

**Analisis Pertumbuhan Morfo-Anatomi Daun dan Akar Kangkung
(*Ipomoea reptans* Poir) Hasil Perlakuan Pupuk Cair Pada Media
Hidroponik**

***Morpho-Anatomical Analysis of Leaf and Root Growth in Water Spinach
(*Ipomoea reptans* Poir) Under Liquid Fertilizer Treatments in a Hydroponic
System***

Sabrina Dita Maulidya^{1 *}, Ari Hayati^{1 **}, Sama' Iradat Tito^{1 ***}

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Universitas Islam Malang, Indonesia

ABSTRAK

Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) merupakan sayuran yang memiliki permintaan pasar terus meningkat. Namun, produktivitas kangkung di Indonesia masih rendah dibandingkan dengan sayuran lain. Dukungan nutrisi yang cukup pada proses pertumbuhan kangkung penting agar tanaman tumbuh optimal. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai kombinasi air leri dengan kulit kunyit untuk mengetahui potensi POC dalam mengoptimalkan pertumbuhan kangkung. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan hasil uji kombinasi perlakuan POC terhadap morfo-anatomi daun dan akar pada pertumbuhan kangkung dan mengetahui korelasi faktor abiotik dengan pertumbuhan kangkung. Metode penelitian ini eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan POC dan 3 kali ulangan. Parameter data meliputi jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, panjang akar, jumlah xilem, jumlah stomata, berat kering, dan faktor abiotik (pH, TDS, dan salinitas). Data dianalisis menggunakan uji One Way ANOVA, uji Duncan, dan uji regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan POC kulit kunyit-air leri berpengaruh terhadap pertumbuhan morfo-anatomi kangkung dan menghasilkan rata-rata tinggi tanaman dan luas daun kangkung tertinggi, AB Mix menghasilkan rata-rata jumlah daun, tinggi tanaman, dan jumlah stomata tertinggi, sedangkan perlakuan POC tunggal air leri menghasilkan rata-rata jumlah xilem tertinggi, dan POC kulit kunyit menghasilkan rata-rata panjang akar tertinggi. Hasil penimbangan berat kering terbesar dihasilkan oleh kangkung hasil perlakuan POC kulit kunyit-air leri. Faktor abiotik pH dan salinitas berpengaruh terhadap jumlah daun kangkung, sedangkan parameter lain seperti panjang akar, luas daun, tinggi tanaman, jumlah xilem, jumlah stomata, dan berat kering tidak menunjukkan pengaruh.

Kata kunci: Air leri, Kangkung, Kunyit, Morfo-anatomi, POC

ABSTRACT

Water spinach (Ipomoea reptans Poir) is a vegetable with steadily increasing market demand. However, the productivity of water spinach in Indonesia remains low compared to other vegetables. Adequate nutritional support during the growth process of water spinach is essential for optimal plant growth. Therefore, this study investigated the combination of wastewater and turmeric peel to determine the potential of POC in optimizing the growth of water spinach. The objectives of this study were to compare the results of POC treatment combinations on the morpho-anatomy of leaves and roots during water spinach growth and to determine the correlation between abiotic factors and water spinach growth. This experimental study used a Completely Randomized Design (CRD) with 6 POC treatments and 3 replications. Data parameters included the number of leaves, leaf area, plant height, root length, number of xylem vessels, number of stomata, dry weight, and abiotic factors (pH, TDS, and salinity). The data were analyzed using one-way ANOVA, Duncan's test, and linear regression. The results showed that the turmeric peel-leachate POC treatment produced the highest average plant height and leaf area for water spinach; the AB Mix treatment produced the highest average number of leaves, plant height, and number of stomata; while the single leachate POC treatment produced the highest average xylem volume, and the turmeric peel POC treatment produced the highest average root length. The highest dry weight was recorded for water spinach grown under the turmeric peel-leachate POC treatment. pH and salinity only affected the number of water spinach leaves, while other parameters such as root length, leaf area, plant height, xylem count, stomatal count, and dry weight showed no significant effects.

Keywords: Leri water, Morpho-anatomy, POC, Turmeric, Water spinach

^{*}) Sabrina Dita Maulidya, Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. Mayjen Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Telp 0341551932 e-mail: 22201061001@unisma.ac.id

^{**}) Dr. Dra. Ari Hayati, M. P., Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. Mayjen Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Telp 0341551932 e-mail: ari.hayati@unisma.ac.id

Pendahuluan

Kangkung adalah sayuran yang banyak ditanam dan dapat ditemukan di daerah tropis [1]. Salah satu jenis kangkung yang mudah dibudidayakan, tumbuh cepat, dan kaya nutrisi adalah kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). Kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) adalah sayuran berdaun hijau yang permintaan pasarnya terus meningkat. Namun, produktivitas kangkung darat di Indonesia masih rendah jika dibandingkan dengan tanaman sayuran lainnya. Keterbatasan lahan pertanian dan perubahan iklim menjadi tantangan bagi budidaya konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan sistem hidroponik sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi produksi, kualitas hasil panen, dan keamanan pangan.

Dukungan nutrisi yang cukup pada proses pertumbuhan kangkung darat penting agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Salah satu cara untuk menyediakan nutrisi adalah melalui POC, sumber nutrisi alami yang mudah diserap oleh tanaman untuk membantu meningkatkan pertumbuhannya. Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan untuk memproduksi POC adalah air leri dan kulit kunyit. Dalam air leri terkandung 0,014% nitrogen, 14,452% fosfor, 0,02% kalium, 3,574% kalsium, 13,286% magnesium, 0,005% sulfur, 0,0698% zat besi, dan 0,043% vitamin B1 [2]. Selain itu, dalam air leri juga terdapat hormon auksin dan giberelin yang dapat membantu pertumbuhan akar dan pembentukan tunas [3]. Sedangkan kunyit mengandung beberapa senyawa seperti kurkumin, minyak esensial, dan senyawa fenolik yang memiliki sifat antimikroba sehingga dapat berperan menekan mikroorganisme yang merugikan dalam media dan menjaga kesehatan akar.

Penelitian terkait pemanfaatan air leri dan kunyit secara terpisah telah banyak dilakukan. Namun, penelitian yang secara spesifik meneliti pengaruh kombinasi POC air leri dan kulit kunyit terhadap morfo-anatomi daun dan akar kangkung masih terbatas dan perlu dilakukan agar dapat memberikan rekomendasi teknologi budidaya yang efisien dan ramah lingkungan. Analisis morfo-anatomi penting untuk memahami mekanisme tanaman terhadap pemberian perlakuan tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi POC air leri dan kulit kunyit terhadap struktur morfo-anatomi daun dan akar kangkung darat serta mengetahui korelasi faktor abiotik dengan parameter pertumbuhan kangkung.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kangkung, larutan AB Mix, kulit rimpang kunyit, air leri, dan air murni.

Alat digunakan sebagai berikut: botol bekas, kardus bekas, kain flanel, baskom, selotip, cat kuku bening, kaca objek, kaca penutup, mikroskop, oven, mortar, alu, timbangan digital, pH meter, refraktometer, TDS meter, penggaris, silet, gelas *beaker*, dan pipet tetes.

Metode

Penelitian ini dilakukan pada periode Februari hingga Mei 2026 di Desa Cangkringmalang, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan. Pengamatan struktur anatomi kangkung dilakukan di Laboratorium Biologi Hewan lantai 4 Universitas Islam Malang. Metode penelitian ini eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan Pupuk Organik Cair (POC) dan 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan. Terdapat enam perlakuan yaitu perlakuan air leri (A), kunyit (K), air leri-kunyit (AK), AB Mix (AB), AB Mix-air leri-kunyit (ABAK), dan kontrol. Parameter yang diamati meliputi panjang akar, jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, jumlah xilem, jumlah stomata, dan berat kering. Sedangkan faktor abiotik yang diukur meliputi pH, TDS, dan salinitas.

Cara Kerja

Pembuatan POC Kunyit-Air Leri (AK) dilakukan dengan menimbang sebanyak 500 gram kunyit kemudian dikupas dan diambil kulitnya, kemudian dicampur dengan 1,5 L air leri. Pembuatan POC Air leri (A) dilakukan dengan mengambil limbah air cucian beras pertama sebanyak 1,5 L. Pembuatan POC kunyit (K) dilakukan dengan menimbang sebanyak 500 gram kunyit, kemudian dikupas dan dibersihkan. Kulit kunyit yang sudah dipisahkan dicampur dengan 1,5 L air murni dan dimasukkan ke dalam botol. Botol ditutup rapat dan difermentasi selama 4 minggu untuk mendapatkan hasil POC yang optimal [4].

Pengenceran larutan AB Mix (AB) dilakukan dengan melarutkan nutrisi A dengan air sebanyak 500 ml, kemudian larutkan nutrisi B dengan air sebanyak 500 ml. Setelah itu, ambil 5 ml nutrisi A dan 5 ml nutrisi B kemudian diencerkan dalam 1 L air [5]. Pembuatan POC AB mix-Kunyit-Air leri (ABAK) dilakukan dengan mencampurkan 5 mL nutrisi A dan 5 mL nutrisi B ke dalam 1 L POC kunyit-air leri yang sudah difermentasi. Pembuatan kontrol dilakukan dengan menggunakan air murni tanpa menggunakan campuran POC.

Sebelum proses persemaian, benih kangkung disortasi terlebih dahulu dengan cara direndam pada sebuah wadah berisi air. Benih yang mengapung dibuang, sementara yang tenggelam diambil dan siap untuk disemai [6]. Langkah-langkah persemaian benih dan pemindahan bibit kangkung ke dalam media tanam hidroponik yaitu menyiapkan wadah yang berlubang dan kain flannel untuk tempat persemaian, kemudian kain flannel dibasahi dengan air bersih hingga lembab. Selanjutnya, wadah berisi

air dan diletakkan di bawah wadah yang berisi kain flannel. Benih yang sudah disortasi kemudian disebar diatas kain flannel yang sudah dibasahi [7]. Bibit siap dipindahkan ke media tanam hidroponik setelah memiliki 2 daun sejati dan memiliki tinggi sekitar 13 cm. Media tanam hidroponik yang digunakan terbuat dari botol bekas air mineral berukuran 220 mL. Bagian tutup botol ditutup dengan kardus yang sudah dipotong dan dilubangi untuk tempat kangkung.

Sebelum diaplikasikan ke tanaman uji, masing-masing POC hasil fermentasi diencerkan terlebih dahulu sebanyak 5 ml dalam 1 L air. Masing-masing perlakuan POC dimasukkan ke dalam media tanam hidroponik, kemudian bibit kangkung dimasukkan pada lubang kardus dan diletakkan pada bagian tutup botol. Perlakuan dilakukan selama 2 minggu untuk melihat respon pemberian nutrisi pada fase vegetatif awal tanaman. Pengukuran tinggi tanaman dimulai dari ujung akar hingga daun atau kuncup yang berada di pucuk. Perhitungan jumlah daun dimulai dari pangkal tanaman hingga pucuk yang baru membuka. Pengukuran luas daun dilakukan menggunakan penggaris. Pada pengukuran luas daun, daun dipilih pada urutan daun keempat. Jumlah stomata daun kangkung dapat diketahui dengan menggunakan cat kuku bening dan dioleskan dibagian bawah permukaan daun dan ditunggu hingga kering, kemudian ditempelkan selotip diatas cat kuku yang sudah kering dan selotip dikupas secara perlahan dan ditempelkan selotip tersebut pada kaca objek dan diamati menggunakan mikroskop [8]. Perhitungan panjang akar dilakukan dengan menghitung panjang akar tunggang utama tanaman kangkung. Pengamatan anatomi akar kangkung dilakukan dengan memotong 1 cm bagian diatas leher akar. Perhitungan jumlah berkas pengangkut pada akar kangkung dilakukan dengan mengiris tipis akar kangkung secara melintang kemudian diamati menggunakan mikroskop. Berat kering dapat diketahui melalui proses pengovenan sampel tanaman kangkung hingga kering dengan suhu 60°C selama ± 3 jam [9]. Kemudian sampel yang sudah kering ditumbuk hingga halus menggunakan mortar dan alu, setelah itu ditimbang menggunakan timbangan digital.

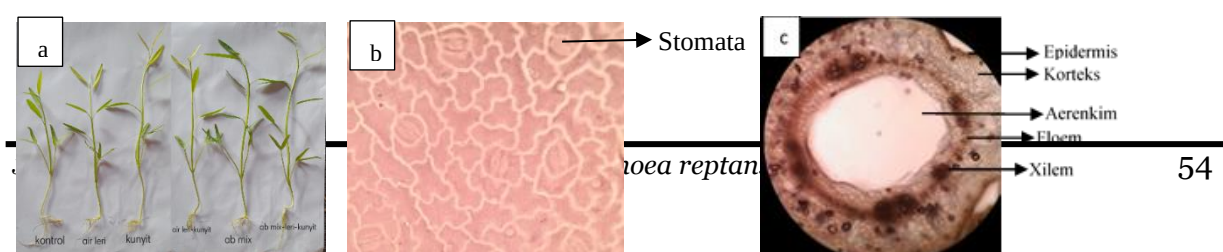
Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter. Pengukuran salinitas untuk mengukur kadar tingkat garam atau keasinan. Pengukuran salinitas dilakukan menggunakan refraktometer. TDS diukur menggunakan TDS meter. Pengukuran faktor abiotik dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor abiotik terhadap pertumbuhan tanaman kangkung.

Hasil dan Diskusi

Hasil

Analisis Morfo-Anatomi Daun dan Akar Kangkung

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data hasil pengamatan morfologi dan anatomi. Data hasil pengamatan deskripsi morfo-anatomi kangkung hasil perlakuan POC dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Morfo-anatomi kangkung umur 2 minggu hasil uji perlakuan; a) Morfologi kangkung, b) Struktur anatomi daun abaksial, dan c) Struktur anatomi akar

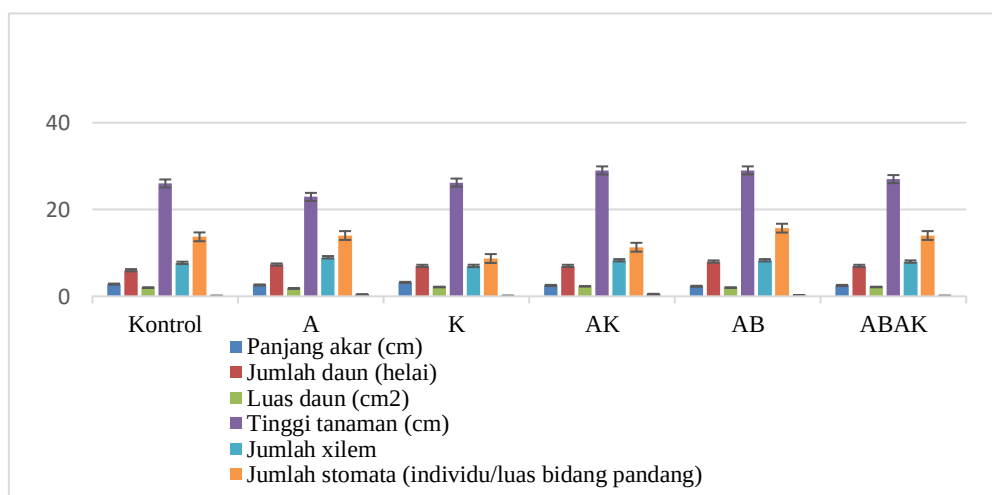
Berdasarkan hasil pengamatan morfologi yang didapatkan meliputi panjang akar, jumlah daun, luas daun, dan tinggi tanaman, dan pengamatan anatomi meliputi jumlah xilem dan jumlah stomata, serta penimbangan berat kering, kemudian data dianalisis dengan menghitung nilai rata-rata dan dilanjutkan dengan uji lanjutan untuk menentukan ada atau tidaknya perbedaan signifikan antar perlakuan. Tabel hasil analisis statistik tiap parameter morfo-anatomi dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil rata-rata morfo-anatomi kangkung

Parameter	Kontrol	A	K	AK	AB	ABAK	STD Dev
Panjang akar	2.9	2.5	3.1	2.5	2.3	2.5	0±1.6
Jumlah daun	6	7.3	7	7	8	7	0±1
Luas daun	2	1.8	2.1	2.3	2	2.1	0.1±0.8
Tinggi tanaman	26	23	26.1	29	29	27	1±5.3
Jumlah xilem	7.6	9	7	8.3	8.3	8	0±1.1
Jumlah stomata	13.7	14	8.7	11.3	15.7	14	0±5.6
Berat kering	0.1	0.4	0.1	0.5	0.2	0.1	0±0.6
NOTASI	a	a	a	a	a	a	

Ket: Hasil rata-rata dari 3 kali ulangan

Pengamatan pertumbuhan morfo-anatomi daun dan akar kangkung darat dilakukan selama 2 minggu untuk melihat respon fisiologis dari masing-masing perlakuan POC. Grafik data pertumbuhan kangkung umur 2 minggu dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Pertumbuhan morfo-anatomi kangkung umur 2 minggu hasil perlakuan

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan POC terhadap parameter panjang akar. Namun, pada parameter panjang akar, penambahan panjang akar pada perlakuan POC kunyit menghasilkan panjang akar terpanjang sekitar 3,2 cm pada minggu ke-2, dan 3 cm pada minggu ke-1. Hal ini dikarenakan pada kunyit terkandung senyawa metabolit sekunder seperti kurkumin, flavonoid, saponin, dan terpenoid yang memiliki fungsi fisiologis untuk merangsang pembelahan sel di daerah meristem akar. Sedangkan pada perlakuan lainnya menunjukkan panjang akar yang berkisar antara 2,6 hingga 2,8 cm. AB Mix menjadi perlakuan yang menghasilkan panjang akar terpendek yaitu sekitar 2,2 cm pada minggu ke-1 dan meningkat 2,3 cm pada minggu ke-2.

Pada parameter jumlah daun. Jumlah daun terbanyak dihasilkan oleh perlakuan AB Mix sebanyak 5 helai daun pada minggu ke-1 dan mengalami penambahan jumlah daun menjadi sebanyak 8 helai daun pada minggu ke-2. Pada perlakuan ini, jumlah daun bertambah pesat disebabkan karena AB Mix adalah larutan yang mengandung makronutrien seperti N, K, Ca, Mg, dan P, serta mikronutrien seperti Fe, Mn, Zn, dan B. Parameter luas daun terbesar dihasilkan oleh perlakuan kombinasi POC air leri dan kunyit sebesar 2,3 cm². Hal ini karena reaksi sinergisme antara kedua bahan organik mampu menyediakan sumber nutrisi untuk proses pertumbuhan tanaman kangkung. Tinggi tanaman tertinggi dihasilkan oleh perlakuan kombinasi POC air leri dan kunyit dan perlakuan AB Mix setinggi 20 cm pada minggu ke-1 dan bertambah tinggi menjadi 29 cm pada minggu ke-2. Hal ini karena kedua jenis perlakuan tersebut mampu menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman. Pada parameter jumlah xilem, nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan POC air leri sebanyak 9 individu/luas bidang pandang. Pada perlakuan POC AB Mix memberikan jumlah stomata rata-rata yang paling tinggi yakni sebanyak 15,6 buah stomata karena kandungan nutrisinya lebih kompleks, seimbang, dan mudah diserap oleh tanaman. Hasil pengukuran berat kering tertinggi dihasilkan oleh perlakuan POC air leri-kunyit yaitu sebesar 0,5 gram. Hal ini karena pada perlakuan tersebut memberikan kondisi optimal untuk pertumbuhan vegetatif dan akumulasi bahan organik yang lebih efisien dibandingkan perlakuan lainnya.

Korelasi Faktor Abiotik dengan Parameter Morfo-Anatomi Kangkung

Dari hasil uji regresi linier dapat diketahui bahwa pada variabel bebas yaitu pH dan salinitas pengaruhnya hanya terlihat nyata pada parameter jumlah daun. Sedangkan pada variabel terikat lain seperti panjang akar, luas daun, tinggi tanaman, jumlah xilem, jumlah stomata, dan berat kering tidak menunjukkan adanya pengaruh faktor abiotik terhadap beberapa parameter tersebut. Tabel hasil uji regresi dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Korelasi faktor abiotik dengan parameter morfo-anatomi kangkung

Variabel Terikat	Variabel Bebas	Persamaan Regresi ($y = a + bX$)	R Square	Sig.	Kesimpulan
Panjang Akar	Salinitas	$Y = 3.027 - 0.203X$	0.388	0.186	Tidak Berpengaruh
	TDS	$Y = 2.729 + 0.000X$	0.187	0.392	Tidak Berpengaruh
	pH	$Y = - 0.353 + 0.432X$	0.157	0.437	Tidak Berpengaruh
Jumlah Daun	Salinitas	$Y = 5.847 + 0.601X$	0.722	0.032	Berpengaruh
	TDS	$Y = 6.816 + 0.001X$	0.188	0.390	Tidak Berpengaruh
	pH	$Y = 22.467 - 2.240X$	0.891	0.005	Berpengaruh
Luas Daun	Salinitas	$Y = 1.961 + 0.046X$	0.052	0.664	Tidak Berpengaruh
	TDS	$Y = 2.099 + 0.000X$	0.085	0.574	Tidak Berpengaruh
	pH	$Y = 2.552 - 0.072X$	0.011	0.842	Tidak Berpengaruh
Tinggi Tanaman	Salinitas	$Y = 25.008 + 0.802X$	0.104	0.534	Tidak Berpengaruh
	TDS	$Y = 25.698 + 0.003X$	0.233	0.333	Tidak Berpengaruh
	pH	$Y = 41.858 - 2.215X$	0.070	0.611	Tidak Berpengaruh
Jumlah Xilem	Salinitas	$Y = 7.311 + 0.370X$	0.251	0.312	Tidak Berpengaruh
	TDS	$Y = 8.002 + 0.000X$	0.007	0.871	Tidak Berpengaruh
	pH	$Y = 13.002 - 0.719X$	0.085	0.576	Tidak Berpengaruh
Jumlah Stomata	Salinitas	$Y = 12.224 + 0.338X$	0.015	0.816	Tidak Berpengaruh
	TDS	$Y = 11.620 + 0.004X$	0.377	0.195	Tidak Berpengaruh
	pH	$Y = 12.339 + 0.081X$	0.000	0.987	Tidak Berpengaruh
Berat Kering	Salinitas	$Y = 0.021 + 0.106X$	0.305	0.256	Tidak Berpengaruh
	TDS	$Y = 0.268 - 9.859X$	0.056	0.651	Tidak Berpengaruh
	pH	$Y = 1.853 - 0.235X$	0.133	0.477	Tidak Berpengaruh

Diskusi

Analisis Morfo-Anatomi Daun dan Akar Kangkung

Panjang akar. Semakin panjang akarnya, semakin terbukti bahwa pupuk cair tersebut mengandung nutrisi yang cukup bagi tanaman kangkung, sehingga akar dapat menyerap nutrisi tersebut secara efektif [10]. Peningkatan panjang akar merupakan respons morfologis yang penting dalam proses adaptasi tanaman terhadap kekurangan air [11]. Akar berfungsi untuk menyerap air dan mineral terlarut, mengangkut nutrisi, menopang batang, serta menyimpan cadangan makanan. Semakin panjang akarnya, semakin mudah bagi tanaman untuk menyerap nutrisi [12].

Jumlah daun. Pada parameter jumlah daun, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa perlakuan nutrisi AB Mix menghasilkan tanaman pagoda dengan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan POC [13]. Jumlah daun suatu tanaman sebanding dengan tinggi tanaman. Jumlah daun dipengaruhi oleh tinggi tanaman, semakin tinggi tanaman, semakin banyak daun yang dihasilkannya [14]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang menghasilkan tanaman tertinggi adalah perlakuan AB Mix yaitu 29 cm. Oleh karena itu, perlakuan AB Mix juga menghasilkan jumlah daun terbanyak. Hasil penelitian lain menyatakan bahwa penambahan jumlah daun pada eksplan anggrek *Dendrobium* mengindikasikan bahwa nutrisi yang tersedia mendukung proses pertumbuhan tanaman dengan baik [15].

Luas daun. Ketersediaan unsur hara yang seimbang mampu mendukung pembelahan dan pembesaran sel, sehingga meningkatkan luas permukaan daun secara nyata [16]. Luas daun merupakan parameter penting yang diperlukan untuk menganalisis pertumbuhan tanaman dan kinerja fisiologisnya [17]. Peningkatan luas daun berkontribusi terhadap meningkatnya kapasitas fotosintesis. Daun dengan permukaan lebih luas mampu menangkap cahaya secara lebih efisien, sehingga mendukung peningkatan laju fotosintesis dan mempercepat pertumbuhan tanaman [16]. Tingkat intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menurunkan laju asimilasi karbon. Hal ini disebabkan oleh fotooksidasi yang dapat ada klorofil yang terjadi secara instan dan menghancurkan klorofil tersebut [18].

Tinggi tanaman. Tinggi tanaman dapat meningkat secara signifikan karena pengelolaan nutrisi yang tepat. Pengelolaan nutrisi yang tepat mengarah pada peningkatan fotosintesis dan metabolisme sel. Pasokan nutrisi yang tidak konsisten dapat menyebabkan stres fisiologis, yang menghambat pertumbuhan sel dan membatasi tinggi tanaman [16]. Nitrogen memainkan peran penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti tinggi tanaman serta pembentukan daun, batang, dan akar [19]. Peningkatan tinggi tanaman merupakan indikator pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang menentukan produktivitas tanaman [20].

Jumlah xilem. Pasokan senyawa organik serta unsur hara (terutama N dan K) dari air leri yang telah difermentasi mendorong perkembangan akar dan pembentukan jaringan vaskuler secara lebih signifikan [21]. Akibatnya, tanaman menghasilkan lebih banyak xilem untuk memenuhi kebutuhan air dan nutrisi. Pada POC air leri, karbohidrat, gula, dan senyawa organik lainnya yang telah terfermentasi

menjadi asam organik dan zat pengatur tumbuh yang sederhana dapat meningkatkan aktivitas meristem akar serta pembelahan sel di area korteks dan silinder vaskuler. Hal ini berujung pada meningkatnya diferensiasi protoplast menjadi xilem primer dan sekunder [22].

Jumlah stomata. Ketersediaan unsur hara, khususnya nitrogen, berperan penting dalam mendukung pembentukan klorofil, meningkatkan laju fotosintesis, serta mendorong perkembangan dan pertumbuhan jaringan daun secara optimal. Kondisi ini menjadikan proses diferensiasi sel dalam daun berlangsung dengan baik, sehingga pembentukan stomata dapat dilakukan secara maksimal. Oleh karena itu, tanaman dengan perlakuan AB Mix cenderung menunjukkan perkembangan anatomi daun yang lebih baik dibandingkan perlakuan POC kombinasi lain. Intensitas cahaya dan kondisi lingkungan tempat tumbuh memengaruhi luas daun serta jumlah dan ukuran stomata. Tanaman yang terkena cahaya tinggi umumnya memiliki stomata lebih kecil dengan jumlah lebih banyak dibandingkan tanaman di tempat teduh dan lembap [23].

Berat kering. Berdasarkan hasil pengukuran berat kering sampel dari masing-masing perlakuan, diketahui bahwa perlakuan yang menggunakan bahan organik alami seperti air leri dan kunyit menunjukkan laju pelepasan unsur hara yang relatif lambat, yang sangat bergantung pada aktivitas mikroorganisme untuk mengubahnya menjadi ion yang dapat diserap. AB Mix menyediakan unsur hara baik mikro maupun makro dalam bentuk ion yang siap diserap langsung oleh akar. Dalam hal ini, formulasi pupuk anorganik AB Mix memberikan kestabilan pertumbuhan biomassa (berat kering) yang lebih konsisten pada tanaman berkat ion haranya yang siap diserap. Sebaliknya, pupuk organik murni seperti air leri dan kunyit memicu variabilitas pertumbuhan yang tinggi karena proses mineralisasi bahan organik di dalam media tanam yang memerlukan waktu dan dinamika yang berbeda pada setiap pengulangan sampel.

Korelasi Faktor Abiotik dengan Parameter Morfo-Anatomi Daun dan Akar Kangkung

Dari hasil analisis regresi menunjukkan faktor abiotik seperti pH terdapat pengaruh nyata terhadap jumlah daun dengan nilai *R square* 0.722 dan salinitas dengan nilai *R square* 0.891. Nilai *R square* merupakan ukuran sejauh mana suatu variabel bebas memengaruhi variabel terikat. Nilai ini berkisar antara 0 hingga 1 dan menunjukkan sejauh mana kombinasi variabel-variabel bebas secara kolektif memengaruhi variabel terikat [24]. Hal ini dapat disebabkan karena dalam durasi 2 minggu, tanaman dapat membentuk beberapa helai daun baru sebagai respon terhadap ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan yang baik. Jumlah daun merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman. Salah satu tanda produktivitas tanaman adalah kemampuannya untuk menghasilkan daun, karena fotosintesis terjadi di daun [25].

Tidak adanya pengaruh yang nyata faktor abiotik terhadap beberapa parameter pertumbuhan kangkung dapat disebabkan karena durasi penelitian terlalu singkat sehingga pengaruh pH, TDS, dan

salinitas terhadap pertumbuhan tanaman kangkung belum termanifestasi pada parameter morfologi dan anatomi. Sebagian besar tanaman memerlukan waktu 4-8 minggu untuk menunjukkan respon pertumbuhan yang signifikan terhadap perlakuan pemupukan.

Kesimpulan

Perlakuan POC berpengaruh pada pertumbuhan morfo-anatomi kangkung. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi dihasilkan oleh perlakuan POC kunyit-air leri dan AB Mix yakni setinggi 29 cm, luas daun kangkung tertinggi dihasilkan oleh perlakuan POC kunyit-air leri sebesar 2,3 cm², jumlah daun terbanyak dihasilkan oleh perlakuan AB Mix yaitu sebanyak 8 helai daun, jumlah stomata terbanyak dihasilkan oleh perlakuan AB Mix sebanyak 15,7 individu/luas bidang pandang, sedangkan rata-rata jumlah xilem terbanyak sebanyak 9 dihasilkan perlakuan POC tunggal seperti air leri, dan rata-rata panjang akar terpanjang sebesar 3,1 cm dihasilkan oleh POC kunyit. Pada penimbangan berat kering, hasil penimbangan terbesar dimiliki oleh kangkung hasil perlakuan POC kunyit-air leri sebesar 0,5 gram.

Faktor abiotik pH dan salinitas berpengaruh nyata terhadap jumlah daun kangkung, sedangkan parameter lain seperti panjang akar, luas daun, tinggi tanaman, jumlah xilem, jumlah stomata, dan berat kering tidak menunjukkan pengaruh nyata.

Daftar Pustaka

- [1] Putri, N. S. E., Nugraha, P. E. P., Sulistiono, S., & Rahmawati, I. 2024. Struktur Morfologi Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Asal Area Kediri Raya. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran*, 3(1): 201-205. <https://doi.org/10.29407/sw07gy88>
- [2] Sulfianti, S., Risman, R., & Saputri, I. 2021. Analisis NPK Pupuk Organik Cair dari Berbagai Jenis Air Cucian Beras Dengan Metode Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Agrotech*, 11(1): 36-42. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v11i1.62>
- [3] Srimaulinda, Nurtjahja, K., & Riyanto. 2021. Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa dan Air Cucian Beras dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 3(2): 62–72. <https://doi.org/10.31289/jibioma.v3i2.751>
- [4] Zahroh, F., Kusrinah, K., & Setyawati, S. M. 2018. Perbandingan Variasi Konsentrasi Pupuk Organik Cair Dari Limbah Ikan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 1(1), 50-57. <https://doi.org/10.21580/ah.v1i1.2687>
- [5] Sinaga, C. D., Karno, & Purbajanti. 2020. Growth and Production of Chinese Kal (*Brassica oleracea* L.) on different Growth Media and AB Mix substitution with Organic Nutrition of Float

- Hydroponic Systems. *Journal tropical crop science and technology*, 2(2): 83-92. <https://doi.org/10.22219/jtcst.v2i2.10549>
- [6] Gaso, M. T., Bare, Y., Bunga Y. N., & Putra, S. H. J. 2022. Respon Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) Setelah Pemberian Arang Sekam Padi. *Spizateus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 3(2): 1-9. <https://doi.org/10.55241/spibio.v3i2.59>
- [7] Salawati, Hikmah, N., Nurmala, Rasud, Y., Ende, S., & Henrik. 2020. Peningkatan Produktivitas Lahan Karangan Melalui Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga Sebagai Pupuk Organik di Desa Lantapan Kecamatan Galang Kabupaten Tolitoli. *Abditani: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1): 44-49. <https://doi.org/10.31970/abditani.v2i0.41>
- [8] Fauziah, A., & Izzah, A. S. Z. 2019. Analisis Tipe Stomata Pada Daun Tumbuhan Menggunakan Metode Stomatal Printing. *Prosiding Seminar Nasional HAYATI VII*: 34-39. <https://doi.org/10.29407/hayati.v7i1.603>
- [9] Irene, K., & Susanti, D. Y. 2014. Pengaruh Suhu Pengovenan Terhadap Perubahan Kadar Air dan Sifat Fisik Mi Jagung Kering. Universitas Gadjah Mada. Skripsi.
- [10] Sugiarto, D., Rahayu, T., & Hayati, A. 2019. Pengaruh Air Leri dan Emulsi Ikan terhadap Pertumbuhan Tanaman Anggrek *Dendrobium* pada Tahap Vegetatif: The Effect of Leri Water and Fish Emulsion on *Dendrobium* Orchid Growth of Vegetative Stage. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 4(2), 46-54. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v4i2.206>
- [11] Budiasih. 2009. Respon Tanaman Padi Gogo Terhadap Cekaman Kekeringan. *GaneC Swara Edisi Khusus*, 3(3): 22-27.
- [12] Fadhil, I., Rahayu, T., & Hayati, A. (2018). Pengaruh Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Sebagai ZPT Alami Terhadap Pembentukan Akar Stek Pucuk Tanaman Krisan (*Chrysanthemum* sp). *Jurnal SAINS ALAMI (Known Nature)*, 1(1), 34-38. <https://doi.org/10.33474/j.sa.v1i1.1416>
- [13] Yulianti, F. 2022. Perbandingan Pertumbuhan Pagoda antara Larutan Nutrisi AB Mix dan Pupuk Organik Cair pada Sistem Hidroponik NFT. In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*: 108-114. <https://doi.org/10.25047/agropross.2022.279>
- [14] Nurwasila, N., Syam, N., & Hidrwati, H. 2024. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK dan POC Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kalian (*Brassica oleracea* L.). *Agrotekmas Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(3): 403-413. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v4i3.410>
- [15] Rahmah, S., Rahayu, T., & Hayati, A. 2018. Kajian Penambahan Bahan Organik Pada Media Tanam VW Pada Organogenesis Anggrek *Dendrobium* Secara In Vitro. *Jurnal SAINS ALAMI (Known Nature)*, 1(1). <https://doi.org/10.33474/j.sa.v1i1.1392>

- [16] Putri, A. D., Fervia, R., Anhar, A., & Razak, A. 2025. Application of pH ANDTDS Sensors to the Growth of Red Lettuce (*Lectuca sativa* var. *crispa*) In a Hydroponic System. *Jurnal Biologi Tropis*, 25 (4b): 758-765. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i4b.10859>
- [17] Andrian, R., Agustiansyah, A., & Lestari, D. I. 2022. Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Android. *Jurnal Agrotropika*, 21(2): 115-123. <https://doi.org/10.23960/ja.v21i2.6096>
- [18] Muntasiroh, E. A., Hayati, A., & Lisminingsih, R. D. 2025. Analisis Kerapatan Stomata dan Morfologi Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) yang Tumbuh di Lahan pada Ketinggian yang Berbeda di Wilayah Kabupaten Malang. *SCISCITATIO*, 6(2), 87-97. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2025.62.200>
- [19] Marsono, L. 2011. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [20] Putra, B. & Ningsi, S. 2019. Peranan Pupuk Kotoran Kambing Terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Lebar dan Luas Daun Total *Pennisitum purpureum* cv. Mott. *Stock Peternakan*, 2(2). <https://doi.org/10.36355/sptr.v1i2.312>
- [21] Aisyah, I., & Basuni, R. R. 2023. Potensi Probiotik Ternak Cair “Bakteri Zet Neo” Untuk Meningkatkan Kualitas Pupuk Tanaman Berbasis Urine Kelinci dan Air Cucian Beras. Penerbit Deepublish. Yogyakarta.
- [22] Rinaldy, A., Nasution, Y., & Friska, M. 2024. Pengaruh Pemberian Air Cucian Beras dan Pupuk Organik Cair (POC) Terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Jambu Air Madu (*Syzygium equaeum* Burn F. Alston). *Journal Agro-Livestock*, 2(02), 65-73. <https://doi.org/10.65474/0t39bp25>
- [23] Rohmah, A., Rahayu, T., & Hayati, A. (2016). Pengaruh Pemberian Kolkisin Terhadap Karakter Stomata Daun Zaitun (*Olea europeae* L.). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 2(2). <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v2i2.81>
- [24] Nurani, A. T., Setiawan, A., & Susanto, B. 2023. Perbandingan Kinerja Regresi Decision Tree dan Regresi Linear Berganda Untuk Prediksi Bmi Pada Dataset Asthma. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 6(1), 34-43. <https://doi.org/10.24246/juses.v6i1p34-43>
- [25] Nasrulloh, A., Mutiarawati, T., & Sutari, W. 2016. Pengaruh Penambahan Arang Sekam dan Jumlah Cabang Produksi Terhadap Pertumbuhan Tanaman, Hasil dan Kualitas Buah Tomat Kultivar Doufur Hasil Sambung Batang Pada Inceptisol Jatinangor. *Jurnal Kultivar*, 15(1): 26-36. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i1.12010>