



## Aplikasi Asam Humat dan Pupuk Organik Cair Ekstrak Rumput Laut untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid *Brassica juncea* L.

Tia Setiawati<sup>1\*</sup>, Sania Septiani Fitria<sup>2)</sup>, Mohamad Nurzaman<sup>3)</sup>, Rusdi Hasan<sup>4)</sup>,  
Asep Zainal Mutaqin<sup>5)</sup>, Ani Lestari<sup>6)</sup>

<sup>1,2,3,4,5)</sup> Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung-Sumedang

<sup>6)</sup> Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa, Karawang

\*Corresponding author: [tia@unpad.ac.id](mailto:tia@unpad.ac.id)

### Article History

Received : 07 April 2024

Approved : 28 Juni 2024

Published : 19 Juli 2024

### Keywords

humic acid, seaweed extract LOF, *Brassica juncea* L., growth, flavonoids

### ABSTRACT

This research was conducted with the aim of obtaining the optimal dose of humic acid (HA) and liquid organic fertilizer (LOF) from seaweed extract that can enhance the growth and total flavonoid content of *Brassica juncea* L. The method used in this study was experimental with a randomized complete block design with two factors. The first factor was HA, consisting of 4 dose levels: 0, 4, 8, and 12 g/kg, while the second factor was LOF from seaweed extract, consisting of 4 dose levels: 0, 1, 2, and 3 mL/L. Each treatment was replicated four times. Parameters were observed on the 42<sup>nd</sup> day, including plant height, leaf number, leaf area, dry weight, and total flavonoids. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and followed by Duncan's Multiple Range Test with a confidence level of 95%. The results showed that the dose of 4 g/kg HA and 2 mL/L LOF was the best dose for enhancing growth and total flavonoid content, producing an average plant height of 19.25 cm, a leaf number of 5.75, a total leaf area of 179.8 cm<sup>2</sup>, a dry weight of 0.57 grams, and a total flavonoid content of 0.106 mg QE/g sample.

© 2024 Universitas Kristen Indonesia  
Under the license CC BY-SA 4.0

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan tempat budidaya tanaman tropis maupun subtropis yang sangat memungkinkan untuk dikembangkan karena tersedianya sebaran wilayah yang luas, keragaman agroklimat dan karakteristik lahan (Prasetyo & Lazuardi, 2017). Selain itu juga, Indonesia merupakan

negara yang tepat untuk dikembangkannya budidaya tanaman sayuran apabila dilihat dari aspek klimatologis. Salah satu jenis tanaman yang menjadi perhatian masyarakat dan perlu ditingkatkan kualitas produksinya adalah tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) (Inri et al., 2019). Sayuran berdaun hijau ini termasuk tanaman yang tahan terhadap

air hujan, dan dapat dipanen sepanjang tahun tidak tergantung dengan musim. Masa panen juga terbilang cukup pendek, setelah umur 42 hari ditanam sawi sudah dapat dipanen. Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) merupakan jenis sayuran yang sudah tidak asing lagi dan sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Sawi hijau ini dapat dikonsumsi secara langsung seperti dibuat lalapan, bisa juga dibuat tumis, ataupun disajikan sebagai pelengkap makanan lainnya. Semua bagian dari sawi hijau ini dapat dikonsumsi kecuali bagian akarnya (Supriyatin & Pratiwi, 2019).

Tanaman sawi hijau mengandung protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, vitamin A, vitamin B dan vitamin C (Hilmi et al., 2018). Sawi hijau memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, antara lain menghilangkan rasa gatal pada tenggorokan karena batuk, menghilangkan sakit kepala, dan dapat membersihkan darah (Inri et al., 2019). Sawi hijau kaya antioksidan flavonoid, indoles, sulforaphane, karoten, lutein dan zeaxanthin yang bermanfaat dalam penyembuhan berbagai penyakit. Indoles, terutama di-indolylmetana (DIM) dan sulforaphane merupakan unsur kandungan sawi hijau yang memiliki manfaat dalam melawan prostat, kanker usus, kanker payudara, dan kanker ovarium berdasarkan penghambatan pertumbuhan sel kanker, efek sitotoksik pada sel kanker (Walanda et al., 2016).

Salah satu kandungan senyawa aktif dalam sawi hijau adalah flavonoid. Manfaat flavonoid untuk manusia, yaitu memiliki efek untuk meningkatkan kesehatan dengan spektrum yang luas dan merupakan komponen yang sangat diperlukan dalam berbagai nutraceutical, farmasi, obat dan aplikasi kosmetik. Hal ini disebabkan flavonoid memiliki beragam aktivitas seperti antioksidan, antiinflamasi, antimutagenik dan sifat antikarsinogenik (Khoirunnisa & Sumiwi, 2019).

Banyaknya manfaat dari sawi hijau membuat meningkatnya kesadaran masyarakat akan nilai gizi sehingga permintaan pasar semakin tinggi terhadap sayuran ini (Wijaya, 2018) sehingga perlu adanya usaha peningkatan produktivitas sawi hijau agar permintaan pasar dan keadaan pasar dapat seimbang. Usaha untuk meningkatkan produksi sawi dapat dilakukan melalui diversifikasi pola budidaya dengan menjaga kesuburan lahan pertanian supaya kesinambungan usaha pertanian tetap terlaksana (Munthe et al., 2018). Menurut Raksun and Karnan (2019) salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan lahan pertanian serta pertumbuhan dan produksi tanaman adalah dengan melakukan pemupukan.

Keseimbangan penggunaan pupuk sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif dan peningkatan kualitas serta hasil tanaman terutama kualitas tanah. Peningkatan

manajemen makro dan mikronutrien dalam tanah dapat meningkatkan hasil dan kualitas sayuran (Diriba-Shiferaw et al., 2013). Pemupukan dilakukan dengan menambahkan zat kimia dan bahan organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, yaitu asam humat dan ekstrak rumput laut. Ekstrak rumput laut dan asam humat banyak digunakan di bidang pertanian dan industri hortikultura untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan toleransi terhadap stres (Sandepogu et al., 2019).

Asam humat adalah makromolekul kompleks yang terbentuk secara alami dari materi yang terdekomposisi yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mengkelat nutrisi dan menyangga pH. Zat humat telah dilaporkan mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Efek senyawa humat secara tidak langsung berkaitan dengan perbaikan fisik, kimia dan biologi tanah dan efek secara langsung dengan peningkatan permeabilitas sel dan tanggapan pertumbuhan hormonal pada tanaman atau karena kombinasi kedua proses ini (Alkharpotly et al., 2017). Selain itu, asam humat kaya akan nutrisi mineral seperti natrium (Na), kalium (K), magnesium (Mg), seng (Zn), kalsium (Ca), besi (Fe), dan tembaga (Cu) dan asam organik. Asam humat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan

perkembangan tanaman, perkecambahan biji, pertumbuhan akar, serapan hara, toleransi terhadap stres, agregasi tanah, kapasitas menahan air, dan aerasi tanah. Asam humat juga dapat merangsang biosintesis hormon pertumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokinin selama tanaman pertumbuhan (Sandepogu et al., 2019).

Penambahan bahan organik seperti ekstrak rumput laut juga merupakan salah satu pilihan untuk meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman. Produk rumput laut yang diolah menjadi pupuk organik cair mampu meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman dan menjadi biomodulator dalam produksi tanaman. Rumput laut memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro, asam amino, vitamin, sitokinin, auksin, dan asam absisat (Sakr et al., 2019). Ekstrak rumput laut merupakan generasi baru pupuk organik alami yang mengandung nutrisi tinggi bagi tanaman, mempercepat perkecambahan benih dan meningkatkan ketahanan pertumbuhan banyak tanaman (Alkharpotly et al., 2017).

Penambahan asam humat dan POC ekstrak rumput laut juga dapat meningkatkan kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid. Menurut Sandepogu et al. (2019) kombinasi asam humat dan POC ekstrak rumput secara signifikan mengurangi kerusakan oksidatif selama penyimpanan pasca panen, melalui

peningkatan biosintesis enzim dan senyawa antioksidan seperti fenolat dan flavonoid. Flavonoid seperti flavon dan flavonol memiliki efek penting pada biologi sel. Salah satu efek tersebut adalah penghilangan dan detoksifikasi radikal bebas yang menyebabkannya kerusakan sel (Winkel-Shirley, 2002). Menurut penelitian Gholami et al. (2018) penambahan asam humat dengan penggabungan unsur organik lainnya pada tanaman sawi putih dapat meningkatkan biosintesis flavonoid dan senyawa flavonoid pada daun dan akar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan dosis asam humat (AH) dan pupuk organik cair (POC) ekstrak rumput laut terbaik yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan kadar flavonoid total sawi hijau.

## **METODE PENELITIAN**

### **Metode**

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari dua faktor dengan empat replikasi. Faktor pertama adalah asam humat (AH) yang terdiri dari 4 taraf dosis yaitu 0, 4, 8 dan 12 g/kg, sedangkan faktor kedua adalah POC ekstrak rumput laut yang terdiri dari 4 taraf dosis yaitu 0, 1, 2 dan 3 mL/L. Penyemaian sawi hijau dilakukan selama 21 hari hingga munculnya 4 helai daun selanjutnya dipindahkan ke media perlakuan. Pengamatan dilakukan pada 42 hari setelah

tanam (HST) terhadap parameter jumlah daun, tinggi tanaman, dan berat kering, luas daun dan kadar flavonoid total. Data dianalisis menggunakan Analisis Varians (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dengan taraf kepercayaan 95%.

### **Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah air, akuades, AlCl<sub>3</sub> 10%, aluminium foil, asam humat (AH) dengan nama produk Humivit, benih sawi hijau (*Brassica juncea* L.) varietas Dora, CH<sub>3</sub>COOK 1 M, etanol 80%, kertas koran, kertas milimeter blok, kertas saring (Whatman No.1), larutan standar kuersetin, label, metanol 75%, plastik ziplock polybag ukuran 25 cm x 25 cm, pupuk organik kandang, POC ekstrak rumput laut dan tanah andosol.

### **Prosedur**

#### ***Penyemaian benih dan penanaman bibit***

Media semai berupa campuran tanah dengan pupuk kandang (perbandingan 50:50) (Istiqomah & Serdani, 2018), tanah diayak dan dicampurkan dengan pupuk kandang hingga menjadi homogen lalu dimasukkan ke dalam baki semai (Nurmayulis et al., 2014). Sebelum penanaman semai, benih direndam terlebih dahulu selama 16 jam (Eskandari & Kazemi, 2012). Benih ditanam dalam media dengan

posisi tidak terlalu dalam. Penyiraman dilakukan dengan sprayer setiap hari. Setelah berumur 3 minggu sejak disemaikan atau bibit telah berdaun 3-4 bibit tanaman sawi siap dipindahkan ke media tanam (Istiqomah & Serdani, 2018). Media tanam yang digunakan berupa campuran tanah dan pupuk kandang (1:1), sebanyak 2 kg/polybag. Bibit umur 3 minggu dipindahkan ke media tanam yang telah disiapkan (Nurmayulis et al., 2014).

#### ***Pemberian perlakuan dan pemeliharaan***

Setelah satu minggu pindah tanam, tanaman diberi perlakuan AH dan POC. Serbuk AH dengan dosis 0, 4, 8 dan 12 g/kg ditaburkan ke dalam media tanam, dilakukan 2 kali yaitu pada 7 dan 21 HST (Fauziah et al., 2019), sedangkan POC diberikan dengan dosis 0, 1, 2 dan 3 mL/L (S. Mahmoud et al., 2018), diberikan seminggu sekali dengan cara disemprot kepada tangkai dan daun (Marpaung et al., 2014) sebanyak 2 mL/ tanaman (Wenda et al., 2017). Pemeliharaan meliputi penyiraman dan penyiangan. Penyiraman dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore hari (Istiqomah & Serdani, 2018), tetapi dapat juga penyiraman dilakukan sehari sekali jika kondisi tanah masih dalam keadaan lembab. Penyiangan dilakukan untuk membersihkan gulma yang tumbuh di sekitar tanaman.

#### ***Pengamatan parameter pertumbuhan***

Pengamatan dilakukan pada 42 HST. Berat kering diukur dengan cara membungkus semua bagian tanaman menggunakan kertas merang dan dioven selama 3 hari pada suhu 80<sup>0</sup>C atau hingga mencapai berat kering konstan. Tinggi tanaman diukur dari pangkal tanaman sampai ujung daun. Jumlah daun diperoleh dengan menghitung keseluruhan jumlah daun kecuali pucuk yang masih menguncup. Pengukuran luas daun menggunakan metode gravimetri yaitu digunakan pola-pola daun (replika daun) yang digambar pada kertas militer blok (Haryanti, 2008).

#### ***Analisis kandungan total flavonoid***

##### Ekstraksi bahan kering

Bahan kering yang telah dihaluskan diambil sebanyak 0,4 g dimaserasi dengan 10 mL metanol 75%. Maserasi dilakukan sebanyak 2 kali di dalam tabung Erlenmeyer, kemudian dihomogenkan menggunakan shaker selama 12 jam pada suhu kamar. Ekstrak kemudian disaring menggunakan kertas saring Whattman No. 1 (Seong et al., 2016). Residu hasil filtrasi (filtrat) sebanyak 10 mL kemudian disimpan dalam botol vial (Chang et al., 2002).

##### Preparasi larutan standar kuersetin

Larutan standar kuersetin digunakan untuk membuat kurva kalibrasi. Sebanyak 0,15 mg standar kuersetin dilarutkan dalam 15 ml etanol 80% kemudian diencerkan menjadi 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Larutan kuersetin yang sudah diencerkan

kemudian diambil sebanyak 0,5 ml dan dicampurkan dengan 1,5 ml etanol 80%; 0,1 ml  $AlCl_3$  10%; 0,1 ml  $CH_3COOK$  1 M, dan 2,8 mL akuades secara terpisah. Larutan yang sudah dicampurkan kemudian diinkubasi selama 30 menit (Chang et al., 2002).

#### Analisis spektrofotometri

Pemeriksaan nilai absorbansi total flavonoid diukur pada panjang gelombang 415 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Blanko disiapkan dengan memipet sebanyak 1,5 mL etanol 80%; 0,1 mL  $AlCl_3$ ; 0,1 mL  $CH_3COOK$  1 M dan 2,8 mL akuades. Kandungan total flavonoid dinyatakan dengan massa ekuivalen kuersetin (Chang et al., 2002).

#### **Analisis data**

Data dianalisis menggunakan Analisis Varians (Anava), jika hasilnya berpengaruh

nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 95% ( $\alpha = 0,05$ ) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN** **Pengaruh AH dan POC terhadap pertumbuhan Sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Respon pertumbuhan yang diamati terhadap perlakuan AH dan POC yang diberikan dalam penelitian ini meliputi parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, serta berat kering tanaman.

#### *Tinggi tanaman*

Berdasarkan hasil Anava, didapatkan bahwa perlakuan AH, POC serta interaksinya berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap tinggi tanaman. Hasil Anava terhadap parameter tinggi tanaman sawi hijau disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil anava terhadap parameter tinggi tanaman sawi hijau

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Asam Humat (AH)	298.168	3	99.389	7.588	0.000
Pupuk Organik Cair (POC)	91.730	3	30.577	2.335	0.086
AH * POC	45.754	9	5.084	0.388	0.935
Error	628.688	48	13.098		
Total	20998.250	64			
Corrected Total	1064.340	63			

a. R Squared = .409 (Adjusted R Squared = .225)

**Tabel 2.** Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap tinggi tanaman sawi hijau (cm)

POC Ekstrak Rumput Laut	Asam Humat (AH)			
	0 g/kg	4 g/kg	8 g/kg	12 g/kg
0 mL/L	13a	18.5b	16.75a	15.5a
	A	A	A	A
1 mL/L	13.5a	19.25c	18.5b	16ab
	A	A	A	A
2 mL/L	16.75a	22.00c	19.25b	17.25b
	B	B	B	A
3 mL/L	15.875a	21.25c	19.00b	17.00a
	A	B	A	A

Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikansi 0,05.

Uji Jarak Berganda Duncan dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan pada interaksi tersebut. Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap tinggi tanaman sawi hijau disajikan pada **Tabel 2**. **Tabel 2** menunjukkan bahwa pemberian AH 4-8 g/kg mampu meningkatkan tinggi tanaman pada perlakuan POC hingga 2 mL/L dan menurun pada dosis POC 3 mL/L. Rata-rata tinggi tanaman pada dosis AH tertinggi 12 g/kg menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada semua dosis POC. Hal yang sama terjadi penurunan tinggi tanaman pada dosis POC tertinggi (3 mL/L) pada semua AH. Hal ini dapat terjadi karena pada dosis pupuk yang tinggi dapat mengakibatkan keracunan pada tanaman, sehingga tidak lagi memberikan pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan (Nuryani et al., 2019). Demikian pula pada kontrol (tanpa AH dan POC) diperoleh rata-rata tinggi tanaman terendah sebesar 13 cm. Hal ini dapat terjadi karena tanaman yang tidak diberikan pupuk atau dalam dosis sangat rendah dapat menyebabkan rendahnya ketersediaan unsur hara dan akan memperlambat pertumbuhan (Pratama & Nihayati, 2021), termasuk tinggi tanaman.

Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa rata-rata tinggi tanaman tertinggi sebesar 22 cm terdapat pada interaksi AH 4 g/kg dan POC 2 mL/L. Hal ini dapat disebabkan pada dosis tersebut, unsur hara dapat terpenuhi

dengan optimal untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman. Pemberian pupuk kurang atau melebihi dosis optimal dapat menyebabkan hambatan pertumbuhan (Siregar, 2017). Menurut Radite and Simanjuntak (2020) AH memiliki kemampuan dalam pertukaran senyawa di dalam tanah, selain dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan makronutrien seperti N dan P. Demikian pula POC menyediakan unsur Ca yang dapat dengan mudah diserap oleh akar (Gomaa & Ibrahim, 2020). Unsur-unsur hara tersebut diperlukan tanaman dalam proses metabolisme, terutama selama periode vegetatif untuk mendorong pembelahan sel dan pembentukan sel-sel baru yang berkontribusi terhadap pertumbuhan tinggi (Yusuf et al., 2020).

Interaksi AH dan POC menghasilkan penggabungan unsur hara yang baik dan bekerja sinergis memenuhi kebutuhan pertumbuhan tinggi (Paul et al., 2017). Menurut Gomaa and Ibrahim (2020) pupuk organik yang mengandung bahan rumput laut memiliki kandungan yang kaya protein dan vitamin. Protein merupakan sumber utama unsur N yang berperan penting untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, sedangkan vitamin khususnya jenis vitamin B1, berfungsi sebagai koenzim dalam metabolisme karbohidrat serta meningkatkan aktivitas hormon dalam

jaringan tanaman untuk mendorong pembelahan sel-sel baru (Wijiyanti et al., 2019), begitu pula dengan AH yang kaya akan asam amino dan asam organik lainnya (Hassoon et al., 2018). Keberadaan unsur protein, vitamin, asam amino dan asam organik lain dari POC dan AH meningkatkan kandungan unsur N. Menurut Supriyatin and Pratiwi (2019) nitrogen merupakan bahan penyusun adenin yang diperlukan untuk menyusun hormon sitokinin. Hormon sitokinin berperan dalam pembelahan sel pada meristem apikal akar dan pucuk tunas untuk menghasilkan sel-sel baru, sehingga akan meningkatkan pertambahan tinggi.

#### **Jumlah daun**

Berdasarkan hasil Anava, didapatkan bahwa perlakuan AH, POC serta

interaksinya berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap jumlah daun. Hasil Anava terhadap parameter jumlah daun disajikan pada **Tabel 3**. Uji Jarak Berganda Duncan dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan pada interaksi tersebut. Analisis tersebut disajikan pada **Tabel 4**.

**Tabel 4** menunjukkan bahwa pemberian AH (4-12 g/kg) mampu meningkatkan jumlah daun dibandingkan kontrol (tanpa AH) pada seluruh dosis POC. Begitu pula dengan pemberian POC (1-3 mL/L) secara umum memberikan rata-rata jumlah daun lebih tinggi dibandingkan kontrol (tanpa POC) pada dosis AH 4-8 g/kg. Penambahan AH dosis tinggi (12 g/kg) menyebabkan penurunan jumlah daun pada semua dosis POC. Selaras dengan pernyataan Sandepogu et al. (2019) bahwa

**Tabel 3.** Hasil Anava terhadap parameter jumlah daun sawi hijau

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Asam Humat (AH)	12.625	3	4.208	1.676	0.185
Pupuk Organik Cair (POC)	18.750	3	6.250	2.490	0.071
AH * POC	41.875	9	4.653	1.853	0.083
Error	120.500	48	2.510		
Total	2950.000	64			
Corrected Total	193.750	63			

a.R Squared = .378 (Adjusted R Squared = .184)

**Tabel 4.** Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap pertumbuhan jumlah daun sawi hijau (helai)

POC Ekstrak Rumput Laut	Asam Humat (AH)			
	0 g/kg	4 g/kg	8 g/kg	12 g/kg
0 mL/L	5.75a A	6.75b A	6.50a A	6.45a A
1 mL/L	6.63a AB	7.19b A	6.75ab A	6.50ab A
2 mL/L	7.75a AB	8.50c B	7.25b B	7b A
3 mL/L	7.50b B	8.25c B	6.75ab A	6.20a A

Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikansi 0,05.

penggabungan pupuk berbahan dasar ekstrak rumput laut dan AH memberikan dampak peningkatan pertumbuhan salah satunya jumlah daun khususnya pada tanaman sayuran karena unsur yang dihasilkan dari interaksi pupuk akan memacu beberapa proses metabolisme dalam pertumbuhan organ tanaman.

**Tabel 4** juga memperlihatkan bahwa rata-rata jumlah daun tertinggi (8 helai) terdapat pada interaksi AH 4 g/kg dan POC 2 mL/L sedangkan terendah (5 helai) terdapat pada kontrol (tanpa AH dan POC). Pemberian POC ataupun AH dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman mendukung terjadinya pertumbuhan yang optimal, proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel akan berlangsung dengan cepat sehingga organ tanaman tumbuh dengan cepat pula (Alkharpotly et al., 2017), termasuk organ daun. Supriyatin & Pratiwi (2019) melaporkan bahwa penambahan jumlah daun berkaitan dengan unsur N dan P yang terdapat dalam POC. Kedua unsur tersebut berperan dalam menyusun molekul pentransfer seperti ADP, ATP, NAD, dan NADPH melalui reaksi terang fotosintesis. ATP dan NADPH yang dihasilkan digunakan untuk reaksi gelap fotosintesis (Alkharpotly et al., 2017). Peningkatan laju fotosintesis akan meningkatkan jumlah fotosintat yang dihasilkan dan dapat digunakan untuk

pemeliharaan sel dan ditranspor menuju organ vegetatif, antara lain untuk pembentukan daun muda. Selain itu, unsur N berperan dalam proses pembelahan dan pembesaran sel sehingga daun muda cepat terbentuk (Kumar et al., 2017).

Rata-rata jumlah daun dan tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan yang sama yaitu pada interaksi AH 4 g/kg dan POC 2 mL/L (Tabel 2 dan 4). Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya korelasi antara tinggi tanaman dengan jumlah daun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rizal (2017) bahwa meningkatnya jumlah daun berkaitan dengan tinggi tanaman yaitu semakin tinggi tanaman semakin banyak ruas batang yang akan menjadi tempat keluarnya daun. Dengan demikian, penambahan tinggi tanaman secara langsung dapat meningkatkan jumlah daun.

#### ***Luas daun***

Berdasarkan hasil Anava, didapatkan bahwa perlakuan AH, POC serta interaksinya berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap luas daun. Hasil anava terhadap parameter luas daun sawi hijau disajikan pada **Tabel 5**. Uji Jarak Berganda Duncan digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan pada interaksi tersebut. Hasil analisis disajikan pada **Tabel 6**.

**Tabel 5.** Hasil anava terhadap parameter luas daun sawi hijau

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Asam Humat (AH)	5.055	3	1.685	23.529	0.000
Pupuk Organik Cair (POC)	1.880	3	0.627	8.749	0.000
AH * POC	1.650	9	0.183	2.561	0.017
Error	3.437	48	0.072		
Total	46.773	64			
Corrected Total	12.022	63			

a.R Squared = .714 (Adjusted R Squared = .625)

**Tabel 6.** Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap luas daun tanaman sawi hijau (cm<sup>2</sup>)

POC Ekstrak Rumput Laut	Asam Humat (AH)			
	0 g/kg	4 g/kg	8 g/kg	12 g/kg
0 mL/L	41.3a A	10.3c A	75.3b A	51.8a A
1 mL/L	45.9a A	117.1c AB	79.8b AB	52.1a A
2 mL/L	51.8a B	179.8c B	94.3b B	58.3b A
3 mL/L	48.3a AB	129.3c AB	81.5b AB	53.1a A

Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikan 0,05.

**Tabel 6** menunjukkan bahwa secara umum pemberian AH (4-12 g/kg) mampu meningkatkan luas daun dibandingkan kontrol (tanpa AH) pada seluruh dosis POC. Begitu pula dengan pemberian POC (1-3 mL/L) secara umum memberikan rata-rata luas daun lebih tinggi dibandingkan kontrol (0 mL/L POC) pada dosis AH 4-8 g/kg. Penambahan AH dosis tinggi (12 g/kg) menyebabkan penurunan luas daun pada semua dosis POC.

**Tabel 6** juga menunjukkan bahwa rata-rata luas daun tertinggi sebesar 179,8 cm<sup>2</sup> terdapat pada interaksi AH 4 g/kg dan POC 2 mL/L, sedangkan terendah sebesar 41,3 cm<sup>2</sup> terdapat pada kontrol. Pada dosis AH lebih tinggi yaitu 8 g/kg dan 12 g/kg, rata-rata luas daun cenderung mengalami penurunan. Menurut Wahyuningsih et al. (2016), pemberian pupuk harus dilakukan

sesuai konsentrasi yang dianjurkan, karena jika berlebihan akan menyebabkan keracunan pada tanaman. (Rahman & Zhang, 2018) menyatakan bahwa penyediaan unsur hara dengan dosis tidak sesuai dapat menyebabkan terjadinya defisiensi atau bahkan menjadi kelebihan unsur hara yang akan dikonversi menjadi bentuk yang tidak tersedia. Didapatkannya luas daun terbesar pada perlakuan interaksi AH dan POC dikarenakan penggabungan unsur hara pada keduanya membuat suatu tanaman khususnya pada fase vegetatif membentuk karbohidrat yang optimal untuk dialokasikan pada perkembangan daun salah satunya adalah luas daun (Al-Taey et al., 2019).

Tingginya rata-rata luas daun pada interaksi AH 4 g/kg dan 2 mL/L POC disebabkan adanya akumulasi unsur N yang

bersumber dari keduanya (Rahman & Zhang, 2018). Unsur N tinggi diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif. Pada fase tersebut tanaman mempergunakan sebagian besar karbohidrat untuk perkembangan daun, batang dan akar (Al-Taey et al., 2019). Menurut Rizal (2017) penambahan N dapat mendorong pertumbuhan organ yang berkaitan dengan fotosintesis. Daun yang mendapat suplai N ideal memiliki helaian daun lebih luas dengan kandungan klorofil lebih tinggi, sehingga akan menghasilkan karbohidrat lebih tinggi untuk mendukung pertumbuhan vegetatifnya (Paul et al., 2017). Selain itu Alkharpotly et al. (2017) menyatakan bahwa unsur dalam POC dapat saling bersinergis untuk menunjang metabolisme tanaman.

Unsur N bekerja untuk penyusunan protein dan Mg untuk penyusunan klorofil serta P sebagai unsur esensial dalam reaksi gelap fotosintesis, proses respirasi, dan metabolisme lainnya. Unsur P akan membentuk metabolit kaya energi seperti ADP, ATP, NAD, NADPH. Hasil ATP dan NADPH akan digunakan untuk reaksi gelap fotosintesis yang akan menghasilkan gula dan produk organik lain (Supriyatin &

Pratiwi, 2019). Hasil fotosintesis berupa sukrosa akan ditranspor ke bagian tanaman seperti meristem (aktif membelah) sehingga memacu peningkatan lebar daun (Alkharpotly et al., 2017).

### **Berat kering**

Berdasarkan hasil Anava, didapatkan bahwa perlakuan AH, POC serta interaksinya berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap berat kering. Hasil Anava terhadap parameter berat kering tanaman sawi hijau disajikan pada **Tabel 7**. Uji Jarak Berganda Duncan dilakukan untuk melihat perbedaan antar perlakuan pada interaksi tersebut. Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap berat kering sawi hijau disajikan pada **Tabel 8**.

**Tabel 8** menunjukkan bahwa secara umum pemberian AH (4-12 kg/g) mampu meningkatkan berat kering dibandingkan kontrol (tanpa AH) pada seluruh dosis POC. Begitu pula dengan pemberian POC (1-3 ml/L) secara umum memberikan rata-rata berat kering lebih tinggi dibandingkan kontrol (tanpa POC) pada asam humat 4-8 g/kg. Penambahan AH dosis tinggi (12 g/kg) menyebabkan penurunan berat kering. Rata-rata berat kering tertinggi sebesar 0,57gram

**Tabel 7.** Hasil anava terhadap berat kering tanaman sawi hijau

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Asam Humat (AH)	0.602	3	0.201	31.630	0.000
Pupuk Organik Cair (POC)	0.192	3	0.064	10.081	0.000
AH * POC	0.244	9	0.027	4.273	0.000
Error	0.304	48	0.006		
Total	3.619	64			
Corrected Total	1.342	63			

a. R Squared = .773 (Adjusted R Squared = .702)

**Tabel 8.** Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap berat kering sawi hijau (gram)

POC Ekstrak Rumput Laut	Asam Humat (AH)			
	0 g/kg	4 g/kg	8 g/kg	12 g/kg
0 mL/L	0.08a A	0.24c A	0.17b A	0.10ab A
1 mL/L	0.09a AB	0.34b AB	0.18b A	0.12a A
2 mL/L	0.12a C	0.57c C	0.22b B	0.14b A
3 mL/L	0.10a BC	0.41b BC	0.19a A	0.13a A

Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikan 0,05.

terdapat pada interaksi AH 4 g/kg dan POC 2 mL/L sedangkan terendah sebesar 0,08 gram terdapat pada kontrol.

Berat kering tanaman merupakan banyaknya penimbunan karbohidrat, protein, vitamin dan bahan organik lain (Gomaa & Ibrahim, 2020). Menurut (Adianti et al., 2019) penambahan unsur hara diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan sehingga biomassa tanaman juga akan bertambah. Penambahan AH dapat meningkatkan sifat fisik, kimia dan biologis tanah secara positif. Efek fisik dari penambahan AH antara lain meningkatkan menahan air kemampuan, meningkatkan ventilasi tanah, memperbaiki tanah kemampuan kerja, bantuan dalam ketahanan kekeringan, membuat tanah lebih gembur, mengurangi korosi tanah, sedangkan efek kimianya antara lain kelat nutrisi, meningkatkan kemampuan pertukaran ion dan sifat penyangga tanah, serta kadar nitrogen dalam tanah. AH memiliki efek biologis seperti mempercepat pembelahan sel serta merangsang pertumbuhan dan

meningkatkan perkecambahan biji serta kelangsungan hidup (Jan et al., 2020). Kandungan AH yang kaya akan zat organik dan mineral dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman salah satunya dapat dilihat dari bobot tanaman (Jasim & Alamiri, 2020).

Asam humat (AH) dan POC ekstrak rumput laut adalah bahan organik yang kaya unsur hara khususnya N dan P yang berperan dalam meningkatkan luas permukaan daun. Dengan luasnya permukaan daun maka penyerapan cahaya yang diperlukan untuk fotosintesis lebih maksimal. Hal ini mengindikasikan bahwa, biomassa tanaman berbanding lurus dengan pertumbuhan tanaman (Adianti et al., 2019). Besarnya cahaya yang tertangkap pada fotosintesis menunjukkan biomassa dan besarnya biomassa yang terkandung dalam jaringan tanaman (Gomaa & Ibrahim, 2020).

#### **Pengaruh AH dan POC terhadap kandungan total flavonoid sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Berdasarkan hasil Anava, didapatkan bahwa perlakuan AH, POC serta

interaksinya berpengaruh signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan total flavonoid sawi hijau. Hasil Anava terhadap parameter kandungan total flavonoid sawi hijau disajikan pada **Tabel 9**. Uji Jarak Berganda Duncan dilakukan untuk melihat perbedaan antar perlakuan pada interaksi tersebut. Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap total flavonoid tanaman sawi hijau disajikan pada **Tabel 10**.

**Tabel 10** menunjukkan bahwa secara umum pemberian AH pada semua dosis (4 – 12 g/kg) mampu meningkatkan kandungan total flavonoid dibandingkan kontrol (tanpa AH) pada semua dosis POC. Rata-rata total flavonoid tertinggi sebesar 0,106 mg QE/g terdapat pada interaksi AH 4 g/kg dan POC 2 mL/L, sedangkan terendah pada kontrol yaitu sebesar 0,047 mg QE/g. Menurut Adianti et al. (2019) AH memiliki kemampuan khusus dalam meningkatkan kandungan flavonoid. Fraksi humat mempunyai muatan negatif yang berasal dari disosiasi ion H dari berbagai gugus fungsional, yang menyebabkan fraksi humat mempunyai Kemampuan Tukar Kation (KTK) sangat tinggi, sehingga mampu

meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat unsur hara sehingga dapat diserap dengan mudah oleh tumbuhan. Asam humat dapat menyediakan unsur hara seperti N, P, K dan S ke dalam tanah (S. H. Mahmoud et al., 2019). Unsur hara terutama N berfungsi dalam pembentukan antosianin pada tanaman melalui aktivitas enzim PAL yang menstimulan senyawa flavonoid utama (Pratama & Nihayati, 2021). Heimler et al. (2017) menemukan bahwa N mempengaruhi kandungan flavonoid dengan membuat tanaman aktif dalam mekanisme pertahanan yaitu beradaptasi khusus untuk kondisi yang merugikan dan jalur tersebut dapat dirangsang oleh keadaan yang kaya akan unsur nutrisi.

Demikian pula dengan penambahan POC dapat meningkatkan kandungan flavonoid. Menurut Sakr et al. (2019) POC memiliki bahan dasar rumput laut yang memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro, asam amino, vitamin, sitokinin, auksin, dan asam absisat. Nitrogen yang terkandung dalam POC diketahui berperan dalam biosintesis flavonoid (Pratiwi, 2017).

**Tabel 9.** Hasil Anava terhadap parameter kandungan total flavonoid sawi hijau

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Asam Humat (AH)	0.010	3	0.003	138.147	0.000
Pupuk Organik Cair (POC)	0.002	3	0.001	25.887	0.000
AH * POC	0.000	9	2.816E-5	1.216	0.351
Error	0.000	16	2.317E-5		
Total	0.204	32			
Corrected Total	0.012	31			

a. R Squared = .969 (Adjusted R Squared = .940)

**Tabel 10.** Interaksi AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap total flavonoid tanaman sawi hijau (mg QE/g)

POC Ekstrak Rumput Laut	Asam Humat (AH)			
	0 g/kg	4 g/kg	8 g/kg	12 g/kg
0 mL/L	0.047a A	0.098d A	0.084c A	0.070b A
1 mL/L	0.051a AB	0.101d A	0.086c AB	0.073b AB
2 mL/L	0.062a B	0.106c B	0.095b B	0.079b C
3 mL/L	0.058a	0.105c BC	0.088b AB	0.076b AB

Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikan 0,05.

Studi lain menyimpulkan bahwa pupuk organik memiliki efek stimulasi pada akumulasi senyawa bioaktif dengan menginduksi jalur asetat shikimat pada biosintesis metabolit sekunder seperti flavonoid dan fenolat (Aina et al., 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian POC sampai 2 mL/L meningkatkan kandungan flavonoid namun menurun pada dosis POC lebih tinggi (3 mL/L) pada semua dosis AH (Tabel 10). Hal ini dapat disebabkan adanya adanya penekanan aktivitas enzim PAL yang mengakibatkan terjadinya efek leher botol pada sintesis flavonoid (Pramushinta, 2019).

## SIMPULAN

Perbedaan dosis AH dan POC ekstrak rumput laut berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan flavonoid tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). Terdapat interaksi antara perbedaan dosis AH dan POC ekstrak rumput laut terhadap pertumbuhan dan kandungan flavonoid tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.).

Dosis AH 4 g/kg dan POC ekstrak rumput laut 2 mL/L merupakan dosis terbaik yang dapat meningkatkan pertumbuhan sawi hijau dengan rata-rata tinggi tanaman (19,25 cm), jumlah daun (5,75), luas total daun (1,79 cm<sup>2</sup>), dan berat kering (0,57 gram) serta kandungan total flavonoid (0,106 mg QE/g).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adianti, R., Proklamasiningsih, E., & Sasongko, N. D. (2019). Pertumbuhan dan kandungan flavonoid bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss) pada media tanam dengan pemberian asam humat dan urea. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1(2), 91–95.
- Aina, O. E., Amoo, S. O., Mugivhisa, L. L., & Olowoyo, J. O. (2019). Effect of organic and inorganic sources of nutrients on the bioactive compounds and antioxidant activity of tomato. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 3681–3694. [https://doi.org/10.15666/aer/1702\\_36813694](https://doi.org/10.15666/aer/1702_36813694)
- Al-Taey, D. K. A., Al-Shareefi, M. J. H., Mijwel, A. K., Al-Tawaha, A. R., & Al-Tawaha, A. R. (2019). The beneficial effects of bio-fertilizers combinations and humic acid on growth, yield parameters and nitrogen content of broccoli grown under drip irrigation

- system. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(5), 959–966.
- Alkharpotly, A., Mohamed, R., Shehata, M., & Awad, A. (2017). Impact of Soil Humic Acid Soil Application and Seaweed Extract Foliar Spray on Growth, Yield, and Fruits Quality of Strawberry Plants Grown under Aswan Conditions. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 8(6), 307–315.  
<https://doi.org/10.21608/jssae.2017.37496>
- Chang, C., Yang, M., Wen, H., & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178–182.
- Diriba-Shiferaw, G., Nigussie-Dechassa, R., Kebede, W., J., J. S., & Getachew, T. (2013). Bulb quality of Garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers. *African Journal of Agricultural Research*, 9(8), 784–796.  
<https://doi.org/10.5897/ajar2013.7723>
- Eskandari, H., & Kazemi, K. (2012). Changes in Germination Properties of Rape (*Brassica napus* L.) as Affected by Hydropriming of Seeds. *J. Basic. Appl. Sci. Res*, 2(4), 3285–3288.
- Fauziah, I., Proklamasiningsih, E., & Budisantoso, I. (2019). Pengaruh Asam Humat pada Media Tanam Zeolit terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Vitamin C Sawi Hijau (*Brassica juncea*). *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1(2), 17–21.
- Gholami, H., Saharkhiz, M. J., Raouf Fard, F., Ghani, A., & Nadaf, F. (2018). Humic acid and vermicompost increased bioactive components, antioxidant activity and herb yield of Chicory (*Cichorium intybus* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 14, 286–292.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.03.021>
- Gomaa, A. M., & Ibrahim, H. (2020). Williams Banana Growth, Nutritional Status, Yield and Fruit Quality as Influenced by Spraying Humic Acid and Seaweed Extract. *Journal of Plant Production*, 11(11), 1121–1128.  
<https://doi.org/10.21608/jpp.2020.130950>
- Haryanti, S. (2008). Respon Pertumbuhan Jumlah dan Luas Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) pada Tingkat Naungan yang Berbeda. *Buletin Anatomi Fisiologi*, XVI(2), 20–26.
- Hassoon, A. S., Ussain, M. H., & Harby, H. H. (2018). Effect of spraying of humic acid on sepals extract content from some antioxidants for three varieties of rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Plant Archives*, 18(1), 1129–1133.
- Heimler, D., Romani, A., & Ieri, F. (2017). Plant polyphenol content, soil fertilization and agricultural management: a review. *European Food Research and Technology*, 243(7), 1107–1115.  
<https://doi.org/10.1007/s00217-016-2826-6>
- Hilmi, A., Laili, S., & Rahayu, T. (2018). Pengaruh Pemberian Limbah Biogas Cair dan Padat (Bio Slurry) sebagai Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*). *Jurnal Sains ALLami*, 1(1), 65–71.  
<https://doi.org/10.33474/j.sa.v1i1.1417>
- Inri, I., Paling, S., & Alua, I. (2019). Lama Perendaman Benih Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) Dalam Larutan Mikroorganisme Lokal (MoL) Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Viabilitas Benih. In *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa* (Vol. 12, Issue 01, pp. 11–20).  
<https://doi.org/10.36456/stigma.vol12.no01.a1855>
- Istiqomah, I., & Serdani, A. D. (2018). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L. Var. Tosaka) pada Pemupukan Organik, Anorganik, dan Kombinasinya. *Agroradix: Jurnal Ilmu*

- Pertanian*, 1(2), 1–8.
- Jan, J. A., Nabi, G., Khan, M., Ahmad, S., Shah, P. S., Hussain, S., & Sehrish. (2020). Foliar Application of Humic Acid Improves Growth and Yield of Chilli (*Capsicum annum L.*) Varieties. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(3), 461–472. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2020/33.3.461.472>
- Jasim, A. H., & Al-amiri, K. A. H. (2020). Effect of Soil Mulching, Soil Phosphorus Fertilizer and Humic Acid on Broad Bean Yield. *Plant Archives*, 20(2), 6481–6484.
- Khoirunnisa, I., & Sumiwi, S. A. (2019). Peran Flavonoid Pada Berbagai Aktifitas Farmakologi. *Farmaka*, 17(2), 131–142.
- Kumar, M., PK Singh, KG Yadav, Ashutosh Chaurasiya, & Yadav, A. (2017). Effect of nitrogen and sulphur on growth and yield of mustard (*Brassica juncea*). *Indian Journal of Agronomy*, 38(2), 445–448. <https://doi.org/10.59797/ija.v38i2.3922>
- Mahmoud, S. H., Salama, D. M., El-Tanahy, A. M. M., & Abd El-Samad, E. H. (2019). Utilization of seaweed (*Sargassum vulgare*) extract to enhance growth, yield and nutritional quality of red radish plants. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(2), 167–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aos.2019.11.002>
- Mahmoud, S., Marzouk, N. M., EL-Tanahy, A., & Abou-Hussein, S. (2018). Humic acid as soil drench and Effective seaweed enhanced growth and productivity of sweet potato plants. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 8(2018), 1355–1363.
- Marpaung, A. E., Karo, B., & Tarigan, R. (2014). Pemanfaatan Pupuk Organik Cair dan Teknik Penanaman dalam Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Kentang. *Jurnal Hortikultura*, 24(1), 49–55. <https://doi.org/10.21082/jhort.v24n1.2014.p49-55>
- Munthe, K., Pane, E., & Panggabean, E. L. (2018). Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Pada Media Tanam Yang Berbeda Secara Vertikultur. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 138. <https://doi.org/10.31289/agr.v2i2.1632>
- Nurmayulis, U., Utama, P., & Jannah, R. (2014). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) yang Diberi Bahan Organik Kotoran Ayam Ditambah Beberapa Bioaktivator. *Agrologia*, 3(1). <https://doi.org/10.30598/a.v3i1.259>
- Nuryani, E., Haryono, G., & Historiawati. (2019). Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian Pupuk P terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris L.*) Tipe Tegak. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 4(1), 14–17.
- Paul, N., Giri, U., Datta, A., Dhar, D., & Saha, D. (2017). Comparative Study of Organic Matter Vis-a-Vis Humic Acid on Change in Nutrients Availability in Rice-Mustard Cropping Sequence. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 10(3), 303. <https://doi.org/10.5958/2230-732x.2017.00038.9>
- Pramushinta, I. A. K. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Tahu dan Serbuk Tulang Ikan Bandeng terhadap Kandungan Flavonoid Daun Bayam Merah (*Althernantera Amoena Voss*). *Journal Pharmasci*, 4(2), 97–100. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v4i2.143>
- Prasetyo, J., & Lazuardi, I. B. (2017). Pemaparan Teknologi Sonic Bloom Dengan Pemanfaatan Jenis Musik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Selada Krop (*Lactuca Sativa L.*). *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis Dan ...*, 5(2), 189–199.
- Pratama, M. R., & Nihayati, E. (2021). Pengaruh Berbagai Dosis Pengapuran dan Pupuk Kandang Terhadap

- Pertumbuhan dan Kandungan Senyawa Antosianin pada Tanaman Coleus (Coleus scutellarioides L.) Effect of Liming and Manure Doses on the Growth and Content of Anthocyanin Compounds on Coleus (Cole. *Journal of Agricultural Science*, 2021(1), 11–20.
- Pratiwi, A. (2017). Effect of nitrogen fertilizer to the flavonoid content of red amaranth (*Amaranthus gangeticus* L.). *Pharmaciana*, 7(1), 87. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v7i1.4213>
- Radite, S., & Simanjuntak, B. H. (2020). Penggunaan Asam Humat Sebagai Pelapis Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *AgriLand*, 8(1), 72–78.
- Rahman, K. M. A., & Zhang, D. (2018). Effects of fertilizer broadcasting on the excessive use of inorganic fertilizers and environmental sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030759>
- Raksun, A., & Karnan, K. (2019). Pembinaan Masyarakat dalam Budidaya Tanaman Cabai Rawit dengan Sistem Bedengan Lahan dan Aplikasi Mulsa Plastik. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v1i2.240>
- Rizal, S. (2017). pengaruh nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang di tanam secara hidroponik. *Sainmatika*, 14(1), 38–44.
- Sakr, M. T., Ibrahim, H. M., ElAwady, A. E., & AboELMakarem, A. A. (2019). Effect of humic acid, seaweed extract and essential oils as antioxidants on pre-and post-harvest quality of red radish plants. *Horticulture International Journal*, 3(3), 129–138. <https://doi.org/10.15406/hij.2019.03.0120>
- Sandepogu, M., Shukla, P. S., Asiedu, S., Yurgel, S., & Prithiviraj, B. (2019). Combination of *ascophyllum nodosum* extract and humic acid improve early growth and reduces post-harvest loss of lettuce and Spinach. *Agriculture (Switzerland)*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture9110240>
- Seong, G.-U., Hwang, I.-W., & Chung, S.-K. (2016). Antioxidant capacities and polyphenolics of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *Pekinensis*) leaves. *Food Chemistry*, 199, 612–618. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.066>
- Siregar, M. (2017). Respon pemberian nutrisi AB mix pada sistem tanam hidroponik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea*). *Journal of Animal Science and Agronomy Panca Budi*, 2(2), 18–24.
- Supriyatin, E., & Pratiwi, A. (2019). Pengaruh pupuk organik cair limbah padat bakpia dan cair tempe terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* L.). *Symposium of Biology Education (Symbion)*, 2, 38–47. <https://doi.org/10.26555/symbion.3507>
- Wahyuningsih, W., Proklamasiningsih, E., & Dwiati, M. (2016). Serapan Fosfor dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*) pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Asam Humat. *Biosfera*, 33(2), 66–70. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2016.33.2.345>
- Walanda, W. P., Suryanto, E., & Abidjulu, J. (2016). Pengaruh Ekstrak Kasar Yang Mengandung Enzim Peroksidasi Dari Sawi Hijau (*Brassica juncea*) Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 5(3).
- Wenda, M., Hidayati, S., & Purwanti. (2017). Aplikasi pupuk organik cair dan komposisi media tanam terhadap hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Gontor AGROTECH Science Journal*, 3(2), 99–118. <https://doi.org/10.21111/agrotech>

- Wijaya, R. (2018). Pengaruh Konsentrasi GA3 dan Dosis Pupuk N Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Median : Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.33506/md.v10i1.366>
- Wijiyanti, P., Hastuti, E. D., & Haryanti, S. (2019). Pengaruh Masa Inkubasi Pupuk dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 4(1), 21–28. <https://doi.org/10.14710/baf.4.1.2019.21-28>
- Winkel-Shirley, B. (2002). Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 5(3), 218–223. [https://doi.org/10.1016/s1369-5266\(02\)00256-x](https://doi.org/10.1016/s1369-5266(02)00256-x)
- Yusuf, R., Bahrudin, Mas'ud, H., Syakur, A., Afriana, D. S., Kalaba, Y., & Kristiansen, P. (2020). Application of local seaweed extracts on growth and yield of mustard greens (*Brassica juncea* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 484(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/484/1/012066>