

Aplikasi Giberelin pada Berbagai Konsentrasi dan Waktu untuk Meningkatkan Pertumbuhan serta Hasil Kubis Bunga di Dataran Rendah

Gibberellin Application at Various Concentrations and Timings to Improve the Growth and Yield of Cauliflower in the Lowlands

Bram Mukhaimin^{1*}, Zulkarnain Zulkarnain¹, Budiwati Ichwan¹

¹(Program Studi Magister Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Indonesia.

*corresponding author, email: brammukhaimin00@gmail.com

ABSTRAK

Budidaya kubis bunga di dataran rendah sering kali terkendala oleh suhu tinggi yang menghambat inisiasi curd. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu aplikasi giberelin terhadap pertumbuhan dan hasil kubis bunga di dataran rendah. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi giberelin yang terdiri dari 4 taraf yaitu, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm. Faktor kedua adalah waktu aplikasi yang terdiri dari 3 taraf yaitu, 1 MST (minggu setelah tanam), 3 MST, dan 5 MST. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas konsentrasi giberelin tidak bergantung pada waktu aplikasi yang diberikan. Konsentrasi giberelin berpengaruh nyata terhadap bobot segar curd dan bobot segar total tanaman. Perlakuan giberelin 50 ppm memberikan hasil tertinggi pada bobot segar curd (329 g) dan bobot segar total tanaman (1052,52 g). Sementara itu, faktor waktu aplikasi hanya berpengaruh nyata terhadap diameter curd, dengan waktu aplikasi terbaik pada 3 MST yang menghasilkan diameter curd tertinggi sebesar 13,26 cm.

Kata kunci: hormon; suhu tinggi; pembungaan; penyemprotan daun; vernalisasi

ABSTRACT

Cauliflower cultivation in the lowlands is frequently constrained by high temperatures that inhibit curd initiation. This study aimed to determine the effect of gibberellin concentration and application timing on the growth and yield of lowland cauliflower. The method used was a two-factor factorial Completely Randomized Design (CRD). The first factor was gibberellin concentration, consisting of 4 levels: 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, and 200 ppm. The second factor was application timing, consisting of 3 levels: 1 WAP (weeks after planting), 3 WAP, and 5 WAP. The results showed that the effectiveness of gibberellin concentration did not depend on the timing of application. Gibberellin concentration significantly affected fresh curd weight and total plant fresh weight. The 50 ppm gibberellin treatment resulted in the highest fresh curd weight (329 g) and total plant fresh weight (1052.52 g). Meanwhile, the application timing factor only significantly affected curd diameter, with the optimal timing at 3 WAP, producing the highest curd diameter of 13.26 cm.

Keywords: hormone; high temperature; flowering; foliar spray; vernalization

PENDAHULUAN

Kubis bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting yang memiliki nilai ekonomis dan kandungan gizi yang tinggi. Sayuran ini sangat diminati karena bagian yang dikonsumsi berupa curd (kepala bunga) memiliki tampilan menarik, padat, dan kaya nutrisi seperti vitamin dan mineral. Umumnya, kubis bunga dibudidayakan di wilayah dataran tinggi yang memiliki suhu relatif rendah. Matschegewski *et al.* (2015) menjelaskan bahwa kubis bunga memiliki proses fisiologis yang disebut dengan vernalisasi, di mana tanaman memerlukan paparan suhu dingin dalam jangka waktu tertentu agar dapat membentuk kepala bunga (curd). Akan tetapi, semakin terbatasnya lahan di dataran tinggi dan meningkatnya kebutuhan pasar

mendorong petani untuk mulai membudidayakan kubis bunga di dataran rendah. Namun demikian, suhu lingkungan yang tinggi di dataran rendah menjadi salah satu faktor pembatas utama, karena dapat menghambat transisi fase vegetatif ke fase generatif dan mengganggu pembentukan *curd*, sehingga berpotensi menurunkan kualitas dan hasil panen. Hasan *et al.* (2016) menyebutkan bahwa beberapa kultivar kubis bunga menunjukkan respon pada suhu lebih dari 22°C, terjadi penghambatan pembentukan bunga.

Produksi kubis bunga khususnya di Provinsi Jambi, berdasarkan laporan dari Badan Pusat Statistika Provinsi Jambi, (2025) bahwa sentra pertanian tanaman hortikultura khususnya tanaman kubis bunga hanya di kabupaten kerinci. Pada tahun 2024 luas panen kubis bunga di kabupaten kerinci dari januari-desember yaitu 263 ha dan di kota sungai penuh hanya 3 ha. Hal ini dikarenakan kabupaten kerinci dan sungai penuh merupakan daerah dataran tinggi dan memiliki iklim yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman khususnya kubis bunga. Sedangkan kabupaten kota lainnya termasuk daerah dataran rendah sampai menengah (Badan Pusat Statistika Provinsi Jambi, 2022).

Pemilihan varietas toleran dataran rendah adalah upaya yang tepat agar kubis bunga dapat dibudidayakan di dataran rendah, namun, Matschegewski *et al.* (2015) berpendapat, meskipun varietas tropis dapat membentuk *curd*, suhu tinggi tetap dapat menghambat inisiasi *curd* dan menurunkan kualitas hasil tanaman. Selain menggunakan varietas toleran dataran rendah, salah satu pendekatan potensial yang dapat mempercepat inisiasi *curd* yaitu melalui aplikasi hormon giberelin secara eksogen. Giberelin berperan dalam mengatur berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk pemanjangan batang, dan yang paling penting dalam konteks ini, yaitu mempercepat inisiasi *curd*. Berbagai studi sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian giberelin dengan konsentrasi tertentu, seperti 50 ppm (Kaur dan Mal, 2018), 150 ppm (Fadholi dan Koesriharti, 2022) dan 200 ppm (Prodhan *et al.* 2022), memberikan efek positif terhadap pertumbuhan, mempercepat inisiasi *curd* dan hasil kubis bunga. Duclos dan Bjorkman, (2015) menyatakan bahwa aplikasi giberelin (GA_3) dapat mempercepat inisiasi *curd* 9,6 hari lebih awal dibandingkan kontrol. Namun, tidak hanya konsentrasi yang menentukan keberhasilan aplikasi giberelin, melainkan juga waktu aplikasi yang tepat memegang peranan penting.

Pertumbuhan tanaman berbeda-beda dalam responnya terhadap giberelin. Jika giberelin diberikan pada waktu yang tidak tepat, misalnya terlalu cepat atau terlalu lambat, maka efektivitasnya dapat menurun. Oleh karena itu, penelitian ini memilih waktu aplikasi 1, 3 dan 5 minggu setelah tanam (MST), untuk waktu aplikasi 1 MST mewakili fase vegetatif awal, 3 MST mewakili fase transisi vegetatif ke fase generatif dan 5 MST mewakili awal pembentukan *curd*. Berdasarkan penelitian Prodhan *et al.* (2022) waktu aplikasi giberelin pada 3 MST dapat mempercepat waktu inisiasi *curd*. Berdasarkan uraian dan hasil kajian penulis, dalam pengembangan kubis bunga di dataran rendah terkhusus di provinsi jambi, masih dihadapkan pada beberapa masalah yaitu: 1) Lahan optimal yang terbatas karena didominasi wilayah dataran rendah dan tingginya cekaman abiotik (suhu), 2) produktivitas kubis bunga rendah dan berfluktuasi karena sentra produksi yang ideal sangat terbatas. Meskipun penggunaan giberelin telah banyak diaplikasikan dalam budidaya tanaman hortikultura, informasi tentang konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi yang tepat secara spesifik pada varietas kubis bunga dataran rendah PM 3000 F1 masih belum banyak diteliti. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pemberian konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi giberelin terutama pada varietas PM 3000 F1 dalam meningkatkan pertumbuhan, dan hasil kubis bunga di dataran rendah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Provinsi Jambi pada ketinggian 35 mdpl. Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai bulan Desember 2025. Suhu rata-rata harian di lokasi penelitian berkisar antara 30,1 - 32,1°C dengan kelembaban rata-rata 70,3 - 80,6%. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi giberelin yang terdiri dari 4 taraf yaitu, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm. Faktor kedua adalah waktu aplikasi yang terdiri dari 3 taraf yaitu, 1 MST (minggu setelah tanam), 3 MST (minggu setelah tanam), dan 5 MST (minggu setelah tanam). Terdapat 12 kombinasi perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 5 tanaman sehingga terdapat 180 tanaman. Ukuran polybag yang digunakan 40 x 45 cm, media tanaman berupa campuran tanah, pupuk kandang kambing dan biochar sekam padi dengan perbandingan volume 2:1:1. Benih yang digunakan yaitu benih kubis bunga PM 3000 F1 dari produsen benih Cap Panah Merah dan giberelin murni dari CV. Mitra Agro Sukses.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi penyemaian, persiapan media tanam, pindah tanam, aplikasi giberelin dengan metode *foliar spray* yang dicampur bahan perekat (DGW spreader), perawatan tanaman, pemupukan dasar SP-36 dan KCL masing-masing sebesar 15 g per tanaman, pemupukan susulan pada umur 14 dan 24 HST (hari setelah tanam) NPK 16:16:16 seberat 5 g per tanaman, pada umur 34 dan 44 HST NPK seberat 5 g + KCL 5 g per tanaman. Variabel pengamatan meliputi jumlah daun, waktu inisiasi *curd*, waktu panen, bobot segar *curd* per tanaman, diameter *curd*, rasio bobot panen per bobot total tanaman, bobot segar total tanaman, bobot segar total tanaman tanpa *curd*, bobot kering total tanaman, luas daun, rasio akar tajuk.

Pengamatan “kandungan klorofil” dilakukan ketika tanaman sudah muncul kepala bunga (*curd*) kecil di antara daun-daun muda bagian tengah tanaman yang dapat diamati secara visual. kandungan klorofil daun diukur menggunakan alat *Chlorophyll meter*. Sedangkan pengamatan tota gula dilakukan uji di Laboratorium Dasar dan Terpadu Universitas Jambi. Metode uji analisis total gula yang digunakan yaitu Fenol sulfat. Data hasil pengamatan kemudian dilakukan uji sidik ragam (ANOVA), jika terdapat pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) $\alpha = 5\%$. Untuk melihat hubungan antar variabel pengamatan, dilakukan analisis korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi terhadap seluruh variabel pertumbuhan vegetatif, fenologi, maupun sebagian besar komponen biomassa tanaman meliputi jumlah daun, luas daun, kandungan klorofil, waktu inisiasi *curd*, umur panen, bobot segar total tanaman, bobot segar total tanaman tanpa *curd*, bobot kering total, serta rasio akar tajuk. Ketidadaan interaksi ini mengindikasikan bahwa kedua faktor perlakuan bekerja secara independen dan efektivitasnya dibatasi oleh faktor pengendali yang lebih dominan. Hal ini sejalan dengan penjelasan Nakajima et al. (2023) bahwa kondisi lingkungan makro atau karakteristik genetik dari kultivar yang digunakan dapat memberikan pengaruh yang jauh lebih besar dibandingkan aplikasi giberelin secara eksogen.

Secara tunggal, perlakuan konsentrasi giberelin maupun waktu aplikasi juga tidak menunjukkan pengaruh nyata, yaitu berkisar antara 16,59 – 17,07 (konsentrasi giberelin) dan 16,64 – 16,97 (waktu aplikasi). Berdasarkan penelitian Haryanti et al. (2019) kubis bunga yang ditanam di dataran rendah memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan kubis bunga yang ditanam di dataran tinggi pada genotipe yang sama, contohnya pada genotipe BOB 002, memiliki jumlah daun 15,5 di dataran tinggi sedangkan pada dataran rendah memiliki jumlah daun sebanyak 19 helai. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan dapat memengaruhi karakter jumlah daun, karena suhu tinggi di dataran rendah menyebabkan waktu transisi dari fase vegetatif ke fase generatif terhambat sehingga jumlah daun terus bertambah. Namun, hasil pengamatan di lapangan menunjukkan hal yang berbeda. Meskipun suhu rata-rata mingguan selama penelitian tergolong tinggi (30,1°C – 32,1°C), kondisi tersebut tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman kubis bunga. Hal ini mengindikasikan bahwa ekspresi karakter jumlah daun pada penelitian ini lebih didominasi oleh faktor genetik daripada faktor lingkungan.

Berdasarkan penelitian Prodhana et al. (2022), pemberian berbagai konsentrasi giberelin (0 – 400 ppm) dan waktu aplikasi yang berbeda (3 MST – 6 MST) pada kubis bunga varietas BARI Fulkopi-2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap jumlah daun. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana tingkat konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi tidak memengaruhi jumlah daun secara signifikan. Lebih lanjut, Hasan et al. (2016) menyatakan bahwa jumlah daun tidak hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan, melainkan juga oleh faktor genotipe. Pernyataan ini diperkuat oleh temuan Haryanti et al. (2019) bahwa tanaman kubis bunga dengan genotipe berbeda akan menghasilkan jumlah daun yang berbeda pula, meskipun ditanam pada kondisi lingkungan yang sama. Pada penelitian ini, varietas yang digunakan (PM 3000 F1) merupakan varietas hibrida yang diklaim memiliki sifat adaptif di dataran rendah. Karakter unggul tersebut memperkuat argumen mengapa kondisi suhu lingkungan yang tinggi maupun aplikasi giberelin secara eksogen tidak lagi memengaruhi variabel jumlah daun, karena pertumbuhan vegetatif tanaman diduga telah mencapai kondisi yang optimal.

Masing-masing faktor perlakuan tersebut juga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun dan kandungan klorofil. Daun adalah organ vital pada tumbuhan yang berperan aktif dalam proses fotosintesis untuk mengonversi cahaya menjadi energi, sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan, serta sebagai sarana

berlangsungnya proses respirasi (Nurholis *et al.*, 2023). Secara fungsional, luas daun dan kandungan klorofil erat kaitannya dalam menentukan kapasitas fotosintesis tanaman. Luas daun mencerminkan total area tangkapan radiasi matahari, sedangkan klorofil daun menentukan efisiensi konversi energi cahaya menjadi energi kimia.

Luas daun merupakan representasi dari aktivitas pembelahan sel yang berinteraksi dengan kondisi lingkungan. Meskipun giberelin secara teoritis mampu merangsang pemanjangan dan pembelahan sel tanaman (Sutejo *et al.*, 2017), efek tersebut diduga terhambat oleh faktor lingkungan makro di lokasi penelitian. Suhu rata-rata harian selama penelitian tergolong cukup tinggi, yaitu berkisar antara (30,1°C hingga 32,1°C). Suhu tinggi di dataran rendah ini bertindak sebagai faktor pembatas yang memaksa tanaman melakukan adaptasi morfologis berupa pembatasan luas daun. Dos Santos *et al.* (2022) menjelaskan bahwa suhu makro yang tinggi dapat memicu cekaman panas, meningkatkan laju transpirasi serta respirasi, sehingga tanaman merespons secara morfologis dengan membatasi luas daunnya. Akibatnya, potensi giberelin eksogen dalam meningkatkan luas daun terhambat oleh mekanisme pertahanan internal tanaman terhadap cekaman panas.

Pada sisi lain, kestabilan kandungan klorofil antarperlakuan mengindikasikan bahwa pembentukan pigmen fotosintetik ini lebih dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara esensial pada media tanam daripada faktor aplikasi hormon giberelin secara eksogen. Unsur hara seperti nitrogen (N) dan magnesium (Mg) merupakan komponen utama penyusun molekul klorofil. Pemberian pupuk kandang kambing, biochar sekam padi, serta pemupukan susulan dalam penelitian ini tampaknya telah berada pada tingkat yang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan dasar tanaman. Meskipun temuan ini berbeda dengan laporan El-Tohamy *et al.* (2023) pada tanaman ciplukan (*Cape gooseberry*), yang menyatakan bahwa aplikasi giberelin mampu memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan klorofil. Perbedaan respons ini diduga disebabkan oleh variasi karakteristik genetik, karakteristik media tanam dan ketersediaan hara yang berbeda signifikan dengan penelitian El-Tohamy *et al.* (2023). Pada penelitian tersebut, kondisi lahan pasir yang miskin hara menjadikan aplikasi giberelin eksogen sebagai stimulus penting dalam memacu biosintesis klorofil. Sebaliknya, pada penelitian ini, optimalisasi media tanam melalui pemberian biochar dan pupuk kandang kambing, serta dikombinasikan dengan pemupukan susulan, telah menyediakan unsur hara esensial (seperti Nitrogen dan Magnesium) dalam jumlah yang ideal bagi tanaman. Ketersediaan hara yang optimal ini memungkinkan tanaman mengonversi klorofil secara maksimal hingga mencapai batas kapasitas genetiknya, sehingga penambahan konsentrasi giberelin eksogen tidak lagi memberikan pengaruh yang nyata.

Tabel 1. Rangkuman hasil sidik ragam komponen pertumbuhan dan hasil tanaman

Variabel pengamatan	Sumber Keragaman		
	Konsentrasi (G)	Waktu Aplikasi (W)	Interaksi (GW)
Jumlah daun	tn	tn	tn
Waktu inisiasi curd	tn	tn	tn
Umur panen	tn	tn	tn
Bobot segar curd	*	tn	tn
Diameter curd	tn	*	tn
Rasio bobot panen per bobot total tanaman	tn	tn	tn
Bobot segar total tanaman	*	tn	tn
Bobot segar total tanaman tanpa curd	tn	tn	tn
Bobot kering total tanaman	tn	tn	tn
Luas daun	tn	tn	tn
Rasio akar tajuk	tn	tn	tn
Kandungan klorofil	tn	tn	tn

Keterangan: * berpengaruh nyata; tn = tidak nyata

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa secara mandiri, faktor konsentrasi giberelin maupun waktu aplikasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variabel waktu inisiasi *curd* dan umur panen. Hal ini mengindikasikan bahwa fase transisi tanaman dari fase vegetatif ke generatif pada penelitian ini berjalan secara konsisten dan stabil. Konsistensi tersebut terjadi karena kubis bunga yang digunakan merupakan varietas hibrida yang telah dimuliakan agar adaptif di dataran rendah serta memiliki karakteristik umur panen yang genjah. Konsekuensinya, kecepatan inisiasi *curd* dan waktu panen lebih didominasi oleh kontrol genetik internal tanaman. Intervensi melalui pemberian berbagai konsentrasi giberelin secara eksogen dengan berbagai waktu aplikasi tidak lagi mempercepat siklus hidup tanaman karena kecepatan tumbuh varietas ini telah berada pada titik optimum. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Prodhani *et al.* (2022) bahwa pemberian berbagai konsentrasi giberelin tidak berpengaruh nyata terhadap

waktu inisiasi *curd*, meskipun pada konsentrasi 200 ppm memberikan pengaruh nyata terhadap tanaman kontrol (tanpa perlakuan). Kaur dan Mal, (2018) juga menyatakan bahwa aplikasi giberelin 50 ppm waktu inisiasi *curd* lebih cepat dibandingkan kontrol. Sejalan dengan penelitian Duclos dan Bjorkman, (2015) menyatakan bahwa aplikasi giberelin (GA₃) mempercepat inisiasi *curd* 9,6 hari lebih awal dibandingkan kontrol.

Pada komponen biomassa vegetatif, variabel bobot segar total tanaman tanpa *curd*, bobot kering total tanaman serta rasio akar tajuk menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata. Hal ini memperkuat dugaan bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman telah terbentuk sesuai dengan karakter unggul varietas adaptif tersebut. Rasio akar tajuk merupakan parameter untuk mengetahui perbandingan akumulasi bahan kering antara akar dan tajuk. Krisna *et al.*, (2017) menyebutkan rendahnya nilai rasio akar tajuk mencerminkan adanya prioritas translokasi asimilat menuju organ tajuk dibandingkan dengan pertumbuhan sistem perakaran. Kestabilan nilai rasio akar tajuk pada penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi alokasi asimilat antara organ penyerap hara (akar) dan organ fotosintetik (tajuk) tetap seimbang antarperlakuan. Parwata *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa rasio akar tajuk tanaman akan lebih besar apabila dalam kondisi tercekam kekeringan, karena pertumbuhan akar diprioritaskan untuk mendapatkan air.

Berbeda dengan bobot segar total tanpa *curd* yang menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, faktor mandiri konsentrasi giberelin memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar total tanaman. Perlakuan konsentrasi giberelin 50 ppm menghasilkan bobot tertinggi sebesar 1052,52 g, yang berbeda nyata dengan konsentrasi 100 ppm (978,77 g), 150 ppm (983,05 g), dan 200 ppm (962,59 g). Perbedaan signifikan pada variabel ini menunjukkan bahwa sumber keragaman utama yang meningkatkan bobot segar total tanaman dipicu secara langsung oleh perkembangan komponen generatif, yaitu bobot segar *curd* itu sendiri. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun aspek pertumbuhan vegetatif dan fenologi tanaman bersifat stabil akibat kontrol genotipe yang kuat, aplikasi giberelin secara eksogen tetap mampu memberikan stimulasi yang responsif terhadap proses pembelahan dan pemanjangan sel selama fase perkembangan *curd* kubis bunga.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi terhadap bobot segar total tanaman

Perlakuan	Waktu inisiasi <i>curd</i> (HST)	Umur panen (HST)	Bobot segar <i>curd</i> (g)	Diameter <i>curd</i> (cm)	Bobot segar total tanaman (g)
Konsentrasi Giberelin (ppm)					
50	34,63 ± 0,55	50,48 ± 0,18	329,00 ± 8,93 a	12,84 ± 0,27	1052,52 ± 24,74 a
100	34,44 ± 0,74	50,11 ± 0,38	284,47 ± 9,98 b	12,70 ± 0,24	978,77 ± 20,91 b
150	35,33 ± 0,51	51,00 ± 0,00	305,29 ± 9,06 ab	12,75 ± 0,38	983,05 ± 15,56 b
200	33,59 ± 0,71	49,52 ± 0,42	300,60 ± 10,86 b	12,69 ± 0,28	962,59 ± 28,18 b
BNT 5%	-	-	26,16	-	63,22
Waktu Aplikasi (MST)					
1	34,58 ± 0,38	50,47 ± 0,21	311,11 ± 6,37	12,68 ± 0,19 ab	1026,22 ± 18,32
3	34,78 ± 0,76	50,17 ± 0,35	306,95 ± 12,76	13,26 ± 0,27 a	988,49 ± 18,58
5	34,14 ± 0,50	50,36 ± 0,29	296,47 ± 7,90	12,30 ± 0,21 b	967,99 ± 24,95
BNT 5%	-	-	-	0,65	-

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan hasil Uji BNT 5%

Perlakuan konsentrasi giberelin memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar *curd*. Hasil ini sejalan dengan temuan Fadholi dan Koesriharti (2022) serta Kaur dan Mal (2018) yang menyatakan bahwa aplikasi giberelin mampu meningkatkan bobot segar *curd* dibandingkan dengan tanaman kontrol. Berdasarkan hasil statistik pada penelitian ini, perlakuan konsentrasi giberelin 50 ppm menghasilkan bobot segar *curd* tertinggi sebesar 329 g yang berbeda nyata dengan konsentrasi 100 ppm (284,47 g) dan 200 ppm (300,60 g), namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 150 ppm (305,29 g). Pada penelitian Fadholi dan Koesriharti (2022) pada varietas ‘Tropica’, juga ditemukan bahwa konsentrasi 150 ppm mampu meningkatkan bobot segar *curd*. Meskipun perlakuan konsentrasi giberelin 50 ppm dan 150 ppm tidak berbeda nyata, konsentrasi 50 ppm menunjukkan efisiensi produksi lebih tinggi karena menghasilkan bobot segar *curd* yang optimal dengan durasi waktu panen yang hampir sama. Secara praktis di lapangan, konsentrasi 50 ppm juga lebih ekonomis karena membutuhkan volume bahan aktif yang lebih rendah.

Guna mengonfirmasi efektivitas giberelin tanpa adanya perlakuan kontrol dalam rancangan percobaan, dilakukan perbandingan dengan kontrol eksternal dari literatur. Berdasarkan studi literatur pada varietas PM 126 F1

yang memiliki karakteristik agro-morfologi mirip dengan varietas PM 3000 F1 pertumbuhan alami tanaman tanpa intervensi giberelin menghasilkan bobot *curd* yang jauh lebih rendah. Hal ini terlihat pada penelitian Nisa *et al.* (2023) di ketinggian 22,5 mdpl dengan optimasi kombinasi NPK dan POC yang hanya mencapai bobot tertinggi 114,50 g. Serupa dengan hal tersebut, Purnama *et al.* (2024) pada ketinggian 50 mdpl dengan suhu lingkungan (27,09°C – 30,03°C.), dengan perlakuan aplikasi berbagai jenis pupuk kandang menghasilkan bobot tertinggi sebesar 207,73 g, sedangkan Nurbangun dan Devie (2021) pada ketinggian 40 mdpl menghasilkan bobot 221,46 g. Perbandingan kontras ini membuktikan bahwa meskipun optimalisasi hara tanah telah dilakukan melalui pemupukan organik dan anorganik pada dataran rendah, kapasitas biologis tanaman tanpa giberelin cenderung lebih rendah pada kisaran 114–221 g. Dengan demikian, pencapaian bobot segar *curd* hingga 329 g pada perlakuan 50 ppm di penelitian ini secara nyata mengonfirmasi peran krusial giberelin eksogen dalam meningkatkan hasil tanaman kubis bunga.

Sebagai zat pengatur tumbuh, giberelin berperan dalam merangsang pemanjangan dan pembelahan sel tanaman (Harianja *et al.*, 2024). Pada penelitian ini, meskipun perlakuan beberapa konsentrasi giberelin tidak memberikan pengaruh nyata pada vegetatif tanaman, konsentrasi giberelin 50 ppm pada tanaman kubis bunga justru lebih efektif dalam meningkatkan pembelahan dan pemanjangan sel pada jaringan generatif, dapat dilihat dari bobot segar *curd* dan diameter *curd* yang cenderung lebih tinggi. Aktivitas metabolik yang tinggi pada jaringan generatif ini menciptakan permintaan (*demand*) energi yang besar, yang secara otomatis menarik hasil fotosintesis dari daun ke bagian generatif tanaman. Berdasarkan penelitian Li *et al.* (2024) giberelin secara signifikan dapat meningkatkan ukuran, berat, tinggi serta lebar pada buah anggur (generatif), peningkatan ini menunjukkan bahwa giberelin dapat meningkatkan kekuatan *sink* (*sink strength*) dengan cara aktif berkontribusi dalam peningkatan ukuran *sink*, peningkatan ini memicu kemampuan buah (*sink*) untuk menarik hasil fotosintesis dari daun (*source*). Menurut pendapat Roopendra *et al.* (2018) giberelin juga dapat meningkatkan efektivitas enzim *invertase*, enzim ini bekerja sebagai pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa terjadi lebih cepat, gula-gula ini kemudian digunakan sebagai sumber energi. Enzim *invertase* kemudian juga berperan dalam meningkatkan kemampuan organ *sink* untuk menarik asimilat dari bagian *source*. Hal ini memicu translokasi hasil fotosintesis ke bagian *sink* lebih besar.

Tabel 3. Analisis korelasi tiap variabel pengamatan kubis bunga

	JD	WB	UP	BSC	DC	BPBT	BSTT	BST	BKT	LD	RAT	KD
JD												
WB	0.93**											
UP	0.58*	0.67*										
BSC	0.28tn	0.35tn	0.11tn									
DC	0.56*	0.53*	0.04tn	0.61*								
BPBT	0.23tn	0.24tn	0.12tn	0.72*	0.40tn							
BSTT	-0.03tn	0.08tn	-0.10tn	0.27tn	0.18tn	-0.44tn						
BST	0.10tn	0.22tn	-0.03tn	0.65*	0.41tn	-0.04tn	0.91**					
BKT	-0.02tn	0.04tn	0.02tn	0.21tn	0.19tn	-0.19tn	0.57*	0.54*				
LD	-0.01tn	0.02tn	-0.07tn	0.25tn	0.24tn	0.03tn	0.31tn	0.36tn	0.84**			
RAT	0.00tn	-0.01tn	0.08tn	-0.24tn	-0.14tn	-0.24tn	0.01tn	-0.10tn	-0.46tn	-0.74*		
KD	0.05tn	-0.06tn	-0.10tn	0.09tn	0.02tn	0.22tn	-0.28tn	-0.18tn	-0.03tn	0.12tn	-0.02tn	

keterangan: *berkorelasi nyata, **berkorelasi sangat nyata, tn = tidak nyata, JD = jumlah daun, WB = waktu inisiasi *curd*, UP = umur panen, BSC = bobot segar *curd*, DC = diameter *curd*, BPBT = rasio bobot panen per bobot total tanaman, BST = bobot segar total tanaman, BSTT = bobot segar total tanaman tanpa *curd*, BKT = bobot kering tanaman, LD = luas daun, RAT = rasio akar tajuk, KD = kandungan klorofil.

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa faktor konsentrasi giberelin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap diameter *curd*. Namun, pengaruh nyata secara mandiri diperlihatkan oleh faktor waktu aplikasi. Aplikasi giberelin pada umur 3 MST menghasilkan rata-rata diameter *curd* tertinggi sebesar 13,26 cm. Meskipun hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan waktu aplikasi 1 MST (12,68 cm), namun terbukti berbeda nyata dan memberikan stimulasi yang lebih baik dibandingkan dengan waktu aplikasi 5 MST (12,30 cm).

Hasil ini menunjukkan bahwa umur 3 MST merupakan waktu aplikasi giberelin eksogen yang paling efektif untuk mengoptimalkan diameter *curd*. Secara fisiologis, pada usia 3 MST tanaman kubis bunga sedang berada dalam masa pertumbuhan vegetatif aktif menuju fase inisiasi *curd* (fase transisi). Momentum kritis ini sejalan dengan temuan Luhana *et al.* (2025) yang mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan kadar giberelin

endogen secara alami di dalam jaringan tanaman tepat pada saat fase inisiasi *curd* dimulai. Sinkronisasi antara lonjakan hormon alami internal tanaman dengan pasokan giberelin eksogen dari luar pada umur 3 MST menciptakan efek sinergis yang kuat, sehingga mampu menstimulasi proses pembelahan dan pemanjangan sel pada meristem ujung secara maksimal saat bakal *curd* terbentuk.

Sebaliknya, aplikasi pada waktu yang lebih lambat seperti 5 MST sudah tidak lagi efektif, sehingga rata-rata diameter *curd* mengalami penurunan jika dibandingkan dengan aplikasi yang lebih awal. Hal ini diduga karena pada umur 5 MST, tanaman telah melewati fase kritis inisiasi dan diferensiasi jaringan pembentuk *curd*, sehingga kurang responsif terhadap penambahan giberelin dari luar.

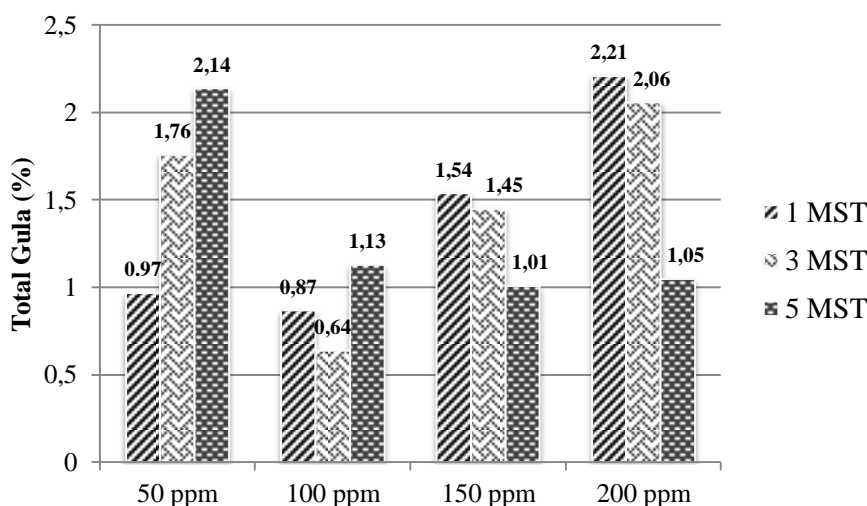
Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi giberelin berpengaruh nyata terhadap bobot segar *curd*, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap diameter *curd*. Sebaliknya, perlakuan waktu aplikasi memberikan pengaruh nyata terhadap diameter *curd*, namun tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segarnya. Perbedaan respons ini mengindikasikan bahwa bobot segar *curd* tidak sepenuhnya ditentukan oleh dimensi ukuran atau diameternya, melainkan juga dipengaruhi oleh tingkat kerapatan (*compactness*) massa *curd* tersebut. *Curd* yang berdiameter besar belum tentu memiliki bobot yang tinggi jika struktur massanya cenderung renggang atau memiliki densitas yang rendah. Dengan demikian, variabel bobot segar *curd* dalam penelitian ini secara tidak langsung juga merepresentasikan kualitas kepadatan fisik *curd* kubis bunga.

Peningkatan bobot dan diameter *curd* dapat berkaitan erat dengan hubungan *source* dan *sink*, bagian vegetatif tanaman (daun dan batang) berperan sebagai *source* yang memproduksi asimilat melalui proses fotosintesis yang kemudian diangkut melalui floem ke bagian *sink* (*curd*). Sejalan dengan pernyataan Shrestha *et al.*, (2019) pertumbuhan organ generatif sangat bergantung pada akumulasi biomassa vegetatif sebelumnya. Oleh karena itu, bobot segar *curd* dan diameter yang besar merupakan manifestasi dari efisiensi translokasi fotosintat dari daun ke bagian *curd*. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya oleh Li *et al.*, (2024) bahwa pemberian giberelin dapat meningkatkan kekuatan *sink* untuk menarik fotosintat. Keseimbangan antara *source* dan *sink* dapat dilihat dari nilai rasio bobot panen per bobot total tanaman.

Rasio bobot panen per bobot total tanaman merupakan perbandingan antara bobot ekonomis dan bobot total tanaman. Rasio bobot panen per bobot total tanaman dapat mencerminkan efisiensi tanaman dalam mentranslokasikan hasil fotosintesis dari bagian vegetatif ke bagian reproduktif yang bernilai ekonomis (Kusumawati *et al.*, 2015). Pemberian berbagai konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap rasio bobot panen per bobot total tanaman. Namun, secara angka dapat dilihat pada perlakuan konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi menunjukkan nilai yang stabil yaitu berkisar antara 0,40 hingga 0,44 nilai ini menandakan bahwa terjadi keseimbangan translokasi fotosintat dari bagian organ vegetatif (batang, daun dan akar) ke bagian organ generatif (*curd*). Menurut Haryanti *et al.*, (2019) nilai bobot panen per bobot total tanaman yang tinggi menunjukkan akumulasi hara yang tertuju pada hasil semakin efisien. Fadholi dan Koesriharti. (2022) di dalam penelitiannya menyebutkan bahwa nilai rasio bobot panen per bobot total tanaman berbanding lurus dengan hasil panen.

Berdasarkan analisis korelasi antarvariabel pengamatan, waktu inisiasi *curd* memiliki keterkaitan langsung dengan dinamika perkembangan fase vegetatif dan masa panen kubis bunga. Waktu inisiasi *curd* yang lebih lambat menyebabkan fase vegetatif tanaman menjadi lebih panjang, sehingga tanaman menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak. Bertambahnya jumlah daun serta mundurnya waktu inisiasi ini kemudian diikuti oleh semakin lamanya umur panen tanaman. Meskipun demikian, waktu inisiasi yang lambat dan jumlah daun yang banyak tersebut berhubungan positif dengan perluasan dimensi diameter *curd*. Di samping itu, luas daun yang terbentuk juga berbanding lurus dengan peningkatan bobot kering tanaman, meskipun perluasan area daun ini berbanding terbalik dengan perkembangan rasio akar tajuknya.

Pada sektor komponen hasil, pembesaran diameter *curd* berjalan searah dengan peningkatan bobot segar *curd* itu sendiri. Peningkatan bobot segar *curd* ini kemudian diikuti secara linier oleh peningkatan rasio bobot panen per bobot total tanaman serta bobot segar total tanaman secara keseluruhan. Hubungan searah ini juga ditunjukkan pada komponen bobot lainnya, di mana peningkatan bobot segar total tanaman sejalan dengan peningkatan bobot segar tanaman tanpa *curd* dan bobot kering tanaman.



Gambar 1. Pengaruh berbagai konsentrasi giberelin (50, 100, 150 dan 200 ppm) pada waktu aplikasi berbeda (1, 3 dan 5 MST) terhadap total gula yang diukur saat tanaman mulai menginisiasi *curd*. (data disajikan secara deskriptif).

Berdasarkan Gambar 1, akumulasi total gula tanaman kubis bunga menunjukkan respon yang bervariasi terhadap kombinasi konsentrasi giberelin dan waktu aplikasi. Total gula mempresentasikan ketersediaan asimilat hasil fotosintesis yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi pembelahan sel, pertumbuhan vegetatif, maupun organ generatif tanaman (Zhou *et al*, 2025). Pada konsentrasi giberelin 50 ppm terjadi peningkatan total gula terhadap waktu aplikasi, 0,97% (1 MST), 1,76% (3 MST) dan 2,14% (5MST). Pada konsentrasi 100 ppm cenderung terjadi peningkatan, total gula pada 1 MST yaitu 0,87% terjadi penurunan pada waktu aplikasi 3 MST (0,64%) namun kembali meningkat pada 5 MST (1,13%). Sedangkan pada konsentrasi 150 dan 200 ppm, cenderung terjadi penurunan total gula bersamaan dengan semakin lambatnya waktu aplikasi giberelin. Konsentrasi 150 ppm total gula pada waktu aplikasi 1 MST yaitu 1,54% turun menjadi 1,45% pada 3 MST dan kembali turun menjadi 1,01% pada 5 MST. Pada konsentrasi 200 ppm total gula pada waktu aplikasi 1 MST yaitu 2,21% turun menjadi 2,06% pada 3 MST dan kembali turun menjadi 1,05% pada 5 MST. Pada waktu aplikasi giberelin 1 MST dan 3 MST, semakin tinggi konsentrasi giberelin cenderung dapat meningkatkan total gula, sedangkan pada waktu aplikasi giberelin 5 MST, terjadi penurunan total gula bersamaan dengan semakin tinggi konsentrasi giberelin yang diberikan.

Dari aspek aplikasi di lapangan, pengaplikasian giberelin dengan konsentrasi rendah sebesar 50 ppm tidak hanya memberikan hasil panen (bobot segar *curd*) terbaik, tetapi juga merupakan pilihan yang paling efektif dan efisien secara ekonomis karena meminimalkan penggunaan bahan kimia tanpa menurunkan produktivitas tanaman. Keberhasilan produksi ini akan tercapai secara optimal jika penyemprotan dilakukan tepat pada waktu 3 MST (minggu setelah tanam) demi menstimulasi diameter *curd* secara maksimal pada fase kritisnya. Dengan demikian, kombinasi dosis 50 ppm yang diaplikasikan pada umur 3 MST dapat direkomendasikan sebagai paket teknologi budidaya strategis bagi petani untuk meningkatkan hasil panen kubis bunga di dataran rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi hormon giberelin secara mandiri terbukti efektif meningkatkan bobot segar *curd* dan bobot segar total tanaman kubis bunga di dataran rendah, pemberian konsentrasi terendah (50 ppm) menunjukkan efisiensi produksi yang paling optimal dan ekonomis. Di sisi lain, waktu aplikasi giberelin memberikan pengaruh mandiri yang nyata terhadap diameter *curd*, dengan aplikasi pada umur 3 minggu setelah tanam (MST) sebagai momentum kritis yang paling efektif dalam menghasilkan rata-rata diameter *curd* tertinggi (13,26 cm).

Berdasarkan nilai efisiensi dan nilai ekonomis produksi di lapangan, petani kubis bunga di dataran rendah disarankan untuk menggunakan giberelin dengan konsentrasi 50 ppm yang diaplikasikan pada saat tanaman berumur 3 MST guna mengoptimalkan diameter dan bobot segar *curd*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi giberelin dengan rentang konsentrasi yang lebih sempit di bawah 50 ppm (misalnya 10 ppm hingga 40 ppm) untuk melihat batas minimum konsentrasi yang masih responsif dalam meningkatkan hasil kubis bunga di dataran rendah. Disarankan untuk mengukur variabel tingkat kepadatan fisik *curd* (densitas massa) secara kuantitatif guna melengkapi data komponen kualitas hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika Provinsi Jambi. 2025. dari <https://jambi.bps.go.id/id/publication/2025/08/04/29d01cb7c5127af9b624f0cd/produksi-sayuran-dan-buah-buahan-provinsi-jambi-2024.html> [25 Mei 2026].
- dos Santos, T. B., Ribas, A. F., de Souza, S. G. H., Budzinski, I. G. F., and Domingues, D. S. (2022). Physiological responses to drought, salinity, and heat stress in plants: A review. *Stresses*, 2(1), 113–135. <https://doi.org/10.3390/stresses2010009>
- Duclos, D. V., and Björkman, T. (2015). Gibberellin control of reproductive transitions in *Brassica oleracea* curd development. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 140(1), 57–67. <https://doi.org/10.21273/JASHS.140.1.57>
- El-Tohamy, W. A., Dasgan, H. Y., and Gruda, N. S. (2023). Impact of Gibberellic Acid on Water Status, Growth, and Development of Cape Gooseberry in Newly Reclaimed Sandy Lands within Arid Regions. *Horticulturae*, 9(12), 1283. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121283>
- Fadholi, M., dan Koesriharti. (2022). Pengaruh Perlakuan Giberelin dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan serta Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 10(3), 149–159. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2022.010.03.02>
- Harianja, B., Hayatul, R., dan Yayu, S. R. (2024). Efektivitas Pemberian Zpt Giberelin Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Varietas Mira. *Jurnal Agrotech*. 14(2): 76-80.
- Haryanti, D., Efendi, D., dan Sobir. (2019). Keragaman Morfologi dan Komponen Hasil Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) di Dataran Tinggi dan Dataran Rendah. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 47(3), 291–298. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i3.25902>
- Hasan, Y., Briggs, W., Matschegewski, C., Ordon, F., Stützel, H., Zetzsche, H., Groen, S., and Uptmoor, R. (2016). Quantitative trait loci controlling leaf appearance and curd initiation of cauliflower in relation to temperature. *Theoretical and Applied Genetics*, 129(7), 1353–1367. <https://doi.org/10.1007/s00122-016-2702-6>
- Kaur, P., and Mal, D. (2018). Effect of Foliar Spray of NAA and GAs on the Growth, Curd Formation and Yield of Cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 2805–2807.
- Krisna, B., Putra, E. T. S., Rogomulyo, R. dan Kastono, D. (2017). Pengaruh Pengayaan Oksigen dan Kalsium Terhadap Pertumbuhan Akar dan Hasil Selada Keriting (*Lactuca sativa* L.) Pada Hidroponik Rakit Apung. *Vegetalika*, 6(4): 14–27
- Kusumawati, K., S. Muhartini, dan R. Rogomulyo. (2015). Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Pada Media Pasir Pantai. *J. Vegetalika*. 4(2): 60-62.
- Li, X., Cai, Z., Liu, X., Wu, Y., Han, Z., Yang, G., Li, S., Xie, Z., Liu, L., and Li, B. (2024). Effects of Gibberellin Acid On Soluble Sugar Content, Organic Acid Composition, Endogenous Hormone Levels, and Carbon Sink Strength in Shine Muscat Grapes During Berry Development Stage. *Horticulturae*, 10, 346. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10040346>
- Luhana S, Singh S, Nagar S, Chandel A, Varotariya K, Mangal M, et al. (2025) Understanding the Changes in Endogenous GA3 in Relation to Developmental Transitions in Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). *PLoS One* 20(6): e0321599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321599>
- Matschegewski, C., Zetzsche, H., Hasan, Y., Leibeguth, L., Briggs, W., Ordon, F., and Uptmoor, R. (2015). Genetic Variation Of Temperature-Regulated Curd Induction in Cauliflower: Elucidation of Floral Transition by Genome-Wide Association Mapping and Gene Expression Analysis. *Frontiers in Plant Science*, 6, 720. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00720>
- Nakajima, K. M., Ohishi, M., Sato, F., & Takahashi, M. (2023). Gibberellin-induced Stem Elongation and Apical Bud Growth Acceleration Without Decreased Yield in Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). *The Horticulture Journal*, 92(3), 281-289. <https://doi.org/10.2503/hortj.QH-045>
- Nisa, N., A., Hayatul, R., dan Yayu, S., R. (2023). Respon Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.) Kultivar PM 126 F1 Terhadap Pemberian Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Organik Cair Limbah Organik. *Jurnal AgroPlasma*. 10(2), 533-539.

- Nurbangun, S., dan Devie, R., S. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Kubis Bunga (*Brassica olerancea* L.) pada Berbagai Umur Bibit di Lahan Kering Dataran Rendah. Paspalam: Jurnal Ilmiah Pertanian. 9(1), 8-15. <https://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v9i1.227>
- Nurholis, Choirul, U., Mohammad, S., Erika, N. D., Syaifullah, Dery, A. D., dan Ach, S. (2023). Penerapan Metode Digital Untuk Mengukur Indeks Luas Daun Tanaman Sawi Caisim (*Brassica Juncae* L.). Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP), 4(1), 8–15. <https://doi.org/10.54387/jpp.v4i1.30>
- Parwata, I. G. M. A., Indradewa, D., Yudono, P., Kertonegoro, B. D. dan Kuswarwiyah, R. (2014). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Terhadap Cekaman Kekeringan di Lahan Pasir Pantai pada Tahun Pertama Siklus Produksi. Jurnal Agronomi Indonesia, 42(1): 59–65.
- Prodhana, M. M., Sarker, U., Hoque, M. A., Biswas, M. S., Ercisli, S., Assouguem, A., Ullah, R., Almutairi, M. H., Mohamed, H. R. H., and Najda, A. (2022). Foliar Application of GA₃ Stimulates Seed Production In Cauliflower. Agronomy, 12(6), 1394. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061394>
- Purnama, V., Lusiana., dan Fajar, R. (2024). Pengaruh Berbagai Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bunga Kol (*Brassica olerancea* var. *botrytis* L.) Varietas PM 126 F1. Jurnal OrchidAgro. 4(1), 16-24. <http://dx.doi.org/10.35138/orchidagro.v4.i1.684>
- Roopendra, K., Sharma, A., Chandra, A., and Saxena, S. (2018). Gibberellin-Induced Perturbation of Source-Sink Communication Promotes Sucrose Accumulation in Sugarcane. 3 Biotech, 8(10), 418. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1429-2>
- Zhou, W., Gu, P., Tang, Y., and Zhang, Y. (2025). Patterns of Plant Organ-Level Non-Structural Carbohydrate Content in Response to Nitrogen and Phosphorus Enrichment. Frontiers in Plant Science 16: 1659022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1659022>