

Analisis Perbedaan Pertumbuhan *Zoysia japonica* pada Penggunaan Naungan dan Pengaruh Pemberian Hormon Auksin dengan Media Tanam Pasir

Analysis of Growth Differences of Zoysia japonica on the Use of Shade and the Effect of Auxin Hormone Administration with Sand Planting Media

Rahayu^{1,*}, Aktavia Herawati¹, Suntoro¹, Relly Yunila Nawangsari¹

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta

*Email: rahayu_pn@staff.uns.ac.id

Artikel Info

Diajukan: 27 Juli 2024
Direvisi: 13 Januari 2025
Diterima: 04 Februari 2025
Dipublikasi: 01 Oktober 2025

Keywords

dose of auxin hormone
shade
Zoysia japonica

ABSTRACT

Soccer is one of the most popular sports in the world including Indonesia. However, the development of soccer in Indonesia has been delayed, one of the causes is the lack of soccer sports facilities. The management of soccer stadiums in Indonesia still pays little attention to proper treatment to grow turfgrass in accordance with international standards from FIFA. Another type of grass that can be used as an alternative to soccer stadium turfgrass in Indonesia is Japanese grass (*Zoysia japonica*), this type of grass is chosen because it has pointed leaves so it will not be quickly damaged by soccer shoe spool. Therefore, this study aims to determine the characteristics of *Zoysia japonica* with various management, especially on the use of shade and the effect of auxin hormone administration which can be used as a reference recommendation for improving grass quality and grass management suitable for soccer stadiums in Indonesia. This study used a Split Plot design with two factors. The results showed that the interaction of shade treatment and auxin hormone had a very significant effect on all observation parameters. In an environment with 70% shade, *Zoysia japonica* can still survive, but its growth will be better if given 100% auxin hormone.

PENDAHULUAN

Sepak bola merupakan salah satu olahraga yang paling digemari di dunia termasuk Indonesia. Akan tetapi perkembangan sepak bola di Indonesia mengalami keterlambatan, salah satu penyebabnya adalah kurangnya fasilitas olahraga sepak bola. Lanskap stadion merupakan sarana paling penting dalam olahraga ini. Sebagai suatu arena hiburan bagi para penggemar sepakbola, lanskap stadion harus mampu memberikan suatu kenyamanan dan keamanan baik bagi penonton maupun pemain, sesuai dengan standar perencanaan bangunan stadion. Salah satu faktor yang menarik dari lanskap stadion sepakbola adalah arsitekturnya, terutama pemasangan atap stadion. Material penutup atap stadion yang paling sering digunakan dalam desain bangunan stadion sekarang ini adalah membran, yang berupa bahan fiber tipis dengan struktur baja sebagai elemen penguat dan pemberi bentuk atap (Ramadhan *et al.* 2015). Atap tersebut dapat disiasati dengan penggunaan paralon yang harganya lebih terjangkau pada lapangan yang menginginkan suasana seperti stadion tetapi dengan biaya terbatas. Selain itu, pengelolaan lanskap stadion sepak bola di Indonesia masih kurang memperhatikan perlakuan yang tepat untuk menumbuhkan turfgrass sesuai dengan standar internasional FIFA karena hanya didasarkan pada pengalaman yang dimiliki oleh pihak pengelola (Muakhor *et al.* 2014; Ayyubi *et al.* 2024). Kondisi iklim dan ketersediaan hara juga merupakan hal harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi pertumbuhan rumput lanskap (Muakhor *et al.* 2013).

Tanaman digunakan sebagai elemen utama desain untuk meningkatkan estetika (Sonjaya *et al.* 2025). Tanaman

penutup tanah atau turfgrass yang digunakan untuk lanskap lapangan sepak bola yaitu jenis *Zoysia*. Terdapat beberapa spesies pada genus *Zoysia* yang dapat digunakan sebagai turfgrass, yaitu Rumput Jepang (*Zoysia japonica*) dan Rumput Manila (*Zoysia matrella*) (Patel *et al.* 2022). Jenis rumput yang digunakan untuk alternatif turfgrass stadion sepak bola di Indonesia adalah rumput jenis Rumput Jepang (*Zoysia japonica*), rumput jenis ini dijadikan pilihan karena hampir tahan terhadap penyakit dan umumnya membutuhkan pupuk nitrogen tingkat sedang untuk menjaga kepadatannya. Tingkat pertumbuhan *Zoysiagrass* dipengaruhi oleh kandungan hormon auksin pada tanaman yang berfungsi sebagai penguat akar tanaman untuk menunjang pertumbuhannya (Mosyftiani *et al.* 2018; Long *et al.* 2020; Wang *et al.* 2020). Hormon auksin juga berperan dalam mempengaruhi tingkat toleransi pertumbuhan *Zoysia* akibat penggunaan naungan pada stadion sepak bola. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis interaksi perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin terhadap pertumbuhan *Zoysia japonica*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan selama 10 bulan, terhitung dari bulan Mei 2023 hingga bulan Februari 2024. Penelitian ini terdiri dari pengambilan sampel tanaman di lapangan, penanaman di lahan percobaan, dan analisis sampel tanaman dan tanah di laboratorium. Pengambilan sampel (Tabel 1) secara acak di Jawa, Bali, dan Sulawesi, selain itu terdapat juga sampel impor dari Thailand.

Tabel 1. Data lokasi pengambilan sampel

Spesifikasi Lokasi Pengambilan Sampel					
Lokasi	Provinsi	Tempat	Ketinggian (m)	Garis Lintang	Garis Bujur
Pacitan	Jawa Timur	Halaman rumput	5	8°12'42.60"S	111°05'24"E
Ubud	Bali	Jalan	204	8°30'35.53"S	115°15'43.08"E
Makassar	Sulawesi Selatan	Jalan	1	5°8'28.02"S	119°24'53.34"E
Kebumen	Jawa Tengah	Pantai	6	7°49'28.15"S	109°48'0.64"E
Thailand	-	Kontrol	-	-	-

Penanaman dilakukan di lahan percobaan milik Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta yang terletak di Desa Sukosari, Kecamatan Jumantono, Kabupaten Karanganyar ($7^{\circ}37'48"S$, $110^{\circ}56'52"E$) yang memiliki ketinggian 170 mdpl dan curah hujan rata-rata di Kabupaten Karanganyar pada tahun 2022 adalah 158,78 mm/tahun (BPS Kabupaten Karanganyar 2023).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah media tanam pasir Sungai Bengawan Solo, rumput *Zoysia japonica*, hormon auksin Alfagreen 500 ppm, paraset (50% dan 70%), dan pupuk NPK. Alat-alat yang digunakan adalah pot trai 50 lubang, sekop, cetok, gergaji, sprayer, selang air, gembor, tali, bambu, solar meter, dan temperature humidity meter.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan survei eksplorasi, eksplorasi akses tipe *Zoysia japonica*, serta evaluasi kualitas menggunakan percobaan plot di lapangan. Survei akses merupakan perkiraan eksplorasi acak yang berlokasi di Jawa, Bali, dan Sulawesi. Rancangan penelitian plot yang digunakan adalah *Split Plot* yang terdiri dari dua faktor yaitu naungan (P) (tanpa naungan (P0), longgar atau 50 % (P1), dan rapat atau 70 % (P2)) sebagai petak utama dan hormon auksin (A) (tanpa hormon auksin (A0), 35% dosis (A1), 70% dosis (A2), serta dosis utuh atau 100% dosis (A3)) sebagai anak petak serta dilakukan 5 kali pengulangan, sehingga keseluruhan pot yang didapatkan adalah 60 pot percobaan.

Pemberian perlakuan pada setiap pot percobaan dimulai pada 11 MST (Minggu Setelah Tanam). Naungan dibuat dengan bentuk sungkup setengah lingkaran dengan ukuran panjang x lebar adalah 5,5 x 1,2 m serta tingginya adalah 0,5 m. Paraset yang digunakan adalah paraset 50% untuk perlakuan P1 dan paraset 70% untuk perlakuan P2, jarak antar petak utama yaitu 60 cm. Dosis semprot hormon auksin yang biasa diaplikasikan adalah 2 ml per 1 liter air bersih (Muharam *et al.* 2021), sehingga dosis hormon auksin 0% adalah 0 ml/l, dosis hormon auksin 35% adalah 0,7 ml/l, dosis hormon auksin 70% adalah 1,4 ml/l, serta dosis hormon auksin 100% adalah 2 ml/l. Penyemprotan hormon auksin dilakukan di atas permukaan rumput yang dilaksanakan sebanyak 4 kali, yaitu pada 11 MST, 13 MST, 15 MST, dan 17 MST.

Pengamatan intensitas radiasi sinar matahari diukur dengan aplikasi Lux (diunduh dari google play store) dan suhu udara diukur dengan *temperature humidity meter*. Pengamatan akhir dilakukan pada 18 MST, pengamatan pertumbuhan tanaman meliputi kerapatan trubus, tekstur daun, warna daun, kadar klorofil daun, panjang akar, dan volume akar. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap minggu pada 15 MST hingga 18 MST. Skoring warna daun meliputi: skor 1 untuk 2.5GY 6/6, skor 2 untuk 2.5GY 6/4, skor 3 untuk 2.5GY 5/6, skor 4 untuk 2.5GY 5/4, dan skor 5 untuk 2.5GY 5/2 (Rahayu *et al.*, 2023). Data yang didapat akan diolah menggunakan analisis ANOVA (*Analysis of variance*) dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5% apabila terdapat pengaruh dengan aplikasi SPSS.

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Secara umum, lokasi penelitian berada di lahan kering Fakultas Pertanian UNS dengan ketinggian 170 m dpl. Pengamatan dilakukan pada bulan Agustus hingga bulan Desember 2023. Perlakuan naungan dapat mempengaruhi iklim mikro (Putra *et al.* 2022). Selain itu, naungan juga dapat menjaga kelembaban tanah akibat banyaknya sinar matahari yang diterima pada area yang ternaungi (Pranoto dan Yuni 2022). Intensitas radiasi sinar matahari (Tabel 2) tanpa naungan mencapai 14.578 lux, yang merupakan nilai tertinggi dari ketiga perlakuan naungan. Perlakuan dengan naungan 50% memiliki rata-rata intensitas radiasi sinar matahari sebesar 10.716 lux, sementara naungan 70% memiliki rata-rata intensitas radiasi sinar matahari sebesar 8.815 lux. Suhu udara (Tabel 3) pada kondisi tanpa naungan mencapai 34,4 °C. Perlakuan dengan naungan 50% memiliki rata-rata suhu 33,8 °C dan naungan 70% memiliki rata-rata suhu 33,4 °C. Penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari dan suhu udara lebih tinggi di pagi hari dibandingkan sore hari. Selama siang hari, intensitas cahaya matahari dan suhu udara paling tinggi terjadi dalam masing-masing perlakuan naungan.

Tabel 2. Radiasi sinar matahari pada perlakuan naungan

Perlakuan	Intensitas radiasi sinar matahari (lux)				
	Naungan	Pagi (09.00)	Siang (12.00)	Sore (15.00)	Rata-rata
0% (P0)		13.735	23.408	6.592	14.578
50% (P1)		10.412	17.524	4.213	10.716
70% (P2)		8.347	15.054	3.045	8.815

Tabel 3. Suhu udara pada perlakuan naungan

Perlakuan	Suhu udara (°C)				
	Naungan	Pagi (09.00)	Siang (12.00)	Sore (15.00)	Rata-rata
0% (P0)		33,3	37,9	32,2	34,4
50% (P1)		32,8	37,1	31,7	33,8
70% (P2)		32,3	36,6	31,4	33,4

Karakteristik Media Tanam

Media tanam merupakan salah satu unsur penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman, karena sebagian besar unsur hara yang dibutuhkan tanaman diperoleh melalui media tanam, yang kemudian diserap oleh akar dan digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Karakteristik media tanam (Tabel 4) yang digunakan adalah 88,3% teksturnya dominan berupa pasir, dengan nilai permeabilitas 11,75 cm/jam atau dapat dikatakan sedang sampai cepat. Nilai BV awal pada media tanam sebesar 1,52 gr/cm³ yang tergolong berharkat sangat rendah. Tanah berpasir memiliki banyak makropori dan sangat sulit menahan air di dalam tanah (Dokooohaki *et al.* 2017). Pada kondisi seperti ini sering kali terjadi penguapan sebelum tanaman dapat menyerap air dari dalam tanah, padahal air mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama dalam melakukan proses

fotosintesis. Hal tersebut sejalan dengan pendapat yang disampaikan oleh Šimanský *et al.* (2019) bahwa tanah berpasir umumnya miskin unsur hara dan unsur hara yang diberikan melalui pemupukan dapat hilang akibat tingginya tingkat penguapan.

Tabel 4. Analisis media pasir awal

No.	Parameter	Nilai	Satuan	Harkat
1	Permeabilitas	11,75	cm/jam	Sedang sampai Cepat
2	Tekstur :			Pasir
	<i>Sand</i>	88,3	%	(<i>Sand (S)</i>)
	<i>Loam</i>	7,02	%	
	<i>Clay</i>	4,68	%	
3	pH H ₂ O	7,00	-	Netral
4	DHL	0,243	dS/m	Sangat Rendah
5	BJ	2,61	g/cm ³	Rendah
6	BV	1,52	gr/cm ³	Sangat Rendah
7	Porositas	41,75	%	Tinggi
8	N-total	0,11	%	Rendah
9	P-tersedia	2,23	ppm	Sangat Rendah
10	K-tersedia	0,18	me/100 gr	Rendah
11	C-organik	0,24	%	Sangat Rendah

Sumber: Data primer

Tanah pasir yang digunakan memiliki nilai pH sebesar 7 atau tergolong netral dan nilai DHL 0,243 dS/m yang tergolong sangat rendah. Unsur hara yang terkandung pada media tanam juga tergolong rendah yang ditunjukkan dengan nilai N, P, K, dan C-organik yang sangat rendah hingga rendah. Nilai N-total yaitu 0,11% yang berharkat rendah, nilai P-tersedia yaitu 2,23 ppm yang berharkat sangat rendah, nilai K-tersedia yaitu 0,18 me/gram yang berharkat rendah, dan nilai C-organik yaitu 0,24% yang berharkat sangat rendah.

Morfologi Rumput Awal

Rumput yang digunakan pada penelitian ini adalah *Zoysia japonica* yang diperoleh dari berbagai wilayah di Indonesia. Tabel 5 menunjukkan tekstur daun pada *Zoysia japonica* yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,27 cm (Ubud 4 Bali dan Zmet) hingga 0,37 cm (Pacitan AUB). Menurut Hanna *et al.* (2013), tekstur atau lebar daun biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan *Zoysiagrass*, *Zoysia japonica* memiliki lebar daun 2 mm hingga 3 mm, sehingga Zmet masuk ke dalam *Zoysia japonica* pada penelitian ini. Panjang stolon yang dimiliki panjang paling pendek adalah 1,03 cm (Ubud 4 Bali) dan terpanjang adalah 1,61 cm (Pantai Laguna Kebumen). Panjang akar berkisar antara 8,16 cm (Bentas 1 Makassar) hingga 13,21 cm (Pantai Laguna Kebumen). Warna daun yang dimiliki pada kelima rumput di penelitian ini tergolong hijau terang dengan skor 2 hingga 3, hal ini sejalan dengan pendapat yang disampaikan oleh Yamada dan Spangenberg (2009).

Tabel 5. Morfologi Rumput Awal

Asal	Panjang Stolon (cm)	Panjang Akar (cm)	Tekstur Daun (cm)	Warna Daun
Pacitan AUB	1,56	9,63	0,37	2
Ubud 4 Bali	1,03	10,71	0,27	3
Bentas 1 Makassar	1,58	8,16	0,30	2
Pantai Laguna Kebumen	1,61	13,21	0,33	3
Zmet	1,21	9,28	0,27	2

Sumber: Data primer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan terhadap Pertumbuhan Tanaman

Perlakuan naungan berpengaruh sangat nyata terhadap semua parameter pengamatan. Pada Tabel 6. menunjukkan bahwa perlakuan paronet 70% memiliki kerapatan trubus paling sedikit, panjang akar paling pendek, dan volume akar paling kecil. Hal tersebut membuktikan bahwa pertumbuhan tanaman pada kondisi ternaungi tidak dapat secara maksimal. Selain itu tinggi tanaman, warna daun, kadar klorofil daun, dan tekstur daun pada kondisi paronet 70% menunjukkan nilai yang paling tinggi di antara perlakuan yang lainnya, hal tersebut terjadi akibat adanya adaptasi tanaman dari cekaman naungan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Zoysia japonica* masih mampu bertahan hidup pada lingkungan dengan naungan 70%. Perlakuan pemberian hormon auksin pada Tabel 7. menunjukkan bahwa perlakuan auksin berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan trubus, tinggi tanaman 15 MST, tinggi tanaman 16 MST, kadar klorofil daun, panjang akar, dan volume akar. Perlakuan auksin berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman 17 MST dan tinggi tanaman 18 MST, selain itu perlakuan auksin berpengaruh tidak nyata terhadap warna daun dan tekstur daun. Penambahan hormon auksin 100% efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman pada semua parameter pengamatan dan dapat mempercepat pertumbuhan tanaman. Interaksi perlakuan naungan dan dosis auksin memberikan pengaruh terhadap parameter pertumbuhan tanaman yang diamati. Hasil yang didapatkan dari tiap parameter kemudian diolah dan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perlakuan naungan, dosis auksin, dan jenis rumput terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman dikatakan tumbuh normal jika dapat melangsungkan fungsi fisiologisnya, jika tidak maka tanaman tersebut dapat dikatakan dalam kondisi sakit (Arisanti *et al.* 2022).

Kerapatan Trubus

Kerapatan trubus (*tiller density*) diartikan sebagai jumlah pucuk per satuan luas. Kerapatan juga merupakan ukuran dari kemampuan rumput untuk menyesuaikan diri di berbagai kondisi. Uji ANOVA kerapatan trubus menghasilkan nilai $p=0,000$ yang berarti bahwa perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan trubus. Hasil uji DMRT dengan nilai taraf 5% pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan P0A3 memiliki kerapatan trubus tertinggi yaitu sebesar 114,0 trubus/25cm² yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0A2 yaitu sebesar 85,0 trubus/25cm² dan perlakuan P0A1 yaitu sebesar 79,4 trubus/25cm². Perlakuan P2A0 memiliki kerapatan trubus terendah yaitu sebesar 15,0 trubus/25cm², perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A1 yaitu sebesar 19,0 trubus/25cm², perlakuan P2A2 yaitu sebesar 26,2 trubus/25cm², perlakuan P2A3 yaitu sebesar 27,8 trubus/25cm², perlakuan P1A0 yaitu sebesar 39,2 trubus/25cm², perlakuan P1A1 yaitu sebesar 43,0 trubus/25cm², dan perlakuan P1A2 yaitu sebesar 52,0 trubus/25cm². Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Revianto *et al.* (2017), jumlah tunas dengan tingkat naungan 0% lebih tinggi karena cahaya matahari yang diterima oleh tanaman lebih banyak dibandingkan perlakuan naungan yang lebih tinggi tingkat kerapatannya. Hal tersebut dapat memaksimalkan proses fotosintesis sehingga memicu perkembangan tanaman melalui munculnya tunas-tunas baru. Sedangkan menurut

Tabel 6. Pengaruh naungan terhadap parameter pengamatan

Naungan	Kerapatan Trubus	Tinggi Tanaman				Warna Daun	Kadar Klorofil Daun	Tekstur Daun	Panjang Akar	Volume Akar
		15 MST	16 MST	17 MST	18 MST					
Kontrol (P0)	85,9 a	9,16 c	11,23 c	12,86 c	15,19 c	3,0 c	16,185 c	0,28 b	17,579 a	7,01 a
Paranet 50% (P1)	47,3 b	18,70 b	23,77 b	28,52 b	31,97 b	3,3 b	28,156 b	0,31 ab	13,762 b	3,63 b
Paranet 70% (P2)	22,3 c	28,47 a	34,36 a	41,08 a	43,53 a	3,8 a	43,819 a	0,33 a	11,102 c	1,58 c
P-Value	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,002**	0,000**	0,000**

Keterangan: Rerata dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan beda tidak nyata berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 95%

Tabel 7. Pengaruh auksin terhadap parameter pengamatan

Hormon Auksin	Kerapatan Trubus	Tinggi Tanaman				Warna Daun	Kadar Klorofil Daun	Tekstur Daun	Panjang Akar	Volume Akar
		15 MST	16 MST	17 MST	18 MST					
Kontrol (A0)	39,8 b	14,87 b	19,30 b	23,56 b	25,48 b	3,2	24,111 c	0,29	12,119 c	2,87 b
Dosis 35% (A1)	47,4 b	18,37 ab	22,56 ab	26,99 ab	30,04 ab	3,3	26,736 bc	0,30	13,726 b	3,80 b
Dosis 70% (A2)	54,7 ab	19,78 a	23,73 ab	28,50 ab	31,58 a	3,4	30,861 ab	0,31	13,923 b	3,92 b
Dosis 100% (A3)	65,5 a	22,08 a	26,87 a	30,88 a	33,82 a	3,6	35,839 a	0,32	16,822 a	5,7 a
P-Value	0,007**	0,002**	0,009**	0,044*	0,015*	0,179ns	0,000**	0,421ns	0,000**	0,000**

Keterangan: Rerata dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan beda tidak nyata berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 95%

Tabel 8. Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman

Perlakuan	Kerapatan Trubus	Tinggi Tanaman				Warna Daun	Kadar Klorofil Daun	Tekstur Daun	Panjang Akar	Volume Akar
		15 MST	16 MST	17 MST	18 MST					
P0A0	64,2 bcd	5,74 g	7,94 g	8,98 e	10,22 f	2,6 d	11,641 j	0,26 g	14,804 bc	5,12 bc
P0A1	79,4 abc	8,78 fg	10,36 fg	11,18 e	14,00 ef	2,6 d	14,320 ij	0,28 fg	15,926 b	6,26 b
P0A2	85,0 ab	10,06 efg	11,58 fg	13,84 de	16,46 ef	2,8 cd	17,937 hi	0,29 ef	16,134 b	6,30 b
P0A3	114,0 a	12,06 ef	15,04 ef	17,46 d	20,10 de	2,8 cd	20,845 gh	0,31 de	23,454 a	10,36 a
P1A0	39,2 def	15,28 de	19,90 de	24,46 c	26,48 d	3,0 bcd	22,511 gh	0,31 de	12,638 bc	2,82 cdef
P1A1	43,0 cdef	18,68 cd	24,28 cd	29,40 c	33,40 c	3,0 bcd	25,915 fg	0,31 de	13,944 bc	3,58 cde
P1A2	52,0 bcdef	19,30 cd	24,66 cd	29,98 c	33,98 c	3,0 bcd	30,031 ef	0,31 cde	14,042 bc	3,86 bcde
P1A3	53,8 bcde	21,56 c	26,24 cd	30,24 c	34,04 c	3,0 bcd	34,167 de	0,32 cd	14,376 bc	4,28 bcd
P2A0	15,0 f	23,60 bc	30,08 bc	37,26 b	39,76 bc	3,2 bcd	38,183 cd	0,32 cd	8,868 d	0,68 f
P2A1	19,0 ef	27,66 ab	33,06 b	39,82 ab	42,74 ab	3,4 abc	39,973 bc	0,33 bc	11,310 cd	1,56 ef
P0A0	64,2 bcd	5,74 g	7,94 g	8,98 e	10,22 f	3,6 ab	44,616 b	0,34 ab	11,594 cd	1,62 def
P0A1	79,4 abc	8,78 fg	10,36 fg	11,18 e	14,00 ef	4,0 a	52,507 a	0,36 a	12,686 bc	2,46 cdef
P-Value	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,003**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**

Keterangan: Rerata dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan beda tidak nyata berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 95%

Tabel 9. Keragaman Rumput pada Berbagai Perlakuan

Asal	Kerapatan Trubus	Tinggi Tanaman				Warna Daun	Kadar Klorofil Daun	Tekstur Daun	Panjang Akar	Volume Akar
		15 MST	16 MST	17 MST	18 MST					
Pacitan AUB	69,1 a	18,01 b	23,36 bc	28,24 ab	31,75 a	3,7 a	30,355	0,318	13,927	4,38 b
Ubud 4 Bali	41,2 b	15,72 b	18,51 c	23,74 b	25,44 c	3,5 ab	30,323	0,311	13,021	3,45 bc
Bentas 1 Makassar	30,3 b	16,31 b	19,88 c	24,07 b	26,96 bc	3,2 bc	28,926	0,305	14,035	2,58 c
Pantai Laguna Kebumen	38,0 b	23,69 a	28,39 a	31,75 a	34,03 a	3,4 abc	28,601	0,316	14,604	3,95 bc
Zmet	80,6 a	20,15 ab	25,44 ab	29,62 ab	32,97 a	3,1 c	28,729	0,302	15,150	5,99 a
P-Value	0,000**	0,001**	0,000**	0,023*	0,011*	0,002**	0,955ns	0,929ns	0,241ns	0,000**

Keterangan: Rerata dalam kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan beda tidak nyata berdasarkan uji DMRT tingkat kepercayaan 95%

Handayani *et al.* (2020), penambahan hormon auksin dapat mendorong kemunculan trubus lebih cepat sehingga mampu menambah banyaknya jumlah trubus baru. Sehingga pada lingkungan yang terlalu padat dan pemberian dosis auksin dengan dosis yang tinggi akan memperbanyak jumlah trubus yang dihasilkan oleh tanaman, kemudian akan menaikkan nilai

kerapatan trubus. Pada penelitian yang dilakukan oleh Okeyo *et al.* (2011) kerapatan trubus *Zoysia japonica* menghasilkan nilai yang paling sedikit di tempat teduh dibanding di bawah peninjauan matahari penuh. Hal ini sejalan dengan pendapat Patton (2010) bahwa *Zoysia japonica* memiliki kerapatan trubus yang lebih sedikit dibandingkan dengan *Zoysia matrella*.

Tinggi Tanaman

Pertambahan tinggi tanaman menunjukkan aktivitas pertumbuhan vegetatif suatu tanaman. Uji ANOVA tinggi tanaman menghasilkan nilai $p=0,000$ yang berarti bahwa perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil uji DMRT dengan nilai taraf 5% pada Tabel 8 menunjukkan bahwa terdapat kenaikan tinggi tanaman pada setiap perlakuan di 15 MST hingga 18 MST. Tinggi tanaman tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P2A3 di setiap MST, tinggi tanaman pada 15 MST yaitu 32,62 cm, pada 16 MST yaitu 39,34 cm, pada 17 MST yaitu 44,96 cm, dan pada 18 MST yaitu 47,34 cm. Tinggi tanaman tertinggi pada 15 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2 yaitu 30,00 cm dan perlakuan P2A1 yaitu 27,66 cm, pada 16 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2 yaitu 34,96 cm, pada 17 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2 yaitu 42,28 cm dan perlakuan P2A1 yaitu 39,82 cm, serta pada 18 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2 yaitu 44,30 cm dan P2A1 yaitu 42,74 cm. Sedangkan tinggi tanaman paling pendek pada 15 MST hingga 18 MST dapat dilihat diperlakuan P0A0, tinggi tanaman pada 15 MST yaitu 5,74 cm, pada 16 MST yaitu 7,94 cm, pada 17 MST yaitu 8,98 cm, dan pada 18 MST yaitu 10,22 cm. Tinggi tanaman terpendek pada 15 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0A1 yaitu 8,78 cm dan perlakuan P0A2 yaitu 10,06 cm, pada 16 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0A1 yaitu 10,36 cm dan perlakuan P0A2 yaitu 11,58 cm, pada 17 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0A1 yaitu 11,18 cm dan perlakuan P0A2 yaitu 13,84 cm, serta pada 18 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0A1 yaitu 14,00 cm dan perlakuan P0A2 yaitu 16,46 cm. Tinggi tanaman bertambah seiring dengan kerapatan naungan yang digunakan dan tingginya pemberian dosis auksin. Menurut Rusdy *et al.* (2022), rendahnya intensitas cahaya saat perkembangan tanaman dapat menyebabkan gejala etiolasi karena aktivitas hormon auksin. Etiolasi menurut Fitrian *et al.* (2023), adalah memanjangnya sel-sel dalam tanaman akibat hormon auksin dalam jumlah besar di tanaman karena respon tanaman yang hidup pada lingkungan sedikit cahaya. Ciri tanaman yang terkena etiolasi yaitu batang tanaman terlihat lebih panjang akibat kandungan air yang melimpah dalam tanaman tetapi batang tersebut tidak kokoh dan terlihat kurus. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmaniah dan Oesman (2023), menunjukkan bahwa perlakuan auksin berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, semakin tinggi dosis auksin yang diberikan maka pertumbuhan tanaman juga semakin tinggi, hal ini diduga disebabkan kandungan auksin endogen tanaman relatif sedikit sehingga pemberian auksin yang semakin tinggi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Dari hasil penelitian ini, diketahui bahwa tinggi *Zoysia japonica* pada kondisi naungan dapat mencapai dua kali lipat dari tinggi pada kondisi tanpa naungan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wherley *et al.* (2011), tinggi tanaman terus meningkat karena respon adaptasi naungan yang umum terjadi pada spesies tidak toleran terhadap naungan adalah pemanjangan daun yang cepat sehingga menghasilkan tanaman yang lebih tinggi dan tegak. Menurut Bae *et al.* (2010), tinggi *Zoysia japonica* pada keadaan tanpa naungan tanpa pemangkasannya dapat mencapai 8,7 cm hingga 27,8 cm dengan rata-rata tinggi 19,0 cm.

Warna Daun

Warna daun menunjukkan jumlah cahaya yang dipantulkan oleh *turfgrass*. Beberapa spesies dan varietas secara normal memiliki warna hijau terang. Menurut Yamada dan

Spangenberg (2009), *Zoysia japonica* terkenal sebagai rumput dengan warna daun yang pucat. Uji ANOVA warna daun menghasilkan nilai $p=0,003$ yang berarti bahwa perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap warna daun. Berdasarkan Tabel 8, hasil uji DMRT dengan nilai taraf 5% menunjukkan bahwa warna daun pada setiap perlakuan mengalami peningkatan seiring dengan tingginya tingkat kerapatan naungan dan banyaknya dosis auksin yang diberikan pada tanaman. Skor warna daun paling rendah dapat dilihat pada perlakuan P0A0 yaitu 2,6 dengan warna daun 2.5GY 5/6. Sedangkan skor warna daun tertinggi dapat dilihat pada perlakuan P2A3 yaitu 4 dengan warna daun 2.5GY 5/4 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2 yaitu 3,6 dengan warna daun 2.5GY 5/4 dan perlakuan P2A1 yaitu 3,4 dengan warna daun 2.5GY 5/6. Menurut Karubuy *et al.* (2018), perlakuan variasi intensitas naungan secara langsung berpengaruh terhadap karakteristik warna daun tanaman. Tanaman yang tumbuh pada lingkungan tanpa naungan cenderung berwarna hijau muda dan luas permukaan daun yang kecil, berbeda dengan warna daun pada naungan 70% yang cenderung berwarna hijau tua dan luas permukaan daun lebar. Perbedaan warna ini dipengaruhi oleh adaptasi tanaman, semakin tinggi tingkat naungan maka semakin meningkat efisiensi penangkapan cahaya tiap unit luas area fotosintetik atau daun. Adaptasi yang dilakukan adalah meningkatkan jumlah klorofil pada daun. Selain penggunaan naungan, pemberian hormon auksin juga dapat meningkatkan warna daun. Menurut Kumianjani *et al.* (2015) zat pengatur tumbuh digunakan untuk membantu tanaman merangsang produksi hormon tanaman (fitohormon) yang sudah ada pada tanaman, atau untuk menggantikan fungsi atau peran hormon ketika tanaman tidak dapat memproduksinya dengan baik. Kadar klorofil yang tinggi tersebut menurut Rasyidi *et al.* (2024) menyebabkan tingkat kecerahan menurun dan warna daun akan menjadi lebih gelap.

Kadar Klorofil Daun

Klorofil merupakan indikator penting untuk kesehatan, evaluasi kemampuan fotosintesis tanaman dan status pertumbuhan. Uji ANOVA kadar klorofil daun menghasilkan nilai $p=0,000$ yang berarti bahwa perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap kadar klorofil daun. Hasil uji DMRT dengan nilai taraf 5% pada Tabel 8, menunjukkan bahwa kadar klorofil daun tertinggi ditemukan pada perlakuan P2A3 sebesar 52,507 mg/g. Nilai terendah dari parameter kadar klorofil daun ditemukan pada perlakuan P0A0 sebesar 11,641 mg/g yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0A1 sebesar 14,320 mg/g dan perlakuan P0A2 sebesar 17,937 mg/g. Kadar klorofil daun dapat dilihat berdasarkan warna daun tanaman. Menurut Dharmadewi (2020), semakin hijau warna daun maka semakin tinggi kandungan klorofilnya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sutopo (2019), pemberian naungan dapat menyebabkan terjadinya perubahan kandungan klorofil daun, tanaman tanpa naungan memiliki kadar klorofil yang lebih rendah dibanding dengan tanaman pada naungan. Selain itu, menurut Manuhutu *et al.* (2014), pemberian auksin eksogen baik melalui pemupukan maupun pemberian zat pengatur tumbuh meningkatkan permeabilitas dinding sel, sehingga penyerapan unsur hara seperti unsur N, Mg, Fe, Cu akan meningkat dan membentuk klorofil yang sangat penting untuk peningkatan proses fotosintesis. Ketika fotosintesis meningkat, fotosintat juga meningkat.

Tekstur daun menandakan ukuran lebar belahan daun rumput. Menurut Pereira *et al.* (2017), rumput yang memiliki tekstur yang baik adalah rumput yang memiliki

daun yang menyempit. Rumput tersebut tampil lebih atraktif atau menarik dari rumput bertekstur kasar. Uji ANOVA tekstur daun menghasilkan nilai $p=0,000$ yang berarti bahwa perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap tekstur daun. Berdasarkan Tabel 8 hasil uji DMRT dengan nilai taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan dengan tekstur daun paling kasar adalah P2A3 sebesar 0,36 cm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2 sebesar 0,34 cm serta tekstur daun paling halus terdapat pada perlakuan P0A0 sebesar 0,26 cm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0A1 sebesar 0,28 cm. Tekstur daun makin kasar seiring meningkatnya tingkat kerapatan naungan dan dosis auksin yang diaplikasikan pada tanaman. Hal ini sejalan dengan pendapat yang dikatakan oleh Irawan dan Hidayat (2017), daun pada kondisi tanpa naungan lebih kecil dan lebih tebal daripada tanaman dengan naungan. Menurut Juhaeti (2002), pada kondisi teduh daun mengembang sehingga menambah luas permukaan tanaman dan memaksimalkan penyerapan cahaya. Saat tanaman tidak terkena cahaya, hormon auksin meningkatkan pemanjangan sel sehingga menyebabkan tanaman tumbuh lebih panjang. Jika tanaman terkena terlalu banyak cahaya, hormon auksin akan rusak sehingga menghambat pertumbuhan tanaman. Auksin dirusak oleh cahaya dan didistribusikan ke sisi gelap. Selain untuk pertumbuhan, Maghfiroh (2017) mengatakan bahwa cahaya juga diperlukan untuk aktivitas fotosintesis. Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Hariyati *et al.* (2022), lebar daun meningkat seiring dengan tingginya dosis auksin yang diberikan. Tekstur daun *Zoysia japonica* terkenal lebih kasar jika dibandingkan dengan *Zoysia matrella*. Patton (2010) juga melaporkan bahwa *Zoysia japonica* memiliki lebar daun > 2 mm. Menurut Hanna *et al.* (2013), *Zoysia japonica* memiliki lebar daun dengan rata-rata maksimal 5 mm atau 0,5 cm.

Panjang Akar

Rumput dengan sistem perakaran yang baik sangat diharapkan dalam peningkatan kualitas rumput, karena tanaman menjadi toleran terhadap kondisi stres. Uji ANOVA panjang akar menghasilkan nilai $p=0,000$ yang berarti bahwa perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap panjang akar. Hasil uji DMRT dengan nilai taraf 5% pada Tabel 8. menunjukkan bahwa panjang akar paling panjang ditemukan pada perlakuan P0A3 yaitu 23,454 cm, sedangkan paling pendek ditemukan pada perlakuan P2A0 yaitu 8,868 cm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A1 yaitu 11,310 cm dan perlakuan P2A2 sebesar 11,594 cm. Panjang akar paling panjang ditunjukkan pada perlakuan tanpa naungan dan pada pemberian dosis auksin 100%. Perlakuan tanpa naungan menunjukkan panjang akar paling panjang karena menurut Khusni *et al.* (2018) perlakuan tanpa naungan akan mendapatkan sinar matahari yang cukup, sehingga tanaman dapat melakukan proses metabolisme dan pertumbuhan yang baik jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Selain itu pada lingkungan dengan naungan 70% dan dengan pemberian hormon auksin 100%, pertumbuhan akar rumput dapat memanjang lebih baik jika dibandingkan pada lingkungan yang sama tanpa pemberian hormon auksin. Menurut Apriliani *et al.* (2015) auksin optimum membantu pemanjangan akar auksin optimum membantu pemanjangan akar, akan tetapi jika kadar pemberiannya melebihi kadar rekomendasi dapat menghambat pemanjangan akar. Pada penelitian ini, dosis auksin yang diberikan dapat membantu tanaman untuk pemanjangan akar. Rumput jenis *Zoysia* toleran terhadap

kekeringan dengan meningkatkan serapan air melalui pembentukan jaringan akar yang dalam. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Patton (2010) kedalaman maksimum perakaran *Zoysia* bisa mencapai 256-295 mm. Berdasarkan laju pertumbuhan akarnya, menurut Fuentealba *et al.* (2015), *Zoysia japonica* dikenal sebagai rumput yang lebih tahan terhadap cekaman kekeringan karena akar *Zoysia japonica* mampu memanjang 3,32 cm/hari.

Volume Akar

Tanaman dengan volume akar yang tinggi dapat mengabsorbsi lebih banyak air sehingga mampu bertahan pada kondisi kekurangan air menurut Mangansige *et al.* (2018). Uji ANOVA volume akar menghasilkan nilai $p=0,000$ yang berarti bahwa perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap volume akar. Berdasarkan hasil uji DMRT dengan nilai taraf 5% pada Tabel 8 menunjukkan bahwa volume akar paling besar ditemukan pada perlakuan P0A3 sebesar 10,36 cm³. Perlakuan dengan volume akar paling kecil adalah perlakuan P2A0 sebesar 0,68 cm³, perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A1 sebesar 1,56 cm³, perlakuan P2A2 sebesar 1,62 cm³, perlakuan P2A3 sebesar 2,46 cm³, dan perlakuan P1A0 sebesar 2,82 cm³. Perlakuan naungan dapat menurunkan volume akar tanaman. Menurut Raja *et al.* (2021), tingkat naungan 0% dan 25% memberikan volume akar yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat naungan 50%, sehingga semakin besar tingkat naungannya maka semakin kecil volume akarnya. Akan tetapi, pemberian dosis auksin mampu meningkatkan volume akar tanaman. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hia *et al.* (2023), pemberian auksin pada tanaman berpengaruh nyata terhadap volume akar, volume akar akan meningkat seiring meningkatnya dosis auksin yang diberikan pada tanaman. Pada penelitian yang dilakukan oleh Meiriani dan Barus (2016) penggunaan naungan mampu menurunkan volume akar dan pengaplikasian hormon auksin mampu meningkatkan volume akar tanaman. Pada penelitian ini *Zoysia japonica* memiliki rata-rata volume akar yang cukup besar. Hal ini menurut Jespersen dan Schwartz (2018) dikarenakan volume akar *Zoysia japonica* yang besar dapat digunakan untuk bertahan hidup pada kondisi kekeringan. Menurut Patton *et al.* (2017), *Zoysia japonica* merupakan jenis Zoysiagrass yang toleran terhadap cekaman kekeringan.

Keragaman Rumput pada Berbagai Perlakuan

Rumput *Zoysia japonica* yang berasal dari berbagai wilayah di Indonesia memiliki karakteristik masing-masing. Hasil penelitian (Tabel 9.) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan trubus, tinggi 15 MST, tinggi 16 MST, warna daun, dan volume akar. Sedangkan pada pengamatan tinggi 17 MST dan tinggi 18 MST berpengaruh nyata pada perlakuan serta berpengaruh tidak nyata terhadap kadar klorofil daun, tekstur daun, dan panjang akar. Pada pengamatan kerapatan trubus menunjukkan bahwa Zmet memiliki trubus yang paling rapat di antara rumput lainnya yaitu sebesar 80,6 trubus/cm², selain itu rumput yang beda tidak nyata dengan Zmet adalah Pacitan AUB dengan kerapatan trubus 69,1 trubus/cm². Rumput dengan kerapatan trubus terendah adalah rumput asal Bentas 1 Makassar. Rumput dengan tinggi tanaman terpendek di setiap MST adalah Ubud 4 Bali dan rumput dengan tinggi tanaman tertinggi adalah Pantai Laguna Kebumen, Zmet berbeda tidak nyata dengan Pantai Laguna Kebumen. Warna daun paling hijau

ditunjukkan oleh Pacitan AUB, warna daun Zmet menunjukkan warna daun yang hijau lebih terang dari rumput yang lain. Rumput dari Pantai Laguna Kebumen memiliki kadar klorofil daun terendah yaitu sebesar 28,601 mg/g dan Pacitan AUB memiliki kadar klorofil daun tertinggi yaitu 30,355 mg/g. Tekstur daun Zmet paling halus di antara rumput yang lain, rumput Pacitan AUB memiliki tekstur daun paling kasar. Zmet memiliki nilai panjang akar dan volume akar tertinggi dari rumput yang lainnya. Rumput yang terhambat pertumbuhan akarnya adalah rumput Ubud 4 Bali, sedangkan rumput yang tidak bisa mempertahankan kepadatan akarnya adalah rumput Bentas 1 Makassar. Sehingga rumput yang paling tahan dengan cekaman naungan adalah Zmet, diikuti oleh Pacitan AUB.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis perbedaan pertumbuhan *Zoysia japonica* pada lingkungan dengan naungan dan pengaruh pemberian hormon auksin dengan media tanam pasir dapat disimpulkan bahwa interaksi perlakuan naungan dan pemberian hormon auksin berpengaruh sangat nyata terhadap semua parameter pengamatan. *Zoysia japonica* pada penelitian ini mampu bertahan hidup pada lingkungan dengan naungan 70%, tetapi pertumbuhannya akan lebih baik jika diberi auksin 100%. Interaksi perlakuan naungan 70% dan pemberian dosis auksin 100 % dapat meningkatkan kerapatan trubus, tinggi tanaman, warna daun, kadar klorofil daun, tekstur daun, panjang akar, dan volume akar. Interaksi naungan 50% dan pemberian dosis auksin 100% menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan dengan interaksi naungan 70% dan pemberian hormon auksin 100%. Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah pada penggunaan naungan tingkat tinggi sebaiknya diberikan hormon auksin untuk menunjang pertumbuhan *Zoysia japonica*. Hal tersebut dikarenakan pemberian auksin dapat mempercepat pertumbuhan tanaman terutama pada pertumbuhan akar. Dengan pemberian auksin harus diimbangi dengan frekuensi pemangkas yang lebih sering dilakukan, karena rumput akan lebih cepat meninggi pada lingkungan dengan naungan 70% dan pemberian auksin 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani A, Aneloi Z, Suwirmen. 2015. Pemberian Beberapa Jenis dan Konsentrasi Auksin untuk Menginduksi Perakaran pada Stek Pucuk Bayur (*Pterospermum javanicum* Jungh.) dalam Upaya Perbanyakan Tanaman Revegetasi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA)*, 4(3): 178–187.
- Arisanti S, Sulistyantara B, Nasrullah N. 2022. Evaluasi Kerusakan Fisik Pohon dalam Upaya Menghadirkan Pohon Jalur Hijau yang Aman di Kota Padang. *Jurnal Lanskap Indonesia* 14(2): 69–77. <https://doi.org/10.29244/jli.v14i2.40196>
- Ayyubi MS, Arifin HS, Kaswanto RL. 2024. Rekomendasi Strategi Pengelolaan Lanskap Publik Ruang Terbuka Hijau dan Biru di Kota Bogor. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 11(2):102-112. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v11i2.57137>
- Bae E, Park N, Lee K, Lee S, Choi J, Yang G. 2010. Distribution and Morphology Characteristics of Native Zoysiagrasses (*Zoysia* spp.) Grown in South Korea. *Asian Journal of Turfgrass Science* 24(2): 97–105.
- BPS Kabupaten Karanganyar. 2023. *Kabupaten Karanganyar dalam Angka* 2023. In Katalog 1102001.3276: 1–448.
- Dharmadewi AAIM. 2020. Analisis Kandungan Klorofil pada Beberapa Jenis Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Suplement. *Jurnal Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains* 9(2): 171–176.
- Dokoochaki H, Miguez FE, Laird D, Horton R, Basso AS. 2017. Assessing the Biochar Effects on Selected Physical Properties of a Sandy Soil: An Analytical Approach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 48(12): 1387–1398. <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1358742>
- Fitrian A, Bafdal N, Perwitasari SDN. 2023. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Romaine (*Lactuca sativa L. var. longifolia*) terhadap Perbedaan Jarak Tanam pada Smart Watering System SWU 02. *Berkala Ilmiah Pertanian* 6(1): 1–7. <https://doi.org/10.19184/bip.v6i1.37120>
- Fuentelba MP, Zhang J, Kenworthy KE, Erickson JE, Kruse J, Trenholm LE. 2015. Root Development and Profile Characteristics of Bermudagrass and Zoysiagrass. *HortScience* 50(10): 1429–1434. <https://doi.org/10.21273/hortsci.50.10.1429>
- Handayani E, Palupi T, Rianto F. 2020. Tingkat Keberhasilan Pertumbuhan Stek Lada dengan Aplikasi Naungan dan Berbagai Hormon Tumbuh Auksin. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi* 13(2): 106–111. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v13i2.6709>
- Hanna W, Raymer P, Schwartz B. 2013. Warm-season Grasses: Biology and Breeding. *Turfgrass: Biology, Use, and Management*, 56: 543–590. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr56.c16>
- Hariyati T, Putra MU, Marici A. 2022. Aplikasi Hormon Organik terhadap Tanaman Jagung di Desa Kelubir. *Jurnal Agrotek Indonesia* 7(2): 23–27.
- Hia FIS, Zulfida I, Sibagariang E. 2023. Pengaruh Pemberian Pupuk ZPT Auksin dan Kompos Kulit Pisang terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (*Amaranthus tricolor L.*). *Jurnal Agroplasma* 10(2): 728–734.
- Irawan A, Hidayat HN. 2017. Pengaruh Naungan terhadap Pertumbuhan dan Mutu Bibit Cempaka Wasian (*Magnolia tsampaca* (miq.) dandy) di Persemaian. *Jurnal WASIAN* 4(1): 11–16.
- Jespersen D, Schwartz B. 2018. Drought Avoidance Traits in a Collection of Zoysiagrasses. *HortScience* 53(11): 1579–1585. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13427-18>
- Juhaeti T. 2002. The Effect of Bulb Weight as Planting Material and shading on the Growth of Keladi Tikus (*Thyponium flagelliforme* (Lodd.) Bl.). *Berita Biologi* 6(3): 521–526.
- Karubuy CNS, Aditya R, Jacobus W. 2018. Karakteristik Stomata dan Kandungan Klorofil Daun Anakan Kayu Cina (*Sundacarpus amarus* (Blume) C.N.Page) pada Beberapa Intensitas Naungan. *Jurnal Kehutanan Papua* 4(1): 45–56.
- Khusni L, Hastuti RB, Prihastanti E. 2018. Pengaruh Naungan terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan pada Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 3(1): 62. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.62-70>
- Kumianjani E, Damanik RI, Siregar LAM. 2015. Pengaruh Pemberian N 2,4-D terhadap Pertumbuhan dan Metabolisme Kalus Kedelai pada Kondisi Hipoksida secara In Vitro. *Agroteknologi* 4(1): 1673–1680.
- Long S, Yan F, Yang L, Sun Z, Wei S. 2020. Responses of Manila Grass (*Zoysia matrella*) to Chilling Stress: from Transcriptomics to Physiology. *PLoS ONE* 15(7): 1–30. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235972>

- Maghfiroh J. 2017. Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi* 51–58.
- Mangansige CT, Ai NS, Siahaan P. 2018. Panjang dan Volume Akar Tanaman Padi Lokal Sulawesi Utara Saat Kekeringan yang Diinduksi Dengan Polietilen Glikol 8000. *Jurnal MIPA* 7(2), 12–15. <https://doi.org/10.35799/jm.7.2.2018.20618>
- Manuhutu AP, Rehatta H, Kailola JJ. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Agrologia* 3(1), 18–27. <https://doi.org/10.30598/a.v3i1.256>
- Meiriani R, Barus A. 2016. The Influence of Percentage of Shade on the Growth of *Mucuna bracteata* D.C. Seedling Origin Cuttings with Different IAA Concentration. *Agroteknologi* 4(3), 2114–2126.
- Mosyafitiani A, Kaswanto RL, Arifin HS. 2018. Potensi Tumbuhan Liar di Sempadan Terbangun Sungai Ciliwung di Kota Bogor sebagai Upaya Restorasi Ekosistem Sungai. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 5(1): 1–13. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v5i1.29781>
- Muakhor EJ, Nasullah N, Makalew AD. 2013. Evaluasi Kualitas Visual dan Fungsional Rumput Lapangan Sepakbola. *Jurnal Lanskap Indonesia* 5(2): 29–35. <https://doi.org/10.29244/jli.2013.5.2.29-35>
- Muakhor EJ, Nasullah N, Makalew AD. 2014. Pengaruh Rekayasa Media Tanam dan Pemangkasan Terhadap Kualitas Visual dan Fungsional Rumput Zoysia matrella. *Jurnal Lanskap Indonesia* 6(1) : 37–40.
- Muharam RA, Mutakin J, Maesyarah SS. 2021. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Hydrasil dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoy (*Brassica rapa* L.). *JAGROS: Jurnal Agroteknologi Dan Sains (Journal of Agrotechnology Science)* 6(1): 44–51. <https://doi.org/10.52434/jagros.v6i1.1618>
- Okeyo DO, Fry JD, Bremer DJ, Chandra A, Genovesi AD, Engelke MC. 2011. Stolon Growth and Tillering of Experimental Zoysiagrasses in Shade. *HortScience* 46(10): 1418–1422. <https://doi.org/10.21273/hortsci.46.10.1418>
- Patel S, Sahu TL, Netam N, Paikra MS. 2022. Effect of Macronutrients on Establishment of Korean Lawn Grass (*Zoysia japonica* Steud.). *The Pharma Innovation Journal* 11(5), 2238–2241.
- Patton A. 2010. Selecting Zoysiagrass Cultivars: Turf Quality and Stress Tolerance. *Golf Course Mgmt.* 78(5), 90–95.
- Patton AJ, Schwartz BM, Kenworthy KE. 2017. Zoysiagrass (*Zoysia* spp.) History, Utilization, and Improvement in the United States: A review. *Crop Science* 57, 37–72. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.02.0074>
- Pereira MC, Rios EF, Kenworthy KE, Quesenberry KH, Blount A, Erickson J, Altpeter F Munoz P. 2017. Comparisons of Turf-Type Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügge) Lines for Root and Shoot Traits under Various Nitrogen Regimes . *International Turfgrass Society Research Journal* 13(1), 443–453. <https://doi.org/10.2134/itsrj2016.06.0468>
- Pranoto H, Yuni I. 2022. Pertumbuhan dan hasil beberapa kultivar sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) pada berbagai tingkat naungan. *Jurnal Pertanian Tropik* 9(1): 36–42. <https://doi.org/10.23960/jpt.v9i1.5189>
- Putra BU, Krisnandika AAK, Dharmadiatmika IMA. 2022. Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal di Lapangan Puputan Margarana, Denpasar. *Jurnal Lanskap Indonesia* 14(1): 16–21. <https://doi.org/10.29244/jli.v14i1.38646>
- Rahayu, Ariyanto DP, Usrotin AH, Hatami FR, Mo YG. 2023. Assessment of Turf Quality in *Paspalum vaginatum* Sw. Accessions of Sumatra, Java, and Bali (Indonesia) with Clay and Amended Sand Growing Media. *Biodiversitas* 24(3): 1650–1658. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240338>
- Rahmaniah, Oesman R. 2023. Pengaruh aplikasi kompos TKKS pada media dan auksin terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di pre nursery. *Jurnal Agrotek Lestari*, 9(1): 90–97.
- Raja GEL, Matana YR, Butarbutar RR, Ai NS. 2021. Respon pertumbuhan vegetatif padi Sulutan dan Rindang 2 di bawah naungan pohon kelapa. *Buletin Palma* 22(2): 85–94. <https://doi.org/10.21082/bp.v22n2.2021.85-94>
- Ramadhan NW, Maria M, Ekaputra YD. 2015. Perancangan stadion sepak bola di Kota Semarang. *Journal of Architecture* 1(1): 1–15.
- Rasyidi AF, Sulistiani R, Bin I. 2024. Kadar klorofil daun bibit kelor (*Moringa oleifera* L.) pada berbagai dosis kompos. *Agrium* 27(1): 32–43.
- Revianto, Rahayu A, Mulyaningsih Y. 2017. Pertumbuhan dan produksi tanaman kenengkir (*Cosmos caudatus* Kunth) pada berbagai tingkat naungan. *Jurnal Agronida* 3(2): 76–83.
- Rusdy E, Santoso PJ, Sukendah. 2022. Pengaruh pemberian naungan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terong ungu (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Agrotech* 12(2): 57–65.
- Šimanský V, Juriga M, Jonczak J, Uzarowicz Ł, Stepien W. 2019. How Relationships between Soil Organic Matter Parameters and Soil Structure Characteristics Are Affected by the Long-Term Fertilization of A Sandy Soil. *Geoderma* 342(February): 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.02.020>
- Sonjaya MP, Budiarti T, Nasrullah N. 2025. Kajian Penyediaan Tanaman pada Beberapa Sentra Produksi dan Penggunaannya dalam Lanskap. *Jurnal Lanskap Indonesia* 17(1): 65–76.
- Sutopo A. 2019. Pengaruh Naungan terhadap beberapa Karakter Morfologi dan Fisiologi pada Varietas Kedelai Ceneng. *Jurnal Citra Widya Edukasi* 9(2): 131–142.
- Wang J, An C, Guo H, Yang X, Chen J, Zong J, Li J, Liu J. 2020. Physiological and Transcriptomic Analyses Reveal the Mechanisms Underlying the Salt Tolerance of *Zoysia japonica* Steud. *BMC Plant Biology* 20(1): 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02330-6>
- Wherley BG, Skulkaew P, Chandra A, Genovesi AD, Engelke MC. 2011. Low-input Performance of Zoysiagrass (*Zoysia* spp.) Cultivars Maintained Under Dense Tree Shade. *HortScience* 46(7): 1033–1037. <https://doi.org/10.21273/hortsci.46.7.1033>
- Yamada T, Spangenberg G. 2009. Molecular Breeding of Forage and Turf. In *Molecular Breeding of Forage and Turf*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08714-6>