

**ANALISIS GC-MS (GASS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY)
TERHADAP BATANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jaq.)
GC-MS (GASS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY) ANALYSIS OF
PALM OIL STEM (*Elaeis guineensis* Jaq.)**

**Susi Indriani¹, Isdaryanti², Monika Agustia³, Andi Besse Poleuleng⁴, Nur Jihad Syahra⁵,
Yulius Budi Prastiyo⁶**

¹Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Pangkep, Sulawesi Selatan, Indonesia

²Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, Majene, Sulawesi Barat, Indonesia

^{3,4}Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Pangkep, Sulawesi Selatan, Indonesia

⁵Pengelolaan Perkebunan Kopi, Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Pangkep, Sulawesi Selatan, Indonesia

⁶Teknologi Produksi Tanaman Hortikultura, Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Pangkep, Sulawesi Selatan, Indonesia

Korespondensi: indrianisusi@polipangkep.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.51978/agro.v12i2.527>

ABSTRACT

Oil palm is the plant that produces the highest oil among other plants and the level of cholesterol compounds contained in palm oil is relatively lower compared to other plants. Therefore, this study aims to determine the content of compounds contained in oil palm plants using the GC-MS instrument. The results of the GC-MS analysis on the sample carried out showed that 14 peaks were detected representing 11 compound components. Based on the analysis of 11 compound components, three compounds were found that had the most significant percent area value, namely the compound *2-Propenoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo-* by 39.06%; *Isobornyl propionate* compound by 16.21% and the last compound is *Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-,1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester (CAS) CYCLOPENTANIC* with a percent area value of 12.99%.

Keywords: *Palm Oil, GC-MS, Extraction, Compounds*

ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan tanaman yang memproduksi minyak tertinggi serta memiliki kandungan senyawa kolesterol yang lebih rendah dibandingkan tanaman lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan – kandungan senyawa yang terdapat dalam tanaman kelapa sawit dengan menggunakan instrument GC-MS. Hasil analisis GC-MS pada sampel yang dilakukan menunjukkan 14 puncak (*peak*) terdeteksi yang mewakili 11 komponen senyawa. Berdasarkan analisis 11 komponen senyawa, didapatkan tiga senyawa yang memiliki nilai persen area yang paling signifikan, yaitu senyawa *2-Propenoic acid, 1,7,7-*

trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo- sebesar 39.06%; senyawa *Isobornyl propionate* sebesar 16.21% dan senyawa yang terakhir adalah *Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester (CAS) CYCLOPENTANIC* dengan nilai persen area sebesar 12.99%.

Kata Kunci: *Kelapa Sawit, GC-MS, Ekstraksi, Senyawa*

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan sumber utama penghasil minyak nabati di dunia. Tanaman ini berasal dari hutan hujan tropis di salah satu wilayah Afrika Barat, yang kemudian dapat beradaptasi dengan baik pada beberapa daerah tropis di dunia, antara lain Asia Tenggara (Malaysia dan Indonesia) dan Amerika Selatan (Brazil dan Kolombia) (Vargas *et al.*, 2016). Indonesia sebagai salah satu negara produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia dapat menghasilkan lebih dari 31 juta ton minyak sawit (Crude Palm Oil) pada tahun 2015 (Ditjen Perkebunan, 2015).

Salah satu keunggulan tanaman kelapa sawit jika dibandingkan dengan tanaman penghasil minyak lain adalah susunan dan nilai gizi yang terkandung di dalamnya. Kadar kolesterol dalam minyak sawit relatif lebih rendah dibandingkan dengan minyak nabati lainnya yang terdiri dari sitosterol, campesterol, stigmasterol dan kolesterol. Kandungan senyawa sterol berkisar 360-620 ppm dengan kadar kolesterol yang hanya sekitar 10 ppm atau sebesar 0,001 persen dalam CPO (Ngando-Ebongue *et al.*, 2011). Selain kandungan kolesterol yang rendah, minyak kelapa sawit juga mengandung karoten yang merupakan sumber provitamin A yang berfungsi sebagai bahan obat antikanker. Kandungan lainnya adalah tokoferol sebagai sumber vitamin E yang dapat melindungi kulit dari oksidasi dan oleokemikal seperti asam lemak, metil ester, lemak alkohol, asam amino dan gliserol yang dapat digunakan sebagai bahan baku minyak makan (Fauzi *et al.*, 2012).

Penelitian ini menggunakan hasil ekstraksi batang tanaman kelapa sawit yang nantinya akan dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan GC-MS (*gass chromatography-mass spectrometry*) (Mahmiah *et al*, 2017). GC-MS adalah alat pengidentifikasi senyawa – senyawa yang berbeda pada sampel yang diujikan dengan menggunakan metode kromatografi gas cair dan spektrometri massa. GC-MS digunakan untuk menentukan massa atau berat molekul dari suatu senyawa dengan fragmentasi sebagai salah satu analisis struktur atau elusidasi struktur. Kelebihan metode analisis senyawa menggunakan GC-MS adalah metode ini memiliki

sensitivitas yang lebih tinggi terhadap senyawa – senyawa yang mudah menguap (*volatile*) jika dibandingkan dengan metode lain seperti HPLC (*High - Performance Liquid Chromatography*) serta mampu melakukan analisis *profiling* pada ekstrak yang lebih kompleks. Kelebihan lain dari analisis senyawa dengan metode GC-MS adalah pengoperasian alat yang mudah dilakukan, pemeliharaan yang lebih mudah dan biaya yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan metode LC-MS (*Liquid Chromatography-Mass Spectrometry*). Hasil analisis GC-MS nantinya akan memberikan informasi penting mengenai komponen senyawa yang bersifat *volatile*, non-ionik dan stabil termalnya selain itu juga berat molekul yang relatif rendah (Revanthi *et al*, 2015). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan senyawa pada batang tanaman kelapa sawit dengan melakukan analisis komponen senyawa bioaktif menggunakan GC-MS.

BAHAN DAN METODE

Sampel batang kelapa sawit yang didapatkan dari Perkebunan Sawit Letawa, Sulawesi Tengah berukuran ± 8 cm x 7 cm berasal dari tanaman sawit berumur ± 15 tahun dengan ketinggian pengambilan sampel 1.5 m dari permukaan tanah. Sampel batang sawit dicelupkan ke dalam nitrogen cair, selanjutnya disimpan pada *freezer*-80°C. Kegiatan pertama yang dilakukan adalah mengekstraksi potongan batang kelapa sawit. Tahapan awal ekstraksi yaitu dengan menggerus sampel dengan bantuan nitrogen cair. Hasil gerusan yang didapatkan kemudian ditimbang sebanyak 0.1 gr dan diliofilisasi dengan metode *freeze drying*. Selanjutnya, sampel ditambahkan metanol HPLC kemudian di vortex selama 1 menit. Hasil sampel kemudian disonikasi selama 30 menit. Setelah sonikasi, tiap sampel kemudian disentrifugasi selama 15 menit pada suhu 25° dengan kecepatan 4000 rpm. Hasil sentrifugasi sampel dipisahkan antara pellet dan supernatan. Supernatan yang yang didapatkan akan diproses lebih lanjut dengan memasukkannya kedalam botol injeksi GC-MS ukuran 1.5 mL (Hill & Roessner, 2013; Vargas *et al.*, 2016).

Tahapan kedua yaitu analisis menggunakan GC-MS (*gas chromatography –mass spectrometry*). Analisis dilakukan dengan menggunakan 6890N Network GC System (Agilent Technologies), dengan dilengkapi suatu kolom kapiler DB5 (30 m, 0.25 mm, ketebalan lapisan 0.25 μ m dan suatu *mass spectrometer* 5973 yang berperan sebagai detektor. Kondisi kromatogram yang digunakan antara lain: gas pembawa helium dengan kecepatan alir 0.7 mL/menit. Kolom temperatur awalnya bersuhu 180°C selama 5 menit, kemudian meningkat pada suhu 180-260°C pada 3°C/menit, 260-280°C pada 3°C/menit pada pada 15°C/menit dan

pada akhirnya meningkat menjadi 280°C pada 5 menit dengan suhu injektor 280°C dan suhu detektor 290°C. Parameter pengoperasian *mass spectrometry* antara lain: potensial ionisasi 70 eV dengan temperatur sumber ion 290°C, *quadrupole* bersuhu 100°C dengan perlambatan pelarut 7.0 menit, kecepatan pemindaian 2.000 amu/detik dengan rentang pemindaian 30-600 amu dan voltase EV berkekuatan 3.000 volt (Nusaibah *et al.*, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

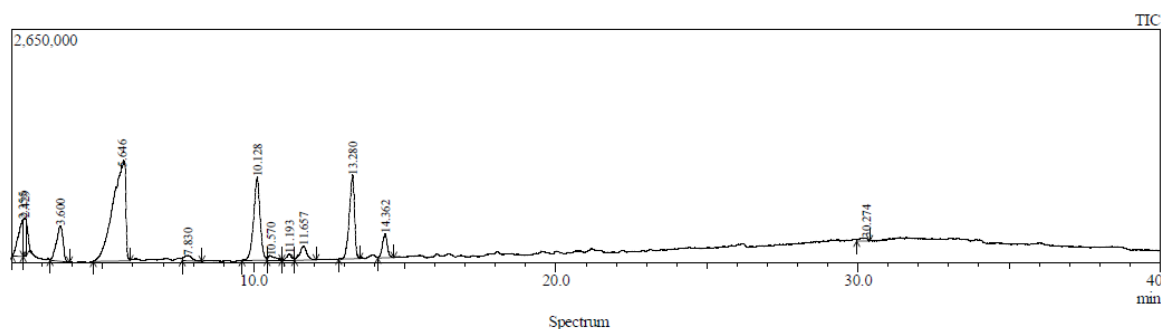
Hasil analisis GC-MS menunjukkan terdapat 14 puncak (*peak*) yang mewakili 11 senyawa yang teridentifikasi dalam hasil ekstraksi batang kelapa sawit. Senyawa – senyawa tersebut diantaranya (ditunjukkan pada Tabel 1) : **(1)** Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-[9-borabicyclo[3.3.1]non-9-yloxy]-, 1,7,7-trimethyl-; **(2)** p-Tolylsulfonic acid, 1,3,3-trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-yl; **(3)** 2-Propenoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo-; **(4)** Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-chloro-1,7,7-trimethyl-, endo- (CAS) Bornyl chloride; **(5)** Isobornyl propionate; **(6)** 3-Hexen-1-ol, 6-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexenyl)-4-methyl-, (E)-; **(7)** 4,4,6-Trimethyl-9-[(2,2,3-trimethylcyclohexen-3-en-1-yl)methyl]-8,10dioxatricycl[7.3.0.1(3,5)] decane; **(8)** Dicyclohexyl ethyl phosphate; **(9)** Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-,1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester (CAS) CYCLOPENTANIC; **(10)** Tetracosamethyl-cyclododecasiloxane; **(11)** Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester.

Tabel 1. Komponen Senyawa yang teridentifikasi hasil ekstraksi batang kelapa sawit dengan menggunakan GC-MS

Peak	Waktu Retensi	Nama Senyawa	Rumus Kimia	Berat Molekul	Peak Area %
1	2.355	Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-[9-borabicyclo[3.3.1]non-9-yloxy]-, 1,7,7-trimethyl-	C ₁₈ H ₃₁ BO	274.3	5.22
2	2.429	Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-[9-borabicyclo[3.3.1]non-9-yloxy]-, 1,7,7-trimethyl-	C ₁₈ H ₃₁ BO	274.3	2.66
3	3.600	p-Tolylsulfonic acid, 1,3,3-trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-yl ester	C ₁₇ H ₂₄ O ₃ S	308.4	6.94
4	5.646	2-Propenoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo-	C ₁₉ H ₂₄ O ₂	284.4	39.06

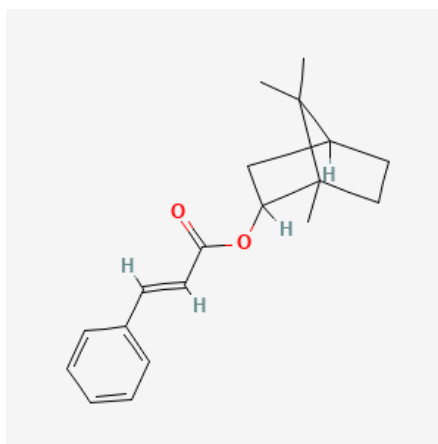
Peak	Waktu Retensi	Nama Senyawa	Rumus Kimia	Berat Molekul	Peak Area %
5	7.830	Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-chloro-1,7,7-trimethyl-, endo- (CAS) Bornyl chloride	C ₁₀ H ₁₇ Cl	172.69	1.22
6	10.128	Isobornyl propionate	C ₁₃ H ₂₂ O ₂	210.31	16.21
7	10.570	3-Hexen-1-ol, 6-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexenyl)-4-methyl-, (E)-	C ₁₆ H ₂₈ O	236.39	1.01
8	11.193	4,4,6-Trimethyl-9-[(2,2,3-trimethylcyclopent-3-en-1-yl)methyl]-8,10-dioxatricyclo[7.3.0.1(3,5)]decane	C ₂₀ H ₃₂ O ₂	304.5	0.98
9	11.657	Dicyclohexyl ethyl phosphate	C ₁₄ H ₂₇ O ₄ P	290.34	2.90
10	13.280	Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-,1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester (CAS) CYCLOPENTANIC	C ₁₇ H ₂₆ O ₂	262.4	12.99
11	14.362	Dicyclohexyl ethyl phosphate	C ₁₄ H ₂₇ O ₄ P	290.34	3.43
12	30.274	Tetracosamethyl-cyclododecasiloxane	C ₂₄ H ₇₂ O ₁₂ Si ₁₂	889.8	0.72
13	54.535	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester	C ₃₉ H ₇₄ O ₆	639.0	1.17
14	68.922	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (CAS) Glyceryl tridodecanoate	C ₃₉ H ₇₄ O ₆	639.0	5.47

Berdasarkan hasil analisis di atas, dari kromatogram yang dapat dilihat pada gambar 1, didapatkan tiga puncak (*peak*) senyawa yang paling dominan, dengan nilai persen area masing – masing sebesar 39.06%, 16.21% dan 12.99%. Masing – masing senyawa yang dimaksud adalah senyawa *2-Propenoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo-* dengan waktu retensi selama 5.464 menit; *Isobornyl propionate* dengan waktu retensi selama 10.128 menit dan *Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-,1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester (CAS) CYCLOPENTANIC*. dengan waktu retensi paling banyak memakan waktu diantara ketiga peak yang paling dominan, yaitu selama 13.280 menit. Sesuai dengan proses kerja instrument GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) yaitu dengan menggunakan waktu retensi dalam diagram identifikasi analit, maka dapat membandingkan senyawa yang belum diketahui dengan senyawa referensi sehingga mampu mengetahui kandungan senyawa dalam sampel (Kelly & Bell, 2018).



Gambar 1. Kromatogram GC-MS Ekstraksi Batang Kelapa Sawit

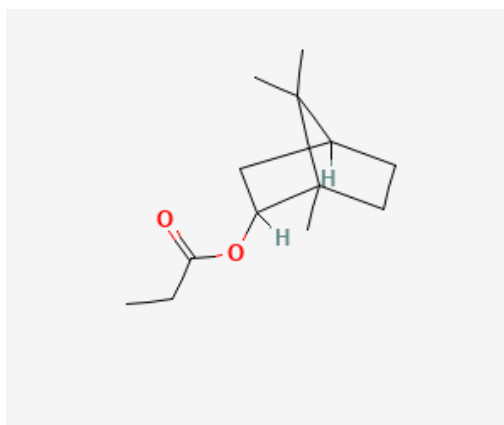
Senyawa dengan persen area terbesar, *2-Propenoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo-* merupakan senyawa turunan asam sinamat yang termasuk kedalam golongan senyawa fenol utama yang berasal dari biosintesis pada jalur shikimate. Pada ekosistem di alam, golongan senyawa fenol merupakan penyusun alelokimia yang paling utama dan penting yang dihasilkan oleh tumbuhan. Fenol berpotensi untuk dikembangkan sebagai bioherbisida karena memiliki mekanisme penghambatan yang beragam baik secara morfologis maupun fisiologis (Zhao *et al.*, 2010). Senyawa ini memiliki berbagai aktivitas biologis, antara lain antibakteri, anestetik, antiinflamasi, antispasmodik, antimutagenik, fungisida, herbisida serta penghambat enzim tyrosinase (Kiswandono *et al.*, 2016).



Gambar 2. Struktur Kimia Senyawa 2-Propenoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo- (PubChem, 2023)

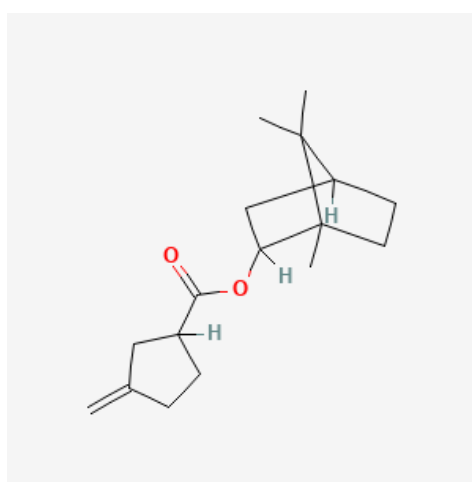
Isobornyl propionate yang merupakan senyawa hasil identifikasi dengan persen area terbesar kedua, adalah senyawa yang merupakan golongan senyawa organik yang dikenal sebagai turunan dari monoterpenoid, mengandung 2 cincin yang menyatu satu sama lain. Senyawa ini adalah senyawa yang mengandung minyak dan tidak berwarna. Dari segi rasa,

lebih manis dan lebih beraroma buah – buahan dibandingnyan senyawa asetat (Api *Et al.*, 2016). Terpenoid merupakan kelompok senyawa organik hidrokarbon yang melimpah yang dihasilkan oleh berbagai jenis tumbuhan. Terpenoid juga merupakan komponen utama dalam minyak atsiri dari beberapa jenis tumbuhan dan bunga. Minyak atsiri digunakan secara luas untuk wangi-wangian parfum, dan digunakan dalam pengobatan seperti aromaterapi (Juniarti, 2016).



Gambar 3. Struktur Kimia Senyawa Isobornyl propionate (PubChem, 2023)

Senyawa dengan persen area terbesar ketiga yaitu *Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-,1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester* (CAS) CYCLOPENTANIC merupakan senyawa turunan atau derivate dari senyawa *Cyclopentanecarboxylic acid* yang termasuk dari golongan senyawa terpenoid. *Cyclopentanecarboxylic acid* merupakan senyawa alifatik yang digunakan dalam persiapan pembuatan asam amino dan komponen bioaktif lain. Senyawa ini berperan dalam proses regulasi pertumbuhan pada tumbuhan (Perumal, 2006).



Gambar 4. Struktur Kimia Senyawa Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-,1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester (CAS) CYCLOPENTANIC (PubChem, 2023)

KESIMPULAN

Hasil analisis GC-MS pada sampel batang kelapa sawit menunjukkan 14 puncak (*peak*) terdeteksi yang mewakili 11 komponen senyawa. Berdasarkan analisis 11 komponen senyawa, didapatkan tiga senyawa yang memiliki nilai persen area yang paling signifikan, yaitu senyawa *2-Propenoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, exo-* sebesar 39.06%; senyawa *Isobornyl propionate* sebesar 16.21% dan senyawa yang terakhir adalah *Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-,1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester (CAS) CYCLOPENTANIC* dengan nilai persen area sebesar 12.99%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Indonesia, Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini (pendanaan tahun 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Api, A.M., Belsito, D., Bhatia, S., Bruze, M., Calow, P., Daglie, M.L., Dekant, W., Fryer, A.D., Kromidas, L., La Cava, S., Lalko, J.F., Lapczynski, A., Liebler, D.C., Miyachi, Y., Politano, V.T., Ritacco, G., Salvito, D., Schultz, T.W., Shen, J., Sipes, I.G., Wall, B., Wilcox, D.K. 2016. RIFM Fragrance Ingredient Safety Assessment, Isobornyl Propionate. *Food and Chemical Toxicology*, 97: S216-S223.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016: Kelapa Sawit (Oil Palm)*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Fauzi, Y., Yustina, E.W., Imam, S., Rudi, H.P. 2012. *Kelapa sawit: budidaya, pemanfaatan hasil dan limbah, usaha dan pemasaran*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hill, C.B., & Roessner, U. 2013. *The Handbook of Plant Metabolomics, First Edition*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KgaA, Weinheim, Germany.
- Juniarti. 2016. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Daun Surian yang Berpotensi sebagai Antioksidan. *Makara Journal of Science*, 2(1): 48-52.
- Kelly, K., & Bell, S. 2018. Evaluation of the reproducibility and repeatability of GCMS retention indices and mass spectra of novel psychoactive substances. *Forensic Chemistry*, 7: 10–18.
- Kiswandono, A.A., Iswanto, A.H., Susilowati, A., Lumbantobing, A.F. 2016. Analisis Kandungan Asan Sinamat dan Skrining Fitokimia Getah Kemenyan Jenis Bulu (*Styrax benzoine var Hiliferum*) dari Tapanuli Utara. *Prosiding Seminar Nasional Kimia-Lombok 2016 Lombok*. 10-11 Agustus 2016. Artikel No.XXX.

- Mahmiah, Sudjarwo, G.W., Andriyani, F. 2017. Skrining Fitokimia dan Analisis GC-MS Hasil Fraksi Heksana Kulit Batang *Rhizophora mucronate* L. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Kelautan XII. Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 20 Juli 2017.
- Ngando-Ebongue, G.F., Ajambang, W.N., Koona, P., Lalu, F.B., Arondel, V. 2011. Breeding of the oil palm: Past, Present and Prospects. In Gupta SK (Ed). Technological Innovations in Major World Oil Crops. Springer Verlag, Germany.
- Nusaibah, S.A., Akmar, A.S., Idria, A.S., Sariah, M., dan Pauzi, Z.M. 2016. Involvement of metabolites in early defense mechanism of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) against Ganoderma disease. *Plant Physiology and Biochemistry*. 109: 156-165.
- Revanthi, P., Jeyaseelansenthinath, T., Thirumalaikolundhusubramaian, P. 2015. Preliminary Phytochemical Screening and GC-MS analysis of Ethanolic Extract of Mangrove Plant *Brugueira Cylindria* (Rhizo) L. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 6 (4): 729-740.
- Perumal, T. 2006. Oxidation of Alkenes by Peroxydisulphate-copper Sulphate. *Physical Sciences Journals*, 1: 1353-1356.
- PubChem. 2023. Cinnamic Acid, 2 Bornytl Ester, Endo-. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cinnamic-acid_-2-bornyl-ester_-endo. [15 Februari 2023].
- PubChem. 2023. Cyclopentanecarboxylic acid, 3-methylene-, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-ylester. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound>. [16 Februari 2023].
- PubChem. 2023. Isoborny propionate. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/89306>. [15 Februari 2023].
- Vargas, L.H.G., Neto, J.C.R., Ribeiro, J.A.A., Ricci-Silva, M.E., Souza, M.T., Rodrigues, C.M., Oliveira, A.E., dan Abdelnur, P.V. 2016. Metabolomics Analysis of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Leaf : Evaluation of Sample Preparation Steps Using UHPLC-MS/MS, *Metabolomics*, 12, 153.
- Zhao, H.L., Qiang, W., Xiao, R, Cun, D.P., De, A.J. 2010. Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules*, 15: 8933- 8952.