

Pertumbuhan dan Kandungan Polifenol Selada Merah (*Lactuca Sativa* L. var. *crispa* L.) pada Media Tanam dengan Pemberian Asam Humat

Khoerunnisa, Elly Proklamasiningsih*, Iman Budisantoso

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

*Correspondent email : elly.proklamasiningsih@unsoed.ac.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 15/08/2022
Disetujui : 02/09/2023

Abstract

Flavonoids are secondary metabolites that have 15 carbon atoms and are composed of two substituted benzene rings or C6 groups linked by a three-carbon aliphatic chain. One of the plants that contain a lot of this compound is red lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.). The flavonoids found in red lettuce have the potential as antioxidants, anticancer, antitumor, anti-inflammatory, and antiviral properties. These various benefits make increasing the levels of flavonoids in red lettuce necessary. Increasing levels of secondary metabolites in plants can be done by increasing plant biomass. Plant biomass can be increased by adding humic acid to the growing media. The aims of this research were to determine the effect of humic acid on the growth and flavonoid content of red lettuce, and to determine the concentration of humic acid that could increase the growth and flavonoid content of red lettuce. This research was carried out using an experimental method with a completely randomized design (CRD). The treatment used was humic acid concentration which consisted of 4 levels, namely 0 g.kg⁻¹, 4 g.kg⁻¹, 8 g.kg⁻¹, and 12 g.kg⁻¹ soil with five replications. Parameters observed were wet weight, dry weight, plant height, and leaf flavonoid content. The research was carried out at the greenhouse and Plant Physiology Laboratory, Faculty of Biology, Jenderal Soedirman University from November 2021 to February 2022. The data obtained were analyzed using the ANOVA test with an of 0,05 and 0,01, with Duncan's further test at a error rate of 0,05. The results showed that the administration of humic acid could increase the wet weight, dry weight, plant height, and flavonoid content in red lettuce. The concentration of humic acid 7,22 g.kg⁻¹ is an effective concentration to increase the growth and flavonoid content of red lettuce.

Key Words: *flavonoids, humic acid, red lettuce*

Abstrak

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki 15 atom karbon dan tersusun atas dua cincin benzena tersubstitusi yang dihubungkan oleh rantai alifatik tiga karbon. Salah satu tanaman yang banyak mengandung senyawa ini yaitu selada merah (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.). Flavonoid yang terdapat pada selada merah berpotensi sebagai antioksidan, antikanker, antitumor, antiinflamasi, dan antivirus. Berbagai manfaat tersebut menyebabkan upaya peningkatan kadar flavonoid pada selada merah perlu dilakukan. Peningkatan kadar metabolit sekunder pada tanaman dapat dilakukan dengan meningkatkan biomassa tanaman. Biomassa tanaman dapat ditingkatkan dengan penambahan asam humat pada media tanam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh asam humat terhadap pertumbuhan dan kandungan flavonoid selada merah, serta menentukan konsentrasi asam humat yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan flavonoid selada merah. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi asam humat yang terdiri atas 4 taraf yaitu 0 g.kg⁻¹, 4 g.kg⁻¹, 8 g.kg⁻¹, dan 12 g.kg⁻¹ tanah dengan lima kali ulangan. Parameter yang diamati adalah bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, dan kadar flavonoid daun. Penelitian dilaksanakan di *greenhouse* dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman dari November 2021 sampai Februari 2022. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA dengan tingkat kesalahan 0,05 dan 0,01, dengan uji lanjut Duncan pada tingkat kesalahan 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam humat dapat meningkatkan bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, serta kandungan flavonoid pada tanaman selada merah. Konsentrasi asam humat 7,22 g.kg⁻¹ merupakan konsentrasi efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan flavonoid selada merah.

Kata kunci: *asam humat, flavonoid, selada merah*

PENDAHULUAN

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki 15 atom karbon dan tersusun atas dua cincin benzena tersubstitusi yang dihubungkan oleh rantai alifatik tiga karbon. Senyawa ini bersifat polar dan mudah larut dalam berbagai macam pelarut seperti etanol, metanol,

aseton, butanol, dimetilformamida dan lain-lain. Biosintesis flavonoid terjadi melalui dua jalur yaitu jalur sikimat dan jalur asetat-malonat (Markham, 1988). Berdasarkan sifat-sifat strukturalnya, flavonoid terbagi atas beberapa subkelas yaitu flavanol, flavanon, flavon, isoflavon, antosianidin, dan flavonol. Flavonoid dapat ditemukan secara luas

pada semua tumbuhan hijau dan berkontribusi dalam memproduksi pigmen berwarna merah, biru, kuning, dan ungu dari daun, buah, dan bunga (Arifin & Ibrahim, 2018).

Salah satu tanaman yang banyak mengandung flavonoid yaitu selada merah (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) (Sawatdee *et al.*, 2021). Selada merah merupakan tanaman yang memiliki daun berwarna merah dengan tepi daun bergerigi. Tanaman ini dapat tumbuh optimal pada dataran rendah atau dataran tinggi dengan suhu berkisar antara 25°C - 30°C (Purwaningsih, 2020; Ria *et al.*, 2021). Menurut Purwaningsih (2020), dalam 100 g selada merah terkandung karbohidrat 2,90 g, lemak 0,20 g, protein 1,20 g, fosfor 25 mg, Fe 0,50 mg, kalsium 22 mg, serta berbagai vitamin seperti vitamin A 162 mg, vitamin B 0,04 mg, dan vitamin C 8 mg. Arabbi *et al.* (2004) menyatakan bahwa selain nutrisi yang tinggi, kandungan flavonoid pada selada merah diketahui lebih tinggi dibandingkan sayuran lain seperti bawang, selada hijau, dan cabai

Senyawa flavonoid pada selada merah berpotensi sebagai antioksidan yang kuat (Rohmah *et al.*, 2019). Antioksidan merupakan senyawa yang berperan dalam penghambatan reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas melalui pendonoran atom hidrogen dari gugus hidroksil flavonoid (Adianti *et al.*, 2019; Winahyu *et al.*, 2019). Senyawa ini dapat mencegah terjadinya stress oksidatif dan mengurangi risiko penyakit kronis seperti jantung koroner (Febriyanto & Septiyani, 2019). Flavonoid memiliki aktivitas antikanker dengan cara menginduksi terjadinya apoptosis atau kematian terprogram pada sel (Rohmah *et al.*, 2019). Selain sebagai antikanker, flavonoid juga bermanfaat sebagai senyawa antiinflamasi (Zekkori *et al.*, 2018), antitumor dan antivirus (Aziz *et al.*, 2020). Berbagai manfaat tersebut menyebabkan upaya peningkatan kadar flavonoid pada selada merah perlu dilakukan.

Peningkatan kadar metabolit sekunder pada tanaman dapat diupayakan dengan melakukan peningkatan biomassa tanaman. Biomassa tanaman dapat meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan tanaman (Proklamasiningsih *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian Idha & Herlina (2018), penambahan pupuk NPK konsentrasi 3 g dapat meningkatkan pertumbuhan selada merah. Ria *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa penambahan pupuk cair nasi basi konsentrasi 50 mL menghasilkan pertumbuhan tanaman selada merah yang lebih baik dibanding kontrol. Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan hara perlu dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Asam humat adalah makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti -COOH, -OH alkoholat, maupun -OH fenolat, yang dapat meningkatkan kemampuan pertukaran ion (Proklamasiningsih *et al.*, 2019). Asam humat ialah substansi koloid polidispersi yang bersifat amfifilik

dan memiliki pH asam (Rahmandhias & Rachmawati, 2020). Penambahan asam humat dapat memperbaiki kualitas media tanam dan meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman (Akladios & Mohamed, 2018; Al-Taey *et al.*, 2019). Penggunaan asam humat juga mampu meningkatkan biosintesis senyawa metabolit sekunder pada tanaman seperti polifenol, antosianin, dan flavonoid (Proklamasiningsih *et al.*, 2019; Riyandi *et al.*, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam humat terhadap pertumbuhan dan kandungan flavonoid selada merah, serta menentukan konsentrasi asam humat yang dapat meningkatkan pertumbuhan

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain selada merah (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) yang diperoleh dari toko pertanian di kota Purwokerto, tanah, asam humat, etanol 96%, akuades, standar quersetin, aluminium klorida (AlCl₃), dan kalium asetat (CH₃COOK), sedangkan alat yang digunakan yaitu spektrofotometer UV-vis. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 taraf konsentrasi asam humat yaitu 0 g.kg⁻¹, 4 g.kg⁻¹, 8 g.kg⁻¹, dan 12 g.kg⁻¹ tanah dengan masing-masing 5 kali ulangan (Adianti *et al.*, 2019). Parameter yang diamati adalah bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, dan kadar flavonoid daun. Penelitian dilakukan di *greenhouse* dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman selama 4 bulan dari bulan November 2021 sampai dengan Februari 2022.

Persiapan media dan penanaman bibit mengacu pada Adianti *et al.* (2019), bibit yang telah memiliki empat helai daun ditanam pada media tanah yang dicampur dengan asam humat. Pengamatan parameter pertumbuhan mengacu pada Novriani (2014), pengukuran bobot basah dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman secara langsung setelah pemanenan (35 HST). Pengukuran bobot kering dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman yang sebelumnya dioven terlebih dahulu pada suhu 70°C hingga mencapai bobot konstan. Pengamatan parameter tinggi tanaman dilakukan dengan meletakkan tanaman yang sudah dipanen pada kertas *milimeter block*.

Pengukuran kandungan flavonoid dimulai dengan ekstraksi. Proses ekstraksi mengacu pada Febriyanto & Septiyani (2019) yaitu dengan metode maserasi pelarut etanol 96%. Sampel berupa daun pada masing-masing perlakuan direndam dengan pelarut etanol 96% hingga terendam seluruhnya selama 3x24 jam. Filtrat yang didapatkan kemudian disaring dengan kertas saring dan dipekatkan dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak daun selada merah. Penetapan kadar flavonoid total dilakukan dengan menggunakan quersetin sebagai

standar yang mengacu pada Stankovic (2011). Sebanyak 10 mg quersetin ditimbang dan dilarutkan dalam pelarut etanol 96% sampai 100 mL sehingga diperoleh larutan quersetin 100 ppm. Larutan standar quersetin dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm dibuat dengan cara melarutkan 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1 mL larutan stok dan ditambahkan etanol 96% sampai volume 10 mL. Dari masing masing konsentrasi larutan standar quersetin ditambahkan 1 mL $AlCl_3$ dan 1 mL kalium asetat 2%. Setelah itu diinkubasi selama 1 jam pada suhu kamar dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 435 nm. Langkah selanjutnya adalah membuat kurva kalibrasi atau kurva hubungan antar konsentrasi quersetin dengan absorbansi.

Penetapan kandungan flavonoid total mengacu pada Stankovic (2011), dimulai dengan melarutkan 15 mg ekstrak sampel dalam 10 mL etanol 96%. Dari larutan tersebut dipipet 1 mL kemudian ditambahkan 1 mL larutan $AlCl_3$ dan 1 mL kalium asetat 2%. Selanjutnya, larutan diinkubasi pada suhu kamar selama 1 jam dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer 435 nm. Kemudian, kadar flavonoid ditetapkan berdasarkan persamaan regresi larutan standar yang telah dibuat.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf uji 0,05 dan 0.01 yang dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan pada taraf uji 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. menunjukkan bahwa hasil analisis ragam pemberian asam humat terhadap tanaman selada merah berpengaruh sangat nyata terhadap bobot basah, tinggi tanaman, dan kandungan flavonoid, serta berpengaruh nyata terhadap bobot kering. Peningkatan bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, dan kandungan flavonoid tersebut disebabkan karena asam humat mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman sehingga laju fotosintesis tanaman meningkat. Peningkatan laju fotosintesis menyebabkan fotosintat yang dihasilkan semakin banyak sehingga pertumbuhan tanaman semakin optimal yang ditandai dengan peningkatan bobot kering, bobot basah, dan tinggi tanaman. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Riyandi *et al.*, (2020), pemberian asam humat dengan konsentrasi tepat dapat meningkatkan bobot basah dan bobot kering tanaman binahong dengan cara meningkatkan penyerapan hara.

Tabel 1. Analisis Ragam Pengaruh Pemberian Asam Humat terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid Selada Merah

No.	Parameter	F Hitung	Sig.
1.	Bobot basah	5,630	0,008**
2.	Bobot Kering	4,096	0,025*
3.	Tinggi Tanaman	5,751	0,007**
4.	Kandungan Flavonoid	13,785	0,001**

Keterangan: * berpengaruh nyata pada taraf uji 0,05

** berpengaruh sangat nyata pada taraf uji 0,01

Bobot basah dan bobot kering menunjukkan kemampuan tanaman dalam menimbun hasil asimilasi meliputi karbohidrat, lemak, protein, dan nutrisi (Apzani *et al.*, 2017). Penimbunan asimilat tanaman sangat dipengaruhi oleh penyerapan hara dan laju fotosintesis tanaman. Abdellatif *et al.* (2017); Neoriky *et al.* (2017) menyatakan bahwa asam humat berperan dalam menstimulasi pertumbuhan akar serta meningkatkan penyerapan hara sehingga berpengaruh besar terhadap hasil fotosintesis dan transfer fotosintat tumbuhan. Nikbakht *et al.* (2008) lebih lanjut melaporkan bahwa pemberian asam humat sampai dengan konsentrasi 100 mg/L dapat meningkatkan penyerapan makronutrien (Ca, Mg, N, P, dan K), serta mikronutrien (Cu, Fe, dan Zn) ke dalam organ fotosintesis.

Penyerapan unsur hara yang optimal akan berpengaruh pada ketersediaan hara. Pertumbuhan tanaman akan terpacu secara optimal apabila hara makro dan mikro tersedia secara cukup dan sesuai (Mas'ud, 2009). Makronutrien merupakan unsur yang unsur yang banyak dibutuhkan oleh tumbuhan. Nitrogen (N) diperlukan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman serta merupakan komponen penyusun protein dan pembentuk daun. Unsur fosfor (P) berperan sebagai penyusun protein. Magnesium (Mg) memiliki peran penting dalam pembentukan klorofil dan komponen organik tumbuhan (Jones, 2012). Sedangkan Kalium (K) dibutuhkan untuk pembentukan sel dan meningkatkan laju fotosintesis (Tadayyon *et al.*, 2017). Ketersediaan unsur Mg, N, P, dan K yang cukup karena pemberian asam humat dapat meningkatkan produksi protein dan klorofil serta pembentukan daun yang berimbis pada peningkatan laju fotosintesis tanaman (Riyandi *et al.*, 2020). Laju fotosintesis yang meningkat akan menyebabkan fotosintat mengalami peningkatan sehingga menghasilkan bobot basah, bobot kering, serta tinggi tanaman yang semakin besar (Asifah *et al.*, 2019).

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut DMRT Pengaruh Pemberian Asam Humat terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid

No.	Perlakuan	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)	Tinggi tanaman (cm)	Kandungan Flavonoid ($\times 10^2$ mg/g)
1.	AH ₀ (0 g.kg ⁻¹)	20,17a $\pm$ 6,69a	1,44a $\pm$ 0,38a	24,52a $\pm$ 3,40a	1,59a $\pm$ 3,03a
2.	AH ₁ (4 g.kg ⁻¹)	27,46b $\pm$ 1,05b	1,90bc $\pm$ 0,80bc	28,38bc $\pm$ 1,77bc	3,01b $\pm$ 5,51b
3.	AH ₂ (8 g.kg ⁻¹)	28,48b $\pm$ 2,89b	1,95c $\pm$ 0,12c	31,62c $\pm$ 1,86c	3,97c $\pm$ 1,05c
4.	AH ₃ (12 g.kg ⁻¹)	25,19ab $\pm$ 1,66ab	1,55ab $\pm$ 0,32ab	27,2ab $\pm$ 3,46ab	2,26ab $\pm$ 1,57ab

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 pada kolom yang sama

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT, pemberian asam humat pada media tanam dengan konsentrasi 8 g.kg⁻¹ efektif meningkatkan bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, dan kandungan flavonoid selada merah (Tabel 2.). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Proklamasiningsih *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa pemberian asam humat konsentrasi 8 g.kg⁻¹ dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder ditandai dengan meningkatnya bobot basah, bobot kering, dan kandungan polifenol tanaman katuk. Hal ini disebabkan karena kemampuan asam humat dalam meningkatkan ketersediaan hara dan menginduksi aktivitas hormon tanaman. Ketersediaan hara dan aktivitas hormon yang optimal menyebabkan pembelahan sel semakin cepat sehingga berimbas pada peningkatan parameter pertumbuhan tanaman seperti bobot basah, bobot kering, dan tinggi tanaman.

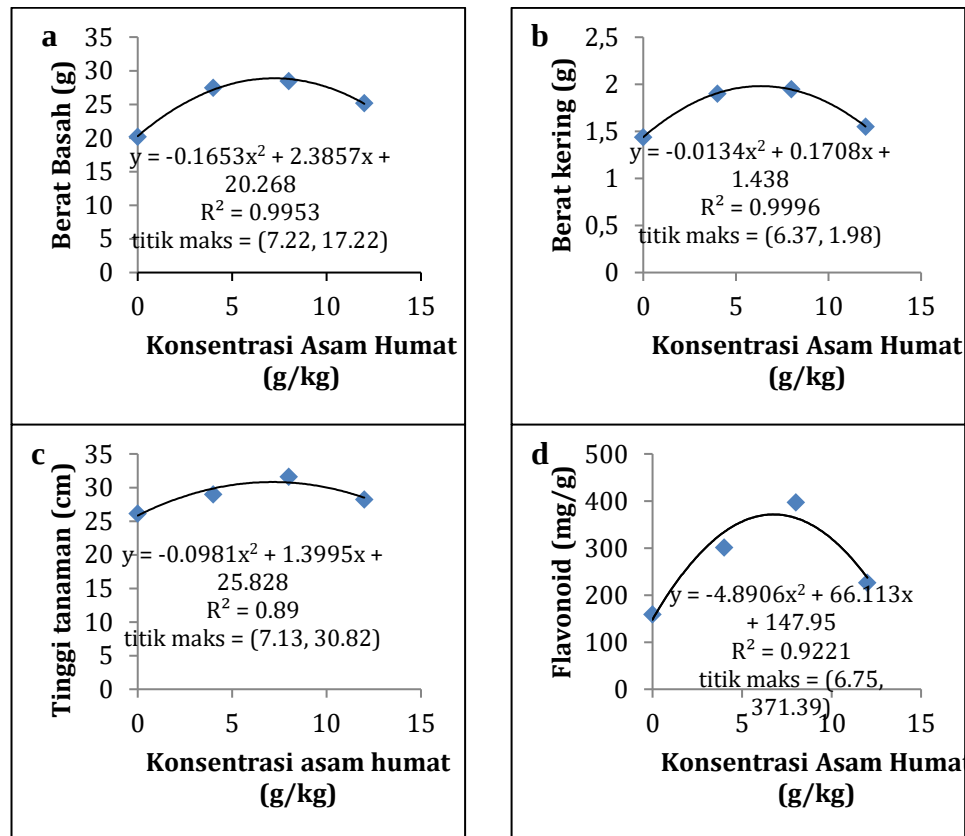
Sarno *et al.* (2014) dalam penelitiannya melaporkan bahwa pemberian asam humat dengan konsentrasi 200 mg/L menghasilkan tinggi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum*) yang lebih besar dibanding tanaman kontrol. Hasil tersebut diperkuat oleh penelitian Wahyuningsih *et al.*, (2017) yang menunjukkan bahwa pemberian asam humat konsentrasi 1200 ppm meningkatkan bobot kering dan tinggi tanaman kedelai (*Glycine max*). Penelitian Radite & Simanjuntak (2020) juga menunjukkan bahwa bobot segar tajuk, jumlah daun, dan luas daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) meningkat setelah diberi asam humat dengan konsentrasi 800 mL/ha. Hal tersebut dikarenakan kemampuan asam humat dalam meningkatkan pertukaran ion dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam pengikatan unsur hara. Pengikatan unsur hara oleh asam humat dapat menyebabkan hara yang tersedia semakin tinggi sehingga pertumbuhan akan semakin optimal (Radite & Simanjuntak, 2020). Menurut Rahmandhias & Rachmawati (2020); Sarno *et al.* (2014), peningkatan ketersediaan oleh asam humat dapat meningkatkan ketersediaan unsur N dan P yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel. Mora *et al.* (2014) menyatakan bahwa selain meningkatkan ketersediaan hara, asam humat juga mampu menginduksi aktivitas fitohormon seperti *indole acetic acid* (IAA) di perakaran tanaman. Elmongy *et al.* (2018) lebih lanjut menjelaskan bahwa pemberian asam humat yang optimal meningkatkan biosintesis auksin lokal sehingga mempengaruhi aktivitas meristem apikal dan H⁺-ATPase di akar. Asam humat berperan dalam aktivasi membran plasma H⁺-ATPase dan menyebabkan pengasaman apoplas oleh proton H⁺. Hal tersebut akan merangsang pemanjangan dinding sel.

Hasil uji korelasi menyebutkan bahwa antar parameter pertumbuhan memiliki keterkaitan yang kuat. Menurut Arifin (2017), apabila uji korelasi menunjukkan nilai diatas 0,60 dan kurang dari 1,

maka antar parameter tersebut reliabel atau memiliki korelasi tinggi. Nilai koefisien korelasi antara bobot basah dan bobot kering tanaman selada merah adalah 0,925633, sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tinggi bobot basah, bobot kering tanaman selada merah akan semakin meningkat. Azmi & Handriatni (2019) mengemukakan bahwa bobot kering dan bobot basah tanaman memiliki hubungan yang erat. Bobot kering merupakan bahan organik dalam bentuk biomassa hasil berat basah tanaman yang dihilangkan kandungan airnya. Apabila tanaman memiliki bobot basah yang tinggi, maka bobot keringnya juga tinggi. Peningkatan tinggi tanaman akan diikuti dengan peningkatan bobot basah dan bobot kering, hal tersebut ditunjukkan dengan nilai korelasi yang mencapai 0,953825 dan 0,886569. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Widiastuti & Latifah (2016), tinggi tanaman berkaitan erat dengan bobot basah dan bobot kering tanaman. Apabila tinggi tanaman semakin besar, maka bobot basah dan bobot kering akan semakin besar.

Pada perlakuan asam humat konsentrasi 8 g.kg⁻¹ menunjukkan peningkatan pertumbuhan (Tabel 2.), sehingga produk metabolit primer juga meningkat. Metabolit primer hasil fotosintesis tersebut merupakan senyawa awal dalam pembentukan metabolit sekunder seperti flavonoid. Hal tersebut diperkuat dengan nilai koefisien korelasi antara bobot basah, bobot kering, dan tinggi tanaman dengan kandungan flavonoid yang mencapai 0,953255, 0,945407, dan 0,986538. Berdasarkan uji korelasi tersebut, dapat dikatakan bahwa semakin tinggi pertumbuhan tanaman, kandungan flavonoid tanaman selada merah akan semakin meningkat. Penelitian Proklamasiningsih *et al.* (2019) menunjukkan hasil yang serupa, pemberian asam humat dengan konsentrasi 8 g.kg⁻¹ mampu meningkatkan kadar polifenol pada tanaman katuk mencapai 63,73 mg/g. Asam humat memiliki kemampuan dalam menyediakan komponen organik dan anorganik penting bagi tanaman. Gholami *et al.*, (2018) juga melaporkan bahwa tanaman Chicory (*Cichorium intybus* L.) yang diberi asam humat menghasilkan kadar flavonoid yang lebih tinggi dibanding tanaman kontrol. Peningkatan tersebut disebabkan karena kemampuan asam humat dalam mengoptimalkan biosintesis flavonoid.

Ketersediaan komponen organik dan anorganik bagi tanaman akan menyebabkan produksi metabolit primer mengalami peningkatan. Anggraito *et al.* (2018) menyatakan bahwa metabolit primer merupakan prekursor dari pembentukan metabolit sekunder yang disintesis melalui jalur asam sikimat, jalur asam mevalonat dan metil eritritol fosfat (MEP), serta jalur malonat. Flavonoid yang termasuk ke dalam senyawa fenolik merupakan metabolit sekunder yang disintesis melalui jalur asam sikimat melalui kondensasi antara asam fosfoenol piruvat dan eritrosa 4-fosfat membentuk fenilalanin, serta melalui



Gambar 1. Kurva Persamaan Regresi Pemberian Asam Humat terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid Selada Merah
Keterangan : (a) Berat basah; (b) Berat Kering; (c) Tinggi Tanaman, (d) Kandungan Flavonoid).

jalur asam malonat dengan asetil-CoA sebagai *starting material*. Menurut Elmongy *et al.*, (2018) asam humat mampu meningkatkan kandungan IAA dan GA *endogenous* pada tanaman. Peningkatan hormon tersebut akan meningkatkan pertumbuhan dan kandungan metabolit primer pada tanaman sehingga menyediakan *starting material* dalam biosintesis flavonoid. Apabila *starting material* yang tersedia semakin banyak, maka flavonoid yang dihasilkan juga semakin banyak.

Peningkatan kandungan flavonoid juga dapat disebabkan karena peningkatan aktivitas enzim *phenylalanine ammonia lyase* (PAL) oleh asam humat. Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang melewati jalur fenilpropanoid sehingga produksinya sangat bergantung pada enzim PAL (Taufika *et al.*, 2016). Penelitian Olivares *et al.* (2015) menunjukkan bahwa aplikasi asam humat secara *foliar* dapat meningkatkan aktivitas enzim PAL. Hernandez *et al.*, (2015) juga melaporkan bahwa asam humat dapat menginduksi enzim PAL yang berperan dalam biosintesis metabolit sekunder. Asam humat berperan sebagai elisitor dan induser untuk aktivitas enzim PAL pada jalur fenilpropanoid.

Gambar 1. menunjukkan bahwa berdasarkan hasil uji regresi, pemberian asam humat optimal pada parameter bobot basah dan bobot kering yaitu

sebesar 7,12 g.kg⁻¹ dan 6,37 g.kg⁻¹ media dengan nilai maksimal masing-masing mencapai 17,22 g dan 1,98 g, sedangkan perlakuan asam humat optimal pada parameter tinggi tanaman yaitu 7,13 g.kg⁻¹ media dengan nilai maksimal tinggi tanaman mencapai 30,82 cm. Konsentrasi optimal pemberian asam humat pada kandungan flavonoid tanaman yaitu 6,75 g.kg⁻¹ media dengan nilai maksimal kandungan flavonoid mencapai 371,39 mg/g. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa pemberian asam humat dengan konsentrasi melebihi nilai optimal dapat menurunkan bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, dan kandungan flavonoid. Asam humat dengan konsentrasi 12 g.kg⁻¹ menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 4 g.kg⁻¹ dan 8 g.kg⁻¹ (Tabel 2.). Hasil penelitian Wahyuningsih *et al.* (2017) menunjukkan hasil yang sejalan, pemberian asam humat dengan konsentrasi pekat yaitu melebihi 1200 ppm menurunkan pertumbuhan tanaman. Hal tersebut disebabkan karena pemberian asam humat yang melebihi batas optimal. Menurut Proklamasingih *et al.* (2019), semakin tinggi konsentrasi asam humat yang diberikan menyebabkan ketersediaan unsur hara akan semakin tinggi sehingga penyerapan hara oleh tanaman melebihi kebutuhan. Pamuji *et al.* (2018)

menyatakan bahwa kelebihan hara karena konsentrasi pupuk yang terlalu tinggi akan menyebabkan kondisi toksik dan terganggunya fisiologi tanaman sehingga menyebabkan pertumbuhan mengalami penurunan.

SIMPULAN

Pemberian asam humat dapat meningkatkan bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, serta kandungan flavonoid pada tanaman selada merah. Konsentrasi asam humat 7,22 g.kg⁻¹ merupakan konsentrasi efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan flavonoid selada merah. Berdasarkan hasil penelitian dan hasil uji regresi, pemberian asam humat dengan konsentrasi 7,22 g.kg⁻¹ dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan flavonoid tanaman selada merah. Hal ini dapat menjadi rekomendasi dalam membudidayakan tanaman selada merah agar mendapatkan hasil yang optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Abdellatif, I. M. Y., Abdel-Ati, Y. Y., Abdel-Mageed, Y. T. & Hassan, M. A. M. M., 2017. Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants under Heat Stress. *Journal of Horticultural Research*, 25(2), pp.59–66.
- 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), pp. 91-95
- Akladios, S. A. & Mohamed, H. I., 2018. Ameliorative Effects of Calcium Nitrate and Humic Acid on The Growth, Yield Component and Biochemical Attribute Of Pepper (*Capsicum annuum*) Plants Grown Under Salt Stress. *Scientia Horticulturae*, 236, pp.244–250.
- 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), pp.959–966.
- Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Lisdiana, W. H. N., Habibah, N. A. & Bintari, S. H., 2018. *Metabolit Sekunder Dari Tanaman*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Apzani, W., Wardhana, H. A. W. & Arifin, Z., 2017. Efektivitas Pupuk Organik Cair Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Fermentasi *Trichoderma* spp. terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Sangkareang*, 3(2355), pp. 1-9.
- Arabbi, P. R., Genovese, M. I. & Lajolo, F. M., 2004. Flavonoids in Vegetable Foods Commonly Consumed in Brazil and Estimated Ingestion by the Brazilian Population. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), pp.1124–1131.
- Arifin, B. & Ibrahim, S., 2018. Struktur, Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), pp.21–29.
- Arifin, Z., 2017. Kriteria Instrumen dalam Suatu Penelitian. *Jurnal THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 2(1), pp.28–36.
- Asifah, R., Izzati, M. & Prihastanti, E., 2019. The Combination of *Azolla pinnata* R. Br. and Rice Husk Ash on the Growth and Production of Rice Plants (*Oryza sativa* L. var Inpari 33) in the Saline Soil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(1), pp.73–81.
- Aziz, I. R., Armita, D., Hajrah, H. & Makmur, K., 2020. Gen Regulasi Tanaman Lokal Indonesia: Imunomodulator Covid-19. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 14(2), pp.238–246.
- Azmi, R. & Handriatni, A., 2019. Pengaruh Macam Zat Pengatur Tumbuh Alami terhadap Pertumbuhan Setek Beberapa Klon Kopi Robusta (*Coffea canephora*). *Biofarm : Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14(2), pp. 71-81.
- Ekawati, R., 2018. Pertumbuhan, Produksi Umbi dan Kandungan Flavonoid Bawang Dayak dengan Pemberian Pupuk Daun. *Agrosintesa Jurnal Ilmu Budidaya Pertanian*, 1(1), pp.1-9.
- Elmongy, M.S., Zhou, H., Cao, Y., Liu, B. & Xia, Y., 2018. The Effect of Humic Acid on Endogenous Hormone Levels and Antioxidant Enzyme Activity During In Vitro Rooting of Evergreen Azalea. *Scientia Horticulturae*, 227, pp.234–243.
- Febriyanto, Y. & Septiyani, K., 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Selada Merah (*Lactuca sativa* var. acephala) dengan Menggunakan 1,1-Difenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH). *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 2(2), pp.36–41.
- 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, pp.286–292.
- Hernandez, O. L., Calderín, A., Huelva, R., Martínez-Balmori, D., Guridi, F., Aguiar, N. O., Olivares, F. L. & Canellas, L.P., 2015. Humic Substances from Vermicompost Enhance Urban Lettuce Production. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), pp.225–232.
- Idha, M. E. & Herlina, N., 2018. Pengaruh Macam Media Tanam dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* var. Crispa). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(4), pp.398–406.
- Mas'ud, H., 2009. Sistem Hidroponik dengan Nutrisi dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada. *Media Litbang Sulteng*, 2(2), pp.131–136.
- Markham, K. R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. Bandung : Penerbit ITB.
- Mora, V., Bacaicoa, E., Baigorri, R., Zamarreño, A. M. & García-Mina, J. M., 2014. NO and IAA Key Regulators in the Shoot Growth Promoting Action of Humic Acid in *Cucumis sativus* L. *Journal of Plant Growth Regulation*, 33(2), pp.430–439.
- Neoriky, R., Lukiwati, D. R. & Kusmiyati, F., 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik dan Organik Diperkaya N, P Organik terhadap Serapan Hara Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agro Complex*, 1(2), p.72-77.
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A. & Etemadi, N. A., 2008. Effect of Humic Acid on Plant Growth, Nutrient Uptake, and Postharvest Life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31(12), pp.2155–2167.
- Novriani, 2014. Teknik Budidaya Selada. *Skripsi*, 9(2), pp.57–61.
- Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Rosa, R. C. C. & Canellas, L. P., 2015. Substrate Biofortification in Combination with Foliar Sprays of Plant Growth Promoting Bacteria and Humic Substances Boosts Production of Organic Tomatoes. *Scientia Horticulturae*, 183(1), pp.100–108.
- Pamuji, A., Pratomo, B. & Manurung, S., 2018. Pengaruh Kompos Limbah Baglog Jamur Tiram dan Urin Sapi yang Difermentasi terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pre Nursery. *Agroprimatich*, 1(2), pp.44–56.
- Proklamasiningsih, E., Budisantoso, I. & Maula, I., 2019. Pertumbuhan dan Kandungan Polifenol Tanaman Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr) pada Media Tanam dengan Pemberian Asam Humat. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 12(1), pp.96–102.
- Purwaningsih, E., 2020. Pengaruh Kombinasi Jenis dan Jumlah Sumbu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* L. var. Red Rapid) Pada Hidroponik Sistem Wick. *Jurnal Pertanian Indonesia*, 1(1), pp. 1-6.
- Radite, S. & Simanjuntak, B., 2020. Penggunaan Asam Humat sebagai Pelapis Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(1), pp. 72-78.
- Rahmandhias, D. T. & Rachmawati, D., 2020. The Effect of Humic Acid on Productivity and Nitrogen Uptake in Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(2), pp.318–324.
- Ria, P., Noer, S. & Marhento, G., 2021. Efektivitas Pemberian Nasi Basi Sebagai Pupuk Organik pada Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa* var. crispa). *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 1(1), pp.55-61.
- Riyandi, F., Proklamasiningsih, E. & Rochmatino, R., 2020. Pengaruh Pemberian Asam Humat pada Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Polifenol Daun Binahong (*Anredera cordifolia*). *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(2), pp.243-247.
- Rohmah, J., Rini, C. S. & Wulandari, F. E., 2019. Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Selada Merah (*Lactuca sativa* Var. Crispa) pada Berbagai Pelarut Ekstraksi. *Jurnal Kimia Riset*, 4(1), pp.18-32.
- Sarno, Saputra, A., Rugayah & Pulung, M. A., 2014. Pengaruh Pemberian Asam Humat (Berasal dari Batubara Muda) dan Pupuk N Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(3), p0.192-198.
- Sawatdee, S., Prommuak, C., Jarunglumlert, T., Pavasant, P. & Flood, A. E., 2021. Combined Effects of Cations in Fertilizer Solution on Antioxidant Content in Red Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(11), pp.4632–4642.
- Stankovic, M.S., 2011. Total Phenolic Content, Flavonoid Concentration and Antioxidant Activity of *Marrubium peregrinum* L. extracts. *Kragujevac Journal Science*, 33(2011), pp.63-72.
- Tadayyon, A., Beheshti, S. & Pessarakli, M., 2017. Effects of Sprayed Humic Acid, Iron, and Zinc on Quantitative and Qualitative

- Characteristics of Niger Plant (*Guizotia abyssinica* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 40(11), pp.1644–1650.
- Taufika, R., Aziz, S. A. & Melati, M., 2016. Produksi Flavonoid Daun Kemuning (*Murraya paniculata* L. Jack) pada Dosis Pupuk Organik dan Interval Panen yang Berbeda. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 27(1), pp.27-36.
- Wahyuningsih, W., Proklamasiningsih, E. & Dwiati, M., 2017. Serapan Fosfor dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*) pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Asam Humat. *Biosfera*, 33(2), pp.66-70.
- Widiastuti, E. & Latifah, E., 2016. Growth and Biomassa Soybean (*Glycine max* (L)) Varieties Performance in Paddy Field of Liquid Organic Fertilizer Application. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), pp.90–97.
- Winahyu, D., Retnaningsih, A. & Aprilia, M. 2019. Penetapan Kadar Flavonoid pada Kulit Batang Kayu Raru (*Cotylelobium melanoxylon* P.) dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Analis Farmasi*, 4(1), pp. 29 - 36.
- Zekkori, B., Khallouki, F., Bentayeb, A., Fiorito, S., Preziuso, F., Taddeo, V. A., Epifano, F. & Genovese, S., 2018. A New Phytochemical and Anti-Oxidant and Anti-Inflammatory Activities of Different *Lactuca sativa* L. var. Crispa Extracts. *Natural Product Communications*, 13(9), pp.1139–1142.