

Optimization and Yield of Kale Plant (*Brassica Oleracea* Var. *Acephala*) on A Combination of Terra Preta Planting Media and Shade

[Optimasi dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica Oleracea* Var. *Acephala*) Pada Pemberian Kombinasi Media Tanam Terra Preta dan Naungan]

Afif Ardi Pratama¹⁾, M. Abror²⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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

Abstract. *This research aims to examine the optimization of water spinach yields given a combination of terra preta and shade planting media. This research was carried out in March-May 2024 in Sumber Ngepoh village, sub-district. Lawang district Malang with an altitude of 378 meters above sea level. This research used a nested design with the independent factors being a combination of terra preta media with three levels, namely terra preta 0% (M0), terra preta 25% (M1) terra preta 50% (M2) with three repetitions to obtain 27 trial maps. Meanwhile, protection as the main plot (free factor) is by using several paranets with different density intensities including no paranet (K1), 50% paranet (K2), and 75% paranet (K3). Data analysis used analysis of variance and continued with the 5% BNJ test with observations of variables namely light intensity, growth rate, leaf area, chlorophyll (a, b, total), root length, wet weight and dry weight. The terra preta media treatment obtained significant results on the observation variables of leaf area and wet weight with the highest results in the 50% terra preta treatment, 101.59cm² and 61.03g. Meanwhile, shade intensity produced significant results in observing the highest leaf area in 75% shade, 94.81cm², as well as significant results in the root length variable with the highest results in the treatment without shade, 21.74cm. Terra preta with a concentration of 50% and shade of 75% has the potential to be applied to land in the future.*

Keywords - Kale, Terra Preta, Shade

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji optimasi hasil tanaman kale pada pemberian kombinasi media tanam terra preta dan naungan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2024 di desa Sumber Ngepoh kec. Lawang kab. Malang dengan ketinggian tempat 378 mdpl. Penelitian ini menggunakan Rancangan Tersarang (Nested) dengan factor tidak bebas adalah kombinasi media terra preta dengan tiga taraf yakni terra preta 0% (M0), terra preta 25% (M1) terra preta 50% (M2) dengan tiga kali ulangan sehingga di peroleh 27 petak percobaan. Sedangkan naungan sebagai petak utama (factor bebas) dengan penggunaan beberapa paranet dengan intensitas kerapatan yang berebeda meliputi tanpa paranet (K1), paranet 50% (K2), dan paranet 75% (K3). Analisis data menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNJ 5% dengan variable pengamatan yakni intensitas cahaya, laju pertumbuhan, luas daun, klorofil (a,b,total), panjang akar, bobot basah dan bobot kering. Perlakuan media terra preta mendapatkan hasil signifikan pada variabel pengamatan luas daun dan bobot basah dengan hasil tertinggi pada perlakuan 50% terra preta 101,59cm² dan 61,03g. Sedangkan pada intensitas naungan mendapat hasil signifikan pada variabel pengamatan luas daun tertinggi pada naungan 75% 94,81cm², serta hasil signifikan pada variabel panjang akar dengan hasil tertinggi pada perlakuan tanpa naungan 21,74cm. Terra preta dengan kosentrasi 50% dan naungan 75% memiliki potensi untuk diaplikasikan pada lahan pada masa mendatang.*

Kata Kunci – Kale, Terra Preta, Naungan

I. PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia menjadi salah satu negara yang mempunyai produk pertanian yang tumpah ruah, mulai dari tanaman pangan, hortikultura hingga tanaman obat dan rempah. Sektor tanaman hortikultura menjadi produk pertanian yang banyak diminati bagi kalangan masyarakat Indonesia. Tanaman Kale yakni salah satu dari varietas tanaman sayuran daun yang merupakan keluarga dari *Brassicaceae* [1]. Kale memiliki kandungan fitokimia yang tinggi yakni; Vitamin, Mineral, serat dan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan,

sehingga mampu meningkatkan kesehatan tubuh [2]. Kale memiliki dampak positif untuk penangkal penyakit kronis seperti kanker karena mengandung zat anti kanker (sulphoraphane) dan dapat berpotensi mengurangi resiko penyakit seperti obesitas, jantung dan diabetes [3]. Pada akhir-akhir ini permintaan akan sayuran sehat semakin meningkat dikarenakan masyarakat telah mengerti akan pentingnya pola hidup sehat [4].

Namun atas semakin meningkatnya penawaran akan produk-produk hortikultura maka semakin banyak pula dijumpai beragam persoalan imbas dari menejemen di lahan pertanian, salah satunya yakni kontaminasi pupuk anorganik dan pestisida anorganik imbas dari pengaplikasian yang melampaui batas maksimum penggunaan. Maka akan berimbas bagi kemerosotan kualitas tanah akibat bahan-bahan sintesis yang digunakan. Penggunaan intens dalam jangka panjang mengakibatkan penurunan taraf bahan organik tanah, struktur tanah buruk dan pencemaran lingkungan. [5]. Pada umumnya lahan pertanian telah mengalami penurunan angka keproduktifannya dan menjadi lahan tidur, lebih-lebih tentang semakin rendah kandungan karbon organik yang ada pada tanah yang dipicu dengan penggunaan pupuk anorganik dengan kurun waktu yang relatif lama dan berterusan [6]. Salah satu penanganan dalam memangkas penggunaan pupuk kimia yakni pemanfaatan limbah-limbah organik yang bersumber dari bagian tumbuhan ataupun limbah binatang. Sayuran organik dipercaya memiliki kandungan antioksidan yang lebih banyak 10 hingga 50% di bandingkan dengan sayuran yang di budidaya dengan menggunakan bahan-bahan kimia. Nitrat yang terkandung pada sayuran dan buah organik diketahui 25% jauh lebih rendah dari komoditas serupa yang di produksi secara anorganik [7].

Salah satu konsep dalam pertanian organik yang dapat dimanfaatkan adalah konsep terra preta. Terra preta adalah jenis tanah hitam yang sangat subur karena mengandung bahan pupuk kandang sebagai pembenah tanah. Terra preta yang terbuat dari kotoran ternak memiliki kadar nutrisi yang lebih tinggi [8]. Kesuburan tanah terra preta disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik dan kemampuannya untuk meningkatkan retensi hara melalui biochar [9]. Terra preta memiliki kandungan karbon, nitrogen, dan fosfor yang tinggi, berkisar antara 2-8%, yang dapat menjaga kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman [10]. Selain itu, penggunaan biochar terra preta dapat meningkatkan total pori-pori dalam tanah sebanyak 9,78% dari 44,43% [10]. Biochar pada terra preta juga dapat secara signifikan mengurangi pencucian pupuk nitrogen [11]. selain itu, biochar mampu mengikat nitrogen untuk penyerapan tanaman. Dalam hal ini sangat penting bagi tanaman yang tidak mampu mengikat nitrogen sendiri (non-kacang-kacangan) [12].

Selain pentingnya menjaga dan memperbaiki tanah sebagai pendukung kehidupan tanaman, budidaya tanaman kale masih dihadapkan pada kendala berupa syarat tumbuh yang belum ideal. Tanaman kale dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian antara 700 hingga 1.300 mdpl [13]. dengan respon terhadap radiasi pada tingkat rendah antara 600-800 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ /atau sebesar 32.400-43.200 lux [14]. Menurut [15] Pada daerah dengan ketinggian minimal antara 300 hingga 700mdpl tanaman menerima intensitas cahaya matahari sebesar 92.000 lux. Terlalu tingginya intensitas cahaya dapat menghambat proses asimilasi karbon dan mengurangi Pn (pertukaran gas karbon dioksida) tanaman. Sebagai akibatnya, tanaman tidak dapat menggunakan seluruh cahaya yang diserap dalam proses fotosintesis. Ketika intensitas cahaya yang diserap melebihi kebutuhan fotosintesis, tanaman akan mengeluarkan sebagian energi dalam bentuk panas. Intensitas cahaya yang berlebihan juga dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman.[16]. Untuk mengatasi hal ini, salah satu cara adalah dengan memberikan naungan menggunakan paranet. Penggunaan paranet dapat mengurangi intensitas cahaya matahari, memicu pertumbuhan vegetatif yang lebih baik [17].

Hasil penelitian [18] menunjukkan bahwa penambahan 25% terra preta menghasilkan parameter pertumbuhan tertinggi, dengan pertumbuhan relatif rata-rata 78% lebih tinggi dibandingkan dengan tanah control. Dalam penelitian lain menyatakan penggunaan biochar dalam terra preta terjadi peningkatan hasil jagung, peningkatan N dan Ca, serta peningkatan pada daun jagung [12]. Pada penelitian dengan perlakuan naungan menunjukkan bahwa pada naungan 50% itensitas cahaya menyatakan lebih rendah daripada tanpa naungan sebesar 20.084 lux [19].

Dalam penelitian ini terdapat dua rumusan masalah yang harus dipecahkan, bagaimana pengaruh pemberian kombinasi *terra preta* dan naungan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kale. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi *terra preta* dan naungan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kale. Berdasarkan uraian tersebut.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Lahan percobaan yang terletak di desa Sumber Ngepoh, kecamatan Lawang, kabupaten Malang, dengan ketinggian tempat sekitar 385 meter di atas permukaan laut. Wilayah ini memiliki

kondisi suhu berkisar antara 22- 32°C, dan rata-rata curah hujan sebesar 349 m³/dt. Selain itu, bagian laboratorium agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo juga digunakan dalam penelitian ini. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan maret hingga mei 2024. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman kale, feses kambing, arang kayu, em4, molase, tauge, tanah, air. Alat – alat yang digunakan yaitu polybag hitam berukuran 25cm x 30cm, ember/tong, gelas ukur, timbangan, penggaris, alat tulis, kertas label, handphone, karung, cetok, parnet. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Nested dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama melibatkan pemberian media tanam yang terdiri dari 3 taraf yakni Terra Preta 0% (M0), Terra Preta 25% (M1), Terra Preta 50% (M2). Faktor Kedua adalah Intensitas naungan dengan 3 taraf antara lain : Tanpa paranet (K1), Paranet 50% (K2), Paranet 75% (K3). Perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga dihasilkan 27 satuan percobaan.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pembuatan media tanam (terra preta), Bahan dasar antara lain arang kayu, dan kotoran kambing dengan perbandingan 1:1. Bahan dasar ditumpuk secara merata, selanjutnya dilakukan penambahan kapur dolomit sebanyak 1/20 dari berat kotoran kambing, ditambahkan bioaktivator EM4 20 ml/l air secara merata. Selanjutnya bahan tersebut diaduk secara merata. Setelah itu, dilakukan fermentasi selama lebih kurang 4 minggu. Kompos yang telah matang ditandai dengan warnanya telah berubah menyerupai tanah, suhu mendekati suhu ruangan 25-30 °C. Setelah kompos matang, selanjutnya dikering anginkan. Selanjutnya yakni pembibitan tanaman, Benih yang akan digunakan direndam terlebih dahulu dalam air hangat selama sekitar 1 jam. Proses pembibitan dilakukan menggunakan tray pembibitan yang telah diisi dengan campuran tanah dan pupuk organik dalam rasio 2:1. Benih kemudian ditanam di lubang tanam pada tray dengan kedalaman sekitar 1 cm, dengan satu benih per lubang tanaman. Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari dan berlangsung hingga tanaman mencapai usia 3 minggu setelah penanaman atau memiliki 4-6 helai daun.

Setelah fermentasi terra preta matang maka proses selanjutnya yakni perisapan media tanam, Media yang digunakan dalam penelitian kali ini yakni tanah dengan kondisi tanah sudah dikering anginkan terlebih dahulu dan di campur dengan *terra pereta* dengan perbandingan sesuai dengan kombinasi yang telah di tentukan. Media tanah dan *terra preta* di aduk hingga merata, setelah tercampur merata dimasukkan ke dalam polybag berukuran 25cm x 30cm. dan di lanjut dengan pembuatan naungan, Pembuatan naungan dengan menggunakan paranet dan bambu, dengan ukuran paranet 2m (lebar) x menyesuaikan (panjang) dengan ketinggian paranet 2 m. Proses selanjutnya yakni penanaman, Penanaman dilakukan ketika bibit kale sudah berumur 3 minggu atau berdaun 4 - 6 helai dan dilakukan pada sore hari. Sebelum bibit dicabut atau dikeluarkan, media persemaian disiram terlebih dahulu untuk mempermudah pengambilan bibit, sehingga tidak merusak akar. Kemudian bibit tersebut dilakukan pindah tanam ke dalam polybag berukuran 25 cm x 30 cm. Masing-masing satu polybag satu bibit kale. Setelah itu disiram hingga kapasitas lapang. setelah proses penanaman, maka di lanjut dengan perawatan. ada tiga factor utama dalam perawatan yakni penyiraman, penyulaman dan pengendalian OPT. Penyiraman dilakukan seharidua kali yaitu pada pagi dan sore hari secara teratur dan dalam jumlah yang cukup tergantung dari kelembaban media dalam polybag. Penyulaman dilakukan apabila ada tanaman yang mati atau tumbuh tidak normal setelah satu minggu dipindah tanamkan, sebelumnya tanaman di persiapkan terlebih dahulu. Dilakukan secara manual atau menggunakan pestisida alami atau menggunakan mekanik. Untuk penyiangan dilakukan setiap saat secara mekanik.

Proses terakhir yakni pemanenan, pemanenan dilakukan dengan cara mencabut seluruh bagian kale berdasarkan umur panen masing-masing varietas. Varietas Drawft Curly dipanen saat umur 50 HST. Pemanenan dilakukan pada pagi atau sore hari untuk mengurangi penyusutan dan kandungan gizi yang terdapat pada kale. Variabel yang diamati meliputi laju pertumbuhan (g/minggu), luas daun (cm³), Panjang akar (cm), klorofil (mg/L), bobot basah (g), bobot kering (g). Semua data dari hasil pengamatan diolah menggunakan analisis ragam (ANOVA) jika terdapat hasil berbeda nyata atau sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Intensitas cahaya

Hasil pengamatan intensitas cahaya pada petak percobaan akibat pengaruh presentase naungan di sajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata intensitas cahaya yang masuk (lux meter)

Perlakuan	Pengukuran itensitas cahaya (lux meter)
Tanpa naungan	95588

Naungan 50%	49838
Naungan 75%	32838

Keterangan : Pengukuran Intensitas Cahaya menggunakan alat Lux meter

Tabel 1 merupakan pengukuran intensitas cahaya pada masing-masing naungan menunjukkan terjadi penurunan intensitas cahaya seiring dengan besarnya presentase naungan. Pada perlakuan tanpa naungan yaitu 95588 lux (100% cahaya), perlakuan naungan 50% yaitu 49838 lux (50% cahaya) dan perlakuan naungan 75% yaitu 32838 lux (25% cahaya).

B. Laju pertumbuhan relatif

Pengaruh media terra preta dan intensitas naungan menunjukkan hasil tidak nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman kale disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata pengaruh media tanam terra preta dan naungan terhadap laju pertumbuhan relatif (RGR) 25-50 hst

Perlakuan	Laju pertumbuhan relatif (g/minggu)
Terra Preta 0% (M0)	0.27
Terra Preta 25% (M1)	0.29
Terra Preta 50% (M2)	0.32
BNJ 5%	tn
Intensitas Naungan 0% (K1)	0.15
Intensitas Naungan 50% (K2)	0.36
Intensitas Naungan 75% (K3)	0.37
BNJ 5%	tn

keterangan. tn = tidak nyata; hst = hari setelah tanam; RGR = Laju pertumbuhan relatif

Data pada Tabel 2 memperlihatkan laju pertumbuhan relatif (RGR) diperoleh dari perhitungan berat kering total tanaman selama fase perumbuhan tanaman, dalam hal ini adalah berat kering total tanaman yang terkumpul dari 25 hst hingga 50 hst (saat tanaman panen). Data Tabel 2 memperlihatkan walaupun terdapat kecenderungan media tanam terra preta dan naungan mempunyai laju pertumbuhan relative yang tinggi, namun pada kedua perlakuan tersebut mempunyai RGR yang relative sama yaitu pada perlakuan media terra preta berkisar 0,27 g/minggu hingga 0,32 g/minggu dan demikian juga pada perlakuan naungan yakni berkisar 0.15 g/minggu hingga 0,37 g/minggu

Laju pertumbuhan relatif tanaman mengacu pada peningkatan berat kering tanaman dalam suatu periode waktu tertentu. Ini mencerminkan keseimbangan antara proses fotosintesis dan respirasi. Jika respirasi melebihi fotosintesis secara signifikan, maka berat kering tanaman akan menurun, yang pada akhirnya mempengaruhi laju pertumbuhan relatifnya. [20].

C. Luas daun

Pengaruh media terra preta menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada umur 7 hst dan 14 hst tetapi pada umur 21 hst, 28 hst, 35 hst, 42 hst, dan 49 hst perlakuan media terra preta menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap luas daun tanaman kale. Sedangkan perlakuan naungan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada umur 7 hst, 14 hst, 21 hst, 28 hst, 42 hst dan 49 hst tetapi pada umur 35 hst mendapatkan hasil berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Rerata luas daun sebagai respon tanaman kale terhadap aplikasi terra preta dan intensitas naungan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata pengaruh media tanam dan intensitas naungan terhadap luas daun tanaman kale

Perlakuan	Luas daun (cm ²)						
	7hst	14hst	21hst	28hst	35hst	42hst	49hst
Terra Preta 0% (M0)	2.87	9.65	17.93a	27.22a	36.82a	42.98a	52.55a
Terra Preta 25% (M1)	3.79	14.35	25.30ab	51.86b	66.27b	72.36b	86.11ab
Terra Preta 50% (M2)	3.18	11.97	37.85b	63.51b	72.91b	85.19b	101.59b

BNJ 5%	tn	tn	17.52	19.12	17.69	27.72	35.27
Intensitas Naungan 0% (K1)	2.82	8.99	20.76	42.29	52.93a	58.66	68.37
Intensitas Naungan 50% (K2)	3.27	11.01	28.61	45.63	54.76ab	63.67	77.06
Intensitas Naungan 75% (K3)	3.75	15.97	27.03	54.68	68.30b	78.20	94.81
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	11.62	tn	tn

Keterangan: Angka yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata (BNJ 5%). tn = tidak nyata

Data rata-rata daun diukur saat tanaman berusia 7 hst hingga 49 hst. Pada data tersebut sebagaimana yang di tampilkan Tabel 3 menunjukkan perlakuan media terra preta pada umur 7 hst dan 14 hst menunjukkan hasil tidak nyata, namun pada umur 21 hst hingga 49 hst menunjukkan hasil berbeda nyata. Pada Tabel 3 menunjukkan hasil perlakuan tanpa media terra preta mendapatkan hasil terendah pada setiap pengamatan. Pada pengamatan pada umur 21 hst hingga 49 hst pada perlakuan media terra preta 50% mendapatkan hasil tertinggi berturut-turut yakni 37,85 cm²; 63,51cm²; 72,91cm²; 85,19 cm² dan 101,59cm². Pada intensitas naungan pada umur 7 hst hingga 28 hst dan umur 42 hst hingga 49 hst memperlihatkan walaupun terdapat kecenderungan mempunyai luas daun yang tinggi, namun menunjukkan hasil luas daun yang relative sama pada kedua perlakuan tersebut. namun pada umur 35 hst menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata dengan luas daun tertinggi pada intensitas naungan dengan paranet 75% dengan hasil rata-rata luas daun 68,30 cm² dan hasil terendah pada perlakuan tanpa naungan yakni rata-rata luas daun 52,93 cm².

Pada fase pertumbuhan awal, tanaman mengalami pertumbuhan yang lambat dan belum dapat mengambil unsur hara, cahaya, dan air secara optimal karena organ-organ tanaman belum berfungsi secara penuh. Akibatnya, tanaman tidak menunjukkan respons yang optimal dan pertumbuhannya pada tahap awal cenderung tidak merata [21]. Menurut [22] Kandungan nitrogen dalam terra preta adalah nutrisi yang sangat penting bagi tanaman karena berperan dalam pembentukan asam amino dan protein. Hal ini tidak hanya meningkatkan penyerapan serta pemanfaatan kalium dan fosfor, tetapi juga mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Peran nitrogen juga diperlukan untuk mencapai luas daun maksimum dengan mempengaruhi pembelahan dan ekspansi sel. Selain itu, biochar yang ada dalam terra preta, dari hasil penelitian haider dkk (2015) dalam [23] telah melaporkan bahwa Penggunaan biochar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memperbaiki interaksi tanah-tanaman terhadap air. Ini terjadi melalui peningkatan ketersediaan air relatif dalam tanah dan potensi osmotik daun, serta mengurangi resistansi stomata. Biochar juga merangsang fotosintesis dengan meningkatkan laju transportasi elektron pada fotosistem II.. Hasil berbeda nyata terjadi pada umur tanaman 35 hst pada perlakuan naungan 75%. Menurut [24] Kehadiran naungan dapat menyebabkan tanaman memiliki luas daun yang lebih besar daripada tanaman yang tidak terkena naungan. Hal ini disebabkan oleh perubahan morfologi daun sebagai adaptasi tanaman terhadap kondisi cahaya rendah.

D. Panjang akar

Pengaruh media terra preta menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada panjang akar. Intensitas naungan menunjukkan hasil pengaruh nyata ($p < 0,05$). Rerata Panjang akar tanaman kale disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata pengaruh media tanam dan intensitas naungan terhadap panjang akar tanaman kale

Perlakuan	Panjang akar (cm)
M0	16.85
M1	17.79
M2	22.14
BNJ 5%	tn
K1	21.74b
K2	19.06ab
K3	15.98a
BNJ 5%	4.48

Keterangan: Angka yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata (BNJ 5%). tn = tidak nyata

Data pada Tabel 4 memperlihatkan panjang akar pada perlakuan media terra preta relative sama yakni berkisar 16,85 cm hingga 22,14 cm, namun panjang akar dipengaruhi oleh perlakuan yang tepat, seperti tampak pada terra preta 50% mendapatkan hasil tertinggi yakni 22,14 cm. Panjang akar memperlihatkan hasil yang berpengaruh nyata pada intensitas naungan mampu menghasilkan panjang akar tertinggi pada perlakuan tanpa naungan dengan hasil rata-rata 21,74 cm dan hasil terendah yakni pada intensitas naungan 75% dengan rata-rata 15,98 cm.

Hal ini juga terjadi pada penelitian [22] menyatakan bahwa biochar yang terdapat dalam terra preta membutuhkan waktu yang relatif lama untuk mempengaruhi pertumbuhan panjang akar. Biochar yang telah berumur cukup lama memiliki kapasitas pertukaran kation (KTK) yang tinggi dan kemampuan absorpsi kation yang lebih besar melalui oksidasi permukaannya. Selain itu kotoran hewan yang terkandung dalam terra preta diduga lebih dominan dalam memperbaiki struktur tanah seperti meningkatkan agregat tanah, aerasi dan daya menahan air sehingga penyerapan hara semakin meluas. Sementara pada perlakuan naungan menunjukkan hasil yang berbeda nyata atau signifikan dengan hasil terbaik yakni tanpa perlakuan naungan dengan hasil rata-rata 21,74 cm. Pada penelitian [25] menyebutkan bahwa Peningkatan intensitas cahaya telah terbukti mendorong pertumbuhan akar, penyerapan NO_3^- , dan akumulasi biomasa. Proses fotosintesis mengatur aktivasi metabolisme meristem akar dengan menggunakan sinyal gula dan glukosa yang bekerja sama dengan auksin untuk menjaga pertumbuhan akar utama. Intensitas cahaya serta perkembangan akar bergantung pada sinyal dari fotoreseptor agar sukrosa dapat berfungsi secara efektif.

E. Kadar klorofil

Analisis kadar klorofil menggunakan metode Winterman de Mots dengan cara mengukur larutan ekstraksi daun menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Hasil pengukuran nilai absorbansi kemudian diubah kedalam satuan mg/L dengan menggunakan rumus :

$$\text{Klorofil total (mg/L)} = (20 \times \text{OD}_{649} + 6.1 \times \text{OD}_{665})$$

$$\text{Klorofil a (mg/L)} = (13.7 \times A_{665}) - (5.67 \times A_{649})$$

$$\text{Klorofil b (mg/L)} = (25.8 \times A_{649}) - (7.7 \times A_{665})$$

Pengaruh media terra preta dan intensitas naungan menunjukkan hasil tidak nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman kale disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata pengaruh media tanam dan intensitas naungan terhadap kadar klorofil a,b dan total tanaman kale

Perlakuan	Klorofil mg/L		
	A	B	Total
Terra Preta 0% (M0)	7.56	16.71	24.23
Terra Preta 25% (M1)	7.61	17.14	24.72
Terra Preta 50% (M2)	7.39	17.32	24.67
BNJ 5%	tn	tn	tn
Intensitas Naungan 0% (K1)	7.63	17.51	25.10
Intensitas Naungan 50% (K2)	7.56	16.96	24.48
Intensitas Naungan 75% (K3)	7.38	16.69	24.03
BNJ 5%	tn	tn	tn

keterangan. tn = tidak nyata

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa baik pada perlakuan media terra preta maupun intensitas naungan menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada kadar klorofil a, b ataupun total dan menunjukkan kadar klorofil yang relative sama pada kedua perlakuan tersebut yakni pada perlakuan media terra preta berkisar 7.39 mg/l hingga 7.61 mg/l pada klorofil a, 16.71 mg/l hingga 17.32 mg/l pada klorofil b dan 24.23 mg/l hingga 24.72 mg/l pada klorofil total. Pada intensitas naungan menunjukkan kadar klorofil berkisar 7.38 mg/l hingga 7.63 mg/l pada kadar klorofil a, 16.69 mg/l hingga 17.51 mg/l pada klorofil b dan 24.03 mg/l hingga 25.10 mg/l pada klorofil total.

Semua tanaman hijau mengandung klorofil a dan b, klorofil a menyusun 75% dari total klorofil [26]. Klorofil b bertanggung jawab untuk menangkap cahaya dan mengumpulkannya untuk kemudian ditransfer ke pusat reaksi. Di sisi lain, klorofil a bertindak sebagai pengubah energi cahaya menjadi energi kimia di pusat reaksi selama proses fotosintesis. [27]. Hasil penelitian dari asai *et al.*, (2009) dalam [23] Beberapa faktor fisiologis dapat mempengaruhi respons sebuah aplikasi biochar terhadap tanah, seperti jenis tanah, jenis biochar yang digunakan, dan faktor lainnya. Sebagai contoh, penggunaan biochar sebagai amandemen tanah dapat mengurangi kandungan klorofil daun pada tanaman padi gogo yang ditanam di tanah yang kekurangan unsur hara

Tanaman yang mendapatkan sinar matahari secara langsung akan melakukan fotosintesis dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang berada di area yang teduh. Variasi dalam intensitas fotosintesis pada tanaman disebabkan oleh perbedaan lokasi tumbuh dan jumlah cahaya matahari yang diterima oleh daun [28]. Dengan memberikan perlakuan naungan atau intensitas cahaya yang rendah, tanaman akan mengalami stres dan merespons dengan meningkatkan jumlah klorofil untuk menangkap cahaya agar fotosintesis tetap dapat berlangsung. Hal ini juga akan mendorong penyerapan spektrum cahaya yang lebih tinggi, sehingga merangsang plastid atau kloroplas untuk memproduksi lebih banyak klorofil [29]. Hasil dari penelitian [30] menyatakan peningkatan kandungan klorofil b sering kali merupakan respons khas terhadap rendahnya intensitas cahaya. Ini memungkinkan tanaman yang biasanya tidak toleran terhadap naungan untuk menangkap cahaya biru secara lebih efisien dalam proses fotosintesis. Hal ini merangsang adaptasi fotomorfogenesis yang adaptif dan mengurangi dampak negatif dari tekanan naungan terhadap aktivitas fotosintesis..

F. Bobot basah dan bobot kering

Pengaruh media terra preta menunjukkan hasil berpengaruh nyata pada bobot basah ($p < 0,05$). Sedangkan intensitas naungan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Namun, pada pengamatan bobot kering baik pada pengaruh media terra preta dan intensitas naungan menunjukkan hasil tidak nyata. Rerata bobot basah dan bobot kering tanaman kale disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata pengaruh media tanam dan intensitas naungan terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman kale

Perlakuan	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)
Terra Preta 0% (M0)	20.69a	2.63
Terra Preta 25% (M1)	49.08ab	8.80
Terra Preta 50% (M2)	61.03b	10.77
BNJ 5%	30.51	tn
Intensitas Naungan 0% (K1)	37.90	3.91
Intensitas Naungan 50% (K2)	41.95	9.58
Intensitas Naungan 75% (K3)	50.94	10.32
BNJ 5%	tn	tn

Keterangan: Angka yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata (BNJ 5%). tn = tidak nyata

Data pada Tabel 7 menunjukkan pengaruh media terra preta pada bobot basah menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata atau signifikan namun hal ini berbanding terbalik dari hasil bobot kering, pada bobot kering perlakuan media terra preta mendapat pengaruh yang tidak nyata. pada perlakuan media terra preta dengan konsentrasi 50% memiliki rata-rata tertinggi yakni 61.03 g serta hasil terendah pada perlakuan tanpa terra preta dengan hasil 20.69 g. Sedangkan data bobot kering menunjukkan hasil rata-rata yang relative sama yakni berkisar antara 2.63 g hingga 10.77 g. Pada intensitas naungan baik pada bobot basah maupun bobot kering memiliki pengaruh yang tidak nyata, namun dari intensitas naungan mempunyai bobot basah yang relative sama berkisar 37.90 g hingga 50.94g dan demikian juga bobot kering menunjukkan nilai yang relative sama yakni berkisaran 3.91 g hingga 10.32 g.

Dari pernyataan yani (2016) dalam [31] menyatakan bobot basah tanaman umumnya terdiri dari sekitar 70% air, di mana air adalah komponen utama. Fisik media tanam mempengaruhi berat basah tanaman, dan tanaman dapat lebih mudah menyerap unsur hara jika tekstur dan struktur tanahnya baik, sehingga nutrisi dapat dimanfaatkan dengan optimal. Hal ini juga di perkuat oleh [32] Biochar, yang merupakan kunci dalam pembentukan terra preta, dapat meningkatkan sifat fisik dan hidrologi tanah seperti resistensi air, ketersediaan air, densitas, dan porositas.

Dalam penelitian tersebut juga menyebutkan pada penambahan 20 Mg ha⁻¹ biochar ketanah berpasir di timur laut Jerman mampu meningkatkan kapasitas menahan air sebesar 100%. Biochar dalam terra preta mampu menyerap dan menyimpan air lebih lama dibandingkan tanpa biochar terra preta, serta pendapat dari Rostalina, *et al.* (2012) dalam [33] melaporkan bahwa penambahan biochar ke dalam tanah dapat meningkatkan produksi biomassa kering tanaman, tetapi tidak efektif dalam menjaga kadar air yang tinggi selama periode kekeringan.

Menurut [16] menegaskan bahwa intensitas cahaya rendah dapat mengurangi berat segar pucuk dan akar tanaman. Di bawah kondisi ini, kandungan klorofil daun dan aktivitas enzim yang terkait dengan fotosintesis menurun, sehingga tanaman tidak dapat melakukan fotosintesis secara optimal dan menghambat akumulasi bahan organik. Akibatnya, ini dapat mengurangi hasil dan kualitas tanaman secara keseluruhan. Menurut Lakitan (2007) dalam [34] menyatakan bahwa berat kering tanaman mencerminkan jumlah senyawa organik yang berhasil disintesis oleh tanaman dari senyawa anorganik, terutama air dan karbon dioksida. Ini dipengaruhi oleh efisiensi tanaman dalam menyerap dan menggunakan radiasi matahari yang tersedia selama pertumbuhannya..

IV. SIMPULAN

Media terra preta menunjukkan hasil berbeda nyata atau signifikan pada beberapa variabel pengamatan seperti luas daun dan berat basah. Pada pengamatan luas daun hasil tertinggi pada perlakuan terra preta dengan konsentrasi 50% dan pengamatan terendah pada perlakuan tanpa menggunakan terra preta, pada variabel pengamatan bobot basah menghasilkan nilai tertinggi pada konsentrasi 50% terra preta dan hasil terendah pada perlakuan tanpa terra preta. Namun pada beberapa variabel menyatakan hasil yang tidak berbeda nyata atau tidak signifikan pada variabel pengamatan laju pertumbuhan relative, panjang akar, klorofil dan bobot kering.

Intensitas naungan menunjukkan hasil berbeda nyata atau signifikan pada beberapa variabel pengamatan seperti luas daun dan panjang akar. Pada pengamatan luas daun menunjukkan hasil yang signifikan hanya pada umur 35 hst dengan hasil tertinggi pada intensitas naungan 75% dan hasil terendah pada perlakuan tanpa naungan, pada variabel pengamatan panjang akar menghasilkan nilai tertinggi pada perlakuan tanpa naungan dan hasil terendah pada intensitas naungan 75%. Namun pada beberapa variabel menyatakan hasil yang tidak berbeda nyata atau tidak signifikan pada variabel pengamatan laju pertumbuhan relative, klorofil, bobot basah dan bobot kering. Media tanam terra preta dengan konsentrasi 50% dan intensitas naungan 75% dengan intensitas cahaya 32838 lux mampu menghasilkan pertumbuhan vegetative terbaik pada tanaman dataran tinggi dan memiliki potensi untuk diaplikasikan pada lahan dataran menengah dengan ketinggian kisaran 300mdpl pada masa mendatang.

Ucapan Terima kasih

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Iswanto, ST., M.MT. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Ketua Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. Teman-teman dan rekan seperjuangan.

REFERENSI

- [1] S. K. Dewanti, E. Fuskhah, D. Pertanian, and U. Diponegoro, "Jurnal Pertanian Tropik Jurnal Pertanian Tropik," vol. 6, no. 3, pp. 393–402, 2019.
- [2] M. F. Fadhlurohman and E. Proklamasiningsih, "Growth and Polyphenols Content of Kale in Growing Media with Humic Acid Addition," vol. 4, pp. 109–115, 2022.
- [3] D. Cici and S. Niari, "Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (Brassica oleracea Var . Achepala) terhadap Konsentrasi Pupuk Cair Response of Growth and Yield of Kale (Brassica oleracea Var . Achepala) to the Concentration of Liquid Fertilizer," vol. 5, pp. 222–228, 2022.
- [4] A. Sahala, T. Marpaung, A. Rahayu, and N. Rochman, "Affandy Sahala Tua Marpaung," vol. 7, no. April, pp. 36–44, 2021.
- [5] A. M. Kalay, R. Hindersah, I. A. Ngabalin, and M. Jamlean, "Pemanfaatan pupuk hayati dan bahan organik

- terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (," no. 21, pp. 129–138, 2021.
- [6] A. I. Marwantika, "Pembuatan Pupuk Organik Sebagai Upaya Pengurangan Ketergantungan Petani Terhadap Pupuk Kimia Di Dusun Sidowayah, Desa Candimulyo, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun," *InEJ Indones. Engagem. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–28, 2020, doi: 10.21154/inej.v1i1.2044.
- [7] D. Iriyani and P. Nugrahani, "Komparasi Nilai Gizi Sayuran Organik Dan Non Organik Pada Budidaya Pertanian Perkotaan Di Surabaya," *J. Mat. Sains dan Teknol.*, vol. 18, no. 1, pp. 36–43, 2017, doi: 10.33830/jmst.v18i1.173.2017.
- [8] D. H. Goenadi and L. P. Santi, "Kontroversi Aplikasi dan Standar Mutu Biochar," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 11, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.21082/jSDL.v11n1.2017.23-32.
- [9] N. E. Kartijono *et al.*, "PENERAPAN KONSEP TERRA PRETA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS LAHAN BAGI KELOMPOK TANI (KT) GREEN VILLAGE," pp. 67–76, 2021.
- [10] D. Astutik, A. S. Handini, R. Rahhutami, and A. Sutopo, "TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT PRE NURSERY UTILIZATION OF BIOCHAR " TERRA PRETA " AS AMELIORANS FOR PRE," vol. 23, no. 1, pp. 100–108, 2021.
- [11] S. Herlambang, A. Z. SANTOSO, M. GOMAREUZZAMAN, and A. W. A. Wibowo, *Biochar salah satu alternatif untuk perbaikan lahan dan lingkungan*. 2020. [Online]. Available: http://eprints.upnyk.ac.id/28261/%0Ahttp://eprints.upnyk.ac.id/28261/1/Buku_Ajar_Biochar_susila_herlambang.pdf
- [12] T. Allohverdi, A. K. Mohanty, P. Roy, and M. Misra, "A review on current status of biochar uses in agriculture," *Molecules*, vol. 26, no. 18, 2021, doi: 10.3390/molecules26185584.
- [13] L. N. Fajri, "PENGARUH KERAPATAN TANAMAN DAN PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KALE (*Brassica oleracea* var *acephala*)," 2018.
- [14] J. Erwin and E. Gesick, "Photosynthetic responses of swiss chard, kale, and spinach cultivars to irradiance and carbon dioxide concentration," *HortScience*, vol. 52, no. 5, pp. 706–712, 2017, doi: 10.21273/HORTSCI11799-17.
- [15] D. Purnomo, W. Winarno, K. Kunci, and K. S. L., "Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Terhadap Pemberian Naungan dan Pupuk Kieserite di Dataran Medium," vol. 2, no. 1, pp. 67–78, 2018, doi: 10.25047/agriprima.v2i1.72.
- [16] C. Miao *et al.*, "Effects of Light Intensity on Growth and Quality of Lettuce and Spinach Cultivars in a Plant Factory," *Plants*, vol. 12, no. 18, pp. 1–18, 2023, doi: 10.3390/plants12183337.
- [17] M. Supri, "PENGARUH KERAPATAN NAUNGAN PARANET TERHADAP HASIL TANAMAN SELEDRI (*Apium graveolens* L.)," 2022.
- [18] M. Prabhu, "Effect of terra preta compost on growth of *Vigna radiata*," no. October 2014, 2014, doi: 10.13140/2.1.2656.0008.
- [19] F. Andini, J. G. Kartika, and K. Suketi, "Pengaruh Naungan dan Dosis Pemupukan pada Pertumbuhan dan Hasil Katuk (*Sauropus androgynus* L.)," *J. Hort. Indones.*, vol. 13, no. 2, pp. 97–108, 2022.
- [20] M. A. Risma, *RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) SECARA VERTIKULTUR TERHADAP PENGGUNAAN BIOCHAR DAN PUPUK NPK*, vol. 3, no. 3. 2023.
- [21] D. Modessa, "Pengaruh Pupuk Hijau (*Crotalaria Juncea* L) Dan Pupuk Kandang Pada Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt L)," *SKR/FP/2018/105/051802191*, pp. 21–42, 2018.
- [22] P. Subedi, P. Bhattarai, B. Lamichhane, A. Khanal, and J. Shrestha, "Effect of different levels of nitrogen and charcoal on growth and yield traits of chili (*Capsicum annuum* L.)," *Heliyon*, vol. 9, no. 2, p. e13353, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e13353.
- [23] W. M. Semida *et al.*, "Biochar implications for sustainable agriculture and environment: A review," *South African J. Bot.*, vol. 127, pp. 333–347, 2019, doi: 10.1016/j.sajb.2019.11.015.
- [24] R. Ekawati and L. H. Saputri, "The Effect of Different Shading Level on Growth and Plant Biomass Character of Dayak Union (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr)," *J. Hortik. Indones.*, vol. 11, no. 3, pp. 221–230, 2020, doi: 10.29244/jhi.11.3.221-230.
- [25] Y. E. Miotto *et al.*, "Effects of Light Intensity on Root Development in a D-Root Growth System," vol. 12, no. December, pp. 1–9, 2021, doi: 10.3389/fpls.2021.778382.
- [26] R. Solikhah, E. Purwantoyo, and E. Rudyatmi, "Aktivitas antioksidan dan kadar klorofil kultivar singkong di daerah wonosobo," *Life Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 86–95, 2019, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci>

- [27] S. P. Ratag and E. F. S. Pangemanan, "The Chlorophyll Content Of Dalugha (*Cyrtosperma merkusii* (Hassk.) Schott) In Open & Shaded Light Conditions In The Swamp Edge Of Lake Kapeta, Siau Island, Sitaro Regency," *J. Agroekoteknologi Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 166–172, 2023, doi: 10.35791/jat.v4i1.46711.
- [28] G. Z. Salsabila, M. D. Maghfoer, and S. M. Sitompul, "Pengaruh Naungan Terhadap Hasil dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai [*Glycine max* (L.) Merr.] dari Beberapa Varietas," *J. Produksi Tanam.*, vol. 7, no. 12, pp. 15–22, 2019, [Online]. Available: <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1311>
- [29] P. A. Rizwanda, N. I. Saputri, A. N. Septhalia, F. Lusiana, and D. Ayu, "PENGARUH CEKAMAN CAHAYA TERHADAP PERTUMBUHAN THE EFFECT OF LIGHT STRESS ON THE GROWTH OF GREEN SPINACH (*Amaranthus hybridus* L.)," vol. 2, no. 1, pp. 5–10, 2024.
- [30] W. Tang *et al.*, "Effect of Light Intensity on Morphology, Photosynthesis and Carbon Metabolism of Alfalfa (*Medicago sativa*) Seedlings," *Plants*, vol. 11, no. 13, 2022, doi: 10.3390/plants11131688.
- [31] E. Nurlaeli, "Pengaruh Biochar arang kayu dan pupuk organik sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman seledri (*Apium graveolens* L)," *Fak. Pertan. Univ. Islam Riau Pekanbaru*, vol. i, p. 42, 2019.
- [32] S. de Jesus Duarte, B. Glaser, and C. E. P. Cerri, "Effect of biochar particle size on physical, hydrological and chemical properties of loamy and sandy tropical soils," *Agronomy*, vol. 9, no. 4, 2019, doi: 10.3390/agronomy9040165.
- [33] A. Mariani and C. Tampubolon, "PENGARUH APLIKASI BIOCHAR ARANG SEKAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEMBANG KOL (*Brassica oleracea* var. botrytis)," vol. 13, no. 1997, pp. 47–52, 2021.
- [34] L. Khusni, R. B. Hastuti, and E. Prihastanti, "Pengaruh Naungan terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan pada Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.)," *Bul. Anat. dan Fisiol.*, vol. 3, no. 1, p. 62, 2018, doi: 10.14710/baf.3.1.2018.62-70.

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.

