

Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dengan GCMS

Surahmaida^{1*)}, Umarudin¹, Agustin Widia Rani¹, Novicalia Citra Dewi¹

¹Akademi Farmasi Surabaya

*) E-mail: (fahida1619@gmail.com)

ABSTRAK

Jarak pagar (*Jatropha curcas*) merupakan tanaman dari suku Euphorbiaceae. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis senyawa kimia yang terkandung dalam daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS). Daun jarak pagar yang diperoleh dari daerah Sedati, Juanda Sidoarjo diekstrak menggunakan pelarut metanol. Lalu kedua ekstrak daun jarak pagar tersebut dianalisis menggunakan GCMS. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak metanol daun jarak pagar mengandung 28 senyawa kimia dan kemudian dianalisis aktivitas biologisnya. Dapat disimpulkan bahwa daun jarak pagar banyak mengandung senyawa kimia yang memiliki aktivitas biologis untuk kesehatan.

Kata Kunci : *Jatropha curcas*, senyawa metabolit sekunder, aktivitas biologi, GCMS.

Phytochemical Screening of Secondary Metabolite Compounds Methanol Extract of *Jatropha curcas* Leaf with GCMS

ABSTRACT

Jatropha curcas is a plant of the Euphorbiaceae family. This study aims to analyze the chemical compounds contained in *Jatropha curcas* leaves using Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS). *Jatropha* leaves obtained from the area of Sedati, Juanda Sidoarjo were extracted using methanol as a solvent. Then the two extracts of *Jatropha* leaves were analyzed using GCMS. The results showed that the methanol extract of *Jatropha* leaves contained 28 chemical compounds and then analyzed their biological activity. It can be concluded that *Jatropha* leaves contain a lot of chemical compounds that have biological activity for health.

Keywords: *Jatropha curcas*, secondary metabolite compounds, biological activity, GCMS.

1. PENDAHULUAN

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) merupakan salah satu tanaman dari suku Euphorbiaceae. Sejak dulu, jarak pagar digunakan sebagai tanaman obat di Afrika, Asia dan Amerika Latin untuk mengobati berbagai macam penyakit [1]. Semua bagian jarak pagar berkhasiat sebagai obat alami. Akar jarak pagar dapat mengobati penyakit gonorrhea, diare dan rematik; getahnya digunakan sebagai obat sakit gigi, menghentikan pendarahan, penyembuhan luka dan antikanker [2,3]. Minyak jarak pagar dapat menyembuhkan penyakit disentri dan penyakit kulit [4], batangnya digunakan untuk mengontrol gula darah [5], dan bagian daunnya sebagai obat sakit perut (pencernaan) dan penyakit kulit [6].

GCMS adalah alat yang handal dan mampu mengidentifikasi senyawa kimia baik dari golongan hidrokarbon, alkohol, asam, ester, steroid, senyawa fenolik dan lain-lain [7]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder dari ekstrak metanol daun jarak pagar

(*Jatropha curcas*) menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrophotometry (GCMS).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder dari ekstrak metanol daun jarak pagar menggunakan GCMS, lalu dianalisis aktivitas biologisnya.

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah botol kaca, neraca analitik, corong, beker glas, ayakan, botol vial dan GCMS. Sedangkan bahan yang digunakan adalah daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) yang didapatkan dari daerah Sedati, Juanda Sidoarjo, pelarut metanol, kertas saring dan aluminium foil.

2.2. Proses Ekstraksi Sampel

Daun jarak pagar dicuci bersih, dipotong-potong kecil dan dikeringkan dengan cara diangin-

inginkan. Kemudian diblender hingga menjadi serbuk halus. Sebanyak 20 gram serbuk halus daun jarak pagar kemudian dimaserasi dengan 200 ml pelarut metanol selama 3 hari lalu disaring. Filtrat yang diperoleh kemudian diambil sekitar 10 ml dan dimasukkan ke dalam botol vial. Lalu dilakukan analisis kimia menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry* (GCMS).

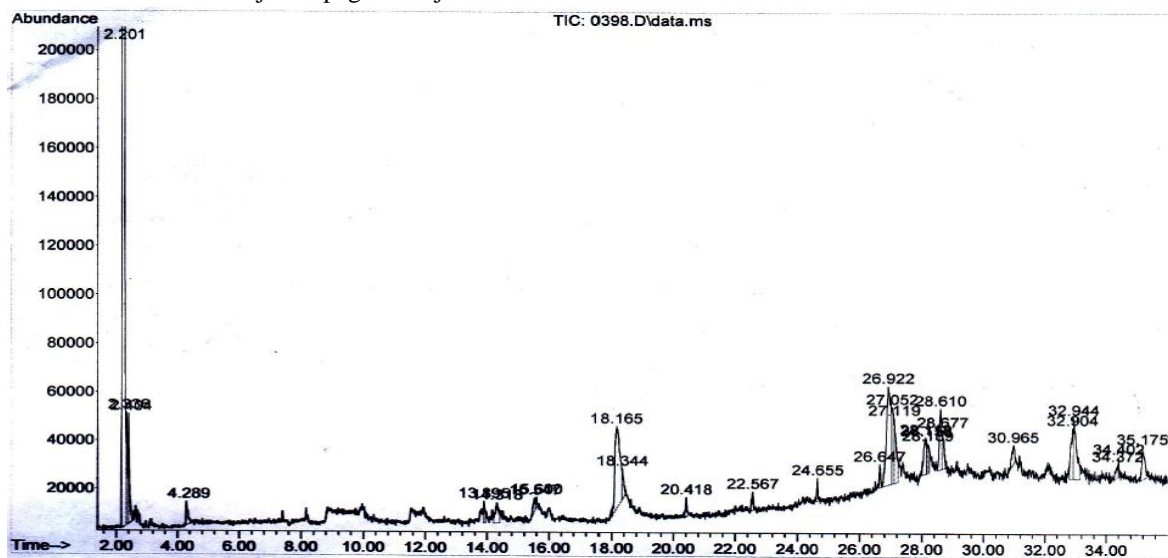
2.3. Skrining Fitokimia Menggunakan GCMS

Prosedur analisis senyawa kimia ekstrak daun jarak pagar menggunakan metode [8]. Alat GCMS yang digunakan untuk menganalisis kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol daun jarak pagar adalah Agilent 19091S-105 Network GC System. Sebanyak 2µl sampel ekstrak metanol daun jarak pagar diinjeksikan ke

dalam GCMS yang memiliki ukuran kolom kapiler HP-5MS sebesar 60 mm x 200 µm x 0,33 µm. Gas Helium digunakan sebagai gas pembawa. Laju aliran konstan 1 ml/menit (split ratio 10:1), suhu injektor 250 °C, suhu sumber ion 280 °C. Suhu oven diatur yaitu dari suhu 110°C (isotermal selama 2 menit) dengan laju 10 °C/menit hingga 200 °C pada laju 5 °C/menit dan berhenti pada suhu 280 °C dalam waktu 9 menit (isotermal pada 280 °C). Spektrum massa dari senyawa-senyawa kimia yang ada kemudian dibandingkan dengan pustaka Willey versi 10.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kromatogram hasil analisa kandungan ekstrak metanol daun jarak pagar ditampilkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Kromatogram ekstrak daun jarak pagar

Hasil pengujian menggunakan GCMS (*Jatropha curcas*) yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan terdapat 28 senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak metanol daun jarak pagar berikut ini :

Tabel 1. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol daun jarak pagar

Peak	RT	Area	Nama Senyawa
1	2.201	93.12	Hydroxylamine
2	2.336	0.34	Boric acid, trimethyl ester
3	2.404	0.33	Formic acid peroxide, trimethylsilyl ester
4	4.289	0.12	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-
5	13.895	0.08	1,2,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15
6	14.318	0.18	4-Allyl-5-furan-2-yl-2,4-dihydro-[1,2,4]triazole-3-thione
7	15.547	0.07	Hexadecanoic acid, methyl ester
8	15.600	0.02	Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester
9	18.165	1.06	Phytol
10	18.344	0.15	Cyclotetradecanol, 1,7,11-trimethyl-4-(1-methylethyl)-,(-)-
11	20.418	0.08	Silicone grease, Silikonfett
12	22.567	0.07	Octasiloxane,1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-
13	24.655	0.09	Eicosamethylcyclodecasioloxane

Peak	RT	Area	Nama Senyawa
14	26.647	0.08	Silicone grease, Silikonfett
15	26.922	1.16	Benzenamine, 2-(cyclopropylmethyl)-4,5-dimethoxy
16	27.052	0.39	Ethanone, 2-(2-benzothiazolythio)-1-(3,5-dimethylpyrazolyl)-
17	27.119	0.38	1,3-dimethyl-4-azaphenanthrene
18	28.118	0.24	1,1,1,3,5,5,5-Heptamethyltrisiloxane
19	28.158	0.09	2-Ethylacridine
20	20.189	0.12	Pyrene hexadecahydro-
21	28.610	0.32	Silicone grease, Silikonfett
22	28.677	0.20	Silane, trimethyl[5-methyl-2-(1-methylethyl)phenoxy]-
23	30.965	0.14	Cyclotrisiloxane hexamethyl
24	32.904	0.29	Silicone grease, Silikonfett
25	32.944	0.52	N-methyl-1-adamantaneacetamide
26	34.372	0.08	Silicone grease, Silikonfett
27	34.402	0.03	Silicone grease, Silikonfett
28	35.175	0.26	Vitamin E

Adapun analisis senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Aktivitas biologis dari senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol daun jarak pagar

Nama Senyawa	Aktivitas Biologis
Hydroxylamine	Berfungsi sebagai antivirus, antibakteri, antijamur, antiparasit, herbisida, analgesik, analgesik, antikonvulsan dan antitumor [9]
Boric acid, trimethyl ester	Pengobatan antibakteri dan antijamur pada infeksi bagina [10], antikanker [11], kaya mineral dan vitamin [12]
Formic acid peroxide, trimethylsilyl ester	Digunakan sebagai desinfektan yang efektif melawan virus, spora bakteri, alga, jamur dan zooplankton [13]
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	Memiliki aktivitas antimikroba (antibakteri dan anti jamur) [14,15]
1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15	Antimikroba [16,17,18,19], pestisida [20]
4-Allyl-5-furan-2-yl-2,4-dihydro-[1,2,4]triazole-3-thione	Antioksidan [22], antimikroba, antiinflamasi [23]
Hexadecanoic acid, methyl ester	Antibakteri dan antijamur [24], pestisida [21], menurunkan kolesterol dalam darah, antiinflamasi [25]
Pentadecanoic acid, 14-methyl-, methyl ester	Antioksidan, antimikroba (antibakteri dan anti jamur) [26]
Phytol	Antimikroba, antikanker, antiinflamasi, antidiuretik [17]
Cyclotetradecanol, 1,7,11-trimethyl-4-(1-methylethyl)-,(-)-	Antimikroba [27]
Silicone grease, Silikonfett	Berfungsi sebagai agen antiperadangan, antikanker, bahan industri barang pecah belah [28,29]
Octasiloxane,1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-	Antimikroba [17,18,19,20], pestisida [21]
Eicosamethylcyclodecasioloxane	Antioksidan dan antimikroba [30]
Silicone grease, Silikonfett	Berfungsi sebagai agen antiperadangan, antikanker, bahan industri barang pecah belah [28,29]
Benzenamine, 2-(cyclopropylmethyl)-4,5-dimethoxy	Antimikroba, antiinflamasi [31]
Ethanone, 2-(2-benzothiazolythio)-1-(3,5-dimethylpyrazolyl)-	Antiinflamasi dan antimikroba [32]
1,3-dimethyl-4-azaphenanthrene	Antioksidan [33]
1,1,1,3,5,5,5-Heptamethyltrisiloxane	Antioksidan [34]
2-Ethylacridine	Antimikroba dan antitumor [35], antioksidan [36]
Pyrene hexadecahydro-	Biodegradasi senyawa organik [37]

Nama Senyawa	Aktivitas Biologis
Silicone grease, Silikonfett	Berfungsi sebagai agen antiperadangan, antikanker, bahan industri barang pecah belah [28,29]
Silane, trimethyl[5-methyl-2-(1-methylethyl)phenoxy]-Cyclotrisiloxane hexamethyl	Antimikroba [38]
Silicone grease, Silikonfett	Antimikroba [39], antioksidan [40]
N-methyl-1-adamantaneacetamide	Berfungsi sebagai agen antiperadangan, antikanker, bahan industri barang pecah belah [28,29]
Silicone grease, Silikonfett	Antimikroba, antioksidan, antiinflamasi, antihelmintik (anti parasit yang disebabkan oleh cacing) dan antiinflamasi [41]
Silicone grease, Silikonfett	Berfungsi sebagai agen antiperadangan, antikanker, bahan industri barang pecah belah [28,29]
Silicone grease, Silikonfett	Berfungsi sebagai agen antiperadangan, antikanker, bahan industri barang pecah belah [28,29]
Vitamin E	Antimikroba, antioksidan, antiinflamasi, penyubur kandungan, antispasmodik (peredam nyeri pada perut) [42], antikanker, antitumor, anti penuaan, antikonvulsan (peredam nyeri dan kejang), antidiabetes [43]

Berdasarkan dari hasil analisis GCMS, ekstrak metanol daun jarak pagar terdapat 28 peak yang menunjukkan adanya 28 senyawa metabolit sekunder. Senyawa utama yang teridentifikasi yaitu hydroxylamine (range area 93.12%).

Menurut [44], hydroxylamine banyak dimanfaatkan sebagai semikonduktor di bidang kimia dan industri farmasi. Hydroxylamine juga senyawa anorganik yang efektif dalam menghambat bakteri Gram positif (seperti *Bacillus anthracis*, *Staphylococcus aureus*) dan bakteri Gram negatif (*Staphylococcus epidermidis*, *E. faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli* [45]).

4. KESIMPULAN

Daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) diekstrak menggunakan pelarut metanol dan dianalisis kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol dengan GCMS. Hasil GCMS menunjukkan terdapat 28 senyawa metabolit sekunder dengan komponen utama Hydroxylamine.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

-

6. PENDANAAN

Penelitian ini tidak didanai oleh sumber hibah manapun.

7. KONFLIK KEPENTINGAN

Seluruh penulis menyatakan tidak terdapat potensi konflik kepentingan dengan penelitian, kepenulisan (*authorship*), dan atau publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sharma AK, Gangwar M, Tilak R, Nath G, Sinha ASK, Tripathi YB, Kumar D. Comparative *in vitro* Antimicrobial and Phytochemical

Evaluation of Methanolic Extrac of Root, Stem and Leaf of *Jatropha curcas* Linn. Pharmacognosy Journal. 2012;4(30):34-40.

- Oseni LA, Alphonse PK. Comparison of Antibacterial Properties of Solvent Extracts of Different Parts of *Jatropha curcas* (Linn). International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research. 2011;1(3):117-123.
- Devappa RK, Makkar HP, Becker K. Nutritional, biochemical, and pharmaceutical potential of proteins and peptides from *Jatropha*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010;58(11):6543-6555.
- Kalimuthu K, Vijayakumar S, Senthilkumar R. Antimicrobial Activity of The Biodiesel Plant, *Jatropha curcas* L. International Journal of Pharma and Bio Science. 2010;1(3):1-5.
- Karim AM, Maha A, Khalid MS. GC-MS analysis and Antimicrobial Activity of Sudanese *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) Fixed Oil. The Pharmaceutical and Chemical Journal. 2017;4(6):114-120.
- Crump JA, Mintz ED. Global trends in typhoid and paratyphoid fever. Clinical Infectious Diseases, 2010;50(2):241-246.
- Singariya P, Mourya KM, Kumar P. Estimation of bioactive compounds in Inian deserted plant *Euphorbia caducifolia* (Danda Thor) by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. International Research Journal of Pharmacy, 2018;9(6),:87-93.
- Bharathy V, Sumathy BM, Uthayakumari F. Determination of Phytocomponents By GC-MS In Leaves Of *Jatropha gossypifolia* L. Science Research Reporter. 2012;2(3):286-290.
- Emami S, Foroumadi A. One-pot sequential synthesis of O-(halo-substitued benzyl) hydroxylammonium salts. Arabian Journal of Chemistry. 2017;10(1)-S225-S229.
- Gross P. Biologic Activity of Hydroxylamine: A Review. Journal CRC Critical Reviews in Toxicology. 2008;14(1): 87-99.
- Lavazzo C, Gkegkes ID, Zarkada IM, Falagas ME., Boric Acid for Recurrent Vulvovaginal Candidiasis: The Clinical Evidence. Journal Womens Health. 2011;20(8): 1245-1255.

12. Scorei RI, Popa R. Boron-containing Compounds as Preventive and Chemotherapeutic Agents for Cancer, Anticancer Agents. *Med. Chem.* 2010;10(4):346-351.
13. Karan BZ, Kose DA. Boric acid: a simple molecule of physiologic, therapeutic and prebiotic significance. *Pure Appl. Chem.* 2015;87(2):1-7.
14. Gehr R, Chen D, Moreau M. Performic acid (PFA): tests on an advanced primary effluent show promising disinfection performance. *Water Science and Technology.* 2009;59(1):89-96.
15. Kadhim MJ, Rubaye AF, Hameed IH. Determination of Bioactive Compounds of Methanolic Extract of *Vitis vinifera* Using GC-MS. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research.* 2017;9(2):113-126.
16. Magwa ML, Gundidza M, Gweru N. Chemical composition and biological activities of essential oil from the leaves of *Sesuvium portulacastrum*. *J. Ethnopharmacol.* 2006;103:85-89.
17. Rao MRK, Lakshmi NV, Sundaram LR. Preliminary Phytochemical And GCMS Analysis Of Different Extracts of *Psophocarpus tetragonolobus* Leaves. *Indo American Journal of Pharmaceutical Science.* 2018;5(3):1649-1656.
18. Falowo AB, Muchenje V, Hugo A, Aiyegoro OA, Fayemi PO. Antioxidant activities of *Moringa oleifera* L. and *Bidens pilosa* L. leaf extracts and their effects on oxidative stability of ground raw beef during refrigeration storage. *CITA – Journal of Food.* 2017;15(2):249-256.
19. Yakubu OE, Otitoju O, Onwuka J. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis of Aqueous Extract of *Daniella oliveri* Stem Bark. *Pharmaceutica Analytica Acta.* 2017;8(11):1-8.
20. Senthil J, Rameashkannan MV, Mani P. Phytochemical Profiling of Ethanolic Leaves Extract of *Ipomoea sepiaria*. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology.* 2016;5(3):3140-3147.
21. Naggat HA, Hasaballah AI. Acute Larvicidal Toxicity And Repellency Effect of *Octopus cyanea* Crude Extracts Against The Filariasis Vector, *Culex pipiens*. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology.* 2018;48(3):721-728.
22. Sativa N, Agustin R. Analisis Uji Kadar Senyawa Dan Uji Antioksidan Ekstrak Propolis Coklat Dari Lebah *Trigona sp.* *JAGROS.* 2018;2(2):61-68.
23. Shaker RM. The chemistry of mercapto- and thione-substituted 1,2,4-triazoles and their utility in heterocyclic synthesis. *ARKIVOC.* 2006;9: 59-112.
24. Chandrasekaran M, Senthilkumar A, Venkatesalu V. Antibacterial and antifungal efficacy of fatty acid methyl esters from leaves *Sesuvium portulacastrum* L. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2011;15(7):113-171.
25. Olufunmilayo LA, Oshiobugies MJ, Iyobosa AI. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis Of Phytocomponents In The Root, Stem Bark And Leaf Of *Vernonia amygdalina*. *World Journal of Pharmaceutical Research.* 2017;6(2):35-49.
26. Elaiyaraja A, Chandramohan G. Comparative phytochemical profile of *Indoneesiella echioides* (L.) Nees leaves using GC-MS. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 2016;5(6):158-171.
27. Gali L, Alomar A, Tulimat R, Merza J. Antimicrobial Activity of Essential Oil Extracted from *Matriacira chamomilla*, *Chemical and Process Engineering Research,* 2018;58:1-5.
28. Mane Y, Agasimundin YS, Shiyakumar B. Synthesis of benzofuran analogs of fenamates as non steroidal antiinflammatory agents. *Indian J. Chem.* 2010;49(2):264-269.
29. Kossakowski J, Zawadowski T. Synthesis of some amides of benzofurane-2-carboxylic and benzofurane-3-carboxylic acids with potential antidepressant activity. *Farmaco.* 2005; 44(6):497-502.
30. Jasim H, Hussein AO, Hameed IH, Kareem MA. Characterization of alkaloid constitution and evaluation of antimicrobial activity of *Solanum nigrum* using Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS). *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy,* 2015;7(4):56-72.
31. Chawla A, Kaur A. Extensive Study On Microwave Assisted Synthesis Of Monocyclic Heterocyclic Compounds. *International Journal of Universal Pharmacy and Bio Science.* 2014;3(1):775-780.
32. Akhter M, Husain A, Akhter N, Khan MSY. Antiinflammatory and Antimicrobial Activity of Synthesized Benzoxazine Derivatives. *Indian J. Pharm. Sci.* 2011; 73(1):101-104.
33. Wahjuni S, Wita IW. Hypoglycemic and antioxidant effects of *Syzygium polyanthum* leaves extract on alloxan induced hyperglycemic Wistar Rats. *Bali Medical Journal.* 2017; 3(3):S113-S116.
34. Emasushan M, John BS. GC-MS And Antioxidant Potential Of Methanolic Leaf Extract Of *Putranjiva roxburghii* Wall (Pteranivaceae). *Journal of Pharmaceutical Research.* 2018;7(7):1135-1145.
35. Vijayakumari J, Raj TLS. GC-MS And Antioxidant Potential Of Methanolic Leaf Extract Of *Putranjiva roxburghii* Wall (Pteranivaceae). *Journal of Pharmaceutical Research.* 2018;7(7):1135-1145.
36. Hosseinhashemi SK, Anoshei H, Aghajani H, Salem MZM. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Extract from the Inner Bark of *Berberis vulgaris* Stem. *BioResources.* 2015;10(4):7958-7969.
37. Wei L, Wei C, Hw W, Li C, Ma J. The Analysis of aMicrobial Community in The UV/O3-Anaerobic/Aerobic Integrated Process for Petrochemical Nanofiltration Concentrate (NFC) Treatment by 454-Pyrosequencing *PLoS One.* 2015;1-14.
38. Monticello RA. The Use Of Reactive Silane Chemistries To Provide Durable, Non Leaching Antimicrobial Surface. *Biocides in Synthetic Material; 2020; 2nd International Conference,* 1-77.
39. Khrishna ASR, Hafza S, Chandrika PG, Priya LC, Rao BKV. Pharmacological properties,

- phytochemical and GC-MS analysis of *Bauhinia acuminata* Linn. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. 2015;7(4):372-380.
40. Prakash A, Suneetha V. *Punica granatum* (Pomegranate) rind extract as a potent substitute for L-ascorbic acid with respect to the antioxidant activity. Res. J. Pharma. Bio. Chem. Sci. 2014;5(2):597-603.
41. Shaheed KA, Al-Garawi NI, Alsultany AK, Abbas ZH, Khashayyish IK, Khazali MTA. Analysis of bioactive phytochemical compound of *Cyperus iria* L. By Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry, International Conference on Agricultural Sciences. 2019. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 388, 1-11. DOI:10.1088/1755-1315/388/1/012064.
42. Suriyavathana M, Indupriya S. GC-MS analysis of phytoconstituents and concurrent determination of flavonoids by HPLC in ethanolic extract of *Blepharis mader-aspatensis* (L.) B. Heyne Ex Roth. World J Pharmaceut Res. 2014;3(9):405-414.
43. Oliveira GGD, Junior JADP, Bastos IVGA, Filho RCS, Lopes NP, Melo SJ. Phytochemical Investigation Of Chloroform Extract From Root, Stem And Leaf Of *Adenocalymma imperatoris-maximilianii* (Wawra) L.G. Lohmam (Bignoniaceae). International Journal of Pharma and Bio Sciences, 2014;5(3):70-78.
44. Wang Q, Wei C, Perez LM, Rogers WJ, Hall MB, Mannan MS., 2010, Thermal Decomposition Pathways of Hydroxylamine: Theoretical Investigation on the Initial Steps, J. Phys. Chem. A, 114, 9262-9269.
45. Casals LM, Baelo A, Julian E, Astola J, Ruiz AL, Albericio F, Torrents E. Hydroxylamine Derivatives as a New Paradigm in the Search of Antibacterial Agents, ACS OMEGA, 2018;3:17057-17069.

