

Pengaruh Dosis Pupuk NPK dan Zat Pengatur Tumbuh terhadap Kesuburan Tanah, Kadar Fenolik dan Perkembangan Bunga Krisan Pada Dataran Rendah

The Effect of NPK Fertilizer Dosage and Plant Growth Regulators on Soil Fertility, Phenolic Content and Chrysanthemum Flower Development in Lowlands

Refa Firgiyanto^{1*)}, Fadil Rohman¹⁾, Hanif Fatur Rohman¹⁾, Leli Kurniasari¹⁾, Adi Rastono²⁾, Ade Sumiahadi³⁾, Sinta Dwi Rahma¹⁾, Melly Dwi Citra Khysswari¹⁾

^{1*)}Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jawa Timur, Indonesia

²⁾Politeknik Pertanian dan Peternakan Mapena, Jawa Timur, Indonesia

³⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

^{*)}E-mail korespondensi: refa.firgiyanto@polije.ac.id

Diajukan: 08 Juli 2025 **Diterima:** 31 Oktober 2025 **Dipublikasi:** 28 November 2025

ABSTRACT

Chrysanthemums (Chrysanthemum spp.) are a floricultural commodity with high economic value and widespread demand as both cut flowers and ornamental plants. However, chrysanthemums generally grow optimally in highlands with cool temperatures, so their cultivation in lowlands faces various physiological constraints, such as decreased flower quality, delayed flowering, and impaired nutrient absorption. This study aimed to evaluate the effects of different NPK fertilizer dosages and types of Plant Growth Regulators (PGRs) on soil nutrient availability (N, P, K), phenolic content, and flowering development of chrysanthemums cultivated in lowlands. The research was conducted in July–October 2024 at the greenhouse of the Jember State Polytechnic Plant Laboratory (± 89 m above sea level) using a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors: NPK 16-16-16 fertilizer dosage (N1 = 4 g/L, N2 = 5 g/L, N3 = 6 g/L) and PGR types (P1 = paclobutrazol, P2 = gaviota, P3 = BAP). The observed variables included soil NPK content, leaf phenolics, flower number, flower diameter, and chlorophyll. The results showed that PGR had a more dominant effect than fertilizer dosage. The N3P3 treatment produced the highest phenolic content (0.257%), while the N1P1 combination increased soil nitrogen accumulation (0.566%), and the N2P3 combination provided the highest phosphorus (0.338%) and potassium (0.190%). The NPK fertilizer dosage did not significantly affect all parameters, while PGR significantly affected the flowering time and flower number. No interaction was found between the two treatment factors.

Keywords: *chrysanthemum; growth regulators; NPK fertilizer; NPK soil; phenolic*

ABSTRAK

Tanaman krisan (merupakan komoditas florikultura bernilai ekonomi tinggi dengan permintaan luas baik sebagai bunga potong maupun tanaman hias. Namun, krisan umumnya tumbuh optimal pada dataran tinggi dengan suhu sejuk, sehingga budidayanya di dataran rendah menghadapi berbagai kendala fisiologis, seperti penurunan kualitas bunga, keterlambatan pembungaan, serta gangguan penyerapan hara. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh beberapa dosis pupuk NPK dan jenis Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) terhadap ketersediaan unsur hara tanah (N, P, K), kandungan fenolik, serta perkembangan pembungaan krisan yang dibudidayakan di dataran rendah. Penelitian dilaksanakan pada

Juli–Oktober 2024 di greenhouse Laboratorium Tanaman Politeknik Negeri Jember (± 89 m dpl) menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor: dosis pupuk NPK 16-16-16 ($N_1 = 4$ g/L, $N_2 = 5$ g/L, $N_3 = 6$ g/L) dan jenis ZPT ($P_1 =$ paclobutrazol, $P_2 =$ gaviota, $P_3 =$ BAP). Variabel yang diamati meliputi kandungan NPK tanah, fenolik daun, jumlah bunga, diameter bunga, dan klorofil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ZPT memberikan pengaruh lebih dominan dibandingkan dosis pupuk. Perlakuan N_3P_3 menghasilkan kadar fenolik tertinggi (0,257%), sementara kombinasi N_1P_1 meningkatkan akumulasi nitrogen tanah (0,566%), dan kombinasi N_2P_3 memberikan kadar fosfor (0,338%) dan kalium (0,190%) tertinggi. Dosis pupuk NPK tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter, sedangkan ZPT berpengaruh nyata terhadap waktu muncul bunga dan jumlah bunga. Tidak ditemukan interaksi antara kedua faktor perlakuan.

Kata kunci: fenolik; krisan; NPK tanah; pupuk NPK; zat pengatur tumbuh

PENDAHULUAN

Sebagai tanaman hias, krisan memiliki tingkat peminat yang cukup tinggi dan menjadi unggulan dalam subsektor florikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Tanaman ini banyak dibudidayakan sebagai bunga potong maupun tanaman hias karena memiliki bentuk morfologis yang indah dan warna bunga yang beragam. Meningkatnya permintaan pasar, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor, turut didorong oleh perkembangan sektor pariwisata, budaya, dan kebutuhan estetika masyarakat modern (Vina, 2016). Krisan memiliki nilai ekonomi tinggi karena permintaannya terus meningkat di pasar bunga potong global yang tumbuh stabil hingga dekade mendatang. Di sisi lain, krisan juga diketahui kaya senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang berpotensi dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetik, dan pangan fungsional, sehingga memperluas nilai ekonominya. Secara agronomis, krisan dikenal sebagai tanaman yang tumbuh optimal di dataran tinggi, yakni pada kondisi lingkungan dengan suhu sejuk dan kelembapan relatif tinggi. Ketika krisan dibudidayakan di dataran rendah, tanaman ini menghadapi tantangan fisiologis dan lingkungan yang cukup kompleks. Suhu udara yang lebih tinggi, intensitas cahaya matahari yang lebih besar, serta kelembapan yang tidak stabil dapat menyebabkan stres pada tanaman. Akibatnya, krisan mengalami penurunan kualitas pertumbuhan vegetatif, bentuk dan ukuran bunga yang kurang optimal, serta terganggunya penyerapan unsur hara dan produksi senyawa metabolit sekunder (Wijayani *et al.*, 2016). Oleh karena itu, diperlukan strategi budidaya yang mampu

meningkatkan adaptasi krisan terhadap kondisi sub-optimal di dataran rendah. Salah satu strategi yang berpotensi efektif adalah penerapan manajemen hara yang baik melalui pemberian pupuk NPK dalam dosis penggunaan pupuk NPK secara tepat dan penambahan (ZPT) sangat penting. Tanaman memperoleh unsur hara makro penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dari pupuk NPK. Pembentukan klorofil dan protein yang diperlukan untuk fotosintesis serta perkembangan vegetatif tanaman dipengaruhi oleh peran nitrogen. Fosfor membantu perkembangan akar dan merangsang pembentukan bunga. Sementara itu, kalium berfungsi dalam pengaturan tekanan osmotik sel, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap stres lingkungan, dan mengoptimalkan sintesis serta translokasi hasil fotosintesis (Pinto *et al.*, 2021). Upaya adaptasi melalui pengelolaan pemupukan berimbang serta penerapan (ZPT) dilaporkan efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, kualitas bunga, dan ketahanan terhadap stres lingkungan, sehingga strategi ini penting untuk mendukung keberhasilan budidaya krisan di dataran rendah.

Aplikasi pupuk NPK dengan dosis yang sesuai tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi juga dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan meningkatkan ketersediaan hara. Ketersediaan hara yang mencukupi akan berpengaruh terhadap efisiensi metabolisme tanaman, termasuk dalam pembentukan senyawa fenolik. Sebagai bagian dari metabolit sekunder, senyawa fenolik berfungsi signifikan untuk melindungi tanaman dari berbagai stress dan

memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Selain itu, senyawa ini juga berkontribusi terhadap warna dan kecerahan bunga, yang menjadi aspek penting dalam nilai estetika dan fungsional bunga krisan (Sharma *et al.*, 2023). Dalam konteks industri florikultura, kandungan fenolik yang tinggi tidak hanya meningkatkan nilai visual bunga, tetapi juga membuka potensi pemanfaatannya dalam industri farmasi dan kosmetik. Selain pemberian pupuk, penggunaan (ZPT) juga menjadi pendekatan penting dalam mengatur proses fisiologis tanaman. ZPT seperti auksin, giberelin, dan sitokinin terbukti mampu merangsang pembelahan dan pemanjangan sel, pembentukan organ generatif, serta sintesis senyawa bioaktif seperti fenolik. Interaksi antara dosis pupuk NPK dan aplikasi ZPT membentuk lingkungan fisiologis yang mendukung pertumbuhan optimal dan kualitas pembungaan. Studi faktorial pada bunga matahari (*Helianthus annuus*) menunjukkan bahwa kombinasi dosis NPK 9 gram/tanaman dan aplikasinya dengan paclobutrazol (ZPT) konsentrasi tinggi (90 ppm) secara signifikan meningkatkan jumlah bunga dan diameter bunga (Sari *et al.*, 2023). Pada krisan sendiri, pengaturan dosis NPK terbukti meningkatkan pertumbuhan vegetatif, ketebalan batang, kandungan klorofil, serta komponen fungsional seperti flavonoid dan asam klorogenat (Jiang *et al.*, 2024). Temuan ini mendukung pentingnya strategi terintegrasi antara pemupukan dan ZPT sebagai pendekatan unggul untuk meningkatkan adaptasi dan performa tanaman florikultural di kondisi sub-optimal. Kombinasi ini diharapkan dapat meningkatkan kandungan fenolik, memperbaiki kualitas bunga, serta memperbaiki status kesuburan tanah.

Meskipun sejumlah penelitian terkait nutrisi dan pengaturan fisiologis krisan telah dilaporkan, sebagian besar dilakukan pada lingkungan dataran tinggi, sehingga respon tanaman di dataran rendah yang memiliki kondisi stres panas dan radiasi yang lebih intensif belum banyak dikaji secara komprehensif. Selain itu, kajian yang menautkan ketersediaan hara tanah, akumulasi metabolit sekunder (fenolik), dan performa pembungaan dalam satu pendekatan fisiologis terpadu masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini

mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi efektivitas kombinasi dosis NPK dan jenis ZPT pada krisan pot yang dibudidayakan di dataran rendah, untuk menilai faktor fisiologis mana yang paling menentukan adaptabilitas tanaman. Temuan ini memberikan rekomendasi agronomis yang aplikatif bagi pengembangan budidaya krisan dataran rendah, termasuk dalam skema teaching factory (TEFA) di institusi vokasi pertanian.

BAHAN DAN METODE

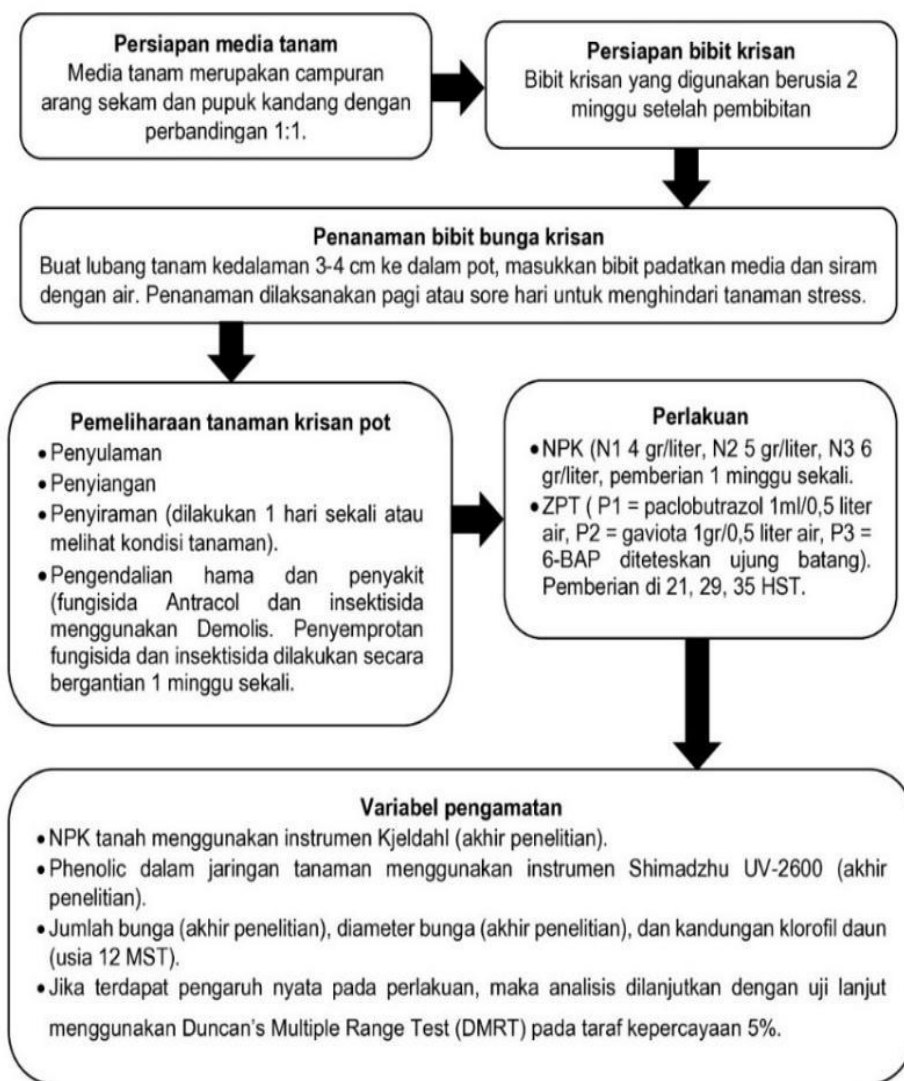
Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juli-Oktober 2024 di greenhouse Laboratorium Tanaman, Politeknik Negeri Jember, yang berada pada berlokasi di ketinggian kurang lebih 89 meter dari permukaan laut. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh dosis pupuk NPK dan tipe zat pengatur tumbuh terhadap kesuburan tanah, kadar fenolik, dan perkembangan bunga krisan di dataran rendah.

Dalam penelitian ini, peralatan yang dimanfaatkan mencakup cangkul, pot ukuran 15 cm, timba, gunting, penggaris, jangka sorong, alat tulis, kamera ponsel, spidol permanen, label, gelas ukur, gembor, dan juga sprayer. Sementara untuk bahan yang digunakan antara lain bibit krisan varietas *White Reagan* berumur dua minggu, campuran media tanam arang sekam dan pupuk kandang (perbandingan 1 : 1), pupuk NPK 16-16-16, zat pengatur tumbuh berupa paclobutrazol dan benzyl amino purin (BAP) serta pupuk Gaviota. Pestisida berupa fungisida Antracol dan insektisida Demolis.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) berbentuk faktorial, yang terdiri dari dua jenis perlakuan. Faktor pertama adalah pemberian dosis pupuk NPK16-16-16 yang terdiri dari tiga taraf, yaitu N1 (4 g/L), N2 (5 g/L), dan N3 (6 g/L). Faktor kedua yakni jenis (ZPT), yang memiliki tiga tingkatan perlakuan yaitu P1 (paclobutrazol), P2 (gaviota), dan P3 (BAP). Dengan rancangan tersebut, total terdapat 9 kombinasi perlakuan, yang masing-masing diulang tiga kali, dan setiap ulangan mencakup tiga sampel sehingga terdapat total 81 unit percobaan. Masing-masing pot ditanami 5 tanaman, sehingga total seluruh tanaman yang diamati berjumlah 405 bibit.

Pemupukan NPK diberikan dengan cara melarutkan pupuk ke dalam air sesuai dosis perlakuan dan diaplikasikan melalui penyiraman ke media tanam satu minggu sekali mulai 1 MST hingga 14 MST. ZPT diaplikasikan sesuai perlakuan, yaitu paclobutrazol dan gaviota diaplikasikan melalui penyemprotan daun, sedangkan BAP diaplikasikan ditetaskan pada ujung batang pemotongan pada umur 4 minggu setelah tanam, kemudian diulang setiap dua minggu sekali hingga fase generatif. Kondisi suhu, kelembapan, dan pencahayaan di greenhouse tidak dikontrol secara ketat, sehingga hasil pertumbuhan tanaman masih dipengaruhi oleh variasi lingkungan.

Parameter yang diamati meliputi: (1) kesuburan tanah melalui analisis kandungan N, P, dan K di akhir penelitian, dengan metode Kjeldahl (2) kadar fenolik total ditentukan menggunakan metode instrument Shimadzu UV-2600 di akhir penelitian (3) perkembangan tanaman berupa jumlah bunga dihitung saat panen, diameter bunga diukur dengan jangka sorong saat panen, waktu muncul bunga dihitung pada saat kuncup bunga muncul sebesar 50%, serta kandungan klorofil daun dengan SPAD di 12 MST. Apabila analisis ragam menunjukkan pengaruh signifikan, maka dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%. Untuk tahapan penelitian dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan penelitian

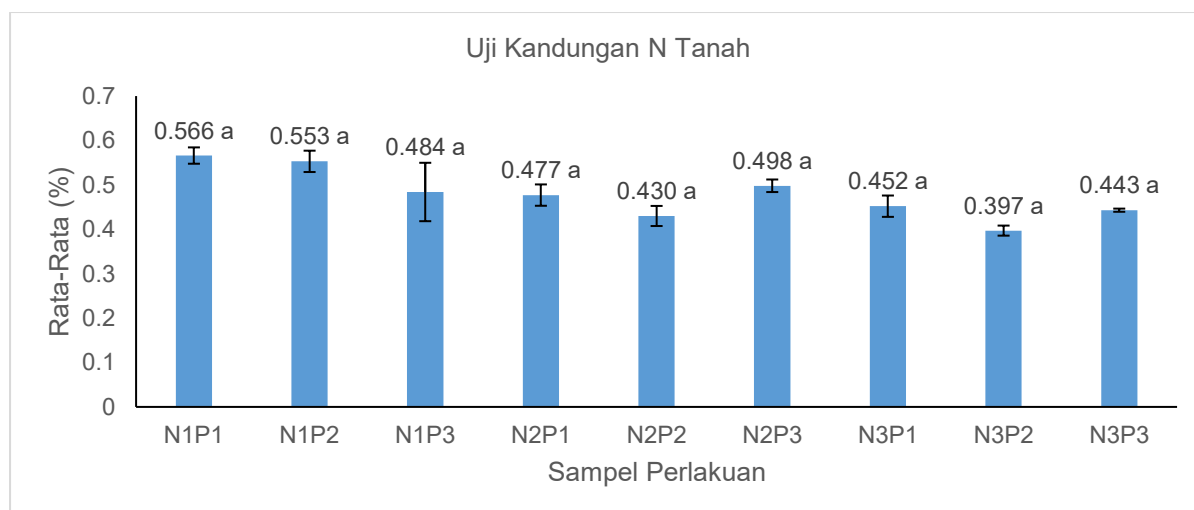
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi dosis pupuk NPK bersama dengan (ZPT) terhadap kandungan fenolik pada tanaman krisan tidak berpengaruh nyata pada seluruh parameter. Berikut adalah hasil dari penelitian pada beberapa parameter uji :

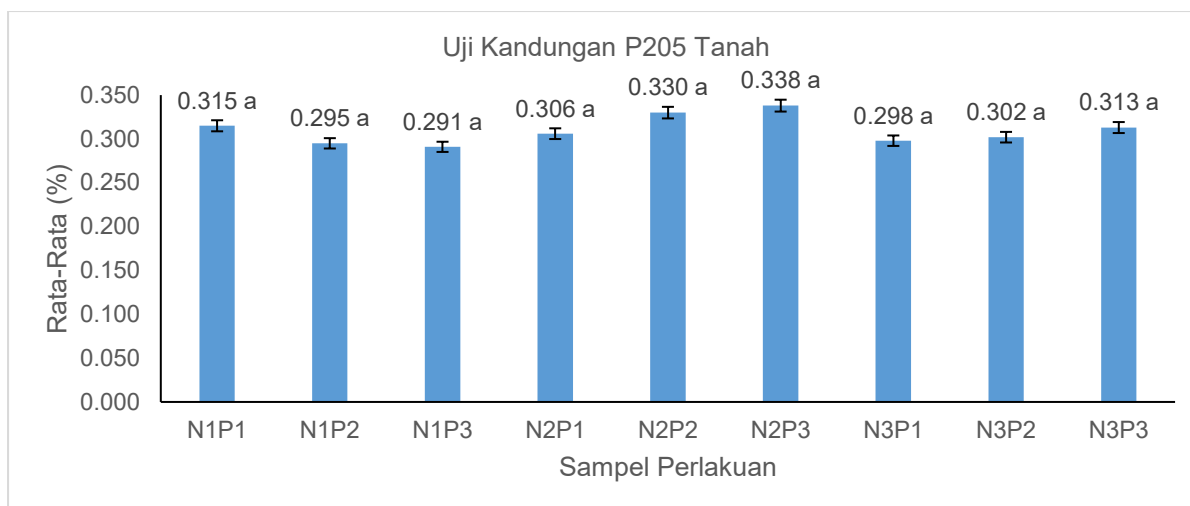
1. Kandungan NPK tanah

Kandungan nitrogen pada sampel krisan menunjukkan dimana komposisi nitrogen dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk kondisi pertumbuhan, jenis pupuk yang digunakan, serta faktor lingkungan (Gambar 2). Hasil uji menunjukkan bahwa sampel N1P1 memiliki rata-rata kandungan nitrogen tertinggi, sehingga dosis 4 g/L dapat dikatakan sebagai dosis optimal untuk meningkatkan efisiensi serapan nitrogen oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan pendapat Tarjiyo (2023) yang menyatakan bahwa ketersediaan nitrogen dalam jumlah yang cukup mampu meningkatkan aktivitas enzimatis dalam proses fotosintesis dan sintesis protein, sehingga efisiensi serapan hara oleh tanaman menjadi lebih tinggi. Peningkatan dosis lebih lanjut (N2 dan N3) justru menurunkan kadar nitrogen, hal ini disebabkan oleh menurunnya efisiensi serapan atau stres akibat kelebihan pupuk. Kelebihan nitrogen dapat mengganggu keseimbangan osmotik dan mempengaruhi

kemampuan akar dalam menyerap nutrisi lainnya, sehingga mengurangi ketersediaan nitrogen yang dapat diserap (Farhan *et al.*, 2024). Selain itu, kondisi lingkungan yang tidak optimal, seperti pH tanah yang tidak sesuai atau kelebihan kelembapan, dapat memperburuk situasi ini, mengakibatkan tanaman tidak mampu memanfaatkan nitrogen secara efektif (Oishy *et al.*, 2025). Dan juga kombinasi perlakuan P1 (Paclobutrazol) berfungsi menekan pertumbuhan vegetatif, sehingga energi tanaman lebih difokuskan pada metabolisme dan penyerapan hara seperti nitrogen (Ardigusa and Sukma, 2015). Hasil nitrogen terendah pada N3P2 0,397%. Dengan kombinasi ZPT P2 gaviota yang merupakan stimulan akar dan tunas tampaknya tidak berkontribusi besar terhadap peningkatan kadar nitrogen dalam jaringan, atau bisa jadi menyebabkan penggunaan nitrogen untuk pertumbuhan awal vegetatif, bukan akumulasi dalam jaringan (Aulia *et al.*, 2025). Ketika tanaman mengalami stimulasi pertumbuhan yang cepat, nitrogen yang tersedia cenderung digunakan untuk sintesis protein dan komponen struktural lainnya yang mendukung pertumbuhan, alih-alih disimpan dalam bentuk senyawa yang dapat diukur dalam jaringan (Paśmionka & Boligłowa, 2021).



Gambar 2. Uji kandungan N tanah, angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata



Gambar 3. Uji kandungan P2O5 tanah, angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Pada perlakuan N2P3 menunjukkan kadar fosfor tertinggi, yaitu 0,338% (Gambar 3). Peningkatan kadar fosfor ini dapat diatribusikan pada kombinasi konsentrasi pupuk yang optimal (5 g/liter) dan penggunaan BAP sebagai ZPT. BAP diketahui dapat merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi, termasuk fosfor (Yulia *et al.*, 2020). Aplikasi BAP dapat meningkatkan ketersediaan fosfor dalam tanah dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses mineralisasi fosfor. Kombinasi ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk dengan konsentrasi yang tepat dan jenis yang sesuai dapat meningkatkan ketersediaan fosfor, yang memegang peranan penting dalam menunjang proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur fosfor berperan dalam jalannya fotosintesis, pembentukan energi, serta sintesis asam nukleat, sehingga keberadaannya sangat diperlukan untuk meningkatkan hasil panen (Hasanuzzaman *et al.*, 2018).

Sebaliknya, perlakuan N1P3 mencatat kadar fosfor terendah, yaitu 0,291%. Hal ini mungkin disebabkan oleh penggunaan konsentrasi pupuk yang lebih rendah (4 g/liter) yang tidak cukup untuk meningkatkan ketersediaan fosfor dalam tanah. Meskipun BAP digunakan dalam perlakuan ini, konsentrasi pupuk yang rendah dapat membatasi efektivitasnya dalam meningkatkan kadar fosfor. Kadar fosfor

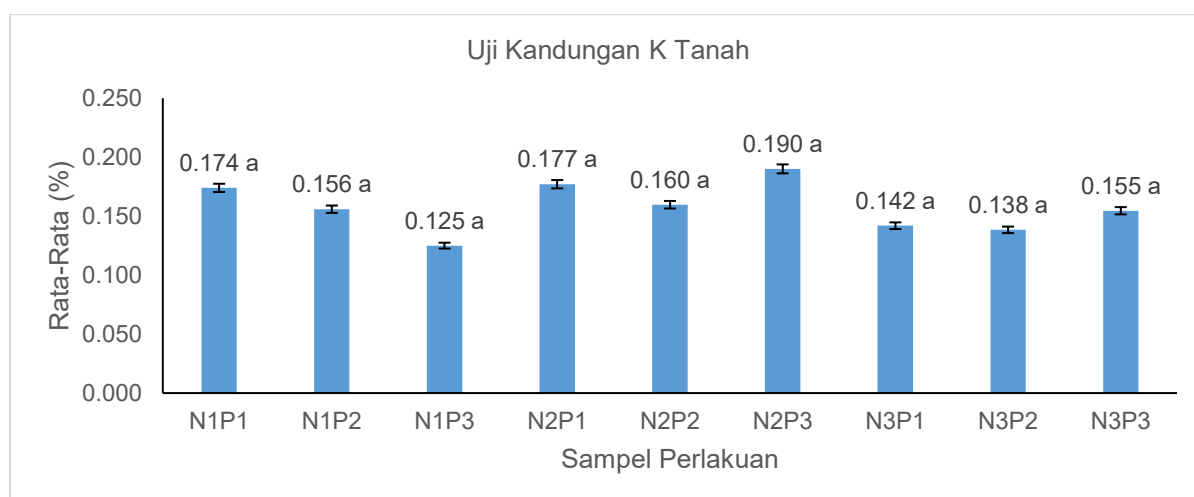
yang rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman, karena fosfor merupakan nutrisi penting yang diperlukan untuk berbagai proses fisiologis (Khan *et al.*, 2023). Kombinasi perlakuan ini menunjukkan bahwa meskipun penggunaan BAP dapat memberikan manfaat, konsentrasi pupuk yang tidak memadai dapat mengurangi efektivitasnya.

Berdasarkan perlakuan N2P3 menunjukkan nilai kandungan K tertinggi terdapat pada perlakuan N2P3 sebesar 0,190%, sedangkan kandungan K terendah ditunjukkan pada perlakuan N1P3 yaitu 0,125% (Gambar 4). Secara umum, perlakuan dengan kombinasi N2 cenderung menghasilkan kandungan K yang lebih tinggi dibandingkan N1 maupun N3. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata kandungan K pada N2P1 (0,177%) dan N2P2 (0,160%) yang relatif lebih tinggi. Peningkatan kadar kalium ini dapat didistribusikan pada kombinasi konsentrasi pupuk yang optimal (5 g/L) dan sebagai salah satu jenis sebagai ZPT, BAP berperan dalam merangsang perkembangan akar serta memperkuat kapasitas tanaman untuk menyerap unsur hara termasuk kalium. Aplikasi BAP dapat meningkatkan ketersediaan kalium dalam tanah dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses mineralisasi kalium (Nelvia, 2015). Kombinasi ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk dengan konsentrasi yang tepat dan jenis yang sesuai dapat meningkatkan ketersediaan kalium, yang sangat berkontribusi terhadap

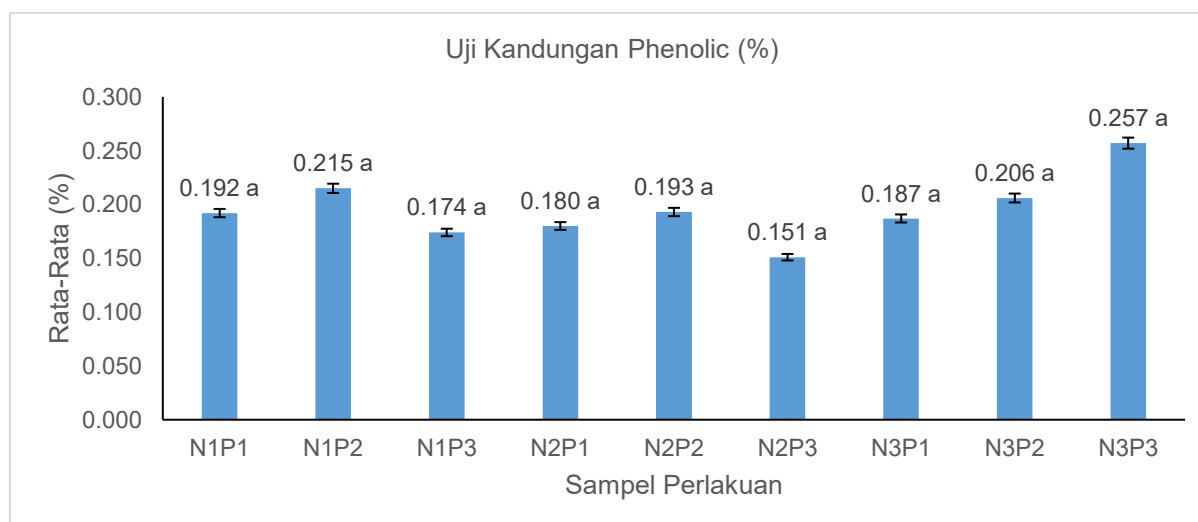
kelancaran proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Adapun kalium berperan dalam berbagai proses fisiologis, termasuk pengaturan osmosis, sintesis protein, dan fotosintesis, sehingga ketersediaannya sangat penting untuk meningkatkan hasil panen (Shidqi & Guritno, 2023).

Sebaliknya, perlakuan N1P3 mencatat kadar K terendah, yaitu 0,125%. Hal ini mungkin disebabkan oleh penggunaan konsentrasi pupuk yang lebih rendah (4 g/L) yang tidak cukup untuk meningkatkan ketersediaan kalium dalam tanah. Meskipun BAP digunakan dalam perlakuan ini, konsentrasi pupuk yang rendah dapat membatasi efektivitasnya dalam meningkatkan kadar kalium. Kadar kalium

yang rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman, karena kalium merupakan nutrisi penting yang diperlukan untuk berbagai proses fisiologis (Rahmawan, 2019). Kalium berfungsi dalam pengaturan osmosis dan keseimbangan air, yang sangat penting untuk menjaga turgor sel dan mencegah stres akibat kekeringan (Sardans & Peñuelas, 2021). Selain itu, kalium juga berperan dalam sintesis protein, aktivasi enzim, dan transportasi karbohidrat, yang semuanya mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kombinasi perlakuan ini menunjukkan bahwa meskipun penggunaan BAP dapat memberikan manfaat, konsentrasi pupuk yang tidak memadai dapat mengurangi efektivitasnya.



Gambar 4. Uji kandungan K tanah, angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata



Gambar 5. Uji kandungan *phenolic* fenolik (keterangan di grafik juga diganti fenolik)

2. Kandungan fenolik tanaman krisan

Pada Gambar 5. hasil uji kadar fenol dapat dianalisis berdasarkan kombinasi perlakuan yang diterapkan. Kadar fenol tertinggi tercatat pada sampel N3P3 dengan nilai 0,257%, yang mengindikasikan bahwa kombinasi perlakuan N3 (6 g/L) dan P3 (BAP) sangat efektif dalam merangsang sintesis senyawa fenolik. BAP, sebagai hormon pertumbuhan diketahui dapat meningkatkan aktivitas enzim yang terlibat dalam jalur biosintesis fenol, sehingga meningkatkan akumulasi metabolit sekunder yang berfungsi sebagai pertahanan tanaman terhadap stres lingkungan. Aplikasi eksogen BAP secara signifikan meningkatkan akumulasi senyawa fenolik (seperti asam salvanolik dan rosmarinik) serta enzim-enzim antioksidan seperti katalase dan ascorbate peroksidase, yang meskipun bukan langsung jalur fenolik, adalah bagian dari respons metabolik sekunder terhadap stress (Zhang *et al.*, 2022). Peningkatan kadar fenol ini dapat dihubungkan dengan kemampuan BAP dalam merangsang sintesis senyawa fenolik, yang berfungsi sebagai pertahanan tanaman terhadap stres biotik dan abiotik (Zagoskina *et al.*, 2023). Penelitian oleh Sugiyanta (2022) mendukung temuan ini, menunjukkan bahwa aplikasi BAP dapat meningkatkan produksi senyawa fenolik, yang berkontribusi pada resistensi tanaman terhadap patogen dan adaptasi pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan.

Sebaliknya, kadar fenol terendah ditemukan pada sampel N2P3 dengan nilai 0,151%. Meskipun BAP berpotensi meningkatkan kadar fenol, dalam kombinasi

ini, konsentrasi N2 (5 gr/liter) mungkin tidak cukup untuk mendukung sintesis fenol yang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan antara konsentrasi nutrisi dan hormon sangat penting dalam mempengaruhi metabolisme tanaman. Penelitian oleh Utomo *et al.* (2020) menunjukkan bahwa konsentrasi nutrisi yang tidak tepat dapat menghambat produksi metabolit sekunder, termasuk fenol, yang mengindikasikan perlunya penelitian lebih lanjut untuk menentukan dosis yang optimal. Konsentrasi nutrisi yang tidak seimbang dapat mempengaruhi jalur biosintesis sebagai salah satu jenis metabolit sekunder, senyawa ini berperan besar dalam menjaga ketahanan tanaman dan kualitas produk akhir (Rachmawan and Dalimunthe, 2017).

Perlakuan N1 (4 g/L) menunjukkan kadar fenol yang bervariasi antara 0,174% (N1P3) hingga 0,215% (N1P2). Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi N1 lebih rendah, penggunaan paclobutrazol (P1) dalam kombinasi ini dapat memberikan efek positif pada sintesis fenol. Paclobutrazol berfungsi sebagai penghambat biosintesis giberelin, yang dapat mengalihkan sumber daya tanaman untuk memproduksi metabolit sekunder, termasuk fenol (Kishore, Singh and Kurian, 2015). Perlakuan N2 (5 g/L) menunjukkan nilai yang lebih kecil dibanding N1 dan N3, dengan kadar fenol berkisar antara 0,151% (N2P3) hingga 0,193% (N2P2). Meskipun gaviota (P2) berpotensi meningkatkan kadar fenol, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi ini mungkin tidak cukup untuk memaksimalkan sintesis fenol.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Sidik Ragam Terhadap Parameter Perkembangan Tanaman Krisan

No	Variabel Pengamatan	Sumber Keragaman		
		N	P	NxP
1.	Diameter Bunga (Panen)	ns	**	ns
2.	Jumlah Bunga (Panen)	ns	*	ns
3.	Klorofil Daun (12 MST)	ns	**	ns

Keterangan : N = Dosis Pupuk NPK, P = Perlakuan ZPT, NxP = Interaksi dosis pupuk NPK dan pemberian ZPT, ns = tidak berbeda nyata, (*) = berbeda nyata, (**) = berbeda sangat nyata.

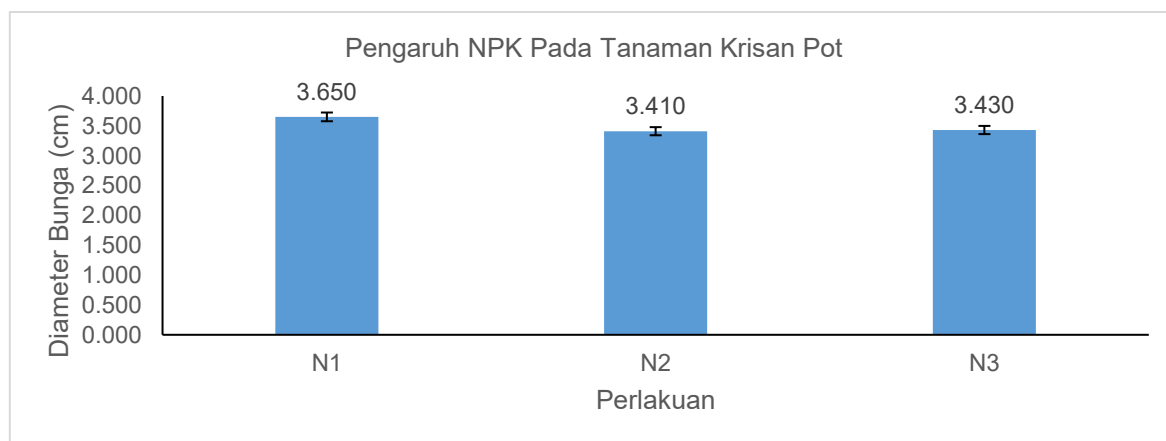
Pengaruh Dosis Pupuk NPK Pada Tanaman Krisan Pot

a. Diameter bunga dan jumlah bunga

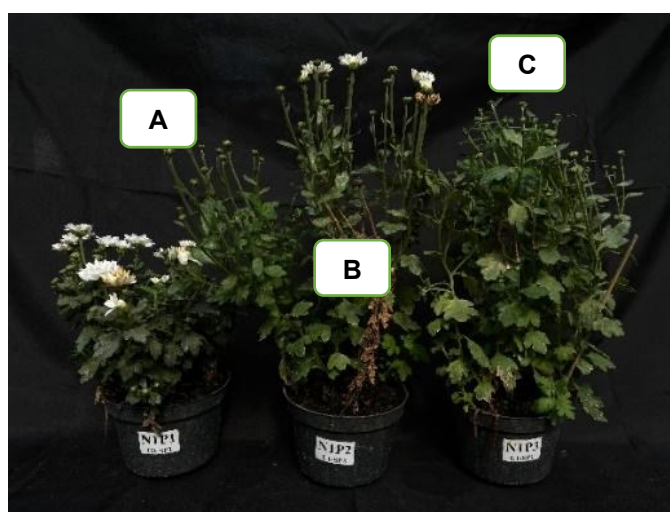
Temuan penelitian mengungkapkan bahwa variasi dosis pupuk NPK tidak memunculkan perbedaan nyata (ns) pada kedua parameter tersebut. Hasil rata-rata diameter bunga dilihat pada (Gambar 6) dan jumlah bunga dapat dilihat pada (Gambar 8).

Pada diagram diameter bunga menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dan menunjukkan perlakuan N1 lebih baik daripada perlakuan N2 dan N3 (Gambar 6). Meskipun N2 dan N3 menggunakan konsentrasi pupuk yang lebih tinggi, diameter bunga yang dihasilkan tidak menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan N1. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa ada batas

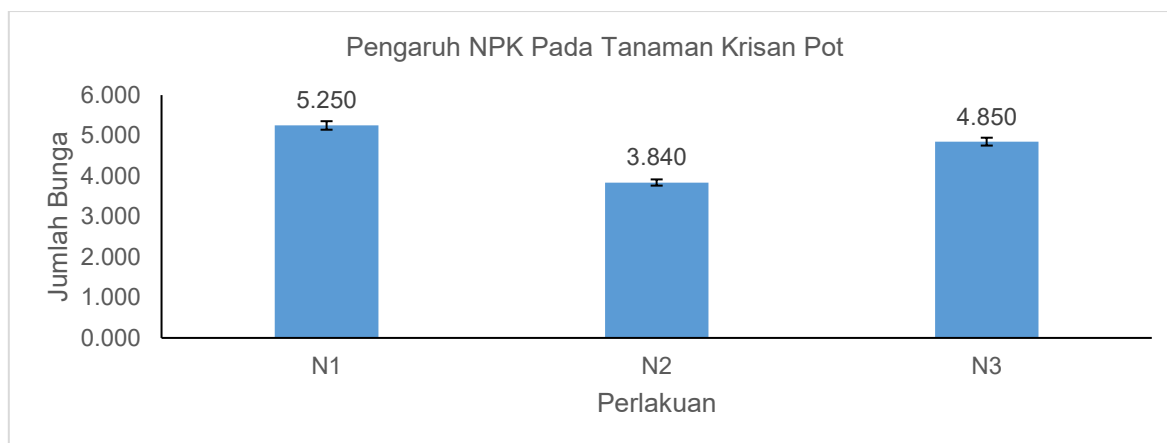
optimal dalam penggunaan pupuk, di mana peningkatan konsentrasi pupuk tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan ukuran bunga. Hal ini disebabkan karena ketersediaan nutrisi di dalam tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan kebutuhan nutrisi tersebut telah terpenuhi, penambahan pupuk tidak lagi memberikan dampak yang nyata (Ibnusina, 2024). Aplikasi pupuk dengan kadar yang melebihi kebutuhan tanaman dapat memicu efek merugikan pada proses pertumbuhannya, termasuk gangguan dalam penyerapan nutrisi dan peningkatan risiko stres fisiologis (Rafii & Pribadi, 2023). Faktor lingkungan lain seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya pun memiliki pengaruh penting dalam pertumbuhan tanaman.



Gambar 6. Diagram hasil pengaruh NPK terhadap diameter bunga



Gambar 7. Hasil akhir tanaman (A) N1P1, (B) N1P2, (C) N1P3



Gambar 8. Diagram hasil pengaruh NPK terhadap jumlah bunga

Parameter diagram jumlah bunga dan diameter bunga hasilnya memperlihatkan bahwa perlakuan N1 memberikan angka lebih besar dibandingkan perlakuan N2 dan N3 (Gambar 8). Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun N2 dan N3 menggunakan walaupun dosis pupuk ditingkatkan, jumlah bunga yang dihasilkan tetap tidak lebih banyak daripada perlakuan N1. Fakta tersebut menandakan adanya tingkat optimal dalam pemberian pupuk, di mana peningkatan konsentrasi pupuk tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan jumlah bunga. Faktor penyebabnya adalah tingginya kadar nitrogen (N) yang dapat merangsang peningkatan pertumbuhan vegetatif tanpa mengurangi energi pada proses pembungaan (Haridamar & Santoso, 2018). Setiap tanaman memiliki kebutuhan nutrisi yang spesifik, dan penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan efek negatif, seperti penurunan efisiensi penyerapan nutrisi dan peningkatan risiko keracunan (Toor *et al.*, 2020).

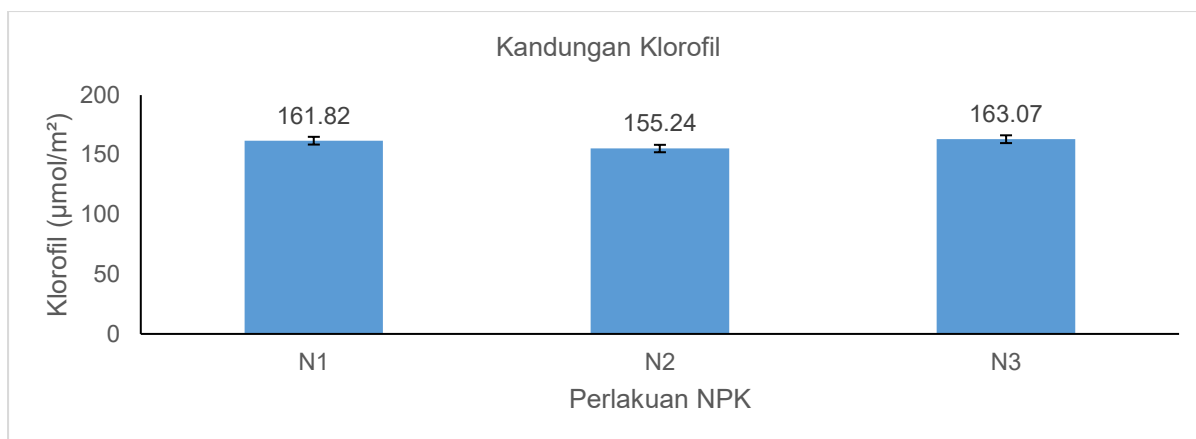
b. Kandungan klorofil

Penelitian ini memperlihatkan bahwa penerapan dosis pupuk NPK tidak berpengaruh nyata (ns) pada kandungan klorofil daun. Nilai rata-rata klorofil daun ditampilkan pada (Gambar 9).

Pada klorofil daun menunjukkan bahwa perlakuan N3 lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan N1 dan N2. Faktor penyebabnya

adalah tingginya dosis pupuk NPK yang mampu meningkatkan kualitas klorofil pada daun tanaman krisan pot karena unsur nitrogen (N) dalam pupuk tersebut berkontribusi besar terhadap pembentukan klorofil serta berlangsungnya proses fotosintesis. Studi yang sebelumnya dilakukan oleh Firgiyanto *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa tanaman krisan yang diberikan dosis pupuk yang tinggi menunjukkan efisiensi fotosintesis yang lebih baik, yang berkontribusi terhadap peningkatan kadar klorofil.

Secara umum, pemupukan mengacu pada pemberian bahan tambahan ke tanah untuk meningkatkan atau memperbaiki kesuburan tanah. Sementara itu, pemupukan secara khusus diartikan pada pemberian bahan dengan maksud memperkaya kandungan nutrisi yang tersedia di dalam tanah dan dapat diambil oleh tanaman. Pemupukan dilakukan dengan cara yang benar dan tepat, pemupukan dapat mendukung pertumbuhan secara optimal (Makmur & Zainuddin, 2020). Penggunaan konsentrasi pemupukan mampu menunjang proses tumbuh dan berkembangnya tanaman krisan melalui pemenuhan unsur hara yang diperlukan. Pemupukan ini dilakukan mulai pada minggu pertama setelah tanam dan dilakukan secara rutin setiap minggu hingga mencapai umur 14 minggu setelah tanam.



Gambar 9. Diagram kandungan klorofil



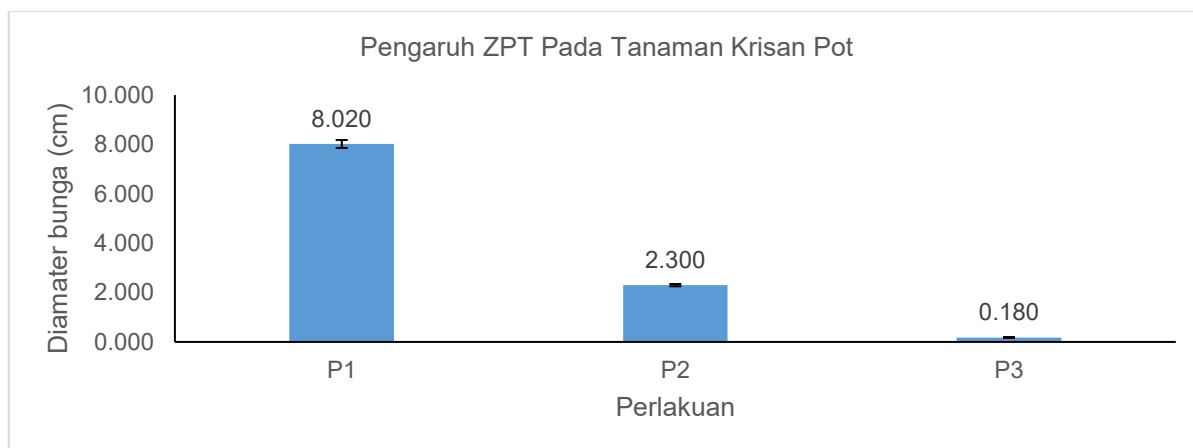
Gambar 10. Hasil akhir (A) N2P1, (B) N2P2, (C) N2P3

Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Pada Tanaman Krisan Pot

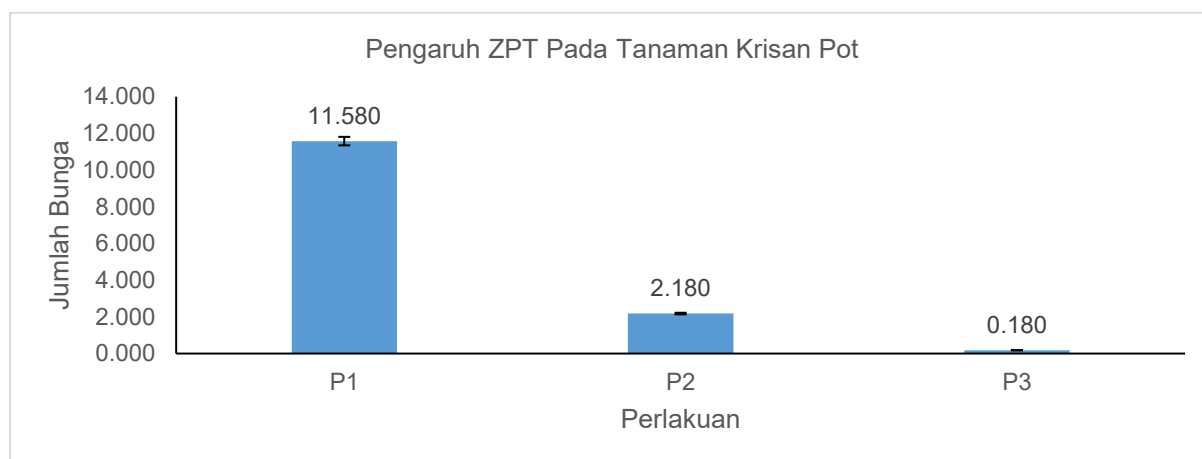
a. Diameter bunga dan jumlah bunga

Dari hasil penelitian diketahui bahwa aplikasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) mempengaruhi kedua parameter secara sangat nyata (**). Hasil rata-rata diameter bunga dilihat pada (Gambar 11) dan jumlah bunga dapat dilihat pada (Gambar 12). Parameter diameter bunga menunjukkan berbeda sangat nyata, nilai pada perlakuan P1 tercatat lebih besar dibandingkan P2 dan P3. Paclobutrazol (P1) adalah regulator pertumbuhan yang dikenal dapat mempengaruhi ukuran dan kualitas bunga dengan cara menghambat biosintesis giberelin, yang berperan dalam proses

pertumbuhan tanaman. Karena efektivitas paclobutrazol dalam meningkatkan diameter bunga disebabkan oleh sifat sumber daya tanaman untuk memperbaiki struktur bunga daripada pertumbuhan vegetatif. Penelitian Hariodamar dan Santoso (2018), menunjukkan bahwa konsentrasi paclobutrazol yang optimal dapat meningkatkan diameter bunga, daripada zat pengatur tumbuh yang lainnya. Penggunaan paclobutrazol dapat meningkatkan ukuran bunga dengan cara mengatur pertumbuhan vegetatif dan memfokuskan energi tanaman pada pembungaan (Ardigusa and Sukma, 2015).



Gambar 11. Diagram hasil pengaruh ZPT terhadap diameter bunga
(Keterangan gambar typo diameter, diganti diameter)

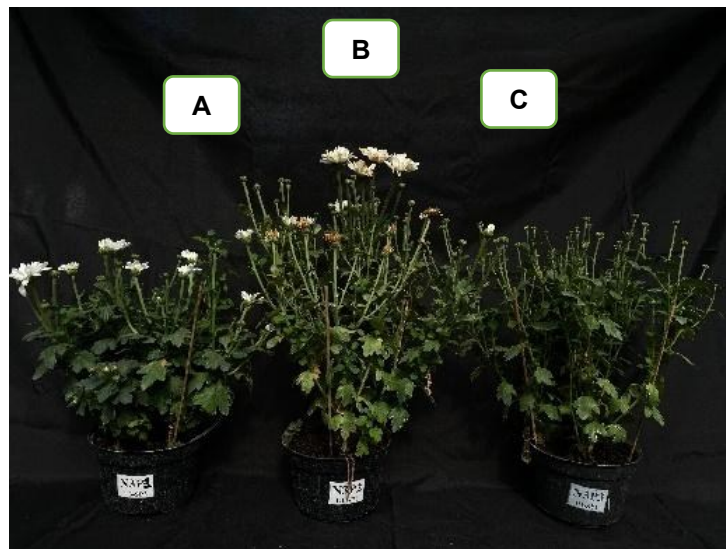


Gambar 12. Diagram hasil pengaruh ZPT terhadap jumlah bunga

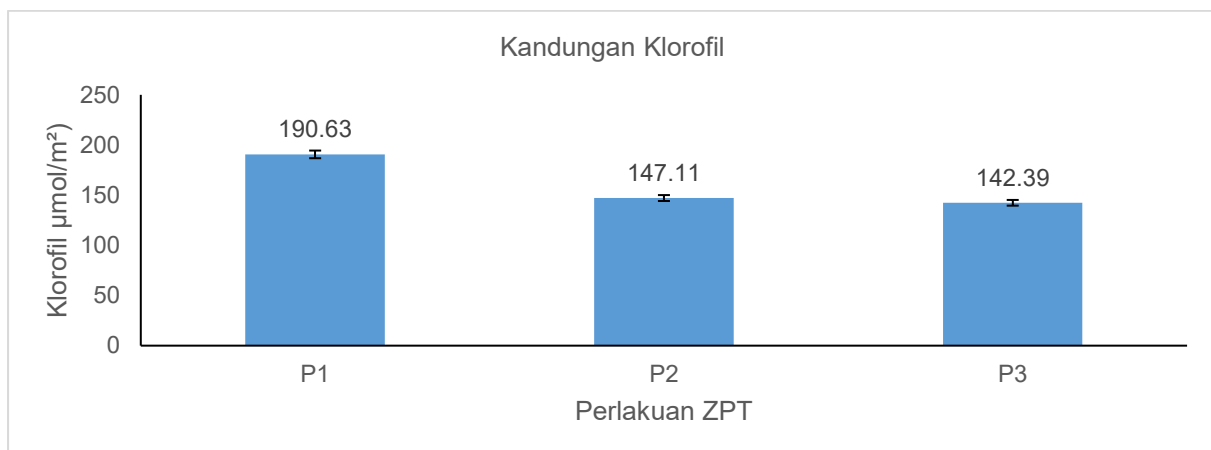
Rata-rata jumlah bunga tertinggi ditemukan pada perlakuan P1 yaitu 11,58, diikuti oleh P2 sebesar 2,18, dan yang terendah pada P3 yaitu 0,18. Perlakuan P1 (paclobutrazol) menunjukkan pengaruh paling nyata dalam meningkatkan jumlah bunga. Paclobutrazol adalah senyawa penghambat biosintesis giberelin yang bekerja dengan cara menghambat elongasi batang serta merangsang pembentukan bunga melalui pengalihan sumber daya tanaman dari pertumbuhan vegetatif ke generatif. Mekanisme ini telah banyak dilaporkan efektif dalam merangsang pembungaan, terutama pada tanaman hortikultura dan buah-buahan tropis. Menurut Soumya *et al.* (2017), paclobutrazol dapat meningkatkan induksi bunga melalui penghambatan biosintesis giberelin dan peningkatan rasio C/N dalam jaringan tanaman, yang pada akhirnya mendorong diferensiasi meristem menjadi organ

generatif. Karena paclobutrazol bekerja untuk menghambat biosintesis giberelin dan hormon yang mendorong pertumbuhan vegetatif termasuk pembentukan bunga. Paclobutrazol meningkatkan jumlah bunga pada berbagai tanaman hortikultura dengan menghambat giberelin dan meningkatkan hormon yang mendukung pembungaan (Desta & Amare, 2021).

Selanjutnya penggunaan ZPT komersial berbasis hormon seperti gaviota umumnya efektif meningkatkan hasil tanaman tetapi tidak selalu konsisten dalam merangsang pembungaan secara langsung. Pemberian BAP dapat merangsang peningkatan tunas, tetapi tidak selalu berakibat pada penambahan jumlah bunga, terutama jika tidak dikombinasikan dengan hormon lain yang mendukung pembungaan (Maninggolang, Polii-Mandang & Tilaar, 2018).



Gambar 13. Hasil akhir (A) N3P1, (B) N3P2, (C) N3P3



Gambar 14. Kandungan klorofil (Pada gambar di satuan klorofil kurang tanda kurung ())

b. Kandungan Klorofil

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan ZPT menunjukkan pengaruh yang sangat nyata (**) pada ukuran diameter bunga. Hasil rata-rata diameter bunga dapat dilihat pada Gambar 14. Pada klorofil daun menunjukkan perlakuan P1 memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan P2 dan P3. Kondisi ini karena klorofil daun pada tanaman krisan pot perlakuan paclobutrazol mampu meningkatkan kadar klorofil dibandingkan dengan perlakuan gaviota dan BAP (6). Hal ini disebabkan oleh efektivitas paclobutrazol dalam mengatur pertumbuhan tanaman, sehingga daun dapat menerima lebih banyak cahaya matahari yang baik (Ardigusa &

Sukma, 2015). Peningkatan kadar klorofil pada perlakuan paclobutrazol diduga berkaitan dengan kemampuannya dalam menghambat elongasi batang dan memperpendek ruas, sehingga daun menjadi lebih kompak dan efisien dalam menangkap cahaya matahari. Selain itu, paclobutrazol juga diketahui mampu meningkatkan aktivitas enzim dan metabolit yang terlibat dalam biosintesis klorofil, sehingga meningkatkan akumulasi klorofil pada jaringan daun. Menurut Darmawan *et al.* (2016), aplikasi paclobutrazol dapat meningkatkan kandungan klorofil melalui penghambatan biosintesis giberelin, yang berujung pada akumulasi fotosintat dan peningkatan efisiensi fotosintesis.

Pengaruh Interaksi Dosis Pupuk NPK dan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Tanaman Krisan Pot

Hasil rekapitulasi sidik ragam menunjukkan bahwa dosis pupuk NPK dan aplikasi ZPT tidak saling berinteraksi terhadap semua parameter pengamatan (Tabel 1). Tidak adanya interaksi antara pupuk NPK dan ZPT menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut memiliki fungsi yang berbeda, yaitu pupuk NPK berperan menyediakan nutrisi sedangkan ZPT berfungsi mengatur proses fisiologis pertumbuhan tanaman. Di sisi lain, pemupukan NPK yang telah mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman, sehingga pemberian (ZPT) tidak memberikan pengaruh yang berarti. Ketika nutrisi sudah optimal, maka pengaruh (ZPT) cenderung tidak terlihat. Hal ini dapat dijelaskan dengan prinsip Liebig's Law of the Minimum yang menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh faktor yang paling sedikit tersedia. Apabila kebutuhan nutrisi utama, khususnya NPK, sudah terpenuhi, maka faktor pembatas pertumbuhan tidak lagi berasal dari unsur hara, sehingga aplikasi ZPT tidak memberikan pengaruh tambahan yang berarti. Temuan ini sejalan dengan laporan terbaru yang menunjukkan bahwa efektivitas zat pengatur tumbuh sangat dipengaruhi oleh ketersediaan hara. Ketika nutrisi telah tersedia secara optimal dan seimbang, respon tanaman cenderung tidak signifikan (Shah *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi dosis pupuk NPK tidak memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan. Sebaliknya, aplikasi (ZPT) memberikan dampak signifikan, terutama pada waktu munculnya bunga dan jumlah bunga yang terbentuk. ZPT jenis paclobutrazol mampu meningkatkan akumulasi nitrogen karena fungsinya menghambat pertumbuhan vegetatif, sehingga energi tanaman lebih terfokus pada proses generatif. Sementara itu, penggunaan Benzyl amino purine (BAP) terbukti merangsang sintesis senyawa fenolik serta meningkatkan kandungan fosfor dan kalium

melalui stimulasi pertumbuhan akar yang lebih optimal. Interaksi antara dosis pupuk NPK dan jenis ZPT tidak menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap semua parameter yang diamati. Dengan demikian, jenis ZPT menjadi faktor yang paling menentukan dalam penelitian ini. BAP berpotensi digunakan untuk meningkatkan kandungan fenol, fosfor, dan kalium, sedangkan paclobutrazol lebih efektif dimanfaatkan untuk mengendalikan pertumbuhan vegetatif sekaligus mendukung proses pembungaan krisan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami haturkan kepada Politeknik Negeri Jember yang telah menyediakan fasilitas dan mendukung kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardigusa, Y. and Sukma, D. (2015) 'Pengaruh Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman *Sansevieria* (*Sansevieria trifasciata* Laurentii)', *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 6(1), pp. 45–53. Available at: <https://doi.org/10.29244/jhi.6.1.45-53>.
- Aulia, S., Emalya, M.M., Kurniawati, H., Biologi, P.S., Terbuka, U. and Selatan, T. (2025) 'Pengaruh variasi pemberian pupuk daun gaviota 63 dan Gandasil Dterhadap pertumbuhan anggrek dendrobium fase seedling', 2(1), pp. 1069–1080.
- Darmawan, M., Poerwanto, R. and Susanto, S. (2016) 'Aplikasi Prohexadion-Ca, Paclobutrazol, dan Strangulasi untuk Induksi Pembungaan di Luar Musim Pada Tanaman Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*)', *Jurnal Hortikultura*, 24(2), p. 133. Available at: <https://doi.org/10.21082/jhort.v24n2.2014.p133-140>.
- Desta, B. and Amare, G. (2021) 'Paclobutrazol as a plant growth regulator', *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, pp. 1–15. Available at:

- <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00199-z>.
- Dian Fikri Alfian, Nelvia, H.Y. (2015) 'Pengaruh Pemberian Pupuk Kalium Dan Campuran Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Abu Boiler Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium asacalonicum* L.)', 5(2), pp. 1–6.
- Farhan, M., Sathish, M., Kiran, R., Mushtaq, A., Baazeem, A., Hasnain, A., Hakim, F., Naqvi, S.A.H., Mubeen, M., Iftikhar, Y., Abbas, A., Hassan, M.Z. and Moustafa, M. (2024) 'Plant Nitrogen Metabolism: Balancing Resilience to Nutritional Stress and Abiotic Challenges', *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 93(3), pp. 581–609. Available at: <https://doi.org/10.32604/phyton.2024.046857>.
- Firgiyanto, R., Rohman, F., Sukri, M.Z., Kusparwanti, T.R., Dinata, G.F. and Wardani, W.A. (2023) 'Penampilan Tanaman Krisan Pot (*Dendranthema grandiflora*) pada Pemberian Pupuk Organik dan Anorganik', *Agropross : National Conference Proceedings of Agriculture*, pp. 448–457. Available at: <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.516>.
- Hariodamar, H. and Santoso, M. (2018) 'Pengaruh Pemberian Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Dua Varietas Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) The Effect Of Nitrogen Fertilizer Application On The Growth And The Yield Two Varieties Of Mustard (*Brassica juncea* L.)', 6(9), pp. 2133–2141.
- Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Oku, H., Nahar, K. and Hawrylak-Nowak, B. (2018) 'Plant nutrients and abiotic stress tolerance', *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*, (June), pp. 1–590. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8>.
- Ibnusina, F. (2024) 'Efek Pemberian Jakaba terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Organosol', 35(2), pp. 250–258.
- Indra Setya Rahmawan, A.Z.A. dan S. (2019) 'Pengaruh Pemupukan Kalium (K) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kubis (*Brassica oleraceae* var. capitata, L.)', 3(October 2012), pp. 17–23.
- Jiang, K., Peng, S., Yin, Z., Li, X., Xie, L., Shen, M., Li, D. and Gao, J. (2024) 'Effects of N, P, K Nutrition Levels on the Growth, Flowering Attributes and Functional Components in *Chrysanthemum morifolium*', *Horticulturae*, 10(3). Available at: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030226>.
- Khalim Rizkiana Bahri, Sugiyanta, N.M.A.W. (2022) 'Aplikasi Benzyl Amino Purine (BAP) untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produktivitas Empat Varietas Padi Sawah', 9860(3), pp. 397–407.
- Khan, F., Siddique, A.B., Shabala, S., Zhou, M. and Zhao, C. (2023) 'Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses', *Plants*, 12(15). Available at: <https://doi.org/10.3390/plants12152861>.
- Kishore, K., Singh, H.S. and Kurian, R.M. (2015) 'Paclobutrazol use in perennial fruit crops and its residual effects: A review', *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85(7), pp. 863–872. Available at: <https://doi.org/10.56093/ijas.v85i7.50091>.
- Makmur, M. and Zainuddin, D.U. (2020) 'Pengaruh Berbagai Metode Aplikasi Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)', *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1), p. 11. Available at: <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i1.631>.
- Maninggolang, A., Polii-Mandang, J.S. and Tilaar, W. (2018) 'Pengaruh BAP

- (Benzyl Amino Purine) Dan Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan Tunas Pucuk Dan Kandungan Sulforafan Brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* plenck) Secara In-Vitro', *Agri-Sosioekonomi*, 14(1), p. 439. Available at: <https://doi.org/10.35791/agrsosek.14.1.2018.19730>.
- Oishy, M.N., Shemonty, N.A., Fatema, S.I., Mahbub, S., Mim, E.L., Hasan Raisa, M.B. and Anik, A.H. (2025) 'Unravelling the effects of climate change on the soil-plant-atmosphere interactions: A critical review', *Soil and Environmental Health*, 3(1), p. 100130. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.seh.2025.100130>.
- Paśmionka, I.B., Bulski, K. and Boligłowa, E. (2021) 'The participation of microbiota in the transformation of nitrogen compounds in the soil—a review', *Agronomy*, 11(5). Available at: <https://doi.org/10.3390/agronomy11050977>.
- Pinto, T., Aires, A., Cosme, F., Bacelar, E., Morais, M.C., Oliveira, I., Ferreira-Cardoso, J., Anjos, R., Vilela, A. and Gonçalves, B. (2021) 'Bioactive (Poly)phenols, volatile compounds from vegetables, medicinal and aromatic plants', *Foods*, 10(1). Available at: <https://doi.org/10.3390/foods10010106>.
- Rachmawan, A. and Dalimunthe, C.I. (2017) 'Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan Sebagai Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman Karet', *Warta Perakretan*, 36(1), pp. 15–28. Available at: <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v36i1.324>.
- Rafii, A.K. and Pribadi, D.U. (2023) 'Dampak Penggunaan Pupuk Hayati dengan Variasi Waktu Pemberian dan Konsentrasi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Rawit', *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 26(2), pp. 111–120. Available at: <https://doi.org/10.30596/agrium.v26i2.14999>.
- Sardans, J. and Peñuelas, J. (2021) *Potassium control of plant functions: Ecological and agricultural implications, Plants*. Available at: <https://doi.org/10.3390/plants10020419>.
- Sari, N.L., Sasmita, E.R. and Irawati, E.B. (2023) 'Application of NPK Fertilizer and Paclobutrazol on Growth', *BIO Web of Conferences*, 69, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236901010>.
- Shah, R., Khan, R.S., Jan, A.U., Ullah, S., Ditta, A., Islam, Z., Ullah, R., Ullah, R., Soufan, W., Almutairi, K.F., Rajendran, K., Elango, D. and El Sabagh, A. (2023) 'Plant Growth Regulators with a Balanced Supply of Nutrients Enhance the Phytoextraction Efficiency of Parthenium hysterophorus for Cadmium in Contaminated Soil', *ACS Omega*, 8(21), pp. 18940–18950. Available at: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c01429>.
- Sharma, N., Radha, R., Kumar, M., Kumari, N., Puri, S., Rais, N., Natta, S., Dhupal, S., Navamaniraj, N., Chandran, D., Mohankumar, P., Muthamilselvan, M., Senapathy, M., Deshmukh, V., Damale, R.D., Anitha, T., Balamurugan, V., Sathish, G. and Lorenzo, J.M. (2023) 'Phytochemicals, therapeutic benefits and applications of chrysanthemum flower: A review', *Heliyon*, 9(10), p. e20232. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20232>.
- Shidqi, H. and Guritno, B. (2023) 'Pengaruh Pupuk Nitrogen dan Kalium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) Effect of Nitrogen and Potassium Fertilizer on Growth and Yield of Long Beans Plants (*Vigna sinensis* L.)', 11(4), pp. 248–257.

- Soumya, P.R., Kumar, P. and Pal, M. (2017) 'Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant', *Indian Journal of Plant Physiology*, 22(3), pp. 267–278. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40502-017-0316-x>.
- Tarjiyo, E. (2023) 'Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap Pupuk Kotoran Burung Puyuh dan Pupuk Organik Cair (POC) Bonggol Pisang', 3(2).
- Toor, M.D., Amin, M.M., Khan, B.A., Nadeem, M.A., Javaid, M.M., Adnan, M., Aziz, A., Qura-Tul-Ain, ., Hussain, A., Mehmood, Z., Usman, M., Faizan, M., Arshad, A. and Zafar, K. (2020) 'Consequence of surplus fertilizers and nutrients: a review on effect on plants and humans', *International Journal of Botany Studies*, 5(3), pp. 360–364. Available at: https://www.researchgate.net/publication/342145714_Consequence_of_surplus_fertilizers_and_nutrients_a_review_on_effect_on_plants_and_humans.
- Utomo, D.S., Kristiani, E.B.E. and Mahardika, A. (2020) 'The Effect of Growth Location on Flavonoid, Phenolic, Chlorophyll, Carotenoid and Antioxidant Activity Levels in Horse Whip (*Stachytarpheta Jamaicensis*)', *Bioma*, 22(2), pp. 143–149.
- Vina (2016) 'Pertumbuhan dan Pembungaan Krisan (*Chrysanthemum* sp.) Pada Berbagai Komposisi Media Tanam', *Fakultas Pertanian* [Preprint]. Available at: http://scholar.unand.ac.id/18531/5/SRIPSI_FULL_VINA.pdf_wrtmk.pdf.
- Wijayani, A., Wirawati, T. and Wongsoyudo (2016) 'Perbaikan sifat agronomis krisan melalui teknik pengaturan penyinaran tambahan dan uji kesegaran bunga The improvement of agronomic traits of chrysanthemum through additional lighting and flower faselife assessment in Hargobinangun, Sleman, DIY', *Agrivet*, 18, pp. 38–44.
- Yulia, E., Baiti, N., Handayani, R.S. and Nilahayati, N. (2020) 'Respon Pemberian Beberapa Konsentrasi BAP dan IAA terhadap Pertumbuhan Sub-Kultur Anggrek *Cymbidium* (*Cymbidium finlaysonianum* Lindl.) secara In-Vitro', *Jurnal Agrium*, 17(2). Available at: <https://doi.org/10.29103/agrium.v17i2.5870>.
- Zagoskina, N.V., Zubova, M.Y., Nechaeva, T.L., Kazantseva, V.V., Goncharuk, E.A., Katanskaya, V.M., Baranova, E.N. and Aksenova, M.A. (2023) 'Polyphenols in Plants: Structure, Biosynthesis, Abiotic Stress Regulation, and Practical Applications (Review)', *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms241813874>.
- Zhang, Z., Zhang, Y., Zhang, S., Wang, L., Liang, X., Wang, X., Wu, H., Zou, H., Zhang, C., Wang, M. (2022) 'Foliar Spraying of 6-Benzylaminopurine Promotes Growth and Flavonoid Accumulation in Mulberry (*Morus alba* L.)', *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(6), pp. 2232–2245. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10435-x>.