



## Aplikasi Sitokinin Dan Nanosilika Terhadap Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Varietas Grobogan Yang Mengalami Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

### Application Of Cytokinins And Nanosilicas In The Products Of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) of Grobogan Varieties Under Waterlogging Stress During The Early Flowering Phase

Renata Wahyu Kurniawardani<sup>1\*</sup>, Budi Adi Kristanto<sup>2</sup>, Karno<sup>3</sup>

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

\*Email : renatawahyukurniawar@students.undip.ac.id

#### ABSTRAK

Penelitian mengenai pengaruh aplikasi sitokinin dan nanosilika terhadap hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) varietas Grobogan yang mengalami genangan saat fase awal pembungaan. Tujuan penelitian adalah mengkaji aplikasi hormon sitokinin, nanosilika, dan interaksi keduanya terhadap peningkatan ketahanan kedelai pada genangan, pertumbuhan, serta hasil tanaman. Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap, terdiri 4x4 perlakuan dengan 3 ulangan. Faktor pertama (konsentrasi sitokinin) : kontrol (S0), 15 ppm sitokinin (S1), 30 ppm sitokinin (S2), 45 ppm sitokinin (S3). Faktor kedua (konsentrasi nanosilika) yaitu kontrol (N0), 100 ppm (N1), 200 ppm (N2) dan 300 ppm (N3). Data dianalisis dengan ANOVA taraf 5%, apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa aplikasi sitokinin berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, panjang akar, berat kering akar, jumlah daun, jumlah daun hijau, dan luas daun, sedangkan nanosilika berpengaruh nyata terhadap panjang akar dan berat kering akar.

**Kata kunci :** *Genangan, grobogan, kedelai, nanosilika, sitokinin*

#### ABSTRACT

Research on the effect of cytokinin and nanosilica application in the product of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties of Grobogan that experienced inundation during the early flowering phase. The aim of the research was to examine the application of cytokinin hormones, nanosilica, and their interactions to increase soybean resistance to waterlogging, growth, and crop yields. The study was arranged based on a completely randomized design, consisting of 4x4 treatments with 3 replications. The first factor (cytokinin concentration): control (S0), 15 ppm cytokinin (S1), 30 ppm cytokinin (S2), 45 ppm cytokinin (S3). The second factor (nanosilica concentration) was control (N0), 100 ppm (N1), 200 ppm (N2) and 300 ppm (N3). The data were analyzed using ANOVA at 5% level, if there was a significant effect, it was continued with the Honest Significant Difference (HSD) test at 5% level. Based on the results of the study, it was concluded that the application of cytokinins had a significant effect on plant height, root length, root dry weight, number of leaves, number of green leaves, and leaf area, while nanosilica had a significant effect on root length and root dry weight.

**Key words :** *Cytokinin, grobogan, nanosilica, soybean, waterlogging*

#### PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan sebagai sumber protein nabati yang cukup tinggi. Kandungan biji pada tanaman kedelai terdiri atas 40% protein, 20% minyak, 35% karbohidrat larut dan tak larut, sumber vitamin B, serta kaya akan kandungan mineral K, P, Ca, Mg, Fe (Krisnawati, 2017). Terdapat lebih dari 10 varietas kedelai unggul yang telah dikeluarkan oleh BALITKABI, salah satunya yaitu varietas Grobogan. Kedelai

**Renata Wahyu Kurniawardani, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Aplikasi Sitokinin Dan Nanosilika Terhadap Hasil Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) Varietas Grobogan Yang Mengalami Genangan Saat Fase Awal Pembungaan,,(Hal. 200 – 213)*

varietas Grobogan merupakan salah satu varietas kedelai unggul berbiji besar 18g/100 biji, berumur genjah (76 HST), dan tahan terhadap cekaman abiotik.

Cekaman genangan merupakan faktor abiotik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Genangan pada lahan kedelai dapat menyebabkan terjadinya gagal tanam, gagal panen, hingga dapat terjadi puso. Aplikasi pupuk nanosilika dan hormon berperan aktif dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman abiotik seperti genangan air, meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan akumulasi biomassa. Ketahanan tanaman terhadap genangan dapat diinduksi dengan aplikasi hormon eksogen (Nguyen et al., 2012) dan aplikasi pupuk nanosilika dan hormon secara bersama (Kim et al., 2016).

Aplikasi hormon sitokinin (BAP) pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman abiotik dapat menghambat penuaan, memperlambat degradasi klorofil, meningkatkan kadar klorofil sehingga fotosintesa berjalan baik, dan memperoleh asimilat yang akan ditranslokasikan pada biji, yang berlanjut pada peningkatan bobot 100 biji kedelai. Hormon sitokinin sintetik yang diaplikasikan dengan konsentrasi rendah dapat berperan lebih aktif dalam merangsang proses fisiologi tanaman dibandingkan sitokinin endogen, dikarenakan adanya pengaruh dari asam nukleat sehingga dapat langsung mempengaruhi proses sintesis protein dan aktifitas enzim. Berdasarkan penelitian Damanik et al. (2020) berpendapat bahwa aplikasi 50 ppm BAP dapat meningkatkan jumlah polong isi pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan. Berdasarkan penelitian Gaol et al. (2018) berpendapat bahwa aplikasi sitokinin dengan konsentrasi 60 ppm dapat meningkatkan regenerasi tunas dan meningkatkan jumlah daun pada kondisi cekaman genangan. Pupuk silika (Si) merupakan unsur hara fungsional yang berperan dalam meningkatkan toleransi stress biotik maupun abiotik, dan membantu memulihkan keseimbangan nutrisi. Pupuk silika dapat meningkatkan ketersediaan hara yang dibutuhkan oleh tanaman, menurunkan hara toksik, dan dapat meningkatkan toleransi tanaman pada kondisi cekaman abiotik dengan cara meningkatkan aktivitas enzim dan menginduksi sintesis metabolit sekunder yang berfungsi sebagai sistem pertahanan antioksidan pada tanaman (Sugiyanta et al., 2018). Berdasarkan penelitian Nisa et al. (2021) berpendapat bahwa aplikasi konsentrasi 20 ml/liter atau 1 gram Silika dengan kapasitas lapang 100% pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan dapat berpengaruh pada peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, kerapatan stomata, panjang akar, dan biomassa basah tanaman. Berdasarkan penelitian Nurmala et al. (2018) berpendapat bahwa aplikasi pupuk nanosilika dengan 1 l/ha pada tanaman padi yang tergenang dapat berpengaruh pada peningkatan bobot gabah per rumpun dan bobot 1000 butir. Berdasarkan penelitian Santi et al. (2018) berpendapat bahwa aplikasi nanosilika pada kedelai sebesar 6 l/ha atau 15 ml/l dapat meningkatkan produktivitas tanaman kedelai varietas Detam-1 sebesar 36,7%. Berdasarkan penelitian Sari et al. (2015) berpendapat bahwa aplikasi pupuk nanosilika dengan konsentrasi 200 ppm dapat menghasilkan jumlah bunga optimum pada tanaman kedelai yaitu 90 kuntum. Berdasarkan penelitian Krisnawati (2020) menyatakan bahwa aplikasi sitokinin konsentrasi 100 ppm 2 kali penyemprotan saat 15 HST dan fase inisiasi bunga pada kedelai dapat meningkatkan jumlah daun, klorofil, biji per tanaman, bobot 100 biji, dan bobot biji per tanaman.

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh aplikasi konsentrasi hormon sitokinin dan nanosilika terhadap peningkatan ketahanan tanaman kedelai pada cekaman genangan, pertumbuhan, dan hasil tanaman.

## METODE PENELITIAN

**Tempat dan Waktu.** Penelitian telah dilaksanakan pada 10 Mei 2022 – 1 Agustus 2022 di Dusun Congol, Bergas, Ungaran, Kabupaten Semarang. Analisis klorofil dan hasil panen telah dilaksanakan di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah.

**Alat dan Bahan.** Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain benih kedelai varietas Grobogan, tanah, arang sekam, pupuk kandang, pupuk nanosilika cair Nanosil99, hormon sitokinin 6-benzylaminopurine (BAP), ethanol 96%, akuades, rhizobium floraone, pupuk NPK 16:16:16, serta air. Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain pot ukuran 25, cethok, hand sprayer, gembor, meteran, oven, infraboard, plastik naungan, kantong plastik, ajir, bambu penyangga, kertas filter whatman, kuvet, spektrofotometer, alat tulis, timbangan analitik, mortar, dan alu.

**Rancangan Penelitian.** Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan faktorial Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4x4 dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 16 kombinasi dan 48 unit percobaan. Faktor pertama konsentrasi hormon sitokinin, yaitu kontrol (S0), 15 ppm sitokinin (S1), 30 ppm sitokinin (S2), dan 45 ppm sitokinin (S3). Faktor kedua konsentrasi pupuk nanosilika, yaitu kontrol (N0), 100 ppm (N1), 200 ppm (N2), dan 300 ppm (N3). Data yang diperoleh dianalisis

menggunakan ANOVA pada taraf 5% untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari perlakuan, apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%.

Prosedur Penelitian. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, diantaranya persiapan alat dan bahan, pengolahan media tanam, persiapan benih, penanaman, pemeliharaan tanaman, perlakuan, penggenangan, dan pemanenan.

Perlakuan. Terdapat 2 faktor yaitu konsentrasi hormon sitokinin dan faktor kedua adalah pupuk nanosilika. Adapun faktor pertama adalah konsentrasi hormon sitokinin, larutan dibuat dengan mengencerkan 10 ml larutan stok berkonsentrasi 10.000 ppm pada 1.000 ml akuades agar mendapatkan larutan dengan konsentrasi 100 ppm. Pada perlakuan yang berkonsentrasi 15 ppm, pengenceran dilakukan dengan melarutkan 15 ml sitokinin pada akuades menjadi 100 ml/l. Hal serupa dilakukan untuk mengencerkan perlakuan dengan konsentrasi 30 ppm yaitu melarutkan 30 ml sitokinin pada akuades menjadi 100 ml/l dan konsentrasi perlakuan 45 ppm yaitu dengan melarutkan 45 ml sitokinin pada akuades menjadi 100 ml/l. Penyemprotan dilakukan dengan dosis sebesar 100 ml/tanaman yang disemprotkan dua kali, masing-masing 50 ml/tanaman pada 15 HST dan 50 ml/tanaman pada 45 HST disemprotkan pada semua daun secara merata. Faktor kedua yaitu konsentrasi pupuk nanosilika, larutan dibuat dengan mengencerkan 20 ml nanosilika dengan konsentrasi bahan aktif sebesar 5.000 ppm pada 1.000 ml akuades untuk mendapatkan konsentrasi larutan sebesar 100 ppm. Pada perlakuan dengan konsentrasi 100 ppm dilakukan dengan mengencerkan 20 ml nanosilika pada akuades menjadi 100ml/l. Pada perlakuan dengan konsentrasi 200 ppm dilakukan dengan mengencerkan 40 ml nanosilika pada akuades menjadi 100 ml/l. Sedangkan pada perlakuan dengan konsentrasi 300 ppm, dilakukan dengan mengencerkan 60 ml nanosilika pada larutan akuades menjadi 100 ml/l. Penyemprotan dilakukan dengan dosis sebesar 54 ml/tanaman disemprotkan tiga kali masing-masing 18 ml/tanaman pada 3 MST, 18 ml/tanaman pada 5 MST, dan 18 ml/tanaman pada 7 MST disemprotkan hingga seluruh bagian tanaman basah.

Penggenangan. Genangan dilakukan pada 4 MST selama 7 hari yaitu dengan mengisi pot yang telah dilapisi plastik dan berisi media tanam serta tanaman kedelai dengan air, digenangi 2 cm diatas permukaan media, setelah 7 hari, air yang tergenang dikeluarkan dari pot.

Parameter pengamatan. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, panjang akar, berat kering akar, jumlah daun, jumlah daun hijau, luas daun, kadar klorofil, jumlah polong, jumlah biji, berat kering biji, dan berat kering jerami.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap tinggi tanaman kedelai, sedangkan aplikasi pupuk nanosilika dan interaksi antara aplikasi hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) akibat aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika terhadap tinggi tanaman pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi Tanaman Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (cm/tanaman) -----				
Kontrol	57.61	57.79	57.81	57.83	57.76 <sup>a</sup>
15 ppm	38.69	38.81	39.10	39.26	38.97 <sup>b</sup>
30 ppm	30.15	30.44	30.66	31.10	30.59 <sup>b</sup>
45 ppm	22.34	22.42	24.68	29.30	24.69 <sup>b</sup>
Rerata	37.20	37.37	38.06	39.37	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi 0 ppm berbeda nyata dengan 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm. Pemberian sitokinin dengan dosis yang berbeda menunjukkan penurunan pada tinggi tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal ini disebabkan karena konsentrasi hormon sitokinin yang berlebih

**Renata Wahyu Kurniawardani, Budi Adi Kristanto, Karno: Aplikasi Sitokinin Dan Nanosilika Terhadap Hasil Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) Varietas Grobogan Yang Mengalami Genangan Saat Fase Awal Pembungaan,,(Hal. 200 – 213)**

dapat menurunkan hormon giberelin alami pada tanaman. Hormon giberelin memiliki peran dalam memacu perpanjangan batang dengan cara merangsang pembelahan dan pemanjangan sel. Wicaksono et al. (2016) berpendapat bahwa pemberian hormon sitokinin eksogen dapat mengurangi kadar konsentrasi giberelin pada tanaman atau sebaliknya, sehingga dapat berpengaruh terhadap berkurangnya pembelahan dan pemanjangan sel pada batang. Perlakuan tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan tanpa pemberian sitokinin memiliki tinggi tanaman yang cukup tinggi dibandingkan dengan tanaman kedelai yang diberi sitokinin, hal tersebut dikarenakan genangan menyebabkan tersedianya nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Cekaman genangan dapat memacu terjadinya proses elongasi pada batang sebagai strategi penghindaran (escape strategy) terhadap gangguan eksternal seperti genangan untuk membantu mencukupi kebutuhan oksigen maupun karbondioksida dalam mendukung proses respirasi aerob dan fotosintesis.

Aplikasi konsentrasi pupuk nanosilika sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal ini disebabkan karena tidak bekerjanya aplikasi konsentrasi nanosilika akibat terhambatnya akumulasi unsur silikon bentuk asam silikat pada tanaman sehingga terjadi keracunan logam. Berdasarkan penelitian Ikhsanti et al. (2018) berpendapat bahwa terhambatnya akumulasi unsur Si berbentuk asam silikat ( $\text{Si(OH)}_4$ ) yang terjadi pada organ batang, akar, dan dinding sel daun dapat berakibat terjadinya keracunan ion akibat rendahnya aktivitas enzim antioksidan pada tanaman yang mengalami cekaman abiotik sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Faktor lain yang mempengaruhi terhambatnya pertumbuhan batang akibat kurang optimalnya penyerapan unsur hara Si pada tanaman yang mengalami genangan yaitu kurang efektifnya daun menangkap radiasi cahaya matahari dalam proses fotosintesis, dimana fotosintat yang dihasilkan digunakan untuk pemanjangan batang.

**Panjang Akar**

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap panjang akar tanaman kedelai, sedangkan interaksi antara aplikasi hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh terhadap panjang akar pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BJK ( $p < 0,05$ ) akibat aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika terhadap panjang akar pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Panjang Akar Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (cm/tanaman) -----				
Kontrol	46.63	51.36	58.32	63.42	55.69 <sup>a</sup>
15 ppm	31.27	40.85	57.58	61.51	47.80 <sup>ab</sup>
30 ppm	26.87	38.60	50.01	56.23	42.93 <sup>ab</sup>
45 ppm	24.34	30.66	38.59	47.26	35.21 <sup>b</sup>
Rerata	32.28 <sup>b</sup>	40.37 <sup>ab</sup>	51.13 <sup>ab</sup>	57.10 <sup>a</sup>	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BJK ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi 0 ppm, 15 ppm, dan 30 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan konsentrasi 0 ppm dan 45 ppm menunjukkan perbedaan yang nyata. Pemberian sitokinin dengan dosis yang berbeda menunjukkan penurunan pada panjang akar tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Pemberian konsentrasi sitokinin yang tinggi dapat menghambat pembentukan akar pada tanaman. Hal ini disebabkan karena aplikasi hormon sitokinin eksogen dapat menghambat aktivitas hormon auksin dalam kerjanya untuk merangsang pembentukan dan pertumbuhan akar. Berdasarkan penelitian Wardatutthoyibah et al. (2015) berpendapat bahwa terhambatnya pembentukan maupun pertumbuhan akar terjadi karena terdapatnya hormon sitokinin (BAP) yang menghalangi dan menghambat pengaruh zat pengatur tumbuh lain seperti auksin dalam inisiasi akar pada tanaman.

Aplikasi konsentrasi pupuk nanosilika berpengaruh nyata terhadap panjang akar pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Aplikasi

konsentrasi pupuk nanosilika dengan konsentrasi 0 ppm dan 300 ppm menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan konsentrasi 100 ppm dan 200 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Hasil terbaik terdapat pada konsentrasi 300 ppm, hal tersebut dikarenakan silika merupakan salah satu unsur hara yang dapat membantu tanaman bekerja optimal dalam melakukan transport hara dalam pendistribusian proses metabolisme pada tanaman. Apriliyanto dan Sarno (2019) berpendapat bahwa aplikasi pupuk silika dapat meningkatkan kandungan Si dan lignin pada tanaman, sehingga berpengaruh positif terhadap panjang akar dan memberikan kekuatan dinding sel pada tanaman yang mengalami cekaman genangan. Aplikasi unsur hara silika dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan mengurangi unsur hara toksik yang terserap pada tanaman saat terjadi genangan sehingga akar dapat tetap tumbuh dengan optimal. Berdasarkan penelitian Zainul et al. (2022) berpendapat bahwa aplikasi silika pada tanaman yang mengalami cekaman genangan dapat mengurangi kerusakan oksidatif, sehingga nutrisi dapat tetap terserap oleh tanaman dengan baik dan tanaman dapat tumbuh sehat.

### Berat Kering Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap berat kering akar tanaman kedelai, sedangkan interaksi antara aplikasi hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering akar pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) akibat aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika terhadap berat kering akar pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Berat Kering Akar Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (gram/tanaman) -----				
Kontrol	0.357	0.438	0.614	0.755	0.541 <sup>a</sup>
15 ppm	0.248	0.402	0.377	0.397	0.356 <sup>b</sup>
30 ppm	0.157	0.260	0.322	0.388	0.282 <sup>b</sup>
45 ppm	0.133	0.137	0.159	0.202	0.158 <sup>b</sup>
Rerata	0.224 <sup>b</sup>	0.309 <sup>ab</sup>	0.368 <sup>ab</sup>	0.436 <sup>a</sup>	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi 0 ppm menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap perlakuan dengan konsentrasi sebesar 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm. Aplikasi hormon sitokinin menurunkan berat kering akar, hal tersebut dikarenakan aplikasi konsentrasi sitokinin tidak dapat meminimalisir dampak kerusakan akar tanaman kedelai yang mengalami genangan, sehingga pembentukan dan perkembangan akar tidak berkembang dengan baik menyebabkan terjadinya penurunan berat kering akar. Penurunan berat kering akar juga dapat disebabkan karena aplikasi hormon sitokinin yang dilakukan dengan cara penyemprotan pada bagian daun hingga basah belum dapat menanggulangi hipoksia pada akar akibat genangan, sehingga akar tidak dapat tumbuh dengan maksimal dan berpengaruh terhadap berat kering akar yang dihasilkan. Susilawati et al. (2012) berpendapat bahwa terjadinya pembusukan akar akibat genangan dikarenakan lemahnya penyerapan hara pada jaringan tanaman yang disebabkan oleh rendahnya oksigen.

Aplikasi konsentrasi pupuk nanosilika sebesar 0 ppm dan 300 ppm menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan konsentrasi perlakuan sebesar 100 ppm dan 200 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap berat kering akar tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil terbaik terdapat pada aplikasi nanosilika dengan konsentrasi 300 ppm, hal tersebut dikarenakan aplikasi konsentrasi pupuk nanosilika yang disemprotkan pada semua bagian tanaman dapat membuat tanaman lebih efektif dalam menyerap air dan nutrisi. Banyaknya akar yang tumbuh akibat aplikasi nanosilika dengan kadar konsentrasi yang tinggi menyebabkan jaringan tanaman lebih optimal dalam menyerap nutrisi dan meningkatkan

**Renata Wahyu Kurniawardani, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Aplikasi Sitokinin Dan Nanosilika Terhadap Hasil Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) Varietas Grobogan Yang Mengalami Genangan Saat Fase Awal Pembungaan,,(Hal. 200 – 213)*

penyerapan air sehingga dapat memacu aktifitas sel dalam pemanjangan maupun pembesaran sel yang dapat mempengaruhi peningkatan bobot basah maupun bobot kering tanaman.

Berdasarkan penelitian Aziza et al. (2022) berpendapat bahwa aplikasi unsur hara Si pada tanaman dapat menjadi penghalang fisik maupun mekanik dalam menjaga keseimbangan air di dalam tanaman, serta dapat meningkatkan penyerapan unsur hara N maupun P. Peningkatan penyerapan unsur hara pada tanaman dapat berpengaruh pada proses metabolisme untuk meningkatkan proses pembelahan sel pada jaringan tanaman yang dapat meningkatkan pembentukan tunas, akar, dan daun dalam meningkatkan bobot segar maupun bobot kering tanaman.

### Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap jumlah daun tanaman kedelai, sedangkan aplikasi pupuk nanosilika dan interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh terhadap jumlah daun pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) akibat aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika terhadap jumlah daun pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Daun Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (helai/tanaman) -----				
Kontrol	4.73	4.42	4.08	3.75	4.24 <sup>c</sup>
15 ppm	8.15	8.08	7.83	7.75	7.95 <sup>a</sup>
30 ppm	7.42	7.42	6.67	6.00	6.88 <sup>ab</sup>
45 ppm	6.57	6.33	5.83	4.75	5.87 <sup>b</sup>
Rerata	6.71	6.56	6.10	5.56	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Tabel 4 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi 15 ppm dan 30 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Konsentrasi 0 ppm, 15 ppm, dan 45 ppm menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil terbaik terdapat pada aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi sebesar 15 ppm, hal tersebut dikarenakan aplikasi hormon sitokinin dapat bekerja secara optimal dalam melakukan sintesis asam amino dan protein untuk merangsang pertumbuhan daun. Aplikasi konsentrasi sitokinin eksogen memacu terjadinya pembelahan sel-sel yang terdapat didalam tanaman, dimana pembelahan sel tersebut mengakibatkan terbentuknya daun, meningkatkan persentase hidup, dan meningkatkan jumlah tunas. Berdasarkan penelitian Saefas et al. (2017) berpendapat bahwa aplikasi hormon sitokinin eksogen dapat memacu terjadinya pertumbuhan sel, kemudian sel akan membelah dan berkembang menjadi tunas, cabang, maupun daun.

Aplikasi konsentrasi nanosilika dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah daun tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan penyemprotan silika hingga tanaman basah hanya mengenai lapisan terluar (epidermis) mengakibatkan terbentuknya lapisan keras (cuticle), sehingga silika belum dapat memacu terjadinya peningkatan jumlah daun namun dapat menguatkan dan membuat daun lebih kokoh dalam melakukan penyerapan cahaya sehingga dapat meningkatkan fotosintesis. Berdasarkan penelitian Sari et al. (2017) berpendapat bahwa aplikasi silika dengan cara penyemprotan menyebabkan terjadinya penebalan epidermis menyebabkan peningkatan penyerapan cahaya sehingga dapat menstimulasi fotosintesis. Terpenuhinya unsur hara Si didalam tanaman menyebabkan aplikasi silika tidak berpengaruh terhadap inisiasi jumlah daun. Berdasarkan penelitian Nurmala et al. (2016) berpendapat bahwa aplikasi silika pada tanaman tidak berpengaruh terhadap peningkatan jumlah daun, karena belum terlarutnya silika dengan maksimal ataupun disebabkan oleh terpenuhinya kebutuhan unsur hara Si, sehingga aplikasi Si tidak berpengaruh terhadap jumlah daun.

### Jumlah Daun Hijau

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap jumlah daun hijau tanaman kedelai, sedangkan aplikasi pupuk nanosilika dan interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun hijau pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) akibat aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika terhadap jumlah daun hijau pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Daun Hijau Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (helai/tanaman) -----				
Kontrol	4.00	3.92	3.83	3.50	3.81 <sup>c</sup>
15 ppm	7.18	6.50	6.40	5.75	6.46 <sup>a</sup>
30 ppm	7.02	6.83	5.83	5.17	6.21 <sup>ab</sup>
45 ppm	5.00	4.75	4.00	3.58	4.33 <sup>b</sup>
Rerata	5.80	5.50	5.02	4.50	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi 15 ppm dan 30 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan konsentrasi 0 ppm, 15 ppm, dan 45 ppm menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil terbaik pada konsentrasi sebesar 15 ppm, hal tersebut dikarenakan aplikasi sitokinin dapat meningkatkan kinerja sitokinesis pada sel-sel, pembentukan organ, dan penunda penuaan. Proses sitokinin dalam menunda penuaan pada daun bekerja dengan cara menghambat terjadinya penguraian protein yaitu terjadinya perombakan protein menjadi asam amino oleh enzim protease, RNA-ase, dan DNA-ase. Aplikasi konsentrasi sitokinin pada tanaman yang mengalami genangan dapat menstimulasi perubahan etioplast ke kloroplas dengan mendorong sintesis pada klorofil, sehingga menghambat penuaan yang menyebabkan daun tetap hijau. Wicaksono et al. (2016) berpendapat bahwa aplikasi konsentrasi sitokinin pada tanaman yang mengalami cekaman abiotik dapat meminimalisir kerusakan dan memperlambat periode tumbuh tanaman, dikarenakan terjadinya penundaan penuaan pada daun sehingga tanaman dapat tumbuh lebih lama. Aplikasi sitokinin dalam menghambat penuaan daun bekerja dengan menguraikan klorofil dan protein kemudian diangkut floem menuju jaringan meristem dan bagian lain. Berdasarkan penelitian Wicaksono et al. (2017) berpendapat bahwa penuaan pada daun dihambat oleh aplikasi konsentrasi sitokinin eksogen dengan mempertahankan membran tonoplas, sehingga fotosintesis dan aliran fotosintat dapat berjalan dengan baik.

Aplikasi konsentrasi nanosilika dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah daun hijau tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan ukuran stomata yang mengecil akibat proses adaptasi tanaman terhadap lingkungan yang mengalami cekaman genangan, sehingga aplikasi silika tidak terserap dengan optimal. Nikmah et al. (2017) berpendapat bahwa penyerapan silika yang kurang maksimal disebabkan oleh kecilnya ukuran stomata pada daun, sehingga berkurangnya serapan N, P, K yang berpengaruh terhadap jumlah daun.

### Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap luas daun tanaman kedelai, sedangkan aplikasi pupuk nanosilika dan interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika terhadap luas daun pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Luas Daun Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (cm <sup>2</sup> /tanaman) -----				
Kontrol	64.18	54.90	49.87	47.43	54.09 <sup>a</sup>
15 ppm	50.88	44.38	41.62	40.38	44.32 <sup>ab</sup>
30 ppm	40.41	40.93	38.54	33.63	38.38 <sup>b</sup>
45 ppm	40.14	38.07	35.08	23.15	34.11 <sup>c</sup>
Rerata	48.90	44.57	41.28	36.15	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi 0 ppm dan 15 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan konsentrasi 0 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm menunjukkan perbedaan yang nyata. Aplikasi hormon sitokinin menurunkan luas daun pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan, hal tersebut dikarenakan konsentrasi sitokinin berlebih tidak berpengaruh pada peningkatan luas daun kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase pembungaan. Konsentrasi giberelin endogen terhadap indeks luas daun tanaman akan berkurang dengan adanya aplikasi sitokinin eksogen, dikarenakan keduanya dapat meningkatkan indeks luas daun pada tanaman. Berdasarkan penelitian Wicaksono et al. (2016) berpendapat bahwa peningkatan konsentrasi sitokinin akibat aplikasi sitokinin dapat mengurangi konsentrasi giberelin pada tanaman sehingga terjadi penurunan indeks luas daun dan tanaman mengalami keracunan. Pemberian konsentrasi sitokinin berlebih pada tanaman yang berumur tua menyebabkan toksisitas, sehingga tidak berpengaruh terhadap luas daun pada tanaman yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan.

Wicaksono et al. (2017) berpendapat bahwa semakin tua umur tanaman maka semakin sedikit konsentrasi sitokinin yang diberikan, dikarenakan tanaman pada fase generatif mampu memproduksi sitokinin yang lebih besar. Aplikasi nanosilika dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap luas daun tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan aplikasi silika pada tanaman yang mengalami genangan belum dapat memperbaiki proses distribusi fotosintat pada tanaman sehingga distribusi lebih diarahkan pada pembentukan organ lain dibanding dengan pertumbuhan daun. Berdasarkan penelitian Nurhadidah dan Siregar (2021) berpendapat bahwa faktor lingkungan berupa cekaman abiotik dapat menyebabkan aplikasi silika tidak berpengaruh dalam memperbaiki distribusi fotosintat pada tanaman sehingga tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan pada organ daun.

### Kadar Klorofil

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika dan interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) aplikasi sitokinin dan nanosilika terhadap kadar klorofil pada kedelai yang mengalami genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Klorofil Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (mg/g) -----				
Kontrol	12.40	14.48	16.31	17.57	15.19
15 ppm	16.57	17.45	17.85	18.42	17.57
30 ppm	16.49	16.88	17.97	18.32	17.42
45 ppm	16.32	16.48	17.76	18.24	17.20
Rerata	15.54	16.40	17.63	18.36	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).



Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar klorofil tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan pada fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan aplikasi sitokinin eksogen pada tanaman yang mengalami genangan belum dapat menghambat terjadinya penguraian klorofil dan protein-protein yang menyebabkan terjadinya penuaan pada organ daun. Klorofil yang menurun disebabkan oleh lama terjadinya genangan, menyebabkan terhambatnya aktivitas penyerapan unsur hara maupun oksigen dalam pemenuhan kebutuhan tanaman. Berdasarkan penelitian Holidi et al. (2015) berpendapat bahwa terjadinya defisiensi unsur hara karena genangan yang terjadi pada tanaman menyebabkan klorofil menjadi terganggu pembentukannya dan menurunnya kadar klorofil pada daun. Meningkatnya kadar klorofil dan protein dengan aplikasi sitokinin eksogen dapat menunda penuaan pada daun, namun aplikasi sitokinin eksogen belum dapat meminimalisir dampak negatif genangan saat fase awal pembungaan yang lebih dominan.

Pemberian konsentrasi pupuk nanosilika dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kadar klorofil tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan penyemprotan nanosilika pada tanaman kedelai hingga tanaman basah menyebabkan pupuk menetes dan terkena tanah antar perlakuan dengan jarak yang masih berdekatan, sehingga konsentrasi silika yang diaplikasikan tidak dapat menstimulasi fotosintesis dengan optimal. Faktor lain yang berpengaruh terhadap penurunan kadar klorofil pada tanaman kedelai yaitu faktor lingkungan berupa cekaman genangan yang dapat menurunkan kandungan hara berupa unsur Mg dan N. Berdasarkan penelitian Sari et al. (2017) berpendapat bahwa pemberian silika pada tanaman dapat meningkatkan fotosintesis yaitu daun akan menjadi lebih tegak dan membantu dalam menyerap cahaya matahari dalam proses pembentukan klorofil sehingga fotosintesis dapat bekerja lebih optimal, namun keberhasilannya dapat dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh, varietas, kultur teknik, dan jarak tanam.

### Jumlah Polong

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap jumlah polong isi maupun polong total kedelai, serta interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi maupun polong total pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) aplikasi sitokinin dan nanosilika terhadap jumlah polong isi maupun polong total pada kedelai yang mengalami genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah Polong Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (polong isi/tanaman) -----				
Kontrol	7.5	8.7	12.0	14.2	10.6
15 ppm	8.1	9.3	11.3	13.0	10.4
30 ppm	9.0	9.7	11.3	11.8	10.5
45 ppm	10.7	10.0	7.0	7.0	8.7
Rerata	8.8	9.4	9.7	10.8	
	----- (polong total/tanaman) -----				
Kontrol	10.0	10.3	14.3	14.7	12.3
15 ppm	9.7	10.3	12.0	13.0	11.3
30 ppm	9.0	9.7	11.7	12.0	10.6
45 ppm	11.0	10.7	8.0	8.0	9.4
Rerata	9.9	10.3	10.8	11.2	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah polong tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hormon sitokinin yang disemprotkan pada daun belum dapat meminimalisir

**Renata Wahyu Kurniawardani, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Aplikasi Sitokinin Dan Nanosilika Terhadap Hasil Kedelai (Glycine max (L.) Merril) Varietas Grobogan Yang Mengalami Genangan Saat Fase Awal Pembungaan,,(Hal. 200 – 213)*

dampak negatif genangan yang terjadi saat fase awal pembungaan, sehingga penuaan daun terjadi lebih awal, rontoknya organ bunga, dan menyebabkan rontoknya polong yang terbentuk. Penurunan jumlah polong isi maupun polong total juga dapat diakibatkan oleh sitokinin yang belum mampu menghambat adanya penurunan aktivitas metabolik dan penurunan translokasi fotoasimilat karena genangan, menyebabkan kurangnya pasokan fotoasimilat pada organ bunga yang disebabkan karena adanya kompetisi fotoasimilat pada organ daun, batang, bintil maupun organ reproduksi yang menyebabkan berkurangnya jumlah polong. Berdasarkan penelitian Yashima et al. (2015) berpendapat bahwa keberhasilan aplikasi sitokinin dalam meningkatkan jumlah polong ditentukan oleh kondisi lingkungan. Lingkungan dengan kondisi yang tergenang menyebabkan sitokinin tidak bekerja maksimal yang berakibat pada berkurangnya pasokan fotoasimilat pada bunga, sehingga bunga tidak dapat berkembang dan menghasilkan polong.

Aplikasi pupuk nanosilika dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah polong isi maupun polong total tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan aplikasi konsentrasi pupuk silika pada tanaman kedelai tidak berpengaruh karena sifat imobil pada silika. Berdasarkan penelitian Sari et al. (2015) berpendapat bahwa aplikasi silika tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan maupun produksi kedelai, dikarenakan sifat imobil pada silika yang menyebabkan silika terakumulasi pada jaringan tua.

### Jumlah Biji

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika dan interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah biji pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) aplikasi sitokinin dan nanosilika terhadap jumlah biji pada kedelai yang mengalami genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Jumlah Biji Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (biji/tanaman) -----				
Kontrol	14.5	17.0	23.0	27.7	20.5
15 ppm	15.7	17.3	22.7	26.3	20.5
30 ppm	17.7	17.7	22.3	23.3	20.3
45 ppm	21.3	20.0	7.7	7.7	14.2
Rerata	17.3	18.0	18.9	21.3	
	----- (biji/polong) -----				
Kontrol	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7
15 ppm	1.4	1.7	1.9	2.0	1.7
30 ppm	1.3	1.5	1.8	1.8	1.6
45 ppm	1.3	1.5	1.8	1.8	1.6
Rerata	1.4	1.6	1.8	1.8	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah biji tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan tanaman kedelai yang mengalami penuaan, maka translokasi asimilat pada daun digunakan dalam perkembangan biji. Aplikasi konsentrasi sitokinin eksogen pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan untuk mempertahankan agar daun tetap hijau membutuhkan asimilat yang banyak dalam proses respirasi, sehingga dapat menyebabkan translokasi pada biji berkurang. Berdasarkan penelitian Atmaja et al. (2020) berpendapat bahwa translokasi asimilat dipengaruhi oleh kekuatan organ sink (biji) saat tanaman kedelai memasuki fase reproduktif. Penurunan jumlah biji pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan dapat disebabkan oleh genangan yang terjadi saat tanaman kedelai pada fase kritis dalam pertumbuhannya sehingga biji tidak dapat tumbuh dengan optimal. Berdasarkan penelitian Gaol et al. (2018) berpendapat bahwa genangan yang terjadi saat periode kritis pertumbuhan tanaman yaitu pada fase

pembungaan dan pembuahan dapat mengganggu sistem perakaran dalam menyerap nutrisi yang dibutuhkan dalam proses pembuahan sehingga dapat menurunkan hasil biji pada tanaman.

Aplikasi konsentrasi pupuk nanosilika dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah biji tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan terhambatnya distribusi unsur hara nanosilika ke bagian organ reproduktif tanaman akibat tanaman mengalami genangan saat fase awal pembungaan, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lemah. Terhambatnya distribusi unsur hara pada organ reproduktif tanaman dapat menyebabkan pertumbuhan bunga menjadi terhambat dan berpengaruh pada pertumbuhan biji. Ketersediaan konsentrasi silika pada tanaman belum dapat menggantikan P sebagai unsur hara makro esensial yang berpengaruh terhadap hasil maupun komposisi biji pada tanaman kedelai. Berdasarkan penelitian Puteri et al. (2014) berpendapat bahwa unsur hara P dari kompleks pertukaran pada tanaman dapat digantikan oleh unsur hara mikro silika dalam meningkatkan ketersediaan P didalam tanah, dimana unsur P dapat menurun akibat senyawa beracun Al maupun Fe yang meningkat karena tanaman terkena cekaman abiotik. Aplikasi konsentrasi Silika pada kedelai yang mengalami genangan belum dapat menggantikan unsur P, sehingga terjadinya peningkatan senyawa Al dan Fe yang dapat menurunkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

### Berat Kering Biji

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika dan interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering biji pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) aplikasi sitokinin dan nanosilika terhadap berat kering biji pada kedelai yang mengalami genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Berat Kering Biji Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (gram/tanaman) -----				
Kontrol	1.80	2.13	3.15	3.42	2.63
15 ppm	1.94	2.24	2.75	3.39	2.58
30 ppm	2.14	2.32	2.63	2.77	2.47
45 ppm	2.55	2.77	0.94	0.77	1.76
Rerata	2.11	2.37	2.37	2.59	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0 ppm, 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap berat kering biji tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan kurang optimalnya aplikasi konsentrasi sitokinin eksogen terhadap tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat awal pembungaan sehingga berpengaruh pada perkembangan biji yang kurang maksimal. Berat basah maupun berat kering pada tanaman berkaitan dengan panjang akar dan jumlah daun yang terbentuk dikarenakan penyerapan hara pada akar tanaman yang kurang optimal dapat berpengaruh terhadap translokasi unsur hara dari akar ke batang, daun, dan buah. Berdasarkan penelitian Dewi dan Miftakhurrohmat (2022) berpendapat bahwa tingginya serapan hara yang berlangsung pada tanaman berpengaruh terhadap semakin tingginya berat basah dan berat kering pada tanaman. Berat kering tanaman merupakan keseimbangan antar fotosintesis dan respirasi dimana berat yang berasal dari pengeringan komponen sel biomassa hingga mendapatkan berat konstan.

Aplikasi konsentrasi pupuk nanosilika yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap berat kering biji tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan silika bersifat imobil yaitu unsur hara tidak dapat tertranslokasi dari jaringan tua menuju muda, sehingga tidak terjadi translokasi unsur hara yang menyebabkan proses defisiensi dilakukan di daun muda. Sari et al. (2015) berpendapat bahwa aplikasi silika dengan cara disemprot hingga tanaman basah tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan maupun produksi tanaman kedelai dikarenakan sifat imobil pada silika, sehingga unsur silika tidak dapat mudah bergerak dan dengan mudah dapat terikat

**Renata Wahyu Kurniawardani, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Aplikasi Sitokinin Dan Nanosilika Terhadap Hasil Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) Varietas Grobogan Yang Mengalami Genangan Saat Fase Awal Pembungaan,,(Hal. 200 – 213)*

dengan unsur lain pada jaringan tanaman. Silika dapat mendorong fotosintesis pada tanaman, yaitu penebalan pada sel epidermis sehingga terjadi peningkatan penyerapan cahaya. Berat kering biji yang rendah, dapat disebabkan oleh aplikasi silika yang belum optimal dalam menstimulasi fotosintesis sehingga proses fotosintat yang terhambat.

### Berat Kering Jerami

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dan pupuk nanosilika dan interaksi antara hormon sitokinin dengan pupuk nanosilika tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering jerami pada tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hasil uji BNJ ( $p < 0,05$ ) aplikasi sitokinin dan nanosilika terhadap berat kering jerami pada kedelai yang mengalami genangan saat fase awal pembungaan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Berat Kering Jerami Kedelai Dengan Berbagai Konsentrasi Hormon Sitokinin dan Nanosilika Pada Kondisi Cekaman Genangan Saat Fase Awal Pembungaan

Hormon Sitokinin (S)	Pupuk Nanosilika (N)				Rerata
	Kontrol	100 ppm	200 ppm	300 ppm	
	----- (gram/tanaman) -----				
Kontrol	2.25	2.53	3.09	3.20	2.77
15 ppm	2.19	2.92	2.93	3.19	2.81
30 ppm	2.10	2.66	2.75	2.99	2.63
45 ppm	1.53	1.73	1.77	2.09	1.78
Rerata	2.02	2.46	2.64	2.87	

\*Superskrip berbeda pada kolom rerata menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNJ ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan Tabel 11 dapat diketahui bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi yang berbeda yaitu sebesar 0 ppm, 15 ppm, 30 ppm, dan 45 ppm dan aplikasi konsentrasi pupuk nanosilika sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm maupun interaksi antara keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap berat kering jerami tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan. Hal tersebut dikarenakan kurangnya serapan unsur hara pada tanaman dikarenakan terjadinya pembusukan pada bagian organ akar dan kurangnya oksigen sehingga proses fotosintesis menjadi menurun dan berpengaruh terhadap berat kering tanaman. Berdasarkan penelitian Putri et al. (2022) menyatakan bahwa serapan unsur hara berkaitan dengan peningkatan proses fotosintesis yang akan berlangsung pada tanaman, apabila fotosintesis berjalan baik maka tanaman akan tumbuh dengan baik dan akan terjadi peningkatan pula terhadap berat basah maupun berat kering pada tanaman.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi hormon sitokinin dengan konsentrasi 15 ppm memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah daun dan jumlah daun hijau. Aplikasi pupuk nanosilika dengan konsentrasi 300 ppm memberikan hasil terbaik pada parameter panjang akar dan berat kering akar. Aplikasi konsentrasi hormon sitokinin 15 ppm dan pupuk nanosilika 200 ppm dapat berpotensi sebagai alternatif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai yang mengalami cekaman genangan saat fase awal pembungaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aziza, I., Y. S. Rahayu, dan S. K. Dewi. 2022. Pengaruh pupuk organik cair dengan penambahan silika dan cekaman air terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. *J. LenteraBio*. 11 (1) : 183 – 191.
- Atmaja, I. S. F., I. Lubis, dan H. Purnamawati. 2020. Laju pengisian biji pada beberapa varietas kedelai dengan berbagai ukuran biji. *J. Agronomi Indonesia*. 48 (2) : 142 – 149.
- Apriliyanto, E. dan Sarno. 2020. Pengaruh pemberian silika terhadap hasil tanaman okra. *J. Agrosains dan Teknologi*. 4 (2) : 56 – 63.

- Dewi, A. A., dan A. Miftakhurrohmat. 2022. Pengaruh jenis zpt alami dan lama perendaman terhadap perkecambahan kedelai (*Glycine max L.*)." *J. Agriculture*. 17 (1) : 1 – 16.
- Damanik, R. I., D. Manurung, E. S. Bayu, and N. Rahmawati. 2020. Response of some soybean (*Glycine max L. Merrill*) varieties on flooded conditon with application of Benzyl Amino Purine (BAP) and Salicylic Acid (SA) in the R3 phase." *Journal of In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 454 (1) : 012162.
- Gaol, L. D. L., R. I. Damanik, dan E. S. Bayu. 2018. Keragaan beberapa varietas kedelai (*Glycine max L. Merrill*) dengan pemberian BAP, GA3 dan tergenang. *J. Online Agroekoteknologi*. 6 (4) : 854 – 861.
- Holidi, Aminudin, E. Safriyani, W. Warjiyanto, dan S. Sutejo. 2015. Pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tanah gambut berbagai ketinggian genangan. *J. Ilmu Pertanian*. 18 (3) : 135 – 140.
- Ikhsanti, Afiffah, B. Kurniasih, dan D. Indradewa. 2018. Pengaruh aplikasi silika terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa L.*) pada kondisi salin. *J. Vegetalika*. 7 (4) : 1 – 11.
- Kim, Y. H., A. L. Khan, and J. J. Lee. 2016. Silicon: a duo synergy for regulating crop growth and hormonal signaling under abiotic stress conditions. *Journal of Critical reviews in biotechnology*. 36 (6) : 1099 – 1109.
- Krisnawati, A. 2017. Kedelai sebagai sumber pangan fungsional. *J. Iptek Tanaman Pangan*. 12 (1) : 57 – 65.
- Krisnawati, E. 2020. Pengaruh waktu pemberian dan konsentrasi benzyl amino purine (BAP) terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*). *J. Penyuluhan Pertanian*. 3 (1) : 79 – 87.
- Nguyen V. T., T. D. Vuong, T. Van Toai, J. D. Lee, X. Wu, M. A. Rouf Mian. 2012. Mapping of quantitative trait loci associated with resistance to *Phytophthora sojae* and flooding tolerance in soybean. *Journal of Crop Sci*. 52 : 2481–2493.
- Nisa, F. Khoirun, dan Y. S. Rahayu. 2021. pengaruh pupuk organik cair nabati dan silika terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) yang mengalami cekaman air. *J. LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 11 (1) : 80 –88.
- Nurmala, Tati, A. Yuniarti, dan N. Syahfitri. 2016. Pengaruh berbagai dosis pupuk silika organik dan tingkat kekerasan biji terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pulut (*Coix lacryma-Jobi. L*) genotip 37". *J. Kultivasi*. 15 (2) : 133 – 142.
- Nurmala, Tati, W. Priando, dan M. Rachmadi. 2018. Pengaruh kondisi genangan dan pemupukan silika terhadap hasil dan kualitas padi dua kultivar Poso. *J. Kultivasi*. 17 (2) : 664 – 669.
- Nikmah, Z. Choirum, W. Slamet, dan B. A. Kristanto. 2017. Aplikasi silika dan NAA terhadap pertumbuhan Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis L.*) pada tahap aklimatisasi. *J. Agro Complex*. 1 (3) : 101 – 110.
- Pratama R. A. 2019. Aplikasi Benzyl Amino Purine (BAP) dan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) terhadap produksi edamame (*Glycine max (L.) Merrill*). *J. Agro Wiralodra*. 2 (1) : 23 – 28.
- Puteri, E. Alina, Y. Nurmiaty, dan A. Agustiansyah. 2014. Pengaruh aplikasi fosfor dan silika terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine Max (L.) Merrill.*). *J. Agrotek Tropika*. 2 (2) : 233101.
- Putri, Ineke, dan A. Miftakhurrohmat. 2022. Pengaruh macam dan konsentrasi ZPT sintetik terhadap fase vegetatif tanaman kedelai (*Glycine Max L.*)." *J. Agriculture*. 17 (1) : 17 – 27.

**Renata Wahyu Kurniawardani, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Aplikasi Sitokinin Dan Nanosilika Terhadap Hasil Kedelai (Glycine max (L.) Merril) Varietas Grobogan Yang Mengalami Genangan Saat Fase Awal Pembungaan,,(Hal. 200 – 213)*

- Susilawati, R. A. Suwignyo, M. Munandar, dan M. Hasmeda. 2012. Karakter agronomi dan toleransi varietas cabai merah akibat genangan pada fase generatif. *J. Lahan Suboptimal*. 1 (1) : 196 – 203.
- Saefas, S. A., S. Rosniawaty, dan Y. Maxiselly. 2017. Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh alami dan sintetik terhadap pertumbuhan tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) klon GMB 7 setelah centering. *J. Kultivasi*. 16 (2) : 368 – 372.
- Sari, A. Temon, S. W. A. Suedy, dan S. Haryanti. 2017. Pengaruh pupuk nanosilika terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L. Var. Kanesia 8). *J. Akademika Biologi*. 6 (2) : 75 – 83.
- Santi, L. P., D. H. Goenadi, J. Barus, dan A. Dariah. 2018. Pengaruh bio-nano silikaterhadap hasil dan efisiensi penggunaan air kedelai hitam di lahan kering masam. *J. Tanah dan Iklim*. 42 (1) : 43 – 52.
- Sari, E. Puspita, A. Agustiansyah, dan Y. Nurmiaty. 2015. Pengaruh penyemprotan boron dan silika terhadap pertumbuhan dan produksi benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Agrotek Tropika*. 3 (1) : 36 – 40.
- Sugiyanta, I. M., Dharmika, dan D. S. Mulyani. 2018. Pemberian pupuk silika cair untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan toleransi kekeringan padi sawah. *J. Agronomi Indonesia*. 46 (2) : 153 – 160.
- Wardatutthoyyibah, R. S. Wulandari, dan D. Herlina. 2015. Penambahan auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan tunas dan akar gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) secara in vitro. *Jurnal Hutan Lestari*. 3 (1) : 43 – 50.
- Wicaksono, F. Yulianto, A. F. Putri, Y. Yuwariah, Y. Maxiselly, dan T. Nurmala. 2017. Respons tanaman gandum akibat pemberian sitokinin berbagai konsentrasi dan waktu aplikasi di dataran medium Jatinangor. *J. Kultivasi*. 16 (2) : 349 – 355.
- Wicaksono, F. Yulianto, T. Nurmala, A. W. Irwan, dan A. S. U. Putri. 2016. Pengaruh pemberian gibberellin dan sitokinin pada konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil gandum (*Triticum aestivum* L.) di dataran medium Jatinangor. *J. Kultivasi*. 15 (1) : 52 – 58.
- Yashima, Y., A. Kaihatsu, T. Nakajima, dan M. Kokubun. 2015. Effects of source/sink ratio and cytokinin application on pod set in soybean. *J. Plant Production Science*. 8 (2) : 139 – 144.
- Zainul, L. A. Budinuljanto, S. Soeparjono, dan T. C. Setiawati. 2022. The application of silica fertilizer to increase resistance of chili pepper Plant (*Capsicum annum* L.) to waterlogging stress. *J. Agronomi Indonesia* 50 (2) : 172 – 179.