

**Artikel Penelitian****Analisis Komparatif Kandungan Metabolit pada Daun Mutan
Tanaman Torbangun (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.)
*Comparative Analysis on Metabolites of Torbangun (*Plectranthus
amboinicus* (Lour.) Spreng.) Leaves Mutant*****Syarifah Iis Aisyah^{1*}, Henny Rusmiyati¹, Dewi Sukma¹, Rizal Damanik², Waras Nurcholis^{3,4}**¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia²Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia³Pusat Studi Biofarmaka Tropika, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Taman Kencana, Bogor, Indonesia⁴Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor, Indonesia

Diterima: 16 Januari 2020/Disetujui: 10 Maret 2020

ABSTRACT

Torbangun (*Plectranthus amboinicus*) is a medicinal plant belonging to the Lamiaceae family. In Batak society, the torbangun leaves are consumed to increase breast milk production. The phytochemical variability can be improved by gamma-ray irradiation for plant breeding programs. In this work, a non-targeted metabolomics method was followed to evaluate the compounds profile of irradiated mutant and wild-type on leaves of *P. amboinicus*. GC-MS analyses evaluated the mutant putative (derived from gamma-ray irradiation) and wild-type plantlets. The resulting of GC-MS data were analyzed with chemometric analysis using hierarchical cluster analysis (HCA). The chemical diversity was showed in mutant and wild-type *P. amboinicus*. The major metabolite in plantlet wild-type were hydroxymethylfurfural (35.15%), brevifolin (7.69%), 3-Dihydro-3,5-Dihydroxy-6-Methyl-4H-Pyran-4-one (DDMP) (13.13%), stigmaterol (6.51%) and ferruginol (8.63%). However, the compound of DDMP (19.57%), neophytadiene (8.47%), linolenic acid (9.10%), ferruginol (7.61%), stigmaterol (14.14%) and gamma-sitosterol (7.08%) were identified in mutant plantlet. HCA showed diversity between wild-type and mutant plantlets, which highest content of DDMP and stigmaterol and lowest of hydroxymethylfurfural of mutant plantlet.

Keywords: Chemometric; GC-MS; HCA; Metabolomics; Torbangun; *Plectranthus amboinicus*.**ABSTRAK**

Torbangun (*Plectranthus amboinicus*) merupakan tanaman obat dari keluarga Lamiaceae. Pada masyarakat Batak, daun torbangun digunakan untuk meningkatkan produksi air susu. Keragaman kandungan fitokimia dapat ditingkatkan salah satunya dengan teknik iradiasi sinar gamma untuk program pemuliaan tanaman. Pada penelitian ini, metode metabolomik yang tidak tertarget digunakan untuk mengevaluasi profil senyawa pada bagian daun tanaman mutan dari iradiasi sinar gamma dan kontrol. Kandungan senyawa planlet mutan dan kontrol dianalisis dengan GC-MS. Data GC-MS dianalisis dengan kemometrik dengan menggunakan hierarchical cluster analysis (HCA). Keragaman kandungan kimia ditunjukkan oleh planlet mutan dan kontrol daun torbangun. Hasil analisa planlet kontrol torbangun menunjukkan terdapat lima senyawa utama diantaranya hydroxymethylfurfurole (35,15%), brevifolin (7,69%), 3-Dihydro-3,5-Dihydroxy-6-Methyl-4H-Pyran-4-one (DDMP) (13,13%), stigmaterol (6,51%) dan ferruginol (8,63%). Hasil analisa mutan torbangun memiliki kandungan senyawa DDMP (19,57%), neophytadiene (8,47%), linolenic acid (9,10%), ferruginol (7,61%), stigmaterol (14,14%) dan gamma-sitosterol (7,08%). HCA menunjukkan tiga komponen senyawa yang berbeda antara planlet kontrol dan mutan yaitu kenaikan kandungan senyawa DDMP dan stigmaterol, serta penurunan kandungan hydroxymethylfurfurole pada mutan torbangun.

Kata kunci: GC-MS; HCA; Kemometrik; Metabolomik; Torbangun; *Plectranthus amboinicus*.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : syarifah@apps.ipb.ac.id (S.I. Aisyah)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i1.109>

1. Pendahuluan

Tanaman torbangun (*Plectranthus amboinicus*) merupakan tanaman penting bagi kalangan masyarakat suku Batak karena daunnya memiliki khasiat sebagai sayur peningkat produksi ASI dan mempercepat penyembuhan pasca melahirkan. Daun tanaman torbangun biasanya dikonsumsi dalam bentuk sup segar (Damanik *et al.*, 2006; Damanik 2009). Beberapa penelitian lain menunjukkan adanya potensi daun torbangun sebagai obat herbal, diantaranya sebagai antikanker (Yulianto *et al.* 2016), antibakteri dan antibiofilm (Vijayakumar *et al.* 2015), diuretik, analgesik, sitotoksitas, anti-inflamasi, dan antioksidan (El-hawary *et al.* 2012). Khasiat farmakologi suatu tanaman obat ditentukan oleh fitokimia yang terkandungnya. Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa daun torbangun mengandung alkaloid, protein, karbohidrat, glikosida, flavonoid, kuinon, fenolik, terpenoid, dan tanin (Patel *et al.* 2010). Laporan lain telah menunjukkan adanya senyawa timokuinon dari daun torbangun yang berkhasiat sebagai anti-inflamasi (Chen *et al.* 2014). Untuk itu, diperlukan upaya peningkatan fitokimia daun torbangun yang diharapkan dapat meningkatkan potensi penggunaannya sebagai bahan obat herbal. Peningkatan keragaman tanaman torbangun masih dalam masa penelitian, antara lain upaya untuk meningkatkan kandungan senyawa kimianya. Tanaman torbangun lebih mudah diperbanyak secara vegetatif dengan stek batang. Peningkatan keragaman tanaman yang diperbanyak secara vegetatif dapat dilakukan dengan metode pemuliaan mutasi. Pemuliaan mutasi untuk meningkatkan keragaman senyawa kimia pernah dilakukan pada tanaman kedelai untuk mempelajari lintasan modulasi bertingkat karakter agronomi kedelai (Zhang *et al.* 2019), pemuliaan padi dengan zat besi tinggi (Tran & Ho 2017) dan meningkatkan kandungan fenolik dan antioksidan dari tanaman krisan (Han *et al.* 2017).

Dewasa ini tanaman torbangun mulai dikenal oleh masyarakat di luar suku Batak dan mulai diteliti kandungan senyawa kimianya. Salah satunya oleh Suryowati *et al.*, (2015) melakukan analisa senyawa kimia daun, batang dan akar tanaman torbangun menunjukkan banyak kandungan senyawa kimia yang bermanfaat untuk kesehatan seperti sebagai antioksidan. Penelitian lain ialah dari Khare *et al.* (2011) menunjukkan *Coleus* sp. memiliki kandungan tanin yang merupakan bagian dari metabolit sekunder. Tanin dapat berfungsi sebagai zat antioksidan dan penyebab rasa dan aroma dari suatu tanaman.

Identifikasi kandungan senyawa kimia tanaman dapat dilakukan dengan berbagai metode antara lain GC-MS (*gas chromatography-mass spectrometry*). Metode GC MS pernah dilakukan pada tanaman torbangun hasil budidaya di lapangan dan ditemukan adanya senyawa antioksidan (Suryowati *et al.* 2015). Peneliti lain juga melaporkan pemanfaatan metode GC MS diantaranya analisa senyawa aktif tanaman jarak (Hussein *et al.* 2018), analisa unsur volatile pada daun (Wang *et al.* 2018) dan optimalisasi metabolomik *targeted* dan *untargeted* dengan GC MS (Robbat Jr *et al.* 2017).

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh informasi keragaman kandungan senyawa kimia pada mutan tanaman torbangun hasil iradiasi sinar gamma dengan menggunakan GC-MS dan kemometrik analisis. Hasil analisa tersebut diharapkan dapat dijadikan bahan seleksi hingga didapatkan galur baru tanaman torbangun yang memiliki kandungan senyawa kimia lebih baik dibandingkan kontrolnya yang bermanfaat untuk kesehatan.

2. Bahan dan Metode

Sampel uji GC-MS planlet torbangun

Sampel uji yang digunakan adalah planlet torbangun kontrol dan mutan putatif yang telah diiradiasi dengan sinar gamma. Planlet dikultur di laboratorium kultur jaringan, IPB. Planlet yang terlihat memiliki pertumbuhan daun, batang, tunas dan akar yang tinggi terseleksi sebagai kandidat planlet yang diuji kandungan senyawa kimianya. Pada generasi MV3 (Mutan Vegetatif 3) terpilih enam planlet untuk setiap kontrol dan mutan putatif dari dosis 20 Gy nomer 20.11.3.1 sebagai sampel uji dengan berat basah lebih dari 5 g.

Preparasi Sampel Uji GC-MS

Uji senyawa GC-MS dilaksanakan oleh analisator LABKESDA. Sampel planlet dikeringkan selama 3 hari di oven hingga benar-benar kering. Setelah kering, sampel diblender sampai halus dan dimaserasi dengan metanol selama kurang lebih 5 hari. Selanjutnya ekstrat tersebut diambil dengan pipet 10 ml ke dalam tabung, dikeringkan pada suhu 60°C selama 1 jam. Setelah kering, larutkan kembali dengan sisa ekstrak sebanyak 200 µl, kemudian injeksi ke GCMSD sebanyak 5 µl.

Analisis GC-MS

Analisis Gas Kromatografi menggunakan agilent technologies 7890 *gas chromatograph with auto sampler* serta 5975 *mass selective detector* dan

chemstation data system. Ekstrak mutan dan kontrol torbangun (5 µL) dianalisa dengan kolom HP Ultra 2, saluran kolom dengan panjang 30m x LD 0.20 mm x ketebalan 0.11 (µm). Injeksi dan transfer dengan suhu 250°C. Helium digunakan sebagai gas pembawa dengan kecepatan 1.2 mL permenit. Ratio pemisahan 8:1. Suhu sumber ion sebesar 230 °C dengan suhu *Quadrupole* sebesar 140°C. Energi elektron sebesar 70 eV dengan mode ionisasi *electron impact*. Suhu oven dengan suhu awal 80°C, ditingkatkan 3°C permenit hingga 150°C dan dipertahankan selama 1 menit. Terakhir ditingkatkan dengan suhu 20°C permenit hingga 280°C kemudian dipertahankan selama 26 menit. Kromatogram senyawa yang dihasilkan dianalisa dengan Library ID Labkesda.

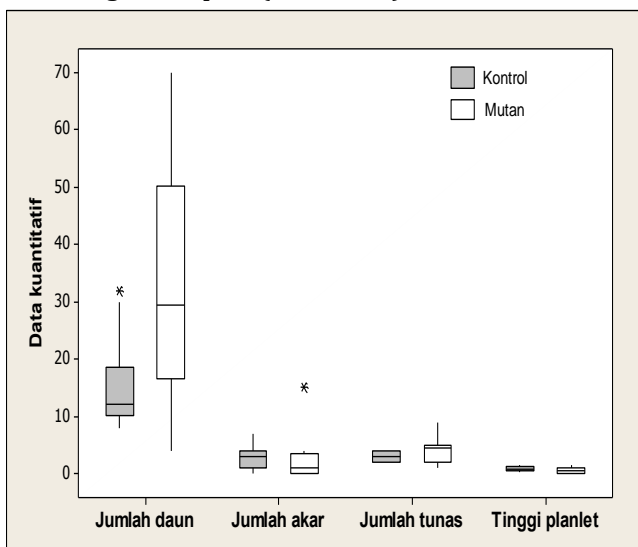
Analisis Data

Analisis keragaman karakter kuantitatif planlet kontrol dan mutan dengan Box-plot dengan aplikasi Minitab 16.0. Persentase kandungan senyawa dianalisa dengan teknik kemometrik menggunakan Heatmap dan *Hieralchical Cluster Analysis* (HCA) dengan bantuan aplikasi JMP 14 (SAS Institut Inc., Buck., U.K).

3. Hasil

Karakter Kuantitatif Mutan Putatif Torbangun

Karakter kuantitatif yang diukur meliputi jumlah daun, jumlah akar, jumlah tunas, dan tinggi planlet. Perbedaan karakter kuantitatif kontrol dan mutan planlet torbangun terlihat dari hasil analisa data dengan boxplot (Gambar 1).



Gambar 1. Karakter kuantitatif kontrol dan mutan planlet torbangun generasi MV3. *Signifikan pada $p < 0.05$.

Jumlah daun dan jumlah akar menunjukkan data kuantitatif yang signifikan tinggi pada mutan dibandingkan dengan kontrol. Hasil analisa menunjukkan box dan panjang whisker tinggi planlet kontrol dan mutan torbangun tidak memiliki perbedaan signifikan. Hal ini menunjukkan tinggi planlet kontrol dan mutan tidak berbeda, memiliki ukuran tinggi dibawah 10 cm. Berbeda halnya dengan jumlah daun pada mutan sangat tinggi keragamannya dibandingkan planlet kontrol. Rata-rata planlet mutan memiliki jumlah daun lebih dari 30 helai daun terlihat dari garis median dan jumlah daun tertinggi mencapai angka 70 helai daun terlihat dari panjang whisker maksimum.

Identifikasi Senyawa Kimia Torbangun

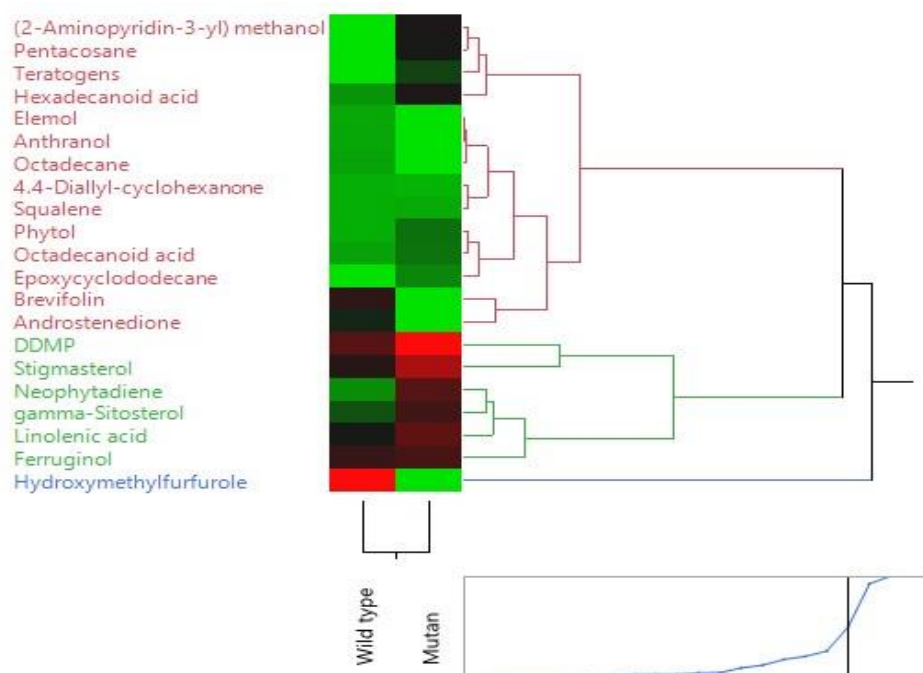
Tabel 1 menunjukkan rumus molekul, berat molekul, waktu retensi dan persentase kandungan senyawa hasil analisis GC-MS pada mutan putatif dan kontrol planlet torbangun. Delapan belas senyawa kimia terdeteksi pada planlet torbangun kontrol. Terdapat lima senyawa memiliki kandungan senyawa di atas 5% yaitu 3-*dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4h-pyran-4-one* (DDMP), *hydroxymethylfurfurole*, *brevifolin*, *ferruginol* dan *stigmasterol*. Sementara itu, terdapat 17 senyawa kimia yang terdeteksi pada planlet mutan akan tetapi terdapat dua senyawa yang terdeteksi lebih dari sekali dengan presentase kandungan yang berbeda yaitu senyawa neophytadiene dan pentacosane. Senyawa pada mutan lainnya yaitu *epoxycyclododecane*, *teratogens*, *pentacosane* dan *(2-Aminopyridin-3-yl)-methanol* tidak ditemukan pada kontrol torbangun. Hal ini membedakan kandungan senyawa kimia pada kontrol dan mutan planlet torbangun.

Hieralchical Cluster Analysis (HCA)

Perbedaan keragaman persentase kandungan senyawa galur planlet torbangun kontrol (*wild type*) dan mutan dianalisa dengan Heatmap dan *Hieralchical Cluster Analysis* (HCA) atau analisa kluster hirarki. Senyawa yang terdeteksi pada planlet kontrol dan mutan torbangun menunjukkan keragaman tinggi dan terdapat tiga senyawa yang memiliki perbedaan persentase kandungan tinggi berdasarkan analisa Heatmap dan HCA (Gambar 2). Ketiga senyawa tersebut adalah *hydroxymethylfurfurole*, DDMP dan *stigmasterol*. Kandungan senyawa *hydroxymethylfurfurole* pada planlet kontrol torbangun sangat tinggi, akan tetapi pada planlet mutan senyawa ini tidak ditemukan.

Tabel 1. Hasil identifikasi senyawa kimia planlet kontrol dan mutan torbangun pada generasi MV3.

No	Rumus Molekul	Berat Molekul	Senyawa	Waktu Retensi		Kandungan (%)	
				Kontrol	Mutan	Kontrol	Mutan
1	C ₂₀ H ₄₀ O	296,539	Phytol	29,54	29,55	1,17	2,52
2	C ₃₀ H ₅₀	410,73	Squalene	38,28	38,42	1,17	1,23
3	C ₁₂ H ₁₈ O	178,275	4,4-Diallyl-Cyclohexanone	30,62	-	1,18	-
4	C ₁₅ H ₂₆ O	222,372	Elemol	20,24	-	1,32	-
5	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284,484	Octadecanoid acid	29,95	29,99	1,44	2,41
6	C ₁₉ H ₂₆ O ₂	286,415	Androstenedione	31,08	-	1,36	-
7	C ₁₄ H ₁₀ O	194,233	Anthranol	31,30	-	1,44	-
8	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256,43	Hexadecanoic Acid	28,76	28,81	1,76	4,83
9	C ₁₈ H ₃₈	254,502	Octadecane	31,33	-	1,77	-
10	C ₂₀ H ₃₈	278,524	Neophytadiene	27,42	27,46	1,91	8,47
11	C ₂₉ H ₅₀ O	414,718	gamma.-Sitosterol	39,22	39,36	3,28	7,08
12	C ₁₉ H ₂₆ O ₂	286,415	Androstenedione	31,09	-	4,25	-
13	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278,436	Linolenic acid	29,88	29,92	4,53	9,10
14	C ₂₉ H ₄₈ O	412,702	Stigmasterol	38,28	38,42	6,51	14,14
15	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	196,202	Brevifolin	25,01	-	7,69	-
16	C ₂₀ H ₃₀ O	286,459	Ferruginol	30,97	30,97	8,63	7,61
17	C ₆ H ₈ O ₄	144,126	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	7,61	7,96	13,13	19,57
18	C ₆ H ₆ O ₃	126,111	Hydroxymethylfurfurole	12,00	-	35,15	-
19	C ₂₅ H ₅₂	352,691	Pentacosane	-	32,34	-	1,16
20	C ₂₀ H ₃₈	278,524	Neophytadiene	-	27,68	-	1,70
21	C ₂₀ H ₃₈	278,524	Neophytadiene	-	30,08	-	1,24
22	C ₁₂ H ₂₂ O	182,307	Epoxy cyclododecane	-	30,63	-	2,00
23	C ₂₀ H ₃₄ O ₂	306,49	11.Alpha.-Hydroxy-6.Beta.-Methyl androst-4-Ene-3,17-Dione	-	31,07	-	3,49
24	C ₂₅ H ₅₂	352,691	Pentacosane	-	31,34	-	4,35
25	C ₁₀ H ₁₄ N ₂ O ₂	194,234	(2-Aminopyridin-3-yl) methanol	-	5,63	-	4,57

Gambar 2. Heatmap dan analisa kluster hirarki profil kandungan senyawa planlet torbangun hasil uji GC MS pada tanaman mutan dan kontrol (*wild type*). Warna menunjukkan kadar persentase kandungan senyawa yang terkandung dalam planlet torbangun.

4. Pembahasan

Bagian tanaman torbangun yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Batak adalah daunnya yang umum digunakan untuk meningkatkan produksi ASI dan mempercepat penyembuhan luka setelah melahirkan (Damanik *et al.* 2006; Damanik 2009). Dasar hal tersebut menguatkan pemilihan mutan torbangun sebagai kandidat galur baru torbangun yang diuji karena memiliki jumlah daun lebih banyak dibandingkan kontrol. Jumlah tunas dan akar mutan torbangun juga ditemukan memiliki kuantitas lebih tinggi dibandingkan kontrol. Kuantitas karakter vegetatif yang tinggi pada mutan torbangun menjadi hipotesis awal adanya perbedaan kandungan senyawa kimia dibandingkan planlet kontrol. Gambar 1 menunjukkan keragaman yang luas terhadap karakter jumlah daun antara mutan putatif dan kontrol tanaman torbangun. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat perubahan karakter daun dengan adanya induksi iradiasi sinar gamma pada tanaman torbangun. Dengan demikian, karakter jumlah daun dapat menjadi alternatif sebagai karakter tambahan dalam seleksi tanaman torbangun melalui program pemuliaan tanaman mutasi.

Kandungan senyawa kimia di atas 5% dalam planlet mutan torbangun lebih banyak dibandingkan planlet kontrol torbangun, yaitu sebanyak 6 senyawa. Keenam senyawa tersebut adalah DDMP (19,57%), *neophytadiene* (8,47%), *linolenic acid* (9,10%), *ferruginol* (7,61%), *stigmaterol* (14,14%) dan *gamma. -sitosterol* (7,08%). DDMP merupakan senyawa golongan flavonoid yang bekhasiat sebagai antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker (Ramalakshmi & Muthuchelian 2011), dan juga mampu menghambat pertumbuhan gulma daun lebar yang merugikan (Kusuma *et al.* 2017). Selain itu, polifenol termasuk senyawa flavonoid diketahui dapat meningkatkan produksi ASI (Mohanty *et al.* 2014; Iwansyah *et al.* 2017). *Neophytadiene* merupakan kelompok sesquiterpenoid yang berpotensi sebagai biopestisida (Cáceres *et al.* 2015). Potensi toksik dengan adanya *neophytadine* sebagai biopestisida namun memberikan tanaman torbangun tidak menimbulkan efek toksik pada manusia maupun hewan, hal tersebut ditunjukkan oleh salah satunya penggunaan secara tradisional di masyarakat yang turun temurun. Selain itu, keamanan dari senyawa tersebut juga telah dibuktikan melalui pengujian toksisitas akut yang merekomendasikan aman untuk dikonsumsi manusia (Singh *et al.* 2012). *Linolenic acid* merupakan asam lemak yang berfungsi dalam meningkatkan sistem fagositosis

sel dan sistem sekresi melalui mekanisme makrofag (Pauls *et al.* 2020), mengurangi lipoprotein kolesterol dan prekursor pembentukan *arachidonic acid* (Ramsden *et al.* 2018). *Ferruginol* merupakan senyawa golongan diterpenoid yang telah dilaporkan memiliki khasiat antivirus (Roa-Linares *et al.* 2016), antimalaria (González *et al.* 2014), antimikroba dan antioksidan (Mothana *et al.* 2019). *Stigmaterol* dan *γ-sitosterol* merupakan senyawa fitosterol yang telah dilaporkan berkhasiat sebagai antidiabetes (Balamurugan *et al.* 2011), imunosupresi (Antwi *et al.* 2017; Le *et al.* 2017), dan membantu sekresi kolesterol (Lifsey *et al.* 2020). Berdasarkan kandungan metabolit dan potensi khasiat menunjukkan bahwa tanaman torbangun selain bermanfaat untuk stimulus produksi ASI juga dapat dikonsumsi sebagai obat herbal dengan khasiat potensi yang cukup beragam. Dengan demikian pengembangan torbangun tentu diarahkan sesuai khasiat fitofarmaka yang akan dituju, sehingga induksi peningkatan atau keberadaan senyawa tertentu dapat dipastikan sesuai tujuan yang ditetapkan.

Penggunaan teknik kemometrik dapat menghasilkan kualitas interpretasi data yang baik, sehingga dapat digunakan untuk diskriminasi suatu sampel yang dianalisis (Zeng *et al.* 2014). HCA merupakan salah satu teknik kemometrik yang banyak digunakan untuk kepentingan tersebut. Gambar 2 menunjukkan profil diskriminasi kandungan metabolit berdasarkan GC-MS pada planlet kontrol dan mutan torbangun. Senyawa *hydroxymethylfurfurole*, DDMP dan *stigmaterol* menunjukkan tingginya keragaman antara kedua sampel yang dianalisis. Kandungan senyawa *hydroxymethylfurfurole* pada planlet kontrol torbangun sangat tinggi, akan tetapi pada planlet mutan senyawa ini tidak ditemukan. Menurut Shapla *et al.* (2018) senyawa *hydroxymethylfurfurole* adalah senyawa alam yang terdapat pada makanan seperti pada madu yang tidak berbahaya terhadap kesehatan manusia. Senyawa ini dapat menjadi indikator deteriorasi pada makanan dan ditemukan juga pada madu, makanan yang mengandung buah dan gula (Jalili & Ansari 2015). Kandungan senyawa DDMP dan *stigmaterol* pada planlet mutan torbangun lebih tinggi dibanding planlet kontrol. Kedua senyawa ini memiliki manfaat yang baik untuk kesehatan manusia yaitu dapat menjadi obat antiinflamasi. Hal ini menunjukkan bahwa iradiasi gamma dapat menyebabkan keragaman pada kandungan senyawa kimia planlet torbangun. Keragaman ini dapat menjadi acuan untuk melakukan seleksi pada planlet mutan torbangun untuk mendapatkan galur baru yang lebih baik dibandingkan kontrol. Pada

penelitian ini mutan yang terpilih dari dosis 20 Gy dapat menjadi kandidat galur baru yang unggul dari segi kandungan senyawa kimia karena memiliki kandungan DDMP dan *stigmasterol* lebih tinggi dibandingkan tanaman kontrol torbangun.

5. Kesimpulan

Terdapat total 25 senyawa yang terdeteksi dari planlet kontrol dan mutan torbangun dari analisis metode GC-MS. Kandungan senyawa *hydroxymethylfurfurole* tinggi pada kontrol in vitro torbangun, sebaliknya tidak ditemukan pada planlet mutan putatif torbangun. Terjadi kenaikan kandungan senyawa DDMP (19,57%) dan *stigmasterol* (14,14%) pada planlet mutan putatif dapat dijadikan bahan kandidat galur baru torbangun yang unggul. DDMP merupakan senyawa yang diduga bertanggung jawab terhadap khasiat meningkatkan produksi ASI. Hal ini menunjukkan pemuliaan mutasi dengan kultur jaringan dapat meningkatkan keragaman kandungan senyawa kimia pada tanaman torbangun. Selain itu, penelitian keragaman polifenol termasuk dalam hal ini DDMP perlu dilakukan lebih lanjut pada populasi mutan tanaman torbangun.

6. Daftar Pustaka

- Antwi AO, Obiri DD, Osafo N, Forkuo AD, Essel LB. 2017. Stigmasterol inhibits lipopolysaccharide-induced innate immune responses in murine models. *Int Immunopharmacol.* 53:105–113.
- Balamurugan R, Duraipandiyan V, Ignacimuthu S. 2011. Antidiabetic activity of γ -sitosterol isolated from *Lippia nodiflora* L. in streptozotocin induced diabetic rats. *Eur J Pharmacol.* 667(1):410–418.
- Cáceres LA, McGarvey BD, Briens C, Berruti F, Yeung KK-C, Scott IM. 2015. Insecticidal properties of pyrolysis bio-oil from greenhouse tomato residue biomass. *J Anal Appl Pyrolysis.* 112:333–340.
- Chen Y-S, Yu H-M, Shie J-J, Cheng T-JR, Wu C-Y, Fang J-M, Wong C-H. 2014. Chemical constituents of *Plectranthus amboinicus* and the synthetic analogs possessing anti-inflammatory activity. *Bioorg Med Chem.* 22(5):1766–1772.
- Damanik R, Wahlqvist ML, Wattanapenpaiboon N. 2006. Lactagogue effects of Torbangun, a Batakese traditional cuisine. *Asia Pac J Clin Nutr.* 15(2):267–274.
- Damanik RT. 2009. a Batakese traditional cuisine perceived as lactagogue by Batakese lactating women in Simalungun, North Sumatera, Indonesia. *J Hum Lact.* 25(1):64–72.
- El-hawary SS, El-sofany RH, Abdel-Monem AR, Ashour RS, Sleem AA. 2012. Polyphenolics content and biological activity of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) spreng growing in Egypt (Lamiaceae). *Pharmacogn J.* 4(32):45–54.
- González MA, Clark J, Connelly M, Rivas F. 2014. Antimalarial activity of abietane ferruginol analogues possessing a phthalimide group. *Bioorg Med Chem Lett.* 24(22):5234–5237.
- Han A-R, Kim HY, So Y, Nam B, Lee I-S, Nam J-W, Jo YD, Kim SH, Kim J-B, Kang S-Y. 2017. Quantification of antioxidant phenolic compounds in a new chrysanthemum cultivar by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionization mass spectrometry. *Int J Anal Chem.* ID 1254721:8.
- Hussein HM, Hameed RH, Hameed IH. 2018. Screening of bioactive Compounds of *Ricinus communis* Using GC-MS and FTIR and Evaluation of its antibacterial and antifungal activity. *Indian J Public Heal Res Dev.* 9(5):467–473.
- Iwansyah AC, Damanik MRM, Kustiyah L, Hanafi M. 2017. Potensi fraksi etil asetat daun torbangun (*Coleus amboinicus* L.) dalam meningkatkan produksi susu, bobot badan induk, dan anak tikus. *J Gizi dan Pangan.* 12(1):61–68.
- Jalili M, Ansari F. 2015. Identification and Quantification of 5-Hydroxymethyl Furfural in Food Products TT -. *Nutr-Food-Sci-Res.* 2(1):47–53.
- Khare RS, Banerjee S, Kundu K. 2011. *Coleus aromaticus* Benth-A nutritive medicinal plant of potential therapeutic value. *Int J Pharma Bio Sci.* 2(3):B488–B500.
- Kusuma AVC, Chozin MA, Guntoro D. 2017. Senyawa fenol dari tajuk dan umbi teki (*Cyperus rotundus* L.) pada berbagai umur pertumbuhan serta pengaruhnya terhadap perkecambahan gulma berdaun lebar. *J Agron Indones (Indonesian J Agron.)* 45(1):100–107.
- Le C-F, Kailaivasan TH, Chow S-C, Abdullah Z, Ling S-K, Fang C-M. 2017. Phytosterols isolated from *Clinacanthus nutans* induce immunosuppressive activity in murine cells. *Int Immunopharmacol.* 44:203–210.
- Lifsey HC, Kaur R, Thompson BH, Bennett L, Temel RE, Graf GA. 2020. Stigmasterol stimulates transintestinal cholesterol excretion independent of liver X receptor activation in the small intestine. *J Nutr Biochem.* 76:108263.
- Mohanty I, Senapati MR, Jena D, Behera PC. 2014. Ethnoveterinary importance of herbal galactogues-a review. *Vet World.* 7(5).

- Mothana RA, Khaled JM, El-Gamal AA, Noman OM, Kumar A, Alajmi MF, Al-Rehaily AJ, Al-Said MS. 2019. Comparative evaluation of cytotoxic, antimicrobial and antioxidant activities of the crude extracts of three *Plectranthus* species grown in Saudi Arabia. *Saudi Pharm J*. 27(2):162–170.
- Patel R, Mahobia N, Sheikh D, Upwar N, Singh S. 2010. Phyto-Physicochemical Investigation of Leaves of *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng. *Pharmacogn J*. 2:536–542.
- Pauls SD, Rodway LA, Winter T, Taylor CG, Zahradka P, Aukema HM. 2020. Alpha-linolenic acid enhances the phagocytic and secretory functions of alternatively activated macrophages in part via changes to the oxylipin profile. *Int J Biochem Cell Biol*. 119:105662.
- Ramalakshmi S, Muthuchelian K. 2011. Analysis of bioactive constituents from the ethanolic leaf extract of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC by gas chromatography-mass spectrometry. *Int J Chem Tech Res*. 3:1054–1059.
- Ramsden CE, Hennebelle M, Schuster S, Keyes GS, Johnson CD, Kirpich IA, Dahlen JE, Horowitz MS, Zamora D, Feldstein AE, et al. 2018. Effects of diets enriched in linoleic acid and its peroxidation products on brain fatty acids, oxylipins, and aldehydes in mice. *Biochim Biophys Acta - Mol Cell Biol Lipids*. 1863(10):1206–1213.
- Roa-Linares VC, Brand YM, Agudelo-Gomez LS, Tangarife-Castaño V, Betancur-Galvis LA, Gallego-Gomez JC, González MA. 2016. Anti-herpetic and anti-dengue activity of abietane ferruginol analogues synthesized from (+)-dehydroabietylamine. *Eur J Med Chem*. 108:79–88.
- Robbat Jr A, Kfoury N, Baydakov E, Gankin Y. 2017. Optimizing targeted/untargeted metabolomics by automating gas chromatography/mass spectrometry workflows. *J Chromatogr A*. 1505:96–105.
- Shapla UM, Solayman M, Alam N, Khalil MI, Gan SH. 2018. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chem Cent J*. 12(1):35.
- Singh R, Dar SA, Sharma P. 2012. Antibacterial activity and toxicological evaluation of semi purified hexane extract of *Urtica dioica* leaves. *Res J Med Plants*. 6(2):123–135.
- Suryowati T, Rimbawan R, Damanik RM, Bintang M, Handharyani E. 2015. Identifikasi komponen kimia dan aktivitas antioksidan dalam tanaman torbangun (*Coleus amboinicus* Lour). *J Gizi dan Pangan*. 10(3):217–224.
- Tran PT, Ho CQ. 2017. Breeding new aromatic rice with high iron using gamma radiation and hybridization BT - Biotechnologies for Plant Mutation Breeding: Protocols. In: Jankowicz-Cieslak J, Tai TH, Kumlehn J, Till BJ, editors. *Biotechnol Plant Mutat Breed* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; p. 173–191. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45021-6_11
- Vijayakumar S, Vinoj G, Malaikozhundan B, Shanthi S, Vaseeharan B. 2015. *Plectranthus amboinicus* leaf extract mediated synthesis of zinc oxide nanoparticles and its control of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* biofilm and blood sucking mosquito larvae. *Spectrochim Acta Part A Mol Biomol Spectrosc*. 137:886–891.
- Wang Y, Li X, Jiang Q, Sun H, Jiang J, Chen S, Guan Z, Fang W, Chen F. 2018. GC-MS Analysis of the volatile constituents in the leaves of 14 Compositae plants. *Molecules*. 23(1):166.
- Yulianto W, Andarwulan N, Giriwono PE, Pamungkas J. 2016. HPLC-based metabolomics to identify cytotoxic compounds from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against human breast cancer MCF-7 Cells. *J Chromatogr B*. 1039:28–34.
- Zeng Z, Li J, Hugel HM, Xu G, Marriott PJ. 2014. Interpretation of comprehensive two-dimensional gas chromatography data using advanced chemometrics. *TrAC Trends Anal Chem*. 53:150–166.
- Zhang D, Wang X, Li S, Wang C, Gosney MJ, Mickelbart M V, Ma J. 2019. A post-domestication mutation, Dt2, triggers systemic modification of divergent and convergent pathways modulating multiple agronomic traits in soybean. *Mol Plant*. 12(10):1366–1382.