

**KONSENTRASI DAN FREKUENSI PEMBERIAN PUPUK MAJEMUK
BERTEKNOLOGI NANO UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL
PANEN TANAMAN OKRA (*Abelmoschus esculentus*)**

Diterima: ¹Agung Setya Wibowo, ²Tri Endrawati, ³Alvita Sarjani, ⁴Palupi Puspitorini
8 September 2023 ^{1,2,3,4}Agroteknologi, Universitas Islam Balitar,
Revisi: ^{1,2,3,4}Jl. Majapahit No 2-4, Blitar, Indonesia
23 November 2023 Email : ¹agungsetyawibowo1@gmail.com, ²triendrawati7@gmail.com,
Terbit: ³alvitasarjani@gmail.com, ⁴puspitorini.palupi@gmail.com
27 November 2023

ABSTRAK

Okra (*Abelmoschus esculentus*) merupakan tanaman sayuran yang mampu beradaptasi di iklim tropis yang memiliki segudang manfaat. Dalam memenuhi permintaan masyarakat akan kebutuhan okra, diperlukan suatu paket teknologi untuk meningkatkan hasil panen tanaman okra. Adapun beberapa cara untuk meningkatkan hasil panen tanaman okra menggunakan pupuk berteknologi nano yang lebih ekonomis, meningkatkan penyerapan pupuk oleh tanaman karena pelepasan nutrisi langsung serap oleh akar tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk majemuk berteknologi nano terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman okra merah (*Abelmoschus esculentus*). Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi pupuk majemuk berteknologi nano dengan 4 perlakuan diantaranya : P1 : 2 ml/L, P2 : 4 ml/L, P3 : 6 ml/L dan P4 : 8 ml/L. Faktor kedua adalah frekuensi pemberian pupuk majemuk berteknologi nano dengan 3 perlakuan diantaranya: S1 : Penyiraman 1x/minggu, S2 : Penyiraman 2x/minggu dan S3 : Penyiraman 3x/minggu. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Variabel pengamatan meliputi : tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang, jumlah bunga, jumlah buah, diameter buah, panjang buah dan bobot buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk berteknologi nano dengan konsentrasi 2ml/L frekuensi penyiraman 3x/minggu secara signifikan membantu pertumbuhan tinggi tanaman dan diameter batang tanaman okra. Pemberian pupuk berteknologi nano dengan konsentrasi 6ml/L frekuensi penyiraman 3x/minggu secara signifikan mempengaruhi diameter buah, panjang buah dan bobot buah pertanaman.

Kata Kunci : berteknologi nano, frekuensi, konsentrasi, Okra, pupuk.

ABSTRACT

Okra (*Abelmoschus esculentus*) is a tropical vegetable with numerous benefits that can adapt to tropical climates. Meeting the demand for okra requires a technological package to enhance its crop yield. One approach to improving okra yield involves the use of economically efficient nano-technology compound fertilizers, which enhance nutrient absorption by plants through direct nutrient release absorbed by the plant roots. This research aims to investigate the interaction between the concentration and frequency of nano-technology compound fertilizer application on the growth and yield of red okra (*Abelmoschus esculentus*). The study employs a two-factor randomized block design. The first factor involves different concentrations of nano-technology compound fertilizer with four treatments: P1: 2 ml/L, P2: 4 ml/L, P3: 6 ml/L, and P4: 8 ml/L. The second factor pertains to the frequency of nano-technology compound fertilizer application with three treatments: S1: Irrigation once a week, S2: Irrigation twice a week, and S3: Irrigation thrice a week. Each treatment consists of three replications. Observational variables include plant height, leaf count, stem diameter, flower count, fruit count, fruit diameter, fruit length, and fruit weight. The results of this research: application of nano-technology compound fertilizer at a concentration of 2 ml/L with a frequency of thrice a week significantly promotes the growth in plant height and stem diameter of okra. Furthermore, the

application of nano-technology compound fertilizer at a concentration of 6 ml/L with a frequency of thrice a week significantly influences fruit diameter, fruit length, and fruit weight in okra plants.

Keyword : Concentration, Fertilizer, Frequency, Nano-fertilizer, Okra.

PENDAHULUAN

Okra (*Abelmoschus esculentus*) merupakan tanaman sayuran yang mampu beradaptasi di iklim tropis, karena tanaman ini berasal dari negara Afrika dengan suhu optimum 24°C - 34°C (DAFF, 2012). Tanaman ini masuk kata keluarga tumbuhan Malvaceae ordo Malvales (Ogunsola dkk, 2012), dengan tinggi batang tanaman mencapai 1-2 meter, memiliki akar tunggang dan daun berwarna hijau dengan bentuk hati atau biasanya *palmetly* seperti daun maple (Rubatzky, Vincent & Yamaguchi, 1999). Peminat tanaman okra di Indonesia cukup banyak, karena tanaman ini memiliki segudang manfaat. Menurut Nadira dkk (2009) kandungan serat pada buah okra yang tinggi sangat membantu sistem pencernaan, lendir yang terdapat pada 100 g buah okra mengandung kalori sebesar 38.9%, protein 8.30%, kadar air 85.70%, karbohidrat 1.4% serta lemak sebesar 2.05%. Manfaat lain dari mengkonsumsi buah okra yakni baik untuk kesehatan diantaranya mampu mengobati dan mencegah penyakit pencernaan, diabetes tipe 2 dan penyakit kardiovaskular (Gemedede, Habtamu dkk., 2015). Minat masyarakat terhadap buah okra tidak hanya sebagai tanaman sayuran namun juga untuk kesehatan, hal ini yang membuat tanaman okra banyak diminat oleh masyarakat. Dalam memenuhi permintaan masyarakat akan kebutuhan okra, diperlukan suatu paket teknologi untuk meningkatkan hasil panen tanaman okra.

Pentingnya peningkatan hasil panen tanaman okra agar kualitas dan kuantitas sayuran okra memenuhi standar permintaan pasar. Adapun beberapa cara untuk meningkatkan hasil panen tanaman okra ini diantaranya pemberian konsentrasi pupuk dan frekuensi aplikasinya. Pemberian pupuk umumnya diaplikasikan langsung di atas tanah sehingga manfaat dari pupuk tidak terserap sepenuhnya oleh tanaman bahkan sebagian besar terbuang (Zheng dkk., 2009). Inovasi dalam penggunaan pupuk berteknologi nano menjadi salah satu solusi yang tepat agar penyerapan pupuk lebih efisien sehingga meningkatkan hasil panen tanaman okra. Menurut Maria dkk (2010) ada berbagai keuntungan menggunakan teknologi pupuk berteknologi nano ini diantaranya lebih ekonomis, meningkatkan penyerapan pupuk oleh tanaman karena pelepasan nutrisi langsung serap oleh akar tanaman.

Pemberian pupuk berteknologi nano harus memperhatikan konsentrasi dan frekuensi yang diaplikasikan ke tanaman. Hasil penelitian Aziz dkk (2021) menunjukkan bahwa dengan mengaplikasikan 120mg/l pupuk NPK-nano dapat menghasilkan jumlah polong terbanyak dengan tinggi tanaman yang optimal. Pemberian pupuk berteknologi nano (NPK cair) dengan konsentrasi 4ml/l+kombinasi Urea dan SP-36 meningkatkan hasil panen jagung hingga 9.10 t/ha (Arifin, 2019). Hasil penelitian Nur'aeni dkk (2020) menyebutkan bahwa aplikasi pupuk majemuk berteknologi nano dengan konsentrasi 5ml/l mampu menghasilkan tinggi tanaman terbaik. Selain harus memperhatikan konsentrasi campuran, pemberian pupuk berteknologi nano juga harus memperhatikan frekuensi pemberian pupuk. Merujuk pada hasil penelitian Gumelar & To (2021) penyiraman pupuk cair sebanyak 5ml/l dengan frekuensi 1-2x seminggu dapat menghasilkan luas daun terbaik pada tanaman sawi pakcoy.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk majemuk berteknologi nano terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman okra (*Abelmoschus esculentus*).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Juni 2023 – November 2023. Bahan tanaman pada penelitian ini menggunakan okra merah, pupuk majemuk berteknologi nano, blotong, abu ketel, insektisida dan fungisida. Alat yang digunakan dalam proses penanaman serta pengamatan adalah gembor, penggaris, gunting, sarung tangan, polybag, jangka sorong, timbangan analitik dan meteran. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi pupuk majemuk berteknologi nano disimbolkan dengan P dengan 4 perlakuan diantaranya : P1 : konsentrasi 2 ml/L, P2 : konsentrasi 4 ml/L, P3 : konsentrasi 6 ml/L dan P4 : konsentrasi 8 ml/L. Faktor kedua adalah frekuensi pemberian pupuk majemuk berteknologi nano dengan 3 perlakuan diantaranya: S1 : Penyiraman 1x/minggu, S2 : Penyiraman 2x/minggu dan S3 : Penyiraman 3x/minggu. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Variabel yang diamati pada fase vegetatif tanaman yakni : tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang, pada fase generatif variabel pengamatan terdiri dari (jumlah bunga, jumlah buah, bobot buah, diameter buah dan panjang buah). Analisis data menggunakan ANOVA, jika ditemukan ada perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Bibit tanaman okra dipindah pada usia 14 hari setelah semai (HSS), dengan kriteria tanaman sehat, bebas penyakit dan memiliki 3-4 daun. Aplikasi pupuk berteknologi nano dilakukan pada 21 HSS atau 1 minggu setelah pindah tanam. Hasil uji untuk variabel pengamatan tinggi tanaman menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk berteknologi nano 2ml/L dengan frekuensi penyiraman 3x/minggu (P1S3) menunjukkan hasil yang signifikan mulai dari 5 MST hingga akhir masa pengamatan vegetatif (7 MST), dengan nilai tinggi tanaman sebesar 35.67 cm. Nilai tersebut paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 2ml/L penyiraman 1-2x/minggu dan konsentrasi 8ml/L penyiraman 1 dan 3x/minggu. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman okra yang diberi perlakuan 2ml/L dan disiram 3x/minggu merupakan kombinasi yang efektif dan efisien dalam membantu pertumbuhan tanaman okra. Menurut Yanuar & Widiawati (2014) pupuk berteknologi nano memungkinkan kontrol pelepasan nutrisi pada tanaman. Nutrisi yang dilepaskan terserap optimal oleh tanaman, tanpa kehilangan nutrisi. Pupuk berteknologi nano dapat dilepaskan dalam bentuk enkapsulasi nanomaterial, pelapisan tipis, atau emulsi dari nanopartikel.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi penyiraman pupuk majemuk berteknologi nano terhadap tinggi tanaman okra merah (cm).

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	4 MST	5 MST	6 MST	7MST
P1S1	14.67ab	19.67b	26.33abc	32.5abc
P1S2	14.33a	19.17ab	24.83a	30.67a
P1S3	16.17de	20.5b	27.5d	35.67d
P2S1	14.33a	18.67a	25.33cd	35.43cd
P2S2	16cd	19.83ab	26.13ab	35bcd
P2S3	14.50ab	19ab	24.83bcd	32.67abc
P3S1	15.17bcd	18.83a	25ab	33.67bcd
P3S2	15.17abc	20.5b	26.83cd	33.77bcd
P3S3	16.17de	19.83b	25.5abc	33.17abcd
P4S1	14.33a	19a	24.66a	32.17ab
P4S2	16.83e	20.5b	25.16abc	33.8bcd
P4S3	15.50bcd	19.83b	25.5abc	32.57abc
Rata-rata	15.24	19.59	25.64	33.42

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

Rata-rata tinggi pada 4 MST 15.24 cm dan terjadi peningkatan tinggi rata-rata sebanyak 18.17 cm, sehingga pada akhir masa vegetatif tanaman okra rata-rata tinggi tanaman adalah 33.4 cm. Penambahan tinggi yang cukup optimal mengindikasikan bahwa aplikasi pupuk berteknologi nano dapat diserap dengan baik oleh tanaman karena pupuk berteknologi nano memiliki kelarutan hara tinggi dan fiksasi hara oleh partikel tanah rendah (Tabel 1). Menurut El-Saadony dkk (2021) pupuk berteknologi nano lebih reaktif, dapat menembus epidermis tanaman sehingga memungkinkan pelepasan bertahap dan distribusi yang ditargetkan, sehingga mengurangi kelebihan nutrisi dan meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi.

Konsentrasi pupuk berteknologi nano sebanyak 4ml/L dengan frekuensi penyiraman 1x/minggu (P2S1) dan konsentrasi pupuk berteknologi nano 8ml/L dengan frekuensi penyiraman 3x/minggu (P4S3) memberikan pengaruh yang signifikan pada jumlah daun tanaman okra. Jumlah daun yang dihasilkan selama fase vegetatif yakni 11 daun per tanaman (tabel 2). Dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, kombinasi tersebut bisa memberikan nutrisi optimal untuk penambahan jumlah daun. Hal ini mengindikasikan bahwa aplikasi pupuk berteknologi nano pada awal vegetatif dapat membantu pertumbuhan tanaman. Adanya pemberian pupuk berteknologi nano secara langsung dapat menambah nutrisi yang dibutuhkan tanaman, sehingga terjadi peningkatan pembentukan pigment klorofil, proses fotosintesis yang akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan pada fase vegetatif (Al-Juthery dkk., 2018).

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi penyiraman pupuk majemuk berteknologi nano terhadap jumlah daun tanaman okra merah.

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	4 MST	5 MST	6 MST	7MST
P1S1	6	9d	9.33bcd	10.33abc
P1S2	6.33	8.66cd	9abc	10.33abc
P1S3	5.66	8.33bc	9.33bcd	10.33abc
P2S1	6.33	8.66cd	10d	11c
P2S2	6.33	8.66cd	9.66cd	10.66bc
P2S3	6	8.66cd	8.66a	9.66a
P3S1	6.33	8.66cd	9.33bcd	10.33abc
P3S2	6	8.66cd	9.33bcd	10.33abc
P3S3	6.33	7.66a	10d	10.66bc
P4S1	5.66	8ab	9.33bcd	10.33abc
P4S2	6	8.66cd	8.66ab	10ab
P4S3	5.66	8.66cd	10d	11d
Rata-rata	6.05	8.52	9.38	10.41

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

Menurut Andriani dkk (2022) jumlah daun maksimal tanaman okra berkisar 11 daun per tanaman dan akan berhenti menghasilkan daun baru saat memasuki fase generatif. Tanaman okra yang sehat dan kuat pada umumnya memiliki jumlah daun yang cukup untuk mendukung produksi buah yang baik. Pemberian pupuk berteknologi nano yang memiliki sifat unik karena luas permukaannya yang kecil dengan kemampuan penyerapan yang tinggi, sehingga memungkinkan untuk menembus jaringan tanaman, dengan mudah diserap dan berperan dalam meningkatkan aktivitas enzimatis (Perumal dkk., 2017). Hal ini berkontribusi dalam meningkatkan pembelahan sel, merangsang percabangan, serta menyediakan nutrisi cukup untuk diserap oleh tanaman dari tanah (Jat dkk., 2019).

Pada penelitian ini, ditemukan bahwa pemberian pupuk berteknologi nano pada konsentrasi 2ml/L dengan frekuensi penyiraman 3 kali dalam seminggu (P1S3) menghasilkan diameter batang yang mencapai angka tertinggi, yaitu sekitar 1.32 cm. Hasil ini secara signifikan berbeda dengan perlakuan lain, khususnya perlakuan dengan konsentrasi 8ml/L dan penyiraman

3 kali dalam seminggu (P4S3), sebagaimana ditampilkan dalam (Tabel 3). Dalam konteks (tabel 1), dapat diamati bahwa pemberian pupuk berteknologi nano pada konsentrasi 2ml/L dengan frekuensi penyiraman 3 kali dalam seminggu (P1S3) menghasilkan pertumbuhan tanaman yang paling optimal. Hal ini mencakup pertumbuhan tinggi tanaman yang mencapai puncaknya, sejalan dengan peningkatan diameter batang yang signifikan. Pemberian pupuk berteknologi nano dengan bahan aktif metil purin, kalium 2.4 dinitrofenol, kalium 5 nitroguaiakol, kalium orto nitrofenol dan kalium paranitrofenol difokuskan sebagai katalisator dalam membantu pembentukan protein, karbohidrat dan pertumbuhan jaringan meristem pada fase vegetatif. Bahan aktif tersebut membantu pertumbuhan tanaman agar lebih kokoh, tidak mudah rebah sehingga tanaman dapat tumbuh sehat menghasilkan buah bahkan hingga panen. Menurut Kumianjani dkk (2015) menunjukkan bahwa konsentrasi 2.4-D mampu membantu pertumbuhan dan berat bobot kalus, konsentrasi protein serta kandungan klorofil pada tanaman kedelai.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi penyiraman pupuk majemuk berteknologi nano terhadap diameter batang.

Perlakuan	Diameter Batang (cm)			
	4 MST	5 MST	6 MST	7MST
P1S1	0.60b	0.80de	1.03bc	1.25b
P1S2	0.59ab	0.79de	1.03bc	1.27b
P1S3	0.62b	0.82e	1.04bc	1.32b
P2S1	0.59ab	0.78cde	1.05c	1.30b
P2S2	0.59ab	0.75bcde	0.98bc	1.25b
P2S3	0.60b	0.77bcde	1.007bc	1.27b
P3S1	0.57ab	0.74abc	1.02bc	1.23b
P3S2	0.62b	0.81e	1.01bc	1.26b
P3S3	0.52a	0.71ab	0.94ab	1.22b
P4S1	0.56ab	0.76bcd	0.98bc	1.21b
P4S2	0.58ab	0.76bcd	1.01bc	1.23b
P4S3	0.55ab	0.64a	0.85a	1.04a
Rata-rata	0.58	0.76	1.04	1.24

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

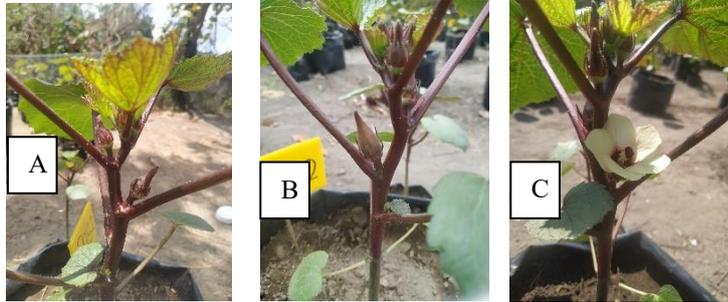
Rata-rata diameter batang pada fase awal vegetatif berkisar 0.55 cm pada 4 MST dan terus mengalami penambahan pada 7 MST rata-rata diameter menjadi 1.24 cm. Pemberian pupuk berteknologi nano pada okra terbukti efektif dalam membantu pertumbuhan tanaman diukur dari penambahan diameter batang selama fase vegetatif. Menurut Fellet dkk (2021) pupuk berteknologi nano terbukti memiliki dampak positif dalam berbagai aspek pertumbuhan tanaman, meningkatkan penyerapan nutrisi dan produksi tanaman dengan mengatur ketersediaan pupuk di rizosfer, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap berbagai stres, dengan meningkatkan kapasitas nutrisi serta memperkuat mekanisme pertahanan tanaman. Hasilnya, pupuk berteknologi nano telah terbukti secara signifikan meningkatkan kualitas tanah dan kinerja pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya dapat berdampak positif terhadap peningkatan diameter batang tanaman.

Fase Generatif Tanaman Okra

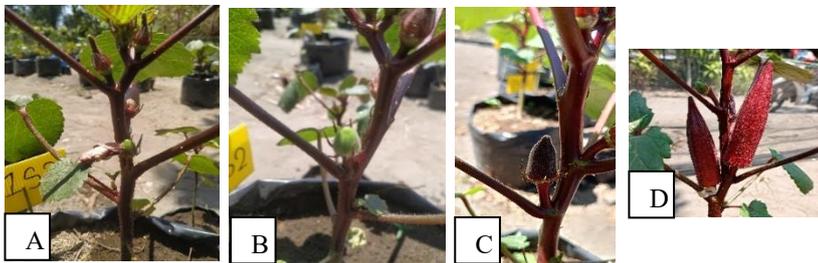
Masa vegetatif tanaman okra dianggap selesai pada saat muncul bunga pertama. Kuncup bunga okra merah muncul dalam bentuk kerucut berwarna merah, yang kemudian akan mengalami perkembangan dan mekar dalam waktu 3-4 hari (Gambar 1). Masing-masing tanaman memiliki waktu kemunculan bunga yang berbeda-beda dan tanaman okra akan berbunga secara berulang dalam satu kali masa tanam. Rata-rata hanya dalam waktu 1 hari saja, kuncup bunga okra berkembang hingga mencapai tahap mekar. Penyerbukan terjadi saat bunga mencapai tahap mekar. Bunga okra, meskipun memiliki potensi penyerbukan sendiri, tidak menutup

Agung Setya Wibowo, Tri Endrawati, Alvita Sarjani, & Palupi Puspitorini, 2023. Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Majemuk Berteknologi Nano Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Panen Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Journal Viabel Pertanian*. (2023), 17(2) 98-108

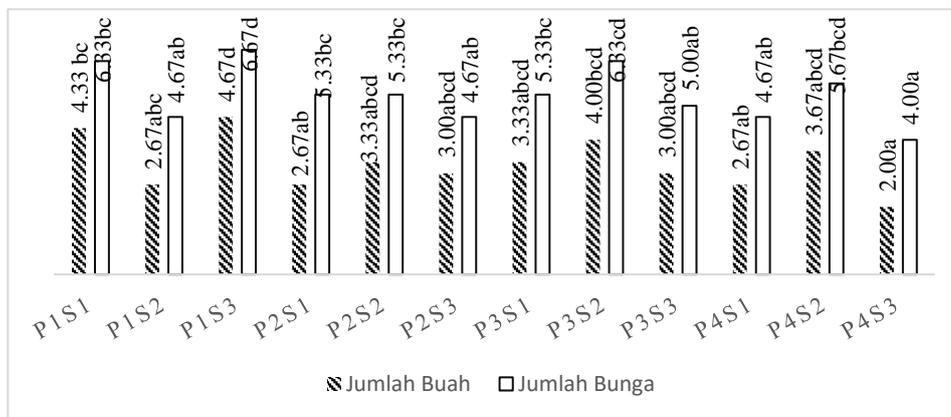
kemungkinan adanya penyerbukan silang yang dibantu oleh serangga. Kuncup bunga okra mulai muncul pada rentang waktu sekitar 4-5 MST, dan mencapai tahap mekar yang optimal dalam waktu sekitar 4-5 hari setelah munculnya kuncup bunga (Ige & Eludire, 2014). Pada penelitian ini buah dipanen pada umur 10 hari setelah antesis (HSA) ketika buah mencapai ukuran sekitar 9-11 cm. Buah akan mencapai ukuran maksimum (panjang dan diameter) pada sekitar 10 HSA, dan pada saat yang sama, buah mencapai tingkat kematangan morfologis yang optimal (Gambar 2).



Gambar 1. Tahap perkembangan bunga tanaman okra : A). Kuncup bunga muncul pertamakali muncul pada 4-5 MST. B). Kuncup bunga berkembang maksimal setelah 3-4 hari setelah kuncup. C). Bunga mekar sempurna setelah 1-2 hari setelah kuncup sempurna.



Gambar 2. Tahap perkembangan buah okra : A). 1 hari setelah antesis buah muda muncul. B). Buah muda muncul. C). Buah okra berubah warna menjadi merah. D) Buah mencapai ukuran maksimal pada 9-10 HSA dan siap untuk dipanen.



Gambar 3. Jumlah bunga dan jumlah buah per tanaman okra mulai dari hari pertama antesis hingga 9 MST.

Agung Setya Wibowo, Tri Endrawati, Alvita Sarjani, & Palupi Puspitorini, 2023. Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Majemuk Berteknologi Nano Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Panen Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Journal Viabel Pertanian*. (2023), 17(2) 98-108

Kemunculan bunga diamati setiap harinya, karena munculnya bunga tidak serentak. Pada akhir pengamatan (9 MST) dihitung jumlah bunga yang muncul. Berdasarkan (gambar 3) menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk 2ml/L dengan frekuensi penyiraman 3x/minggu (P1S3) memberikan pengaruh yang signifikan dalam membantu pembentukan bunga. Banyaknya jumlah bunga yang muncul akan berpengaruh pula terhadap jumlah buah pertanaman. Data pada (gambar 3) juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk berteknologi nano konsentrasi 2ml/L dengan frekuensi penyiraman 3x/minggu (P1S3) secara signifikan juga membantu penambahan jumlah buah sebanyak 4-5 buah pertanaman. Bunga yang terbentuk selama fase generatif adalah 6-7 bunga dari jumlah bunga tersebut menghasilkan 4-5 buah pertanaman. Jumlah bunga pertanaman bisa mencerminkan proporsi buah per tanaman. Hasil penelitian Al-Juboori (2021) menyatakan bahwa jumlah bunga okra pertanaman berkorelasi positif terhadap jumlah buah dan hasil tanaman. Selain jumlah bunga, pembentukan buah bergantung pada faktor penyerbukan dan pembuahan yang berhasil. Faktor-faktor tersebut, seperti aktivitas serangga penyerbuk dan kondisi lingkungan, dapat memengaruhi keberhasilan penyerbukan. Hasil studi Angbanyere dan Baidoo (2014) menunjukkan bahwa penyerbukan oleh serangga berdampak positif pada pembentukan buah dan hasil buah tanaman okra, yang menunjukkan bahwa penyerbukan yang berhasil dapat meningkatkan jumlah buah pada tanaman okra.

Buah okra merah berbentuk polong, dengan buah muda awalnya memiliki warna hijau kekuningan yang selanjutnya berubah menjadi merah seiring bertambahnya usia. Polong okra yang cocok untuk konsumsi biasanya dipanen setelah 9-10 hari sejak antesis atau ketika panjangnya mencapai 8-11 cm. Pengukuran variabel pengamatan dimulai saat 1 hari setelah buah muda muncul.

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi penyiraman pupuk majemuk berteknologi nano terhadap diameter buah okra.

Perlakuan	Diameter Buah (cm)			
	1 HSA	3 HSA	6 HSA	9 HSA
P1S1	1.04	1.31	1.67abc	2.40abc
P1S2	0.98	1.27	1.73bc	2.53cd
P1S3	1.06	1.27	1.58ab	2.40abc
P2S1	1.06	1.19	1.60ab	2.49bcd
P2S2	0.97	1.19	1.61ab	2.44abcd
P2S3	0.97	1.19	1.54a	2.45abcd
P3S1	1.08	1.27	1.54a	2.53cd
P3S2	1.01	1.19	1.70abc	2.39a
P3S3	1.07	1.24	1.83c	2.54d
P4S1	1.02	1.23	1.78c	2.43abcd
P4S2	0.93	1.12	1.56a	2.42ab
P4S3	1.01	1.28	1.61ab	2.49bcd
Rata-rata	0.58	0.76	1.04	1.24

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

Diameter buah okra dalam tabel 4 pada perlakuan dengan konsentrasi 6ml/L dan frekuensi penyiraman 3 kali (P3S3) dalam seminggu menunjukkan peningkatan yang signifikan, mencapai tingkat optimum sebesar 2.54 cm pada 9 Hari Setelah Antesis (HSA), dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hasil penelitian Lekshmi (2022) menunjukkan bahwa efek penggunaan pupuk berteknologi nano dapat meningkatkan pertumbuhan, hasil, dan kualitas okra. Kandungan kalium dan fosfat dalam pupuk berteknologi nano yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 6ml/L dengan frekuensi penyiraman 3 kali dalam seminggu, terjadi kombinasi optimal di mana nutrisi diserap oleh akar dan ditransfer untuk meningkatkan diameter buah okra. Hasil penelitian Meena & Bhati (2016) menunjukkan bahwa

Agung Setya Wibowo, Tri Endrawati, Alvita Sarjani, & Palupi Puspitorini, 2023. Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Majemuk Berteknologi Nano Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Panen Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Journal Viabel Pertanian*. (2023), 17(2) 98-108

diameter okra mencapai nilai tertinggi saat diberikan perlakuan pupuk yang memiliki kandungan kalium dan fosfat dibandingkan tanpa perlakuan

Ukuran diameter buah okra menjadi elemen krusial yang turut berperan dalam produktivitas keseluruhan tanaman. Menurut Perveen (2023) peningkatan diameter buah okra secara signifikan memengaruhi pertumbuhan tanaman karena adanya hubungan erat antara diameter buah okra yang lebih besar dengan peningkatan berat buah per tanaman. Hal ini, pada gilirannya, berdampak positif pada hasil panen dengan tonase yang lebih tinggi.

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi penyiraman pupuk majemuk berteknologi nano terhadap panjang buah okra.

Perlakuan	Panjang Buah (cm)			
	1 HSA	3 HSA	6 HSA	9 HSA
P1S1	1.5	3.4	7.03ab	9.4a
P1S2	1.43	3.33	6.5a	9.5ab
P1S3	1.53	3.5	7.06ab	10.6cde
P2S1	1.43	3.3	7.33b	10.2bcde
P2S2	1.5	3.3	7.23b	10.3cde
P2S3	1.5	3.33	7.13b	10.03abcd
P3S1	1.53	3.4	7ab	9.93abc
P3S2	1.46	3.3	7.1b	10.43cde
P3S3	1.53	3.46	7.96c	10.93e
P4S1	1.5	3.33	8.53d	11e
P4S2	1.46	3.2	7.16b	10.43cde
P4S3	1.46	3.2	6.86ab	10.76de
Rata-rata	1.49	3.34	7.24	10.30

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

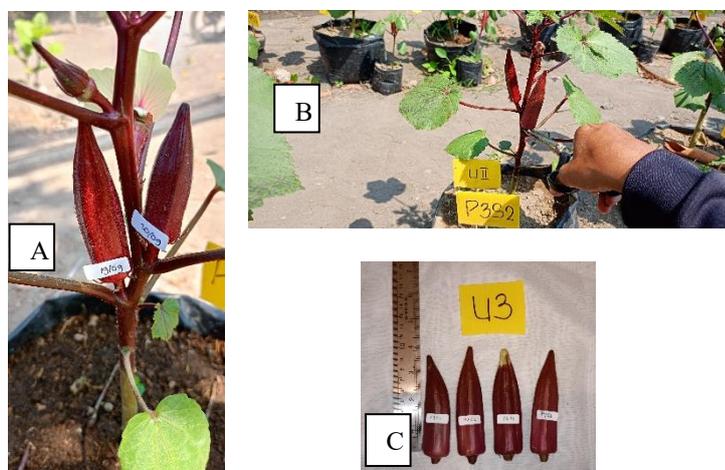
Perlakuan konsentrasi pupuk berteknologi nano 6ml/L frekuensi penyiraman 3x/minggu (P3S3) dan konsentrasi pupuk berteknologi nano 8ml/L frekuensi penyiraman 1x/minggu (P4S1) memberikan pengaruh nyata terhadap panjang buah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kedua perlakuan tersebut menghasilkan buah terpanjang dengan masing-masing nilai 10.93 cm dan 11 cm (tabel 5). Secara keseluruhan, pada akhir pengamatan rata – rata panjang buah okra adalah 10.30 cm. Panjang buah ini sudah sesuai dengan permintaan konsumen, menurut Noorlaila dkk (2015) ukuran buah okra dikategorikan dalam tiga kelas, yaitu ukuran S, M, dan L. Ukuran S memiliki panjang buah antara 7 hingga 10 cm, ukuran M memiliki panjang buah antara 10 hingga 15 cm, dan ukuran L adalah buah dengan panjang lebih dari 15 cm. Penentuan ukuran buah ini didasarkan pada kebutuhan konsumen, dimana buah okra dengan skala S dan M lebih cocok untuk memenuhi permintaan ekspor, sedangkan ukuran lainnya lebih ditujukan untuk pasar lokal. Sejalan dengan hasil penelitian Brandenberger dkk (2018) okra segar yang layak untuk dipanen kriteria panjang buahnya 3-4 inch yang umumnya dipanen pada 4-6 hari setelah antesis.

Panen buah okra merah dilakukan setiap hari selama 19 hari, pemanenan dilakukan pada buah okra yang berumur 10 HSA. Pemanenan dilakukan dengan memotong tangkai okra menggunakan gunting lalu dibeli label sesuai perlakuan, kemudian ditimbang bobot buah pertanamannya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa, pemberian konsentrasi pupuk berteknologi nano 6ml/L frekuensi penyiraman 3x/minggu (P3S3) memberikan pengaruh nyata terhadap bobot buah pertanaman yakni sebesar 29 g/buah (tabel 6). Pemberian konsentrasi pupuk berteknologi nano 6ml/L frekuensi penyiraman 3x/minggu berpengaruh nyata terhadap diameter, panjang buah dan bobot buah. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi dan penyiraman tersebut dapat mengoptimalkan pemenuhan nutrisi pada fase generatif okra hingga panen.

Tabel 6. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi penyiraman pupuk majemuk berteknologi nano terhadap bobot buah okra.

Perlakuan	Bobot buah (g)
P1S1	23.33ab
P1S2	21.66a
P1S3	26cd
P2S1	26.66d
P2S2	24.66bcd
P2S3	25bcd
P3S1	26.33cd
P3S2	24.66bcd
P3S3	29e
P4S1	25.33bcd
P4S2	23.66abc
P4S3	25.66de
Rata-rata	25.16

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha = 0,05$).



Gambar 4. (A) Buah okra 10 HSA dan siap untuk dipanen, (B) Proses panen buah okra, (C) buah okra setelah dipanen.

KESIMPULAN

Pemberian pupuk berteknologi nano dengan konsentrasi 2ml/L frekuensi penyiraman 3x/minggu (P1S3) berpengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman dan diameter batang tanaman okra. Pemberian pupuk berteknologi nano dengan konsentrasi 6ml/L frekuensi penyiraman 3x/minggu (P3S3) secara signifikan mempengaruhi diameter buah, panjang buah dan bobot buah pertanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Juboori, A. W. A. (2021). Evaluation Yield of Okra with Associated Traits Using Analysis Correlation and Path. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 761(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/761/1/012036>
- Al-Juthery, H. W. A., Ali, N. S., Al-Taey, D. K. A., & Ali, E. A. H. M. (2018). The impact of foliar application of nanaofertilizer, seaweed and hypertonic on yield of potato. *Plant Archives*, 18(2), 2207–2212. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16557.33763>
- Andriani, R., Hasid, R., & Rakian, T. C. (2022). Laju Pertumbuhan vegetatif Tanaman Okra Merah (*Abelmoschus esculentus* L.) Pada Berbagai Takaran Kompos Ampas Sagu. *Jurnal Berkala Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Sciences)*, 2(2), 63–68. <https://doi.org/10.56189/jagris.v2i2.27571>
- Angbanyere, M. A., & Baidoo, P. K. (2014). The Effect of Pollinators and Pollination on Fruit Set and Fruit Yield of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) in the Forest Region of Ghana. *American Journal of Experimental Agriculture*, 4(9), 985–995. <https://doi.org/10.9734/ajea/2014/7472>
- Arifin, Z. (2019). The effect of liquid NPK fertilizing on corn plants. *AIP Conference Proceedings*, 2120. <https://doi.org/10.1063/1.5115617>
- Aziz, Bayan, R., & Zrar, Dilzar, B. (2021). Effect of Foliar Application of Nano-NPK Fertilizer on Growth and Yield of Broad bean (*Vicia Faba* L.). *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, 33(4), 90–99. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21271/ZJPAS.33.4.9>
- Brandenberger, L., Shrefler, J., Damicone, J., & Rebek, E. (2018). Extension Vegetable Specialist Extension Plant Pathologist Nutritional Content. *Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets*, December.
- Derosa, M. C., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R., & Sultan, Y. (2010). Nanotechnology in fertilizers. *Nature Nanotechnology*, 5(2), 91. <https://doi.org/10.1038/nnano.2010.2>
- El-Saadony, M. T., Almoshadak, A. S., Shafi, M. E., Albaqami, N. M., Saad, A. M., El-Tahan, A. M., Desoky, E. S. M., Elnahal, A. S. M., Almakas, A., Abd El-Mageed, T. A., Taha, A. E., Elrys, A. S., & Helmy, A. M. (2021). Vital roles of sustainable nano-fertilizers in improving plant quality and quantity-an updated review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7349–7359. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.032>
- Fellet, G., Pilotto, L., Marchiol, L., & Braidot, E. (2021). Tools for nano-enabled agriculture: Fertilizers based on calcium phosphate, silicon, and chitosan nanostructures. *Agronomy*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/agronomy11061239>
- Gemedede, Habtamu, F., Ratta, N., Haki, Gulelat, D., Woldegiorgis, A. Z., & Beyene, F. (2015). Nutritional Quality and Health Benefits of “Okra” (*Abelmoschus esculentus*): A Review. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(2), 208. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150402.22>
- Gumelar, A. I., & To, Y. K. (2021). Pengaruh Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair dan Takaran Biochar terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rappa* L.). *Savana Cendana*, 6(01), 4–7. <https://doi.org/10.32938/sc.v6i01.1227>
- Ige, O. E., & Eludire, M. O. (2014). Floral Biology and Pollination Ecology of Okra (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench). *American International Journal of Biology*, 2(2), 1–9.
- Jat, L., Nares, R., Tiwari, R., Singh, A., & Katiyar, D. (2019). Book Chapter Advanced and Optimisation Technologies of Fertilizer Uses on Crop Growth and Quality. *Advances In*

Agung Setya Wibowo, Tri Endrawati, Alvita Sarjani, & Palupi Puspitorini, 2023. Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Pupuk Majemuk Berteknologi Nano Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Panen Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Journal Viabel Pertanian*. (2023), 17(2) 98-108

Agronomy, 4(February), 99–135. <https://www.researchgate.net/publication/331162151>

- Kumianjani, E., Damanik, R. I., & Siregar, L. A. M. (2015). Pengaruh Pemberian N 2,4-D Terhadap Pertumbuhan dan Metabolisme Kalus Kedelai Pada Kondisi Hipoksida Secara Invitro Study of Application Growth Regulator toward Growth and Metabolism of Soyben Callus at Hypoxyda Condition. *Jurnal Agroekoteknologi*, 4(1), 1673–1680.
- Lekshmi, A. M. J., Bahadur, V., Abraham, R. K., & Kerketta, A. (2022). Effect of Nano Fertilizer on Growth, Yield and Quality of Okra (*Abelmoschus esculentus*). *International Journal of Plant & Soil Science*, 34(21), 61–69. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i2131242>
- Meena, N., & Bhati, A. (2016). Response of Nitrogen, Phosphorous and Potassium Levels on Growth and Yield of Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.]. *Journal of Agriculture and Ecology*, 02(02), 17–24. <https://doi.org/10.53911/jae.2016.2203>
- Nadira, S., Hatidjah, B., & Nuraeni. (2009). Pertumbuhan dan hasil tanaman okra (*Abelmoschus esculentus*) pada perlakuan pupuk dekaform dan defolasi. *J. Agrisains*, 10(1), 10–15.
- Noorlaila, A., Siti Aziah, A., Asmeda, R., & Norizzah, A. R. (2015). Emulsifying properties of extracted Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) mucilage of different maturity index and its application in coconut milk emulsion. *International Food Research Journal*, 22(2), 782–787.
- Nur'aeni, E., AM, K., & Susiyanti. (2020). Pengaruh Pemberian Beberapa Konsentrasi Pupuk Majemuk Berteknologi Nano Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Tanaman Bawang (*Allium ascalonicum* L.). *Jur. Agoekotek*, 12(1), 110–120. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33512/jur.agroekotetek.v12i1.8783>
- Perumal, V., Prinyanka, N., Kathriravan, M., Irulappan, Ganesh, B., Indiraarulsevi, P., Geetha, N., Koramutla, Murali, K., Bhattacharya, R., Tiwari, M., Sharma, N., & Sahi, Shivendra, V. (2017). Enhanced plant growth promoting role of phycomolecules coated zinc oxide nanoparticles with P supplementation in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 110(January), 118–127. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.09.004>
- Perveen, R., Hussain, A., Ditta, A., Dar, A., Aimen, A., Ahmad, M., Alataway, A., Dewidar, A. Z., & Mattar, M. A. (2023). Growth and Yield of Okra Exposed to a Consortium of Rhizobacteria with Different Organic Carriers under Controlled and Natural Field Conditions. *Horticulturae*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010008>
- Rubatzky, Vincent, E., & Yamaguchi, M. (1999). *Sayuran dunia : Prinsip, produksi dan gizi (Jilid 3)*. Institut Teknologi Bandung. https://libcat.uin-malang.ac.id/index.php?p=show_detail&id=5936
- Yanuar, F., & Widawati, M. (2014). Pemanfaatan Nanoteknologi Dalam Pengembangan Pupuk dan Pestisida Organik. *Jurnal Kesehatan, January*, 53–58.
- Zheng, T., Liang, Y., Ye, S., & He, Z. (2009). Superabsorbent hydrogels as carriers for the controlled-release of urea: Experiments and a mathematical model describing the release rate. *Biosystems Engineering*, 102(1), 44–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2008.09.027>