

RESPON PEMBERIAN NPK DAN BIOCHAR SEKAM PADI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KUBIS (*Brassica oleracea* L)

Erizon Martua Sihombing¹, Agnes Imelda Manurung^{1*}, Ebsan Marihot Sianipar¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Methodist Indonesia.

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan serta produksi kubis (*Brassica oleracea* L) terhadap pemberian pupuk NPK dan Biochar Sekam Padi. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan perlakuan pupuk padat dan NPK sebagai berikut: N1 = 2,24 g/polybag, N2 = 1,54 g/polybag, N3 = 0,84 g/polybag. Faktor kedua: B1 = 1:2 (biochar sekam padi: tanah), B2 = 1:1 (biochar sekam padi: tanah), B3 = Biochar sekam padi. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 3 MST, jumlah daun pada 2 dan 3 MST, waktu pembentukan krop, diameter krop, dan bobot krop. Perbandingan biochar sekam padi dengan media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, waktu pembentukan krop, diameter krop, bobot segar per tanaman dan bobot bagian atas pada tanaman kubis. Interaksi pemberian pupuk NPK dan biochar sekam padi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kubis pada umur 3 dan 4 MST dan berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun, waktu pembentukan krop, diameter krop, berat krop tanaman kubis dan bobot bagian atas tanaman kubis.

Kata kunci: *biochar sekam padi, kubis, pupuk NPK*

I. PENDAHULUAN

Kubis adalah tanaman sayuran yang termasuk dalam kategori hortikultura dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Nama kol lebih dikenal masyarakat dibandingkan istilah kubis. Tanaman ini termasuk dalam keluarga Brassicaceae atau yang sering disebut keluarga kubis-kubisan. Kubis sering dimakan dalam bentuk lalapan, asinan, gado-gado, sop, dan capcay. Kubis segar mempunyai banyak nutrisi, seperti air, protein, lemak, karbohidrat, serat, glukonisolte, mineral seperti kalium, kalsium, magnesium, mangan, fosfor, besi, dan natrium, serta vitamin seperti C, A, B6, biotin, E, tiamin, riboflavin, nikotinamide, folat, dan beta karoten. Kandungan vitamin C yang tinggi dalam kubis dapat mencegah timbulnya

sariawan akut. Dalam setiap 100 gram kubis yang sudah direbus atau dikukus, terdapat 35 kalori, 2,3 gram protein, 0,4 gram lemak, 7,2 gram karbohidrat, dan 3,3 gram serat (Wuwur *et al.*, 2021).

Produksi kubis di Provinsi Sumatera Utara menurut Badan Pusat Statistik Indonesia (2024) pada tahun 2021 produksi kubis sebanyak 233.761 ton per hektar, pada tahun 2022 produksinya naik menjadi 236.611 ton, sedangkan pada tahun 2023 produksinya turun lagi menjadi 228.099 ton per hektar. Penurunan tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti metode budidaya yang belum memadai, perubahan iklim, dan cuaca yang ekstrem, media tanam, dan teknik budidaya yang belum sesuai (BPSI, 2024).

Budidaya sayuran merupakan salah satu kegiatan pertanian yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat sekaligus meningkatkan perekonomian petani. Seiring dengan meningkatnya permintaan sayuran segar, diperlukan penerapan berbagai teknik budidaya yang efisien, ramah lingkungan, dan adaptif terhadap perubahan iklim. Beragam sistem budidaya telah dikembangkan, seperti sistem hidroponik, vertikultur, dan akuaponik, yang memungkinkan produksi sayuran dilakukan di lahan sempit dengan hasil optimal. Sistem-sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, tetapi juga dapat diterapkan dalam skala rumah tangga maupun komersial (Maulidia *et al.*, 2023)

Penurunan hasil tanam kubis bisa terjadi karena beberapa hal, seperti kondisi lingkungan pertanian, cara menanam, serta serangan hama dan penyakit. Hal ini membuat para petani kubis di Indonesia merasa kesulitan. Untuk meningkatkan hasil tanam kubis, salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan teknologi pemupukan. Pemupukan adalah kegiatan memberikan nutrisi ke tanaman, bisa melalui tanah atau langsung ke bagian tanaman. Untuk melakukan pemupukan, bisa menggunakan pupuk buatan, seperti pupuk kimia sintetis, atau pupuk alami, seperti pupuk organik (Numba *et al.*, 2024).

Pemupukan yang berimbang, tepat dosis dan tepat waktu adalah yang menentukan hasil tanaman. Peningkatan komposisi dosis pemupukan yang tepat di dalam tanah mampu meningkatkan ketersediaan dan serapan unsur hara makro dan mikro pada tanaman. Pemberian pupuk NPK Mutiara (16:16:16) memiliki peran dalam penyusun asam amino (protein), asam nukleat, nukleotida serta klorofil dan

berperan dalam pembentukan lemak dan albumin, pembentukan buah, bunga serta merangsang perkembangan akar. Pemberian pupuk NPK yang mengandung unsur nitrogen yang dimanfaatkan untuk pembentukan klorofil, semakin banyak nitrogen maka semakin banyak fotosintat yang dihasilkan sehingga hasil fotosintat dimanfaatkan oleh tanaman selama proses pertumbuhan dan perkembangannya (Harianja *et al.*, 2022).

Pupuk NPK 16-16-16 diberikan dalam dosis yang tepat, sehingga mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Dengan demikian, tanah dapat memberikan ruang yang cukup untuk udara dan air, memperbaiki struktur tanah, serta membuat tanah lebih gembur. Hal ini membantu pertumbuhan akar tanaman. Dengan cara ini, tanaman mudah menyerap nutrisi, sehingga tanaman kacang hijau tumbuh dengan baik dan menghasilkan produksi yang tinggi. Unsur nitrogen yang terkandung dalam pupuk berperan sebagai komponen bahan organik dalam benih, seperti asam amino, protein, koenzim, klorofil, dan berbagai komponen lainnya. Pemupukan dengan mengandung nitrogen pada tanaman akan meningkatkan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Ramadhan, 2022).

Produksi tanaman bisa ditingkatkan dengan menggunakan media tanam dan cara merawat tanaman yang baik, karena bisa membawa mineral dan nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh. Hal ini bisa terjadi jika kondisi tanah memiliki ruang untuk akar yang cukup, struktur tanah yang stabil, kemampuan menyimpan air yang bagus, serta pengelolaan udara dan air yang baik. Kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah yang memengaruhi pertumbuhan tanaman bisa meningkat

secara signifikan dengan menambahkan bahan organik ke dalam media tanam. Kubis bisa tumbuh dan menghasilkan lebih banyak jika bahan organik digunakan dalam jumlah tertentu di dalam tanah (Rosdiana *et al.*, 2023).

Media tanam adalah salah satu hal yang penting karena berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman agar bisa mendapatkan hasil yang bagus. Fungsi dari media tanam adalah sebagai tempat tanaman tumbuh, memberi dukungan secara fisik, menyediakan air dan nutrisi penting yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dengan lebih baik. Jenis serta sifat dari media tanam juga memengaruhi ketersediaan nutrisi yang bisa diserap oleh akar tanaman (Panjaitan *et al.*, 2023).

Secara umum, media tanam harus mampu memberikan nutrisi yang cukup, menyediakan udara yang cukup, dan menjaga kelembapan di sekitar akar. Syarat media tanam yang baik adalah gembur, mampu menyimpan air, memiliki cukup nutrisi, memiliki sirkulasi udara yang baik, serta bebas dari penyakit. Media tanam yang mampu menyimpan air namun memiliki kandungan nutrisi rendah, hal ini disebabkan oleh tekstur pasir yang memiliki pori mikro lebih sedikit dibandingkan pori besar. Kandungan bahan organik yang rendah menyebabkan kapasitas tukar kation (KTK) rendah, sehingga nutrisi tidak dapat diserap secara optimal oleh tanaman (Kadafi *et al.*, 2023).

Menurut Center for Agriculture Food and the Environment (2020), media tanam harus terdiri dari campuran berbagai bahan yang bisa memberikan air, udara, nutrisi, serta bantuan lain bagi pertumbuhan tanaman. Media tanam yang baik harus mampu menyimpan air dan nutrisi, memiliki sirkulasi udara yang cukup, serta bebas dari

mikroorganisme berbahaya. Berdasarkan pengamatan di lapangan, petani dan penggemar pertanian perkotaan umumnya memanfaatkan beragam media tanam, antara lain tanah murni, campuran tanah dan kompos, maupun kombinasi bahan organik seperti sekam bakar, sabut kelapa, dan pupuk kandang. Setiap jenis media memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda dan dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman secara berbeda pula.

Biochar sekam padi bisa membuat tanah lebih subur dan juga membantu menjaga air di dalam polybag. Ketersediaan air yang cukup sangat penting bagi pertumbuhan tanaman karena air berperan dalam proses metabolisme tanaman. Hasil fotosintesis yang dihasilkan digunakan untuk membuat tanaman tumbuh lebih tinggi. Jika air dan nutrisi tersedia cukup, maka aktivitas metabolisme tanaman berjalan lancar. Aktivitas ini menyebabkan sel tanaman membelah, tumbuh lebih panjang, dan jaringan juga terbentuk dengan baik. Akibatnya, pertumbuhan tanaman, termasuk tinggi tanaman, menjadi lebih baik (Saputra dan Sutriana, 2022).

Biochar sekam padi bisa membuat tanah lebih gembur karena meningkatkan porositasnya, sekaligus membantu tanah menyerap air lebih baik. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman bergantung pada ukuran media tanam dan panjang batas akar. Untuk mendapatkan media tanam yang sesuai, perlu digabungkan beberapa bahan dan disesuaikan dengan jenis tanaman yang ditanam. Penggunaan ukuran dan komposisi media tanam yang tepat akan memengaruhi masa tumbuh tanaman. Keuntungan menggunakan biochar sekam padi adalah mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta melindungi tanaman (Saputra dan

Sutriana, 2022).

Menurut Maulidia *et al* (2023), bahwa penambahan biochar nyata meningkatkan serapan N, P, K, Ca, Zn dan Cu dengan makin tingginya penambahan biochar dan berkurangnya pemberian pupuk N, P dan K. Disisi lain dengan ketersediaan hara di dalam tanah, akar tanaman mampu meningkatkan serapan hara. Setelah aplikasi biochar maka ketersediaan hara N, P dan Ca meningkat pada tanaman kubis.

II. METODE DAN PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Cintarakyat Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara dengan ketinggian tempat ± 1.402 Meter di atas permukaan laut (mdpl) yang dilaksanakan pada bulan November 2025-Februari 2026. Secara Geografis letak Kabupaten Karo berada diantara 2,500–3,190 Lintang Utara dan 97,550–98,380 Bujur Timur.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah, bibit kubis varietas Hibrida, *polybag*, *biochar* sekam padi, air, pupuk NPK. Alat yang digunakan adalah cangkul, parang, bambu, timbangan analitik, ember, kaca, meteran, gembor, alat tulis serta alat lain yang mendukung data penelitian.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, dengan 2 faktor perlakuan, yaitu pemberian pupuk NPK (N) dan biochar sekam padi (B). Faktor pertama yaitu Pemberian Pupuk NPK (N) terdiri dari 3 taraf: $N_1 = 2,24$ g/polybag (160 kg/ha); $N_2 = 1,54$ g/polybag (110 kg/ha); $N_3 = 0,84$

g/polybag (60 kg/ha). Faktor kedua yaitu penggunaan biochar sekam padi sebagai media tanam yang terdiri dari 3 taraf: $B_1 = 1:2$ (biochar sekam padi: tanah) (33%), $B_2 = 1:1$ (biochar sekam padi: tanah) (50%), $B_3 = \text{Biochar sekam padi}$ (100%). Jumlah kombinasi $3 \times 3 = 9$ kombinasi (N_1B_1 , N_1B_2 , N_1B_3 , N_2B_1 , N_2B_2 , N_2B_3 , N_3B_1 , N_3B_2 , N_3B_3). Analisis data dilakukan dengan sidik ragam dengan model linier sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + N_j + B_k + (NB)_{jk} + \sum \epsilon_{ijk}$$

Terhadap faktor yang berpengaruh nyata digunakan analisis sidik ragam dan untuk menguji beda rata-rata antar perlakuan dilakukan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5 %.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Analisa tanah

Berdasarkan hasil analisis tanah diketahui bahwa kandungan C-organik tanah sebesar 2,86 % yang tergolong dalam kategori sedang. Nilai kapasitas tukar kation (KTK) sebesar 22,31 me/100 g menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan sedang dalam menyerap dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Kandungan nitrogen total pada tanah sebesar 0,32 % yang tergolong tinggi, sehingga ketersediaan nitrogen bagi tanaman relatif mencukupi untuk mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman kubis. Kandungan fosfor sebesar 0,16 % berada pada kategori sedang, sedangkan kandungan kalium sebesar 0,07 % tergolong rendah sehingga ketersediaan unsur kalium dalam tanah relatif terbatas. Hasil analisis tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Tanah

Parameter	Satuan	Hasil
pH		5,85
C-Organic	%	2,86
Kapasitas Tukar Kation (KTK)	me/100g	22,3058
K	%	0,07
Total N	%	0,32
P	%	0,16
Pasir	%	67,61
Debu	%	30,23
Liat	%	2,16
Tekstur	Lempung Berpasir	

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Socfin Indonesia

Nilai pH tanah sebesar 5,85 menunjukkan bahwa tanah berada pada kondisi agak masam. Kondisi pH tersebut masih dapat mendukung pertumbuhan tanaman kubis, meskipun pada kisaran tertentu dapat mempengaruhi ketersediaan beberapa unsur hara di dalam tanah. Berdasarkan analisis tekstur tanah, diketahui bahwa tanah pada lokasi penelitian memiliki kandungan pasir sebesar 67,61 %, debu 30,23 %, dan liat 2,16 %. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa tanah tergolong bertekstur pasir dominan. Tanah dengan tekstur tersebut umumnya memiliki drainase yang baik, namun

kemampuan menahan air dan unsur hara relatif lebih rendah dibandingkan tanah dengan kandungan liat yang lebih tinggi.

2. Tinggi Tanaman (cm)

Hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kubis pada umur 2, 3, 4 dan 5 MST. Pemberian penggunaan biochar berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kubis pada umur 2, 3, 4 dan 5 MST. Pengaruh pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam terhadap jumlah daun kubis dapat dilihat pada Tabel 2.

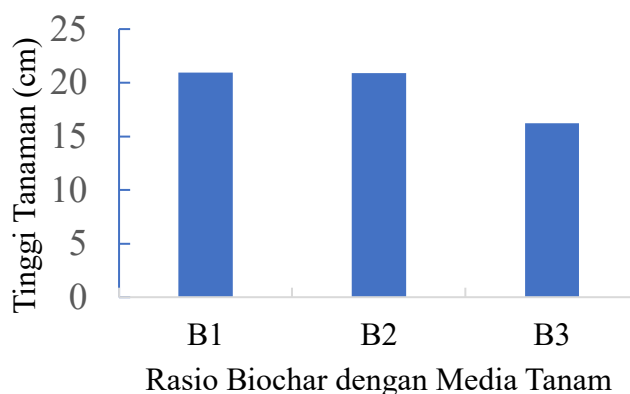
Tabel 2. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK dan Perbandingan Biochar dengan Media Tanam Terhadap Tinggi Tanaman Kubis

Perlakuan	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
N ₁	5,39	8,14b	10,47	19,25
N ₂	5,29	8,10b	10,59	19,45
N ₃	5,25	8,40a	10,39	19,39
B ₁	5,66a	8,54a	11,09a	20,96a
B ₂	5,18a	8,65a	11,17a	20,89a
B ₃	5,09b	7,44b	9,19b	16,23b
N ₁ B ₁	5,70	8,43b	11,20a	20,78
N ₁ B ₂	5,22	8,42b	11,20a	20,62
N ₁ B ₃	5,24	7,55c	9,10b	16,34
N ₂ B ₁	5,56	8,30b	11,45a	20,87
N ₂ B ₂	5,08	8,58ab	10,30a	21,05
N ₂ B ₃	5,23	7,40c	9,50b	16,42
N ₃ B ₁	5,73	8,88a	11,10a	21,23
N ₃ B ₂	5,23	8,94a	11,55a	21,00
N ₃ B ₃	4,80	7,37c	9,15b	15,93

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Berdasarkan Tabel 2, perlakuan NPK memberikan tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan N₂ dan terendah pada perlakuan N₁. Berdasarkan Tabel 2, perlakuan biochar memberikan tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan B₁ dan terendah pada perlakuan B₃, dan

kombinasi perlakuan yang memberikan tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan N₃B₁ dan terendah pada perlakuan N₃B₃. Pengaruh pemberian biochar terhadap tinggi tanaman kubis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Respon Perbandingan Biochar Sekam Padi dengan Media Tanah terhadap Tinggi Tanaman Kubis pada Umur 5 MST (cm)

Gambar 1 menjelaskan bahwa tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan B₁ dan B₂, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan B₃. Diagram menunjukkan kecenderungan penurunan tinggi tanaman dari perlakuan B₁ hingga B₃.

3 Jumlah Daun (helai/tanaman)

Hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa pemberian pupuk NPK dan

penggunaan biochar berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kubis pada umur 2, 3, 4 dan 5 MST. Interaksi pemberian pupuk NPK dan penggunaan biochar berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kubis pada umur 2, 3, 4 dan 5 MST. Pengaruh pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam terhadap jumlah daun kubis dapat dilihat pada Tabel 3,

Tabel 3. Pengaruh Pemberian NPK dan Perlakuan Biochar terhadap Jumlah Daun Kubis pada Umur 2, 3, 4 dan 5 MST.

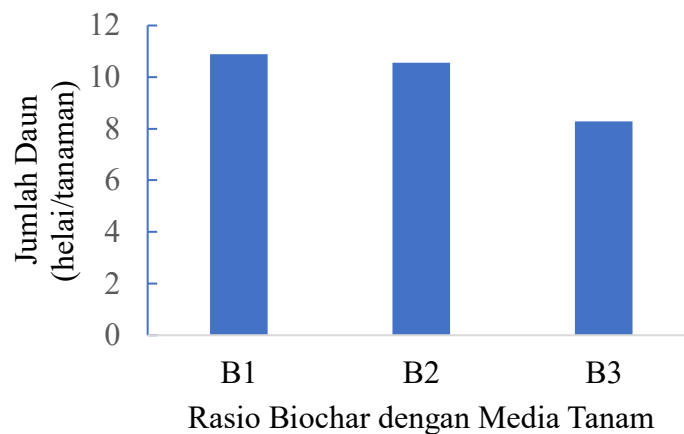
Perlakuan	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
N ₁	3,45ab	5,22b	6,67	9,22
N ₂	3,28ab	5,44ab	7,78	10,22
N ₃	3,56a	5,83a	7,72	10,28
B ₁	3,61	6,11a	7,95a	10,89a
B ₂	3,50	6,06a	8,06a	10,56a
B ₃	3,17	4,33b	6,17b	8,28b
N ₁ B ₁	3,50	5,17cd	6,83	9,83
N ₁ B ₂	3,67	6,33ab	7,67	10,00
N ₁ B ₃	3,17	6,17d	6,50	7,83
N ₂ B ₁	3,33	6,50a	8,83	11,50
N ₂ B ₂	3,33	5,33bc	7,67	10,50

N ₂ B ₃	3,17	4,5cd	6,83	8,67
N ₃ B ₁	4,00	6,67a	8,17	11,33
N ₃ B ₂	3,50	6,50a	8,83	11,17
N ₃ B ₃	3,17	4,33cd	6,17	8,33

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Berdasarkan Tabel 3, perlakuan NPK memberikan jumlah daun tertinggi pada perlakuan N₃ dan terendah pada perlakuan N₁. Berdasarkan Tabel 3, tanaman kubis yang memiliki jumlah daun terbanyak pada umur 5 MST pada perlakuan B₁, diikuti B₂ dan B₃.

Sedangkan untuk interaksi perlakuan yang memberikan hasil tertinggi N₂B₁ dan yang terendah pada perlakuan N₁B₃. Pengaruh perbandingan biochar dan media tanam dengan jumlah daun pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Respon Rasio Biochar Sekam Padi dengan Media Tanah terhadap Jumlah Daun (helai/tanaman)

Gambar 2 menjelaskan hubungan antara perbandingan biochar sekam padi dan media tanam terhadap jumlah daun tanaman kubis pada 5 MST. Diagram menunjukkan peningkatan perbandingan biochar menyebabkan tinggi tanaman cenderung menurun.

4 Waktu pembentukan krop

Hasil sidik ragam dapat diketahui

bahwa pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam, serta interaksi pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam berpengaruh nyata terhadap waktu pembentukan krop kubis. Pengaruh pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam terhadap waktu pembentukan krop kubis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengaruh Pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam terhadap waktu pembentukan krop Kubis

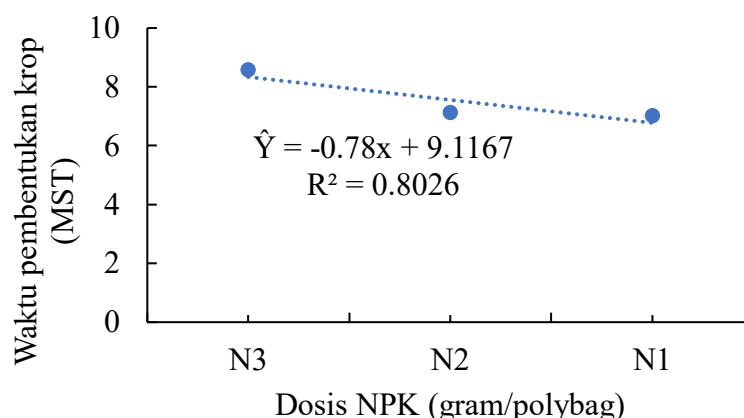
Perlakuan	Waktu pembentukan krop (MST)
N ₁	7,00b
N ₂	7,11ab
N ₃	8,56a
B ₁	7,22a

B ₂	7,50a
B ₃	7,89b
N ₁ B ₁	6,67
N ₁ B ₂	6,83
N ₁ B ₃	8,17
N ₂ B ₁	7,17
N ₂ B ₂	6,83
N ₂ B ₃	8,67
N ₃ B ₁	7,17
N ₃ B ₂	7,67
N ₃ B ₃	8,83

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Tabel 4 dapat dijelaskan pemberian pupuk NPK berbengaruh nyata terhadap waktu pembentukan krop kubis. Waktu pembentukan krop kubis yang tercepat pada perlakuan N₁, diikuti N₂ dan N₃. Rasio biochar dengan media tanam yang mempunyai waktu pembentukan waktu pembentukan krop tercepat pada perlakuan B₁ dan terlama pada perlakuan

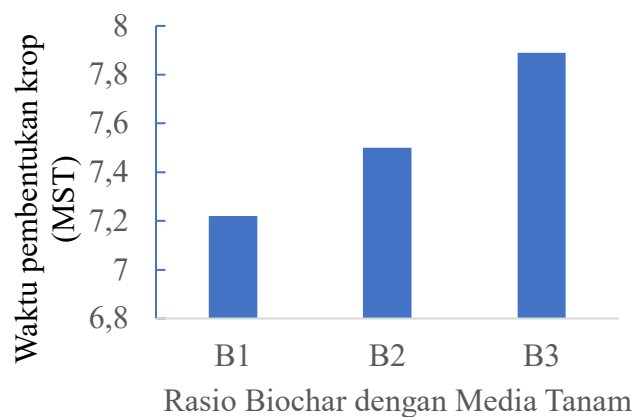
B₃. Sedangkan interaksi perlakuan yang mempunyai waktu pembentukan krop tertinggi pada perlakuan N₃B₃ dan terendah pada perlakuan N₁B₁. Pengaruh pemberian NPK terhadap waktu pembentukan krop dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Respon Dosis NPK Terhadap Tinggi Tanaman Kubis (MST)

Gambar 3 menjelaskan bahwa artinya semakin tinggi dosis pupuk NPK (gram/polybag) maka akan memperlama waktu pembentukan krop (MST). Setiap peningkatan 1 gram/polybag NPK maka

akan meningkatkan 0,78 MST waktu pembentukan krop. Tabel 4 juga dapat dijelaskan bahwa penggunaan biochar berbengaruh nyata terhadap waktu pembentukan krop kubis. Pengaruh perlakuan biochar terhadap waktu pembentukan krop pada Gambar 4,



Gambar 4. Diagram Respon Rasio Biochar dengan Media Tanam Terhadap Waktu Pembentukan Krop (MST)

Gambar 4 menjelaskan bahwa rasio biochar dengan media tanam yang memberikan waktu pembentukkan krop (MST) tertinggi adalah B₃ (sekam padi) dan terendah pada perlakuan B₁ (1:2).

5 Diameter krop (cm)

Hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa pemberian pupuk NPK

berpengaruh nyata terhadap diameter krop tanaman kubis. Pemberian penggunaan biochar berpengaruh nyata terhadap diameter krop tanaman kubis. Pengaruh pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam terhadap diameter krop tanaman kubis dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Diameter Krop per Sampel

Perlakuan	Diameter Krop (cm)
N ₁	14,56ab
N ₂	14,78a
N ₃	13,67b
B ₁	16,33a
B ₂	14,78b
B ₃	11,89c
N ₁ B ₁	16,33
N ₁ B ₂	15,00
N ₁ B ₃	12,33
N ₂ B ₁	17,00
N ₂ B ₂	15,33
N ₂ B ₃	12,00
N ₃ B ₁	15,67
N ₃ B ₂	14,00
N ₃ B ₃	11,33

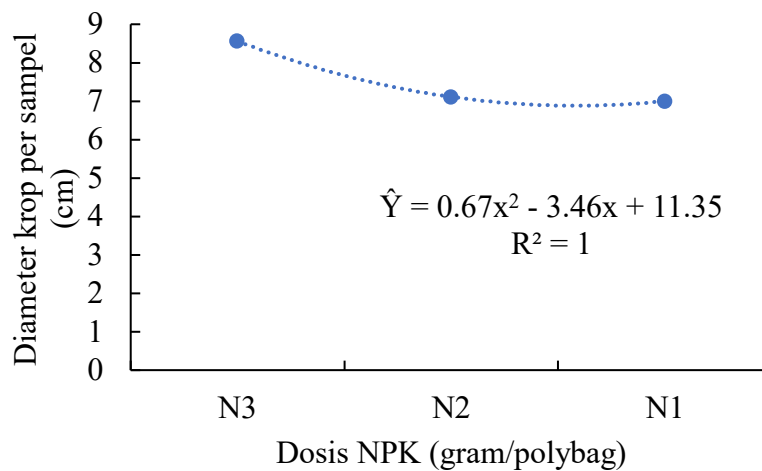
Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Tabel 5 menunjukkan pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap waktu pembentukan krop kubis. Diameter kubis yang tertinggi pada perlakuan N₂,

diikuti N₁ dan N₃. Berdasarkan Tabel 6, perlakuan biochar memberikan diameter krop tertinggi pada perlakuan B₁ dan terendah pada perlakuan B₃. Sedangkan

interaksi perlakuan yang memberikan diameter krop tertinggi pada perlakuan N₂B₂, sedangkan yang terendah pada

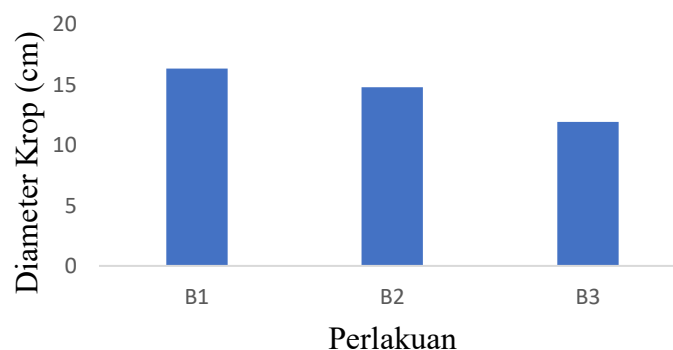
perlakuan N₃B₃. Pengaruh pemberian NPK terhadap diameter krop dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Respon Dosis NPK Terhadap Diameter Krop Kubis (cm)

Gambar 5 menjelaskan bahwa semakin tinggi dosis NPK maka diameter krop tanaman kubis semakin menurun mengikuti kurva kuadratik. Dari rumus kuadratik diatas diperoleh dosis optimum NPK sebesar 1,67 gram per

polybag untuk memperoleh ukuran optimum diameter krop (cm). Pengaruh pemberian biochar terhadap diameter krop tanaman kubis dapat dilihat pada Gambar 6,



Gambar 6. Diagram Respon Rasio Biochar dengan Media Tanam Terhadap Diameter Krop (cm)

Gambar 4 menjelaskan bahwa rasio biochar dengan media tanam yang memberikan diameter krop tanaman kubis (cm) tertinggi adalah perlakuan B₁ (1: 2 : tanah: biochar sekam padi) dan terendah pada perlakuan B₃ (sekam padi).

6 Bobot krop per sampel (kg)

Hasil sidik ragam dapat diketahui

bahwa pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap bobot krop per sampel. Pemberian biochar berpengaruh nyata terhadap bobot krop per sampel tanaman kubis (kg). Pengaruh pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam bobot krop per sampel dapat dilihat pada Tabel 6.

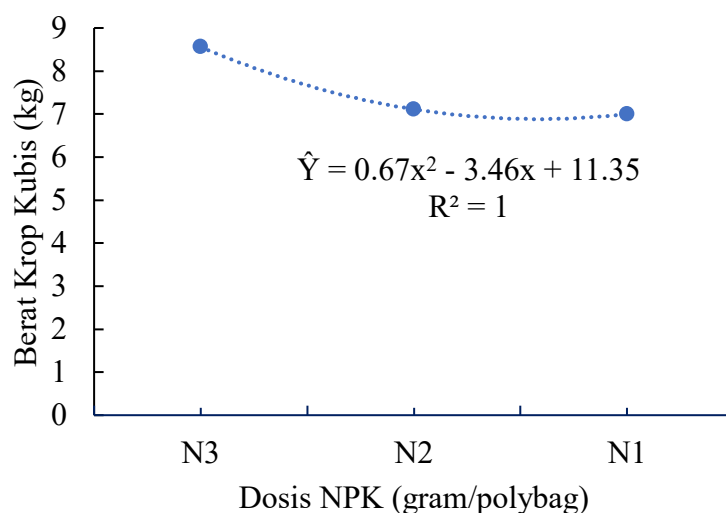
Tabel 6. Bobot Krop per Sampel

Perlakuan	Berat (kg)
N ₁	0,65ab
N ₂	0,78a
N ₃	0,60b
B ₁	0,83a
B ₂	0,78ab
B ₃	0,65b
N ₁ B ₁	0,84
N ₁ B ₂	0,79
N ₁ B ₃	0,70
N ₂ B ₁	0,85
N ₂ B ₂	0,81
N ₂ B ₃	0,68
N ₃ B ₁	0,81
N ₃ B ₂	0,73
N ₃ B ₃	0,58

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Tabel 6 menunjukkan pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap bobot krop tanaman kubis. Bobot krop kubis yang tertinggi pada perlakuan N₂, diikuti N₁ dan N₃. Tabel 6 juga menunjukkan penggunaan biochar sekam padi yang mempunyai berat krop kubis

tertinggi pada perlakuan B₁ dan terendah pada perlakuan B₃. Sedangkan interaksi perlakuan yang memberikan bobot krop tertinggi pada perlakuan N₂B₁, dan terendah pada perlakuan N₃B₃. Pengaruh pemberian NPK terhadap bobot krop kubis dapat dilihat pada Gambar 7.

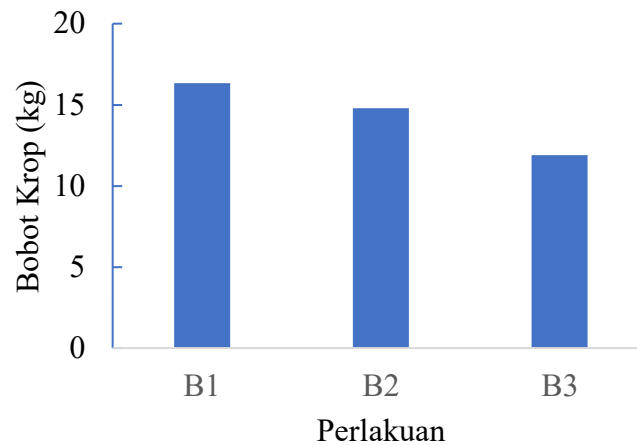


Gambar 7. Kurva Respon Dosis NPK Terhadap Bobot Krop Tanaman Kubis (kg)

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis NPK maka bobot krop tanaman kubis semakin menurun mengikuti kurva kuadratik. Dari rumus kuadratik diatas diperoleh dosis

optimum NPK sebesar 1,92 gram per polybag untuk memperoleh bobot tanaman kubis optimum. Pengaruh penggunaan biochar terhadap berat krop tanaman kubis dapat dilihat pada

Gambar 8,



Gambar 8. Kurva Respon Rasio Biochar dengan Media Tanam terhadap Bobot Krop Kubis (kg) Gambar 8 menjelaskan bahwa rasio biochar dengan media tanam yang memberikan bobot krop tanaman kubis (kg) tertinggi adalah perlakuan B₁ (1: 2 : tanah: biochar sekam padi) dan terendah pada perlakuan B₃ (sekam padi).

7 Bobot bagian atas krop per tanaman (kg)

Hasil sidik ragam dapat diketahui

Tabel 7. Bobot Bagian Atas per Tanaman

Perlakuan	Berat (kg)
N ₁	1,13
N ₂	1,13
N ₃	0,99
B ₁	1,13ab
B ₂	1,20a
B ₃	0,94b
N ₁ B ₁	1,22
N ₁ B ₂	1,16
N ₁ B ₃	1,01
N ₂ B ₁	1,21
N ₂ B ₂	1,27
N ₂ B ₃	0,93
N ₃ B ₁	0,95
N ₃ B ₂	1,17
N ₃ B ₃	0,87

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

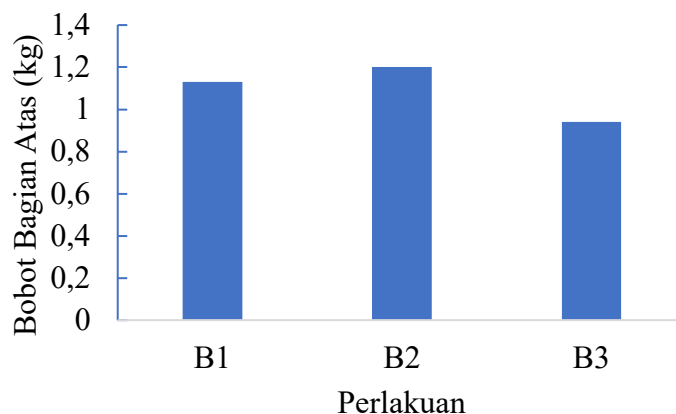
Tabel 7 menunjukkan pemberian pupuk NPK yang memiliki bobot bagian atas tertinggi pada perlakuan N₁ dan N₂

bahwa pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam, serta interaksi pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam berpengaruh nyata terhadap bagian atas krop per tanaman. Pengaruh pemberian NPK dan perbandingan biochar dengan media tanam terhadap bobot bagian atas krop per tanaman dapat dilihat pada Tabel 7.

sedangkan yang terendah pada perlakuan N₃. Tanaman kubis yang memiliki berat bagian atas tertinggi pada perlakuan B₂,

diikuti B₁ dan B₃. Sedangkan interaksi perlakuan yang memberikan bobot bagian atas tertinggi pada perlakuan N₂B₂ dan terendah pada perlakuan N₃B₃.

Pengaruh perbandingan biochar terhadap bobot bagian atas tanaman kubis pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Respon Rasio Biochar dan Media Tanam dengan Bobot Bagian Atas per Tanaman (kg)

Gambar 8 menjelaskan bahwa rasio biochar dengan media tanam yang memberikan bobot bagian atas tanaman kubis (kg) tertinggi adalah perlakuan B₂ dengan rasio biochar sekam padi : tanah (1:2) dan terendah pada perlakuan B₃ (sekam padi).

Pembahasan

Pengaruh NPK terhadap pertumbuhan dan produksi kubis (*Brassica oleracea* L.)

Perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, waktu pembentukan krop, bobot krop kubis, dan diameter krop kubis. Hal tersebut membuktikan pemberian unsur hara berupa pemupukan tanaman sangat diperlukan. Pupuk majemuk NPK mengandung unsur hara makro berupa Nitrogen (N), Posfor (P), dan Kalium (K) yang sangat diperlukan oleh tanaman. Kandungan hara makro pada pupuk majemuk NPK berguna untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, jika hara nitrogen tinggi terkandung di tanaman bisa meningkatkan pertumbuhan dan pembentukan bagian vegetatif pada tanaman (Mufidah *et al.*, 2022).

Menurut Ariswandi *et al.*, (2023)

unsur hara N, P, dan K berperan dalam pembentukan bagian tanaman seperti akar, batang dan daun. Unsur hara nitrogen akan memacu proses pertunasan pada bagian cabang tanaman, semakin banyak cabang terdapat pada tanaman maka jumlah daun yang terbentuk juga akan semakin banyak. Unsur hara P sangat berperan penting dalam proses pertumbuhan dan pembentukan hasil, dimana fosfor berfungsi dalam mentransfer energi dan fotosintesis, Unsur kalium berperan sebagai activator enzim dalam pembentukan karbohidrat dan membantu proses pengangkutan hasil-hasil fotosintesis dan pengaktifan enzim.

Unsur nitrogen dibutuhkan dalam peranannya memproduksi protein, membantu dalam proses metabolisme untuk fotosintesis serta pertumbuhan daun. Lebih jauh, peranan fosfor dibutuhkan dalam memacu pertumbuhan dan pembentukan sistem perakaran yang baik, bahan penyusun inti sel (asam nukleat), lemak dan protein. Sedangkan Kalium bertugas membantu proses pembentukan karbohidrat dan protein, kemampuan resistensi terhadap hama dan penyakit meningkat, serta

memperbaiki kualitas tanaman, Peranan dan fungsi unsur hara sulfur tidak kalah penting dengan unsur lainnya yaitu membantu dalam pembentukan butir hijau daun, menambah kandungan protein dan vitamin serta pembentukan zat gula pada tanaman (Hartanti dan Suyani, 2022).

Hartanti dan Suyani, 2022 dengan pupuk NPK 16 : 16 : 16 dengan kandungan unsur haramakro N, P dan K dapat memberikan keseimbangan unsur hara yang baik serta sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan produksinya, sehingga dengan peningkatan pemberian dosis pupuk tersebut pada tanaman dapat diserap unsur hara lebih banyak lagi. Peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman seperti jumlah daun sangat dipengaruhi oleh peran unsur Nitrogen, untuk mempercepat pertumbuhan akar dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda didukung oleh peran unsur fosfor, termasuk peran unsur Kalium (K) dibutuhkan dalam proses pembentukan protein dan karbohidrat serta peningkatan resistensi tanaman terhadap penyakit.

Pemberian pupuk NPK pada penelitian ini mampu meningkatkan bobot krop tanaman kubis bunga. Bobot krop yang dihasilkan tanaman dipengaruhi oleh hasil fotosintesis yang terkandung dalam tanaman tersebut, Selain unsur hara nitrogen yang berperan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan energi dan cadangan makanan, unsur fosfor juga memiliki peranan penting dalam proses pembungaan. Unsur hara fosfor yang terkandung dalam pupuk NPK berperan dalam proses pembentukan krop tanaman kubis bunga, Kekurangan unsur P dapat mengakibatkan pertumbuhan krop terhambat sehingga krop menjadi kecil (Baharuddin dan Zahrah, 2021).

Kebutuhan nutrisi pada fase

vegetatif dan generatif terutama pada pembentukan krop kubis membutuhkan kalium dalam jumlah optimal, namun kalium dalam tanah dengan pH yang rendah dan kejenuhan basah rendah berarti juga ketersediaan K rendah. Penggunaan polybag pada budidaya kubis bunga dalam menanggulangi keterbatasan lahan ternyata juga kurang efektif. Kebutuhan air tidak selalu tersedia dan bergantung pada penyiraman, sehingga translokasi fotosintat ke bagian generatif tanaman dalam hal ini pembungaan tanaman kubis bunga menjadi terhambat, Penyerapan unsur hara dipengaruhi juga oleh aerasi dalam tanah, Bobot krop kubis bunga dipengaruhi oleh kandungan air yang terdapat dalam kubis bunga (Nisa *et al.*, 2023).

Penambahan jumlah daun akan meningkatkan penangkapan cahaya dan CO₂ yang lebih efektif sehingga laju fotosintesis meningkat. Hasil fotosintesis (fotosintat) ditranslokasikan ke organ vegetatif yaitu akar, batang, dan daun yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sehingga dapat menghambat pertumbuhan generatif. Asimilat yang diproduksi daun akan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman yang membutuhkan. Keberadaan daun dapat membantu kelancaran asimilasi, tetapi daun juga dapat menjadi pengguna hasil asimilat (Nisa *et al.*, 2023).

Karbohidrat merupakan bahan yang sangat diperlukan dalam pembelahan sel, perpanjangan sel pembesaran sel dan pembentukan jaringan untuk perkembangan batang, daun, buah dan akar. Fospor berfungsi mengatasi pengaruh negatif dari pemberian nitrogen, memperbaiki perkembangan akar dan memperbaiki kualitas hasil. Sedangkan kalium berfungsi untuk mengatur berbagai mekanisme metabolik seperti

fotosintesa, translokasi karbohidrat, sintesa protein, sehingga meningkatkan ketahanan tanaman dan ketersediaan hasil produksi tanaman yang meningkat serta tahan terhadap penyakit dan mengatur keseimbangan nitrogen dan fosfor (Ranting *et al.*, 2021).

Berat segar yang dihasilkan dalam penelitian ini dipengaruhi oleh hasil fotosintesis. Selain itu, unsur hara fosfor dalam pupuk, Penggunaan dosis NPK yang sesuai memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot krop tanaman kubis. NPK memiliki peranan penting pada proses pembentukan krop. Kelebihan unsur hara P (fosfor) mengakibatkan krop menjadi lunak, namun jika kekurangan unsur P mengakibatkan pertumbuhan krop terhambat sehingga krop menjadi kecil.

Volume akar merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman yang mencerminkan kemampuan dalam penyerapan unsur hara serta metabolisme yang terjadi pada tanaman. Unsur yang dibutuhkan tanaman diserap dari larutan tanah melalui akar, kecuali karbon dan oksigen yang diserap dari udara dan daun. Beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan akar diantaranya adalah ketersediaan hara, Sistem perakaran tanaman tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah atau media tumbuh tanaman. Faktor yang mempengaruhi pola penyebaran akar antara lain adalah, suhu tanah, aerasi, ketersediaan air, dan ketersediaan unsur hara. Volume akar sangat erat kaitannya dengan unsur hara makro seperti N, P, dan K. Unsur nitrogen yang diserap tanaman berperan dalam menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman seperti akar. Unsur K yang berada pada ujung akar merangsang proses pemanjangan akar (Ranting *et al.*, 2021).

Pengaruh biochar terhadap pertumbuhan dan produksi kubis (*Brassica oleracea* L.)

Perbandingan anatar arang sekam padi dan media tanam memberikan pengaruh pada tinggi tanaman, jumlah daun, waktu pembentukan krop, bobot krop kubis, diameter krop kubis, dan berat bagian atas tanaman kubis. Hal ini diduga karena abu sekam padi dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta memperbaiki struktur tanah sehingga aerasi dalam tanah menjadi baik dan menjamin aktifitas mikrobiologi tanah. Dengan keadaan tanah yang baik maka tanaman akan mudah menyerap unsur hara yang terdapat pada abu sekam padi sehingga pertumbuhan vegetatif dan generatif akan menjadi lebih baik dan dapat menghasilkan berat krop yang maksimal (Korslinggo *et al.*, 2020).

Pandjaitan *et al.*, 2023 menyatakan bahwa, besar kecilnya diameter krop dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan dan unsur hara, Berat bunga dipengaruhi oleh kandungan air yang terdapat dalam kubis bunga. Meningkatnya produktivitas metabolisme maka tanaman akan lebih banyak membutuhkan unsur hara dan meningkatkan penyerapan air, hal ini berkaitan dengan kebutuhan bagi tanaman pada masa pertumbuhan dan perkembangan.

Hal ini diduga media arang sekam mempunyai daya simpan air yang cukup tinggi, sifatnya ringan sehingga mudah ditembus oleh akar, arang sekam mempunyai sifat yang mudah mengikat air, tidak mudah menggumpal, ringan, steril dan mempunyai porositas yang baik, Arang sekam padi memiliki sifat poros sehingga dapat meloloskan air dengan baik, Kandungan silika cukup tinggi yang terkandung dalam arang

sekam padi yaitu $\pm 67,30\%$ membuat sekam bakar padi sulit untuk mengalami proses dekomposisi (Pandjaitan *et al.*, 2023).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media tanam sekam padi tanpa media tanam yang lain memberikan pengaruh yang cenderung menurunkan pertumbuhan tanaman kubis. Hal ini dapat dilihat dari beberapa parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, serta bobot krop tanaman yang lebih rendah dibandingkan dengan perbandingan biochar dengan media tanam, ekam padi memiliki struktur yang sangat porous dan ringan sehingga kemampuan media dalam menahan air dan unsur hara menjadi lebih rendah. Apabila media tanam tidak mampu mempertahankan kelembapan dan nutrisi dengan baik, maka proses penyerapan unsur hara oleh akar tanaman menjadi kurang optimal (Mariska *et al.*, 2026).

Akar tanaman yang berkembang pada media sekam saja kemungkinan tidak memperoleh dukungan nutrisi yang cukup, sehingga proses fotosintesis dan pembentukan jaringan tanaman menjadi tidak maksimal. Akibatnya, pertumbuhan tanaman menjadi lebih lambat dan produksi biomassa tanaman lebih rendah. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sekam padi lebih efektif digunakan sebagai bahan campuran media tanam dibandingkan sebagai media tunggal. Penggunaan sekam biasanya dikombinasikan dengan tanah, kompos, atau pupuk kandang untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara, kapasitas menahan air, serta memperbaiki struktur media tanam (Puspita *et al.*, 2021),

Menurut Mariska *et al.*, (2026) aplikasi biochar sekam padi 2% memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik pada tanaman penggunaan

aplikasi biochar 6 ton/ha atau setara dengan 90 g/polybag memberikan hasil terbaik pada tanaman kubis bunga di tanah gambut. Biochar mampu meningkatkan ketersediaan air dalam tanah, penggunaan arang sekam padi dapat mengoptimalkan kelembapan dan pH tanah, sehingga mendorong proses mineralisasi N dan nitrifikasi sehingga memicu penyerapan tanaman meningkat. Biochar meningkatkan kebutuhan N anorganik untuk asimilasi tanaman sehingga menaikkan retensi dan menurunkan efek pencucian N,

Biochar yang memiliki bentuk pori-pori yang besar dan tertata rapi akan meningkatkan peran biochar sebagai amelioran dalam tanah, Formasi pori yang utuh ini menjadikan biochar lebih baik dari segi densitas biochar, densitas partikel dan aerasi, Kemampuan retensi air biochar dipengaruhi oleh luas permukaan, volume, dan ukuran pori biochar yang tinggi (Mariska *et al.*, 2026),

Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kelembapan tanah akibat pemberian sekam padi bakar berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik, Tanaman yang ditanam pada tanah yang diberi biochar menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat dan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman pada tanah tanpa biochar. Penggunaan sekam padi bakar meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh tanaman, yang sangat penting di daerah dengan curah hujan rendah, Biochar membantu menjaga kelembapan tanah, sehingga tanaman dapat bertahan lebih lama selama periode kering (Aurelia *et al.*, 2023).

Struktur pori yang besar pada biochar memungkinkan terjadinya sirkulasi udara yang lebih baik di dalam media tanam. Namun, pada beberapa kondisi, terutama apabila biochar

digunakan dalam jumlah yang tinggi atau tanpa campuran bahan lain yang mampu menahan air, media tanam dapat menjadi lebih cepat kering sehingga tingkat kelembapannya lebih rendah. Kelembapan media tanam merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman, Media yang terlalu cepat kehilangan air dapat menyebabkan ketersediaan air bagi tanaman menjadi terbatas. Pada tanaman sayuran seperti kubis, ketersediaan air yang cukup sangat diperlukan untuk mendukung proses fisiologis tanaman seperti penyerapan unsur hara, fotosintesis, dan pembentukan jaringan tanaman, Apabila kelembapan media rendah, maka proses tersebut dapat berlangsung kurang optimal (Aurelia *et al.*, 2023).

Arang sekam juga mempunyai fosfor, nitrogen, dan kalium, Kalium pada tanah aluvial yang digunakan dalam penelitian hanya sebesar 22% dengan perlakuan arang sekam dapat meningkatkan jumlah kalium yang ada pada media tanam. Kalium berfungsi untuk meningkatkan susunan dan mengedarkan karbohidrat didalam tanaman sehingga proses pertumbuhan menjadi lebih cepat. Fungsi lain dari arang sekam selain dapat meningkatkan, meretensi hara, meretensi air, juga dapat meningkatkan pH dan KTK pada tanah masam juga dapat ketersediaan unsur hara (Aurelia *et al.*, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian, komposisi media tanam mempengaruhi pertumbuhan tanaman kubis pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Perlakuan komposisi media tanam 50% tanah + 50% biochar (B2) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dan jumlah daun terbanyak dari 3-5 MST. Biochar sekam padi mempunyai kandungan C-organik 30,76%, sehingga biochar mempunyai waktu tinggal dalam tanah cukup lama dan penggunaannya

sebagai pembenah tanah akan mampu mengubah sifat fisika, kimia, dan biologi tanah (Elfandari dan Safitri, 2022).

Menurut Putri *et al.*, (2025) pengaruh pemberian biochar bersifat *slow release* yaitu unsur hara yang terkandung di dalamnya dilepaskan secara bertahap ke dalam media tanam. Mekanisme pelepasan unsur hara secara perlahan ini dapat membantu menjaga ketersediaan nutrisi bagi tanaman dalam jangka waktu yang lebih lama. Namun, pada fase awal pertumbuhan tanaman, ketersediaan unsur hara yang dilepaskan secara bertahap tersebut terkadang belum mencukupi kebutuhan tanaman secara langsung. Hal ini mungkin disebabkan karena biochar secara umum mempunyai fungsi lebih persisten dalam tanah, sehingga semua manfaat yang berhubungan dengan retensi hara dan kesuburan tanah dapat berjalan lebih lama dibandingkan bahan organik lain.

Interaksi NPK dan biochar sekam padi terhadap pertumbuhan dan produksi kubis (*Brassica oleracea* L.)

Interaksi antara NPK dengan berbagai perbandingan biochar dan media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat bagian atas tanaman kubis. Interaksi antara pupuk NPK dengan berbagai perbandingan biochar dan media tanam dapat memengaruhi proses penyerapan unsur hara oleh tanaman kubis. Penyerapan unsur hara terjadi melalui akar tanaman yang kemudian diangkut ke seluruh bagian tanaman untuk mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan. Unsur hara yang berasal dari pupuk NPK terlebih dahulu larut di dalam air yang terdapat pada media tanam, Setelah larut, unsur hara tersebut berada dalam bentuk ion seperti nitrat (NO_3^-), amonium (NH_4^+), fosfat (PO_4^{3-}), dan kalium (K^+) yang dapat diserap oleh akar tanaman, akar tanaman

kubis, khususnya rambut akar, berperan penting dalam menyerap ion-ion tersebut dari larutan tanah atau media tanam (Amalina *et al.*, 2024).

Keberadaan biochar dalam media tanam dapat memengaruhi proses penyerapan unsur N, P, maupun K, Unsur hara dari pupuk NPK dapat terikat sementara pada permukaan biochar, sehingga tidak mudah tercuci oleh air. Kondisi ini menyebabkan unsur hara tersedia lebih lama di sekitar zona perakaran tanaman. Biochar juga dapat meningkatkan aerasi dan struktur media tanam sehingga pertumbuhan akar menjadi lebih baik. Akar yang berkembang dengan baik akan memiliki luas permukaan penyerapan yang lebih besar, sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara juga meningkat. Dengan meningkatnya penyerapan unsur hara, proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis, pembentukan jaringan baru, dan pertumbuhan vegetatif dapat berlangsung lebih optimal (Amalina *et al.*, 2024).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan media tanam sekam saja, pertumbuhan tanaman kubis cenderung mengalami penurunan meskipun diberikan pupuk NPK. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara pupuk NPK dengan media tanam sekam saja kurang mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal, Pupuk NPK menyediakan unsur hara makro penting yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif. Nitrogen berperan dalam pembentukan daun dan batang, fosfor berperan dalam perkembangan akar serta metabolisme energi, sedangkan kalium berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman dan mengatur keseimbangan air dalam jaringan tanaman. Namun, efektivitas penyerapan unsur hara

tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi media tanam (Hendarto *et al.*, 2024).

Media tanam sekam padi memiliki sifat fisik yang sangat ringan dan berpori sehingga memiliki kemampuan menahan air dan unsur hara yang relatif rendah, Kondisi ini menyebabkan unsur hara dari pupuk NPK yang diberikan menjadi lebih mudah tercuci atau tidak tertahan di sekitar daerah perakaran tanaman, Akibatnya, unsur hara yang tersedia bagi tanaman menjadi lebih sedikit sehingga proses penyerapan oleh akar tidak berlangsung secara optimal (Hendarto *et al.*, 2024).

Sekam padi juga memiliki kandungan unsur hara yang sangat rendah sehingga tidak mampu menambah suplai nutrisi bagi tanaman, Dalam kondisi tersebut, tanaman hanya bergantung pada pupuk NPK yang diberikan, Apabila unsur hara dari pupuk tersebut tidak dapat tertahan dengan baik di dalam media, maka interaksi antara pupuk NPK dan media sekam menjadi kurang efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman kubis (Mariska *et al.*, 2026).

Efektivitas biochar juga dipengaruhi oleh kondisi iklim. Di daerah dengan iklim kering atau musim kemarau panjang, penambahan biochar dapat membantu tanah mempertahankan kelembapan lebih lama, mengurangi kebutuhan irigasi, dan mengurangi risiko kekeringan. Biochar berfungsi seperti spons yang menyerap air saat tersedia dan perlahan-lahan melepaskannya ketika tanah mulai mengering. Di daerah dengan curah hujan tinggi, biochar membantu mengurangi aliran permukaan dan pencucian unsur hara dengan menyimpan air di dalam tanah, sehingga meminimalkan erosi dan menjaga kualitas tanah (Mariska *et al.*, 2026).

Selain faktor fisik dan iklim, jenis biomassa yang digunakan untuk membuat biochar dan suhu pirolisis juga memengaruhi efektivitasnya dalam retensi air. Biochar dari bahan seperti sekam padi atau kayu memiliki karakteristik berbeda dalam menyimpan air. Demikian pula, biochar yang diproduksi pada suhu tinggi cenderung memiliki struktur yang lebih stabil dan pori-pori yang lebih luas, meningkatkan kapasitas retensi air dalam jangka panjang. Oleh karena itu, aplikasi biochar perlu disesuaikan dengan jenis tanah dan kondisi lingkungan setempat untuk mencapai hasil optimal (Calvin *et al.*, 2025).

Aplikasi biochar juga harus disesuaikan dengan jenis tanah dan kondisi iklim untuk mencapai hasil optimal. Misalnya, pada tanah berpasir, biochar yang dihasilkan dari bahan organik kaya karbon dapat meningkatkan retensi air, sementara di tanah liat, biochar dengan struktur lebih stabil mungkin lebih efektif dalam meningkatkan aerasi dan mengurangi kejenuhan. Dengan kata lain, variasi dalam metode produksi dan bahan baku biochar menciptakan produk dengan karakteristik yang berbeda, yang akan memengaruhi kemampuannya dalam meningkatkan kesuburan tanah dan retensi air (Calvin *et al.*, 2025).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 3 MST, jumlah daun pada 2 dan 3 MST, waktu pembentukan krop, diameter krop, dan bobot krop,
2. Pemberian biochar sekam padi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, waktu pembentukan krop, diameter krop, bobot segar per tanaman dan bobot

bagian atas pada tanaman kubis,

3. Interaksi pemberian pupuk NPK dan biochar sekam padi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kubis pada umur 3 dan 4 MST dan berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun, waktu pembentukan krop, diameter krop, berat krop tanaman kubis dan bobot bagian atas tanaman kubis,

Saran

Pemberian pupuk NPK dengan dosis 1,92 gram per polybag merupakan dosis yang terbaik untuk meningkatkan tanaman kubis sedangkan 1:1 adalah perbandingan media tanam yang paling untuk meningkatkan produksi tanaman kubis

DAFTAR PUSTAKA

- BPSI, 2024, *Produksi Tanaman Sayuran*,
<https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>, Diakses pada tanggal 28 Oktober 2025,
- Amalina, A, D., Yuliyanti, P, D., Putra, E, R., dan Azizah, L, 2024, Peran Biochar dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Retensi Air, *Jurnal Pertanian Peternakan Perikanan*, 2(2), 1–14, <https://doi.org/10.3766/hibrida.v1i2.3753>
- Ariswandi, B., Santoso, E., dan Zulfitra, D, 2023, Pengaruh abu boiler dan pupuk npk terhadap pertumbuhan dan hasil kubis bunga pada tanah gambut dengan sistem jenuh air, *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 538–546,
- Aurelia, Z., Warganda, dan Maulidi, 2023, Pengaruh Arang Sekam Sebagai Campuran Media Tanam dan Pemberian Ga₃ Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga pada Tanah Aluvial, *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 3, 481–

- 487,
- Baharuddin, R., dan Zahrah, S, 2021, Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis Bunga terhadap Naungan dan Pupuk NPK, *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021*, 5(1), 309–318,
- Baharuddin, R., Zahrah, S., Mardaleni, dan Isworo, A, (2021), Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis Bunga terhadap Naungan dan Pupuk NPK, *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021*, 5(1), 309–318,
- Calvin, M., Lubis, N., dan Sajar, S, 2025, Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kembang Kol (*Brassica oleracea* var, botrytis) Terhadap Pemberian Biochar dan POC Urin Kambing, *Jurnal Agroplasma*, 12(2), 402–412,
- Elfandari, H., dan Safitri, B, 2022, Pengaruh Komposisi Media Campuran Tanah dan Biochar Sekam Padi terhadap Pertumbuhan Krisan (*Chrysanthemum* Spp.), *Jurnal Agrotropika*, 21(1), 55–58,
- Fitri, Y., Zahrah, S., Sabli, T, E, 2024, Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.), *Jurnal Ekoagrotop*, (2), 81–89,
- Furqoni, H, 2025, Efektivitas Pupuk Anorganik Npk (16-16-16) pada Tanaman Kubis, *Jurnal Agrisaintifika* 9 (2), 298–307,
- Gunawan, E, 2022, *Potensi Produksi Tanaman Kubis (Barassica oleracea L) di Dataran Tinggi Desa Bonto Marannu Kecamatan Ulu Ere Skripsi Oleh : Eldi Gunawan Program Study Agroteknologi Fakultas Pertanian*, 1–35,
- Harianja, Y, F., Herastuti, H., dan Setyaningrum, T, 2022, Pengaruh Berbagai Komposisi Media Tanam Dan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah, *Jurnal Agroista: Jurnal Agroteknologi*, 6 (1), 80–92,
- Hartanti, A., dan Suyani, I, S, 2022, Respon Dosis Pupuk NPK pada Beberapa Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kubis (*Brassica oleracea* L.), *Jurnal Agrotechbiz*, 9(2), 1–9,
- Hendarto, B., Novpriansyah, H., Septiana, L, M., Hidayat, K, F., dan Yusrain, S, 2024, Aplikasi Bahan Pembenah Tanah dan Pemupukan Npk Terhadap Ketersediaan dan Serapan Hara Fosfor pada Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) di Tanah Ultisol, *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(2), 461–468,
- Iswidayani, O, 2022, Aplikasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk KCl terhadap Pertumbuhan serta Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Tanah Gambut, *Jurnal Agroteknologi, Agribisnis, dan Akuakultur*, 2(2), 107–119,
- Kadafi, M., Dyah, W., Parwati, U., dan Hartati, R, M, 2023, Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terong Ungu, *Jurnal Agroista*, 6(2), 120–125,
- Mariska, R., Suci, U., dan Vitri, Y, 2026, Pengaruh Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Kompos Pukan Sapi Terhadap Ketersediaan Npk dan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersium Esculentum* L.) di Tanah Ultisol, *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 110–121,
- Maulidia, V., Weihsan, R, A., Fithria, D., dan Fajri, M, 2023, Sosialisasi dan Pelatihan Budidaya Tanaman Sayuran secara Hidroponik Menggunakan Sistem Sumbu di SMA N 2 Meulaboh Kabupaten

- Aceh Barat, *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 3(3), 959–966,
- Mufidah, E, M., Sofyan, A., dan Gazali, A, 2022, Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung (*Ipomea reptans* P .), *Junal Agroekotek View*, 5(2), 134–139,
- Nisa, N, A., Rahmi, H., dan Rahayu, Y, S, 2023, Respon Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* Var, Botrytis L.) Kultivar PM 126 F1 Terhadap Pemberian Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Organik Cair Limbah Organik, *Jurnal Agroplasma*, 10(2), 535–539,
- Numba, S., Robbo, A., dan K, A, R, 2024, Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Aplikasi Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis, *Jurnal Agrotek Vol*, 8(1), 23–32,
- Pandjaitan, C, T, B., Juwaningsih, E, H, A., dan Jemian, Y, E, 2023, Pengaruh Komposisi Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga, *Seminar Nasional Politani Kupang Ke-6*, 46–53,
- Ramadhan, A, 2022, Pengaruh Pupuk NPK Mutiara (16-16-16) terhadap Pertumbuhan beberapa Varietas Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L .), *Jurnal Ilmiah Pertanian* 18 (1), 48–52,
- Rosdiana Bungaalus, Wijayanti Dwi, Lasamadi, Rahman Dani, 2023, Pengaruh Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.), *Babasal Aromu Jurnal*, 1, 1–7,
- Ranting, N., Hadijah, S., dan Purwaningsih, 2021, Pengaruh Pemberian Kapur Dolomit Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* L) Pada Tanah Aluvial, *Artikel Ilmiah Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Tanjungpura*, 1–11,
- Saputra, A, E., dan Sutriana, S, 2022, Aplikasi Arang Sekam Padi dan Gandasil B terhadap Pertumbuhan serta Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L .), *Skripsi Universitas Islam Riau*, 2(2), 14–25,
- Setiawan, A., Ginting, Z., Setiawaty, S., dan Riskina, S, 2021, Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Bioarang untuk Pembenah Tanah Lahan Pertanian di Desa Pande Kecamatan Tanah Pasir Aceh Utara Abstrak Pendahuluan, *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 1(1), 27–31,
- Tiarani, P, D., dan Kristina, N, 2023, Eksplorasi dan Karakterisasi Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleraceae* Var , Botrytus) di Kecamatan Banuhampu, *Jurnal Pemuliaan Indonesia*, 34(1), 40–51,
- Wahyuningsih, S, 2022, Pengaruh Arang Sekam dan Dosis Pupuk Npk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) *Jurnal Inovasi Pertanian*, 24(April), 139–146,
- Wuwur, R, N, Pranata, F,S., dan Swasti, Y, R, (2021), *Penambahan Bubuk Ekstrak Kubis Merah Sumber Antioksidan dan Pewarna Alami pada Cheesecake*, *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(3), 221–236,
- Yati, M, G., dan Fikrinda, W, 2024, Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai pada Entisol, *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 9(1), 1–7,