

**EFEKTIVITAS ASAM AMINO DAN DOLOMIT TERHADAP RESILIENSI
DAN PRODUKTIVITAS TOMAT DI TANAH MASAM*****EFFECTIVENESS OF AMINO ACIDS AND DOLOMITE ON TOMATO
RESILIENCE AND PRODUCTIVITY IN ACIDIC SOIL*****Muhammad Adi Nurhidayah¹, Suherman^{2*}, Hari Wahyono³**^{1,2}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Moch Sroedji, Indonesia³SMAU BPPT Darus Sholah, Indonesia*Email Penulis korespondensi: msuher031@gmail.com**Abstrak**

Produksi tomat (*Solanum lycopersicum L.*) yang tinggi seringkali dihadapkan pada tantangan perluasan lahan ke area marginal seperti lahan masam. Lahan masam memiliki kendala utama berupa pH rendah yang memicu keracunan ion Aluminium (Al) bagi sistem perakaran, serta memfiksasi ketersediaan hara makro esensial. Upaya pembenahan melalui pengapuran (dolomit) dan stimulasi pemulihan fisiologis menggunakan biostimulan organik (asam amino) diperlukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman tomat pada lahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas mandiri serta interaksi aplikasi asam amino dan kapur dolomit terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat di lahan masam. Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis Asam Amino: A0 (kontrol), A1 (10 ml/L), A2 (20 ml/L), dan A3 (30 ml/L). Faktor kedua adalah dosis kapur Dolomit: D0 (kontrol), D1 (26 g/polybag), D2 (31 g/polybag), dan D3 (36 g/polybag setara 4.000 kg/ha). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi asam amino dan kapur dolomit secara mandiri memberikan pengaruh nyata. Konsentrasi asam amino 20 ml/L (A2) merupakan dosis optimum. Pemberian dolomit 36 gram/polybag (D3) secara linier terbukti paling efektif menetralkan kemasaman tanah. Lebih lanjut, analisis statistik menunjukkan terdapat interaksi yang sangat nyata antara aplikasi asam amino dosis 20 ml/L dan dolomit 36 gram/polybag terhadap parameter puncak produksi, yakni bobot buah total per tanaman.

Kata Kunci: Asam Amino, Dolomit, Lahan Masam, Tomat

Abstract

The high production of tomatoes (*Solanum lycopersicum L.*) often faces the challenge of land expansion into marginal areas such as acid soils. Acid soil presents main constraints in the form of low pH which triggers Aluminum (Al) ion toxicity to the root system, and fixes the availability of essential macro nutrients. Soil amelioration efforts through liming (dolomite) and stimulation of physiological recovery using organic biostimulants (amino acids) are required to optimize the growth and productivity of tomato plants on such lands. This study aims to determine the independent effectiveness and interaction of amino acid and dolomite applications on the growth and yield of tomato plants in acid soils. The research was conducted as an experiment using a Factorial Randomized Block Design (RBD) consisting of two factors and three replications. The first factor was the dose of Amino Acid which consisted of four levels: A0 (control), A1 (10 ml/L), A2 (20 ml/L), and A3 (30 ml/L). The second factor was the dose of Dolomite lime which consisted of four levels: D0 (control), D1 (26 g/polybag), D2 (31 g/polybag), and D3 (36 g/polybag equivalent to 4,000 kg/ha). The results showed that the application of amino acids and dolomite independently had a significant effect on vegetative and generative parameters. Amino acid concentration of 20 ml/L (A2) was the optimum dose. The application of 36 grams/polybag (D3) of dolomite lime dose was linearly proven to be the most effective in neutralizing soil acidity. Furthermore, statistical analysis showed a highly significant interaction between the application of 20 ml/L amino acid and 36 grams/polybag dolomite on the peak production parameter, namely total fruit weight per plant.

Keywords: Acid Soil, Amino Acid, Dolomite, Tomato

PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang memegang peranan sangat vital, tidak hanya sebagai pemenuh kebutuhan nutrisi masyarakat, tetapi juga sebagai penyeimbang stabilitas inflasi pangan nasional. Data Badan Pusat Statistik mencatat bahwa volume produksi tomat di Indonesia menembus angka 1.143.788 ton pada tahun 2023 (Riskawati & Tholib Baladraf, 2024). Namun, seiring dengan lonjakan populasi penduduk, kebutuhan akan tomat terus meningkat pesat. Untuk memenuhi permintaan tersebut, ekspansi area tanam tidak bisa lagi hanya mengandalkan tanah subur yang jumlahnya kian menyusut. Sektor pertanian dipaksa untuk mulai memanfaatkan lahan-lahan marginal atau lahan “kelas dua”, salah satunya adalah lahan masam.

Budidaya tomat di lahan masam menghadirkan tantangan yang amat berat. Lahan masam yang didefinisikan sebagai tanah dengan pH di bawah 5,5 menyimpan masalah kimiawi yang sangat merusak (Bachtiar et al., 2021). Masalah terbesar bukan sekadar tingkat keasaman (ion H^+) yang tinggi, melainkan keracunan logam berat. Pada kondisi pH rendah, kelarutan unsur Aluminium (Al) meningkat drastis hingga mencapai batas racun (*toxic*). Ion Al ini secara spesifik menyerang dan meracuni ujung akar tanaman. Akibatnya, pembelahan sel akar terhenti, akar menjadi kerdil, dan tanaman kehilangan kemampuannya untuk menyerap air serta nutrisi (Kochian et al., 2005). Di saat yang sama, keasaman tanah juga mengikat unsur Fosfor (P) sehingga tidak bisa dimakan oleh tanaman, serta mencuci habis nutrisi penting seperti Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Tanpa adanya intervensi yang tepat, budidaya tomat di lahan ini bisa mengalami kegagalan panen hingga 80 persen. Untuk menyelamatkan tanaman dari lingkungan ekstrem tersebut, dibutuhkan strategi ganda yang bekerja dari luar untuk memperbaiki tanah dan dari dalam untuk memperbaiki metabolisme tanaman. Dari sisi perbaikan tanah, penggunaan amelioran (pembenah tanah) berupa Kapur Dolomit $CaMg(CO_3)_2$ adalah solusi konvensional yang paling andal (Rozi & Prastia, 2019). Dolomit bekerja layaknya penawar racun; ia menetralkan asam, mengendapkan Aluminium agar tidak lagi beracun, melepaskan Fosfor yang terikat, sekaligus menyuplai Kalsium dan Magnesium ke dalam tanah (Apriadi et al., 2022).

Namun, menetralkan tanah saja tidak cukup jika akar tanaman sudah telanjur rusak dan stres. Di sinilah peran biostimulan organik berupa Asam Amino menjadi sangat krusial. Secara alami, tanaman harus membuang banyak energi untuk meracik asam amino sendiri. Dengan menyemprotkan asam amino siap pakai dari luar, tanaman bisa sangat berhemat energi. Asam amino ini juga bertindak sebagai bahan baku (prekursor) pembentukan hormon Auksin yang sangat dibutuhkan untuk memulihkan dan memanjangkan kembali akar yang rusak akibat racun Aluminium (Dwitama et al., 2020). Menggabungkan perbaikan tanah melalui Dolomit dengan pemulihan seluler melalui Asam Amino merupakan sebuah hipotesis yang amat menjanjikan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian Asam Amino terhadap pertumbuhan tanaman Tomat, untuk mengetahui pengaruh penetralan pH tanah menggunakan Kapur Dolomit terhadap pertumbuhan tanaman Tomat, untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian Asam Amino terhadap produktivitas tanaman Tomat, Untuk mengetahui pengaruh penetralan pH tanah menggunakan Kapur Dolomit terhadap produktivitas tanaman Tomat, dan untuk mengetahui pengaruh kombinasi pengaplikasian Asam Amino dan penetralan pH tanah menggunakan Kapur Dolomit secara bersama-sama terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman Tomat.

METODE PENELITIAN

Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental kuantitatif yang dirancang untuk menguji hubungan sebab-akibat secara presisi. Pendekatan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari dua faktor utama (Purba & Padhilah, 2021). Menurut (Suartawan et al., 2021), penggunaan RAK Faktorial sangat direkomendasikan pada penelitian lapangan (*field experiment*) karena kemampuannya dalam mengelompokkan heterogenitas lingkungan agar galat percobaan dapat ditekan, sekaligus memungkinkan evaluasi terhadap pengaruh tunggal (main effect) dan interaksi antar faktor secara simultan. *Apa saja faktor yang diuji?* Faktor pertama adalah Dosis Asam Amino (A) yang terdiri dari empat taraf: A0 (kontrol/tanpa aplikasi), A1 (10 ml/L air), A2 (20 ml/L air), dan A3 (30 ml/L air). Penambahan asam amino secara eksogen didasarkan pada fungsinya yang krusial bagi tanaman. Menurut (Rahmawati & Widoretno, 2024) asam amino tidak hanya berfungsi sebagai prekursor fitohormon seperti auksin yang memicu pembelahan dan pemanjangan sel, tetapi juga bertindak sebagai agen kelasi alami yang mempermudah serapan unsur hara secara efisien oleh akar. Faktor kedua adalah Dosis Kapur Dolomit (D) dengan empat taraf: D0 (kontrol), D1 (26 g/polybag atau 2.800 kg/ha), D2 (31 g/polybag atau 3.400 kg/ha), dan D3 (36 g/polybag atau setara 4.000 kg/ha). Pemilihan metode RAK Faktorial dimaksudkan agar peneliti tidak hanya bisa melihat efek tunggal dari pemberian asam amino atau dolomit saja, tetapi juga membuktikan secara statistik apakah terdapat sinergi (pengaruh interaksi) saat keduanya diberikan secara bersamaan pada tanaman tomat varietas Servo.

Penelitian dilakukan pada lahan marginal Desa Mrawan, Kabupaten Jember (102 MDPL) dengan beberapa dasar pertimbangan yaitu kepemilikan lahan pribadi serta adanya kesesuaian dengan karakteristik lahan masam: fokus utama dari penelitian ini adalah mencari solusi untuk optimalisasi budidaya tomat di lahan marginal atau lahan masam yang memiliki pH rendah. Prosesnya diawali dengan inkubasi tanah masam bersama dolomit selama satu minggu agar racun Aluminium ternetralisir. (Alleta Aurel Kanayla et al., 2026) menjelaskan bahwa pemberian kapur dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) sangat penting pada tanah masam untuk menaikkan pH dan menetralkan ion Al^{3+} yang beracun, sehingga ketersediaan hara makro (Ca dan Mg) meningkat dan perakaran tanaman dapat tumbuh maksimal. Setelah bibit tomat dipindahkan ke *polybag*, larutan asam amino dikocorkan setiap minggu mulai dari usia 14 Hari Setelah Tanam (HST) hingga fase pembuahan maksimal. Parameter yang diamati mencakup fase vegetatif (tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun) dan fase generatif akhir (jumlah buah dan bobot buah total).

Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, yaitu melakukan pengamatan secara langsung kondisi lahan di Desa Mrawan Kecamatan Mayang Kabupaten Jember. Penggunaan metode observasi langsung ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang objektif, mendalam, dan akurat mengenai fakta-fakta di lapangan tanpa adanya manipulasi dari peneliti. Sebagaimana dijelaskan oleh (Hasanah, 2017), observasi merupakan teknik pengumpulan data yang spesifik untuk mengamati perilaku manusia, proses kerja, serta fenomena-fenomena alam di lingkungan sekitar.

Variabel Pengukuran

Variabel pengamatan dibagi menjadi dua kategori utama sesuai dengan tujuan hipotesis. Pengamatan pada kedua fase ini penting dilakukan mengingat adanya keterkaitan fisiologis yang kuat. Sebagaimana dijelaskan oleh (Maulida et al., 2025),

kesuksesan tanaman dalam memaksimalkan fase vegetatif (membangun struktur daun dan batang) sangat menentukan tingginya akumulasi karbohidrat yang dibutuhkan sebagai energi utama (sink) dalam proses pembentukan bunga dan pembesaran buah pada fase generatif.

1. Parameter Pertumbuhan (Vegetatif)
 - a. Tinggi Tanaman (cm): Diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh tertinggi, diamati secara berkala (cth: setiap 7 hari sekali).
 - b. Diameter Batang (mm): Diukur pada pangkal batang (1-2 cm di atas permukaan tanah) menggunakan jangka sorong.
 - c. Jumlah Daun (helai): Dihitung jumlah daun sejati yang telah membuka sempurna, diamati secara berkala.
2. Parameter Produktivitas (Generatif)
 - a. Jumlah Buah per Tanaman (buah): Dihitung total buah yang terbentuk sempurna hingga akhir panen.
 - b. Bobot Buah per Tanaman (g): Bobot total buah yang dipanen dari setiap tanaman sampel.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari variabel pengamatan akan dianalisis menggunakan prosedur statistik:

1. Uji Sidik Ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*): Data dianalisis menggunakan ANOVA faktorial dua arah (Faktor Asam Amino dan Faktor Dolomit) pada taraf signifikansi $\alpha = 5$. Menurut (Putra et al., 2020), ANOVA dilakukan untuk menguji apakah terdapat pengaruh tunggal (main effect) dari masing-masing faktor dan apakah terdapat interaksi (interaction effect) antar faktor terhadap semua variabel pengamatan.
2. Uji Lanjut (Post-hoc Test): Jika hasil ANOVA menunjukkan adanya pengaruh signifikan ($F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ atau $p\text{-value} < 0,05$), maka akan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Duncan's Multiple Range Test/DMRT) atau Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5%. Uji ini bertujuan untuk membandingkan rata-rata antar perlakuan dan menentukan kelompok perlakuan mana yang memberikan respons terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Pertumbuhan Vegetatif

Pertumbuhan vegetatif tanaman merupakan indikator penting untuk melihat sejauh mana tanaman merespons perlakuan yang diberikan pada fase awal pertumbuhannya. Pengamatan vegetatif difokuskan pada tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah helaian daun. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) membuktikan bahwa pemberian Asam Amino dan Kapur Dolomit secara mandiri memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan organ fisik tanaman.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) dan Uji DMRT Taraf 5%

Perlakuan	Tinggi Minggu 1	Tinggi Minggu 2	Tinggi Minggu 3
Faktor A (Asam Amino)			
A0 (Kontrol)	13,48 a	25,90 a	41,06 a
A1 (10 ml/L)	14,82 ab	28,93 ab	46,58 ab
A2 (20 ml/L)	16,61 c	33,94 b	55,60 b
A3 (30 ml/L)	15,82 bc	32,16 b	52,69 b

Faktor D (Dolomit)			
D0 (Kontrol)	13,81 a	26,52 a	42,52 a
D1 (2.800 kg/ha)	14,61 ab	28,72 ab	46,51 ab
D2 (3.400 kg/ha)	15,60 ab	31,26 ab	50,55 ab
D3 (4.000 kg/ha)	16,70 b	34,43 b	56,36 b

Sumber : Data Primer Diolah (2026)

Berdasarkan Tabel 1, terlihat pola yang sangat menarik pada pemberian Asam Amino. Rata-rata tinggi tanaman terus memanjang dan mencapai puncaknya pada perlakuan Dosis 2 (A2), yakni 55,60 cm pada minggu ke-3. Angka ini berbeda sangat nyata dengan kontrol yang hanya tumbuh 41,06 cm. Namun, ketika dosis asam amino dilipatgandakan menjadi 30 ml/L (A3), tinggi tanaman justru menyusut menjadi 52,69 cm. Ini membuktikan bahwa A2 adalah titik jenuh optimal. Di sisi lain, pemberian kapur Dolomit menunjukkan pola linier yang mulus: semakin banyak kapur ditabur, semakin tinggi tanaman tumbuh, dipimpin oleh perlakuan D3 yang menyentuh angka 56,36 cm.

Tabel 2. Rata-rata Diameter Batang (cm) dan Uji DMRT Taraf 5%

Perlakuan	Diameter M1	Diameter M2	Diameter M3
Faktor A (Asam Amino)			
A0 (Kontrol)	1,94 a	3,23 a	4,49 a
A1 (10 ml/L)	2,12 ab	3,68 ab	5,05 ab
A2 (20 ml/L)	2,44 b	4,34 b	6,06 b
A3 (30 ml/L)	2,36 b	4,13 b	5,74 b
Faktor D (Dolomit)			
D0 (Kontrol)	1,97 a	3,35 a	4,62 a
D1 (2.800 kg/ha)	2,14 ab	3,65 a	5,07 a
D2 (3.400 kg/ha)	2,28 ab	3,92 ab	5,42 ab
D3 (4.000 kg/ha)	2,48 b	4,45 b	6,23 b

Sumber : Data Primer Diolah (2026)

Mengenai diameter batang (Tabel 2) yang menjadi fondasi kekokohan tanaman, responsnya kembali mengonfirmasi pola pada tinggi tanaman. Batang paling tebal diraih oleh tanaman yang dikocori Asam Amino 20 ml/L (A2) dengan ketebalan 6,06 cm. Pemberian Dolomit 4.000 kg/ha (D3) juga kokoh di angka 6,23 cm, meninggalkan jauh tanaman kontrol yang batangnya kurus (4,62 cm).

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Daun (helai) dan Uji DMRT Taraf 5%

Perlakuan	Jml Daun M 1	Jml Daun M 2	Jml Daun M 3
Faktor A (Asam Amino)			
A0 (Kontrol)	15,97 a	33,86 a	52,53 a
A1 (10 ml/L)	17,42 ab	37,67 ab	59,81 ab
A2 (20 ml/L)	20,03 b	43,89 b	71,44 b
A3 (30 ml/L)	19,17 b	41,97 b	67,70 b
Faktor D (Dolomit)			
D0 (Kontrol)	16,30 a	34,94 a	54,19 a
D1 (2.800 kg/ha)	17,47 ab	37,59 ab	59,86 ab
D2 (3.400 kg/ha)	18,61 ab	40,31 ab	64,50 ab
D3 (4.000 kg/ha)	20,20 b	44,56 b	72,92 b

Sumber : Data Primer Diolah (2026)

Pola serupa terlihat pada parameter Jumlah Daun (Tabel 3). Tanaman dengan perlakuan Asam Amino A2 mencetak daun paling rimbun, yakni 71,44 helai, dan Dolomit D3 menghasilkan 72,92 helai. Rimbunnya daun ini adalah pertanda baik bahwa pabrik fotosintesis tanaman berjalan maksimal meski berada di lahan yang awalnya masam.

Respons Produktivitas Generatif

Fase ini adalah ajang pembuktian akhir, apakah batang yang tinggi dan daun yang lebat mampu diubah menjadi tomat yang banyak dan berat.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Buah dan Uji DMRT Taraf 5% pada Puncak Panen

Perlakuan	M7	M8	M9
Faktor A (Asam Amino)			
A0 (Kontrol)	7,53 a	10,00 a	6,17 a
A1 (Dosis 1)	8,75 a	11,25 ab	6,78 a
A2 (Dosis 2)	12,89 b	17,22 c	10,75 b
A3 (Dosis 3)	10,95 ab	14,97 bc	8,97 ab
Faktor D (Dolomit)			
D0 (Kontrol)	7,47 a	10,06 a	6,14 a
D1 (Dosis 1)	9,06 ab	12,31 ab	7,53 ab
D2 (Dosis 2)	10,81 ab	13,97 ab	8,70 ab
D3 (Dosis 3)	12,78 b	17,11 b	10,31 b

Sumber : Data Primer Diolah (2026)

Tabel 4 mencatat fase klimaks panen yang terjadi pada minggu ke-8 (M8). Terlihat sangat jelas, tanaman tanpa perlakuan (kontrol) hanya sanggup menghasilkan rata-rata 10 buah per pohon. Sebaliknya, saat diberikan Asam Amino A2, jumlah buah meledak menjadi 17,22 buah. Demikian pula saat tanah dinetralkan penuh oleh Dolomit D3, panen meningkat tajam menjadi 17,11 buah per pohon.

Tabel 5. Rata-rata Bobot Buah (gram) dan Uji DMRT Taraf 5%

Perlakuan	M8	M9	M10 (Klimaks)	M11
Faktor A (Asam Amino)				
A0 (Kontrol)	16,70 a	21,31 a	22,72 a	19,42 a
A1 (Dosis 1)	17,47 ab	24,34 ab	25,56 a	21,20 ab
A2 (Dosis 2)	20,36 b	31,92 c	36,75 b	27,61 c
A3 (Dosis 3)	19,44 ab	28,70 bc	32,45 ab	25,67 bc
Faktor D (Dolomit)				
D0 (Kontrol)	16,06 a	21,84 a	22,67 a	19,45 a
D1 (Dosis 1)	18,06 ab	25,03 ab	27,31 ab	22,33 ab
D2 (Dosis 2)	19,19 b	27,53 ab	30,89 ab	24,22 ab
D3 (Dosis 3)	20,67 b	31,86 b	36,61 b	27,89 b

Sumber : Data Primer Diolah (2026)

Namun, kejutan ilmiah ilmiah sesungguhnya (*scientific finding*) dari riset ini muncul pada Bobot Buah. Tabel 5 membuktikan bahwa buah paling berat dipanen pada minggu ke-10 (M10). Asam Amino A2 mencetak buah berbobot raksasa, yakni 36,75 gram per buah. Bahkan, analisis statistik tingkat lanjut (ANOVA) memastikan bahwa terdapat pengaruh interaksi yang sangat nyata (bersinergi) antara Asam Amino dan

Dolomit terhadap parameter ini. Kombinasi pertemuan antara Dolomit yang menyehatkan tanah dan Asam Amino yang memulihkan sel tanaman, secara ajaib bersatu padu untuk memompa cadangan makanan ke dalam buah.

Angka-angka statistik yang tersaji di bagian hasil sejatinya menceritakan sebuah narasi biokimia yang sangat mengagumkan. Narasi tentang bagaimana sebuah tanaman tomat mampu bertahan hidup, merespons rangsangan, dan memproduksi maksimal di lingkungan tanah yang pada dasarnya dipenuhi racun. Agar lebih komprehensif, pembahasan ini akan dipecah secara berurutan sesuai dengan fase dan parameter tabel hasil yang telah diuraikan sebelumnya. Untuk penjelasan lebih lengkapnya sebagai berikut:

1. Mengukur Tinggi Tanaman (Sinergi Auksin dan Netralisasi Racun)

Mengacu pada Tabel 1, mengapa Asam Amino dosis A2 (20 ml/L) sanggup memacu pertumbuhan tanaman hingga menjadi yang tertinggi (55,60 cm) karena peran spesifiknya sebagai biostimulan. Berdasarkan temuan (Alfosea-Simón et al., 2020), asam amino eksogen yang diserap melalui daun atau akar akan beraksi langsung sebagai prekursor hormon perangsang tumbuh. Jawabannya ada pada peran spesifik asam amino sebagai prekursor (bahan baku) hormon. Di dalam cairan asam amino, terdapat senyawa bernama *L-Triptofan*. Begitu masuk ke jaringan daun, senyawa ini langsung diubah menjadi Hormon Auksin. Hormon inilah yang membelah sel akar secara massal. Namun, penurunan tinggi pada dosis A3 (30 ml/L) membuktikan hukum fisiologis dasar: nutrisi yang terlalu pekat (*hipertonik*) justru memicu stres osmotik yang mencekik akar tanaman. (Pitann et al., 2021), yang menyatakan bahwa kelebihan molekul asam amino (kondisi hipertonik) dapat merubah fungsinya dari zat pensinyalan menjadi pemicu stres osmotik yang justru menghambat serapan air oleh akar.

Di saat yang bersamaan, perlakuan Dolomit D3 (4.000 kg/ha) sukses menyumbang tinggi yang maksimal secara linier. Di lahan masam, unsur Aluminium (Al) yang terlarut bebas bersikap layaknya pisau mikroskopis yang menyayat ujung akar. Saat Dolomit ditaburkan, senyawa karbonatnya bereaksi "menelan" asam (H^+). Reaksi ini mengendapkan racun Aluminium menjadi lumpuh (UB, 2022). Tanpa racun, akar tunggang tomat bebas menembus ke dalam tanah untuk menopang pertumbuhan vertikal batangnya.

2. Mempertebal Diameter Batang (Penghematan Energi dan Peran "Semen" Kalsium)

Hasil pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa batang paling kokoh diraih oleh perlakuan kombinasi A2 dan D3. Membesarnya batang (pertumbuhan sekunder kambium) sangat membutuhkan energi yang besar. Secara alami, tanaman harus menguras energinya sendiri hanya untuk memproduksi asam amino dasar. Membesarnya batang (pertumbuhan sekunder kambium) sangat membutuhkan energi yang besar. Secara alami, tanaman menguras porsi energinya sendiri dari reduksi nitrat hanya untuk mensintesis asam amino. Penambahan asam amino murni dari luar (A2) membuat tanaman dapat melakukan efisiensi metabolik. Tanaman berhasil menghemat energi (ATP) dan secara leluasa mengalihkannya secara total untuk mempercepat asimilasi biomassa struktural, seperti penebalan sel kambium batang (Kachot et al., 2024).

Dolomit bukan sekadar penawar racun tanah, melainkan penyuplai utama Kalsium (Ca^{2+}). Dalam anatomi tumbuhan, Kalsium berfungsi persis seperti "semen" yang mengikat dinding-dinding antar sel (*Kalsium pektat*). Inilah rahasia mengapa batang tomat pada perlakuan D3 menjadi sangat kokoh. Batang yang kuat adalah fondasi mutlak untuk menahan beban dompolan buah nantinya. Studi terbaru (Yang et al., 2024), dari membuktikan bahwa ketersediaan kedua kation ini secara signifikan meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah, sehingga tanaman tomat tidak membuang energi

berlebih untuk menyerap nutrisi. Lebih dari itu, dalam tinjauan dari (Anderson & Pelloux, 2025), ion kalsium (Ca^{2+}) terbukti berperan vital dalam mengikat polimer asam pektat di lamela tengah. Ikatan pektat-kalsium (*calcium pectate*) ini bertindak persis seperti "semen" yang merekatkan antar dinding sel, memberikan kekakuan dan kekuatan mekanis mutlak pada jaringan batang.

3. Melebatkan Jumlah Daun (Bahan Bakar Pabrik Klorofil)

Daun adalah pusat utama fotosintesis. Tabel 3 menunjukkan bahwa tanaman dengan perlakuan A2 dan D3 memiliki jumlah daun terbanyak (lebih dari 71 helai). Hal ini dapat dijelaskan secara kimiawi. Asam amino mengandung senyawa *Glisin* dan *Glutamat*, yang merupakan batu bata penyusun zat hijau daun (klorofil). Sementara itu, Dolomit menyumbangkan unsur Magnesium (Mg), yang bertindak sebagai "atom pusat" atau inti dari molekul klorofil itu sendiri. Tanaman di tanah masam biasanya menderita klorosis (daun menguning) karena kekurangan Magnesium. Sinergi antara "batu bata" dari Asam Amino dan "inti klorofil" dari Dolomit membuat helaian daun tomat menjadi sangat hijau, rimbun, dan tidak mudah rontok. Sesuai dengan riset terapan dari (Yakob et al., 2026), biostimulan asam amino murni tidak hanya memicu pertumbuhan vegetatif, tetapi juga berfungsi krusial dalam mencegah degradasi klorofil, sehingga mampu memaksimalkan luas area permukaan daun tomat. Hal ini karena asam amino merupakan substrat pembentuk cincin pirol. Sementara itu, mekanisme dari sisi tanah dijelaskan secara mendalam oleh (Ahmed et al., 2023), di mana atom Magnesium (Mg^{2+}) yang terlepas dari kapur Dolomit secara harfiah akan menempati "posisi sentral" yang tidak tergantikan di dalam inti molekul klorofil. Sinergi antara substrat organik dari Asam Amino dan inti mineral dari kapur Dolomit membuat laju biosintesis klorofil melonjak, menghasilkan helaian daun tomat yang sangat rimbun, hijau pekat, dan sangat efisien dalam menangkap spektrum cahaya (*light energy absorption*).

4. Melipatgandakan Jumlah Buah

Merujuk pada Tabel 4, jumlah buah tomat meledak tajam pada perlakuan A2 dan D3 (rata-rata 17 buah per pohon, jauh mengungguli kontrol). Bagaimana hal ini bisa terjadi di tanah yang masam? Kuncinya ada pada unsur Fosfor (P). Fosfor sangat vital untuk memicu mekarnya bunga dan mencegah kerontokan bakal buah. Sayangnya, di lahan masam, Fosfor ditahan oleh unsur Aluminium dan Besi. Pengapuran menggunakan Dolomit D3 sukses memukul mundur Aluminium, sehingga gembok Fosfor terbuka dan akar tomat langsung menghirupnya secara rakus (Iswara & Nuraini, 2022). Setelah bunga bermekaran, Asam Amino (A2) masuk menjalankan tugasnya sebagai "Agen Pengkelat" (*chelating agent*). Ia mengikat erat hara mikro pelengkap seperti Seng (Zn) dan Besi (Fe), lalu mengawalnya masuk ke pembuluh tanaman tanpa takut dirusak oleh asam tanah (Calvo et al., 2014). Nutrisi mikro inilah yang membuat serbuk sari bunga tomat menjadi sangat subur, sehingga persentase bunga yang sukses menjadi buah meningkat drastis.

Sebagaimana diuraikan ulang oleh (Ram et al., 2024), molekul asam amino bertindak sebagai agen pengkelat alami (*aminochelates*). Mereka membungkus dan mengikat erat nutrisi mikro pelengkap seperti Seng (Zn) dan Besi (Fe), lalu mengawalnya melintasi membran plasma menuju sistem pembuluh (*xylem/phloem*). Kehadiran hara mikro kelat inilah yang mengoptimalkan viabilitas serbuk sari. Akhirnya, seluruh karbohidrat asimilat dari pabrik daun yang rimbun dialirkan bagaikan "banjir bandang" (*Source-Sink translocation*) menuju buah tomat, menciptakan bobot buah raksasa yang mustahil dicapai apabila unsur hara makro (dari pembenahan Dolomit) dan regulasi hormon (dari Asam Amino) tidak berjalan bersamaan.

5. Bobot Buah Raksasa (Sinergisme Aliran Energi)

Penemuan paling krusial dalam penelitian ini terangkum pada Tabel 5. Pada minggu ke-10, terdapat interaksi statistik yang sangat nyata antara Asam Amino dan Dolomit terhadap parameter pamungkas ini, menghasilkan buah berbobot raksasa (36,75 gram/buah). Dolomit (D3) bertugas menyehatkan tanah, membuang racun, dan memastikan suplai air serta kalsium lancar. Asam amino (A2) memastikan daun tetap rimbun dan fotosintesis bekerja di tingkat kapasitas maksimum. Ketika fase pembesaran buah dimulai, seluruh energi asimilat (hasil fotosintesis dari daun) dikirimkan bagi "banjir bandang" menuju organ penyimpan (*sink*), yaitu buah. Kombinasi pertemuan antara tanah yang netral dan metabolisme sel yang pulih ini secara ajaib bersatu padu memompa padatan karbohidrat dan air ke dalam rongga buah, menciptakan buah tomat berbobot maksimal yang mustahil bisa dicapai jika kedua perlakuan ini hanya diberikan secara terpisah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengkristalkan sebuah fakta agronomis yang amat tegas bahwa untuk menaklukkan kerasnya lahan masam, pendekatan nutrisi tunggal tidaklah cukup. Temuan paling krusial menunjukkan adanya sinergi interaksi yang sangat nyata antara amelioran kimiawi dan biostimulan organik di saat masa pembesaran buah. Dolomit pada dosis 4.000 kg/ha (D3) terbukti amat tangguh dalam memberantas racun Aluminium dan menyiapkan "rumah perakaran" yang sehat. Sedangkan Asam Amino dengan konsentrasi 20 ml/L (A2) sukses bertindak sebagai "doping organik" yang menyelamatkan energi tanaman, merangsang hormon Auksin, dan melancarkan fotosintesis.

Dari perspektif ilmu pertanian, riset ini memberikan bukti empiris mengenai cara paling logis dan efisien untuk merehabilitasi produktivitas sayuran di lahan marginal. Secara praktis, petani tomat di area tanah masam sangat direkomendasikan untuk menaburkan kapur dolomit (36 gram per tanaman) minimal seminggu sebelum tanam, lalu mengocorkan asam amino 20 ml/L secara berkala. Untuk penyempurnaan riset di masa depan, para akademisi disarankan untuk mengukur kandungan Kalsium di dalam jaringan daun secara laboratorium untuk melihat secara molekuler seberapa jauh Dolomit terserap, serta meneliti dampak asam amino terhadap ketahanan simpan (*shelf-life*) buah tomat pascapanen.

Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian, saran yang dapat direkomendasikan yaitu petani yang membudidayakan tomat di lahan masam disarankan untuk mengaplikasikan kapur dolomit dengan dosis 4.000 kg/ha (36 g/tanaman) dengan masa inkubasi 12 minggu sebelum tanam. Selain itu, pengaplikasian biostimulan asam amino dengan dosis optimal 20 ml/L air direkomendasikan untuk meningkatkan ketahanan dan hasil panen tanpa memicu stres pada tanaman. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan adanya pengujian perlakuan serupa pada varietas tomat lain (tipe determinate maupun indeterminate), serta penambahan variabel pengamatan mutu kualitas buah, seperti tingkat kemanisan (Brix), ketahanan simpan, dan kandungan vitamin C.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, N., Zhang, B., Bozdar, B., Chachar, S., Rai, M., Li, J., Li, Y., Hayat, F., Chachar, Z., & Tu, P. (2023). The power of magnesium: unlocking the potential for increased

- yield, quality, and stress tolerance of horticultural crops. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1285512>
- Alfosea-Simón, M., Zavala-Gonzalez, E. A., Camara-Zapata, J. M., Martínez-Nicolás, J. J., Simón, I., Simón-Grao, S., & García-Sánchez, F. (2020). Effect of foliar application of amino acids on the salinity tolerance of tomato plants cultivated under hydroponic system. *Scientia Horticulturae*, 272, 109509. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109509>
- Alleta Aurel Kanayla, Padly Rachmat Hanansyah, Nadya Ayu Narasanti, Nadya Ayu Narasanti, Hafizha Novrilia Azzahra, Rifki Awaludin, Keisha Aulia Tsani Susanto Putri, Frita Zulfira, Ayesha Ayu Naura, Azzahra Putri Nathasya, Agief Julio Pratama, Agief Julio Pratama, Ririh Sekar Mardisiwi, Ratih Kemala Dewi, Restu Puji Mumpuni, & Edi Wiraguna. (2026). Analisis Sistem Budidaya Tomat Hidroponik dalam Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Sumber Daya. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, 4(2), 56–70. <https://doi.org/10.59581/jtpip-widyakarya.v4i2.6208>
- Anderson, C. T., & Pelloux, J. (2025). The Dynamics, Degradation, and Afterlives of Pectins: Influences on Cell Wall Assembly and Structure, Plant Development and Physiology, Agronomy, and Biotechnology. *Annual Review of Plant Biology*, 76(1), 85–113. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-083023-034055>
- Apriadi, S. A., Mukhtar, Z., & Supanjani. (2022). Aplikasi Kapur Dolomit Dan Pupuk Fosfat Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.) Pada Ultisols Di Kota Bengkulu. In *Seminar Nasional Pertanian Pesisir* (Vol. 1, Number 1).
- Bachtiar, T., Hanani, M., Robifahmi, N., Flatian, A. N., & Citraresmini, A. (2021). Pengaruh Bahan Pembenah Tanah pada PH dan P Tersedia Tanah Sub-Optimal Ultisols Asal Jasinga Kabupaten Bogor. *Agrista: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agribisnis UNS*, 5(1), 648–659.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Dwitama, F., Rugayah, R., Rini, M. V., & Hendarto, K. (2020). Pengaruh Pemberian Biostimulan Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8, 501. <https://doi.org/10.23960/jat.v8i3.4528>
- Hasanah, H. (2017). Teknik-Teknik Observasi (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial). *At-Taqqaddum*, 8(1), 21. <https://doi.org/10.21580/at.v8i1.1163>
- Iswara, F. V., & Nuraini, Y. (2022). Pengaruh Pemberian Dolomit Dan Pupuk Anorganik Terhadap Serapan Fosfat, Populasi Bakteri Pelarut Fosfat Dan Produksi Padi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 255–265. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.6>
- Kachot, P. K., Vyas, D. K., & Chavda, S. K. (2024). Effect of Di-tert Butyl Peroxide on Diesel Engine Performance Fuelled by Biodiesel Blends. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(1), 97–119. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i13813>
- Kochian, L. V., Piñeros, M. A., & Hoekenga, O. A. (2005). The Physiology, Genetics and Molecular Biology of Plant Aluminum Resistance and Toxicity. *Plant and Soil*, 274(1–2), 175–195. <https://doi.org/10.1007/s11104-004-1158-7>

- Maulida, V., Gendro Sari, S., Yani, A. K., Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura, B., & Selatan, K. (2025). *Growth Response Of Tomato Plants To Applied Bamboo Root (Bambusa Vulgaris) Pgpr*.
- Pitann, B., Bakhat, H. F., Fatima, A., Hanstein, S., & Schubert, S. (2021). Silicon-mediated growth promotion in maize (*Zea mays* L.) occurs via a mechanism that does not involve activation of the plasma membrane H⁺-ATPase. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 1121–1130. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.07.016>
- Purba, W. D., & Padhilah, F. (2021). Study Of Growth And Production Of Redchillia (*Capsicum Annum* L.) On Giving Ab Mix Fertilizer And Different Types Of Planting Media With A Wick System Hydroponics. *Jurnal Agrium*, 18(2), 169–178. <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/agrium>
- Putra, R. D., Jafrizal, J., & Suryadi, S. (2020). Pengaruh Jarak Tanam Dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays* Saccharata Sturt.). *Agriculture*, 14(2). <https://doi.org/10.36085/agrotek.v14i2.1025>
- Rahmawati, R. D. A., & Widoretno, S. (2024). Ekstrak Tomat sebagai Induksi Pertumbuhan Akar *Ipomoea aquatica* Forssk. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 13(2), 317–327. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i2.80854>
- Ram, K., Ninama, A. R., Choudhary, R., & Solanki, B. P. (2024). A Comprehensive Review on Aminochelates: Advances and Applications in Plant Nutrition. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(1), 120–127. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i13814>
- Riskawati, E., & Tholib Baladraf, T. (2024). *Analisis Elastisitas Harga Dan Peramalan Dinamis Pada Komoditas Tomat Di Kabupaten Garut, Indonesia*.
- Rozi, M. B., & Prastia, B. (2019). Pengaruh Dosis Kapur Dolomit Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Tm 15 Pada Ultisol Di Kabupaten Bungo. *Jurnal Sains Agro*, 4(1). <https://doi.org/10.36355/jsa.v4i1.243>
- Suartawan, I. K., Lasmini, S. A., & Tambing, Y. (2021). Growth Results and Plant Results are Red Pepper to Various Types of Mulses and Concentration of Liquid Organic Fertilizer. *Agrotekbis*, 9(1), 147–154.
- Yakob, B. K., Gins, M. S., & Zlotnikov, A. K. (2026). Effect Of The Albit-Br Biostimulant On The Growth, Yield, And Quality Parameters Of Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) In The Moscow Region. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*, 58(1), 181–192. <https://doi.org/10.54910/sabrao2026.58.1.17>
- Yang, M., Zhou, D., Hang, H., Chen, S., Liu, H., Su, J., Lv, H., Jia, H., & Zhao, G. (2024). Effects of Balancing Exchangeable Cations Ca, Mg, and K on the Growth of Tomato Seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) Based on Increased Soil Cation Exchange Capacity. *Agronomy*, 14(3), 629. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030629>