sempurna pada umur 4 dan 9 MSP (masa vegetatif) menggunakan klorofil meter SPAD 502 plus. Pengukuran batas kritis kekahatan (BKK) dan batas kritis toksisitas (BKT) dihitung berdasarkan panjang akar kemudian dianalisis menggunakan logaritma natural (ln) antara perbandingan perlakuan yang diberikan Mg dengan kontrol (Hauer-Jákli & Tränkner, 2019). Jika hasil BKK dan BKT positif maka bersifat defisien atau toksik, namun jika hasil negatif maka bersifat tidak defisien atau

tidak toksik. Batas kritis 50% (BK₅₀) tanaman padi gogo mengalami kekahatan dan toksisitas hara Mg dihitung dengan analisis regresi probit. Hubungan antara parameter dianalisis menggunakan korelasi pearson. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan rata-rata diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) level 5% menggunakan software IBM SPSS Statistics 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman (cm)

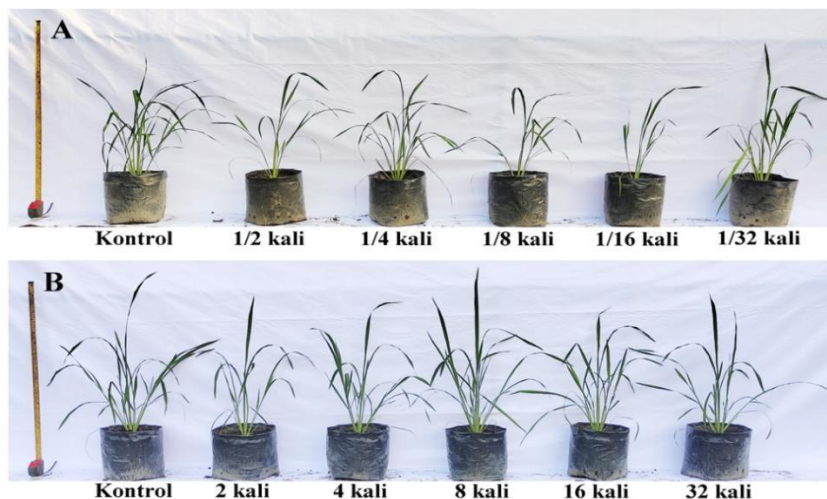
Dosis defisiensi hara magnesium (Mg) berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman padi gogo pada umur 9 Minggu Setelah Pemupukan (MSP), namun toksisitas hara magnesium berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel 2). Tinggi tanaman padi gogo terhambat seiring dengan peningkatan defisiensi hara Mg sampai 1/32 kali dosis rekomendasi. Penghambatan tertinggi sebesar 20,68% dibandingkan kontrol pada akhir vegetatif (9 MSP). Perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara Mg pada umur 4 MSP secara visual dapat dilihat pada Gambar 1. Secara visual terlihat pertumbuhan tinggi tanaman pada perlakuan toksisitas hara Mg lebih tinggi dibandingkan defisiensi.

Jumlah dan luas daun (helai dan cm²)

Dosis defisiensi hara magnesium berpengaruh signifikan terhadap luas daun tanaman padi gogo umur 5 Minggu Setelah Pemupukan (MSP), namun berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun. Dosis toksisitas hara Mg juga berpengaruh terhadap luas daun tanaman padi gogo umur 4 dan 6 MSP, namun berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun (Tabel 3-4). Luas daun tanaman padi gogo terhambat akibat defisiensi dan toksisitas hara Mg dibandingkan kontrol.

Jumlah anakan

Dosis toksisitas hara magnesium berpengaruh signifikan terhadap jumlah anakan tanaman padi gogo pada umur 5-6 Minggu Setelah Pemupukan (MSP), namun dosis defisiensi hara Mg berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah anakan (Tabel 5). Pertumbuhan jumlah anakan terhambat pada semua dosis toksisitas Mg dibandingkan kontrol. Jumlah anakan tanaman padi gogo terhambat seiring dengan peningkatan toksisitas hara Mg sampai 16 kali dosis rekomendasi kemudian meningkat pada dosis 32 kali.



Gambar 1. Pertumbuhan tinggi tanaman padi gogo akibat defisiensi (A) dan toksisitas (B) hara Mg pada umur 4 MSP

Tabel 2. Tinggi tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium pada umur 1-9 Minggu Setelah Pemupukan (MSP)

Pupuk MgO	Umur Tanaman (MSP)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----Tinggi Tanaman (cm)-----									
Defisiensi (D)									
D0 (Kontrol)	42,63 tn	57,13 tn	74,73 tn	89,30 tn	97,70 tn	99,50 tn	100,13 tn	101,07 tn	119,43 a
D1 (1/2 kali)	33,77 tn	44,87 tn	59,73 tn	77,80 tn	84,80 tn	92,80 tn	101,10 tn	104,77 tn	106,20 ab
D2 (1/4 kali)	37,87 tn	47,37 tn	65,37 tn	76,67 tn	83,43 tn	89,57 tn	93,43 tn	93,77 tn	103,07 b
D3 (1/8 kali)	36,13 tn	48,73 tn	66,20 tn	78,20 tn	89,60 tn	95,83 tn	100,50 tn	101,13 tn	102,97 b
D4 (1/16 kali)	38,80 tn	51,83 tn	70,50 tn	87,97 tn	94,67 tn	96,20 tn	101,23 tn	98,83 tn	100,07 b
D5 (1/32 kali)	40,97 tn	52,53 tn	73,17 tn	85,30 tn	88,10 tn	89,87 tn	92,53 tn	93,43 tn	94,73 b
Toksistasitas (T)									
T0 (Kontrol)	42,73 tn	58,07 tn	76,43 tn	94,73 tn	100,53 tn	105,20 tn	107,03 tn	107,50 tn	108,37 tn
T1 (2 kali)	36,87 tn	53,87 tn	70,60 tn	87,67 tn	97,43 tn	102,97 tn	104,37 tn	105,47 tn	109,60 tn
T2 (4 kali)	39,20 tn	54,53 tn	72,97 tn	86,13 tn	101,17 tn	107,43 tn	107,90 tn	108,60 tn	111,90 tn
T3 (8 kali)	41,60 tn	53,10 tn	70,97 tn	89,17 tn	97,73 tn	99,87 tn	101,23 tn	101,43 tn	106,83 tn
T4 (16 kali)	33,17 tn	49,87 tn	69,73 tn	85,50 tn	96,63 tn	102,77 tn	105,00 tn	105,50 tn	106,13 tn
T5 (32 kali)	42,87 tn	62,23 tn	76,43 tn	96,40 tn	103,00 tn	107,57 tn	109,33 tn	110,30 tn	110,53 tn

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Tabel 3. Jumlah daun tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium pada umur 1-9 Minggu Setelah Pemupukan (MSP)

Pupuk MgO	Umur Tanaman (MSP)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----Jumlah Daun (helai)-----									
Defisiensi (D)									
D0 (Kontrol)	3,33 tn	7,00 tn	15,33 tn	25,67 tn	32,67 tn	38,00 tn	42,33 tn	44,67 tn	49,00 tn
D1 (1/2 kali)	2,33 tn	4,33 tn	7,00 tn	12,67 tn	21,33 tn	26,00 tn	29,67 tn	36,00 tn	42,00 tn
D2 (1/4 kali)	2,67 tn	6,00 tn	9,67 tn	15,67 tn	18,33 tn	21,00 tn	23,33 tn	26,00 tn	32,33 tn
D3 (1/8 kali)	2,67 tn	4,67 tn	9,33 tn	17,33 tn	25,33 tn	29,00 tn	32,67 tn	37,00 tn	38,33 tn
D4 (1/16 kali)	3,00 tn	6,33 tn	10,67 tn	22,33 tn	28,00 tn	31,00 tn	34,00 tn	39,67 tn	42,00 tn
D5 (1/32 kali)	3,00 tn	6,33 tn	12,33 tn	21,33 tn	26,33 tn	30,00 tn	34,33 tn	37,00 tn	42,67 tn
Toksistasitas (T)									
T0 (Kontrol)	3,33 tn	7,67 tn	17,67 tn	31,00 tn	45,00 tn	52,67 tn	55,33 tn	59,67 tn	63,33 tn
T1 (2 kali)	3,67 tn	7,67 tn	16,67 tn	28,67 tn	42,00 tn	46,00 tn	49,00 tn	54,67 tn	58,33 tn
T2 (4 kali)	3,00 tn	6,67 tn	15,00 tn	26,33 tn	36,00 tn	42,00 tn	52,33 tn	49,33 tn	54,67 tn
T3 (8 kali)	3,33 tn	7,67 tn	15,67 tn	29,33 tn	37,33 tn	43,67 tn	47,00 tn	51,33 tn	54,33 tn
T4 (16 kali)	3,00 tn	5,67 tn	13,33 tn	25,67 tn	35,67 tn	40,33 tn	43,00 tn	45,00 tn	49,00 tn
T5 (32 kali)	3,67 tn	9,00 tn	19,67 tn	34,00 tn	41,00 tn	46,33 tn	49,33 tn	53,33 tn	56,67 tn

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Tabel 4. Luas daun tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium pada umur 1-9 Minggu Setelah Pemupukan (MSP)

Pupuk MgO	Umur Tanaman (MSP)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Luas Daun (cm ²)								
Kekahatan (D)									
D0 (Kontrol)	12,43 tn	33,13 tn	41,55 tn	66,64 tn	85,93 a	93,87 tn	98,99 tn	99,59 tn	102,92 tn
D1 (1/2 kali)	7,71 tn	17,33 tn	28,59 tn	41,65 tn	63,36 b	75,54 tn	85,12 tn	89,55 tn	99,64 tn
D2 (1/4 kali)	8,54 tn	21,38 tn	33,39 tn	49,49 tn	62,93 b	64,55 tn	78,43 tn	81,72 tn	90,29 tn
D3 (1/8 kali)	7,52 tn	20,84 tn	32,26 tn	47,67 tn	69,64 b	78,85 tn	89,43 tn	93,22 tn	96,91 tn
D4 (1/16 kali)	8,08 tn	23,06 tn	35,42 tn	51,90 tn	72,95 ab	83,35 tn	86,23 tn	88,20 tn	92,04 tn
D5 (1/32 kali)	9,21 tn	24,73 tn	34,33 tn	60,19 tn	70,45 b	80,91 tn	81,54 tn	83,27 tn	85,35 tn
Toksisitas (T)									
T0 (Kontrol)	12,71 tn	30,27 tn	44,83 tn	68,01 a	94,98 tn	101,45 a	102,75 tn	103,15 tn	108,23 tn
T1 (2 kali)	10,29 tn	27,27 tn	40,74 tn	61,45 abc	81,82 tn	89,07 bc	94,72 tn	96,86 tn	103,17 tn
T2 (4 kali)	6,66 tn	24,88 tn	41,00 tn	55,58 bc	87,19 tn	96,02 abc	100,35 tn	100,50 tn	102,46 tn
T3 (8 kali)	7,86 tn	25,13 tn	40,16 tn	61,53 abc	85,74 tn	90,27 bc	92,87 tn	95,95 tn	96,40 tn
T4 (16 kali)	8,15 tn	22,79 tn	35,24 tn	52,93 c	77,56 tn	87,00 c	92,96 tn	95,54 tn	100,14 tn
T5 (32 kali)	7,93 tn	27,94 tn	49,25 tn	64,74 ab	90,70 tn	97,12 ab	103,65 tn	105,84 tn	106,18 tn

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Tabel 5. Jumlah anakan tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium pada umur 1-9 Minggu Setelah Pemupukan (MSP)

Pupuk MgO	Umur Tanaman (MSP)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Jumlah Anakan								
Defisiensi (D)									
D0 (Kontrol)	0,00 tn	1,00 tn	2,33 tn	4,33 tn	6,00 tn	7,33 tn	8,67 tn	9,67 tn	11,33 tn
D1 (1/2 kali)	0,00 tn	0,00 tn	1,33 tn	2,67 tn	3,33 tn	4,67 tn	7,00 tn	10,00 tn	12,00 tn
D2 (1/4 kali)	0,00 tn	0,33 tn	1,33 tn	2,00 tn	2,67 tn	3,67 tn	4,67 tn	9,33 tn	12,67 tn
D3 (1/8 kali)	0,00 tn	0,33 tn	1,67 tn	2,67 tn	3,33 tn	4,67 tn	7,00 tn	10,00 tn	13,33 tn
D4 (1/16 kali)	0,00 tn	1,00 tn	2,33 tn	4,33 tn	5,00 tn	6,00 tn	8,33 tn	10,33 tn	12,33 tn
D5 (1/32 kali)	0,00 tn	0,67 tn	2,33 tn	3,67 tn	4,67tn	5,67 tn	7,67 tn	9,33 tn	11,67 tn
Toksisitas (T)									
T0 (Kontrol)	0,33 tn	1,33 tn	2,67 tn	5,00 tn	8,00 a	9,33 a	12,00 tn	12,67 tn	18,67 tn
T1 (2 kali)	0,67 tn	1,67 tn	2,67 tn	4,33 tn	6,67 bc	8,00 c	10,67 tn	13,00 tn	19,33 tn
T2 (4 kali)	0,00 tn	1,33 tn	2,33 tn	3,67 tn	6,00 bc	7,33 d	10,00 tn	14,33 tn	20,00 tn
T3 (8 kali)	0,00 tn	1,33 tn	3,00 tn	4,00 tn	6,00 bc	7,33 d	10,00 tn	13,33 tn	19,67 tn
T4 (16 kali)	0,00 tn	1,00 tn	2,00 tn	3,00 tn	5,33 c	6,33 e	9,33 tn	12,00 tn	18,33 tn
T5 (32 kali)	1,00 tn	1,67 tn	3,67 tn	4,33 tn	7,33 ab	8,67 b	11,00 tn	12,67 tn	18,00 tn

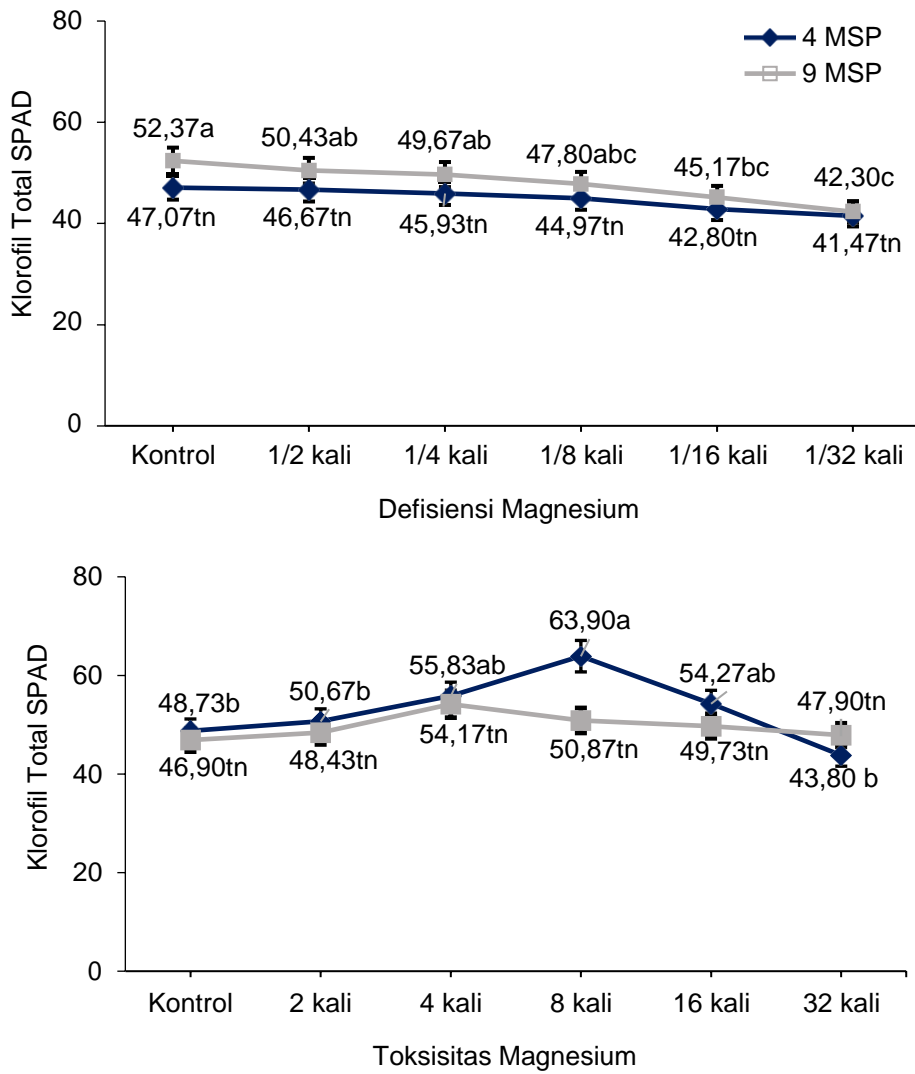
Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Klorofil total SPAD

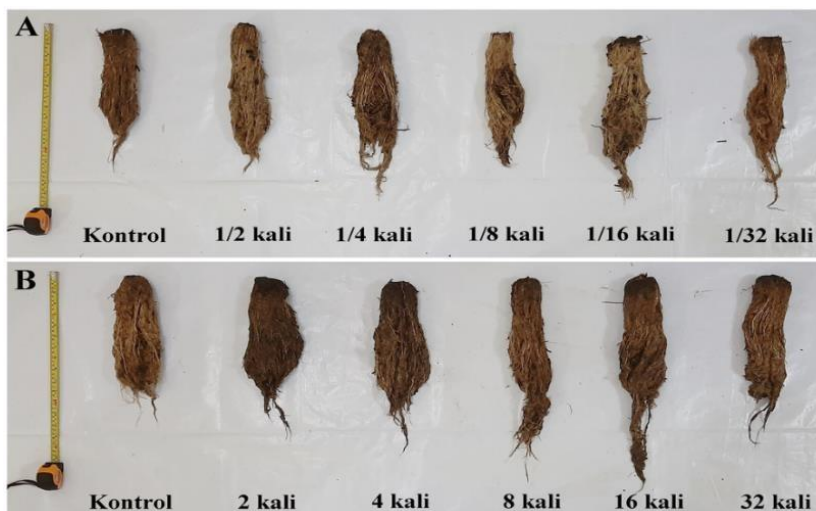
Dosis defisiensi hara magnesium berpengaruh signifikan terhadap klorofil total SPAD tanaman padi gogo pada umur 9 Minggu Setelah Pemupukan (MSP), demikian juga dosis toksisitas berpengaruh signifikan terhadap klorofil total SPAD pada umur 4 MSP (Gambar 2). Klorofil total SPAD tanaman padi gogo terhambat seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg sampai 1/32 kali baik pada umur 4 dan 9 MSP masing-masing sebesar 11,90% dan 19,23% dibandingkan kontrol. Berbeda dengan dosis toksisitas hara Mg pada 4 MSP, terjadi peningkatan klorofil total SPAD tanaman padi gogo sampai dosis 8 kali, tetapi mengalami penurunan sampai dosis 32 kali. Terjadi peningkatan klorofil total SPAD tanaman padi gogo seiring dengan peningkatan dosis toksisitas hara Mg sampai 4 kali kemudian menurun sampai dosis 32 kali pada umur 9 MSP.

Panjang dan volume akar (cm dan ml)

Dosis defisiensi hara Mg berpengaruh signifikan terhadap panjang dan volume akar tanaman padi gogo, sedangkan dosis toksisitas hara Mg hanya signifikan terhadap panjang akar (Tabel 6). Terjadi peningkatan panjang akar tanaman padi gogo seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg sampai 1/32 kali, namun volume akar semakin meningkat seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg sampai 1/4 kali kemudian terhambat sampai dosis 1/32 kali. Peningkatan panjang dan volume akar tertinggi masing-masing sebesar 52,72% dan 2,76 kali dibandingkan kontrol. Panjang akar tanaman padi gogo juga meningkat seiring dengan peningkatan dosis toksisitas hara Mg sampai 16 kali sebesar 36,05% dibandingkan kontrol kemudian terhambat sampai dosis 32 kali. Perbedaan panjang akar tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara Mg pada akhir penelitian secara visual dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Kandungan klorofil total SPAD tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas unsur hara magnesium pada umur 4 dan 9 MSP. Garis vertikal menunjukkan standart error



Gambar 3. Panjang akar tanaman padi gogo akibat defisiensi (A) dan toksisitas (B) hara Mg pada akhir penelitian

Tabel 6. Panjang dan volume akar tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium

Pupuk MgO	Panjang Akar (cm)	Volume Akar (ml)
Defisiensi (D)		
D0 (Kontrol)	29,97 c	52,70 c
D1 (1/2 kali)	36,53 abc	121,00 ab
D2 (1/4 kali)	39,60 abc	145,40 a
D3 (1/8 kali)	35,50 bc	120,13 ab
D4 (1/16 kali)	41,03 ab	93,90 abc
D5 (1/32 kali)	45,77 a	83,73 bc
Toksistasitas (T)		
T0 (Kontrol)	35,23 b	164,60 tn
T1 (2 kali)	38,87 b	306,73 tn
T2 (4 kali)	39,70 b	297,90 tn
T3 (8 kali)	41,23 ab	289,60 tn
T4 (16 kali)	47,93 a	240,03 tn
T5 (32 kali)	40,40 b	197,87 tn

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Umur berbunga (hari), jumlah anakan produktif, panjang malai (cm), dan panjang daun bendera (cm)

Dosis defisiensi hara Mg berpengaruh signifikan terhadap umur berbunga dan panjang malai, namun berpengaruh tidak nyata terhadap panjang daun bendera dan jumlah anakan produktif tanaman padi gogo. Dosis toksistasitas hara Mg signifikan terhadap panjang malai dan jumlah anakan produktif, namun berpengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga dan panjang daun bendera tanaman padi gogo (Tabel 7).

Terjadi peningkatan umur berbunga tanaman padi gogo seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg sampai 1/4 kali sebesar 10,54% dibandingkan kontrol kemudian menurun sampai dosis 1/32 kali. Terjadi hambatan panjang malai padi gogo seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg sampai 1/32 kali sebesar 22,60% dibandingkan kontrol. Terjadi peningkatan panjang malai padi gogo seiring peningkatan dosis toksistasitas hara Mg sampai 16 kali sebesar 23,34% dibandingkan kontrol kemudian terhambat pada dosis 32 kali. Terhambatnya pertumbuhan jumlah anakan produktif padi gogo seiring dengan peningkatan dosis toksistasitas hara Mg sampai 32 kali sebesar 42,87% dibandingkan kontrol.

Bobot basah dan kering (g)

Dosis defisiensi hara Mg hanya signifikan mempengaruhi bobot kering tajuk, namun berpengaruh tidak nyata terhadap bobot basah (tajuk, akar) dan bobot kering akar tanaman padi gogo. Dosis toksistasitas hara Mg signifikan terhadap bobot kering (tajuk dan akar) tanaman padi gogo, namun berpengaruh tidak nyata terhadap bobot basah tanaman (Tabel 8).

Bobot kering tajuk tanaman padi gogo terhambat seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg sampai 1/16 kali, namun meningkat pada dosis 1/32 kali. Terjadi hambatan pembentukan bobot kering tajuk tanaman padi gogo seiring dengan peningkatan dosis toksistasitas hara Mg sampai 32 kali sebesar 34,07% dibandingkan kontrol. Terjadi peningkatan bobot kering akar tanaman padi gogo pada dosis 2 kali sebesar 1,05% dibandingkan kontrol kemudian terhambat sampai dosis 32 kali.

Karakteristik produksi tanaman padi gogo

Dosis defisiensi hara Mg berpengaruh signifikan terhadap jumlah dan bobot gabah berisi, indeks panen, dan produksi/ha tanaman padi gogo, sedangkan dosis toksistasitas hara Mg hanya signifikan mempengaruhi bobot 1000 bulir padi gogo (Tabel 9).

Terjadi peningkatan jumlah dan bobot gabah berisi tanaman padi gogo pada dosis defisiensi hara Mg 1/2 kali masing-masing sebesar 80,65% dan 67,43% dibandingkan kontrol kemudian mengalami penurunan sampai dosis 1/32 kali. Produksi/ha juga mengalami penurunan seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg sampai 1/32 kali sebesar 50,72% dibandingkan kontrol. Hasil ini kontras dengan indeks panen yang dihasilkan, dosis defisiensi hara Mg dari 1/2 sampai 1/16 kali memiliki indeks panen yang lebih tinggi dibandingkan dosis lainnya. Terjadi peningkatan bobot 1000 bulir tanaman padi gogo pada dosis 2 kali toksistasitas hara Mg sebesar 27,54% dibandingkan kontrol kemudian mengalami penurunan sampai dosis 32 kali.

Analisis korelasi

Analisis korelasi antara parameter tanaman padi gogo akibat dosis defisiensi dan toksistasitas hara Mg dapat dilihat pada Tabel 10. Hubungan parameter klorofil total SPAD, panjang malai, bobot kering (tajuk dan akar), dan bobot 1000 bulir berkorelasi positif dan signifikan mempengaruhi produksi/ha tanaman padi gogo pada kondisi defisiensi hara Mg. Namun pada kondisi toksistasitas Mg, karakter bobot kering tajuk, jumlah dan bobot gabah berisi, serta indeks panen berkorelasi positif dan signifikan mempengaruhi produksi/ha tanaman padi gogo.

Batas kritis defisiensi dan toksistasitas hara magnesium pada tanaman padi gogo

Batas kritis defisiensi (BKD) dan toksistasitas (BKT) hara Mg serta batas kritis 50% (BK₅₀) tanaman padi gogo akibat perlakuan disajikan pada Tabel 11. Nilai BKD pada dosis defisiensi hara Mg dari dosis 1/2 sampai 1/32 kali rekomendasi tergolong defisien, begitu juga nilai BKT pada dosis 2 sampai 32 kali toksistasitas hara Mg tergolong toksik. Ditemukan batas kritis 50% tanaman

padi gogo mengalami defisiensi dan toksisitas hara Mg masing-masing sebesar 0,032 dan 1125,189 g/10 kg tanah.

Tabel 7. Umur berbunga, panjang daun bendera, panjang malai, dan jumlah anakan produktif tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium

Pupuk MgO	Umur Berbunga (hari)	Panjang Daun Bendera (cm)	Panjang Malai (cm)	Jumlah Anakan Produktif
Defisiensi (D)				
D0 (Kontrol)	79,00 d	27,08 tn	28,94 a	9,67 tn
D1 (1/2 kali)	86,00 ab	29,33 tn	26,11 ab	8,67 tn
D2 (1/4 kali)	87,33 a	35,22 tn	25,39 bc	8,33 tn
D3 (1/8 kali)	84,33 abc	35,65 tn	25,20 bc	8,33 tn
D4 (1/16 kali)	83,67 bc	35,67 tn	25,09 bc	8,00 tn
D5 (1/32 kali)	82,33 c	45,32 tn	22,40 c	7,67 tn
Toksisitas (T)				
T0 (Kontrol)	83,00 tn	27,68 tn	23,65 c	16,33 a
T1 (2 kali)	83,67 tn	30,94 tn	26,08 bc	14,67 ab
T2 (4 kali)	85,00 tn	31,74 tn	27,40 ab	13,00 abc
T3 (8 kali)	86,67 tn	32,07 tn	27,79 ab	12,67 abc
T4 (16 kali)	87,00 tn	35,78 tn	29,17 a	11,00 bc
T5 (32 kali)	84,33 tn	26,49 tn	25,06 bc	9,33 c

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Tabel 8. Bobot basah dan bobot kering (tajak, akar) tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium

Pupuk MgO	Bobot Basah (g)		Bobot Kering (g)	
	Tajak	Akar	Tajak	Akar
Defisiensi (D)				
D0 (Kontrol)	224,19 tn	80,41 tn	69,09 a	25,86 tn
D1 (1/2 kali)	196,75 tn	71,42 tn	57,23 ab	22,75 tn
D2 (1/4 kali)	180,46 tn	70,60 tn	52,42 ab	19,22 tn
D3 (1/8 kali)	177,49 tn	56,89 tn	46,36 b	17,98 tn
D4 (1/16 kali)	140,30 tn	54,18 tn	38,55 b	13,82 tn
D5 (1/32 kali)	163,06 tn	51,00 tn	47,33 b	11,53 tn
Toksisitas (T)				
T0 (Kontrol)	330,28 tn	177,36 tn	103,19 a	50,37 ab
T1 (2 kali)	306,11 tn	180,62 tn	86,34 ab	50,90 a
T2 (4 kali)	276,07 tn	172,50 tn	78,29 b	40,05 abc
T3 (8 kali)	274,78 tn	161,06 tn	76,18 b	36,24 bc
T4 (16 kali)	265,96 tn	124,42 tn	75,33 b	31,64 c
T5 (32 kali)	256,23 tn	110,49 tn	68,03 b	28,05 c

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Tabel 9. Jumlah gabah, bobot gabah, bobot 1000 bulir, indeks panen, dan produksi.ha⁻¹ tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium

Pupuk MgO	Jumlah Gabah (biji)		Bobot Gabah (g)		Bobot 1000 Bulir (g)	Indeks Panen	Produksi/ha (ton)
	Berisi	Hampa	Berisi	Hampa			
Defisiensi (D)							
D0 (Kontrol)	692,67 b	247,33 tn	13,08 bc	0,98 tn	38,07 tn	0,150 b	4,85 a
D1 (1/2 kali)	1251,33 a	594,33 tn	21,90 a	2,33 tn	35,88 tn	0,331 a	4,34 ab
D2 (1/4 kali)	1016,00 ab	560,33 tn	18,83 ab	2,89 tn	35,33 tn	0,302 a	3,91 abc
D3 (1/8 kali)	927,00 ab	527,33 tn	16,72 abc	2,83 tn	33,81 tn	0,302 a	3,50 abc
D4 (1/16 kali)	901,33 ab	471,00 tn	14,88 abc	2,61 tn	33,05 tn	0,333 a	2,81 bc
D5 (1/32 kali)	615,00 b	403,00 tn	10,02 c	1,91 tn	32,70 tn	0,202 ab	2,39 c
Toksisitas (T)							
T0 (Kontrol)	1424,00 tn	660,33 tn	23,40 tn	3,42 tn	30,75 ab	0,175 tn	5,36 tn
T1 (2 kali)	1240,00 tn	789,00 tn	27,78 tn	2,28 tn	39,22 a	0,238 tn	6,01 tn
T2 (4 kali)	1224,67 tn	794,00 tn	22,25 tn	3,50 tn	35,49 ab	0,224 tn	5,15 tn
T3 (8 kali)	1233,33 tn	829,00 tn	20,21 tn	3,67 tn	31,01 ab	0,209 tn	4,78 tn
T4 (16 kali)	1147,33 tn	930,33 tn	18,00 tn	4,55 tn	29,02 b	0,220 tn	4,51 tn
T5 (32 kali)	1094,33 tn	1030,33 tn	17,91 tn	5,34 tn	27,09 b	0,245 tn	4,65 tn

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata pada uji DMRT 5%, tn= tidak nyata.

Tabel 10. Analisis korelasi antara karakter tanaman padi gogo akibat defisiensi dan toksisitas hara magnesium

Perlakuan	Parameter	TT	LD	JD	JA	KT	PA	VA	UB	PDB	PM	JAP	BKT	BKA	JGB	JGH	BGB	BGH	B1B	IP	P	
Defisiensi Mg	TT	1	0.835**																			
	LD		1	0.269	0.240	0.721**	-0.612**	-0.274	-0.249	-0.485*	0.556*	0.546*	0.414	0.255	0.166	-0.011	0.264	-0.298	0.303	-0.123	0.429	
	JD			1	0.231	0.475*	0.629**	-0.388	-0.125	-0.151	-0.427	0.447	0.536*	0.219	0.283	0.266	0.176	0.376	-0.107	0.243	0.082	0.238
	JA				1	0.241	0.105	0.199	0.069	-0.774**	-0.201	0.097	0.490*	0.048	0.381	-0.198	-0.452	-0.137	-0.387	0.243	-0.320	-0.038
	KT					1	0.203	0.225	0.195	0.027	-0.059	-0.083	0.778**	-0.099	0.129	0.467	0.035	0.525*	0.194	-0.092	0.431	-0.266
	PA						1	-0.486*	-0.072	0.013	-0.512*	0.611**	0.465	0.626**	0.216	0.303	0.294	0.407	-0.096	0.294	-0.082	0.590**
	VA							1	0.299	0.042	0.272	-0.543*	0.005	-0.458	-0.219	-0.120	-0.032	-0.164	0.297	-0.346	0.202	-0.531*
	UB								1	0.128	-0.090	-0.251	-0.045	-0.271	0.463	0.290	-0.064	0.352	0.202	0.319	0.265	0.160
	PDB									1	0.146	-0.118	-0.300	-0.205	-0.417	0.615**	0.603**	0.517*	0.646**	-0.457	0.727**	-0.049
	PM										1	-0.340	-0.363	-0.369	-0.274	-0.335	0.268	-0.440	0.580*	-0.424	0.043	-0.637**
	JAP											1	0.152	0.368	0.443	0.099	0.002	0.263	-0.162	0.377	-0.145	0.489*
	BKT												1	0.335	0.242	0.253	-0.226	0.366	-0.255	0.180	-0.013	0.105
	BKA													1	0.190	-0.059	-0.083	0.036	-0.478*	0.500*	-0.605**	0.679**
	JGB														1	0.073	-0.377	0.276	-0.274	0.852**	-0.255	0.492*
	JGH															1	0.233	0.954**	0.348	-0.043	0.776**	0.183
	BGB																1	0.137	0.585*	-0.380	0.365	-0.191
	BGH																	1	0.227	0.118	0.675**	0.303
B1B																		1	-0.485*	0.677**	-0.350	
IP																			1	-0.514*	0.698**	
P																				1	-0.311	
Toksistas Mg	TT	1	0.633**	0.345	-0.137	-0.082	-0.201	0.119	0.126	-0.348	-0.156	-0.101	0.084	0.194	-0.194	0.071	-0.057	-0.141	0.222	-0.212	-0.086	
	LD		1	0.662**	-0.119	-0.409	-0.451	-0.102	-0.254	-0.248	-0.518*	0.098	0.358	0.306	-0.166	-0.103	-0.155	-0.070	0.028	-0.445	-0.143	
	JD			1	0.228	-0.118	-0.517*	-0.140	-0.699**	-0.177	-0.628**	0.446	0.617**	0.501*	0.030	-0.121	-0.009	-0.398	0.449	-0.568*	-0.056	
	JA				1	0.351	-0.034	0.284	-0.259	0.625**	0.130	0.549*	0.311	0.473*	-0.096	0.457	0.056	-0.148	0.467	-0.357	0.019	
	KT					1	0.553*	-0.002	-0.079	0.450	0.255	0.128	-0.200	0.137	0.049	0.229	-0.070	-0.011	0.246	-0.048	-0.070	
	PA						1	0.155	0.316	0.269	0.412	-0.203	-0.447	-0.026	-0.169	0.306	-0.329	0.241	-0.222	-0.074	-0.283	
	VA							1	0.158	0.277	0.393	0.061	0.267	0.609**	0.076	0.253	0.246	0.168	0.325	-0.168	0.268	
	UB								1	0.123	0.623**	-0.428	-0.457	-0.330	-0.296	0.209	-0.238	0.338	-0.411	0.143	-0.219	
	PDB									1	0.555*	0.175	0.082	0.280	-0.025	0.451	0.023	0.121	0.204	-0.154	0.037	
	PM										1	-0.296	-0.285	-0.139	0.043	0.268	0.044	0.136	0.004	0.196	0.017	
	JAP											1	0.545*	0.490*	0.081	-0.196	0.196	-0.623**	0.472*	-0.434	0.043	
	BKT												1	0.761**	0.484*	0.023	0.532*	-0.188	0.494*	-0.322	0.504*	
	BKA													1	0.222	0.296	0.286	0.002	0.519*	-0.534*	0.308	
	JGB														1	-0.117	0.856**	-0.043	0.080	0.495*	0.830**	
	JGH															1	-0.007	0.519*	0.107	-0.058	0.120	
	BGB																1	-0.132	0.346	0.570*	0.964**	
	BGH																	1	-0.502*	0.181	0.112	
B1B																		1	-0.223	0.263		
IP																			1	0.605**		
P																				1	0.605**	

Keterangan: simbol ** dan * menunjukkan signifikan berkorelasi pada taraf 1% dan 5%. TT= tinggi tanaman, LD= luas daun, JD= jumlah daun, JA= jumlah anakan, KT= klorofil total, PA= panjang akar, VA= volume akar, UB= umur berbunga, PDB= panjang daun bendera, PM= panjang malai, JAP= jumlah anakan produktif, BKT= bobot kering tajuk, BKA= bobot kering akar, JGB= jumlah gabah berisi, JGH= jumlah gabah hampa, BGB= bobot gabah berisi, BGH= bobot gabah hampa, B1B= bobot 1000 bulir, IP= indeks panen, dan P= produksi/ha.

Tabel 11. Batas kritis defisiensi dan toksisitas hara Mg pada tanaman padi gogo

Pupuk MgO	BKD atau BKT	Persamaan Regresi	BK ₅₀ (g/10 kg tanah)
Defisiensi (D)			
D0 (Kontrol)	0,000	Y= 0,358x + 0,405	0,032
D1 (1/2 kali)	1,058		
D2 (1/4 kali)	1,082		
D3 (1/8 kali)	1,048		
D4 (1/16 kali)	1,094		
D5 (1/32 kali)	1,126		
Toksistas (T)			
T0 (Kontrol)	0,000	Y= -0,138x + 0,969	1125,189
T1 (2 kali)	1,029		
T2 (4 kali)	1,036		
T3 (8 kali)	1,047		
T4 (16 kali)	1,085		
T5 (32 kali)	1,041		

Pembahasan

Dampak defisiensi hara magnesium terhadap agronomi dan fisiologi tanaman padi gogo. Perlakuan defisiensi hara magnesium signifikan berdampak pada pertumbuhan tinggi tanaman, luas daun, panjang dan volume akar, klorofil total SPAD, umur berbunga, panjang malai, jumlah dan bobot gabah berisi, indeks panen, dan produksi/ha tanaman padi gogo. Kekahatan hara Mg menghambat pertumbuhan tinggi tanaman, luas daun, klorofil total SPAD, panjang malai, bobot kering tajuk, dan produksi/ha tanaman padi gogo tertinggi masing-masing sebesar 20,68; 26,77; 19,23; 22,60; 44,20; dan 50,72% dibandingkan kontrol. Defisiensi hara Mg juga mengakibatkan peningkatan panjang akar, volume akar, umur berbunga, jumlah gabah berisi, dan bobot gabah berisi tanaman padi gogo sampai dosis tertentu (1/2 sampai 1/4 kali) masing-masing sebesar 52,72; 2,76 kali; 10,54; 80,65; dan 67,43% dibandingkan kontrol kemudian terhambat sampai dosis 1/32 kali. Hasil utama temuan ini membuktikan bahwa defisiensi hara Mg dari dosis 1/2 sampai 1/32 kali rekomendasi tergolong defisien dengan batas kritis 50% (BK₅₀) sebesar 0,032 g/10 kg tanah (Tabel 11).

Terhambatnya karakter tersebut disebabkan kandungan klorofil total pada tanaman padi gogo semakin rendah seiring dengan peningkatan dosis defisiensi hara Mg baik pada pengamatan 4 dan 9 MSP (Gambar 2). Selain itu, klorofil total juga berkorelasi positif dan signifikan meningkatkan panjang malai, bobot kering tajuk, dan produksi/ha tanaman padi gogo pada kondisi defisiensi hara Mg (Tabel 10). Penurunan klorofil total ini berdampak pada hasil fotosintat yang rendah sehingga menghambat perkembangan, biomassa, dan produksi tanaman padi gogo. Hasil temuan ini didukung oleh Verbruggen & Hermans (2013); Kobayashi et al. (2013); bahwa defisiensi hara Mg dapat mengakibatkan penurunan aktivitas fotosintesis, kandungan klorofil, dan metabolisme karbon pada tanaman. Dechen et al. (2015) melaporkan bahwa defisiensi Mg pada tanaman padi ditandai dengan adanya klorosis diantara tulang daun tua yang menyebar dan dapat berkembang menjadi nekrosis, pertumbuhan tanaman terganggu, dan gugurnya daun tua yang menyebabkan penurunan

produksi. Farhat et al. (2016) juga menambahkan bahwa defisiensi hara Mg dapat mengakibatkan terhambatnya distribusi karbohidrat pada tanaman yang ditandai dengan rendahnya rasio akar/tajuk. Peng et al. (2019) melaporkan bahwa defisiensi Mg dapat meningkatkan limpahan senyawa Reactive Oxygen Species (ROS) seperti H₂O₂ dan O₂⁻ yang mengganggu enzim fotosintesis. Selain itu, senyawa ROS dapat menonaktifkan enzim fotosintesis dan metabolisme karbohidrat pada defisiensi hara Mg (Hermans & Verbruggen, 2005). Niu et al. (2014a) menyatakan bahwa senyawa ROS dan Ca²⁺ pada sitosol merupakan sinyal yang merespons defisiensi hara Mg.

Dampak toksistas hara magnesium terhadap agronomi dan fisiologi tanaman padi gogo. Perlakuan toksistas hara magnesium signifikan berdampak pada luas daun, jumlah anakan, jumlah anakan produktif, klorofil total SPAD, panjang akar, panjang malai, bobot kering (tajuk dan akar), serta bobot 1000 bulir tanaman padi gogo. Toksistas hara Mg menghambat pertumbuhan luas daun, jumlah anakan, jumlah anakan produktif, bobot kering tajuk dan akar tanaman padi gogo tertinggi masing-masing sebesar 14,24 32,15; 42,87; 34,07; dan 44,31% dibandingkan kontrol. Namun, toksistas hara Mg dapat meningkatkan klorofil total SPAD, panjang akar, panjang malai, dan bobot 1000 bulir tanaman padi gogo tertinggi masing-masing sebesar 31,13; 36,05; 23,34; dan 27,54% sampai dosis tertentu (2-16 kali) dibandingkan kontrol kemudian terhambat sampai dosis 32 kali. Hasil utama temuan ini membuktikan bahwa toksistas hara Mg dari dosis 2 sampai 32 kali rekomendasi tergolong toksik dengan batas kritis 50% (BK₅₀) sebesar 1125,189 g/10 kg tanah (Tabel 11).

Dinamika karakteristik tanaman padi gogo akibat toksistas hara Mg ini disebabkan terjadinya peningkatan klorofil total SPAD yang signifikan sampai dosis 8 kali kemudian mengalami penurunan sampai dosis 32 kali pada umur 4 MSP (Gambar 2). Selain itu, perkembangan akar yang semakin panjang sampai dosis 16 kali kemudian terhambat pada dosis 32 kali (Tabel 6) dapat mempengaruhi biomassa dan produksi tanaman padi gogo. Klorofil total SPAD juga berkorelasi positif dan

signifikan (0,553*) meningkatkan panjang akar tanaman padi gogo pada kondisi toksisitas hara Mg (Tabel 10). Hal inilah yang mengakibatkan panjang malai, dan bobot 1000 bulir tanaman padi gogo mengalami peningkatan sampai dosis toksisitas tertentu kemudian mengalami penurunan/terhambat sampai dosis 32 kali. Temuan ini didukung Kobayashi *et al.* (2005) bahwa kelebihan hara Mg dapat menghambat translokasi kalium dari akar ke tajuk tanaman padi, demikian juga bobot kering total tanaman padi semakin terhambat dengan seiring peningkatan dosis $MgCl_2$. Niu *et al.*, (2014b) melaporkan bahwa toksisitas Mg menginduksi degradasi pati dan gula yang berlebihan pada daun tanaman serta terjadi peningkatan panjang akar tanaman seiring dengan peningkatan Mg sampai 1,5 mM kemudian terhambat sampai dosis 40 mM. Selvaraj & Sankar, (2010) juga menambahkan kandungan klorofil tanaman semakin meningkat sebesar 29,75% sampai dosis 750 ppm Mg kemudian mengalami penurunan secara bertahap sampai dosis 10.000 ppm Mg, dan demikian juga dengan kandungan asam amino dan enzim glutamin.

KESIMPULAN

Defisiensi hara magnesium signifikan menghambat pertumbuhan tinggi tanaman, luas daun, klorofil total SPAD, panjang malai, bobot kering tajuk, dan produksi/ha tanaman padi gogo, namun dapat meningkatkan panjang dan volume akar, umur berbunga, jumlah dan bobot gabah berisi, dan indeks panen sampai dosis tertentu (1/2-1/4 kali) kemudian terhambat sampai dosis 32 kali. Toksisitas hara magnesium signifikan menghambat luas daun, jumlah anakan, jumlah anakan produktif, bobot kering (tajuk dan akar) tanaman padi gogo, namun dapat meningkatkan klorofil total SPAD, panjang akar, panjang malai, dan bobot 1000 bulir sampai dosis tertentu kemudian terhambat sampai dosis 32 kali. Batas kritis 50% (BK_{50}) tanaman padi gogo mengalami kekahatan dan toksisitas hara Mg masing-masing sebesar 0,032 dan 1125,189 g/10 kg tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) yang telah mendanai riset ini melalui Skema Penelitian Dasar (PD) APB UMSU No. 1882/KEP/II.3-AU/UMSU/F/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanah. (2005). Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Jakarta(ID): Kementerian Pertanian. p.143.
- Brohi A, Karaman MR, Topbaş MT, Aktaş, ASavaşlı E. 2000. Effect of potassium and magnesium fertilization on yield and nutrient content of rice crop grown on artificial siltation soil. Turkish J Agric Forest. 24(4), 429-436. <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/abstract.htm?id=4127>.
- Dechen AR, Carmello QA. C, Monteiro F A, Nogueiro RC. 2015. Role of magnesium in food production: an overview. Crop Pasture Sci. 66(12):1213-1218. <https://doi.org/10.1071/CP15094>.
- Efendi R, Musa Y, Bdr, MF, Rahim MD, Azrai M, Pabendon M. 2015. Seleksi jagung inbrida dengan marka molekuler dan toleransinya terhadap kekeringan dan nitrogen rendah. J Penel Pertan Tan Pangan, 34(1), 43-53. <http://dx.doi.org/10.21082/jpptp.v34n1.2015.p43-53>.
- Fageria NK. 1998. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2(1):6-16. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n01p6-16>.
- Farhat N, Elkhouni A, Zorrig W, Smaoui A, Abdelly C, Rabhi M. 2016. Effects of magnesium deficiency on photosynthesis and carbohydrate partitioning. Acta Physiol Plantar 38(6):145. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2165-z>.
- Gomez KA, Gomez A. 1976. Statistical procedures for agricultural research with emphasis on rice. Los Banos (PH): International Rice Research Institute, 294p.
- Gransee, A., & Führs, H. (2013). Magnesium mobility in soils as a challenge for soil and plant analysis, magnesium fertilization and root uptake under adverse growth conditions. Plant Soil 368(1-2):5-21. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1567-y>.
- Harris KD, Vanajah T, Puvanitha S. 2018. Effect of foliar application of Boron and Magnesium on growth and yield of green chilli (*Capsicum annum* L.). Agri east. 12(1): 26-33. <http://www.digital.lib.esn.ac.lk/handle/123456789/3734>.
- Hauer-Jákli M, Tränkner M. 2019. Critical leaf magnesium thresholds and the impact of magnesium on plant growth and photo-oxidative defense: a systematic review and meta-analysis from 70 years of research. Front Plant Sci. 10:766. <https://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.00766>.
- Hermans C, Verbruggen N. 2005. Physiological characterization of Mg deficiency in *Arabidopsis thaliana*. J Experim Bot. 56(418):2153-2161. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri215>.
- Huang X, Muneer MA, Li J, Hou W, Ma C, Jiao J, Cai, Y, Chen X, Wu L, Zheng C. 2021. Integrated nutrient management significantly improves pomelo (*Citrus grandis*) root growth and nutrients uptake under acidic soil of Southern China. Agronomy 11:1231. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061231>.
- Kobayashi H, Masaoka Y, Sato S. 2005. Effects of excess magnesium on the growth and mineral content of rice and Echinochloa. Plant Product Sci. 8(1): 38-43. <https://doi.org/10.1626/pp.s.8.38>.
- Kobayashi NI, Saito T, Iwata N, Ohmae Y, Iwata R, Tanoi K, Nakanishi TM. 2013. Leaf senescence in rice due to magnesium deficiency mediated defect in transpiration rate before sugar accumulation and

- chlorosis. *Physiol Plant* 148(4):490-501. <https://doi.org/10.1111/ppl.12003>.
- Liu Z, Huang Q, Liu, X., Li, P., Naseer, M. R., Che, Y., Dai Y, Luo X, Liu D, Song L, Jiang B, Peng X, Yu C. 2021. Magnesium fertilization affected rice yields in magnesium sufficient Soil in Heilongjiang Province, Northeast China. *Front Plant Sci.* 12:645806. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.645806>.
- Maathuis, F. J. (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. *Curr Opin Plant Biol* 12(3), 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.04.003>.
- Marschner, H. (2012). Mineral nutrition of higher plants, third ed. London (UK): Academic Press.
- Neuhaus, C., Geilfus, C. M., & Mühling, K. H. (2014). Increasing root and leaf growth and yield in Mg-deficient faba beans (*Vicia faba*) by MgSO₄ foliar fertilization. *J Plant Nutr Soil Sci* 177(5):741-747. <https://doi.org/10.1002/jpln.201300127>.
- Niu Y, Chai R, Liu L, Jin G, Liu M, Tang C, Zhang Y. 2014a. Magnesium availability regulates the development of root hairs in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Plant Cell Environ.* 37(12):2795-2813. <https://doi.org/10.1111/pce.12362>.
- Niu Y, Jin G, Zhang YS. 2014b. Root development under control of magnesium availability. *Plant Signal Behav* 9(9):e29720. <https://doi.org/10.4161/psb.29720>.
- Peng YY, Liao LL, Liu S, Nie MM, Li J, Zhang LD, Ma J. F, Chen ZC. 2019. Magnesium deficiency triggers SGR-mediated chlorophyll degradation for magnesium remobilization. *Plant Physiol.* 181(1):262-275. <https://doi.org/10.1104/pp.19.00610>.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2021). Buletin konsumsi pangan tahun 2021. Jakarta(ID): Kementerian Pertanian. p.106.
- Ritung S, Suryani E, Subardja D, Sukarman, Nugroho K, Suparto, Hikmatullah, Mulyani A, Tafakresnanto C, Sulaeman Y, Subandiono RE, Wahyunto, Ponidi, Prasodjo N, Suryana U, Hidayat H, Priyono A, Supriatna W 2015. Sumber daya lahan pertanian Indonesia: Luas, penyebaran, dan potensi ketersediaan. Jakarta (ID): Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press
- Selvaraj V, Sankar J. 2010. Characterisation of magnesium toxicity, its influence on amino acid synthesis pathway and biochemical parameters of tea. *Res J Phytochem* 4(2), 67-77.
- SERAS. 1994. Standard operating procedures: plant biomass determination. *Sci Engin Respon Anal Serv.* 1-5 p.
- Suhartini T. 2010. Pertumbuhan akar duapuluh genotip padi gogo pada kahaatfosfor dan cekaman aluminium. *Berita Biologi* 10(3):375-383. <http://dx.doi.org/10.14203/beritabiologi.v10i3.753>.
- Verbruggen, N., & Hermans, C. (2013). Physiological and molecular responses to magnesium nutritional imbalance in plants. *PlantSoil* 368(1):87-99. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1589-0>.
- Yullianida., Hermanasari, R., Lestari, A. P., & Hairmansis, A. (2019). Seleksi padi gogo di lahan kering masam. *J Ilmu Pertann Tirtayasa* 1(1):79-86.