

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]

Muhammad Burhanudin Adenan¹⁾, Saiful Arifin²⁾

¹⁾Program Studi Agrotekologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Indonesia

²⁾Program Studi Agrotekologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Indonesia

*Email Penulis Korespondensi : saiful_arifin@umsida.ac.id

Abstract. This study aims to determine the appropriate concentration of ZPT and black soil dosage on the growth and production of mustard greens. This research was conducted from March to May 2023, using a factorial RAK. The first treatment (atonic ZPT concentration) which consisted of 4 dose levels, namely without ZPT, 3ml/L, 5ml/L, 7ml/L, and the dose of black soil which consisted of 3 levels, namely without black soil, 5tons/d, 10tons/day h. Repeated 3 times. The observed variables consisted of plant height, number of leaves, root length, fresh weight, dry weight, and harvest index. Data were analyzed using ANOVA then followed by the BNJ test. The results of this study were that the treatment of ZPT concentration and black soil dosage alone had no significant effect on root length, fresh weight, dry weight and harvest index. However, there is an interaction between the concentration of Atonik ZPT and the dose of black soil on plant height and number of leaves, where the best treatments are A2T2 and A3T2

Keywords: Pakcoy Mustard, Atonik, Black Soil

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi ZPT dan dosis tanah hitam yang tepat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pakcoy. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2023, menggunakan RAK faktorial. Perlakuan pertama (konsentrasi ZPT atonik) yang terdiri dari 4 taraf dosis yaitu tanpa ZPT, 3ml/L, 5ml/L, 7ml/L, dan dosis tanah hitam yang terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa tanah hitam, 5ton/h, 10 ton/h. Diulang 3 kali. Variabel pengamatan terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, berat kering, indeks panen. Data dianalisa menggunakan ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji BNJ. Hasil dari penelitian ini yakni perlakuan konsentrasi ZPT dan dosis tanah hitam secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar, berat basah, berat kering dan indeks panen. Namun terdapat interaksi antara konsentrasi ZPT Atonik dan dosis tanah hitam terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun, dimana perlakuan terbaiknya ialah A2T2 dan A3T2.

Kata Kunci- Sawi Pakcoy, Atonik, Tanah Hitam

I. PENDAHULUAN

Pertanian di Indonesia memiliki berbagai macam jenis komoditas tanaman yang dapat dibudidayakan 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 sayur 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[2].

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 kemantapan agregat tanah sehingga akan menciptakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Tanah hitam memiliki humus yang tebal sehingga mempermudah proses penyerapan air. Pemanfaatan biochar sebagai pembenah tanah telah lama dilakukan. Tanah "Terra Preta"(dark earth: tanah hitam) merupakan contoh tanah subur yang mengandung karbon sangat tinggi di dalamnya. Kelompok tanah ini banyak terdapat di Amazon Basin akibat perlakuan penduduk Amazon purba yang melakukan pembakaran arang di dalam tanah karena aktivitas perladangan berpindah Terra Preta selain memiliki kandungan karbon yang sangat kaya juga memiliki unsur hara dan retensi air yang baik, sehingga tanah Terra Preta menjadi media tumbuh yang sangat baik bagi tanaman [4]

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi ZPT dan dosis tanah hitam yang tepat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pakcoy.

II. 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. Perlakuan Pertama konsentrasi Zpt Atonik terdiri dari 4 taraf yaitu: A0: tanpa ZPT, A1: 3ml/L, A2: 5ml/L, A3: 7ml/L. Perlakuan Kedua dosis Tanah Hitam yang terdiri dari 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 BNT untuk membedakan antar perlakuan satu dengan yang lainnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Tinggi Tanaman

Dari hasil uji analisis ragam Tinggi tanaman diusia 7,14,28,36,42 HST menunjukkan bahwa konsentrasi ZPT Atonik dan Dosis tanah hitam memberikan respon berbeda tidak nyata (Tabel 1). Sedangkan diusia 21 HST Dari hasil uji

analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi ZPT ATONIK dan dosis Tanah hitam memberikan respon yang berbeda nyata hanya pada periode tanam (Tabel 2)

Tabel 1. Tinggi tanaman usia 7,14,28,35,42 HST memberikan respon berbeda tidak nyata

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) Pada Umur HST				
	7 HST	14 HST	28 HST	35 HST	42 HST
A0	1,45	2,3	6,21	9,36	11,9
A1	1,52	2,55	6,12	9,13	11,7
A2	1,34	2,21	6,21	9,20	11,9
A3	1,60	2,38	6,32	9,37	11,8
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn
T0	1,96	3,1	8,12	12,5	16,1
T1	2,15	3,31	8,3	12,2	15,5
T2	1,91	3,11	8,43	12,1	15,9
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan ; tn ; Berbeda Tidak Nyata

Tabel 2. 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.

Jumlah Daun

Dari hasil uji analisis ragam jumlah daun menunjukkan bahwa konsentrasi ZPT ATONIK dan dosis Tanah hitam diusia 14,21,28,35,42 HST memberikan respon berbeda tidak nyata (Tabel 3). Sedangkan diusia 7 HST memberikan respon yang berbeda nyata (Tabel 4).

Tabel 3. Jumlah daun diusia 14,21,28,35,42 HST memberikan respon berbeda tidak nyata

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai) Pada Umur HST				
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST
A0	2,68	3,58	4,51	5,58	6,25
A1	2,51	3,58	4,41	5,33	5,75
A2	2,75	3,51	4,66	5,58	6,16
A3	2,66	3,51	4,58	5,58	6,33
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn
T0	3,58	4,66	6,16	7,58	8,41
T1	3,58	4,83	6,11	7,41	8,16
T2	3,41	4,66	5,91	7,11	7,19
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan : tn ; Berbeda Tidak Nyata

Tabel 4. Interaksi antara konsentrasi ZPT Atonik dan dosis 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.

Panjang Akar

Dari hasil uji analisis ragam panjang akar menunjukkan bahwa konsentrasi ZPT ATONIK dan dosis Tanah hitam memberikan respon Berbeda Tidak Nyata (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata Panjang Akar konsentrasi ZPT Atonik dan dosis Tanah Hitam

Perlakuan	Panjang Akar (cm)
A0	7,98
A1	7,89
A2	8,05
A3	8,34
BNJ	tn
T0	14,71
T1	13,64
T2	14,66
BNJ	tn

Keterangan: tn : Berbeda Tidak Nyata

Berat Basah Dan Berat Kering

Dari hasil uji analisis ragam berat basah menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon Berbeda Tidak Nyata (Tabel 6).

Tabel 6. Rata-rata Berat Basah dan Berat Kering dengan konsentrasi ZPT Atonik dan dosis Tanah Hitam

Perlakuan	Rerata Berat Basah	Rerata Berat Kering
A0	22,9	3,29
A1	20,4	3,74
A2	22,7	3,59
A3	21,8	4,17
BNJ	TN	TN
T0	40,91	6,09
T1	38,03	6,49
T2	38,24	7,14
BNJ	TN	TN

Keterangan: tn : Berbeda Tidak Nyata

Indeks Panen

Dari hasil uji analisis ragam indeks panen menunjukkan bahwa interaksi antara ZPT ATONIK dan Tanah hitam memberikan respon Berbeda Tidak Nyata (Tabel 7).

Tabel 7. Rata-rata Berat Kering dengan konsentrasi ZPT Atonik dan dosis Tanah Hitam

Perlakuan	Indeks Panen (gram)
A0	0,71
A1	0,69
A2	0,71
A3	0,70
BNJ	tn
T0	0,94
T1	0,93
T2	0,93
BNJ	tn

Keterangan: tn : Berbeda Tidak Nyata

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 [5].

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Liestiwaty (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 [6].

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.[7]

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 [8]

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 [9].

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. [10].

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.” [11].

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ardisela (2010) yakni Aplikasi terra preta tidak memiliki pengaruh terhadap parameter jumlah daun. [12]. 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.” [13]

IV. 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 dimana perlakuan terbaiknya ialah A2T2 di tinggi tanaman dan A3T2 di jumlah daun

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.

DAFTAR PUSTAKA

- [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] Sambroek, W., Ruivo, M. D. L., Fearnside, P. M., Glaser, B. And Lehmann, J. 2003. Amazonian Dark Earths as Carbon Stores and Sinks. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. p.125-140.
- [5] 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>.
- [6] dan J. P. Novianti Sunarlim, Syukria Ikhsan Zam, "Benih Dan Pertumbuhan Tanaman Semangka Non Biji (*Citrullus vulgaris* Schard L.)," pp. 29–32, 2007.
- [7] 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.
- [8] 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>.
- [9] 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/agronomy11122409>.
- [10] R. E. dan F. erry Prasmatiwi, "Biochar: pemanfaatan dan aplikasi praktis," vol. 22, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [11] 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>.
- [12] D. Ardisela, "Pengaruh Dosis Rotoone-F Terhadap Pertumbuhan Crown Tanaman Nenas (*Ananas comosus*)." *Pengembangan Wilayah*, vol. 1, no.2, hal. 53, 2010.
- [13] 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.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.