Agroteknika 8 (3): 609-627 (2025)

AGROTEKNIKA

ISSN: 2685-3450 (*Online*) www.agroteknika.id ISSN: 2685-3450 (*Print*)

Pengaruh Asam Salisilat terhadap Umur Berbunga, Umur Panen, dan Kandungan Klorofil pada Beberapa Kultivar Lokal Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) pada Ketinggian Menengah 400-700 Mdpl

Effect of Salicylic Acid on Flowering, Harvest Time, and Chlorophyll Content of Local Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars at a Mid-altitude (400–700 m asl)

Relly Ermando [*,1], Lutfhi Aziz Mahmud Siregar [2], Jonatan Ginting [2]

[1] Program Studi Magister Agroteknologi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[2] Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

[*]Penulis Korespondensi
Email: ermandorelly224@gmail.com

Abstrak. *Kacang merah (Phaseolus vulgaris* L.*) merupakan sumber protein nabati yang kaya akan karbohidrat kompleks, serat, vitamin, dan mineral. Budidaya kacang merah di dataran menengah, khususnya di Sumatera Utara, memiliki potensi besar untuk meningkatkan ketahanan pangan dan efisiensi pemanfaatan lahan. Namun, faktor lingkungan seperti suhu tinggi dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Asam salisilat (SA) diketahui berperan penting dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik melalui peningkatan fotosintesis, perlindungan struktur morfologi, dan peningkatan aktivitas antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi asam salisilat dan beberapa kultivar lokal kacang merah asal Simalungun terhadap pertumbuhan tanaman pada dataran menengah dengan ketinggian 400-700 mpdl. Penelitian dilakukan di Desa Rumah Galuh, Kecamatan Sei Bingai, Kabupaten Langkat, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu sembilan kultivar kacang merah dan tiga konsentrasi asam salisilat (0 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm) dengan kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga terdapat total 81 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi asam salisilat 200 ppm secara signifikan mempercepat waktu berbunga dan panen dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, perbedaan kultivar tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total tertinggi ditemukan pada perlakuan 100 ppm, meskipun perbedaannya tidak signifikan. Secara keseluruhan, aplikasi asam salisilat, khususnya pada konsentrasi 200 ppm terbukti efektif dalam mempercepat pembungaan dan panen pada kacang merah lokal asal Simalungun, sehingga berpotensi meningkatkan produktivitas tanaman di dataran menengah.*
Kata Kunci: *asam salisilat, Phaseolus vulgaris L, kultivar lokal, dataran menengah.*

Abstract. *Kidney beans (Phaseolus vulgaris* L.*) are a valuable source of vegetable protein, rich in complex carbohydrates, fiber, vitamins, and minerals. Cultivating kidney beans in the midlands, particularly in North Sumatra, holds great potential for enhancing food security and optimizing land use. However, environmental factors such as high temperatures can negatively impact plant growth. Salicylic acid (SA) plays an important role in improving plant tolerance to abiotic stress by enhancing photosynthesis, protecting morphological structures, and boosting antioxidant activity. This study aimed to evaluate the effects of salicylic acid application on the growth of*

Diterima: 4 Juni 2025; Disetujui: 10 September 2025; Diterbitkan: 25 September 2025
https://doi.org/10.55043/agroteknika.v8i3.545
© 2025 Penulis. Diterbitkan oleh Green Engineering Society dalam jurnal Agroteknika
Artikel ini adalah artikel open access di bawah lisensi CC BY-SA 4.0

several local kidney bean cultivars from Simalungun under mid-altitude conditions (400–700 m above sea level). The experiment was conducted in Rumah Galuh Village, Sei Bingai District, Langkat Regency, using a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors: nine kidney bean cultivars and three SA concentrations (0 ppm, 100 ppm, and 200 ppm), with each treatment combination replicated three times, resulting in a total of 81 experimental units. The results showed that the application of 200 ppm salicylic acid significantly accelerated both flowering and harvest times compared to other treatments. In contrast, cultivar differences did not significantly affect plant growth. The highest chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll contents were observed at the 100 ppm treatment level, although the differences were not statistically significant. Overall, salicylic acid application, especially at 200 ppm proved effective in accelerating flowering and harvesting in local Simalungun kidney bean cultivars, suggesting its potential to enhance crop productivity in mid-altitude environments.
Keywords: *salicylic acid, Phaseolus vulgaris L, local cultivar, mid-altitude.*

1. Pendahuluan

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan anggota famili Leguminosae dan termasuk dalam kelompok tanaman legum (Putriningtyas *et al*., 2017). Tanaman ini merupakan salah satu jenis kacang yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia (Amin *et al*., 2018). Kacang merah cocok ditanam di daerah yang mempunyai iklim basah dengan ketinggian yang bervariasi. Ketinggian tempat yang cocok adalah 1000-1500 mdpl (Lewar *et al*., 2020).

Kacang merah memiliki manfaat yang signifikan baik dari segi kesehatan maupun ekonomi. Dari aspek kesehatan, konsumsi secara teratur dapat membantu menurunkan risiko penyakit degeneratif seperti diabetes, hipertensi, dan gangguan kardiovaskular. Sementara dari sisi ekonomi, nilai jualnya yang relatif tinggi menjadikan kacang merah sebagai komoditas strategis untuk pengembangan sektor agribisnis dan industri pangan.

Namun demikian, pemenuhan kebutuhan pasar yang terus meningkat menjadi tantangan tersendiri akibat penurunan produktivitas kacang merah dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data BPS (2023), produksi kacang merah di Indonesia mencapai 74.363 ton pada tahun 2017, menurun menjadi 67.868 ton pada tahun 2018, dan kembali turun menjadi 66.210 ton pada tahun 2019. Tren penurunan ini mencerminkan berbagai permasalahan dalam sistem produksi, seperti teknik budidaya yang kurang optimal, keterbatasan lahan, serta manajemen sumber daya yang belum efisien.

Pengembangan budidaya kacang merah di dataran menengah pada ketinggian 400-700 mdpl dilakukan sebagai upaya perluasan areal tanam di wilayah Sumatera Utara. Hal ini menekankan pentingnya pemilihan kultivar yang adaptif terhadap perbedaan ketinggian dan fluktuasi suhu. Proses seleksi kultivar secara cermat dan sistematis sangat diperlukan untuk memastikan pertumbuhan optimal dan hasil maksimal di masing-masing agroekosistem. Melalui strategi ekstensifikasi ini, diharapkan produksi kacang merah secara keseluruhan di wilayah tersebut dapat meningkat.

Salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mendukung budidaya kacang merah pada berbagai ketinggian dan kondisi suhu adalah dengan aplikasi asam salisilat (SA). Menurut Khan *et al*. (2015), asam salisilat tidak hanya berperan sebagai pengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tetapi juga sebagai mediator utama dalam respons tanaman terhadap stres lingkungan. Dalam kondisi cekaman suhu tinggi, tanaman sering mengalami kerusakan pada sistem fisiologisnya, seperti gangguan pada proses fotosintesis, penurunan aktivitas enzim, dan peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS) yang berbahaya. SA merupakan molekul sinyal penting dalam tanaman, khususnya dalam menghadapi cekaman abiotik seperti suhu tinggi. Pada kondisi tersebut, proses fotosintesis sering terganggu akibat kerusakan kloroplas dan penurunan kadar klorofil. Pemberian asam salisilat telah terbukti meningkatkan toleransi panas pada tanaman seperti kacang merah dengan mengurangi dampak negatif stres suhu tinggi.

Ma *et al*. (2017) melaporkan bahwa SA dapat mengurangi efek cekaman suhu tinggi dengan cara merangsang fotosintesis, mempertahankan struktur morfologi, meningkatkan aktivitas antioksidan, serta memperbaiki daya tahan tanaman terhadap panas. Selain itu, SA juga berperan dalam mengatur waktu pembungaan, menyelaraskan mekanisme pertahanan dengan perkembangan reproduksi, serta mengintegrasikan sinyal lingkungan internal dan eksternal. Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa SA dapat mengurangi dampak stres salinitas dan kekeringan pada tanaman seperti gandum, yang menegaskan peran luasnya dalam mengatasi cekaman abiotik (Yadav *et al*., 2022). Selain itu, SA diketahui mampu meningkatkan fotosintesis dan aktivitas metabolik, sehingga memperkuat toleransi tanaman terhadap kekeringan (Yuniati *et al*., 2020).

Penelitian oleh Kuchlan (2023) menunjukkan peningkatan hasil biji kedelai yang signifikan ketika asam salisilat diberikan pada konsentrasi 100 ppm dan 200 ppm. Penyemprotan daun dengan 100 ppm SA pada fase vegetatif dan pengisian polong sangat efektif dalam meningkatkan produksi biji, baik dari segi jumlah maupun kualitas. Temuan ini menegaskan peran penting SA dalam mendukung fungsi fisiologis tanaman dan meningkatkan produktivitas.

Hal serupa ditemukan pada tanaman *chickpea*, di mana *foliar application* SA pada fase vegetatif dan antesis berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman di bawah stres suhu tinggi. Perlakuan ini meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah cabang secara signifikan. Meskipun stres panas sangat menghambat pertumbuhan dan hasil *chickpea*, aplikasi SA mampu mengurangi dampak negatif tersebut dan menghasilkan produktivitas yang lebih tinggi. Kultivar chickpea seperti RVG-202 dan RVG-203 menunjukkan respons yang baik dengan peningkatan mekanisme pertahanan antioksidan dan hasil akhir yang lebih baik (Yadav *et al*., 2024).

Secara umum, asam salisilat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap fluktuasi suhu dengan mengatur proses fisiologis, mengaktifkan sistem pertahanan dan pemeliharaan, serta memperkuat respons terhadap cekaman lingkungan. Aplikasinya terbukti efektif dalam meningkatkan ketahanan dan produktivitas berbagai jenis tanaman pada berbagai kondisi stres.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respons pertumbuhan beberapa kultivar lokal kacang merah asal Simalungun terhadap perlakuan asam salisilat di dataran menengah pada ketinggian 400-700 mdpl. Studi ini menawarkan pendekatan inovatif melalui perluasan budidaya kacang merah ke wilayah baru, dengan fokus pada dataran menengah sebagai strategi peningkatan pertumbuhan. Pemilihan kultivar yang sesuai menjadi faktor kunci dalam memastikan adaptasi terhadap fluktuasi suhu dan variasi ketinggian di daerah tersebut. Aplikasi asam salisilat sebagai semprotan daun diteliti sebagai metode untuk mencegah penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, khususnya di bawah tekanan lingkungan seperti perubahan suhu dan perbedaan ketinggian. Asam salisilat diharapkan mampu meningkatkan toleransi termal tanaman melalui pengaturan proses fisiologis, aktivasi mekanisme pertahanan, dan peningkatan respons terhadap stres lingkungan. Meskipun manfaat asam salisilat telah banyak diteliti pada berbagai jenis tanaman dan kondisi, kajian ini secara khusus mengungkap efeknya terhadap kultivar lokal kacang merah di lingkungan dataran menengah yang masih minim diteliti. Fokus ini menegaskan kebaruan penelitian serta kontribusinya dalam meningkatkan ketahanan dan produktivitas pertanian di wilayah pengembangan baru.

2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Rumah Galuh, Kecamatan Sei Bingai, Kabupaten Langkat, pada ketinggian ±590 meter di atas permukaan laut. Suhu rata-rata di dataran ini berkisar 28 - 30 ºC dengan curah hujan yang cukup (118 - 254 mm) (Stasiun Klimatologi Sumut, 2024). Pengamatan dan analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, selama bulan April hingga November 2024.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan tanaman yang digunakan terdiri dari sembilan kultivar lokal kacang merah, asam salisilat, air, tanah, pupuk NPK (16-16-16), kapur dolomit, dan pupuk kandang. Bahan habis pakai meliputi pelarut etanol 96% dan aquades. Alat lapangan yang digunakan antara lain parang, cangkul, dan alat tulis. Peralatan laboratorium meliputi timbangan analitik, spatula, kertas saring, pH meter, cawan porselen, dan spektrofotometer.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial berdasarkan metode Gomez *and* Gomez (1984), yang terdiri dari dua faktor:

2.3.1. Sembilan kultivar kacang merah lokal asal Kabupaten Simalungun:

- K1: Kecamatan Girsang (GA1)
- K2: Kecamatan Girsang (GA2)
- K3: Kecamatan Girsang (GA3)
- K4: Kecamatan Pematang Sidamanik (SB1)
- K5: Kecamatan Pematang Sidamanik (SB2)
- K6: Kecamatan Pematang Sidamanik (SB3)
- K7: Kecamatan Dolok Pardamean (SC1)
- K8: Kecamatan Dolok Pardamean (SC2)
- K9: Kecamatan Siantar Narumonda (TE1)

2.3.2. Tiga konsentrasi aplikasi asam salisilat:

- A0: Kontrol (tanpa asam salisilat)
- A1: 100 ppm
- A2: 200 ppm

Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga terdapat total 81 satuan percobaan.

Diperoleh kombinasi perlakuan sebanyak 27 kombinasi yaitu:

K1A1	K1A2	K1A3
K2A1	K2A2	K2A3
K3A1	K3A2	K3A3
K4A1	K4A2	K4A3
K5A1	K5A2	K5A3
K6A1	K6A2	K6A3
K7A1	K7A2	K7A3
K8A1	K8A2	K8A3
K9A1	K9A2	K9A3

Jumlah blok	: 3
Jumlah kombinasi perlakuan	: 27
Jumlah plot	: 81
Ukuran plot	: 125 x 110 cm

Jarak tanam : 20 x 25 cm
Jarak antar blok : 75 cm
Jarak antar plot : 50 cm
Jumlah tanaman per plot : 16 tanaman
Jumlah tanaman seluruhnya : 1296 tanaman
Jumlah tanaman sampel per plot : 4 tanaman
Jumlah tanaman sampel seluruhnya : 324 tanaman
Luas lahan yang digunakan : 327,7 m^2

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktorial berdasarkan model linear sebagai berikut (1):

$$Yijk=\mu+\rho i+\alpha j+\beta k+(\alpha\beta)jk+\varepsilon ijk \quad (1)$$

$$i = 1,2,3\ j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9\ k = 1,2,3$$

Yijk = Data hasil pengamatan pengaruh blok ke-i dengan perlakuan beberapa kultivar ke-j dan pengaruh aplikasi asam salisilat ke-k
μ = Nilai rataan populasi
ρi = Pengaruh blok ke-i
αj = Perlakuan beberapa kultivar ke-j
βk = Pengaruh aplikasi asam salisilat ke-k
(αβ)jk = Interaksi antara beberapa kultivar ke-j, dan aplikasi asam salisilat ke-k
εijk = Pengaruh galat pada kelompok ke-i yang mendapat perlakuan beberapa kultivar ke-j dan perlakuan aplikasi asam salisilat ke-k.

Jika hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

2.4. Pemeliharaan Tanaman

Tahapan penelitian diawali dengan pengolahan media tanam melalui aerasi tanah dan pembentukan bedengan, dilanjutkan dengan aplikasi kapur dolomit, pupuk kandang, serta pemasangan mulsa. Sampel tanah awal dikumpulkan dan dianalisis di laboratorium untuk menentukan kadar pH, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan C organik. Benih kacang merah disemai terlebih dahulu di tray dan dipindahkan ke lapangan pada umur 7 hari setelah semai (HSS). Bibit ditanam pada jarak tanam 20 x 25 cm dengan kedalaman lubang tanam sedalam 5–7 cm.

Pemupukan dilakukan dua kali menggunakan pupuk NPK 16-16-16, dengan dosis 84 g/bedengan. Perlakuan asam salisilat diaplikasikan dalam bentuk semprotan daun sebanyak dua kali, yaitu pada fase vegetatif (18 HSS) dan fase awal pembungaan (31 HSS), sesuai dengan masing-masing konsentrasi perlakuan (Yadav *et al*., 2024). Penyemprotan dilakukan pada seluruh

bagian daun tanaman secara merata dengan 1 g/10l (100 ppm) dan 2 g/10l (200 ppm). Asam salisilat dilarutkan dengan sedikit etanol 70% dengan pH 5.5-6.5. Konsentrasi 100 ppm dan 200 ppm dipilih berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan respons fisiologis serta pertumbuhan dan pembungaan pada tanaman legum, dan masih dalam batas aman untuk ordo Phaseolus (Guddad *et al*., 2022; Bharat *et al*., 2023).

Perawatan tanaman meliputi penyiraman rutin, sanitasi lahan, pemasangan ajir, serta pengendalian hama dan penyakit dengan pestisida Narahypo 505 SL dengan bahan aktif dimehipo 505 g/l untuk mengendalikan hama penggerek batang dan ulat daun dengan dosis 100 ml per 16 liter air. Pengendalian penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum*) dilakukan menggunakan fungisida Dithane 80 WP dengan bahan aktif mankozeb dengan dosis 50 g per 16 liter air.

Panen dilakukan saat tanaman telah mencapai kriteria fisiologis, yaitu ketika ±95% polong telah berwarna cokelat dan biji mengeras. Umur panen dicatat berdasarkan jumlah hari setelah tanam (HST) saat kriteria tersebut tercapai, sehingga bervariasi antar-perlakuan (±61–66 HST). Setelah panen, polong disortir, dikeringkan, dan disimpan di tempat dengan suhu ruang (25-27ºC) dan kelembaban (60-65%) untuk mencegah kerusakan.

2.5. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi umur berbunga, umur panen, kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total.

2.6. Analisis Klorofil

Analisis klorofil dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, dengan mengikuti metode Wintermans *and* de Mots (1965). Daun segar sebanyak 2 g diekstraksi menggunakan etanol 96% sebanyak 20 ml dengan cara dihancurkan, kemudian disaring dengan kertas saring dan diambil 25 ml larutan ekstrak daun ke dalam tabung reaksi. Spektrofotometer UV/VIS dikalibrasi dengan etanol 96% sebagai larutan blanko. Setelah itu, absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm pathlength kuvet (1 cm).

Rumus yang digunakan untuk menghitung kandungan klorofil (dalam mg/L) adalah sebagai berikut:

- Klorofil a (mg/L) = (13,7 × A665) – (5,76 × A649)
- Klorofil b (mg/L) = (25,8 × A649) – (7,60 × A665)
- Klorofil total (mg/L) = (6,10 × A665) + (20,0 × A649)

Keterangan:

- A665 = absorbansi pada panjang gelombang 665 nm
- A649 = absorbansi pada panjang gelombang 649 nm

2.7. Analisis Data

Jika hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* (Gomez & Gomez 1984).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Umur Berbunga

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa sembilan kultivar itu sendiri maupun interaksi antara kultivar dengan konsentrasi asam salisilat tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Sebaliknya, aplikasi asam salisilat menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap umur berbunga tanaman. Rata-rata umur berbunga dari masing-masing kultivar dan perlakuan asam salisilat disajikan pada Tabel 1.

Perbedaan dosis aplikasi asam salisilat menyebabkan perbedaan umur berbunga. Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi asam salisilat berpengaruh nyata terhadap umur berbunga tanaman kacang merah. Rataan umur berbunga lebih cepat terdapat pada perlakuan A2 (200 ppm) dengan rataan 27,89 hari yang berbeda nyata dengan perlakuan A1 (100 ppm) dengan rataan 30,59 hari dan perlakuan A0 (0 ppm) dengan rataan 31,56 hari. Hubungan antara aplikasi asam salisilat terhadap umur berbunga tanaman kacang merah kultivar lokal asal Simalungun disajikan pada Gambar 1.

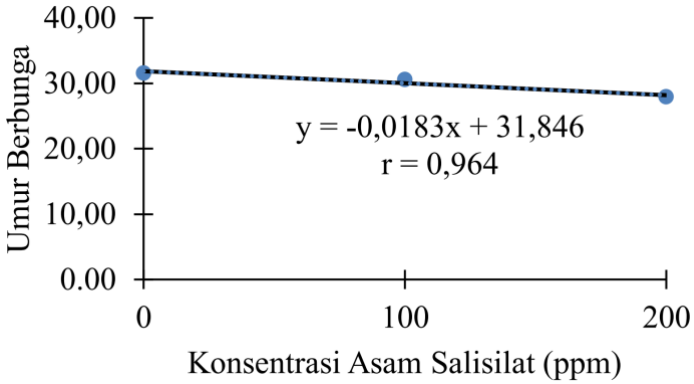
Tabel 1. Rataan umur berbunga sembilan kultivar kacang merah dengan aplikasi asam salisilat

Kultivar	Asam Salisilat			Rataan
	0 ppm	100 ppm	200 ppm	
	……umur berbunga (hari) …….			
K1 (Girsang (GA1))	31,33 ± 2,36	32,67 ± 1,89	26,33 ± 0,47	30,11
K2 (Girsang (GA2))	32,00 ± 0,82	29,00 ± 2,94	28,00 ± 1,63	29,67
K3 (Girsang (GA3))	30,33 ± 2,05	29,00 ± 2,16	31,00 ± 2,16	30,11
K4 (Pematang Sidamanik (SB1))	32,33 ± 1,70	31,00 ± 3,56	27,33 ± 1,89	30,22
K5 (Pematang Sidamanik (SB2))	31,33 ± 1,89	32,67 ± 0,47	26,67 ± 0,47	30,22
K6 (Pematang Sidamanik (SB3))	31,33 ± 3,09	30,33 ± 3,09	27,33 ± 0,94	29,67
K7 (Dolok Pardamean (SC1))	33,67 ± 0,47	30,67 ± 2,05	28,33 ± 2,05	30,89
K8 (Dolok Pardamean (SC2))	30,00 ± 2,94	27,33 ± 1,89	27,67 ± 2,36	28,33
K9 (Siantar Narumonda (TE1))	31,67 ± 1,89	32,67 ± 0,47	28,33 ± 1,70	30,89
Rataan	31,56b	30,59b	27,89a	

Keterangan: Angka merupakan rataan ±. Angka yang diikuti huruf berbeda pada baris rataan menunjukkan perbedaan nyata antar level asam salisilat (DMRT 5%). Efek utama kultivar tidak berbeda nyata (p>0,05), sehingga tidak diberikan huruf pembeda pada kolom rataan kultivar.

Gambar 1 menunjukkan grafik regresi linier yang mengilustrasikan hubungan antara konsentrasi asam salisilat (ppm) dengan umur berbunga tanaman kacang merah. Sumbu X merepresentasikan konsentrasi asam salisilat, sedangkan sumbu Y menunjukkan umur berbunga

dalam satuan hari. Jumlah titik sebanyak 3 data mencerminkan hasil pengamatan empiris, dan garis regresi menunjukkan kecenderungan hubungan antara kedua variabel tersebut.



Gambar 1. Hubungan antara aplikasi asam salisilat terhadap umur berbunga tanaman kacang merah kultivar lokal asal Simalungun

Persamaan regresi yang diperoleh adalah **y = -0,0183x + 31,846**, yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 ppm konsentrasi asam salisilat akan mengurangi umur berbunga sekitar 0,0183 hari dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Nilai konstanta 31,846 menggambarkan umur berbunga tanaman tanpa perlakuan asam salisilat (0 ppm). Koefisien korelasi yang tinggi (**r = 0,964**) mengindikasikan adanya hubungan yang sangat kuat dan reliabel antara konsentrasi asam salisilat dan umur berbunga.

Secara ilmiah, hasil ini menunjukkan bahwa asam salisilat mampu mempercepat fase pembungaan pada tanaman kacang merah. Mengingat peran asam salisilat dalam mekanisme pertahanan tanaman dan respons terhadap cekaman abiotik, peningkatan konsentrasi asam salisilat dapat menjadi strategi yang efektif untuk mempercepat pembungaan dan meningkatkan efisiensi produksi tanaman.

3.2. Umur Panen

Hasil sidik ragam diperoleh bahwa sembilan kultivar dan interaksi antara keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap umur panen, akan tetapi aplikasi asam salisilat berpengaruh nyata terhadap umur panen tanaman kacang merah. Rataan umur panen dengan perlakuan kultivar dan aplikasi asam salisilat disajikan pada Tabel 2.

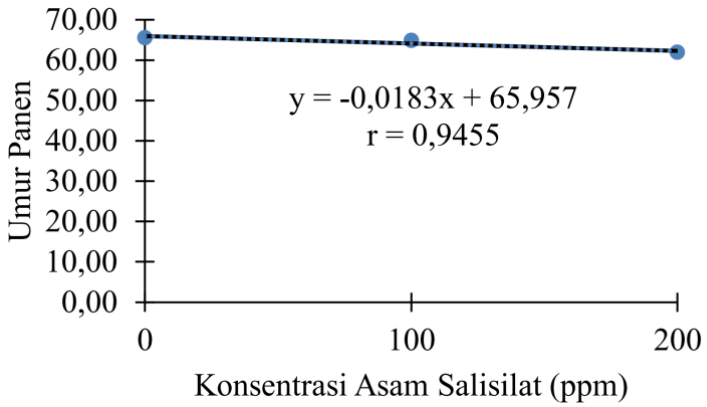
Perbedaan dosis aplikasi asam salisilat menyebabkan perbedaan umur panen. Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi asam salisilat berpengaruh nyata terhadap umur panen tanaman kacang merah. Rataan umur panen lebih cepat terdapat pada perlakuan A2 (200 ppm) dengan rataan 61,93 hari yang berbeda nyata dengan perlakuan A1 (100 ppm) dengan rataan 64,85 hari dan perlakuan A0 (0 ppm) dengan rataan 65,59 hari. Hubungan antara aplikasi asam salisilat terhadap umur panen tanaman kacang merah kultivar lokal asal Simalungun disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2. Rataan umur panen sembilan kultivar kacang merah dengan aplikasi asam salisilat

Kultivar	Asam Salisilat			Rataan
	0 ppm	100 ppm	200 ppm	
	…….. umur panen (hari) ……..			
K1 (Girsang (GA1))	65,67 ± 3,30	66,00 ± 2,83	61,00 ± 0,00	64,22
K2 (Girsang (GA2))	66,67 ± 0,94	63,33 ± 3,30	61,33 ± 0,47	63,78
K3 (Girsang (GA3))	63,67 ± 3,09	62,67 ± 2,36	65,00 ± 2,94	63,78
K4 (Pematang Sidamanik (SB1))	66,00 ± 2,83	65,67 ± 3,30	61,33 ± 0,47	64,33
K5 (Pematang Sidamanik (SB2))	64,00 ± 2,83	67,33 ± 0,94	61,00 ± 0,00	64,11
K6 (Pematang Sidamanik (SB3))	65,67 ± 3,30	65,00 ± 2,94	61,00 ± 0,00	63,89
K7 (Dolok Pardamean (SC1))	68,00 ± 0,00	65,00 ± 2,94	62,67 ± 2,36	65,22
K8 (Dolok Pardamean (SC2))	65,00 ± 2,94	61,33 ± 0,47	62,67 ± 2,36	63,00
K9 (Siantar Narumonda (TE1))	65,67 ± 3,30	67,33 ± 0,94	61,33 ± 0,47	64,78
Rataan	65,59b	64,85b	61,93a	

Keterangan: Angka merupakan rataan ±. Angka yang diikuti huruf berbeda pada baris rataan menunjukkan perbedaan nyata antar level asam salisilat (DMRT 5%). Efek utama kultivar tidak berbeda nyata (p>0,05), sehingga tidak diberikan huruf pembeda pada kolom rataan kultivar.

Gambar 2 menunjukkan grafik regresi linear yang menggambarkan hubungan antara konsentrasi asam salisilat (ppm) dengan umur panen tanaman kacang merah kultivar asal Simalungun. Persamaan regresi yang diperoleh adalah **y = -0,0183x + 65,957** dengan koefisien korelasi **r = 0,9455**. Nilai korelasi yang mendekati 1 ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang linear antara konsentrasi asam salisilat (variabel bebas) dan umur panen (variabel terikat).



Gambar 2. Hubungan antara aplikasi asam salisilat terhadap umur panen kacang merah kultivar lokal asal Simalungun

Koefisien regresi yang bernilai negatif (-0,0183) mengindikasikan bahwa setiap peningkatan 1 ppm konsentrasi asam salisilat akan mengurangi umur panen sekitar 0,0183 hari dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan peningkatan konsentrasi asam salisilat cenderung menurunkan umur panen secara ringan. Hal ini mengisyaratkan bahwa asam salisilat berpotensi mempercepat waktu panen, kemungkinan melalui peningkatan efisiensi metabolisme tanaman dan percepatan proses fisiologis yang berkaitan dengan pematangan biji.

3.3. Klorofil (a, b, total)

Hasil sidik ragam diperoleh bahwa sembilan kultivar, aplikasi asam salisilat dan interaksi antara keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan klorofil tanaman. Rataan kandungan klorofil tanaman dengan perlakuan kultivar dan aplikasi asam salisilat disajikan pada Tabel 3.

Hasil penelitian diperoleh bahwa kandungan klorofil a lebih tinggi pada kultivar K9 (Siantar Narumonda (TE1)) dengan rataan 3,09 dibandingkan dengan kultivar K1 (Girsang (GA1)) yang memiliki kandungan klorofil a lebih sedikit dengan rataan 2,90. Perbedaan dosis aplikasi asam salisilat menyebabkan perbedaan kandungan klorofil a. Tabel 3 menunjukkan bahwa aplikasi asam salisilat berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan klorofil a. Rataan kandungan klorofil a lebih tinggi terdapat pada perlakuan A0 (0 ppm) dengan rataan 3,03 dan perlakuan terendah terdapat pada perlakuan A1 (100 ppm) dengan rataan 2,99.

Tabel 1. Rataan kandungan klorofil sembilan kultivar kacang merah dengan aplikasi asam salisilat

	Kultivar	Asam Salisilat			Rataan
		0 ppm	100 ppm	200 ppm	
Klorofil A	K1 (Girsang (GA1))	2,74 ± 0,54	3,06 ± 0,11	2,91 ± 0,12	2,90
	K2 (Girsang (GA2))	3,16 ± 0,16	2,91 ± 0,23	3,00 ± 0,28	3,02
	K3 (Girsang (GA3))	2,99 ± 0,06	3,02 ± 0,18	2,94 ± 0,35	2,98
	K4 (Pematang Sidamanik (SB1))	3,07 ±0,25	2,79 ± 0,04	3,10 ± 0,05	2,98
	K5 (Pematang Sidamanik (SB2))	3,08 ± 0,19	2,95 ± 0,12	3,02 ± 0,26	3,02
	K6 (Pematang Sidamanik (SB3))	3,01 ±0,21	3,10 ± 0,29	3,14 ± 0,07	3,08
	K7 (Dolok Pardamean (SC1))	3,03 ± 0,17	2,99 ± 0,15	2,88 ± 0,21	2,97
	K8 (Dolok Pardamean (SC2))	3,01 ±0,31	2,98 ± 0,30	3,16 ± 0,04	3,05
	K9 (Siantar Narumonda (TE1))	3,15 ± 0,09	3,10 ± 0,08	3,00 ± 0,15	3,09
	Rataan	3,03	2,99	3,02	
Klorofil B	K1 (Girsang (GA1))	2,62 ± 1,24	2,96 ± 0,71	3,80 ± 0,85	3,13
	K2 (Girsang (GA2))	1,60 ± 0,43	3,90 ± 0,98	3,27 ± 1,44	2,92
	K3 (Girsang (GA3))	3,61 ± 0,43	3,37 ± 0,71	3,32 ±1,21	3,43
	K4 (Pematang Sidamanik (SB1))	3,01 ± 1,30	4,68 ± 0,04	2,07 ± 0,51	3,25
	K5 (Pematang Sidamanik (SB2))	2,40 ± 0,49	3,53 ± 0,65	3,00 ± 1,59	2,98
	K6 (Pematang Sidamanik (SB3))	3,09 ± 1,44	2,79 ± 1,53	2,48 ± 1,14	2,79
	K7 (Dolok Pardamean (SC1))	3,12 ± 1,30	2,40 ± 1,46	3,36 ± 1,36	2,96
	K8 (Dolok Pardamean (SC2))	3,39 ± 1,58	2,60 ± 0,36	1,89 ± 0,67	2,63
	K9 (Siantar Narumonda (TE1))	2,31 ± 0,65	2,02 ± 0,69	2,92 ± 1,47	2,42
	Rataan	2,79	3,14	2,90	
Klorofil Total	K1 (Girsang (GA1))	5,35 ± 1,55	6,01 ± 0,60	6,70 ± 0,73	6,02
	K2 (Girsang (GA2))	4,75 ± 0,32	6,80 ± 0,75	6,26 ± 1,17	5,94
	K3 (Girsang (GA3))	6,59 ± 0,38	6,38 ± 0,53	6,24 ± 0,87	6,40
	K4 (Pematang Sidamanik (SB1))	6,07 ± 1,06	7,45 ± 0,05	5,16 ± 0,49	6,23
	K5 (Pematang Sidamanik (SB2))	5,46 ± 0,65	6,47 ± 0,53	6,01 ± 1,33	5,98
	K6 (Pematang Sidamanik (SB3))	6,10 ± 1,26	5,88 ± 1,23	5,61 ± 1,09	5,86
	K7 (Dolok Pardamean (SC1))	6,14 ± 1,13	5,39 ± 1,36	6,23 ± 1,19	5,92
	K8 (Dolok Pardamean (SC2))	6,38 ± 1,26	5,57 ± 0,41	5,05 ± 0,64	5,67
	K9 (Siantar Narumonda (TE1))	5,45 ± 0,56	5,12 ± 0,75	5,91 ± 1,31	5,49
	Rataan	5,81	6,12	5,91	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kelompok perlakuan yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Kandungan klorofil b tertinggi terdapat pada kultivar K3 (Girsang (SA3)) dengan rataan 3,43 dibandingkan dengan kultivar K9 (Siantar Narumonda (TE1)) yang memiliki kandungan klorofil b lebih rendah dengan rataan 2,42. Perbedaan dosis aplikasi asam salisilat menyebabkan perbedaan kandungan klorofil b. Tabel 3 menunjukkan bahwa aplikasi asam salisilat berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan klorofil b. Rataan kandungan klorofil b lebih tinggi terdapat pada perlakuan A1 (100 ppm) dengan rataan 3,14 dan perlakuan terendah terdapat pada perlakuan A0 (0 ppm) dengan rataan 2,79.

Kandungan klorofil total tertinggi terdapat pada kultivar K3 (Girsang (GA3)) dengan rataan 6,40 dibandingkan dengan kultivar K9 (Siantar Narumonda (TE1)) yang memiliki kandungan klorofil total lebih rendah dengan rataan 5,49. Perbedaan dosis aplikasi asam salisilat menyebabkan perbedaan kandungan klorofil total. Tabel 3 menunjukkan bahwa aplikasi asam salisilat berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan klorofil total. Rataan kandungan klorofil total lebih tinggi terdapat pada perlakuan A1 (100 ppm) dengan rataan 6,12 dan perlakuan terendah terdapat pada perlakuan A0 (0 ppm) dengan rataan 5,81.

3.4. Pembahasan

Budidaya kacang merah di wilayah dataran menengah memerlukan perlakuan awal terhadap benih melalui penyemaian di tray sebelum dipindahkan ke lahan. Pendekatan ini penting dilakukan mengingat suhu yang relatif lebih tinggi dan kelembapan yang lebih rendah di dataran menengah dibandingkan dengan dataran tinggi. Suhu rata-rata di dataran ini berkisar 28 - 30 ºC dengan curah hujan yang cukup pada awal perkecambahan (118 mm) dan fase vegetatif (254 mm) juga memengaruhi tinggi tanaman (Stasiun Klimatologi Sumut, 2024). Kondisi tersebut kurang mendukung untuk persemaian langsung di lapangan, karena suhu tinggi dapat menyebabkan kehilangan kelembapan yang cepat pada benih, sehingga menghambat proses imbibisi yang sangat penting untuk keberhasilan perkecambahan pada *Phaseolus vulgaris* L. (Lewar *et al*., 2023; Kusnandar *et al*., 2021).

Sistem penyemaian yang tepat dapat meningkatkan keberhasilan perkecambahan dan kualitas bibit secara signifikan. Pemanfaatan teknologi seperti sistem penyemaian otomatis memberikan kontrol yang lebih baik terhadap suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya pada tahap awal pertumbuhan. Penyemaian menggunakan tray tidak hanya meningkatkan vigor bibit dan ketahanannya terhadap cekaman lingkungan, tetapi juga mengurangi risiko serangan hama dan penyakit. Bibit yang lebih kokoh cenderung lebih mampu bertahan setelah ditanam di lapangan dan dapat beradaptasi dengan baik terhadap kondisi iklim dataran menengah yang fluktuatif (Thoriq *et al*., 2022).

Sebaliknya, di wilayah dataran tinggi dengan suhu yang lebih sejuk dan kelembapan yang lebih stabil penyemaian langsung di lapangan sering kali masih memungkinkan dilakukan. Kondisi lingkungan di dataran tinggi secara alami mendukung proses penyerapan air dan menciptakan lingkungan ideal untuk perkecambahan tanpa perlu perlakuan tambahan. Perbedaan iklim antarwilayah juga berpengaruh terhadap fenologi tanaman; ketinggian tempat telah terbukti memengaruhi karakteristik pertumbuhan tanaman seperti kacang panjang, dan respons serupa diperkirakan terjadi pada kacang merah (Rinaldi *et al*., 2022).

Oleh karena itu, pemahaman terhadap interaksi antara suhu, kelembapan, dan perlakuan awal benih sangat penting untuk meningkatkan produktivitas kacang merah di wilayah dataran menengah. Penerapan sistem penyemaian tray merupakan strategi penting dalam mendukung pertumbuhan awal tanaman dan menjamin keberhasilan pembentukan bibit pada lingkungan yang kurang optimal (Faturdiansyah, 2024).

3.5. Pengaruh Asam Salisilat terhadap Umur Berbunga, Umur Panen, dan Kandungan Klorofil pada Tanaman Kacang Merah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam salisilat (SA) memberikan pengaruh nyata dalam mempercepat umur berbunga dan umur panen pada tanaman kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.). Pada konsentrasi 200 ppm, tanaman mulai berbunga pada hari ke-27 dan mencapai kematangan panen pada hari ke-61. Percepatan ini dapat dikaitkan dengan peran fisiologis SA dalam merangsang proses-proses yang berkaitan dengan pembungaan. SA diketahui berfungsi sebagai molekul sinyal yang memperkuat mekanisme pertahanan tanaman serta proses perkembangan, termasuk inisiasi pembungaan. Menurut Guddad *et al*. (2022), SA memengaruhi jalur hormonal dengan memodulasi sintesis asam jasmonat dan etilen, yang secara sinergis dapat mempercepat perkembangan bunga dan meningkatkan hasil panen.

Bharat *et al*. (2023) juga melaporkan bahwa aplikasi SA pada konsentrasi 200 ppm pada fase-fase fenologis penting seperti pembungaan dan pembentukan polong dapat menghasilkan rasio manfaat terhadap biaya yang lebih tinggi, sehingga mendukung kelayakan ekonomis dari perlakuan ini. Selain itu, SA membantu transportasi zat terlarut menuju titik tumbuh, mempercepat perkembangan tunas apikal, dan mendorong pembungaan lebih awal, sejalan dengan perannya sebagai agen florigenik. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan potensi SA sebagai input strategis untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya kacang merah, khususnya pada lingkungan suboptimal.

Sebaliknya, aplikasi SA tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil a, b, maupun klorofil total. Meskipun perlakuan 100 ppm SA menunjukkan sedikit peningkatan pada kadar klorofil b dan klorofil total, peningkatan tersebut tidak signifikan terhadap klorofil a. Hasil ini sejalan dengan temuan Wasfi *and* Gibril (2021) yang menyatakan bahwa

meskipun SA dapat memengaruhi ultrastruktur kloroplas, pengaruhnya tidak selalu diikuti oleh peningkatan kandungan klorofil, terutama pada kondisi stres seperti salinitas tinggi. Disorganisasi struktur tilakoid dapat mengurangi efisiensi fotosintesis meskipun diberi perlakuan SA.

Demikian pula, Silva *et al*. (2022) melaporkan bahwa SA dapat memperlambat degradasi klorofil tanpa secara signifikan meningkatkan akumulasi klorofil total, terutama pada kondisi lingkungan yang tidak stres atau tidak membatasi. Tidak adanya respons signifikan terhadap kandungan klorofil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman kacang merah mungkin tidak mengalami degradasi klorofil yang cukup parah untuk memberikan efek protektif yang nyata dari SA. Menurut Khazaei *and* Estaji (2020), meskipun SA dapat menghambat enzim perusak klorofil seperti klorofilase, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan respons spesifik tanaman.

Lebih lanjut, Azeem *et al*. (2018) menemukan bahwa konsentrasi SA yang berlebihan justru dapat menurunkan kadar klorofil pada tanaman seperti gandum dan kacang hijau, yang menunjukkan adanya ambang batas di mana SA dapat menjadi bersifat merugikan. Hal ini menegaskan pentingnya penentuan konsentrasi SA yang optimal untuk setiap jenis tanaman dan lingkungan budidaya. Namun, tidak semua penelitian menunjukkan hasil netral atau negatif. Farhan *et al*. (2022) membuktikan bahwa aplikasi SA pada kisaran 100–200 mg/L dapat meningkatkan kadar klorofil dan karotenoid pada tanaman terung melalui penghambatan aktivitas klorofilase, peningkatan metabolisme karbon, dan perbaikan proses fotosintesis. Hal ini menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap SA sangat bergantung pada spesies tanaman, kondisi lingkungan, serta status fisiologis tanaman itu sendiri.

3.6. Respon Pertumbuhan Kultivar Lokal Kacang Merah Simalungun di Dataran Menengah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kultivar K8 (Dolok Pardamean (SC2)) memiliki waktu berbunga dan panen yang lebih awal dibandingkan dengan kultivar lainnya. Kemampuan kematangan yang lebih cepat ini kemungkinan besar disebabkan oleh sifat genetiknya yang mendukung perkembangan vegetatif dan reproduktif yang lebih pesat. Kemampuan tanaman untuk menyelesaikan tahap fenologinya dengan lebih cepat juga mungkin diperkuat oleh respons adaptifnya terhadap kondisi lingkungan dataran menengah, yang umumnya ditandai oleh suhu yang lebih tinggi dan kelembaban yang lebih rendah.

Kondisi lingkungan tersebut sering mempercepat proses perkembangan pada genotipe yang responsif secara fisiologis. Temuan ini sejalan dengan pengamatan Yani *et al*. (2022), yang menyatakan bahwa masa berbunga dan panen dipengaruhi oleh kombinasi faktor lingkungan, termasuk suhu, intensitas cahaya, dan ketersediaan nutrisi. Ketika faktor-faktor ini kondusif,

tanaman dapat mengekspresikan potensi genetiknya secara optimal, yang mengarah pada pembungaan dan pematangan yang optimal.

Mengenai parameter fisiologis terutama kandungan klorofil kultivar K9 (Siantar Narumonda (TE1)) menunjukkan kandungan klorofil *a* tertinggi di antara kultivar yang diteliti. Namun, kandungan klorofil *b* dan total klorofilnya lebih rendah dibandingkan dengan kultivar lain, seperti K1 (Girsang (SA1)). Komposisi klorofil dapat dipengaruhi oleh umur daun, morfologi, kondisi cahaya, dan variasi genotip (Dharmadewi, 2020). Peningkatan kandungan klorofil *a* pada K9 mengindikasikan penyesuaian fisiologis terhadap lingkungan dataran menengah, terutama di bawah kondisi cahaya yang berfluktuasi atau intens. Rasio klorofil *a* terhadap *b* yang lebih tinggi dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis dalam lingkungan tersebut, karena klorofil *a* berperan lebih langsung dalam konversi energi cahaya.

Penurunan kandungan klorofil *b* dan total klorofil mungkin menunjukkan pergeseran strategi untuk mengoptimalkan penyerapan cahaya, terutama dalam kondisi sinar matahari yang rendah hingga sedang, di mana efisiensi penggunaan energi sangat penting. Temuan ini sesuai dengan laporan Zakiyah *et al*. (2018), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi klorofil meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya dan fotosintesis, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Oleh karena itu, profil klorofil pada kultivar K9 dapat mencerminkan mekanisme adaptasi yang menyeimbangkan penangkapan cahaya dengan efisiensi energi guna mempertahankan kinerja tanaman di lingkungan dataran menengah.

3.7. Interaksi antara Kultivar Kacang Merah dan Aplikasi Asam Salisilat

Interaksi antara kultivar lokal kacang merah dengan aplikasi asam salisilat tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter seperti umur berbunga, umur panen, maupun kandungan klorofil pada tabel ANOVA (Tabel 4). Tidak adanya interaksi yang signifikan ini kemungkinan disebabkan oleh variabilitas genetik antar kultivar yang memengaruhi respons fisiologis mereka terhadap asam salisilat (Ahmad *et al*., 2023). Asam salisilat diketahui memiliki peran yang lebih dominan dalam kondisi stres abiotik maupun biotik, di mana senyawa ini mengaktifkan jalur pertahanan tanaman. Suhu yang relatif stabil selama periode penelitian (berkisar antara 28,8°C hingga 29,6°C) dianggap sebagai suhu yang ideal untuk pertumbuhan tanaman kacang merah di dataran menengah. Suhu ini tidak terlalu tinggi untuk menyebabkan stres termal yang dapat memicu peningkatan kandungan antioksidan dalam daun. Pada suhu tersebut, tanaman kacang merah kemungkinan tidak mengalami stres suhu yang signifikan, sehingga aktivasi respons fisiologis tersebut mungkin terbatas. Akibatnya, efek asam salisilat terhadap parameter pertumbuhan dan produktivitas menjadi kurang nyata atau tidak konsisten di antara berbagai kultivar.

Selain itu, perbedaan respons antar kultivar diduga juga dapat mencerminkan perbedaan kadar asam salisilat endogen atau sensitivitas terhadap aplikasi eksogen. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas asam salisilat tidak hanya bergantung pada dosis, tetapi juga pada genotipe tanaman. Penelitian selanjutnya sebaiknya mempertimbangkan pemberian perlakuan stres atau analisis kadar asam salisilat endogen untuk memahami lebih baik mekanisme yang mendorong respons spesifik kultivar.

Tabel 4. Analisis sidik ragam sembilan kultivar kacang merah dengan aplikasi asam salisilat

	SK	db	JK	KT	F.Hit	F.0.05	Ket	FK	KK
Umur Berbunga	Blok	2	81,654	40,827	8.44	3.18	*	72960,01	7,33%
	Perlakuan	26	353,654	13,602	2.81	1.71	*		
	K	8	42,321	5,290	1.09	2.12	tn		
	SA	2	195,136	97,568	20.16	3.18	*		
	Linear	1	181,500	181,500	37.50	4.03	*		
	Kuadratik	1	13,636	13,636	2.82	4.03	tn		
	Interaksi	16	116,198	7,262	1.50	1.84	tn		
	Galat	52	251,679	4,840					
	Total	80	686,988						
Umur Panen	Blok	2	114,247	57,123	9.45	3.18	*	333057,23	3,83%
	Perlakuan	26	388,099	14,927	2.47	1.71	*		
	K	8	29,210	3,651	0.60	2.12	tn		
	SA	2	202,988	101,494	16.79	3.18	*		
	Linear	1	181,500	181,500	30.02	4.03	*		
	Kuadratik	1	21,488	21,488	3.55	4.03	tn		
	Interaksi	16	155,901	9,744	1.61	1.84	tn		
	Galat	52	314,420	6,047					
	Total	80	816,765						
Klorofil a	Blok	2	0.008	0.004	0.06	3.18	tn	733,88	8,97%
	Perlakuan	26	0.858	0.033	0.45	1.71	tn		
	K	8	0.243	0.030	0.42	2.12	tn		
	SA	2	0.021	0.010	0.14	3.18	tn		
	Interaksi	16	0.593	0.037	0.51	1.84	tn		
	Galat	52	3.787	0.072					
	Total	80	4.653						
Klorofil b	Blok	2	0.080	0.040	0.31	3.18	tn	269,44	19,73%
	Perlakuan	26	2.757	0.106	0.82	1.71	tn		
	K	8	0.572	0.071	0.55	2.12	tn		
	SA	2	0.135	0.067	0.52	3.18	tn		
	Interaksi	16	2.050	0.128	0.99	1.84	tn		
	Galat	52	6.734	0.129					
	Total	80	9.572						
Klorofil total	Blok	2	0,924	0,462	0,50	3,18	tn	2863,56	19,65%
	Perlakuan	26	29,795	1,146	0,84	1,71	tn		
	K	8	5,260	0,657	0,48	2,12	tn		
	SA	2	1,346	0,673	0,49	3,18	tn		
	Interaksi	16	23,190	1,449	1,06	1,84	tn		
	Galat	52	70,997	1,365					
	Total	80	101,716						

Keterangan : * = berbeda nyata, tn = tidak berbeda nyata

4. Kesimpulan

Pemberian asam salisilat pada konsentrasi 200 ppm secara signifikan mempercepat waktu berbunga dan panen tanaman kacang merah, namun tidak berpengaruh terhadap kandungan klorofil, sehingga efeknya terbatas pada tahap fenologis dalam kondisi tanpa stres. Kultivar K8 (Dolok Pardamean (SC2)) menunjukkan rataan umur berbunga dan umur panen lebih awal dibandingkan kultivar lain, menandakan adaptasi genetik yang baik terhadap lingkungan dataran menengah dan menjadikannya kandidat potensial untuk budidaya di wilayah serupa. Interaksi antara jenis kultivar dan aplikasi asam salisilat tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman, kemungkinan karena kondisi penelitian yang tidak mengalami stres lingkungan dan adanya variasi respons genetik antar kultivar.

Singkatan yang Digunakan

HSS	hari setelah semai
K	kultivar
PPM	part per million
MASL	meter above sea level
RCBD	randomized block design
ROS	reactive oxygen species
SA	salicylic acid

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Relly Ermando: Konseptualisasi, kurasi data, persiapan, investigasi, sumber daya, dan penulisan draf awal**. Lutfhi Aziz Mahmud Siregar**: pengawasan, penulisan draf awal, konseptualisasi, metodologi, akuisisi dana, dan sumber daya. **Jonatan Ginting**: pengawasan, konseptualisasi, dan sumber daya.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan finansial yang bersaing atau hubungan pribadi yang dapat memengaruhi penelitian dalam naskah ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) atas dukungan pendanaan melalui skema Tesis Magister Tahun 2024. Pendanaan ini sangat membantu dalam pelaksanaan penelitian sehingga dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

Ahmad, B., Hussain, F., Shuaib, M., Shahbaz, M., Hadayat, N., Shah, M., …, & Alharbi, K. (2023). Effect of Salicylic Acid and Amino Acids on Late Season Pea (*Pisum sativum*) Plant

Growth and Production. *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(3), 1987-1994. https://doi.org/10.15244/pjoes/156881

Amin, M., Novitasari, R., & Mardesci, H. (2018). Studi perbandingan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L) dan rumput laut (*Euchema cottonii*) terhadap karakteristik permen jelly. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 7(1), 21-32. https://doi.org/10.32520/jtp.v7i1.110

Azeem, M., Qasim, M., Abbasi, M., Tayyab, T., Sultana, & Ali, H. (2018). Salicylic acid seed priming modulates some biochemical parameters to improve germination and seedling growth of salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L). *Pakistan Journal of Botany*, 51(2). https://doi.org/10.30848/pjb2019-2(1)

Bharat, R., Gupta, M., Kour, S., Arya, V. M., & Gupta, R. (2023). Performance of salicylic acid and hydrogel on water use efficiency and productivity of indian mustard (*Brassica juncea* L.) in jammu region. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(8), 1-6. https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i82876

BPS [Badan Pusat Statistik]. (2023). *Statistik Produksi Hortikultura Indonesia Tahun 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

Dharmadewi, A. I. M. (2020). Analisis kandungan klorofil pada beberapa jenis sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar food suplement. *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, *9*(2), 171-176. https://doi.org/10.5281/zenodo.4299383

Farhan, D. D., Mahidi, S. M., Ibade, K. W., & Abed, M. M. (2022). The Role of Salicylic Acid Alone or Mixedwith Acetamiprid and Matrixine Plus in Reducing the Whitefly Population Density on Eggplant. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 1060(1), 012117. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1060/1/012117

Faturdiansyah, B. (2024). *Karakterisasi Morfologi,Keragaman Genetik Dan Heretabilitas Sembilan Kultivar Lokal Simalungun Kacang Merah Kidney Bean Di Dataran Tinggi* [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara.

Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Diterjemahkan Oleh Endang Syamsuddin dan Justika S. Baharsyah. UI-Press. Jakarta.

Guddad, M., Singh, A., Shah, H. P., Chaudhari, P., & Ahlawat, T. R. (2022). Effect of foliar application of chemicals on plant architecture in *potted ixora chinensis var*. 'mini double'. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 41(32), 9-15. https://doi.org/10.9734/cjast/2022/v41i3231814

Khan, M., Fatma, M., Per, T., Anjum, N., & Khan, N. (2015). *Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants*. *Frontiers in Plant Science,* 6. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00462

Khazaei, Z., & Estaji, A. (2020). Impact of exogenous applications of salicylic acid on the tolerance to drought stress in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Research Square*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-116192/v1

Kuchlan, P., & Kuchlan, M. K. (2023). Effect of Salicylic Acid on Plant Physiological and Yield Traits of Soybean. *Legum Res*, 46(1), 56–61. https://doi.org/10.18805/LR-4527

Kusnandar, F., Wicaksono, A. T., Firlieyanti, A. S., & Purnomo, E. H. (2021). Prospek pengolahan kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dalam bentuk tempe bermutu. *Manajemen Ikm Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menenga*h, 15(1), 1-9. https://doi.org/10.29244/mikm.15.1.1-9

Lewar, Y., Hasan, A., & Vertygo, S. (2023). Efektivitas beberapa jenis pupuk hayati terhadap produksi kacang merah varietas inerie. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(4), 566-572. https://doi.org/10.25181/jppt.v23i4.2909

Lewar, Y., Hasan, A., A. Bunga, J., & Vertygo, S. (2020). Pertumbuhan dan Hasil Kacang Merah Varietas Inerie di Dataran Rendah Akibat Pemberian Pupuk NPK dan Biostimulan Amazing Bio Growth. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, *20*(3), 237–246. https://doi.org/10.25181/jppt.v20i3.1848

Ma, X., Zheng, J., Zhang, X., Hu, Q., & Qian, R. (2017). Salicylic acid alleviates the adverse effects of salt stress on *Dianthus superbus* (*caryophyllaceae*) by activating photosynthesis, protecting morphological structure, and enhancing the antioxidant system. *Frontiers in Plant Science*, 8. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00600

Putriningtyas, N. D., & Wahyuningsih, S. (2017). Potensi yogurt kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L. ditinjau dari sifat organoleptik, kandungan protein, lemak dan flavonoid. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 6(1), 37-43. https://doi.org/10.14710/jgi.6.1.37-43

Rinaldi, F. B., Rachmawati, J., & Erlin, E. (2022). Pengaruh ketinggian tempat terhadap karakteristik buah kacang panjang. *Quagga Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 14(2), 159-163. https://doi.org/10.25134/quagga.v14i2.5904

Silva, A., Lima, G., Azevedo, C. A. V., Gheyi, H. R., Soares, L. A. A., & Veloso, L. L. (2022). Salicylic acid improves physiological indicators of soursop irrigated with saline water. *Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental*, 26(6), 412-419. https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n6p412-419

Stasiun Klimatologi Sumatera Utara. (2024). *Data Cuaca dan Curah Hujan Kecamatan Sei Bingei Kabupaten Langkat*

Thoriq, A., Pratopo, L. H., Sampurno, R. M., & Shafiyullah, S. H. (2022). Rancang bangun sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah Berbasis Internet of Things. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 10(3), 268-280. https://doi.org/10.19028/jtep.010.3.268-280

Wasfi, M. A., & Gibril, I. A. (2021). Response of salt-stressed *Dolichos lablab* L. seedlings to supplementary salicylic acid and its derivalives. *Sudan Journal of Science*, 9(2), 1-10. https://doi.org/10.53332/sjs.v9i2.160

Wintermans, J. F. G. M., & de Mots, A. (1965). Spectrophotometric characteristics of Chlorophylls a and b and their pheophytins in etanol. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biophysics including Photosynthesis*, 109(2), 448-453. https://doi.org/10.1016/0926-6585(65)90170-6

Yadav, G., Maurya, C. L., Gupta, H., Singh, S., Tiwari, A. P., & Yadav, S. K. (2024). Efficacy of Various Chemical Sprays on Plant Growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Terminal Heat Stress Conditions. *International Journal of Environment and Climate Change*, 14(3),342-348. https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i34045

Yadav, T., Yadav, G., Kumar, A., Kumar, D., & Yadav, R. K. (2022). Salicylic acid and thiourea mitigate salinity and drought stress wheat (*Triticum aestivum*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 92(12), 1431-1436. https://doi.org/10.56093/ ijas.v92i12.103879.

Yani, B., Rahmawati, R., & Suryani. (2022). Optimalisasi Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) Sisa Pembuatan VCO. *Jurnal Pertanian UMSB: Penelitian dan Kajian Ilmiah Bidang Pertanian*, *6*(2). https://doi.org/10.33559/pertanian%20umsb.v6i2.5675.

Yuniati, N., Hamdani, J. S., & Soleh, M. A. (2020). Respons tanaman kentang terhadap jenis zat pengatur tumbuh pada berbagai kondisi cekaman kekeringan di dataran menengah. *Agikultura*, 31(2), 97. https://doi.org/10.24198/agrikultura.v31i2.25726.

Zakiyah, M., Manurung, T. F., & Wulandari, R. S. (2018). Kandungan klorofil daun pada empat jenis pohon di Arboretum Sylva Indonesia PC. Universitas Tanjungpura. *Jurnal Hutan Lestari*, *6*(1). https://doi.org/10.26418/jhl.v6i1.23821 https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfkh/article/view/23821.