

PROFIL SENYAWA DAN AKTIFITAS ANTIOKSIDAN DAUN YAKON (*Smallanthus sonchifolius*) DENGAN METODE DPPH DAN CUPRAC

Arde T. Nugraha*, Muhammad S. Firmansyah, Pinus Jumaryatno

Program Studi Farmasi Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia

Corresponding author. Email: arde.toga@uui.ac.id

Received : 24 Januari Accepted : 18 Juli Published : 28 Juli

Abstract Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) is a plant of the Asteraceae family. Traditionally this plant has been protected immune from oxidant damage. The objective of this research was to evaluate the potential antioxidant activity of yacon leaf (*Smallanthus sonchifolius*) based on its antioxidant activity which carried by DPPH and CUPRAC methods. It also searches compounds from the leaves yacon (*Smallanthus sonchifolius*). The research process begins with the extraction process used soxletasion with 96% ethanol. The extract was tested qualitatively DPPH and calculated levels of total flavonoids and total phenolic. Result of total flavonoids was 98.229 mg QE / g. Result of total phenolic content was 27.246 mg GAE / g. Extract later in the fractionation and produces seven factions. The results of the fractions are conducted quantitative DPPH and CUPRAC. The value of antioxidant activity using DPPH method was IC₅₀ 106.57 µg/mL and CUPRAC 31407.79 RE_{mol}/g extract. The results showed that yacon (*Smallanthus sonchifolius*) has a good potential as an antioxidant.

Keywords : Yacon, *Smallanthus sonchifolius*, DPPH, CUPRAC

Intisari Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) merupakan tanaman dari famili Asteraceae. Secara tradisional tanaman ini dipercaya dapat memelihara daya tahan tubuh dari kerusakan oksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi aktivitas antioksidan dari daun yacon (*Smallanthus sonchifolius*) berdasarkan pada hasil pengujian menggunakan metode DPPH dan CUPRAC serta kandungan senyawa yang terdapat dalam tumbuhan tersebut. Proses penelitian diawali dengan proses ekstraksi menggunakan metode sokhletasi menggunakan pelarut etanol 96%. Ekstrak kemudian diuji secara kualitatif menggunakan reagen DPPH serta dilakukan penghitungan kadar total flavonoid dan total fenoliknya. Hasil perhitungan total flavonoid dan total fenolik yang diperoleh dari ekstrak tersebut adalah sebesar 98,229 mg QE/g ekstrak dan 27,246 mg GAE/g. Ekstrak kemudian difraksinasi hingga dihasilkan tujuh fraksi. Fraksi-fraksi tersebut kemudian diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH dan CUPRAC. Nilai IC₅₀ yang diperoleh dengan menggunakan metode DPPH adalah sebesar 106,57 µg/mL. dan CUPRAC sebesar 31407,79 µmol RE/g ekstrak. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa yacon (*Smallanthus sonchifolius*) memiliki potensi yang cukup baik dalam perannya sebagai antioksidan.

Kata kunci : Yacon, *Smallanthus sonchifolius*, DPPH, CUPRAC

1. PENDAHULUAN

Radikal bebas adalah molekul yang reaktif, hal ini dikarenakan molekul tersebut memiliki satu atau lebih electron dan untuk mengembalikan keseimbangannya, radikal bebas akan berusaha memperoleh electron dari molekul-molekul lain atau yang melepas electron yang tidak berpasangan (Waris dan Ahsan, 2006). *Reactive Oxygen Species* (ROS) merupakan hasil metabolisme aerobik normal dalam tubuh yang secara potensial dapat menyebabkan kerusakan, secara luas diyakini terlibat sebagai penyebab berbagai penyakit seperti penuaan dini, kanker, penyakit jantung koroner, penyakit alzheimer, gangguan neurodegeneratif, aterosklerosis, katarak dan termasuk peradangan yang ditunjukkan dengan tanda-tanda stress oksidatif (Benzie dan Strain, 1996) (Battu *et al.*, 2011). Senyawa ROS diantaranya adalah radikal anion superoksida, oksigen singlet, hidrogen peroksida dan radikal hidroksil yang sangat reaktif (Waris dan Ahsan, 2006).

Penggunaan radikal bebas untuk analisis aktivitas antioksidan merupakan salah satu metode yang paling populer. Salah satu indikasi bahwa sampel uji berefek sebagai antioksidan adalah apabila sampel uji tersebut mempunyai kemampuan untuk menangkap radikal (Rohman *et al.*, 2009). Salah satu radikal bebas yang digunakan adalah radikal DPPH (Gaikwad *et al.*, 2010)

Pengujian antioksidan dilakukan juga dengan metode CUPRAC merupakan salah satu metode untuk melihat daya antioksidan senyawa-senyawa polifenol, dan Vitamin E yang dikenal mudah untuk dilakukan dan berbiaya rendah. Metode ini menggunakan reagen *copper(II)-neocuproine* (Cu(II)-Nc). Metode ini dapat juga digunakan untuk mengetahui kapasitas antioksidan senyawa-senyawa fenolik (Apak, 2008)

Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) memiliki kandungan senyawa fenol alami

seperti *chologenic* (*3-caffeoylaltatric*), *3,5-dicaffeoylquinic* dan *caffeic acids*. Selain itu, yakon juga memiliki kandungan senyawa flavonoid yaitu kuersetin yang diperoleh dari hasil hidrolisis (Tekanaka *et al.*, 2003). Oleh karena itu, tanaman Yakon merupakan salah satu tanaman yang memiliki potensi dalam menghasilkan aktivitas antioksidan yang cukup baik.

Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) merupakan tanaman yang berasal dari famili Asteraceae dan merupakan tanaman asli pegunungan Andes. Russo, *et al.* (2015) mengemukakan bahwa salah satu manfaat dari tanaman Yakon ialah sebagai sumber antioksidan. Pembuktian bahwa yakon memiliki kemampuan antioksidan adalah melalui hasil yang diperoleh dengan pengujian bagian tanaman tersebut menggunakan metode *FARP*, *DPPH*, *nitric oxide* dan *superoxide*. Yakon juga dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan melalui pengujian menggunakan metode ABTS dengan hasil 222 ± 2 mg (ekuivalen asam askorbat)/ 100 g berat kering (Sousa *et al.*, 2015). Penelitian lain juga melakukan uji kapasitas antioksidan daun yakon dengan menggunakan metode DPPH dengan $EC_{50} = 220,5$ g/ *dry weight* dan menggunakan ABTS dengan hasil $433,13 \mu M$ *equiv. trolox/g dry weight* (Andrade *et al.*, 2014).

Proses isolasi senyawa aktif dari tanaman yakon sudah pernah dilakukan dengan menggunakan aktivitas penghambatan enzim α -glucosidase sebagai penuntun. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa aktivitas penghambatan ekstrak etanol daun yakon terhadap enzim α -glucosidase adalah sebesar 17,67 %. Selain itu dinyatakan pula bahwa fraksi ketujuh dengan fase gerak methanol 100% merupakan fraksi terbaik yang dapat menghasilkan penghambatan terhadap enzim tersebut sebesar 22,42 % (Jumaryatno *et al.*, 2015). Hasil penelitian tersebut belum dilakukan pengujian kapasitas antioksidan pada fraksi yakon baik dengan metode DPPH maupun CUPRAC.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi antioksidan dari tanaman yakon dengan menggunakan *Bioassay guided isolation* dengan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) dan CUPRAC (*Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity*). Pengujian dilakukan terhadap ekstrak dan fraksi. Selain itu juga dilakukan identifikasi kandungan senyawa yang terdapat dalam tanaman tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun Yakon (*Smallanthus sonchifolius*) yang diperoleh dari Kepulauan Bangka Belitung, etanol 96%, metanol, kloroform, n-heksan, etil asetat yang berderajat pro analisis. Plat KLT yang tersusun atas silica gel 60 F₂₅₄, proses fraksinasi menggunakan silica gel Kiesegel 60 (0,063mm-200mm).

Bahan yang digunakan untuk uji penangkapan radikal DPPH adalah DPPH *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*, Metanol (MeOH) yang berderajat pro analisis. Bahan yang digunakan untuk uji aktivitas antioksidan CUPRAC adalah etanol 96%, aquabides, CuCl₂·2H₂O, ammonium asetat dan neokuproin.

Alat yang digunakan mikropipet, pipa kapiler, *rotary vacuum evaporator*, Corong Buchner, corong pisah, bejana pengembang, Spektrofotometer UV-Vis.

2.2. Proses Ekstrak

Penelitian diawali dengan melakukan determinasi tanaman Yakon di Laboratorium Biologi Farmasi, Laboratorium Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Kemudian daun yang telah diperoleh dibersihkan dan disortasi untuk menghilangkan kotorannya. Daun yang telah bersih kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 48 jam. Simplisia tersebut kemudian dihaluskan hingga lolos mesh 60.

Serbuk daun Yakon kemudian diekstraksi dengan menggunakan metode soxhletasi dengan pelarut etanol 96%. Hasil ekstraksi tersebut kemudian dipekatkan dengan metode vacuum rotary evaporator hingga di peroleh ekstrak kental.

2.3. Proses Fraksinasi

Ektrak kental yang diperoleh kemudian difraksinasi dengan menggunakan metode VLC (*Vacuum Liquid Chromatography*) (Sarker dan Nahar, 2012). Proses fraksinasi menggunakan variasi fase gerak. n-heksan 100%, n-heksan : etil asetat (60:40), n-heksan : etil asetat (40:60), etil asetat 100%, etil asetat : metanol (60:40), etil asetat : metanol (40:60), metanol 100%.

2.3. Uji Total Fenolik dan Total Flavonoid Ekstrak

Ekstrak yang diperoleh terlebih dahulu dihitung total senyawa fenolik yang terkandung dengan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* (Hossain et al., 2013). Pengukuran dilakukan dengan menambahkan 1 mL sampel dengan 1 mL reagen *Folin-Ciocalteu*. Setelah 3 menit ditambahkan 1 mL Na₂CO₃ jenuh (35%) dan dihomogenkan hingga larut. Larutan kemudian didiamkan 90 menit di ruang yang gelap kemudian dibaca absorbansinya pada gelombang 725 nm menggunakan spektrofotometer.

Penghitungan kadar total flavonoid ekstrak dilakukan dengan menambahkan 500 µl aliquot ekstrak ditambahkan 1 mL NaNO₂ (5%). Setelah didiamkan 6 menit ditambahkan 1 mL AlCl₃ 10% dan 10 mL NaOH (1M) dan tambahkan etanol 70% sampai 25 mL dan didiamkan selama 15 menit. Larutan tersebut kemudian dilihat dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 515 nm dengan etanol 70 % sebagai kontrol (Chang et al., 2002).

2.4. Pengujian aktivitas penangkapan radikal DPPH

Pengujian aktivitas penangkapan radikal DPPH dilakukan dengan cara menambahkan sampel uji dengan berbagai

variasi kadar (10 µg/mL, 15 µg/mL, 20 µg/mL, 25 µg/mL, 30 µg/mL) sebesar 1mL dengan 1mL reagen DPPH (25ppm). Campuran tersebut kemudian diiamkan selama 30 menit dan dibaca menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517nm (Sarker dan Nahar, 2012). Senyawa pembanding digunakan dalam uji penangkapan radikal bebas DPPH ini adalah kuersetin yang sudah diketahui sebagai antioksidan.

Parameter yang digunakan untuk aktivitas antioksidan dengan metode penangkapan radikal DPPH ini adalah IC₅₀, yaitu konsentrasi senyawa uji yang dibutuhkan untuk menangkap radikal bebas DPPH sebanyak 50%. Semakin kecil nilai dari IC₅₀, maka semakin kuat senyawa uji tersebut sebagai penangkap radikal DPPH.

2.5. Pengujian Aktivitas Antioksidan CUPRAC

Penentuan aktivitas antioksidan dengan metode CUPRAC (*Cupric ion Reducing Antioxidant Capacity*) dilakukan dengan cara melakukan uji CUPRAC menggunakan senyawa pembanding yaitu rutin. Senyawa rutin dibuat dengan berbagai konsentrasi (10 µg/mL, 15 µg/mL, 20 µg/mL, 25 µg/mL dan 30 µg/mL) kemudian ditambahkan kedalam larutan CuCl₂.2H₂O 0,01 M, neokuproin etanolik 0,0075 dan buffer amonium asetat pH 7 1M. Campuran tersebut kemudian diiamkan selama 1 jam dan dibaca pada serapannya pada panjang gelombang maksimum 451 nm. Aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai kapasitas reduksi CUPRAC yang diperoleh dari hasil pengurangan absorbansi sampel terhadap absorbansi kontrol (Apak *et al.*, 2008).

2.6. Identifikasi Golongan Senyawa

Identifikasi golongan senyawa flavonoid, polifenol, alkaloid dan, terpenoid dilakukan secara kualitatif. Pengujian dilakukan pada fraksi yang memiliki aktifitas antioksidan terbaik yaitu Fraksi nomor 4.

Identifikasi golongan senyawa dilakukan dengan menggunakan metode

Kromatografi Lapis Tipis. Fraksi nomor 4 dielusi pada plat KLT F₂₅₄ dengan fase gerak n-heksan : etilasetat (3:1).

Identifikasi senyawa menggunakan larutan AlCl₃ untuk flavonoid, FeCl₃ untuk polifenol, *Dragendorff* untuk alkaloid dan anisaldehyd-asamsulfat untuk senyawa terpenoid (Wagner *et al.*,1984).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak kental yang diperoleh ditimbang dan dibandingkan bobotnya dengan simplisia awal yang digunakan. Perbandingan dalam persen menyatakan nilai rendeman dari ekstrak tersebut. Hasil rendeman ekstrak etanol daun yakon *Smallanthus sonchifolius* adalah sebesar 22,4%.

Tahap selanjutnya setelah proses ekstraksi adalah fraksinasi. Proses tersebut dilakukan dengan metode *Vaccum Liquid Chromatography* menggunakan 7 variasi fase gerak yaitu n-heksan 100%, n-heksan:etil asetat (30:20), n-heksan:etil asetat (20:30), etil asetat 100%, etil asetat:metanol (30:20), etil asetat:metanol (20:30), metanol 100% masing-masing volume 100 mL. Yang kemudian disebut fraksi 1-7. Hasil rendemen fraksi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rendemen Fraksi dari Ekstrak Etanol Daun *Smallanthus sonchifolius*

Fraksi	Bobot (g)
n-heksan 100% [F1]	n/a
n-heksan : etil asetat (30:20) [F2]	1,2426
n-heksan : etil asetat (20:30) [F3]	1,2851
etil asetat 100% [F4]	1,18
etil asetat : metanol (30:20) [F5]	1,2837
etil asetat : metanol (20:30) [F6]	1,1634
metanol 100% [F7]	1,0627

Total flavonoid dan total fenolik adalah metode yang dapat melihat secara kuantitatif jumlah senyawa-senyawa fenolik di dalam suatu tanaman. Kadar total flavonoid pada

ekstrak etanol daun yakon sebesar 98,229 mg QE/ g ekstrak. Hal tersebut menandakan bahwa setiap 1 gram ekstrak yakon memiliki kadar senyawa flavonoid sebesar 98,229 mg. Hal ini juga berlaku pada perhitungan total fenolik. Hasil perhitungan menunjukkan angka 27,246 mg GAE/ g ekstrak. Hasil tersebut bermakna bahwa setiap 1 gram ekstrak yakon memiliki senyawa fenolik dengan kadar 27,246 mg.

Pengujian antioksidan dilakukan dengan dua metode yaitu DPPH dan CUPRAC. Selain itu untuk metode DPPH juga dilakukan pengujian secara kualitatif. Pengujian kualitatif ini dilakukan untuk melihat lebih awal apakah ada aktivitas antioksidan dari sampel.

Pengujian antioksidan DPPH pada penelitian ini dilakukan menggunakan plat KLT yang telah di eluasi dan ditotolkan sampel. Terdapat bercak putih kekuningan pada plat KLT. Hal ini menunjukkan secara kualitatif ekstrak yakon memiliki efek antioksidan. Pengujian secara kualitatif juga dilakukan pada fraksi dari ekstrak yakon. Terlihat adanya bercak putih kekuningan pada fraksi nomor 4,5,6 dan 7. Hal ini dapat diartikan bahwa senyawa-senyawa antioksidan yang terdapat pada daun yakon memiliki sifat semipolar hingga polar.

Fraksi-fraksi yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian antioksidan secara kuantitatif dengan metode DPPH maupun CUPRAC. Metode DPPH digunakan untuk melihat daya antioksidan suatu senyawa dengan adanya reduksi antara DPPH dengan senyawa oksidan (Pokorny *et al.*, 2001). Dari hasil penelitian diperoleh nilai

Tabel 2. Hasil Pengujian Antioksidan

Fraksi	Nilai IC ₅₀ DPPH (µg/mL)	CUPRAC (µmol Rutin Equivalence/ ekstrak) g
F4	106,57	31407,79
F5	220,93	19566,95
F6	141,02	16323,10
F7	285,47	14469,49
Kuersetin	2,61	-

*Ket: pengujian dilakukan pada fraksi 4 hingga fraksi 7 berdasarkan hasil uji kualitatif yang menunjukkan fraksi-fraksi tersebut memiliki aktivitas antioksidan

Kapasitas antioksidan yang terbaik adalah pada fraksi empat dan enam yaitu dengan IC₅₀ sebesar 106,57 µg/mL dan 141,02 µg/mL seperti yang terlihat pada tabel 2. Hasil tersebut dinilai cukup baik walaupun jauh dari angka kontrol positifnya yaitu kuersetin dengan IC₅₀ 2,61 µg/mL. Namun, mengingat kontrol positif merupakan senyawa murni dan tunggal maka nilai aktivitas antioksidan dari fraksi empat dan enam masih dapat dikatakan cukup baik.

Pengujian aktifitas antioksidan dengan metode CUPRAC juga memperlihatkan adanya aktifitas antioksidan yang positif. Nilai aktifitas antioksidan fraksi 4 adalah 31407,79 µmol Rutin Equivalence/g ekstrak dan fraksi 6 sebesar 16323,10 µmol Rutin Equivalence/g ekstrak (tabel 2). Metode CUPRAC sendiri digunakan lebih banyak pada pengujian kapasitas antioksidan untuk senyawa-senyawa fenolik (Apak, 2008). Oleh karena itu, dari fraksi-fraksi tersebut diprediksi memiliki kandungan senyawa-senyawa fenolik yang cukup banyak.

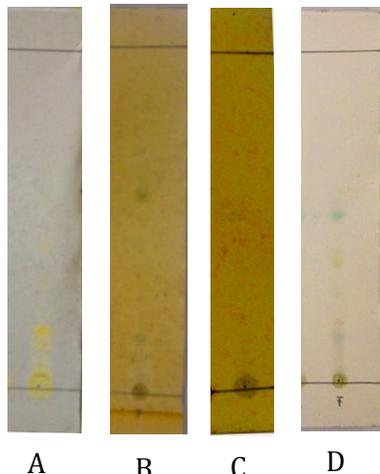
Hasil pengujian kapasitas antioksidan DPPH dan CUPRAC menunjukkan bahwa fraksi 4 memiliki aktivitas yang terbaik.

Identifikasi senyawa secara kuantitatif (total fenolik dan total flavonoid) juga dilakukan dengan kualitatif. Identifikasi dilakukan dengan deteksi flavonoid, polifenol, alkaloid dan terpenoid. Identifikasi senyawa dilakukan fraksi yang memiliki daya antioksidan paling kuat yaitu fraksi nomor 4.

Hasil pengujian identifikasi flavonoid dengan menggunakan plat KLT yang telah di totolkan sampel, dieluasi dan kemudian di semprot menggunakan AlCl₃ memperlihatkan hasil yang positif dengan ditandai oleh bercak berwarna kuning pada fraksi.

Hasil pengujian identifikasi senyawa polifenol menggunakan pereaksi semprot FeCl₃.

Setelah proses eluasi dan penyemprotan pada fraksi memiliki hasil yang positif. Hal ini dapat terlihat pada bercak berwarna biru kehijauan pada plat KLT yang telah disemprot dengan pereaksi FeCl_3 .



Gambar 1. Hasil identifikasi senyawa (A : Flavonoid; B: Polifenol; C: Alkaloid; D: Terpenoid)

Pengujian deteksi senyawa alkaloid dilakukan dengan menggunakan pereaksi semprot *Dragendorff*. Setelah dilakukan penotolan dan eluasi dengan fase gerak, plat KLT di semprot menggunakan pereaksi *Dragendorff*. Hasil pengamatan tidak terlihat adanya senyawa alkaloid pada fraksi, dimana tidak ada bercak berwarna merah bata yang muncul setelah dilakukan penyemprotan. Pengamatan juga dilakukan untuk melakukan identifikasi terhadap senyawa terpenoid. Deteksi menggunakan pereaksi semprot anisaldehyd-asam sulfat. Dari hasil pengamatan yang dilakukan diperoleh bahwa fraksi yang di uji positif mengandung senyawa terpenoid. Hal ini dapat dilihat pada timbulnya bercak biru dan merah pada plat KLT.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa daun yacon (*Smallanthus sonchifolius*) diketahui memiliki

kandungan senyawa flavonoid, polifenol, fenolik dan terpenoid. Secara kuantitatif juga diketahui bahwa kandungan flavonoid pada ekstrak sebesar 98,229 mg QE/ g ekstrak dan fenolik sebesar 27,246 mg GAE/ g. Hasil pengamatan aktifitas antioksidan diperoleh aktifitas peredaman radikal bebas DPPH sebesar IC_{50} 106,57 $\mu\text{g/mL}$ dan CUPRAC sebesar 31407,79 μmol Rutin Equivalence/g ekstrak.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade, E.F. Leone, R.S. Ellendersen, L.N, dan Masson, M.L. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity of extract of leaves and flowers of Yacon(*Smallanthus sonchifolius*). *Industrial Crops and Products*, 499-506.
- Apak, R., Gu'c_lu, K., O' zyu'rek, M., dan Esin C_elik, S. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Springer-Verlag*, 160. 413-419.
- Battu, G.R. Ethadi, S.R. Veda Priya, G. Swathi Priya, K. Chandrika, K. Venkateswara dan Rao, A. (2011). Evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activity of *Euphorbia heyneana* Spreng. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1, S191-S194.
- Benzie, I.F. dan Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239, 70-76.
- Chang, C.C. Yang, M.H. Wen, H.M. dan Chern, J.C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3). 178-182.
- Gaikwad, P. Barik, A. Priyadarsini, K.I. dan Rao, B.S.M. (2010). Antioxidant activities of phenols in different solvents using DPPH

- assay. *Research on Chemical Intermediates*, 36, 1065–1072.
- Hossain, M.A. Al-Raqmi, K.A.S. Al-Mijizy, Z.H. Weli, A.M. dan Al-Riyami, Q. (2013). Study of total phenol, flavonoid contents and phytochemical screening of various leaves crude extracts of locally grown *Thymus vulgaris*. *Asian Pac J Trop Biomed*, 3(9). 705-710
- Jumaryatno, P. Nugraha, A.T., dan Anshory, H. (2015). *Potensi antidiabetes ekstrak dan fraksi daun Yacon (Smallanthus sonchifolius) terhadap penghambatan enzim α -Glukosidase*. Prosiding Symposium Himpunan Kimia Bahan Alam. Malang, 10-11 November.
- Pokorny, J. Yanishlieva, N. dan Gordon, M. (2001). Antioxidants in Food: Practical Applications. *Elsevier*, 15-60.
- Rohman, A. Riyanto, S. Dahliyanti, R. dan Pratomo, D. (2009). Penangkapan radikal 2,2-Difenil-1-Pikril Hidrazil oleh ekstrak buah *Psidium guajava*.L dan *Averrhoa carambola* L. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 7(1). 1-5.
- Russo, D. Valentão, P. Andrade, P. Fernandez, E. dan Milella, L. (2015). Evaluation of antioxidant, antidiabetic and anticholinesterase activities of *Smallanthus sonchifolius* Landraces and correlation with their phytochemical profiles. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 17696-17718.
- Sarker, S.D. dan Nahar, L. 2012. Natural products isolation: methods and protocols, third Edition. Springer Protocols. Humana Press.
- Sousa, S. Pinto, J. Rodrigues C. Gao M. Pereira C. Tavarina F. Malcata F.X. Gomes A. Pacheco, M.T. B. dan Pintado, M. (2015). Antioxidant properties of sterilized yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour. *Food Chemistry*, 188. 504-509.
- Tekenaka, M., Yan, X., Ono, H., Yoshida, M., Nagata, T., dan Nakanishi, T., (2003). Caffeic acid derivatives in roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *J. Agric. Food Chem.* 51. 793–796.
- Wagner, H. Bladt, S. dan Zgainski, E.M. (1984). Plant drugs analysis: A thin layer chromatography atlas. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg GmbH.
- Waris, G. dan Ahsan, H., (2006). Reactive oxygen species: role in the development of cancer and various chronic conditions. *Journal of carcinogenesis*, 5 (14).