



## The Effect of Atonic Growth Regulatory Substances on the Growth and Yield of Mustard Greens (*Brasica rapa* L.) Using Black Soil

### Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Atonik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pakcoy (*Brasica rapa* L.) Menggunakan Tanah Hitam

Saiful Arifin<sup>1</sup>, Muhammad Burhanudin Adenan<sup>2</sup>, Intan Rohma Nurmalasari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Agrotekologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Indonesia

\*Email: burhannuub1@gmail.com

**Abstract** This study aims to determine the correct dose of atonic plant regulators and black soil doses on the growth and production of mustard greens. This research was conducted from March 2023 to May 2023, using a factorial Randomized Block Design (RBD), namely the concentration of atonic growth regulators, which consisted of 4 dose levels, namely 0ml, 3ml, 5ml, 7ml, and black soil, which consisted of 3 levels i.e. 0 gram, 5 ton/h, 10 ton/h. With 3 replications resulting in 36 experimental units. Observational variables consisted of plant height, number of leaves, root length, fresh weight, dry weight, and harvest index. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) then continued with the Honest Significant Difference Test. The results of this study explained that there were changes in the observations observed both from plant height, number of leaves, root length, and dry weight with atonic growth regulators as growth stimulants for pakcoy mustard plants. And black soil to improve soil nutrients

**Keyword:- Pakcoy Mustard, Atonik, Black Soil**

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis yang tepat pada zat pengatur tumbuh atonik dan dosis tanah hitam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pakcoy. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023 sampai Mei 2023, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yaitu konsentrasi pemberian zat pengatur tumbuh atonik yang terdiri dari 4 taraf dosis yaitu 0ml, 3ml, 5ml, 7ml, dan pemberian tanah hitam yang terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa tanah hitam, 5ton/h, 10 ton/h. Dengan 3 ulangan sehingga menghasilkan 36 satuan percobaan. Variabel pengamatan terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, berat kering, indeks panen. Data dianalisa menggunakan analisa varian (ANOVA) kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil dari peneltian ini menjelaskan bahwa terjadi perubahan dalam pengamatan yang diamati baik dari tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan berat kering dengan zat pengatur tumbuh atonik sebagai zat perangsang tumbuh tanaman sawi pakcoy. Dan tanah hitam untuk memperbaiki unsur hara tanah

**Kata Kunci-** Sawi Pakcoy, Atonik, Tanah Hitam.

## I. PENDAHULUAN

Pertanian di Indonesia memiliki berbagai macam jenis komoditas tanaman yang dapat dibudidaya dan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Salah satunya komoditas tanaman hortikultura yang dapat dikembangkan di Indonesia merupakan tanaman sawi. Berdasarkan data statistik pertanian secara nasional kemampuan produksi tanaman sawi di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 10,27Ton/Ha. Terdapat prospek pengembangan budidaya salah satunya yang sangat layak untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yaitu sawi pakcoy. Sawi pakcoy layak dan mudah untuk dibudidayakan di indonesia, karena dilihat dari aspek klimatologis, aspek teknis, aspek ekonomi dan aspek sosial yang sangat mendukung pertumbuhan dan hasil produksi tanaman.[1]

Sawi Pakcoy (*Brasica rapa* L.) adalah jenis tanaman sayuran yang termasuk dalam keluarga Brassicaceae. Sawi pakcoy merupakan tanaman sayuran yang banyak diminati oleh banyak kalangan. Hal ini dikarenakan sawi pakcoy memiliki beberapa kandungan vitamin, serat serta terdapat mineral yang sangat bermanfaat untuk menjaga kesehatan dan mencegah penyakit. Di Indonesia tanaman sawi pakcoy memiliki peminat cukup tinggi untuk dikonsumsi. Dalam memenuhi kebutuhan konsumen akan tanaman pakcoy perlu dilakukan budidaya yang tepat dan benar. Salah satunya ialah memenuhi kebutuhan nutrisi masyarakat. Sawi Pakcoy (*Brasica rapa* L) merupakan tanaman sayuran daun dengan nilai ekonomis tinggi berumur pendek dan memiliki kandungan

gizi yang tinggi tinggi seperti serat, Vitamin A, B, B2, B6, dan C, kalsium, fosfor, tembaga, magnesium, zat besi dan protein.

Dalam hal meningkatkan produksi tanaman sawi dengan maksimal dibutuhkan Zat Pengatur Tumbuh. Zat Pengatur Tumbuh merupakan senyawa organik yang dapat merangsang pertumbuhan serta perkembangan tanaman baik secara kualitatif maupun kuantitatif penggunaan zat pengatur tumbuh dengan dosis yang sesuai dan waktu pemberian yang tepat dapat meningkatkan hasil produksi tanaman. Atonik merupakan salah satu jenis zat pengatur tumbuh (ZPT) yang mengandung auksin yang dapat memacu pertumbuhan akar dan meningkatkan perkembangan tunas ) di dalam ZPT Atonik terdapat kandungan senyawa dinitrophenol yang memacu keluarnya kuncup dan dapat mengaktifkan penyerapan hara. [3].

Tidak hanya Zat pengatur tumbuh yang dibutuhkan nutrisi dalam budidaya tanaman sawi pakcoy juga memerlukan kandungan unsur organik. Tanah hitam merupakan tanah yang kaya akan bahan organik dan unsur hara. Fungsi bahan organik ialah membantu dalam proses kemandapan agregat tanah sehingga akan menciptakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Tanah hitam memiliki humus yang tebal sehingga mempermudah proses penyerapan air.

## II. BAHAN DAN METODE

Metode pelaksanaan ini dilaksanakan di Ds. Balongtani Kec. Jabon Kab. Sidoarjo dan dilanjutkan pengamatan di Laboratorium Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Penelitian ini dilaksanakan 42 hari bulan Maret 2023 sampai Mei 2023. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih sawi pakcoy, pupuk Atonik, Tanah Taman, polybag. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggaris, buku tulis, camera, timbangan, oven.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yaitu konsentrasi pemberian ZPT Atonik dan pemberian Tanah Hitam dengan 3 ulangan sehingga menghasilkan 12 satuan percobaan dengan masing-masing terdapat satu tanaman. Faktor Pertama pemberian Zpt Atonik dengan konsentrasi yaitu: A0: tanpa ZPT, A1: 3ml, A2: 5ml, A3: 7ml. Faktor Kedua Pemberian Tanah Hitam yang terdiri 3 taraf, yaitu: T0: tanpa Tanah Hitam, T1: 5Ton/hektar dan T2: 10Ton/hektar menggunakan Tanah Hitam.

Pelaksanaan Penelitian ini dimulai dari persiapan membuat Tanah Hitam, pembuatan tanah hitam terdiri dari menyampur antara tanah liat : kohe kambing fermentasi : arang kayu dengan takaran 1 : 3 : 1. Kemudian ketika sudah tercampur berikan kapur dolomit secukupnya dan didiamkan selama 1 minggu. Selanjut mempersiapkan media tanam yang dimasukkan didalam polybag dengan ukuran 25 x 25. Setelah dimasukkan dalam polybag media tanam di dicampur dengan tanah hitam dengan konsentrasi yang berbeda sesuai dengan penelitian ini, media tanam yang sudah tercampur dengan tanah hitam kemudian disiram dan diberikan biji tanaman sawi pakcoy yang dimana satu polybag terisi satu biji tanaman sawi pakcoy. Setelah 7-9 hari mwnunggu benih memunculkan daun sejati yaitu daun yang muncul 3 helai. Pemeliharaan, Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, pengendalian hama penyakit, penyiagaan gulma yang tumbuh disekitar atau didalam polybag. Untuk penyiraman dilakukan setiap hari dengan melihat kondisi kelembapan media tanam. Untuk pengendalian Hama dan Penyakit dilakukan secara manual jika dirasa tidak berlebihan. Jika serangan hama dan penyakit melebihi batas maka akan dilakukan tindakan penyemprotan dengan pestisida. Pengaplikasian Zpt atonik sendiri dilakukan Satu Minggu sekali dimulai dari tanaman berumur 7 hari atau mempunyai daun sejati yaitu daun yang muncul 3 helai sampai umur 42 hari. Pemanenan sendiri dilakukan ketika tanaman berumur 45 hari.

Varibel pengamatan terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, berat kering, indeks panen. Tinggi tanaman (cm) yang diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh menggunakan meteran. Pada saat tanaman berusia 7, 14, 21, 28, 35, 42 HST, Jumlah daun dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna. Pada saat tanaman berusia 7, 14, 21, 28, 35, 42 HST, Berat Basah (gram) dilakukan pada saat panen kemudian ditimbang menggunakan timbangan pada tanaman berusia 42 HST, Berat kering (gram) dilakukan pada saat panen kemudian dikeringkan setelah dikeringkan ditimbang menggunakan timbangan pada tanaman berusia 42 HST, Panjang akar (cm) yang diukur dari pangkal akar sampai ujung akar menggunakan penggaris, pada saat tanaman berusia 42 HST, Indeks panen dengan cara menghitung berat ekonomis dibagi berat keseluruhan.

Data hasil pengamatan akan dianalisa ragam dengan anova untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dan apabila terdapat pengaruh yang nyata atau sangat nyata maka akan dilanjutkan Uji BNJ untuk membedakan antar perlakuan satu dengan yang lainnya.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil Penelitian

##### 3.1.1 Tinggi Tanaman

Dari hasil uji analisis ragam tinggi tanaman menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon yang berbeda nyata hanya pada periode tanam 21 HST.

**Tabel 1.** Interaksi antara Perlakuan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Atonik dan Penggunaan Tanah Hitam Pada Tinggi Tanaman Periode 21 HST

A	T									BNJ
	T0			T1			T2			
A0	5,3	a	A	5,67	a	A	5,2	a	A	0,646
A1	5,33	a	A	5,5	a	A	5,17	ab	A	
A2	5,47	a	AB	5,17	a	A	6,03	b	B	
A3	5,53	a	A	5,47	a	A	5,37	ab	A	
BNJ	0,714									

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ.

##### 3.1.2 Jumlah Daun

Dari hasil uji analisis ragam jumlah daun menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon yang berbeda nyata hanya pada periode tanam 7 HST.

**Tabel 2.** Interaksi antara Perlakuan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Atonik dan Penggunaan Tanah Hitam Pada Jumlah Daun Periode 7 HST

A	T									BNJ
	T0			T1			T2			
A0	2,33	a	A	3	b	A	2,33	ab	A	0,857
A1	2,67	a	A	2	a	A	2	A	A	
A2	2,33	a	A	2,67	ab	A	2,67	ab	A	
A3	2	a	A	3	b	B	3	B	B	
BNJ	0,947									

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ.

##### 3.1.3 Panjang Akar

Dari hasil uji analisis ragam panjang akar menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon Berbeda Tidak Nyata

**Tabel 3.** Rata-rata Panjang Akar Perlakuan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Atonik Terhadap Tanaman Sawi Pakcoy (*Brasica rapa L.*) Menggunakan Tanah Hitam

Perlakuan	Panjang Akar (cm) Pada Umur HST	
	42 HST	
A0	7,98	
A1	7,89	
A2	8,05	

A3	8,34
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>
T0	14,71
T1	13,64
T2	14,66
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn : Berbeda Tidak Nyata

Hasil uji BNJ pada perlakuan konsentrasi ATONIK menghasilkan panjang akar tertinggi pada perlakuan A3 dengan panjang 8,34 cm. Sedangkan Pada perlakuan konsentrasi Tanah Hitam menghasilkan panjang akar tertinggi pada perlakuan T0 dengan panjang 14,71 cm.

### 3.1.4 Berat Basah

Dari hasil uji analisis ragam berat basah menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon Berbeda Tidak Nyata.

**Tabel 4.** Rata-rata Berat Basah Perlakuan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Atonik Terhadap Tanaman Sawi Pakcoy (*Brasica rapa L.*) Menggunakan Tanah Hitam

Perlakuan	Berat Basah (gram) Pada Umur HST 42 HST
A0	22,9
A1	20,4
A2	22,7
A3	21,8
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>
T0	40,91
T2	38,03
T2	38,24
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn : Berbeda Tidak Nyata

Hasil uji BNJ pada perlakuan konsentrasi ATONIK menghasilkan berat basah tertinggi pada perlakuan A0 dengan berat 22,9 gram. Sedangkan Pada perlakuan konsentrasi Tanah Hitam menghasilkan berat basah tertinggi pada perlakuan T0 dengan berat 40,91 gram.

### 3.1.5 Berat Kering

Dari hasil uji analisis ragam berat kering menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon Berbeda Tidak Nyata.

**Tabel 5.** Rata-rata Berat Kering Perlakuan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Atonik Terhadap Tanaman Sawi Pakcoy (*Brasica rapa L.*) Menggunakan Tanah Hitam

Perlakuan	Berat Kering (gram) Pada Umur HST 42 HST
-----------	--

A0	3,29
A1	3,74
A2	3,59
A3	4,17
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>
T0	6,09
T2	6,49
T2	7,14
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn : Berbeda Tidak Nyata

Hasil uji BNJ pada perlakuan konsentrasi ATONIK menghasilkan berat kering tertinggi pada perlakuan A3 dengan berat 4,17 gram. Sedangkan Pada perlakuan konsentrasi Tanah Hitam menghasilkan berat kering tertinggi pada perlakuan T2 dengan berat 7,14 gram.

### 3.1.6 Indeks Panen

Dari hasil uji analisis ragam indeks panen menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon Berbeda Tidak Nyata.

**Tabel 6.** Rata-rata Berat Kering Perlakuan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Atonik Terhadap Tanaman Sawi Pakcoy (*Brasica rapa L.*) Menggunakan Tanah Hitam

Perlakuan	Indeks Panen (cm) Pada Umur HST 42 HST
A0	0,98
A1	1,25
A2	1,19
A3	1,25
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>
T0	2,18
T1	1,94
T2	2,11
<b>BNJ</b>	<b>tn</b>

Keterangan: tn : Berbeda Tidak Nyata

Hasil uji BNJ pada perlakuan konsentrasi ATONIK menghasilkan indeks panen tertinggi pada perlakuan A1 dan A3 dengan berat 1,25 gram. Sedangkan Pada perlakuan konsentrasi Tanah Hitam menghasilkan indeks panen tertinggi pada perlakuan T0 dengan berat 2,18 gram.

## 3.2 Pembahasan

Dari hasil penelitian pengaruh zat pengatur tumbuh atonik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy menggunakan tanah hitam secara tunggal memberikan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap hampir

seluruh variabel pengamatan, baik perlakuan pemberian atonik maupun tanah hitam. Walaupun terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan pemberian atonik dan tanah hitam terhadap tinggi tanaman di periode 21 HST dan jumlah daun di periode 7 HST.

Hal tersebut diduga terjadi karena pemberian atonik cenderung mempengaruhi pertumbuhan awal tanaman saja, selain itu kebanyakan jenis biochar dan formulasi biochar tidak menghambat perkecambahan dan pertumbuhan awal tanaman di tanah dan dapat mendorong perkecambahan dan pertumbuhan bibit pada dosis sedang [4].

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Liestiowaty (1983) yang tercantum dalam Sunarlim (2012) yang memberikan hasil bahwa jumlah daun tanaman jagung dengan perlakuan perendaman stimulan Atonik berpengaruh nyata pada awal pertumbuhan yakni 2 minggu awal masa tanam. Namun pada minggu ke-7 sudah tidak berpengaruh. Selain itu, pada penelitian Sunarlim (2012) juga terjadi hal yang sama, yakni pengamatan yang dilakukan pada umur 55 HST tidak lagi terlihat pengaruh dari pemberian atonik [5].

Penelitian ini juga memiliki hasil penelitian yang sama dengan Tambunan (2018) bahwa pemberian zat pengatur tumbuh/ZPT kimiawi berpengaruh tidak nyata, walaupun mampu mempercepat pertumbuhan jumlah daun dan akar [6]. Perlakuan pemberian atonik dengan konsentrasi yang tepat dalam periode tanam yang tepat dapat merangsang pertumbuhan akar dan tunas yang optimal, sehingga dapat meningkatkan kemampuan penyerapan unsur hara untuk pertumbuhan yang baik bagi tanaman.

Hasil penelitian yang tidak berpengaruh nyata juga disebabkan oleh penggunaan tanah hitam yang memiliki kandungan yang kurang mampu mencukupi kebutuhan sawi pakcoy, seperti yang dikatakan Wang et al. (2021) bahwa biochar memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda-beda, cenderung dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan serta cara pembuatan seperti proses pirolisis dengan temperatur suhu dan lama pirolisis yang terjadi bahkan perlakuan-perlakuan yang terjadi setelahnya. Temperatur yang meningkat cenderung mampu meningkatkan unsur P dan K, tetapi menurunkan kadar unsur N [7]

Selain itu, kurangnya nutrisi yang terkandung pada atonik dan tanah hitam terjadi akibat dari tidak adanya tambahan pupuk lain yang diberikan lalu akhirnya memberikan hasil yang berbeda tidak nyata pada sawi pakcoy. Hal tersebut sesuai dengan perkataan Kammann et al. (2015) dalam Alarefee et al. (2021) bahwa pengaplikasian biochar murni tanpa adanya pemupukan atau dengan dosis pemupukan yang rendah mampu menurunkan hasil pertumbuhan dan produksi tanaman. Proses pengomposan yang kurang lama juga diduga menjadi salah satu penyebab kurang efektifnya penggunaan tanah hitam pada tanaman sawi pakcoy. Diketahui dalam penelitian Alarefee et al. (2021) tentang pengaplikasian biochar yang dikomposkan dengan pupuk kandang selama 14 minggu mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman daripada perlakuan kontrol dan perlakuan pengaplikasian biochar secara tunggal [8].

Kurangnya dosis pemberian tanah hitam juga menjadi salah satu penyebab hasil yang tidak berpengaruh nyata, seperti yang dikatakan Evizal et al. di tahun 2023 bahwa “Untuk aplikasi sebagai pembenah tanah, biochar dibutuhkan dalam jumlah yang besar yaitu lebih dari 5 ton serta membutuhkan tenaga dan biaya yang banyak sehingga merupakan kendala dalam aplikasi praktis biochar. Terlebih lagi, pengaruh biochar mungkin tidak langsung cepat terlihat pada pertumbuhan dan hasil tanaman, karena pengaruhnya bersifat jangka panjang. Oleh karena itu diperlukan pengayaan kandungan biochar sehingga sifatnya sebagai pupuk yang segera meningkatkan produksi tanaman.”. Salah satu penyebab hasil penelitian yang tidak berpengaruh nyata juga diduga karena tanah yang terlalu masam akibat penambahan tanah hitam, seperti yang dikatakan Evizal et al. (2023) bahwa penurunan hasil panen yang sebagian besar terjadi di daerah beriklim sedang diakibatkan oleh biochar yang secara signifikan meningkatkan pH tanah, sehingga menyebabkan efek pengapuran berlebihan dan immobilisasi nutrisi seperti Mg, Fe, B, dan P. [9].

Diketahui pemberian tanah hitam cenderung lebih efektif dan solutif jika diberikan di lingkungan daerah tropis, Vijay et al. (2021) berdasarkan hasil review yang ia simpulkan mengatakan bahwa “peningkatan hasil panen karena penambahan biochar terlihat jelas di tanah yang kurang subur, asam, dan pelapukan tinggi di daerah tropis dibandingkan di daerah beriklim sedang. Pengaruh positif ini terutama disebabkan oleh kemampuannya untuk menetralkan pH tanah (efek pengapuran) dan perbaikan sifat fisika, kimia dan biologi tanah.” [10].

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ardisela (2010) yakni Aplikasi terra preta tidak memiliki pengaruh terhadap parameter jumlah daun. [11]. Selain itu, juga sejalan dengan penelitian Astutik pada tahun 2021, dimana Aplikasi biochar “terra preta” tidak memiliki pengaruh terhadap variabel jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, berat basah tajuk, berat basah akar, berat kering tajuk.” [12]

## KESIMPULAN

Dapat disimpulkan Dari hasil penelitian pengaruh zat pengatur tumbuh atonik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy menggunakan tanah hitam secara tunggal memberikan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap hampir seluruh variabel pengamatan, baik perlakuan pemberian atonik maupun tanah hitam. Walaupun terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan pemberian atonik dan tanah hitam terhadap tinggi tanaman di periode 21 HST dan jumlah daun di periode 7 HST

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu proses penelitian ini dari tahap awal hingga akhir, dan tidak lupa berterimakasih kepada program studi agrotekologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah mendampingi saya selama ini dengan baik.

## REFERENSI

- [1] T. Syifa, S. Isnaeni, and A. Rosmala, "Pengaruh Jenis Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pagoda (*Brassicae narinosa* L)," *AGROSCRIPT J. Appl. Agric. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–33, 2020, doi: 10.36423/agroscript.v2i1.452.
- [2] Irawan, A., & Kafiar, Y. (2015). Pemanfaatan cocopeat dan arang sekam padi sebagai media tanam bibit cempaka wasian (*Elmerrilia ovalis*). *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 1(4), 805–808. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010423>
- [3] Luta, D. A., & Sitepu, S. M. B. (2020). Respon Aplikasi Zpt Atonik Terhadap Stek Bunga Asoka. *Jurnal of Animal Science and Agronomy Panca Budi*, 05, 38–40.
- [4] S. Joseph, A. L. Cowie, L. V. Zwieten, N. Bolan, A. Budai, W. Buss, M. L. Cayuela, et al. "How Biochar Works, and When It Doesn't: A Review of Mechanisms Controlling Soil and Plant Responses to Biochar." *GCB Bioenergy*, vol.13, no.11, 2021. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12885>.
- [5] dan J. P. Novianti Sunarlim, Syukria Ikhsan Zam, "Benih Dan Pertumbuhan Tanaman Semangka Non Biji (*Citrullus vulgaris* Schard L.)," pp. 29–32, 2007.
- [6] N. S. S. dan W. A. P. Syariani BR Tambunan, "Keberhasilan Pertumbuhan Stek Jambu Madu (*Syzygium equaeum*) Dengan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Kimiawi Dan Zat Pengatur Tumbuh Alami Bawang Merah (*Allium cepa* L)," vol. 6, no. 1, pp. 45–52, 2018.
- [7] J. Wang, L. Shi, L. Zhai, H. Zhang, S. Wang, J. Zou, Z. Shen, C. Lian, and Y. Chen. "Analysis of the Long-Term Effectiveness of Biochar Immobilization Remediation on Heavy Metal Contaminated Soil and the Potential Environmental Factors Weakening the Remediation Effect: A Review." *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol.207, hal. 1–13, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111261>.
- [8] H. A. Alarefee, C. F. Ishak, D. S. Karam, and R. Othman. "Efficiency of Rice Husk Biochar with Poultry Litter Co-Composts in Oxisols for Improving Soil Physico-Chemical Properties and Enhancing Maize Performance." *Agronomy*, vol.11, no. 12, 2021. [https://doi.org/10.3390/agronomy1112\\_2409](https://doi.org/10.3390/agronomy1112_2409).
- [9] R. E. dan F. erry Prasmatiwi, "Biochar: pemanfaatan dan aplikasi praktis," vol. 22, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [10] V. Vijay, S. Shreedhar, K. Adlak, S. Payyanad, V. Sreedharan, G. Gopi, T. S. van der Voort, et al. "Review of Large-Scale Biochar Field-Trials for Soil Amendment and the Observed Influences on Crop Yield Variations." *Frontiers in Energy Research* 9 (August), 2021. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.710766>.
- [11] D. Ardisela, "Pengaruh Dosis Rotoone-F Terhadap Pertumbuhan Crown Tanaman Nenas (*Ananas comosus*)." *Pengembangan Wilayah*, vol. 1, no.2, hal. 53, 2010.
- [12] A. S. Dwi Astutik, Aline Sisi Handini, Ratih Rahhutami, "Pemanfaatan Terra Preta Sebagai Bahan Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Pre Nursery Utilization of Biochar " Terra Preta " As Ameliorans for Pre," vol. 23, no. 1, pp. 100–108, 2021.