



## Produksi dan Kandungan Antioksidan Simplisia Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) Akibat Aplikasi Polietilen Glikol pada Dosis dan Waktu Berbeda

### Production and Antioxidant Simplicia Content of Moringa (*Moringa oleifera* L.) Effect of Dose and Time Application of Polyethylene Glycol

Sasqya Alda Salsabella<sup>1\*</sup>, Budi Adi Kristanto, Karno

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

\*E-mail: sasqyaalda@students.undip.ac.id

#### ABSTRAK

Kelor merupakan tanaman obat yang digunakan untuk mengobati penyakit karena kandungan flavonoidnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh dosis dan waktu aplikasi polietilen glikol (PEG) sebagai simulasi cekaman kekeringan terhadap produksi simplisia dan kandungan antioksidan daun kelor (*Moringa oleifera* L.). Penelitian dilaksanakan pada tanggal 30 Mei hingga 2 Agustus 2021 di Green House Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 4x4 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah dosis PEG 4 taraf yaitu 0 g/polybag (B0), 30 g/polybag (B1), 60 g/polybag (B2), dan 90 g/polybag (B3). Faktor kedua adalah waktu aplikasi PEG sebanyak 4 taraf, 2 hari sebelum panen (D1), 4 hari sebelum panen (D2), 6 hari sebelum panen (D3), dan 8 hari sebelum panen (D4). Parameter penelitian meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar daun, berat kering daun (berat simplisia), kandungan fenol daun, dan kadar flavonoid daun yang kemudian dianalisis secara statistik dan dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis PEG berpengaruh nyata terhadap parameter berat segar daun, berat kering daun, dan kadar flavonoid daun. Waktu aplikasi PEG berpengaruh nyata terhadap parameter kandungan fenol daun dan kadar flavonoid daun. Interaksi antara dosis 90 g/polybag dan waktu aplikasi PEG 8 hari sebelum panen berpengaruh nyata terhadap parameter fenol daun.

**Kata kunci:** Kelor, PEG, Cekaman Kekeringan, Fenol, Flavonoid.

#### ABSTRACT

Moringa is a medicinal plant that is used to treat disease because of its flavonoid content. The purpose of the study was to examine the effect of dose and time application of polyethylene glycol (PEG) as a simulation of drought stress on the production of simplisia and the antioxidant content of Moringa leaves (*Moringa oleifera* L.). The study was conducted from May 30 to August 2, 2021 at the Green House of the Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University. The design used was a completely randomized design (CRD) factorial 4x4 pattern with 3 replications. The first factor was PEG dose of 4 levels, 0 g/polybag (B0), 30 g/polybag (B1), 60 g/polybag (B2), dan 90 g/polybag (B3). The second factor was PEG application time of 4 levels, 2 days before harvest (D1), 4 days before harvest (D2), 6 days before harvest (D3), and 8 days before harvest (D4). The research parameters consisted of plant height, number of leaves, leaf fresh weight, leaf dry weight (simplicia weight), leaf phenol, and leaf flavonoid which were then statistically analyzed and continued using DMRT test of 5% level. The results showed that the PEG dose significantly affected the parameters of leaf fresh weight, leaf dry weight, and leaf flavonoid. PEG application time significantly affected the parameters of leaf phenol and leaf flavonoid. The interaction between the dose 90 g/polybag and PEG application time 8 days before harvest had a significant effect on the parameters of the leaf phenol.

**Keywords :** moringa, PEG, drought stress, phenol, flavonoid

## PENDAHULUAN

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan salah satu tanaman perdu berumur panjang. Daun kelor memiliki kandungan senyawa polifenol seperti flavonoid, kuersetin dan kamperol serta sumber vitamin C dan vitamin E. Daun kelor kaya akan nutrisi yang merupakan sumber beta karoten, vitamin C, besi dan potassium (Kristina, 2014). Daun kelor kering sebanyak 1 g memiliki kandungan flavonoid 1,91% (Widjiati *et al.*, 2019). Daun kelor banyak dimanfaatkan untuk herbal bagi kesehatan (Berawi *et al.*, 2019). Polifenol merupakan senyawa fitokimia yang terdapat dalam tumbuhan dan memiliki peran sebagai antioksidan alami (Pradana dan Revina, 2019). Pemanfaatan daun kelor secara tradisional yaitu bagian daun kelor yang masih segar maupun daun kelor kering. Masyarakat Indonesia memanfaatkan daun kelor sebagai obat herbal berbagai macam penyakit seperti hepatitis B (Wahyuni *et al.*, 2013). Satu porsi ramuan, daun yang dibutuhkan ialah sebanyak 3-7 helai (Putriningrum *et al.*, 2013).

Kualitas simplisia kelor ditentukan oleh kandungan antioksidan, seperti kandungan fenol dan flavanoid. Kandungan antioksidan tanaman akan meningkat apabila tanaman mengalami stres, baik stres kekeringan dan salinitas. Polietilen Glikol (PEG) merupakan suatu senyawa stabil, non ionik, dan dapat larut dalam air. PEG dengan berat molekul 4000 atau lebih secara umum mampu menyebabkan stres osmotik atau cekaman kekeringan akibat kekurangan air. Penggunaan PEG pada tanaman menyebabkan adanya penurunan potensial air secara homogen yang digunakan untuk meniru besarnya tingkat cekaman kekeringan atau potensial air tanah (Syamsuddin dan Ichsan, 2016).

Mekanisme kerja PEG terhadap tanaman yaitu PEG menahan air yang masuk kedalam jaringan tanaman, sehingga terjadi cekaman osmotik atau kekeringan pada tanaman. Pemberian dosis PEG yang tinggi terhadap tanaman akan mengakibatkan tanaman stres, tidak dapat menerima asupan air yang cukup sehingga terjadi peningkatan metabolit sekunder salah satunya kandungan antioksidan untuk mempertahankan hidupnya (Setiawan *et al.*, 2012).

Pemberhentian penyiraman atau aplikasi PEG pada beberapa hari sebelum panen dapat menginduksi cekaman osmotik atau kekeringan serta dapat meningkatkan fisiologis tanaman (Roro *et al.*, 2020). Aplikasi PEG selain berdampak pada sifat agronomis pada tanaman maka akan berdampak juga pada sifat fisiologi tanaman seperti halnya meningkatnya kadar prolin, kadar fenol, dan dapat menyebabkan terjadinya kebocoran elektrolit.

Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya hubungan antara produksi dan kandungan antioksidan simplisia tanaman kelor dengan aplikasi PEG sebagai simulasi cekaman kekeringan. Berdasarkan hasil penelitian Ibrahim dan Ameen (2017) yang menunjukkan bahwa penggunaan berat dosis PEG 50 gram/l memberi pengaruh yang baik pada produksi metabolit primer (sukrosa) dari callus *moringa oleifera* secara in vitro. Berdasarkan hasil penelitian Al-Toukhy *et al.*

(2018) yang menunjukkan bahwa interval kekeringan 2, 7, 14 hari memberi hasil kandungan metabolit sekunder yang tinggi pada daun kelor. Berdasarkan hasil penelitian Wehantaouw *et al.* (2014) yang menunjukkan bahwa kadar total fenol pada ekstrak tanaman kelor teruji tinggi, tinggi nya kadar fenol dapat diartikan juga terdapat aktivitas antioksidan yang berlangsung dan dapat dimanfaatkan bagi kesehatan tubuh. Berdasarkan hasil penelitian Vasconcelos *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa dampak tanaman kelor terhadap cekaman kekeringan tampak pada perubahan fisiologis tanaman salah satunya kandungan antioksidan tetapi tidak selalu terjadi penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh aplikasi dosis dan waktu aplikasi PEG sebagai simulasi cekaman kekeringan pada produksi dan kandungan antioksidan simplisia tanaman kelor.

## METODOLOGI

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan 30 Mei – 2 Agustus 2021 di *Greenhouse*, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang dan dilanjutkan analisis laboratorium di CV. Chemmix Pratama, Yogyakarta dan Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.

Bahan yang digunakan meliputi bibit kelor (*Moringa oleifera* L.) umur 2 bulan yang diperoleh dari Balai Sertifikasi dan Perbenihan Tanaman Hutan (BSPTH) kebun bibit Soropadan, polietilen glikol, larutan asam galat, *aquades*, folin, larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%, larutan etanol 96%, larutan AlCl<sub>3</sub>,

**Sasqya Alda Salsabella, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Produksi dan Kandungan Antioksidan Simplisia Tanaman Kelor (Moringa oleifera L.) Akibat Aplikasi Polietilen Glikol pada Dosis dan Waktu Berbeda,,, (Hal. 279 – 288)*

methanol, media tanam yang terdiri dari tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 3:1 dan label perlakuan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag*, sekop, botol bekas, alat tulis, mortar, timbangan, kertas saring, erlenmeyer, spektrofotometer, tabung film, *aluminium foil*, kuvet.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 4 x 4 dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah dosis PEG dengan 4 taraf, yaitu 0 g/polybag (B0), 30 g/ polybag (B1), 60 g/ polybag (B2), dan 90 g/ polybag (B3), dan faktor kedua adalah waktu aplikasi PEG 4 taraf, yaitu: 2 hari sebelum panen (D1), 4 hari sebelum panen (D2), 6 hari sebelum panen (D3), dan 8 hari sebelum panen (D4). Kombinasi perlakuan sebanyak 16 dengan 3 kali ulangan, sehingga terdapat 48 unit percobaan dan setiap unit percobaan terdiri dari 1 tanaman bibit kelor.

Prosedur Penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu persiapan dan pelaksanaan. Tahap persiapan meliputi persiapan alat dan bahan penelitian serta persiapan media tanam dibuat dengan campuran tanah dan pupuk kandang sapi dengan perbandingan 3 : 1 berdasarkan berat. Media dimasukkan ke dalam polybag ukuran 30 cm x 30 cm sebanyak 48 polybag, kemudian dimasukkan kedalam *greenhouse* dan disusun sesuai letak yang telah dibuat. Penanaman dilakukan dengan cara melubangi tanah dalam *polybag*, tiap *polybag* diisi dengan 1 bibit kelor dan lubang ditutup tanah. Hal ini untuk mempercepat proses pertumbuhan tunas. Pemeliharaan tanaman yang dilakukan meliputi : (1). Penyiraman : dilakukan dua hari 1 kali pada sore hari. (2). Penyiangan dilakukan apabila ada gulma disekitar polybag dan dilakukan secara mekanik yaitu mencabut dan membuang gulma. (3). Pemupukan : pemupukan NPK dengan dosis rekomendasi dilakukan pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam (MST). (4). Pengajiran : Pengajiran dilakukan pada saat penanaman bibit. Pengajiran dilakukan untuk memudahkan pemeliharaan tanaman dan tempat penopang tanaman karena tanaman terlalu tinggi dan mudah patah apabila angin terlalu kencang. (5). Perlakuan : Perlakuan dilakukan dengan penimbangan polietilen glikol berat molekul 6000 seberat 30 g yang dilarutkan dalam 1 liter air untuk perlakuan B1, 60 g yang dilarutkan dalam 1 liter air untuk perlakuan B2 dan 90 g yang dilarutkan dalam 1 liter air untuk perlakuan B3. Aplikasi polietilen glikol berupa larutan dengan cara disiramkan melalui tanah. Perlakuan kontrol (B0) menggunakan larutan air tanpa polietilen glikol. Aplikasi larutan polietilen glikol dilakukan sesuai dengan perlakuan 2, 4, 6, 8 hari sebelum panen daun tanaman kelor. Pengamatan dilakukan selama 70 hari pada hari ke-7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, dan 70 HST. Panen dilakukan pada saat tanaman berumur 70 HST dengan cara memotong daun tanaman kelor dan dikelompokkan sesuai dengan perlakuannya masing-masing. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, berat kering, kandungan fenol dan kadar flavonoid.

Analisis kandungan fenol

Kandungan fenol tanaman yaitu ditentukan dengan metode spektrofotometri. Larutan standar asam galat dibuat dengan konsentrasi 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 µg/mL. Konsentrasi 0 µg/mL dibuat dengan cara 0 ml larutan asam galat dicampur dengan 8,5 ml aquades lalu diberi 0,5 ml folin dan 1 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%, dan seterusnya dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10. Sampel yang sudah dibuat dikeringkan dan dihaluskan terlebih dahulu sebelum diuji. Sampel sebanyak 1 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam botol gelap dan ditambahkan 25 ml methanol. Sampel didiamkan selama 3 hari dan setiap hari digojok sebanyak 3 kali dengan interval 4 jam. Ekstrak sampel disaring dengan kertas saring whatman 41 dan ekstrak disaring di botol gelap. Sampel dicampur dengan akuades sebanyak 8 ml, folin sebanyak 0,5 ml, dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% sebanyak 1 ml. Campuran diinkubasi selama 2 jam. Sampel diamati absorbansi pada panjang gelombang 765 nm.

Rumus perhitungan fenol (Amanah dan Aznam, 2016)

$$\text{Kadar polifenol (mg/g)} = \frac{\text{konsentrasi} \times \text{volume ekstrak} \times \text{pengenceran}}{\text{berat sampel}}$$

Analisis kadar flavonoid

Kadar Flavonoid tanaman ditentukan dengan metode spektrofotometri. Timbang sampel 5 gr dilarutkan dalam 100 ml ethanol, saring atau centrifuge larutan, ambil 1 ml larutan jernih ditambahkan 3 ml larutan AlCl<sub>3</sub> 5%, tambahkan ethanol hingga volume 10 ml, baca absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm, dan buat kurva standarnya menggunakan quercetin.

Rumus perhitungan flavonoid (Suryanto, 2007)

$$\text{Kadar Flavonoid (\%)} = \frac{x \cdot \text{Faktor Pengenceran}}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% , x = \frac{y - a}{b}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara dosis dan waktu aplikasi PEG pada tinggi tanaman. Dosis dan waktu aplikasi PEG tidak berpengaruh nyata pada tinggi tanaman (Lampiran 1). Hasil pengamatan tinggi tanaman tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) pada Dosis dan Waktu aplikasi PEG Sebelum Panen

Dosis	Waktu aplikasi Sebelum Panen				Rerata
	2 hari (D1)	4 hari (D2)	6 hari (D3)	8 hari (D4)	
	----- (cm) -----				
0 g/polybag (B0)	83,43	89,50	86,63	91,07	84,95
30 g/polybag (B1)	89,73	82,70	85,80	85,87	84,43
60 g/polybag (B2)	82,73	82,67	84,50	81,23	83,57
90 g/polybag (B3)	83,90	82,83	77,33	76,00	83,54
Rerata	87,66	86,03	82,78	80,02	

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dosis dan waktu aplikasi PEG memberikan hasil yang tidak berbeda nyata. Aplikasi PEG 8 hari sebelum panen tidak menurunkan tinggi tanaman. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Utami *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa durasi cekaman kekeringan hingga 8 hari sebelum panen simplisia tidak menurunkan pertumbuhan dan produksi pada tanaman binahong. Cekaman kekeringan yang diaplikasikan pada tanaman tidak selalu menurunkan pertumbuhan morfologis. Rivas *et al.* (2013) cekaman air mengubah fisiologis tanaman sebagai bentuk perlindungan tanaman terhadap perubahan lingkungan dan tidak memberikan efek penurunan pada morfologis tanaman. Galgaye *et al.* (2020) bahwa dampak morfologi *Moringa* terlihat pada cekaman kekeringan dengan interval 15 hari.

Aplikasi PEG sebagai simulasi cekaman kekeringan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kelor. Hal tersebut diduga bahwa kelor termasuk tanaman yang tahan kering. Luthfiyah (2012) yang menyatakan bahwa kelor termasuk tanaman yang mudah tumbuh pada tanah kering sehingga tanaman kelor dapat menyeimbangkan antara proses kehilangan air dan proses penyerapannya sehingga kekurangan air di dalam sel tanaman dapat dihindari. Cekaman dapat menurunkan pertumbuhan dan produksi tanaman, namun pada penelitian ini cekaman yang diaplikasikan tidak menurunkan pertumbuhan diduga durasi cekaman yang kurang lama sehingga tidak menurunkan morfologi tanaman. Hal ini diperkuat oleh pendapat Vasconcelos *et al.* (2019) menyatakan bahwa *Moringa* termasuk salah satu tanaman yang adaptif untuk mengurangi kehilangan air tanaman sehingga tidak mengganggu perkembangan tanaman tersebut.

### Jumlah Daun Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara dosis dan waktu aplikasi PEG pada jumlah daun. Dosis dan waktu aplikasi PEG tidak berpengaruh nyata pada jumlah daun (Lampiran 2). Hasil pengamatan jumlah daun tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) pada Dosis dan Waktu aplikasi PEG Sebelum Panen

Dosis	Waktu aplikasi Sebelum Panen				Rerata
	2 hari (D1)	4 hari (D2)	6 hari (D3)	8 hari (D4)	
	----- (helai) -----				
0 g/polybag (B0)	10,00	9,33	8,00	9,00	9,08
30 g/polybag (B1)	9,67	10,00	8,00	9,00	9,17
60 g/polybag (B2)	8,33	9,67	10,33	8,67	9,25
90 g/polybag (B3)	9,67	9,67	8,67	9,00	9,25
Rerata	9,42	9,67	8,75	8,92	

**Sasqya Alda Salsabella, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Produksi dan Kandungan Antioksidan Simplisia Tanaman Kelor (Moringa oleifera L.) Akibat Aplikasi Polietilen Glikol pada Dosis dan Waktu Berbeda,,,(Hal. 279 – 288)*

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) pada Tabel 2 menunjukkan bahwa dosis dan waktu aplikasi PEG memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada jumlah daun. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Utami *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa jumlah daun tanaman tidak menurun dengan penerapan cekaman kekeringan hingga 8 hari sebelum panen simplisia. Cekaman kekeringan dapat menurunkan pertumbuhan tanaman pada penelitian ini tidak terjadi penurunan diduga karena tanaman kelor termasuk salah satu tanaman yang tahan kering sehingga tanaman dapat menyeimbangkan antara proses kehilangan air dan proses penyerapannya sehingga kekurangan air di dalam sel tanaman dapat dihindari. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Ratri *et al.* (2015) yang menyatakan serapan unsur hara yang tersedia pada media saat terjadi cekaman lingkungan dapat menyebabkan peningkatan meningkatkan jumlah daun tanaman.

Aplikasi PEG sebagai simulasi cekaman kekeringan tidak berpengaruh nyata pada jumlah daun tanaman kelor. Aplikasi dosis PEG yang terlalu rendah diduga tidak menyebabkan terjadinya dampak cekaman pada tanaman kelor, kelor merupakan tanaman yang tahan kekeringan. Galgaye *et al.* (2020) dari hasil penelitiannya menyebutkan bahwa cekaman kekeringan dengan interval 15 hari memberikan dampak pada morfologi *Moringa*. Menurut pendapat Hattori *et al.* (2015) bahwa masih terdapatnya air pada tanaman menyebabkan masih terjadinya laju fotosintesis, laju fotosintesis menyebabkan pembentukan daun tetap terjadi meskipun dalam kondisi kekeringan sehingga jumlah daun tetap tumbuh.

### Berat Segar Daun Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada berat segar, sedangkan waktu aplikasi tidak berpengaruh nyata pada berat segar kelor serta tidak terdapat interaksi antara dosis dan waktu aplikasi PEG pada berat segar (Lampiran 3). Hasil pengamatan berat segar tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Berat Segar Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) pada dosis dan waktu aplikasi PEG Sebelum Panen

Dosis	Waktu aplikasi Sebelum Panen				Rerata
	2 hari (D1)	4 hari (D2)	6 hari (D3)	8 hari (D4)	
	----- (gram) -----				
0 g/polybag (B0)	14,17	10,33	22,83	14,50	15,46 <sup>b</sup>
30 g/polybag (B1)	16,00	19,83	17,83	19,50	18,30 <sup>ab</sup>
60 g/polybag (B2)	21,17	21,67	24,50	14,83	20,54 <sup>a</sup>
90 g/polybag (B3)	21,50	24,50	21,67	20,33	22,00 <sup>a</sup>
Rerata	18,21	19,08	21,71	17,29	

Keterangan : angka yang diikuti dengan superskrip berbeda pada kolom menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan ( $p < 0,05$ )

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan bahwa aplikasi dosis PEG meningkatkan berat segar terhadap kontrol. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Rivas *et al.* (2013) cekaman air tidak memberikan efek negatif pada pertumbuhan tanaman namun mengubah fisiologis tanaman,. Hal ini menunjukkan tanaman beradaptasi untuk mengurangi kehilangan air tanaman sehingga tidak mengganggu perkembangannya. Tidak terjadinya penurunan berat segar pada daun tanaman kelor disebabkan karena pengaruh cekaman kekeringan pada tanaman kelor tidak memberikan dampak yang menurunkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemberian dosis PEG yang rendah menjadi salah satu faktor kurangnya efek cekaman pada tanaman kelor yang termasuk pada golongan tanaman tahan kering. Hal ini sesuai dengan Luthfiah (2012) yang menyatakan bahwa pada kondisi cekaman kekeringan tanaman kelor menyeimbangkan antara proses kehilangan air dan proses penyerapannya sehingga kekurangan air di dalam sel tanaman dapat dihindari, hal tersebut dilakukan oleh kelor dikarenakan kelor termasuk tanaman yang mudah tumbuh pada lahan kering.

Waktu aplikasi PEG sebagai simulasi cekaman kekeringan tidak memberikan pengaruh pada berat kering daun tanaman kelor, hal tersebut diduga kurang tingginya durasi cekaman kekeringan pada parameter produksi pada tanaman kelor. Vasconcelos *et al.* (2019) menyebutkan dampak tanaman terhadap cekaman kekeringan tampak pada perubahan fisiologis tanaman tetapi tidak selalu terjadi penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman. Luthfiah (2012) yang menyatakan bahwa

tanaman kelor termasuk tanaman yang tahan pada lingkungan kering sehingga tetap terjadi pertumbuhan dan perkembangan kelor walaupun pada kondisi kurang air.

### Berat Kering Simplisia Daun Kelor

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis PEG berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada berat kering, sedangkan waktu aplikasi PEG tidak berpengaruh nyata pada berat kering simplisia daun kelor serta tidak terdapat interaksi antara dosis dan waktu aplikasi PEG pada berat kering simplisia daun kelor (Lampiran 4). Hasil pengamatan berat kering tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Berat Kering Simplisia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) pada dosis dan waktu aplikasi PEG Sebelum Panen

Dosis	Waktu aplikasi Sebelum Panen				Rerata
	2 hari (D1)	4 hari (D2)	6 hari (D3)	8 hari (D4)	
	----- (gram) -----				
0 g/polybag (B0)	5,50	4,33	6,83	5,67	5,58 <sup>b</sup>
30 g/polybag (B1)	6,00	6,50	6,50	6,83	6,46 <sup>ab</sup>
60 g/polybag (B2)	7,00	7,17	7,67	5,17	6,75 <sup>a</sup>
90 g/polybag (B3)	6,83	7,50	6,83	6,50	6,92 <sup>a</sup>
Rerata	6,33	6,38	6,96	6,04	

Keterangan : angka yang diikuti dengan superskrip berbeda pada kolom menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan ( $p < 0,05$ )

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan bahwa aplikasi PEG dosis 60 dan 90 g/polybag meningkatkan berat kering simplisia daun kelor terhadap kontrol. Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan salah satunya pengurangan penguapan air dengan cara penebalan kutikula yang akan menambah berat kering tanaman. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Song dan Banyo (2011) bahwa kekurangan air mengakibatkan perubahan fisiologi dan morfologi seperti penebalan daun yang menyebabkan berat daun yang segar meningkat atau berat. Pernyataan tersebut sesuai oleh Matcos *et al.* (2015) bahwa efisiensi fotosintesis tanaman pada kondisi kekeringan mampu menghasilkan fotosintat yang lebih banyak dan ditranslokasikan menjadi berat kering. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Utami *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa penerapan cekaman kekeringan hingga 8 hari sebelum panen tidak menurunkan produksi simplisia tanaman binahong.

Waktu aplikasi PEG sebelum panen sebagai simulasi cekaman kekeringan tidak berpengaruh nyata pada berat kering daun kelor. Hal tersebut dapat diduga bahwa kelor memiliki toleransi terhadap cekaman air yang tinggi. Menurut Rivas *et al.* (2013) cekaman air mengubah fisiologis tanaman dengan meningkatkan kandungan antioksidan tanaman dan tidak memberikan efek negatif pada pertumbuhan serta produksi tanaman. Firdaus *et al.* (2013) berat kering merupakan akumulasi hasil fotosintat yang berupa protein, karbohidrat dan lipida (lemak). Semakin besar biomassa suatu tanaman, maka kandungan hara dalam tanah yang terserap oleh tanaman juga besar.

### Kandungan Fenol dan Kadar Flavonoid Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara dosis dan waktu aplikasi PEG pada kandungan fenol simplisia daun kelor. Dosis dan waktu aplikasi PEG berpengaruh nyata pada kandungan fenol dan kadar flavonoid (Lampiran 5 dan Lampiran 6). Hasil uji jarak berganda dengan Duncan menunjukkan adanya perbedaan nyata antara dosis dan waktu aplikasi pada kandungan fenol simplisia daun kelor. Hasil analisis kandungan fenol tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Fenol dan Kadar Flavonoid Simplisia Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) pada Dosis dan Waktu aplikasi PEG Sebelum Panen

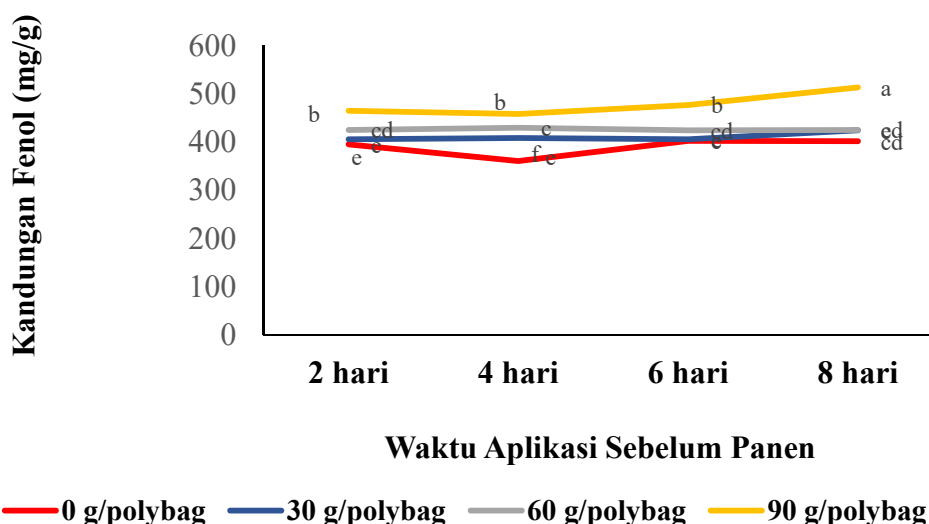
Dosis	Waktu aplikasi Sebelum Panen				Rerata
	2 hari (D1)	4 hari (D2)	6 hari (D3)	8 hari (D4)	
	Kandungan Fenol (mg/g)				
0 g/polybag (B0)	395,86 <sup>e</sup>	360,92 <sup>f</sup>	403,36 <sup>e</sup>	402,28 <sup>e</sup>	390,60 <sup>d</sup>
30 g/polybag (B1)	406,51 <sup>e</sup>	408,78 <sup>e</sup>	406,63 <sup>e</sup>	424,93 <sup>cd</sup>	411,71 <sup>c</sup>

**Sasqya Alda Salsabella, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Produksi dan Kandungan Antioksidan Simplisia Tanaman Kelor (Moringa oleifera L.) Akibat Aplikasi Polietilen Glikol pada Dosis dan Waktu Berbeda,,, (Hal. 279 – 288)*

60 g/polybag (B2)	425,93 <sup>cd</sup>	430,02 <sup>c</sup>	424,68 <sup>cd</sup>	425,88 <sup>cd</sup>	426,63 <sup>b</sup>
90 g/polybag (B3)	465,39 <sup>b</sup>	458,60 <sup>b</sup>	477,56 <sup>b</sup>	513,92 <sup>a</sup>	478,87 <sup>a</sup>
Rerata	423,42 <sup>c</sup>	414,58 <sup>b</sup>	428,06 <sup>b</sup>	441,75 <sup>a</sup>	
Kadar Flavonoid (%)					
0 g/polybag (B0)	2,89	2,85	2,88	2,97	2,90 <sup>d</sup>
30 g/polybag (B1)	3,03	3,04	3,10	3,25	3,10 <sup>c</sup>
60 g/polybag (B2)	3,34	3,22	3,47	3,59	3,41 <sup>b</sup>
90 g/polybag (B3)	3,55	3,63	3,77	3,83	3,70 <sup>a</sup>
Rerata	3,20 <sup>c</sup>	3,19 <sup>c</sup>	3,31 <sup>b</sup>	3,41 <sup>a</sup>	

Keterangan : angka yang diikuti dengan superskrip yang berbeda pada kolom dan baris menunjukkan berbeda nyata menurut uji Duncan ( $p < 0,05$ )

Aplikasi PEG dosis 30 dan 90 g/polybag dengan waktu aplikasi 8 hari sebelum panen meningkatkan kandungan fenol simplisia daun kelor, tetapi waktu aplikasi 2, 4 dan 6 hari sebelum panen tidak meningkatkan kandungan fenol. Aplikasi PEG dosis 60 g/polybag dan tanpa aplikasi PEG dengan waktu aplikasi 2, 4, 6 dan 8 hari sebelum panen tidak meningkatkan kandungan fenol simplisia daun kelor.



Dosis PEG yang tinggi diduga mampu memberikan efek cekaman kekeringan pada tanaman sehingga mampu meningkatkan kandungan fenol total simplisia daun kelor. Kekurangan air pada tanaman dapat menyebabkan peningkatan metabolit sekunder sebagai sistem pertahanan antioksidan non-enzimatik tanaman. Cekaman kekeringan menyebabkan perubahan metabolisme antioksidan sehingga biosintesis enzim dan metabolit sekunder meningkat (Anjum *et al.*, 2017). Enzim yang terbentuk akibat terpapar cekaman kekeringan adalah enzim antioksidan seperti enzim superoksida dismutase, askorbat peroksidase, glutathione reductase yang berperan sebagai pemulung (*scavenging*) ROS (*Reactive Oxygen Spesies*) (Violita dan Hamim, 2010).

Metabolit sekunder yang terbentuk seperti prolin, gula larut, fenol dan flavonoid (Laila, 2014). Gula larut dan prolin berperan sebagai osmo-regulator dalam penyesuaian osmotik (Utmaningsih *et al.*, 2019). Fenol dan flavonoid merupakan antioksidan berperan sebagai pemulung (*scavenging*) ROS yang dapat berfungsi sebagai pencegah kerusakan sel dan jaringan tumbuhan (Lubis *et al.*, 2021). Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Abdelmajeed *et al.* (2013) menyatakan bahwa kekurangan air meningkatkan kandungan fenolik total serta aktivitas antioksidan pada biji cumin. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Trisilawati dan Pitono (2012) yang menyatakan bahwa pengaruh cekaman kekeringan meningkatkan aktivitas metabolisme sekunder serta meningkatkan mutu dan khasiat obat simplisia tanaman.

Analisis total flavonoid dilakukan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil analisis ragam *Duncan* menunjukkan bahwa Dosis dan waktu aplikasi PEG berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada kadar total flavonoid serta tidak terdapat interaksi antara dosis dan

waktu aplikasi PEG pada kadar total flavonoid simplisia daun kelor (Lampiran 6). Hasil analisis kadar total flavonoid tersaji dalam Tabel 6.

Hasil uji jarak *Duncan* menunjukkan bahwa dosis dan waktu aplikasi PEG sebelum panen berpengaruh nyata pada flavonoid total simplisia daun kelor. Aplikasi PEG dosis 30, 60, dan 90 g/polybag kadar flavonoid total simplisia daun, semakin tinggi dosis polietilen glikol semakin tinggi cekaman kekeringan pada tanaman. Hasil analisis total flavonoid simplisia kelor menunjukkan bahwa total flavonoid tanaman kelor akibat cekaman memberikan hasil di atas standar flavonoid kelor secara umum. Peningkatan dosis PEG sampai 90 g/polybag masih meningkatkan kandungan flavonoid total simplisia daun kelor. Aplikasi PEG menyebabkan cekaman osmotik yang berlanjut pada cekaman oksidatif yang menghasilkan spesies oksigen reaktif (*Reactive Oxygen Species, ROS*) yang berdampak pada kerusakan tanaman. Namun tanaman merespon cekaman kekeringan dengan mensintesis senyawa metabolit sekunder sebagai sistem pertahanan antioksidan tanaman. Menurut Kristanto (2020) bahwa cekaman kekeringan menghasilkan ROS sebagai akibat cekaman oksidatif dan tanaman merespon cekaman kekeringan dengan meningkatkan produksi enzim antioksidan dan metabolit sekunder yang merupakan senyawa dengan berat molekul rendah yang berkontribusi dalam sistem pertahanan antioksidan tanaman. Sistem pertahanan antioksidan tanaman berupa sistem pertahanan antioksidan enzimatis dan non-enzimatis. Kandungan flavonoid hasil penelitian ini mencapai kisaran 3 %, berbeda dengan hasil penelitian Widjiati *et al.* (2019) menyebutkan bahwa simplisia kelor mempunyai kandungan flavonoid dengan rata-rata 1,91%. Perbedaan nilai kandungan flavonoid simplisia daun kelor dimungkinkan karena durasi dan tingkat paparan cekaman kekeringan serta umur tanaman berbeda. Kondisi kekeringan dapat menunjukkan respon terhadap ROS (*Reactive Oxygen Species*) sebagai sistem pertahanan tanaman. Ma *et al.* (2016) menyatakan bahwa respon kekeringan yaitu melalui produksi ROS tanaman akan mengaktifkan sistem pertahanan, sehingga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan konversi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang reaktif menjadi H<sub>2</sub>O yang tidak reaktif. Peningkatan total flavonoid akan menghasilkan mutu simplisia yang lebih baik. Pratiwi dan Wardaniati (2019) menyatakan bahwa semakin tinggi senyawa antioksidan yang terkandung dalam simplisia meningkatkan mutu simplisia pada tanaman obat.

Total flavonoid dengan waktu aplikasi PEG 8 hari sebelum panen sebesar 3,41 % berbeda nyata dengan 6 hari sebelum panen sebesar 3,31 %, serta waktu aplikasi PEG 4 hari sebelum panen tidak berbeda nyata dengan aplikasi 2 hari sebelum panen. Hal ini menunjukkan bahwa cekaman kekeringan mampu meningkatkan kandungan flavonoid simplisia tanaman kelor. Menurut Trisilawati dan Pitono (2012) bahwa peningkatan aktivitas metabolisme sekunder akibat kekurangan air pada tanaman sehingga dapat meningkatkan mutu dan khasiat tanaman. Flavonoid termasuk senyawa fenolik yang terbentuk dari senyawa metabolit sekunder yang berperan aktif dalam mekanisme fisiologis tanaman untuk mempertahankan diri dari cekaman kekeringan. Menurut Nakabayashi *et al.* (2014) bahwa flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang berperan sebagai respon cekaman kekeringan pada tanaman.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi PEG sebagai simulasi cekaman kekeringan tidak menurunkan tinggi tanaman dan jumlah daun, meningkatkan berat segar dan berat kering daun. Kandungan fenol dan flavonoid simplisia daun kelor dapat ditingkatkan dengan manipulasi cekaman osmotik dengan aplikasi PEG dosis 90 g/polybag pada 8 hari sebelum dipanen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Toukhy, A. A., H. Alsamadany, A. Alrashedi, and Y. Al-Zahrani. 2018. Interactive effect of drought and sea water treatments on metabolic profile of two different *Moringa* species. *Journal Biosciences*, 12 (1) : 168 – 177.
- Amanah, I., dan N. Aznam. 2016. Penentuan kadar total fenol dan uji aktivitas antioksidan kombinasi ekstrak sarang semut (*Myrmecodia pendens* Merr. & LM Perry). *J. Kimia Dasar*, 5 (2) : 1 – 9.
- Anjum, S. A., U. Ashraf, M. Tanveer, I. Khan, S. Hussain, B. Shahzad, A. Roro, A. G., G. G. Galgaye., and H. M. Beshir. 2020. Physiological Responses of *Moringa (Moringa stenopetala L.)* Seedlings to Drought Stress under Greenhouse Conditions, Southern Ethiopia. *Journal Biotechnol*, 12 (2) : 97 – 107.



- Sasqya Alda Salsabella, Budi Adi Kristanto, Karno:** *Produksi dan Kandungan Antioksidan Simplisia Tanaman Kelor (Moringa oleifera L.) Akibat Aplikasi Polietilen Glikol pada Dosis dan Waktu Berbeda,,,(Hal. 279 – 288)*
- Avramova, V., H. Abdelgawad, Z. Zhang, B. Fotschki, R. Casadevall, L. Vergauwen, D. Knapen, E. Taleisnik, Y. Guisez, H. Asard, and G. T. S. Beemster. 2015. Drought induces distinct growth response, protection, and recovery mechanisms in the maize leaf growth zone. *Journal Plant Physiology*, 169 (2) : 1382 – 1396.
- Berawi, K. N., Wahyudo, R., dan Pratama, A. A. 2019. *Polybagensi terapi Moringa oleifera (Kelor) pada penyakit degeneratif*. J. Kedokteran Universitas Lampung, 3 (1) : 210 – 214.
- Firdaus LN, Wulandari S, Mulyeni GD. 2013. Pertumbuhan akar tanaman karet pada tanah bekas tambang bauksit dengan aplikasi bahan organik. *J Biogenesis*, 10 (1) : 53 – 64.
- Galgaye, G. G., H. M. Beshir, and A. G. Roro. 2020. Physiological responses of Moringa (*Moringa stenopetala* L.) seedlings to drought stress under greenhouse conditions, Southern Ethiopia. *Asian Journal of Biotechnology*, 12 : 97 – 107.
- Ibrahim. I. R. and S. K. M. Ameen. 2017. Influence of stress on secondary metabolites production from callus of *Moringa oleifera in vitro*. *J. Agricultural Sciences*, 48 (4) : 1011 – 1107.
- Kristanto, B. A. 2016. *Tanggapan Sorgum Manis (Sorghum bicolor (L.) Moench) terhadap Cekaman Kekeringan dan Pemupukan Silika*. Disertasi. Universitas Gadjah Mada. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Kristina, N. dan S. Fatimah. 2014. Pemanfaatan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*) untuk Meningkatkan Produksi Air Susu Ibu. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 20 (3) : 26 – 29.
- Laila, F. N. 2014. Produksi Metabolit Sekunder Steviosida Pada Kultur Kalus Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert. M.) dengan Penambahan ZPT 2, 4-D dan PEG (*Polyethylene Glykol*) 6000 pada media MS (*Murashige & Skoog*). *El-Hayah: J. Biologi*, 4 (2) : 57 – 65.
- Lubis, S. S., Sari, A. N., Fahmi, M. H., dan Diningrat, D. S. 2021. Potensi ekstrak daun asam keranji (*Dialium indum*) Aceh sebagai antioksidan alami. *Biofaal Journal*, 2 (1) : 11 – 18.
- Ma, D., D. Sun, C. Wang, H. Qin, H. Ding, Y. Li, and T. Guo. 2016. Silicon application alleviates drought stress in wheat through transcriptional regulation of multiple antioxidant defense pathways. *Journal of plant growth regulation*, 35 (1) : 1-10.
- Mahdya, A. S., Nurmala, T., dan Yuwariah, Y. 2020. Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan, hasil, dan fenologi tanaman hanjeli ratun di dataran medium. *J. Kultivasi*, 19 (3) : 1196 – 1201.
- Nakabayashi, R., K. Y. Sakakibara, K. Urano, M. Suzuki, Y. Yamada, T. Nishizawa, and A. J. Michael. 2014. Enhancement of oxidative and drought tolerance in Arabidopsis by overaccumulation of antioxidant flavonoids. *The Plant J.*, 77 (3) : 367-379.
- Pradana, D. L. C., dan R. Revina. 2019. Pelatihan pembuatan teh daun kelor sebagai antioksidan dan pencegah diabetes bagi masyarakat kampung utan Depok. *J. Sabdamas*, 1 (1) : 201 – 206.
- Ratri, A. D. Y. S., Pujiasmanto, B., dan Yunus, A. 2015. Efek naungan dan cekaman air terhadap pertumbuhan dan hasil kunyit Di Kismantoro, Wonogiri. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 30 (1) : 1 – 6.
- Rivas R, Oliveira MT, and Santos MG. 2013. Three cycles of water deficit from seed to young plants of *Moringa oleifera* woody species improves stress tolerance. *Journal Plant Physiology and Biochemistry*, 63 : 200 - 208.
- Setiawan. Tohari, dan D. Shiddieq. 2012. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap akumulasi prolin tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *J. Ilmu Pertanian*, 15 (2) : 85 – 99.
- Song, A. N., dan Banyo, Y. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *J. ilmiah sains*, 11 (2) : 166 - 173.

- Sujinah. dan A. Jamil. 2016. Mekanisme respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dan varietas toleran. *Iptek Tanaman Pangan*, 11 (1) : 1 – 8.
- Syamsuddin, S. dan C. N. Ichsan. 2016. Penggunaan *polyethilen glycol* (PEG 6000) untuk mengetahui vigor kekuatan tumbuh benih Kacang Hijau hitam (*Glycinemax* (L.) Merrill) pada kondisi kekeringan. *J. Ilmiah Mahasiswa pertanian*, 1 (1) : 280 – 288.
- Trisilawati, O. dan J. Pitono. 2012. Pengaruh cekaman defisit air terhadap pembentukan bahan aktif pada purwoceng. *Bul. Littro*, 23 (1) : 34 – 47.
- Utami, J. L., Kristanto, B. A., dan Karno. 2020. Aplikasi silika dan penerapan cekaman kekeringan terkendali dalam upaya peningkatan produksi dan mutu simplisia binahong (*Anredera cordifolia*). *Journal of Agro Complex*, 4 (1) : 69 – 78.
- Vanajakshi, V., Vijayendra, S. V. N., Varadaraj, M. C., Venkateswaran, G., dan Agrawal, R. 2015. Optimization of a probiotic beverage based on Moringa leaves and beetroot. *LWT-Food Science and Technology*, 63 (2) : 1268 – 1273.
- Vasconcelos MC, Costa JC, Sousa JPS, Santana FV, Soares TFSN, 2/8 Oliveira Júnior LFG and Silva R. 2019. Biometric and Physiological Responses to Water Restriction in Moringa oleifera Seedlings. *Journal Floresta e Ambiente*, 26 (1): 1 - 8.
- Violita, V., dan Hamim, H. 2010. Sistem pertahanan tanaman kedelai yang mendapat perlakuan cekaman kekeringan. *J. EKSAKTA*, 2 : 103 – 112.
- Wahyuni, S., Asrikan, M. A., Sabana, M. C. U., Sahara, S. W. N., Murtiningsih, T., dan Putriningrum, R. 2013. Uji Manfaat Daun Kelor (*Moringa aloifera* Lamk) Untuk Mengobati Penyakit Hepatitis B. *J. Kesehatan Kusuma Husada* : 100 – 103.
- Widjiati, W., Julianawati, T., dan Hendarto, H. 2019. Penetapan total flavonoid, aktivitas antioksidan dan karakterisasi nanopartikel ekstrak etanol daun kelor (*Moringa pterygosperma* Gaertn.). *J. Penelitian Kesehatan SUARA FORIKES (Journal of Health Research Forikes Voice)*, 11 (1) : 49 – 54.