

Efek Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Samsul B. Letahiit¹⁾, Maria Nindatu²⁾, Cecilia A. Seumahu²⁾, Johan Riry³⁾

¹⁾ SMA, Muhammadiyah Olong Sawai, Desa Olong Seram Utara, Maluku Tengah

²⁾ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unpatti, Jl. Ir. M. Putuhena, kampus Pok, a Ambon

³⁾ Fakultas Pertanian Unpatti, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon.

Email: letahiitsyam85@gmail.com

ABSTRAK

Penurunan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) antara lain mengindikasikan adanya masalah nutrisi tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respons tanaman sawi hijau akibat pemberian pupuk NPK dan Kitosan yang diberikan secara bersama-sama. Percobaan yang menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan dan dua faktor yakni pupuk NPK dengan lima taraf dosis yaitu 0,0 g/tanaman, 0,4 g/tanaman, 0,8 g/tanaman, 1,2 g/tanaman, dan 1,6 g/tanaman, dan Kitosan dengan empat taraf konsentrasi yaitu 0%, 10%, 20% dan 30%. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun pertanaman, rata-rata luas daun pertanaman, luas daun total, panjang akar, bobot segar akar, diameter batang, dan bobot segar tanaman. Dari hasil penelitian ini ditemukan bahwa Pupuk NPK dan Kitosan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi dengan indikator tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, dan bobot segar tanaman. Tidak ada efek interaksi antara kedua faktor perlakuan tetapi secara mandiri kedua perlakuan berpengaruh terhadap parameter percobaan. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK maupun konsentrasi kitosan akan semakin meningkat pengaruhnya. Komposisi perlakuan nutrisi terbaik yang direkomendasikan adalah pupuk NPK dengan dosis 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20%.

Kata Kunci : *Brassica juncea*, Kitosan, NPK, Pupuk, Sawi.

Effect Of NPK Fertilizer and Chitosan on Growth and Production Of Mustard Green (*Brassica juncea* L)

ABSTACT

The decline of mustard (*Brassica juncea* L.) production can indicate a plant nutrition problem. The purpose of this pot experiment was to determine the response of green mustard to the application of NPK and Chitosan fertilizers which were applied at the same time. The experimental design completely randomized design with three replications and two factors, namely NPK fertilizer with five levels of dosage, namely 0.0 g/plant, 0.4 g/plant, 0.8 g/plant, 1.2 g/plant, and 1.6 g/plant, and Chitosan with four levels of concentration, namely: 0%, 10%, 20% and 30%. Observed variables were plant height, number of leaves, average leaf area, total leaf area, root length, root fresh weight, stem diameter, and plant fresh weight. The results of the study found that the use of NPK and Chitosan fertilizers increased plant growth indicated by plant height, number of leaves, leaf area and root length, as well as plant yield indicated by plant fresh weight. There was no interaction effect between the two treatments but independently both treatments have a positive effect on growth and yield of green mustard. The higher the dose of NPK fertilizer and the concentration of chitosan will increase the effect. The best treatment composition recommended for green mustard cultivation was NPK fertilizer with a dose of 1.6 g/plant and chitosan with a concentration of 20%.

Keywords: *Brassica juncea*, Chitosan, Fertilizer, Mustard, NPK

PENDAHULUAN

Sawi hijau (*Brassica juncea* L) merupakan tanaman sayuran yang tergolong

dalam kubis-kubisan yang cukup populer dan banyak ditanam di Indonesia serta banyak digemari oleh para konsumen di berbagai lapisan masyarakat. Berdasarkan data BPS

Provinsi Maluku tahun 2021, Luas Panen tanaman sayuran (petsai/sawi) di Maluku pada tahun 2020 sebanyak 720 ha dengan produksi 28.404 kwintal, sedangkan di Kota Ambon sebanyak 13.876 kuintal (48, 82%), berkurang dibandingkan produksi tahun 2019 yakni 15.081 kuintal (55,76 %). Penurunan produksi dan kecilnya luas panen mengindikasikan bahwa adalah masalah yang perlu mendapat perhatian. Beberapa faktor penyebab berkurangnya produksi antara lain adalah musim hujan yang berkepanjangan, kualitas tanah berkurang yang berhubungan dengan tingkat kesuburan, kurangnya ketersediaan pupuk anorganik karena seringkali terjadi kelangkaan serta harga yang cukup mahal, dan adanya serangan penyakit.

Solusi untuk menangani produktivitas tanah yang rendah adalah menerapkan sistem intensifikasi pertanian dengan memanfaatkan pupuk anorganik maupun organik. Pemupukan adalah tindakan untuk meningkatkan kualitas tanah. Kualitas tanah adalah kapasitas tanah untuk dapat berfungsi dalam batas-batas ekosistem alami atau terkelola, mempertahankan produktivitas tanaman dan binatang, memelihara atau meningkatkan kualitas air dan udara dan mendukung kesehatan manusia dan lingkungan [1].

Pupuk anorganik yang beredar dipasaran dapat berbentuk padat maupun cair. Dari segi komposisi, ada yang tunggal maupun majemuk. Pupuk NPK (Nitrogen, Fosfat, Kalium) merupakan pupuk majemuk berbentuk padat yang paling banyak digunakan, mengandung senyawa amonium nitrat (NH_4NO_3), amonium dihidrogen fosfat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), dan kalium klorida (KCl). Fungsi nitrogen pada tanaman antara lain perangsang pertumbuhan vegetatif dan anakan, membuat tanaman hijau, penyusun bahan klorofil daun, lemak dan protein. Fosfat berfungsi untuk memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran (pembelahan sel); mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji dan gabah; memperbesar persentase pembentukan bunga menjadi buah; sebagai penyusun inti sel,

lemak, protein dan resistan terhadap penyakit, sedangkan kalium antara lain dapat membantu memperlancar proses fotosintesis, membantu pembentukan protein dan karbohidrat, meningkatkan kualitas bunga dan buah [1]. Beberapa hasil penelitian penggunaan pupuk NPK antara lain meningkatkan hasil tanaman caysin pada Fluventic Etrudepts dengan dosis 250 kg/ha [2] dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi/pakcoy dengan dosis 200 kg/ha [3].

Selain pupuk anorganik, pupuk organik dalam bentuk cair dapat menjadi solusi mengatasi kualitas tanaman yang rendah. Penggunaan pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, membantu meningkatkan produksi tanaman, meningkatkan kualitas tanaman, mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan sebagai alternatif pengganti pupuk kandang [4].

Salah satu sumberdaya lokal adalah kitin yang terdapat pada cangkang udang dan kepiting. Salah satu hasil turunan produk kitin adalah kitosan yang merupakan polimer rantai panjang glukosamin (β -1,4,2 amino-2-deoksi-D-Glukosa), memiliki rumus molekul $[\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4]_n$ dengan bobot molekul $2,5 \times 10^{-5}$ Dalton [5]. Kitosan dapat diolah menjadi pupuk organik cair berbahan aktif kitosan yang berkualitas tinggi. Pupuk ini memiliki banyak manfaat, termasuk dalam bidang pertanian, sebagai substitusi pupuk dan pestisida kimia, dapat berfungsi sebagai aktivator, meningkatkan aktivitas sel tanaman dan proses fotosintesis [6]. Berdasarkan uji mutu, kitosan mengandung 6,74% C-organik, 0,05 N, 0,01% P_2O_5 , dan 0,01% K_2O . Juga mengandung unsur mikro seperti Fe, Cu, Mn, dan B. Kandungan logam berat Cd terdeteksi 0,02 ppm dan logam berat lainnya seperti Pb, Co, As dan Hg tidak terdeteksi [7].

Kitosan bersifat mudah terurai oleh mikroorganisme, tidak larut di dalam air, larut dalam asam organik, bersifat biocompatible, dan tidak beracun. Kitosan juga memiliki sifat antimikroba terutama antijamur yang bersifat patogen sehingga kitosan berpotensi untuk

dijadikan bahan tambahan pada media tumbuh tanaman. Kitosan memiliki cakupan penggunaan yang luas pada bidang pertanian, mampu mengatur sistem kekebalan tanaman dan bersifat anti patogen dan anti serangan hama. Pada tanah, kitosan berperan sebagai sumber karbon organik yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba daerah perakaran (rhizosfer) sehingga mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Kitosan dapat langsung diserap akar setelah diuraikan oleh mikroba tanah. Selain itu, kitosan juga mengandung berbagai macam fitohormon mencakup auksin, giberelin, dan sitokinin [8].

Manfaat kitosan di bidang pertanian antara lain membantu proses perubahan unsur organik menjadi anorganik, sumber karbon bagi mikroorganisme, dan mempercepat proses fiksasi nitrogen [9]. Selain itu kitosan memiliki sifat non toksik dan biodegradable, sehingga kitosan aman untuk diaplikasikan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kitosan mampu meningkatkan pertumbuhan, mempercepat pembungaan, dan meningkatkan produktivitas pada beberapa tanaman di bidang pertanian, seperti padi (*Oryza sativa* L.) [9], mentimun (*Cucumis sativus* L.) [10], dan tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) [11]. Kitosan juga mampu memicu pembentukan sistem imun pada tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) [12].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respons tanaman sawi hijau akibat pemberian pupuk NPK dan Kitosan yang diberikan secara bersama-sama.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca kebun percobaan Fakultas Pertanian untuk penanaman sawi dan pengamatan pertumbuhan tanaman sawi sampai pada panen dilakukan di Laboratorium Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Dilaksanakan pada bulan Juni - Juli 2021. Penelitian menggunakan pupuk NPK

dan Kitosan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman pada sawi hijau.

Percobaan yang digunakan adalah percobaan dua faktor. Faktor pertama adalah pupuk NPK (P) dengan lima taraf dosis yaitu $p_0 = 0,0$ g/tanaman, $p_1 = 0,4$ g/tanaman, $p_2 = 0,8$ g/tanaman, $p_3 = 1,2$ g/tanaman, dan $p_4 = 1,6$ g/tanaman. Sedangkan faktor kedua adalah Kitosan (K) dengan empat taraf konsentrasi yaitu : $k_0 = 0\%$, $k_1 = 10\%$, $k_2 = 20\%$ dan $k_3 = 30\%$. Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dan setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga jumlah satuan percobaan seluruhnya sebanyak 60. Variabel pengamatan untuk mengetahui efek perlakuan adalah tinggi tanaman, jumlah daun pertanaman, rata-rata luas daun pertanaman, luas daun total, panjang akar, bobot segar akar, diameter batang, dan bobot segar tanaman.

Pelaksanaan Penelitian

a. Penyiapan Rumah Kaca

Rumah plastik dibangun di areal kebun percobaan Fakultas Pertanian Unpatti. Ukuran rumah plastik 60 m^2 ($5 \text{ m} \times 12 \text{ m}$). Penggunaan rumah kaca dimaksudkan untuk mengeliminir faktor cuaca yang ekstrin seperti mengurangi suhu udara yang tinggi akibat penyinaran matahari dan kelebihan air akibat turunnya hujan yang berlebihan.

b. Persiapan Media Tanam dan Penanaman Bibit Sawi

Tanah regosol sebanyak $4,5 \text{ kg}$ dicampur secara merata dengan $0,5 \text{ kg}$ kotoran ternak kambing kemudian dimasukkan ke dalam polibag berukuran $30 \times 22 \text{ cm}$, diinkubasi selama dua minggu. Pengisian polibag sebanyak 60 ($5 \times 4 \times 3$) buah sesuai banyaknya satuan percobaan. Setelah 14 hari bibit tumbuh, dipilih bibit yang pertumbuhan normal dan sehat dan dipindahkan pada polibag. Pada waktu bersamaan dilakukan aplikasi pupuk NPK sesuai perlakuan.

c. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman yang dilakukan pagi dan sore hari sesuai kondisi cuaca. Penyiraman menggunakan gembor sampai tanaman kelihatan basah (tidak terendam).

d. Pembuatan dan Aplikasi Kitosan

Kitosan dengan merek dagang Biofit diambil sebanyak 10 ml dicampurkan dengan 90 ml air untuk konsentrasi 10%. Untuk konsentrasi 20 %, sebanyak 20 ml kitosan dicampurkan dengan air sebanyak 80 ml, dan untuk konsentrasi 30%, sebanyak 30 ml kitosan dicampurkan dengan air sebanyak 70 ml. Aplikasi kitosan dilakukan 6 jam sebelum tanam sebanyak 10 ml per tanaman untuk semua konsentrasi.

Pengamatan dan Analisis Data

Variabel pengamatan untuk mengetahui efek perlakuan adalah tinggi tanaman, jumlah daun pertanaman, rata-rata luas daun pertanaman, luas daun total, panjang akar, bobot segar akar, diameter batang, bobot segar tanaman, panjang akar, bobot segar akar, diameter batang dan bobot segar tanaman dilakukan pada saat tanaman panen (28 HST).

Pengurusan tinggi tanaman menggunakan penggaris, diukur mulai dari pangkal batang dekat tanah sampai dengan ujung tanaman yang paling panjang, pengukuran luas daun menggunakan metode penimbangan, pengukuran panjang akar diukur mulai dari pangkal batang dibawah tanah sampai dengan ujung akar yang paling panjang, pengukuran diameter batang diukur menggunakan jangka sorong pada bagian pangkal batang, dan untuk mengukur bobot segar akar dan bobot segar tanaman menggunakan timbangan analitik.

Semua variabel pengamatan yang diukur 28 HST dilakukan analisis statistik. Analisis ragam (Anova) pada taraf 0,05 dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan meliputi efek mandiri (Pupuk NPK dan Kitosan) dan efek interaksi (Pupuk NPK-

Kitosan) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Perlakuan yang menunjukkan pengaruh signifikan ($P < 0,05$) dilakukan analisis lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *Least Significant Difference* (LSD) pada taraf 0,05 untuk mengetahui perbedaan pengaruh masing-masing level dari perlakuan yang dicobakan. Analisis statistik menggunakan Software Minitab 18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Percobaan penggunaan Kitosan dengan berbagai konsentrasi dan Pupuk NPK dengan berbagai dosis terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi, yang dilakukan pada polibag dibawah kondisi terkendali dalam rumah plastik (Gambar 1). Tanaman dipelihara selama 28 hari setelah tanam (HST).



Gambar 1. Pertumbuhan tanaman sawi di Rumah plastik

Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun pertanaman, rata-rata luas daun pertanaman, luas daun total pertanaman, panjang akar pertanaman, berat basah akar pertanaman, diameter batang pertanaman, dan berat basah tanaman pertanaman. Data hasil pengamatan dan masing-masing variabel dilakukan analisis statistik yakni analisis ragam (Anova) untuk melihat pengaruh perlakuan. Hasil analisis ragam dari semua variabel pengamatan tersaji pada Tabel 1.

Analisis uji lanjut menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT/LSD) untuk

mengetahui perbedaan antar taraf perlakuan dari suatu perlakuan untuk semua variabel pengamatan disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Pupuk NPK Dan Kitosan Terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Luas Daun, Luas Daun Total, Bobot Segar Akar, Diamter Batang Dan Bobot Segar Tanaman

Perlakuan	Tinggi tanaman	Jumlah daun	Luas daun	Luas daun total	Panjang akar	bobot segar akar	Diameter batang	bobot segar tanaman
	Nilai Probabilitas (<i>P-Value</i>)							
Pupuk NPK (P)	P=0,000*	P=0,001*	P=0,000*	P=0,000*	P=0,001*	P=0,001*	P=0,057*	P=0,000*
Kitosan (K)	P=0,000*	P=0,000*	P=0,000*	P=0,000*	P=0,000*	P=0,000*	P=0,321*	P=0,000*
Interaksi (P*K)	P=0,704 ^{tn}	P=0,787 ^{tn}	P=0,566 ^{tn}	P=0,788 ^{tn}	P=0,088 ^{tn}	P=0,916 ^{tn}	P=0,738 ^{tn}	P=0,272 ^{tn}

Keterangan: * = pengaruh signifikan, tn = tidak ada pengaruh

1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam terhadap data tinggi tanaman pada umur 28 HST menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan ($P=0,704$), tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh signifikan ($P=0,000$) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh sendiri-sendiri terhadap tinggi tanaman. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK

dan konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan tinggi tanaman. Hasil uji lanjut menggunakan uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK lebih baik menggunakan dosis 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20% karena masing-masing dapat meningkatkan tinggi tanaman sampai 45,41 cm dan 43,99 cm. Peningkatan konsentrasi Kitosan sampai 30% tidak meningkatkan perbedaan signifikan dengan pemberian 20% (Tabel 2).

Tabel 2. Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Tinggi Tanaman Sawi pada umur 28 HST

Pupuk NPK	Kitosan				Rata-rata
	0% (k ₀)	10% (k ₁)	20% (k ₂)	30% (k ₃)	
0,0 g/tanaman (p ₀)	40,03	40,19	40,76	42,32	40,83 ^c
0,4 g/tanaman (p ₁)	43,63	44,44	44,971	45,25	44,57 ^{ab}
0,8 g/tanaman (p ₂)	41,53	43,53	44,56	45,51	43,78 ^b
1,2 g/tanaman (p ₃)	43,57	42,22	44,17	44,75	43,68 ^b
1,6 g/tanaman (p ₄)	43,17	44,02	45,48	48,98	45,41 ^a
Rata-rata	42,39 ^C	42,88 ^{BC}	43,99 ^{AB}	45,36 ^A	

Keterangan: Superskrip huruf yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0.05$) berdasarkan uji BNT 95%. Huruf kapital dibaca horisontal, huruf biasa dibaca vertikal

Pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,4, 0,8 dan 1,2 g/tanaman tidak saling berbeda

tetapi ketiganya berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa pupuk NPK,

sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10% tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa kitosan dan perlakuan kitosan 20%.

2. Jumlah Daun

Hasil analisis ragam terhadap data jumlah daun pada umur 28 HST menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan ($P=0,787$), tetapi secara mandiri kedua perlakuan berpengaruh signifikan ($P=0,001$ dan $P=0,000$) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh sendiri-sendiri terhadap jumlah daun. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK dan konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan jumlah daun. Hasil uji lanjut

menggunakan uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK lebih baik menggunakan dosis 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20% karena masing-masing perlakuan dapat meningkatkan jumlah daun sampai 18,32 lembar dan 15,93 lembar. Peningkatan konsentrasi Kitosan sampai 30% tidak meningkatkan perbedaan signifikan dengan pemberian 20% (Tabel 3).

Data pada Tabel 4.3 juga memperlihatkan bahwa pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,8 dan 1,2 g/tanaman tidak saling berbeda tetapi keduanya berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa pupuk NPK dan perlakuan 0,4 g/tanaman, sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10% tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan 20% tetapi keduanya berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa kitosan.

Tabel 3. Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Jumlah Daun Sawi pada umur pada 28 HST

Pupuk NPK	Kitosan				Rata-rata
	0% (k ₀)	10% (k ₁)	20% (k ₂)	30% (k ₃)	
0,0 g/tanaman (p ₀)	10,89	13,22	13,00	13,89	12,75 ^c
0,4 g/tanaman (p ₁)	13,56	13,56	13,89	14,44	13,86 ^c
0,8 g/tanaman (p ₂)	16,22	16,78	16,44	17,22	16,67 ^b
1,2 g/tanaman (p ₃)	15,00	16,44	17,78	17,44	16,67 ^b
1,6 g/tanaman (p ₄)	17,33	17,78	18,56	19,61	18,32 ^a
Rata-rata	14,60 ^C	15,56 ^B	15,93 ^{AB}	16,52 ^A	

Keterangan: Superskrip huruf yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) berdasarkan uji BNT 95%. Huruf kapital dibaca horisontal, huruf biasa dibaca vertikal

3. Luas daun

Hasil analisis keragaman terhadap rata-rata daun pertanaman pada umur 28 HST menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan ($P=0,566$), tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh signifikan ($P=0,000$) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh sendiri-sendiri

terhadap rata-rata luas daun. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK dan konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan rata-rata luas daun. Hasil uji lanjut menggunakan uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK lebih baik menggunakan dosis 1,2 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20% karena masing-masing perlakuan dapat meningkatkan luas daun sampai 392,63 cm² dan 376,48 cm². Peningkatan dosis pupuk NPK sampai 1,6 g/tanaman tidak

meningkatkan perbedaan signifikan dengan pemberian dosis 1,2 g/tanaman. Hal yang sama juga terjadi pada pemberian kitosan yakni

peningkatan konsentrasi sampai 30% tidak meningkatkan perbedaan signifikan dengan pemberian 20% (Tabel 4).

Tabel 4. Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Luas Daun Sawi pada umur 28 HST

Pupuk NPK	Kitosan				Rata-rata
	0% (k ₀)	10% (k ₁)	20% (k ₂)	30% (k ₃)	
0,0 g/tanaman (p ₀)	283,66	301,98	317,23	328,70	307,89 ^d
0,4 g/tanaman (p ₁)	319,19	326,58	338,32	379,96	341,01 ^c
0,8 g/tanaman (p ₂)	353,30	367,73	418,55	397,66	384,31 ^b
1,2 g/tanaman (p ₃)	364,60	404,26	391,08	410,60	392,63 ^{ab}
1,6 g/tanaman (p ₄)	386,09	390,04	417,22	449,95	410,83 ^a
Rata-rata	341,37 ^B	358,12 ^B	376,48 ^A	393,37 ^A	

Keterangan: Superskrip huruf yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0.05$) berdasarkan uji BNT 95%. Huruf kapital dibaca horisontal, huruf biasa dibaca vertikal

Data pada Tabel 4 juga memperlihatkan bahwa pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,8 dan 1,2 g/tanaman tidak saling berbeda tetapi keduanya berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa pupuk NPK dan perlakuan 0,4 g/tanaman, sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10% tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa kitosan tetapi berbeda dengan perlakuan 20% dan 30%.

4. Luas Daun Total

Hasil analisis keragaman terhadap rata-rata daun pertanaman pada umur 28 HST menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan ($P=0,788$), tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh signifikan ($P=0,000$) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh sendiri-sendiri terhadap luas daun total (Tabel 5).

Tabel 5. Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Luas Daun Total Tanaman Sawi pada umur 28 HST

Pupuk NPK	Kitosan				Rata-rata
	0% (k ₀)	10% (k ₁)	20% (k ₂)	30% (k ₃)	
0,0 g/tanaman (p ₀)	3093,35	3981,30	4120,49	4569,06	3941,05 ^d
0,4 g/tanaman (p ₁)	4322,09	4421,57	4698,48	5502,53	4736,17 ^c
0,8 g/tanaman (p ₂)	5728,25	6166,82	6882,80	6909,33	6421,80 ^b
1,2 g/tanaman (p ₃)	5459,55	6653,83	6944,18	7163,86	6555,35 ^b
1,6 g/tanaman (p ₄)	6683,92	6956,23	7723,34	8809,52	7543,25 ^a
Rata-rata	5057,43 ^C	5635,95 ^{BC}	6073,85 ^B	6590,86 ^A	

Keterangan: Superskrip huruf yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0.05$) berdasarkan uji BNT 95%. Huruf kapital dibaca horisontal, huruf biasa dibaca vertikal

Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK dan konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan luas daun total. Hasil uji lanjut menggunakan uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK lebih baik menggunakan dosis 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 30% karena masing-masing perlakuan dapat meningkatkan total luas daun sampai 7543,25 cm² dan 6590,86 cm² (Tabel 5). Pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,8 dan 1,2 g/tanaman tidak saling berbeda tetapi keduanya berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa pupuk NPK dan perlakuan 0,4 g/tanaman, sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10% tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa kitosan dan perlakuan 20%. Pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,8 dan 1,2 g/tanaman tidak saling berbeda tetapi keduanya berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa pupuk NPK dan perlakuan 0,4 g/tanaman, sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10% tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa kitosan tetapi berbeda dengan perlakuan 20% dan 30%.

5. Panjang Akar

Hasil analisis keragaman terhadap panjang akar pada umur 28 HST menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan ($P=0,088$). Tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh signifikan ($P=0,001$ dan $P=0,000$) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh sendiri-sendiri terhadap panjang akar. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK dan konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan panjang akar. Hasil uji lanjut menggunakan uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK lebih baik menggunakan dosis 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20% karena masing-masing perlakuan dapat meningkatkan panjang akar sampai 21,09 cm dan 18,5. Peningkatan konsentrasi kitosan sampai 30% tidak meningkatkan perbedaan signifikan dengan pemberian 20% (Tabel 6).

Tabel 6. Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Panjang akar Tanaman Sawi pada umur 28 HST

Pupuk NPK	Kitosan				Rata-rata
	0% (k ₀)	10% (k ₁)	20% (k ₂)	30% (k ₃)	
0,0 g/tanaman (p ₀)	11,90	11,90	13,67	15,37	13,21 ^c
0,4 g/tanaman (p ₁)	18,53	18,23	18,63	19,12	18,63 ^b
0,8 g/tanaman (p ₂)	19,37	18,02	18,68	18,85	18,73 ^b
1,2 g/tanaman (p ₃)	19,08	19,12	19,15	19,50	19,21 ^b
1,6 g/tanaman (p ₄)	19,85	19,77	22,42	22,32	21,09 ^a
Rata-rata	17,75 ^{BC}	17,41 ^C	18,51 ^{AB}	19,03 ^A	

Keterangan: Superskrip huruf yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) berdasarkan uji BNT 95%. Huruf kapital dibaca horisontal, huruf biasa dibaca vertikal

Data pada Tabel 6 juga memperlihatkan bahwa pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,4, 0,8 dan 1,2 g/tanaman tidak saling berbeda tetapi ketiganya berbeda

secara signifikan dengan perlakuan tanpa pupuk NPK dan perlakuan 1,6 g/tanaman, sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10% tidak berbeda secara

signifikan dengan perlakuan tanpa kitosan tetapi berbeda dengan perlakuan 20% dan 30%.

6. Bobot Segar Akar

Hasil analisis keragaman terhadap bobot segar akar pada umur 28 HST menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan ($P=0,916$), tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh signifikan ($P=0,001$ dan $P=0,000$) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh sendiri-sendiri

terhadap bobot segar akar. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK dan konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan bobot segar akar. Hasil uji lanjut menggunakan uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK lebih baik menggunakan dosis 1,2 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 30% karena masing-masing perlakuan dapat meningkatkan bobot segar akar sampai 18,60 g dan 18,57. Peningkatan Dosis pupuk NPK sampai 1,6 g/tanaman tidak meningkatkan perbedaan signifikan dengan pemberian 1,2 g/tanaman (Tabel 7).

Tabel 7. Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Bobot Segar Akar Tanaman Sawi pada umur 28 HST

Pupuk NPK	Kitosan				Rata-rata
	0% (k ₀)	10% (k ₁)	20% (k ₂)	30% (k ₃)	
0,0 g/tanaman (p ₀)	15,58	16,33	16,22	16,80	16,23 ^c
0,4 g/tanaman (p ₁)	17,57	16,88	17,50	18,52	17,30 ^b
0,8 g/tanaman (p ₂)	16,97	17,08	16,97	18,18	17,62 ^b
1,2 g/tanaman (p ₃)	18,07	18,73	18,317	19,27	18,60 ^a
1,6 g/tanaman (p ₄)	17,78	18,20	18,917	20,07	18,74 ^a
Rata-rata	17,19 ^B	17,45 ^B	17,58 ^B	18,57 ^A	

Keterangan: Superskrip huruf yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0.05$) berdasarkan uji BNT 95%. Huruf kapital dibaca horisontal, huruf biasa dibaca vertikal

Data pada Tabel 7 juga memperlihatkan bahwa pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,4, dan 0,8 g/tanaman tidak saling berbeda tetapi keduanya berbeda secara signifikan dengan perlakuan tanpa pupuk NPK dan perlakuan 1,2 dan 1,6 g/tanaman, sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10%, 20% dan tanpa kitosan tidak saling berbeda secara signifikan tetapi ketiganya berbeda dengan perlakuan 30%.

7. Diameter Batang

Data pengamatan diameter batang tanaman sawi pada umur 28 HST disajikan

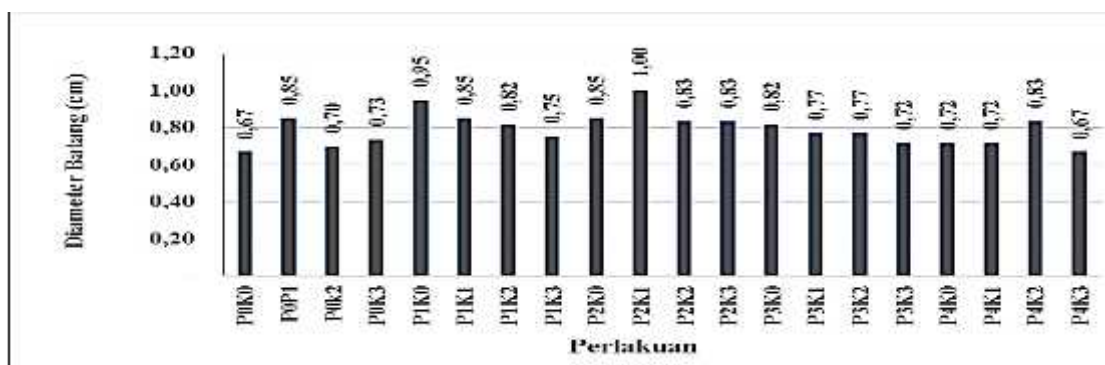
pada Gambar 2. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan terhadap diameter batang. Hal ini berarti bahwa semua perlakuan pupuk NPK dengan berbagai tingkat dosis dan perlakuan kitosan dengan berbagai tingkat konsentrasi masing-masing memiliki kemampuan yang sama dengan tanpa perlakuan (kontrol) terhadap diameter batang. Kisaran angka diameter batang adalah 0,67-1,00 cm.

8. Bobot segar tanaman

Hasil analisis keragaman terhadap bobot segar tanaman pada umur 28 HST

menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan ($P=0,272$), tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh signifikan ($P=0,000$) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh sendiri-sendiri terhadap bobot segar akar. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK dan konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan bobot

segar tanaman. Hasil uji lanjut menggunakan uji BNT menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK lebih baik menggunakan dosis 0,8 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20% karena masing-masing perlakuan dapat meningkatkan bobot segar tanaman sampai 139,83 cm dan 125,63. Peningkatan konsentrasi kitosan sampai 30% tidak meningkatkan perbedaan signifikan dengan pemberian 20% (Tabel 8).



Gambar 2. Efek pemberian pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Diameter Batang Tanaman Sawi pada umur HST

Tabel 8. Pemberian Pupuk NPK dan Kitosan Terhadap Bobot Segar Tanaman Tanaman Sawi pada umur 28 HST

Pupuk NPK	Kitosan				Rata-rata
	0% (k ₀)	10% (k ₁)	20% (k ₂)	30% (k ₃)	
0,0 g/tanaman (p ₀)	103,53	111,18	113,03	120,30	112,01 ^c
0,4 g/tanaman (p ₁)	124,77	124,57	127,32	133,48	127,53 ^b
0,8 g/tanaman (p ₂)	126,78	133,80	147,00	151,75	139,83 ^a
1,2 g/tanaman (p ₃)	120,37	107,30	113,78	120,03	115,37 ^c
1,6 g/tanaman (p ₄)	120,72	125,28	127,03	130,17	125,80 ^b
Rata-rata	119,23 ^C	120,43 ^{BC}	125,63 ^{AB}	131,15 ^A	

Keterangan: Superskrip huruf yang sama tidak berbeda signifikan ($p > 0.05$) berdasarkan uji BNT 95%. Huruf kapital dibaca horisontal, huruf biasa dibaca vertikal

Data pada Tabel 8 juga memperlihatkan bahwa pemberian pupuk NPK dengan dosis 0,8 g/tanaman meningkatkan bobot segar tanaman tetapi penambahan dosis menurunkan bobor segar tanaman. Sedangkan pemberian kitosan dengan konsentrasi 10% tidak berbeda secara

signifikan dengan perlakuan 20% dan tanpa kitosan tetapi berbeda dengan perlakuan 30%.

B. Pembahasan

Penggunaan Pupuk NPK dan Kitosan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil

tanaman sawi dengan indikator tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun (rata-rata per daun dan total per tanaman), panjang akar, diameter batang, dan bobot segar tanaman yang diukur pada umur 28 HST menunjukkan bahwa interaksi dari perlakuan pemberian kitosan dan pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan, tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK maupun konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan pengaruhnya.

Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi disebabkan karena ketersediaan unsur hara makro terutama nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang cukup akibat pemberian pupuk NPK sehingga memicu pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman. Malerba dan Cerana [13] mengemukakan bahwa pemberian pupuk NPK mampu memberikan tambahan unsur hara seperti nitrogen (NH_4^+ , NO_3^-), fosfor (HPO_4^{2-}) dan kalium (K^+) pada tanah sehingga dapat mencukupi kebutuhan hara bagi pertumbuhan sawi. Fungsi unsur N (nitrogen) antara lain adalah meningkatkan pertumbuhan tanaman, menyehatkan pertumbuhan daun meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daun [1]. Pemberian nitrogen dalam pupuk NPK memiliki peran dalam pertumbuhan tanaman sawi, terlihat dengan adanya penambahan tinggi tanaman, penambahan jumlah daun, luas daun, dan bobot segar tanaman.

Pemberian pupuk NPK disamping dapat menambah ketersediaan unsur hara makro utama, juga dapat meningkatkan penyerapan unsur P (fosfor) oleh akar tanaman, karena bertambahnya fosfor dalam tanah menyebabkan perbedaan konsentrasi fosfor di sekitar perakaran dan akar tanaman, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman [13]. Pengaruh fosfor pada tanaman sawi dalam penelitian ini terlihat dengan adanya peningkatan panjang akar dan bobot segar akar yang lebih baik dari perlakuan tanpa pemberian pupuk NPK. Dosis pupuk NPK yang berpengaruh signifikan

untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi adalah 1,6 g/tanaman dan ini merupakan dosis maksimum dalam penelitian ini.

Selain unsur hara nitrogen dan fosfor, pemberian kalium juga membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi. Hal ini terlihat dengan adanya peningkatan tinggi tanaman jumlah daun, luas daun, bobot segar tanaman sebagai akibat dari proses fotosintesis yang baik, tanaman tidak klorosis dan tidak adanya serangan penyakit (Gambar 1). Rajiman [1] mengemukakan bahwa kalium diserap tanaman dalam bentuk K^+ , memiliki peran penting dalam mengatur turgor sel akibat tekanan turgor sehingga memperlancar proses fotosintesis, dan meningkatkan resistensi dari penyakit dan kekeringan.

Respons tanaman dengan indikator variabel pengamatan yang diamati terlihat bahwa penggunaan pupuk NPK dengan dosis 1,6 g/tanaman merupakan dosis terbaik. Pada perlakuan tanpa pupuk NPK, memperlihatkan pertumbuhan sawi lebih rendah dan berbeda signifikan secara uji statistik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini karena tanaman yang tidak diberikan pupuk NPK atau pemberian dengan dosis rendah kurang mendapat suplai unsur hara yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhannya terutama unsur hara makro (nitrogen, fosfat dan kalium). Rajiman [1] mengemukakan bahwa kekurangan unsur nitrogen dapat menyebabkan daun tanaman berwarna hijau kekuningan sampai kuning, pertumbuhan terhambat dan kerdil, daun tua berwarna kuning. Jika kekurangan nitrogen yang parah menyebabkan daun kering mulai bawah sampai atas. Kekurangan fosfat akan menyebabkan perakaran kurang dan tidak berkembang, jika kekurangan yang parah akan menyebabkan daun dan batang berwarna ungu, hasil tanaman menurun, tanaman kerdil. Pada tanaman tertentu seperti jagung akan menyebabkan batang menjadi lemah dan padi-padian jumlah anakan berkurang. Sedangkan kekurangan kalium menyebabkan

pertumbuhan lambat dan kerdil, klorosis, tanaman mudah patah dan roboh.

Perlakuan pemberian kitosan berpengaruh secara mandiri terhadap pertumbuhan sawi tanpa bergantung pada pemberian pupuk NPK. Semakin tinggi pemberian konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan pengaruhnya terhadap pertumbuhan sawi. Pada pemberian 20 % sudah cukup meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi, jika ditingkatkan sampai konsentrasi 30 % tidak mampu meningkatkan pertumbuhan secara signifikan. Efek kitosan terhadap pertumbuhan tanaman sawi adalah karena kitosan dapat menambah unsur hara, memainkan peranan dalam fisiologis tanaman, meningkatkan populasi mikroba menguntungkan, memainkan peranan dalam proses transformasi unsur hara organik ke anorganik sehingga mudah diserap oleh tanaman, dan mengandung zat pengatur tumbuh (ZPT). Beberapa hasil penelitian membuktikan peranan kitosan dalam bidang pertanian antara lain kitosan dapat : (1) mengurangi stress lingkungan karena kekeringan atau defisiensi hara dan meningkatkan kandungan klorofil sehingga meningkatkan efektifitas fotosintesa [14], (2) sebagai substitusi produk kimia dalam pertanian dan terbukti mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman serta mendorong toleransi terhadap cekaman biotik dan abiotik pada beberapa komoditas [13], (3) meningkatkan populasi mikroba menguntungkan dan proses transformasi nutrisi dari organik ke anorganik sehingga lebih mudah diserap oleh akar tanaman [9], dan (4) mengandung zat pengatur tumbuh seperti giberelin, Auksin (IAA=*Indole Acetic Acid*) dan Sitokinin (Kinetin dan Zeatin) [15]. Pengaruh kitosan pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun (rata-rata per daun dan total per tanaman) pada tanaman sawi yang dicobakan dapat disebabkan karena aktifitas hormon sitokinin. Salibury dan Ross [16] mengemukakan bahwa aktifitas sitokinin yang meningkat akan memperbesar luas bidang daun atau panjang dan lebar daun. Hal ini juga

merupakan efek dari tingginya laju fotosintesis. Tingginya laju fotosintesis tanaman sebagai akibat pemberian kitosan juga terjadi pada tanaman peningkatan pertumbuhan padi [17], peningkatan produksi buah pada tanaman stroberi sampai 56% [18], meningkatkan ukuran umbi tanaman kentang [19], dan meningkatkan bobot dan diameter buah pada tanaman paprika [20]. Efek lain dari kitosan adalah dapat peningkatan fiksasi nitrogen. Fiksasi nitrogen dilakukan oleh mikroba menguntungkan seperti *Rhizobium* sp, *Anabaena* sp, *Azotobacter* sp, *Clostridium* sp, *Azospirillum* sp dan *Cyanobacteria* sp yang ada di dalam tanah, makin banyak populasi mikroba menguntungkan akan mengakibatkan tingginya kandungan nitrogen didalam tanah sehingga memberi pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, bobot segar akar, dan bobot segar tanaman sawi yang dicobakan. Beberapa hasil penelitian yang dikemukakan dalam Uthairatanakij [21] bahwa Chitosan berpengaruh meningkatkan pertunasan dan perakaran seperti pada tanaman lobak (*Raphanus sativus* L.) dan mempercepat waktu berbunga, meningkatkan jumlah bunga pada tanaman markisa (*Passiflora edulis* Sims)

KESIMPULAN

1. Penggunaan Pupuk NPK dan Kitosan berpengaruh meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi dengan indikator tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun (rata-rata per daun dan total per tanaman), panjang akar, dan bobot segar tanaman. Secara interaksi dari pemberian pupuk NPK dan kitosan tidak berpengaruh signifikan, tetapi secara mandiri kedua perlakuan pemberian berpengaruh. Semakin tinggi pemakaian dosis pupuk NPK maupun konsentrasi kitosan akan semakin meningkatkan pengaruhnya.
2. Dosis terbaik untuk pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun adalah pemberian pupuk NPK dengan dosis 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi

20%; untuk luas daun total dan panjang akar adalah pemberian pupuk NPK 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 30%; dan untuk luas daun, bobot segar akar dan bobot segar tanaman adalah pemberian pupuk NPK dengan dosis 1,2 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20%

3. Secara keseluruhan variabel pengamatan, pengaruh pupuk NPK dengan dosis 1,6 g/tanaman dan kitosan dengan konsentrasi 20% merupakan kombinasi perlakuan lebih terbaik yang memberikan pengaruh signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rajiman, 2020. Pengantar Pemupukan. Penerbit Deepublish. Yogyakarta.
- [2] Saribun, D.S. 2008. Pengaruh Pupuk Majemuk NPK Pada Berbagai Dosis Terhadap Ph, P-Potensial Dan P-Tersedia Serta Hasil Caysin (*Brassica Juncea*) Pada Fluventic Eutrudepts Jatinangor. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- [3] Bahri, S., Sutejo, dan S. Waruwu 2020. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pakchoy (*Brasiaca Rapa L.*) terhadap Jenis Media Tanam dan Dosis Pupuk NPK. Jurnal Planta Simbios Volume 2(1): 37-45.
- [4] Indrakusuma, 2000. Proposal Pupuk Organik Cair Supra Alam Lestari. PT Surya Pratama Alam. Yogyakarta.
- [5] Teguh, D.O. 2003. Pembuatan dan Analisis Film Bioplastik dari Kitosan Hasil Iradiasi Kitin yang Berasal dari Kulit Kepiting Bakau. Universitas Pancasila, Jakarta.
- [6] Yulianto. 2021. Peluang Terbuka, Chitin menjadi Pupuk Organik. <https://tabloidsinartani.com/detail/index/agri-sarana/15650-Peluang-Terbuka-Chitin-menjadi-Pupuk-Organik> [12/07/2021].
- [7] Subiksa, 2009. Pengaruh Pupuk Pelengkap Cair. Prosiding. Badan Litbang Pertanian pada Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- [8] Neurafarm. 2020. Fungsi Kitosan pada Tanaman. <https://www.neurafarm.com/blog/InfoTania/Teknologi%20Pertanian/fungsi-kitosan-pada-tanaman>. [12/07/2021].
- [9] Boonlertnirun S., Suvannasara R., Promsomboon P., Boonlertnirun K. 2012. Chitosan in combination with chemical fertilizer on agronomic traits and some physiological responses relating to yield potential of rice (*Oryza sativa*, L.). Research J Biol Sci. 7: 64-68
- [10] Shehata, S.A., Fawzy, Z.F. dan El-Ramady, H.R. (2012). Response of cucumber plants to foliar application of chitosan and yeast under greenhouse conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6(4): 63-71.
- [11] El-Tantawy, E.M., 2009. Behavior of tomato plant as affected by spraying with chitosan EM., and aminofort as natural stimulator substance under application of soil organic amendments. Pak J Biol Sci. 12: 1164-1173
- [12] Nandeshkumar, P., Sudisha, J., Ramachandra, K.K., Prakash, H.S., Niranjana, S.R. and S.H. Shekar. 2008. Chitosan induced recictane to downy mildew in sun flower caused by Plasmopara halstedii. Physiol Mol Plant Pathol. 27: 188-194
- [13] Malerba, M. and R. Cerana. Chitosan Effects on Plant Systems. International Journal of Molecular Sciences 996. 2016; (17): 1-15.
- [14] Subiksa, dan I Gusti Made. 2013. Pengaruh Pupuk Pelengkap Cair Poodaeng Chitosan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Brokoli. Balitbang Kementan.
- [15] Badan Tenaga Nuklir Nasional. 2013. Oligo khitosan sebagai Plant Elicitor

- (pe), Plant Growth Promotor (pgp), dan Anti Virus. Pelatihan Perakitan Varietas Padi dan Penangkaran Benih. Badan Tenaga Nuklir Nasional. Jakarta.
- [16] Salisbury, F.B and C.W. Ross.1991. Plant physiology. 4th Edition, Wadsworth Publishing Company, Beverly, 481 pp.
- [17] Phothi, R and C.D. Theerakarunwong. 2017. Effect of chitosan on physiology, photosynthesis and biomass of rice (*Oryza sativa* L.) under elevated ozone. Australian Journal of Crop 11(05): 624–630.
- [18] Mukta, J.A., Rahman, M., Sabir, A.A., Gupta, D.R., Surovy, M.Z., Rahman, M and M, Tofazzal Islam. 2017. Chitosan and plant probiotics application enhance growth and yield of strawberry. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology . 11: 9–18.
- [19] Falcón-Rodríguez, A.B., Costales. D., Gónzalez-Peña, D., Morales, D., Mederos, Y., Jerez, E. And J.C. Cabrera. 2017. Chitosans of different molecular weight enhance potato (*Solanum tuberosum* L.) yield in a field trial. Spanish Journal of Agricultural Research. 15(1): e0902.
- [20] Mahmood, N., Abbasi, N.A., Hafiz, I.A., Ali, I and Zakia, S. 2017. Effect of biostimulants on growth, yield and quality of bell pepper cv. Yolo wonder. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 54 (2): 311–317
- [21] Uthairatanakij, A., da Silva, J.A.T. and K. Obsuwan. 2007. Chitosan for Improving Orchid Production and Quality. Orchid Science and Biotechnology 1(1): 1-5