

# PERBEDAAN DAN KELIMPAHAN METABOLIT DAUN KELOR (*Moringa oleifera* LAM.) BERDASARKAN KETINGGIAN TEMPAT DI SUMATERA SELATAN

Kintan Putriani\*, Harmida, Juswardi

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang - Prabumulih Km. 32 Indralaya,  
Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662;  
\*e-mail: putriantikintan@gmail.com

## Abstrak

Pertumbuhan kelor (*Moringa oleifera* Lam.) di Sumatera Selatan tersebar dengan ketinggian tempat yang bervariasi, mulai dari dataran rendah, sedang dan tinggi. Ketinggian tempat tumbuh kelor diduga berpengaruh terhadap komposisi metabolit daun kelor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan metabolit dan kelimpahan senyawa metabolit daun kelor berdasarkan perbedaan ketinggian tempat tumbuh dengan pendekatan analisis metabolomik non-target menggunakan GC-MS. Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode *stratified purposive sampling* berdasarkan ketinggian. Senyawa metabolit yang diperoleh diakuisisi dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Diperoleh perbedaan dan kelimpahan senyawa metabolit yang terdeteksi. Daun kelor dari Desa Bangun Rejo, Pagar Alam (795 mdpl) dan Desa Masam Bulau, Lahat (570 mdpl) menunjukkan 28 jenis senyawa metabolit, sedangkan Desa Tebing Gerinting, Ogan Ilir (35 mdpl) menunjukkan 25 jenis senyawa metabolit. Kelimpahan setiap jenis senyawa dari masing-masing lokasi pengambilan sampel berbeda, namun total kelimpahan senyawa metabolit dari Desa Bangun Rejo, Pagar Alam (795 mdpl) sebesar 97,68% , diikuti oleh Desa Masam Bulau, Lahat (570 mdpl) sebesar 88,86% dan Desa Tebing Gerinting, Ogan Ilir (35 mdpl) sebesar 81,38%.

**Kata Kunci** : Profil metabolit, Ketinggian tempat, GC-MS, *Moringa oleifera* Lam.

## 1. PENDAHULUAN

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lam.) memiliki potensi untuk dijadikan obat herbal, salah satunya bagian daun. Daun kelor merupakan bagian yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia karena memiliki banyak khasiat bagi kesehatan. Penggunaan daun kelor dapat mengatasi beberapa penyakit, seperti hiperglikemia, peradangan, infeksi bakteri atau virus, dan kanker (Tiloke *et al.*, 2018).

Hasil uji fitokimia ekstrak daun kelor menunjukkan senyawa alkaloida, flavonoida, saponin, fenol, steroida/tripenoida, dan tanin yang memiliki peran dalam pemeliharaan kesehatan (Putra *et al.*, 2016). Menurut Oka *et al.* (2016), senyawa aktif fraksi heksana ekstrak daun kelor dengan GC-MS mengandung 8 senyawa dari golongan fenol yang berperan sebagai antioksidan.

Analisis metabolomik merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui seluruh komposisi metabolit sebagai pendekatan awal yang kuat untuk mengetahui profil metabolit suatu bahan atau sampel (Qi dan Zhang, 2014). Salah satu pendekatan analisis metabolomik adalah analisis metabolomik non-target yang banyak digunakan sebagai langkah awal untuk penelitian yang lebih mendalam dan terperinci (De Vos *et al.*, 2007). Menurut Roessner dan Beckles (2009), metabolomik merupakan teknologi 'omik' terbaru dengan tujuan untuk memisahkan dan mengukur senyawa metabolit yang dihasilkan dari aktivitas biologi tanaman.

Salah satu instrumen untuk mengidentifikasi senyawa metabolit yaitu *Gas Chromatography-Mass-Spectrometry* (GC-MS). Prinsip kerja dari GC-MS adalah pemisahan dengan kromatografi yang tinggi dan mampu mengidentifikasi metabolit suatu bahan, seperti minyak esensial, asam lemak, hidrokarbon, lipid, dan lain-lain (Kaushik *et al.*, 2002). Kelebihan GC-MS dari instrument lain yaitu, memiliki tingkat sensitivitas tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menganalisis senyawa dengan konsentrasi kecil (Sprakman *et al.*, 2011).

Kelor dapat tumbuh pada daerah dataran rendah sampai dengan dataran tinggi, yakni 0-1000 mdpl (Krisnandi, 2014). Komposisi senyawa metabolit daun kelor diduga berbeda pada

ketinggian tempat tumbuh yang berbeda. Pertumbuhan kelor di Sumatera Selatan tersebar dengan ketinggian yang bervariasi, mulai dari dataran rendah, sedang dan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian terkait profil metabolit daun kelor yang berasal dari daerah tersebut di Sumatera Selatan, dengan tujuan mengetahui perbedaan dan kelimpahan metabolit daun kelor dari ketinggian yang berbeda.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni 2021. Pengambilan sampel daun kelor dilakukan di Desa Tebing Gerinting, Ogan Ilir (35 mdpl), Desa Masam Bulau, Lahat (570 mdpl), dan Desa Bangun Rejo, Pagar Alam (795 mdpl) Sumatera Selatan. Pengeringan dan ekstraksi sampel dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Perkembangan dan Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Universitas Sriwijaya. Analisis metabolit daun kelor dengan GC-MS dilakukan di Laboratorium Pengujian Terpadu, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah altimeter, *soil meter*, PAR meter, temperatur digital, Erlenmayer, alumunium foil, blander, corong kaca, gelas Baker, kamera, kertas saring, kotak pendingin, neraca digital, oven, plastik transparan, *rotary evaporator*, serta GC-MS Trace<sup>TM</sup> 1310 ISQ. Bahan yang dibutuhkan yaitu daun kelor yang diperoleh dari Desa Tebing Gerinting (35 mdpl), Desa Masam Bulau (570 mdpl), dan Desa Bangun Rejo (795 mdpl) dan pelarut metanol.

### 2.3. Metode Penelitian

Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode *stratified purposive sampling* berdasarkan ketinggian tempat, yaitu dataran rendah, sedang, dan tinggi.

#### 2.3.1. Pengambilan sampel

Proses yang dilakukan sebelum pengambilan sampel ialah pengukuran parameter lingkungan pada titik lokasi, yaitu ketinggian tempat tumbuh, serta komponen pendukung seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya matahari, dan suhu tanah. Proses pengambilan sampel daun kelor dilakukan dengan cara memetik bagian tangkai daun dari cabang saat pagi hari kurang lebih sebanyak 600 g. Sampel yang sudah dipetik dimasukkan kedalam plastik transparan, kemudian dimasukkan ke dalam kotak pendingin.

#### 2.3.2. Preparasi dan pembuatan simplisia

Daun kelor yang diperoleh masing-masing dipisahkan dari tangkai, Selanjutnya dicuci dengan air mengalir, lalu ditiriskan. Daun kelor dikeringkan di oven (suhu 50°C) selama 3x24 jam. Setelah kering, ditimbang kembali untuk mengetahui bobot kering. Kemudian dihaluskan sampai menjadi bubuk simplisia dan dilakukan pengayakan agar didapat ukuran yang sama.

#### 2.3.3. Ekstraksi

Serbuk simplisia yang digunakan sebanyak 100 g dan pelarut metanol sebanyak 500 ml atau perbandingan 1:5. Dimaserasi selama 1x24 jam dengan pelarut metanol yang diletakkan pada ruangan gelap dengan suhu ruang. Setelah maserasi selesai, dilakukan penyaringan, kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak kental.

### 2.3.4. Analisis metabolit daun kelor menggunakan GC-MS

Preparasi sampel dilakukan dengan menggunakan pelarut metanol. Ekstrak metanol daun kelor yang telah ditambahkan 10 ml metanol diinjeksikan sebanyak 1 $\mu$ l ke dalam GC-MS sesuai dengan protokol kerja dari GC-MS Trace<sup>TM</sup> 1310 ISQ.

### 2.4. Analisis data

Hasil yang diperoleh diakuisisi kuantitatif secara deskriptif dalam bentuk tabulasi data. Data hasil GC-MS berupa kromatogram berisi grafik yang dilengkapi daftar komponen kimia terdeteksi, struktur kimia, retensi waktu, dan luas area. Profil metabolit yang terdeteksi pada setiap sampel dihitung total jenis dan kelimpahan senyawa metabolitnya. Total kelimpahan jenis senyawa metabolit dilakukan dengan menghitung semua kelimpahan jenis senyawa metabolit pada masing-masing sampel daun kelor.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian kandungan metabolit daun kelor dari beberapa daerah di Sumatera Selatan berdasarkan perbedaan ketinggian tempat, disajikan pada Tabel 1. sebagai berikut.

**Tabel 1.** Profil metabolit daun kelor berdasarkan ketinggian TG (desa Tebing Gerinting, 35 mdpl), MS (desa Masam Bulau, 570 mdpl) dan BR (desa Bangun Rejo, 795 mdpl)

Senyawa Metabolit	Rumus Molekul	Kelas	Total Persen Area Relatif (%)		
			TG	MS	BR
<i>2-Myristinoyl pantetheine</i>	C25H44N2O5S	Amida	1,32	1,14	0,14
<i>N-[5-(1-Cyano-2-furan-2-yl-vinyl)-[1,3,4]thiadiazol-2-yl]-benzamide</i>	C16H10N4O2S	Asam Benzoat	-	-	0,14
<i>Deoxyspergualin</i>	C17H37N7O3	Asam Okso	0,34	-	-
<i>Propanoic acid, 3-ethoxy-, ethyl ester</i>	C7H14O3	Asam Okso	-	2,04	0,96
<i>Cyclopentanone, 2-methyl</i>	C6H10O	Keton	0,59	-	-
<i>2-(2-Butynyl)cyclohexanone</i>	C10H14O	Keton	0,59	-	-
<i>4-(2,4,4-Trimethyl-cyclohexa-1,5-dienyl)-but-3-en-2-one</i>	C13H18O	Keton	-	0,38	-
<i>Toluene, m-ethyl-</i>	C9H12	Aromatik	0,36	-	-
<i>Benzene, p-dichloro-</i>	C6H4Cl2	Aromatik	0,40	-	-
<i>Tertbutyloxyformamide, N-methyl-N-[4-(1-pyrrolidinyl)-2-butynyl]-</i>	C14H24N2O2	Aromatik	-	-	0,18
<i>(4-Carbomethoxy)benzyl p-toluate</i>	C17H16O4	Aromatik	-	-	0,20
<i>Benzoic acid, 4-methyl, [4(methoxycarbonyl)phenyl]methyl ester</i>	C17H16O4	Aromatik	-	0,40	-
<i>Acetonitrile, (p-hydroxyphenyl)</i>	C8H7NO	Nitril Oksida	-	-	2,13
<i>17-Pentatriacontene</i>	C35H70	Alkena	-	11,04	-
<i>Methyl 2-ethylhexyl phthalate</i>	C17H24O4	Ester	-	0,36	-
<i>1-Methoxy-2-propyl acetate</i>	C6H12O3	Ester	-	-	0,47
<i>1,1-Cyclopropanedicarboxylic acid, 2-[2-cyano-1,1-bis(methoxycarbonyl)propyl, dimethyl ester</i>	C15H19NO8	Alkana	-	-	0,16
<i>Ethanol, 2-(9-octadecenyl)</i>	C20H40O2	Alkohol	-	-	0,13
Senyawa Metabolit	Rumus Molekul	Kelas	Total Persen Area Relatif (%)		
			TG	MS	BR
<i>9,10-Secocholesta-5,7,10(19)-triene-3,24,25-triol,</i>	C27H44O3	Vitamin	0,37	3,54	0,12

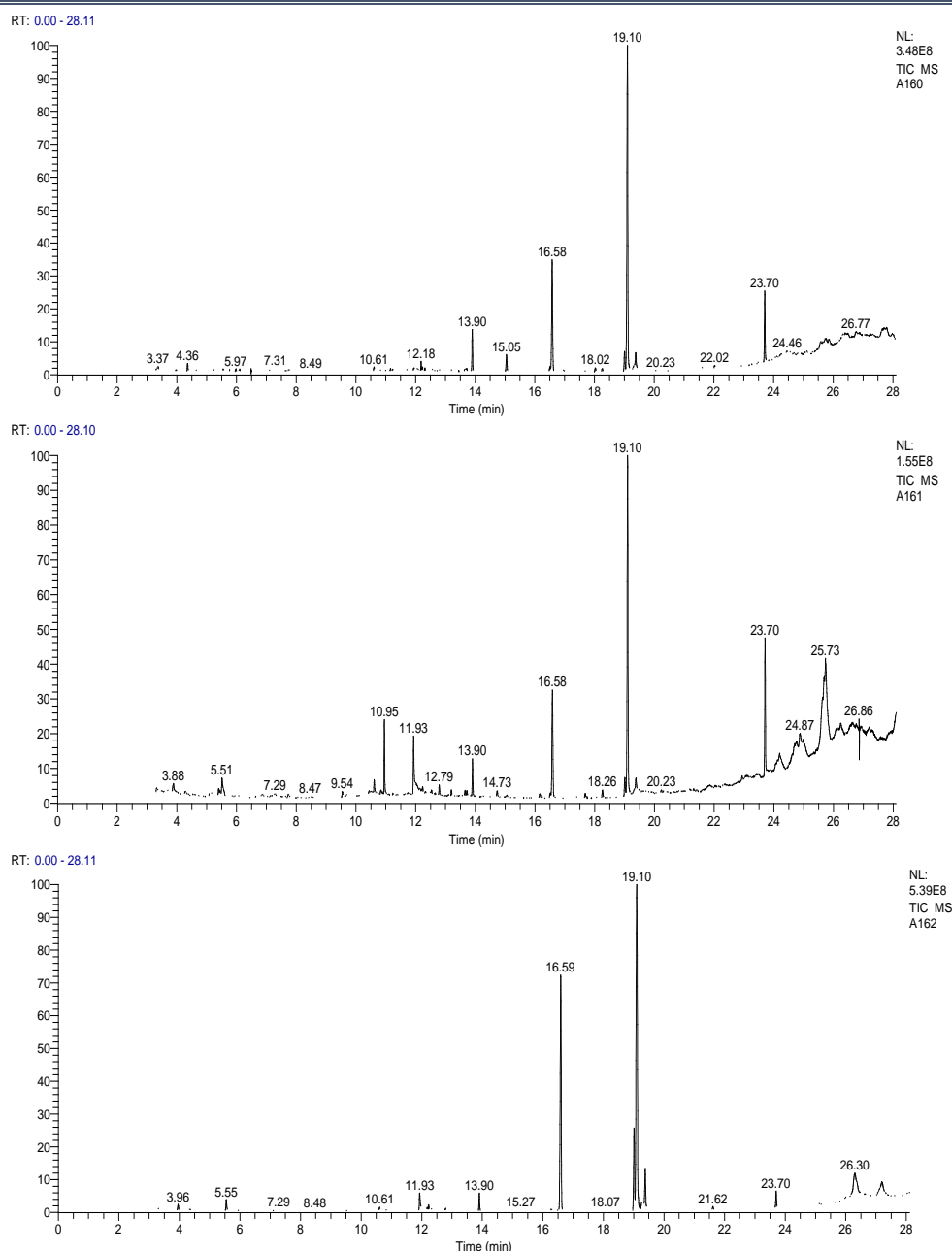
Senyawa Metabolit	Rumus Molekul	Kelas	Total Persen Area Relatif (%)		
			TG	MS	BR
<i>Methyl 9-cis,11-trans-octadecadienoate</i>	C19H38O2	Asam Lemak (Linoleat)	1,91	0,87	-
<i>9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2-[[trimethylsilyloxy]-1-[[trimethylsilyloxy]methyl]ethyl ester</i>	C27H52O4Si2	Asam Lemak (Linoleat)	-	0,31	-
<i>Linolenin, 1-mono</i>	C21H36O4	Asam Lemak (Linoleat)	0,60	-	-
<i>Linolenic acid, methyl ester</i>	C19H34O2	Asam Lemak (Linoleat)	30,47	14,69	6,64
<i>Oleic acid, 3-(octadecyloxy)propyl ester</i>	C39H76O3	Asam Lemak (Oleat)	1,38	3,62	0,11
<i>Oleic acid, methyl ester</i>	C19H36O2	Asam Lemak (Oleat)	-	-	37,62
<i>Oleic acid, eicosyl ester</i>	C38H74O2	Asam Lemak (Oleat)	0,42	19,21	13,64
<i>Methyl tetradecanoate</i>	C15H30O2	Asam Lemak (Miristat)	3,19	1,26	1,13
<i>i-Propyl 12-methyl-tridecoate</i>	C17H34O2	Asam Lemak (Miristat)	1,77	-	-
<i>Palmitic acid, methyl ester</i>	C17H34O2	Asam Lemak (Palmitat)	12,39	5,47	22,78
<i>Palmitic acid, 2-(hexadecyloxy)ethyl ester</i>	C34H68O3	Asam Lemak (Palmitat)	-	3,98	-
<i>Palmitic acid, ethylene ester</i>	C34H66O4	Asam Lemak (Palmitat)	-	0,38	-
<i>Methyl 11-hexadecenoate</i>	C17H32O2	Asam Lemak (Heksadesenoat)	-	-	0,32
<i>Methyl 10-methylundecanoate</i>	C13H26O2	Asam Lemak	-	-	0,24
<i>Methyl stearate</i>	C19H38O2	Asam Lemak (Stearat)	-	-	4,20
<i>Methyl arachisate</i>	C21H42O2	Asam Lemak (Arachisat)	-	-	0,32
<i>Methyl isostearate</i>	C19H38O2	Asam Lemak (Isostearat)	0,38	2,58	-
<i>i-Propyl 14-methyl-pentadecanoate</i>	C19H38O2	Asam Lemak (Pentadekonoat)	0,49	-	-
<i>Gentamicin a</i>	C18H36N4O10	Karbohidrat (Glikosida)	0,32	-	-
<i>Methyl N-(N-benzyloxycarbonyl-beta-l-aspartyl)-beta-d-glucosaminide</i>	C19H26N2O10	Karbohidrat (Gula)	0,59	0,38	0,18
<i>D-Mannosamine</i>	C6H13NO5	Karbohidrat (Gula)	-	0,90	-
<i>Ethyl iso-allocholate</i>	C26H44O5	Steroid	5,76	2,44	1,32
<i>7,8-Epoxy lanostan-11-ol, 3-acetoxy-5á)Pregnane3,20á-diol</i>	C32H54O4	Steroid	15,02	6,53	1,87
	C28H43NO6	Steroid	-	0,40	-

Senyawa Metabolit	Rumus Molekul	Kelas	Total Persen Area Relatif (%)		
			TG	MS	BR
<i>Dasycarpidan-1-methanol, acetate (ester)</i>	C20H26N2O2	Alkaloid	0,60	0,52	-
<i>Pyridine, 2-(1-methyl-2-pyrrolidinyl)</i>	C10H14N2	Alkaloid	-	2,24	-
<i>Dihydromorphine, di(trimethylsilyl)a] ether</i>	C23H37NO3Si2	Alkaloid	-	0,40	-
<i>Imidazolo</i>	C19H15N3O	Alkaloid	-	-	0,19
<i>4-(4-Chlorophenyl)-N-[(2E)-1-methylpiperidinylidene]-5-isothiazolamine</i>	C15H16ClN3S	Alkaloid	-	-	0,26
<i>Phorbol 12,13-dihexanoate</i>	C32H48O8	Terpenoid	1,05	2,73	-
<i>Lycopene</i>	C42H64O2	Terpenoid	-	-	0,13
<i>Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-</i>	C26H54	Terpenoid	-	0,35	-
<i>Phytol</i>	C20H40O	Diterpena	-	-	1,73
Jumlah jenis senyawa metabolit			25	28	28
Total kelimpahan senyawa metabolit (%)			81,38	88,86	97,68

Keterangan : tanda minus (-) = tidak terdeteksi

Perbedaan metabolit daun kelor dari Desa Tebing Gerinting (35 mdpl), Desa Masam Bulau (570 mdpl) dan Desa Bangun Rejo (795 mdpl) ditunjukkan oleh Tabel 4.1. Jumlah jenis senyawa metabolit yang terdeteksi pada masing-masing lokasi pengambilan sampel antara lain, sebanyak 25 senyawa metabolit dari Desa Tebing Gerinting (35 mdpl), sedangkan Desa Masam Bulau (570 mdpl) dan Desa Bangun Rejo (795 mdpl) masing-masing sebanyak 28 senyawa metabolit. Salah satu faktor yang diduga mempengaruhi perbedaan tersebut yaitu lokasi tumbuh kelor yang diperoleh dari ketinggian tempat yang berbeda. Zhu *et al.* (2020) menyatakan, 25 sampel daun kelor yang diperoleh dari lokasi dengan perbedaan ketinggian dan suhu udara menghasilkan beberapa perbedaan variasi senyawa polifenol yang terdeteksi.

Perbedaan kandungan daun kelor dari Desa Tebing Gerinting (35 mdpl), Desa Masam Bulau (570 mdpl) dan Desa Bangun Rejo (795 mdpl) juga ditandai dengan perbedaan kelimpahan metabolit. Sampel daun kelor dari Desa Bangun Rejo (795 mdpl) menunjukkan total kelimpahan senyawa metabolit yang lebih banyak yakni sebesar 97,68% dibandingkan Desa Tebing Gerinting (35 mdpl) dan Desa Masam Bulau (570 mdpl) (Tabel 1.) dengan kelimpahan masing-masing 81,38% dan 88,86%. Semakin tinggi suatu tempat maka total kelimpahan senyawa metabolit semakin meningkat. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan senyawa metabolit, salah satunya ketinggian tempat. Menurut Vongsak *et al.* (2014), daun kelor dari lokasi Lampang, Thailand Utara yang merupakan wilayah dataran tinggi menunjukkan kelimpahan senyawa aktif (*Crypto-chlorogenic acid*, *Isoquercetin*, *Astragalin*) yang lebih banyak dibandingkan lokasi Ang Thong Thailand yang merupakan dataran rendah.



**Gambar 1.** Kromatogram hasil GC-MS dari ketiga sampel daun kelor: (A) Desa Tebing Gerinting (35 mdpl), (B) Desa Masam Bulau (570 mdpl), (C) Desa Bangun Rejo (795 mdpl)

Gambar 1. menunjukkan kelimpahan senyawa metabolit tertinggi berdasarkan persen area relatif yang disebut sebagai senyawa mayor atau dominan. Senyawa dominan sampel daun kelor dari Desa Tebing Gerinting (35 mdpl), Desa Masam Bulau (570 mdpl), dan Desa Bangun Rejo (795 mdpl) termasuk dalam kelas asam lemak. Daun kelor dari Desa Tebing Gerinting (35 mdpl) dengan senyawa dominan *Palmitic acid methyl ester* (dengan persen area sebesar 12,39%) dan *Linolenic acid methyl ester* (32,93%), Desa Masam Bulau (570 mdpl) dengan senyawa *Linolenic acid methyl ester* (14,69%) dan *Oleic acid methyl ester* (17,28%), serta Desa Bangun Rejo (795 mdpl) dengan senyawa *Palmitic acid methyl ester* (22,78%) dan *Oleic acid, methyl ester* (37,82%).

Menurut Velazquez-Zavala *et al.* (2016), *Palmitic acid*, *Oleic acid*, dan *Linolenic acid* merupakan senyawa dengan kelimpahan tertinggi dari senyawa asam lemak lain yang terdeteksi pada daun, batang, akar, dan biji kelor. Perbedaan jenis senyawa metabolit dan kelimpahan yang dihasilkan berkaitan dengan kondisi lingkungan tumbuh dari tanaman kelor.

Dimana ketinggian suatu tempat berpengaruh terhadap suhu dan kelembaban udara, serta intensitas cahaya matahari yang dapat mempengaruhi ekspresi gen, sehingga tanaman mensintesis enzim tertentu. Padilla-Gonzalez *et al.* (2019) menyatakan, daun *Smallantus sonchifolius* memproduksi beberapa enzim yang dipengaruhi faktor lingkungan, seperti *flavonoid enzymes* yang diekspresikan oleh gen *chalcone synthase* (CHS), sehingga akumulasi flavonoid pada *Smallantus sonchifolius* sebanding dengan tingkat ekspresi dari CHS.

Beragam senyawa organik seperti alkaloid, fenol, steroid, saponin, terpenoid, diterpena, asam lemak, dan karbohidrat terdeteksi dari daun kelor menggunakan GC-MS. Ketiga sampel daun kelor menunjukkan terdapatnya senyawa organik yang tergolong sebagai metabolit sekunder yang berfungsi sebagai pertahanan tanaman terhadap lingkungan dan mempunyai aktivitas farmakologis seperti steroid, alkaloid dan terpenoid yang ditemukan pada daun kelor dari ketiga lokasi ketinggian yang berdeda. Menurut Dixon (2001), keberagaman senyawa organik pada tanaman adalah bagian dari proses evolusi pertahanan tanaman dalam melawan tantangan lingkungan. Selanjutnya dijelaskan Scholar (2007) metabolit sekunder juga memiliki fungsi sebagai agen farmakologis.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Jumlah keberagaman jenis dan kelimpahan senyawa metabolit daun kelor dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh, dimana daun kelor dari Desa Bangun Rejo, Pagar Alam (795 mdpl) dan Desa Masam Bulau, Lahat (570 mdpl) menunjukkan 28 jenis senyawa metabolit dengan total kelimpahan jenis senyawa masing-masing sebesar 97,68% dan 88,86%, sedangkan Desa Tebing Gerinting, Ogan Ilir (35 mdpl) menunjukkan 25 jenis senyawa metabolit dengan total kelimpahan sebesar 81,38%. Ketiga sampel daun kelor tersebut memiliki senyawa dominan yang termasuk kedalam kelas asam lemak dan diikuti oleh steroid, alkaloid dan terpenoid

##### 4.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh faktor edapik terhadap profil metabolit daun kelor berdasarkan ketinggian tempat menggunakan analisis GC-MS.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- De Vos RC, Moco S, Lommen A, Keurentjes JJ, Bino RJ, Hall RD. 2007. Untargeted large-scale plant metabolomics using liquid chromatography coupled to mass spectrometry. *Nat Protoc.* 2(4):778-91.
- Dixon RA. 2001. *Natural products and disease resistance.* *Nature.* 411:843-847.
- Kaushik, J.C., Sanjay, A., Tripathi, N.N., dan Arya S. 2002. Antifungal Properties of Some Plant Extracts Against Damping Off Fungi of Forest Nurseries. *Indian Journal of Forestry.* 25:359- 361.
- Krisnadi, A.D. 2014. *Kelor Super Nutrisi.* Blora: *Kelorina.com.*
- Oka, A.A., Wiyana, K.A., Sugitha, I.M., dan Miwada, I.N.S. 2016. Identifikasi Sifat Fungsional Daun Jati, Kelor dan Kayu Manis dan Potensinya sebagai Sumber Antioksidan pada *Edible Film.* 11(1):1-8.
- Onoda T, Morikawa S, Harada T, Morikawa K. 1985. Antitumor activity of D-mannosamine in vitro: cytotoxic effect produced by mannosamine in combination with free fatty acids on human leukemia T-cell lines. *Jpn J Clin Oncol.* 15(3):545-52.
- Padilla-Gonzalez, G.F., Fery, M., Gomez-Zeledon, J., Costa, F., dan Spring, O. 2019. Metabolomic and gene expression approaches reveal the developmental and environmental regulation of the secondary metabolism of yacón (*Smallanthus sonchifolius*, *Asteraceae*). *Scientific Reports* 9.
- Putra, I.W., Dharmayudha, A.A., dan Sudimartini, L.M. 2016. Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. *Indomesia Medicus Veterinus.* 5(5):464-473.
- Qi, X., dan Zhang, D. 2014. Plant Metabolomics and Metabolic Biology. *Journal of Integrative Plant Biology.* 56(9): 814-815.

- Roessner, U., dan Beckles. D.M. 2009. Metabolite Measurements. J. Schwender(ed.). *Plant Metabolic Networks*. New York: Springer.
- Scholar, E. 2007. Gentamicin. Omaha :University of Nebraska Medical Center.
- Sparkman, D., Penton, Z.E., dan Kitson, F.G. 2011. *Gas Chromatography and Mass Spectrometry*, Second Edition. USA : Elsevier Inc.
- Tiloke, C., Anand, K., Gengan, R.M., dan Chuturgoon, A.A. 2018. *Moringaoleifera* and Their Phytonanoparticles: Potential antiproliferative Agents Against Cancer. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. 108:457-466.
- Velazquez-Zavala, M., Peoan-Escalante, I., Zepeda-Bautistia, R., dan Jimenez-Arellanes, M. 2016. *Moringa (Moringa oleifera Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine*. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 22(2): 95-113.
- Vongsak, B., Sithisarn, P., dan Gritsanapan, W. 2014. Simultaneous HPLC Quantitative Analysis of Active Compounds in Leaves of *Moringa oleifera* Lam. *Journal of Chromatographic Science*. 52 (7):641-645.
- Zhu, Y., Yin, Q., dan Yang, Y. 2020. Comprehensive Investigation of *Moringa oleifera* from Different Regions by Simultaneous Determination of 11 Polyphenols Using UPLC-ESI-MS/MS. *Molecules*. 25(676) : 1-25.