



## Uji Efektivitas Pupuk NPK (20-51-13) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis melalui *Foliar Spray*

Hafith Furqoni

Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas IPB, Indonesia

Alamat: Jalan Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia 16680

Korespondensi penulis: [hafithfurqoni@apps.ipb.ac.id](mailto:hafithfurqoni@apps.ipb.ac.id)\*

**Abstract.** Fertilization is one of the important activities in plant cultivation because it plays a role in increasing productivity by maintaining soil fertility. This experiment aimed to test the effectiveness of NPK fertilizer (20-51-13) on the growth and production of cabbage plants and its agronomic effectiveness. The experimental design used was a randomized block design. The treatments tested: without application of the tested fertilizer (P0), application of inorganic fertilizer comparison (2 kg/ha/application) (P1), and 5 levels of NPK fertilizer (20-51-13) tested, namely: 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, and 3.0 kg/ha/application. The recommended doses of urea, SP-36, and KCl fertilizers were 200, 100, and 100 kg/ha, respectively. The results showed that the application of NPK fertilizer (20-51-13) can increase the growth of cabbage plants as indicated by the variables of plant height and number of cabbage leaves compared to the control treatment. In addition, the application of NPK fertilizer (20-51-13) increased the yield components of cabbage plants compared to the control treatment. The treatment of 0.75 doses of NPK fertilizer (20-51-13) was agronomically effective because it produced the highest relative agronomic effectiveness value of 145%, which means it can increase yields by 1.45 times. The recommended dose for cabbage plants is 1.5 kg/ha/application of NPK fertilizer (20-51-13) applied 5 times at 2, 3, 4, 5, and 6 WAP.

**Keywords:** Compound fertilizer; Economic benefits; Horticultural crops; Productivity

**Abstrak.** Pemupukan merupakan salah satu kegiatan penting dalam budidaya tanaman karena berperan dalam meningkatkan produktivitas dengan cara menambah atau mempertahankan kesuburan tanah. Percobaan ini bertujuan untuk menguji efektivitas pupuk NPK (20-51-13) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kubis serta efektivitas agronominya. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok. Perlakuan yang diuji: tanpa aplikasi pupuk yang diuji (P0) dan aplikasi pupuk anorganik pembanding (2 kg/ha/aplikasi) (P1) serta 5 taraf dosis pupuk NPK (20-51-13) yang diuji yaitu masing-masing sekitar: 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 dan 3.0 kg/ha/aplikasi. Dosis rekomendasi pemupukan urea, SP-36 dan KCl adalah masing-masing sekitar 200, 100 dan 100 kg/ha. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK (20-51-13) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kubis yang ditunjukkan pada peubah tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman kubis dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selain itu, pemberian pupuk NPK (20-51-13) meningkatkan komponen hasil tanaman kubis dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perlakuan 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) efektif secara agronomi karena menghasilkan nilai efektivitas agronomi relatif tertinggi sebesar 145% yang berarti dapat meningkatkan hasil sebesar 1.45 kali lipat. Dosis rekomendasi yang disarankan untuk tanaman kubis adalah 1.5 kg/ha/aplikasi pupuk NPK (20-51-13) yang diaplikasikan 5 kali pada 2, 3, 4, 5 dan 6 MST.

**Kata kunci:** Manfaat ekonomi; Produktivitas; Pupuk majemuk; Tanaman hortikultura

### 1. LATAR BELAKANG

Pemupukan merupakan salah satu kegiatan penting dalam budidaya tanaman karena berperan dalam meningkatkan produktivitas dengan cara menambah atau mempertahankan kesuburan tanah. Penerapan pupuk, baik organik maupun anorganik, bertujuan menyediakan unsur hara makro dan mikro yang diperlukan agar tanaman dapat tumbuh secara optimal (Kifle, 2020; Rini & Sugiyanta, 2021). Kesuburan tanah dievaluasi berdasarkan ketersediaan unsur hara dalam bentuk mineral yang diperoleh melalui pemupukan, sehingga tanah mampu

mendukung proses fisiologis seperti fotosintesis, pembentukan energi, dan pengaktifan enzim-enzim metabolik dalam tanaman (Costa et al., 2009). Oleh sebab itu, pemberian dosis pupuk dengan proporsi yang seimbang menjadi sangat krusial guna mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara menyeluruh, serta mencegah terjadinya defisiensi atau akumulasi berlebih yang dapat menurunkan produktivitas (Kifle, 2020; Kraiser et al., 2011).

Unsur hara makro merupakan komponen utama yang diperlukan tanaman untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan, dimana nitrogen, kalium, dan fosfor menjadi sumber utama (Ram et al., 2023). Nitrogen merupakan elemen nutrisi yang paling melimpah di alam, dengan kandungan sekitar 78% dalam komposisi gas atmosfer. Meskipun nitrogen tersedia secara melimpah di udara, tanaman harus mendapatkan nitrogen dalam bentuk senyawa yang dapat digunakan, seperti ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Jose et al., 2023; Hachiya & Sakakibara, 2017). Proses penyerapan nitrogen terjadi melalui akar tanaman, yang menyerap senyawa ammonium dan nitrat yang terlarut dalam air tanah. Selain itu, pola penyerapan nitrogen tidak bersifat statis, melainkan berubah sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada fase awal pertumbuhan, tanaman memiliki kapasitas maksimum dalam mengabsorpsi nitrogen, sehingga kebutuhan nitrogen sangat tinggi saat tanaman masih muda, dan seiring bertambahnya umur, kemampuan serapan tersebut cenderung menurun (Jose et al., 2023; Guo et al., 2019). Adaptasi ini mencerminkan pengaturan yang halus oleh mekanisme molekuler dalam meningkatkan ekspresi dan fungsi transporter nitrogen agar penyerapan dapat sinkron dengan tingkat kebutuhan pada setiap fase pertumbuhan (Hachiya & Sakakibara, 2016).

Pentingnya unsur kalium (K) dalam pembentukan protein dapat ditelusuri melalui peran ion  $\text{K}^+$  sebagai aktivator atau koenzim beberapa enzim kunci yang terlibat dalam metabolisme nitrogen dan sintesis protein. Sejumlah studi menunjukkan bahwa kekurangan kalium berhubungan dengan penurunan kadar nitrat dalam daun dan modifikasi aktivitas enzim-enzim nitrogen, yang secara langsung berdampak pada sintesis protein. Liu et al. (2022) menyajikan bukti bahwa defisiensi K mengakibatkan penurunan signifikan pada kadar K daun yang berkorelasi dengan penurunan kadar nitrat dan protein terlarut, sehingga menegaskan peran  $\text{K}^+$  sebagai komponen penting dalam pengaktifan enzim-enzim terkait sintesis asam amino dan protein. Selain itu, Hu et al. (2017) melaporkan bahwa kekurangan K tidak hanya mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, tetapi juga berdampak langsung pada aktivitas metabolik di dalam daun, yang mempengaruhi sintesis protein melalui penurunan aktivitas enzim seperti nitrate reductase.

Di sisi lain, fosfor (P) sebagai salah satu unsur hara makro esensial, berperan dalam berbagai proses metabolik dasar yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. P diserap tanaman dalam bentuk ion fosfat dan berfungsi sebagai komponen struktural serta regulator dalam pembelahan sel, asimilasi, respirasi, serta pertumbuhan akar. Selain itu, fosfor merupakan bagian integral dari asam nukleat dan molekul energi dalam bentuk ATP dan ADP. Wei et al. (2020) menekankan bahwa fosfor tidak hanya berperan sebagai substrat enzimatik dalam proses fotosintesis dan respirasi, tetapi juga memastikan transfer energi yang efisien dalam sel melalui pembentukan fosfat esters, yang pada gilirannya mendukung sintesis protein dan metabolisme seluler secara keseluruhan.

Aplikasi pupuk NPK melalui daun (*foliar spray*) belum banyak dilakukan pada tanaman kubis. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk melihat efektivitas pemupukan NPK yang diaplikasikan langsung ke daun. Percobaan ini bertujuan untuk menguji efektivitas pupuk NPK (20-51-13) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kubis serta efektivitas agronominya.

## 2. METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah benih kubis dan pupuk NPK (20-51-13) yang diuji efektivitasnya serta pupuk urea, SP-36 dan KCl. Alat-alat yang digunakan antara lain alat-alat budidaya tanaman (cangkul, koret, sprayer), ajir sampel, meteran, timbangan digital. Alat yang digunakan untuk mengolah data yaitu komputer dan program analisis statistik SAS. Berdasarkan hasil analisis, kandungan dan komposisi pupuk NPK (20-51-13) disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kandungan dan komposisi pupuk NPK (20-51-13)**

| No. | Parameter                           | Satuan | Kandungan |
|-----|-------------------------------------|--------|-----------|
| 1.  | N                                   | %      | 20.66     |
| 2.  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total | %      | 51.65     |
| 3.  | K <sub>2</sub> O Total              | %      | 13.36     |
| 4.  | Zn                                  | ppm    | 122.02    |
| 5.  | B                                   | ppm    | 0.00      |
| 6.  | Cu                                  | ppm    | 81.41     |
| 7.  | Mn                                  | ppm    | 109.46    |
| 8.  | Mo                                  | ppm    | 8.83      |
| 9.  | Co                                  | ppm    | 0.19      |
| 10. | As                                  | ppm    | <0.01     |
| 11. | Hg                                  | ppm    | <0.01     |
| 12. | Pb                                  | ppm    | <0.01     |
| 13. | Cd                                  | ppm    | 0.18      |
| 14. | Kadar Air                           | %      | 1.35      |

Keterangan : td=tidak terdeteksi

## Metode Pengujian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 4 ulangan. Perlakuan disusun dalam 7 taraf pemupukan yaitu: tanpa pupuk anorganik yang diuji (P0), aplikasi pupuk anorganik pembanding (P1), 0.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) (P2), 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) (P3), 1 dosis pupuk NPK (20-51-13) (P4), 1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) (P5) dan 1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) (P6). Percobaan dilakukan dengan empat ulangan sehingga terdapat 28 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan adalah petakan lahan dengan luas 25 m<sup>2</sup>. Secara rinci perlakuan yang dicobakan dalam uji efektivitas ini disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Rincian perlakuan pupuk NPK (20-51-13).**

| Perlakuan                       | Konsentrasi pupuk NPK (20-51-13) (g/liter air/aplikasi) | Dosis pupuk NPK (20-51-13) (kg/ha /aplikasi) | Dosis pembanding (kg/ha /aplikasi) |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Kontrol                         | -                                                       | -                                            | -                                  |
| Pembanding                      | -                                                       | -                                            | 2.0                                |
| 0.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 2                                                       | 1.0                                          | -                                  |
| 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 3                                                       | 1.5                                          | -                                  |
| 1.00 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 4                                                       | 2.0                                          | -                                  |
| 1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 5                                                       | 2.5                                          | -                                  |
| 1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 6                                                       | 3.0                                          | -                                  |

*Keterangan: Seluruh perlakuan tetap diaplikasikan 200 kg urea/ha, 100 kg SP-36/ha dan 100 kg KCl/ha; Volume semprot 500 L/ha.*

## Metode Pelaksanaan Percobaan

Pengolahan lahan dilakukan 2 kali sampai siap untuk tanam. Pengolahan tanah kedua dilanjutkan dengan pembuatan guludan selebar 1 m. Jarak antar guludan sekitar 50 cm. Dalam satu unit (satuan pengujian) terdiri dari 5 bedengan (guludan) dengan panjang guludan 5 m. Bibit ditanam pada umur 21 hari setelah semai dengan 1 bibit/lubang tanam.

Jarak tanam yang digunakan adalah 60 cm x 40 cm dengan satu tanaman/lubang tanam. Pemupukan dilakukan sesuai dengan rekomendasi setempat. Pupuk NPK (20-51-13) diaplikasikan dengan dosis sesuai perlakuan pada 2, 3, 4, 5 dan 6 MST. Pupuk urea diaplikasikan 2 kali, 50% dosis diaplikasikan pada 1 MST dan sisanya diaplikasikan pada 4 MST. Pupuk SP-36 dan KCl diaplikasikan seluruhnya pada saat 1 MST. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan tingkat serangan dengan pestisida secara terbatas.

### Pengamatan

Pengamatan pertumbuhan tanaman diamati pada peubah tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan pada 10 tanaman contoh yang ditentukan secara acak. Pengamatan hasil dan komponen hasil dilakukan pada komponen hasil/tanaman, hasil/petak dan hasil/ha yang dikonversi dari hasil/petak.

### Analisis Data

Data dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam ANOVA dan jika data berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Pengaruh Pupuk NPK (20-51-13) terhadap Pertumbuhan Tanaman Kubis

Pemberian pupuk NPK (20-51-13) memberikan respon terhadap tinggi tanaman kubis (Tabel 3). Pemberian 0.5-1.00 dosis pupuk NPK (20-51-13) menunjukkan tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada 3 dan 5 MST. Sedangkan pemberian 0.50-1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) menunjukkan tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada 4 dan 6 MST.

**Tabel 3. Tinggi tanaman kubis pada aplikasi pupuk NPK (20-51-13)**

| Perlakuan                       | Tinggi Tanaman (cm) |       |         |        |
|---------------------------------|---------------------|-------|---------|--------|
|                                 | 3 MST               | 4 MST | 5 MST   | 6 MST  |
| Kontrol                         | 22.9b               | 28.1b | 32.8d   | 37.4c  |
| Pembanding                      | 24.1b               | 31.1a | 35.4bc  | 41.1ab |
| 0.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 25.7a               | 31.9a | 36.7ab  | 42.2ab |
| 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 27.0a               | 32.6a | 37.5a   | 42.3a  |
| 1.00 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 26.0a               | 31.1a | 35.8abc | 41.5ab |
| 1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 24.0b               | 30.3a | 34.2cd  | 40.3b  |
| 1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 23.5b               | 30.6a | 34.4cd  | 40.2b  |

*Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5 %*

Pemberian pupuk NPK (20-51-13) memberikan respon yang berbeda terhadap jumlah daun tanaman kubis (Tabel 4). Pada awal pengamatan, pemberian 0.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) menunjukkan jumlah daun yang lebih banyak jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Namun, pemberian dosis pupuk NPK (20-51-13) yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan jumlah daun pada 4 dan 5 MST. Pupuk NPK (20-51-13) mulai menunjukkan

perbedaan respon pada akhir pengamatan (6 MST). Pemberian 0.50-1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) menghasilkan jumlah daun terbanyak dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

**Tabel 4. Jumlah daun kubis pada aplikasi pupuk NPK (20-51-13)**

| Perlakuan                       | Jumlah Daun |       |       |       |
|---------------------------------|-------------|-------|-------|-------|
|                                 | 3 MST       | 4 MST | 5 MST | 6 MST |
| Kontrol                         | 4.2b        | 7.5a  | 9.5a  | 11.7b |
| Pembanding                      | 4.5ab       | 7.8a  | 9.9a  | 13.1a |
| 0.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 4.8a        | 7.8a  | 9.9a  | 13.1a |
| 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 4.7ab       | 7.9a  | 10.1a | 13.2a |
| 1.00 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 4.5ab       | 7.9a  | 10.1a | 13.1a |
| 1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 4.5ab       | 7.4a  | 9.8a  | 13.3a |
| 1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 4.5ab       | 7.5a  | 9.7a  | 12.7a |

*Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5 %*

### **Pengaruh Pupuk NPK (20-51-13) terhadap Hasil Tanaman Kubis**

Pemberian pupuk NPK (20-51-13) menunjukkan perbedaan respon terhadap hasil tanaman kubis (Tabel 5). Aplikasi 0.50-1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) menunjukkan hasil/tanaman kubis yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Pemberian dosis pupuk NPK (20-51-13) yang sama juga menunjukkan hasil/petak yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap hasil/hektar yang lebih baik pula pada perlakuan dengan dosis pupuk NPK (20-51-13) yang sama dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

**Tabel 5. Hasil tanaman kubis pada aplikasi pupuk NPK (20-51-13)**

| Perlakuan                       | Hasil/<br>Tanaman (g) | Hasil/<br>Petak (kg) | Hasil/<br>Hektar (kg/ha) |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| Kontrol                         | 845.0b                | 39.0b                | 15600.0b                 |
| Pembanding                      | 877.0ab               | 41.5ab               | 16610.0ab                |
| 0.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 942.0a                | 42.0a                | 16800.0a                 |
| 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 975.0a                | 42.7a                | 17067.0a                 |
| 1.00 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 960.0a                | 42.4a                | 16980.0a                 |
| 1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 940.0a                | 41.8a                | 16720.0a                 |
| 1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 880.0ab               | 41.3ab               | 16533.0ab                |

*Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5 %*

### **Efektivitas Agronomi Relatif (EAR)**

Pupuk yang diuji dinyatakan efektif secara agronomi jika memiliki nilai efektivitas agronomi relatif >100%. Nilai efektivitas agronomi relatif yang lebih besar dari 100% menunjukkan bahwa pupuk tersebut dapat meningkatkan hasil yang lebih besar jika

dibandingkan dengan peningkatan hasil pupuk pembanding terhadap kontrol. Hasil analisis efektivitas agronomi relatif pupuk NPK (20-51-13) disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Nilai efektivitas agronomi relatif pada perlakuan pupuk NPK (20-51-13)**

| Perlakuan                       | Nilai Efektivitas Agronomi Relatif (%) |
|---------------------------------|----------------------------------------|
| Kontrol                         | -                                      |
| Pembanding                      | -                                      |
| 0.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 119                                    |
| 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 145                                    |
| 1.00 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 137                                    |
| 1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 111                                    |
| 1.50 dosis pupuk NPK (20-51-13) | 92                                     |

Hasil perhitungan nilai efektivitas agronomi relatif menunjukkan bahwa perlakuan 0.50-1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) efektif secara agronomi karena nilai yang dihasilkan >100%. Pemberian 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) menghasilkan nilai efektivitas agronomi relatif tertinggi karena dapat meningkatkan hasil 1.45 kali lipat (145%) dibandingkan dengan peningkatan hasil yang disebabkan oleh perlakuan pembanding (pemupukan standar).

## Pembahasan

Perlakuan dosis pupuk NPK (20-51-13) memberikan respon terhadap pertumbuhan tanaman kubis. Pemberian 0.50-1.50 dosis dosis pupuk NPK (20-51-13) dapat meningkatkan tinggi tanaman kubis berkisar 8.5-13.7% dibandingkan dengan tanaman kontrol. Selain itu, pemberian dosis pupuk yang sama juga dapat meningkatkan jumlah daun tanaman kubis. Pemberian dosis tersebut dapat meningkatkan jumlah daun sebesar 11.2-15.4% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pertumbuhan tanaman yang baik pada fase vegetatif menunjukkan bahwa perkembangan tanaman yang baik pula. Jumlah daun yang lebih banyak mengindikasikan bahwa hasil fotosintesis yang dihasilkan juga akan lebih banyak. Hal ini dapat digunakan oleh tanaman kubis untuk menghasilkan bonggol kubis yang lebih besar pula.

Pengamatan komponen hasil juga menunjukkan bahwa perlakuan 0.50-1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) memberikan respon yang lebih baik pada tanaman kubis. Hasil pengamatan pada peubah hasil/tanaman menunjukkan bahwa perlakuan 0.50-1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) meningkatkan hasil sebesar 11.2-15.4% jika dibandingkan dengan tanaman kontrol. Hasil ini juga mempengaruhi terhadap perhitungan komponen hasil yang lainnya. Pemberian dosis pupuk NPK (20-51-13) yang sama juga meningkatkan hasil/petak sebesar 7.2-9.5% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selain itu, pemberian 0.50-1.25 dosis pupuk NPK (20-51-13) dapat meningkatkan hasil/hektar sebesar 7.2-9.0% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK (20-51-13) dapat

meningkatkan hasil tanaman kubis dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberikan pupuk NPK (20-51-13).

Pupuk NPK (20-51-13) mengandung unsur hara yang lengkap baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro. Unsur hara makro merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar untuk mendukung berbagai proses metabolisme dan pertumbuhan, sehingga defisiensi unsur hara makro dapat menyebabkan gejala pertumbuhan yang terganggu (Monib et al., 2023). Kekurangan unsur-unsur ini, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, seringkali mengakibatkan penurunan produktivitas dan munculnya gejala defisiensi spesifik sesuai dengan perannya dalam proses fisiologis tanaman (Johnson & Mirza, 2020). Sebaliknya, unsur hara mikro diperlukan dalam jumlah yang jauh lebih kecil namun tetap krusial untuk menunjang fungsi enzimatik dan metabolisme pendukung lainnya. Sebagaimana dinyatakan oleh Johnson & Mirza (2020), meskipun jumlahnya sedikit, nutrisi mikro seperti besi, mangan, dan seng memainkan peran penting dalam berbagai reaksi biokimia yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, keseimbangan antara pemberian makro dan mikro unsur hara menjadi faktor penentu kesehatan dan produktivitas tanaman (Yousaf et al., 2020).

Penyerapan nitrogen oleh tanaman dilakukan terutama dalam bentuk nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), di mana  $\text{NO}_3^-$  merupakan bentuk nitrogen yang paling banyak diserap untuk memenuhi kebutuhan metabolik, terutama untuk sintesis asam amino, protein, dan basa nitrogen yang merupakan blok pembangun asam nukleat, nukleotida, amida, dan amina (Liu et al., 2023; de Sousa Leite, 2019). Proses penyerapan ion ini bergantung pada aktivitas metabolisme akar, sedangkan laju pengangkutannya ditentukan oleh luas permukaan akar yang tersedia untuk interaksi dengan ion di dalam tanah (Chu et al., 2021). Pemanfaatan  $\text{NO}_3^-$  yang lebih tinggi oleh tanaman juga didorong oleh peran pentingnya dalam penyediaan energi yang diperlukan dalam reaksi-reaksi metabolik dan transfer elektron dalam rantai transportasi elektron (Liu et al., 2023).

Dalam konteks fosfor, tanaman menyerap unsur ini terutama dalam bentuk ion monovalen fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) atau ion divalen fosfat ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Pilihan bentuk ion yang diambil sangat bergantung pada kondisi pH tanah, di mana  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  mendominasi pada lingkungan dengan pH di bawah 7,2, sedangkan  $\text{HPO}_4^{2-}$  lebih banyak terdapat pada tanah dengan pH di atas 7,2 (Pedersen et al., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan pH dalam media tanam memainkan peran penting dalam ketersediaan dan penyerapan fosfor yang esensial untuk pertumbuhan reproduktif dan pematangan tanaman.

Peran kalium (K) pada tanaman tercermin dari kemampuannya untuk menjaga turgiditas sel dan kestabilan potensial osmotik, yang mendukung pembentukan dinding sel



yang tebal dan stabil serta berkontribusi pada peningkatan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit. Menurut penelitian, kalium juga berperan dalam memperpanjang umur simpan buah dan sayur (Ram et al., 2023). Selain itu, penyerapan kalium oleh tanaman tidak semata-mata bergantung pada jumlah kalium yang tersedia di tanah, melainkan juga dipengaruhi oleh interaksi dengan konsentrasi tinggi ion  $\text{NH}_4^+$  atau  $\text{Mg}^{2+}$  yang dapat menghambat proses penyerapan kalium melalui mekanisme kompetitif di tingkat transportasinya (Griffiths et al., 2021).

Berdasarkan Efektivitas agronomi relatif perlakuan 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) menghasilkan efektifitas agronomi  $> 100$ . Perlakuan 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) dapat meningkatkan hasil 1.45 kali lipat. Peningkatan ini menunjukkan bahwa peran nitrogen, kalium dan fosfor dalam pertumbuhan dan hasil tanaman kubis sangat signifikan.

## KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK (20-51-13) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kubis yang ditunjukkan pada peubah tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman kubis dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selain itu, pemberian pupuk NPK (20-51-13) meningkatkan komponen hasil tanaman kubis dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perlakuan 0.75 dosis pupuk NPK (20-51-13) efektif secara agronomi karena menghasilkan nilai efektivitas agronomi relatif tertinggi sebesar 145% yang berarti dapat meningkatkan hasil sebesar 1.45 kali lipat. Dosis rekomendasi yang disarankan untuk tanaman kubis adalah 1.5 kg/ha/aplikasi pupuk NPK (20-51-13) yang diaplikasikan 5 kali pada 2, 3, 4, 5 dan 6 MST.

## DAFTAR REFERENSI

- Chu, C. C., Wang, Y., & Wang, E. T. (2021). Improving the utilization efficiency of nitrogen, phosphorus and potassium: Current situation and future perspectives. *Scientia Sinica Vitae*, 51(10), 1415–1423.
- Costa, S. E. V. G. D. A., Souza, E. D. D., Anghinoni, I., Flores, J. P. C., Cao, E. G., & Holzschuh, M. J. (2009). Phosphorus and root distribution and corn growth as related to long-term tillage systems and fertilizer placement. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33, 1237–1247.
- de Sousa Leite, T. (2019). Nitrogen forms and the mitigation of cadmium toxicity in Tanzania guinea grass [Master's thesis or unpublished manuscript if applicable].

- Griffiths, M., Roy, S., Guo, H., Seethepalli, A., Huhman, D., Ge, Y., ... & York, L. M. (2021). A multiple ion-uptake phenotyping platform reveals shared mechanisms affecting nutrient uptake by roots. *Plant Physiology*, 185(3), 781–795. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiab004>
- Guo, J., Jia, Y., Chen, H., Zhang, L., Yang, J., Zhang, J., ... & Zhou, Y. (2019). Growth, photosynthesis, and nutrient uptake in wheat are affected by differences in nitrogen levels and forms and potassium supply. *Scientific Reports*, 9(1), 1248. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37609-4>
- Hachiya, T., & Sakakibara, H. (2017). Interactions between nitrate and ammonium in their uptake, allocation, assimilation, and signaling in plants. *Journal of Experimental Botany*, 68(10), 2501–2512. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx086>
- Hu, W., Coomer, T. D., Loka, D. A., Oosterhuis, D. M., & Zhou, Z. (2017). Potassium deficiency affects the carbon-nitrogen balance in cotton leaves. *Plant Physiology and Biochemistry*, 115, 408–417. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.04.012>
- Johnson, V. J., & Mirza, A. (2020). Role of macro and micronutrients in the growth and development of plants. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9, 576–587. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.902.069>
- Jose, E., Soni, K. B., Alex, S., Pillai, P. S., Beena, R., & Stephen, R. (2023). Molecular frameworks of nitrogen response in plants: A review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(12), 380–390. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i122987>
- Kifle, D. (2020). Soil fertility management and cropping system function in ameliorating maize productivity in Ethiopia: A review [Review article or report].
- Kraiser, T., Gras, D. E., Gutiérrez, A. G., González, B., & Gutiérrez, R. A. (2011). A holistic view of nitrogen acquisition in plants. *Journal of Experimental Botany*, 62(4), 1455–1466. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq425>
- Liu, B., Mao, P., Yang, Q., Qin, H., Xu, Y., Zheng, Y., & Li, Q. (2023). Appropriate nitrogen form ratio and UV-A supplementation increased quality and production in purple lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Molecular Sciences*, 24(23), 16791. <https://doi.org/10.3390/ijms242316791>
- Liu, J., Xia, H., Gao, Y., Pan, D., Sun, J., Liu, M., ... & Li, Z. (2022). Potassium deficiency causes more nitrate nitrogen to be stored in leaves for low-K sensitive sweet potato genotypes. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1069181. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1069181>
- Monib, A. W., Alimyar, O., Mohammad, M. U., Akhundzada, M. S., & Niazi, P. (2023). Macronutrients for plants growth and humans health. *Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 2(2), 268–279.
- Pedersen, I. F., Sørensen, P., Rasmussen, J., Withers, P. J., & Rubæk, G. H. (2019). Fertilizer ammonium:nitrate ratios determine phosphorus uptake by young maize plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 182(4), 541–551. <https://doi.org/10.1002/jpln.201800533>

- Ram, K. V., Raj, A. D., & Patel, K. H. (2023). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield, quality, nutrient content and uptake on hybrid maize (*Zea mays* L.). *Agricultural Science Digest - A Research Journal*, 43(3), 295–300. <https://doi.org/10.18805/ag.D-4953>
- Rini, E. P., & Sugiyanta, S. (2021). Respon tanaman kubis (*Brassica oleracea* var. capitata) terhadap kombinasi aplikasi pupuk organik dan anorganik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 46–52. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.46-52>
- Wei, F., Shi, Z., Wan, R., Li, Y., Wang, Y., An, W., ... & Feng, J. (2020). Impact of phosphorus fertilizer level on the yield and metabolome of goji fruit. *Scientific Reports*, 10(1), 14656. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71514-8>
- Yousaf, M. M., Raza, M. M., Hussain, M., Shah, M. J., Bashir, A., Muhammad, R. W., ... & Zeshan, M. (2020). Effect of balanced use of fertilizers on performance of wheat under arid climatic condition. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(4), 778–785.