

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 7, No. 1, April 2019



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, berisi 15 naskah untuk setiap nomornya baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Mulai edisi ini ada perubahan dan penambahan anggota Dewan Redaksi jurnal berdasarkan SK Nomor 01/ KEP/KP/I/2019 yang dimaksudkan untuk meningkatkan pelayanan dan pengelolaan naskah sehingga penerbitannya tepat waktu. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi
Pertanian, IPB Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia

Dewan Redaksi:

Ketua : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)
Anggota : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)
(*editorial board*) Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya)
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)
Nanik Purwanti ((Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc
Food Research Center Irlandia)
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)
Anggota : Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, IPB University)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, Institut Pertanian Bogor)
Agus Ghautsun Niam (Scopus ID: 57205687481, IPB University)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680. Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026, E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 7 No. 1 April 2019. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Slamet Budijanto, M.Agr (Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Bambang Haryanto, MS. (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi), Dr.Ir. Hermantoro, MS. (INSTIPERYogyakarta), Dr.Ir. I Wayan Astika, MS (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Lenny Saulia, STP, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Wayan Budiastra, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Gatot Pramuhadi, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr. Satyanto Krido Saptomo, STP, M.Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Yuli Suharnoto, M.Eng (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Roh Santoso Budi Waspodo, MT (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Arief Sabdoyuwono, M.Sc (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiut Pertanian Bogor), Dr. Radi, STP, M.Eng. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Andri Prima Nugroho, STP, M.Sc, Ph.D. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr. Sri Rahayoe, STP, MP. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Diding Suhandy, STP, M.Agr, Ph.D (Jurusan Teknik Pertanian. Universitas Lampung), Eni Sumarni, STP, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Dr. Noor Roufiq Ahmadi, STP, MP (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura), Dr. Kurniawan Yuniarto, STP, MP (Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram), Dr. Andasuryani, STP, M.Si (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Moh. Agita Tjandra, M.Sc, Ph.D (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas).

Technical Paper

Studi Variasi Kuat Medan Listrik PEF dan Metode Pengeringan Bahan Terhadap Senyawa Antioksidan Ekstrak Daun Torbangun (*Coleus amboinicus* L.)

*Study of Pulsed Electric Field Strength and Drying Method on Antioxidant of Torbangun (*Coleus amboinicus* L.) Extract*

Shinta Rosalia Dewi, Program Studi Teknologi Bioproses, Universitas Brawijaya. Email: shintarosalia@ub.ac.id
Nani Sumarni, Program Studi Teknologi Bioproses, Universitas Brawijaya. Email: xxx@yahoo.com
Ni'matul Izza, Program Studi Teknologi Bioproses, Universitas Brawijaya. Email: izza.nimatul@gmail.com
Angky Wahyu Putranto, Program Studi Teknologi Bioproses, Universitas Brawijaya.
Email: angkywahyu@ub.ac.id
Bambang Susilo, Program Studi Teknologi Bioproses, Universitas Brawijaya. Email: bmsusilo@gmail.com

Abstract

*Torbangun leaf (*Coleus amboinicus* L.) is an Indonesian plant containing phenolic and flavonoid compounds that act as antioxidants. One method widely used to extract antioxidants from plants is maceration. However, maceration has disadvantages such as time- and solvent-consuming also gives a low yield. Therefore, to solve these disadvantages, the extraction of antioxidant compounds from torbangun leaves has been done using the maceration method with Pulsed Electric Field (PEF) as pretreatment. Before the extraction process, fresh torbangun leaves were dried by using two methods: oven and microwave. Next, torbangun dried-leaves were pretreated by using PEF at various electric field strengths (1.5; 2; 2.5; 3; and 3.5 kV/cm) for 20 seconds and followed by a four hours maceration process. Total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) of extracts were then analyzed using Folin Ciocalteu and Calorimetric $AlCl_3$ methods, respectively. While antioxidant activity (IC_{50}) was determined using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). The results showed that the best result was obtained on microwave-dried material with PEF pretreatment at 2.5 kV/cm, yielding extract yield of 18.85% with TPC, TFC and IC_{50} were 60.16 mg GAE/g dw, 34.94 mg QE/g dw, and 0.98 mg/ml, respectively.*

Keywords: torbangun leaves, Pulsed Electric Field (PEF), flavonoid, phenolic, antioxidant

Abstrak

Daun torbangun (*Coleus amboinicus* L.) merupakan tanaman etnobotani Indonesia yang mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang dapat berperan sebagai antioksidan. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengekstraksi antioksidan dari tanaman adalah maserasi. Namun, maserasi mempunyai kelemahan yaitu lamanya waktu dan banyaknya pelarut yang digunakan untuk ekstraksi, serta rendahnya kandungan senyawa antioksidan yang terekstrak. Oleh karena itu, pada penelitian ini, proses ekstraksi antioksidan dari daun torbangun dilakukan dengan metode maserasi yang dimodifikasi dengan *pretreatment* menggunakan *Pulse Electric Field* (PEF) guna mempersingkat waktu ekstraksi, meminimalkan penggunaan pelarut dan meningkatkan kandungan senyawa antioksidan, khususnya senyawa fenolik. Sebelum dilakukan proses ekstraksi, daun torbangun dikeringkan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode oven dan microwave. Selanjutnya, daun torbangun kering di-*pretreatment* dengan PEF pada berbagai variasi kuat medan listrik (1.5; 2; 2.5; 3; dan 3.5 kV/cm) selama 20 detik dan dilanjutkan dengan proses maserasi selama 4 jam. Larutan ekstrak yang diperoleh kemudian dianalisis kandungan total fenolik (*Total Phenolic Content*, TPC) dan flavonoidnya (*Total Flavonoid Content*, TFC) serta aktivitas antioksidannya (IC_{50}). Analisis TPC dan TFC masing-masing dilakukan dengan metode Folin Ciocalteu dan kalorimetri $AlCl_3$, sedangkan pengujian IC_{50} dilakukan dengan menggunakan metode 1,1-difenil-2-pikrihidrazil (DPPH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tertinggi diperoleh pada daun torbangun yang dikeringkan dengan *microwave* (daya 450 watt selama 4 menit) dan di-*pretreatment* menggunakan PEF pada kuat medan listrik 2.5 kV/cm, menghasilkan rendemen ekstrak sebanyak 18.85% dengan TPC, TFC dan IC_{50} masing-masing sebesar 60.16 mg GAE/g dw, 34.94 mg QE/g dw, dan 0.98 mg/ml.

Kata kunci: daun Torbangun, Pulsed Electric Field (PEF), flavonoid, fenolik, antioksidan

Diterima:

; Disetujui:

Pendahuluan

Torbangun (*Coleus amboinicus* L.), tanaman etnobotani dari Sumatera Utara, dilaporkan mempunyai kandungan fenolik dan flavonoid yang dapat berperan sebagai antioksidan. Beberapa penelitian melaporkan bahwa torbangun mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik, alkaloid, terpenoid, saponin, tannin, dan flavonoid (Andarwulan et al. 2014; Damanik et al. 2017). Senyawa flavonoid ditemukan dalam torbangun sebagai apigenin, mirisetin, kaempferol, kuersetin dan luteolin (Andarwulan et al. 2014). Adanya kandungan senyawa bioaktif tersebut menjadikan daun torbangun mempunyai sifat sebagai antiinflamasi dan antitumor (Pavla et al. 2009), antihiperlipidemik (Suryowati, et al., 2015), antioksidan (Kumaran and Karunakaran 2006), dan juga dapat menyerang sel kanker payudara (Yulianto et al. 2017). Antioksidan adalah senyawa yang dapat memperlambat atau mencegah stress oksidatif pada sel dengan menghambat inisiasi reaksi oksidasi sel dengan cara mendonorkan satu atom protonnya sehingga radikal bebas menjadi stabil dan tidak bersifat reaktif. Sebagian besar antioksidan banyak digunakan sebagai bahan pada pembuatan kosmetik dan minyak sayur, seperti BHA, butyl hidroksil toluene (BHT), tert-butyl hidroksil kuinon (TBHQ). Senyawa tersebut merupakan antioksidan sintetik yang mempunyai efek samping yang cukup berbahaya, seperti bersifat karsinogenik (pemicu kanker). Oleh karena itu, dibutuhkan antioksidan alami yang aman digunakan, seperti daun kenikir (Izza et al. 2016; Putranto et al. 2018), jamur tiram (Dewi et al. 2018), daun kemangi (Andarwulan et al. 2012) dan daun torbangun (Yulianto et al. 2017).

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengekstrak senyawa fenolik dari tanaman, seperti maserasi (Sulaiman et al. 2011), sonikasi (Mediani et al., 2013; Kusriani et al., 2017), dan *microwave-assisted extraction* (Dewi et al. 2017; Périno et al. 2016; Putranto et al. 2018). Maserasi merupakan metode yang banyak digunakan untuk ekstraksi senyawa fenolik karena metodenya yang sederhana dan murah. Namun, ekstraksi dengan maserasi mempunyai kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang lama, pelarut yang banyak, dan menghasilkan rendemen yang rendah. Oleh karena itu, pada penelitian ini, ekstraksi senyawa antioksidan dari daun torbangun akan dilakukan dengan metode maserasi yang dimodifikasi dengan adanya *pretreatment* menggunakan *Pulsed Electric Field* (PEF) untuk memperpendek waktu ekstraksi, menurunkan penggunaan pelarut dan meningkatkan rendemen.

Sukardi et al. (2014) menyatakan bahwa PEF merupakan suatu proses *non-thermal* dengan menggunakan kejutan listrik intensitas tinggi yang didasarkan pada aplikasi denyut pendek

pada tegangan tinggi ke bahan yang ditempatkan atau dilewatkan di antara dua elektroda. Aplikasi teknologi PEF mengakibatkan disintegrasi pada sel atau terjadi sel lisis akibat kerusakan membran sel karena medan listrik tegangan tinggi yang diberikan pada bahan. Terjadinya sel lisis dapat meningkatkan proses transportasi massa sehingga dapat meningkatkan rendemen ekstrak. Selain dipengaruhi oleh tegangan PEF, rendemen dan kualitas ekstrak juga dipengaruhi oleh kondisi bahan. Ekstraksi pada bahan kering dimungkinkan menghasilkan ekstrak dengan rendemen senyawa antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan pada bahan segar. Octavia, et al. (2010) melaporkan bahwa ekstrak dari bahan yang dikeringkan dengan *microwave* mempunyai senyawa fenolik yang lebih tinggi daripada bahan yang dikeringkan dengan oven.

Tingginya potensi antioksidan pada daun torbangun menjadi alasan untuk dilakukannya proses ekstraksi. Dalam penelitian ini, ekstraksi dilakukan dengan metode PEF guna meningkatkan rendemen dan memperpendek waktu ekstraksi. Kuat medan listrik PEF dan proses pengeringan daun torbangun menjadi dua parameter yang diteliti. Selanjutnya, nilai TPC, TFC dan IC₅₀ pada setiap ekstrak dianalisis untuk mengetahui kualitas senyawa antioksidannya.

Bahan dan Metode

Bahan penelitian

Semua bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini berkualitas *pure analysis* (p.a), yaitu metanol (Merck), natrium karbonat (Merck), Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich Chemicals), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH) (Sigma-Aldrich Chemicals), asam galat (J.T. Baker). Sementara daun torbangun segar diperoleh dari petani di Bekasi, Indonesia.

Ekstraksi senyawa antioksidan daun torbangun

Daun torbangun segar dipotong menjadi dua bagian dengan berat yang sama. Daun bagian pertama dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 48 jam, sedangkan bagian kedua dikeringkan dengan *microwave* dengan daya 450 watts selama 4 menit. Selanjutnya, daun torbangun kering dikecilkan ukurannya hingga 18 mesh, dan diekstraksi dengan pelarut akuades dengan rasio daun kering:pelarut sebesar 1:40. Sebelum proses ekstraksi, sampel di-*pretreatment* menggunakan PEF (frekuensi 8 kHz dan lebar pulsa 80 µs) dengan kuat medan listrik 1.5, 2, 2.5, 3, dan 3.5 kV/cm selama 20 detik. Setelah *pretreatment*, sampel diekstraksi dengan maserasi selama 4 jam. Larutan ekstrak yang diperoleh selanjutnya disaring dan dievaporasi dengan *rotary vacuum evaporator* (Heidolph, 220 V) pada 50°C dan 60 rpm. Larutan

ekstrak pekat kemudian dianalisis TPC, TFC, dan IC_{50} nya. Proses ekstraksi dilakukan tanpa ulangan, dan analisis datanya dilakukan secara deskriptif.

Penentuan *total phenolic content* (TPC)

(Modifikasi Liu, Wei, dan Liao 2013)

TPC ekstrak daun torbangun dianalisis dengan metode Folin-Ciocalteu, menggunakan asam galat sebagai larutan standar. Sebanyak 0.5 ml asam galat (dengan berbagai variasi konsentrasi) ditambah dengan 2.5 ml Folin-Ciocalteu 10% kemudian diinkubasi selama 5 menit. Selanjutnya, 2 ml natrium karbonat 7.5% ditambahkan ke dalam campuran dan diinkubasi selama 15 menit. Setelah proses inkubasi, setiap sampel dianalisis dengan Spektrofotometer UV-Visible (Genesys 10) pada panjang gelombang 760 nm. Untuk pengujian TPC pada sampel, dilakukan preparasi sampel yang sama dengan pengujian larutan standar asam galat. TPC yang diperoleh dinyatakan sebagai *milligram Gallic Acid Equivalents (mg GAE) per gram dry weight (gram dw)*.

Penentuan *total flavonoid content* (TFC)

(Modifikasi Li, *et al.* 2007)

Analisis TFC ekstrak daun torbangun dilakukan menggunakan metode kalorimetri dengan kuersetin sebagai standar. Untuk setiap sampel ekstrak atau standar, sebanyak 0.3 ml $NaNO_2$ 20% ditambahkan ke dalam 3 ml sampel (2.5 ml sampel ditambah 0.5 ml akuades) dan diinkubasi selama 6 menit. Setelah inkubasi, sebanyak 0.3 ml $AlCl_3$ 10% ditambahkan ke dalam campuran dan diinkubasi selama 6 menit. Selanjutnya, 4 ml NaOH 1 M dan 2.4 ml akuades ditambahkan ke dalam campuran dan diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi setiap sampel dibaca dengan Spektrofotometer UV-Visible (Genesys 10) pada panjang gelombang 350 nm. TFC dinyatakan sebagai *milligram Quercetin Equivalents (mg QE) per gram dry weight (gram dw)*.

Penentuan aktivitas antioksidan (Modifikasi Liu, Wei, dan Liao 2013)

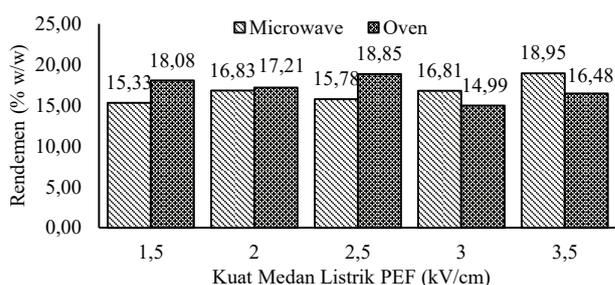
Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode DPPH. Larutan induk DPPH 0.2 mM dalam metanol disiapkan. Sebanyak 0.5 ml ekstrak dengan konsentrasi 1, 0.75, 0.5, 0.25 dan 0 mg/ml, masing-masing ditambah dengan 3.5 ml metanol dan 1 ml larutan DPPH. Sebagai blanko, disiapkan 0.2 ml larutan DPPH 0.2 mM dan ditambahkan ke dalam 2 ml metanol. Selanjutnya masing-masing sampel diinkubasi selama 30 menit sebelum absorbansinya diukur dengan Spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai IC_{50} , ditentukan dengan membuat kurva konsentrasi sampel versus %inhibition.

Hasil dan Pembahasan

Rendemen ekstrak daun torbangun

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, rendemen ekstrak daun torbangun yang dikeringkan baik dengan microwave maupun oven menunjukkan nilai yang fluktuatif, seperti terlihat pada Gambar 1. Secara umum, rendemen ekstrak daun torbangun yang dikeringkan dengan oven lebih tinggi dibandingkan yang dikeringkan dengan microwave. Namun demikian, rendemen tertinggi (18.95% w/w) diperoleh pada daun torbangun yang dikeringkan dengan microwave dan di-pretreatment dengan PEF pada kuat medan listrik 3.5 kV/cm, sedangkan rendemen terkecil (14.99% w/w) didapatkan pada bahan yang dikeringkan dengan oven dan di-pretreatment dengan PEF pada 3 kV/cm. Semakin besar kuat medan listrik yang diberikan pada bahan, rendemen ekstrak relatif meningkat. Hal ini dimungkinkan karena semakin besar kuat medan listrik yang diberikan, semakin besar kerusakan mesofil berupa pembentukan pori melebar yang *irreversible* yang menyebabkan analit semakin mudah untuk keluar dari sel. Akibatnya rendemen hasilnya meningkat.

Apabila rendemen hasil penelitian dibandingkan dengan rendemen pada penelitian ekstraksi lainnya, maka diketahui bahwa *pretreatment* PEF sebelum proses ekstraksi dapat meningkatkan rendemen ekstrak. Pada penelitian ini, diperoleh rendemen ekstrak sebesar 18.85%, sementara Tobing *et al.* (2017) yang melakukan ekstraksi fenolik dari daun torbangun dengan maserasi selama 48 jam hanya memperoleh rendemen sebesar 0.84%. Hal ini membuktikan bahwa PEF dapat memperpendek waktu ekstraksi menjadi 12 kali lebih cepat dan meningkatkan rendemen sebesar 22 kali lebih tinggi. *Pretreatment* dengan PEF dapat meningkatkan rendemen karena PEF dapat menyebabkan elektroporasi pada membran sel yang mengakibatkan terbentuknya pori lebar oleh adanya muatan medan listrik yang diberikan. Semakin besar medan listrik yang diberikan maka pori yang terbentuk akan lebih besar, pemberian medan listrik yang terus menerus akan mengakibatkan pori yang terbentuk semakin besar sehingga formasi membran sel menjadi rusak dan tidak dapat kembali pada bentuk semula. Kerusakan pada membran sel dapat membuat proses ekstraksi senyawa yang diinginkan menjadi lebih cepat karena kemampuan permeabilitas terhadap selektivitas bahan lebih



Gambar 1. Rendemen Ekstrak Daun Torbangun

rendah. Selain itu, proses elektroporasi pada sel tanaman dapat digunakan untuk meningkatkan ekstraksi metabolit intraseluler yang diminati secara ekonomis berdasarkan pengaturan permeabilitas bukan hanya pada membran sel, tetapi juga pada vakuola dimana metabolit umumnya berada (Nisak et al. 2014).

Total phenolic content (TPC) ekstrak daun torbangun

TPC ekstrak daun torbangun yang dikeringkan dengan oven dan microwave masing-masing berkisar antara 3.61–5.12 mg GAE/g dw, dan 39.08–60.16 mg GAE/g dw, seperti ditampilkan pada Gambar 2. Secara umum, TPC ekstrak daun torbangun yang dikeringkan dengan microwave lebih tinggi dibandingkan TPC ekstrak daun torbangun yang dikeringkan dengan oven. Hal ini disebabkan karena waktu pengeringan dengan microwave lebih singkat yaitu 4 menit sehingga senyawa yang bersifat termolabil seperti senyawa fenolik dan turunannya tidak terurai selama proses pengeringan. Sebaliknya, pengeringan bahan menggunakan oven berlangsung lebih lama yaitu selama 48 jam, sehingga memungkinkan adanya reaksi enzimatis yang terjadi selama proses pengeringan yang dapat mengakibatkan senyawa fenolik di dalam bahan akan terpolimerisasi dan teroksidasi sehingga kandungan total fenoliknya menjadi lebih rendah (Octavia et al. 2010)

Berdasarkan Gambar 2, nilai TPC ekstrak daun torbangun tertinggi (60.16 mg GAE/g dw) didapatkan pada perlakuan PEF-microwave dengan kuat medan listrik 2.5 kV/cm. Nilai TPC ekstrak hasil perlakuan pengeringan dengan microwave maupun oven menunjukkan trend yang sama, yaitu TPC meningkat saat sampel di-pretreatment dengan PEF

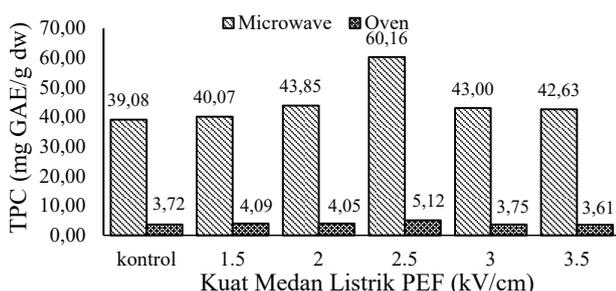
pada 1.5 hingga 2.5 kV/cm, namun kemudian nilai TPC menurun ketika kuat medan listrik dinaikkan. Semakin besar kuat medan listrik yang diberikan, semakin efektif elektroporasi pada membran sel bahan sehingga memungkinkan senyawa fenolik yang terekstrak semakin tinggi. Akan tetapi, ketika kuat medan listrik PEF dinaikkan hingga di atas 3 kV/cm, TPC ekstrak semakin menurun. Hal ini karena besarnya kuat medan listrik yang diberikan dapat merusak senyawa fenolik yang telah terekstrak.

Apabila hasil analisis TPC ekstrak dibandingkan dengan rendemen ekstrak, diketahui bahwa rendemen ekstrak hasil perlakuan pengeringan dengan oven lebih tinggi dibandingkan dengan microwave, akan tetapi nilai TPC-nya lebih rendah hampir 10 kali daripada TPC ekstrak perlakuan microwave. Hal ini membuktikan bahwa banyaknya ekstrak yang terambil dari bahan tidak selalu mengandung senyawa fenolik yang tinggi. Perlakuan dengan oven memberikan hasil rendemen yang lebih tinggi namun mengandung senyawa fenolik yang lebih rendah dimungkinkan karena senyawa fenolik yang telah terekstrak mengalami kerusakan karena paparan suhu oven yang terlalu lama.

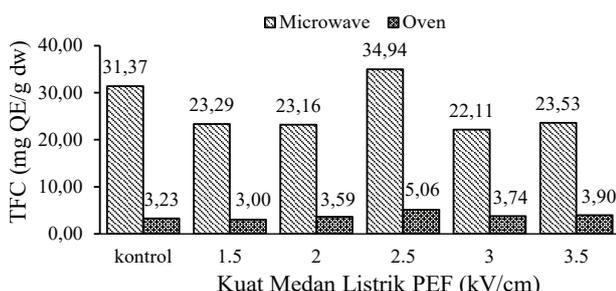
Total flavonoid content (TFC) ekstrak daun torbangun

Flavonoid merupakan salah satu senyawa fenolik. Hasil pengujian TFC ditampilkan pada Gambar 3. Dapat dilihat bahwa nilai TFC ekstrak perlakuan pengeringan dengan microwave 6 kali lebih tinggi daripada dengan oven. Nilai TFC ekstrak perlakuan microwave berkisar antara 22.11–34.94 mg QE/g dw, sedangkan TFC perlakuan oven sekitar 3.00–5.06 mg QE/g dw. Hal ini dimungkinkan karena pengeringan dengan microwave membutuhkan waktu yang lebih singkat sehingga dapat mencegah kerusakan flavonoid maupun reaksi enzimatis yang menyebabkan senyawa flavonoid terpolimerisasi dan teroksidasi karena adanya panas.

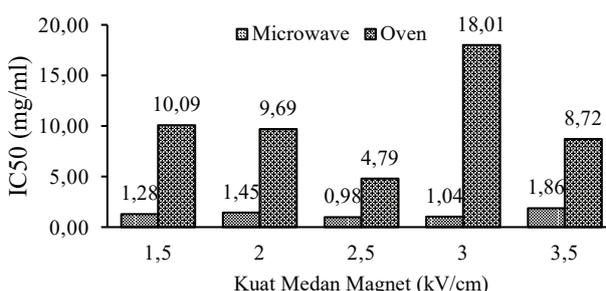
Selain dipengaruhi oleh metode pengeringan, kandungan flavonoid juga dipengaruhi oleh kuat medan listrik PEF. Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa naiknya kuat medan listrik dapat meningkatkan senyawa flavonoid yang terekstrak dari daun torbangun, namun kemudian turun setelah pretreatment PEF dengan kuat medan listrik 3 kV/cm. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan 2.5 kV/cm yaitu ekstrak dengan nilai TFC sebesar



Gambar 2. Nilai TPC Ekstrak Daun Torbangun.



Gambar 3. Nilai TFC Ekstrak Daun Torbangun.



Gambar 4. Nilai IC₅₀ Ekstrak Daun Torbangun.

34.94 mg QE/g dw. Semakin besar kuat medan listrik yang diberikan, semakin efektif elektroporasi pada membran sel bahan sehingga memungkinkan senyawa flavonoid yang terekstrak semakin tinggi. Namun ketika kuat medan listrik PEF dinaikkan hingga di atas 2.5 kV/cm, TPC ekstrak semakin menurun karena senyawa flavonoid yang telah terekstrak dari bahan mengalami kerusakan akibat tingginya kuat medan listrik yang diberikan. Hasil ini sesuai dengan nilai TPC ekstrak (Gambar 2), karena flavonoid merupakan senyawa turunan fenolik. Semakin tinggi kandungan flavonoid, semakin tinggi kandungan fenolik dalam ekstrak. Kandungan fenolik dan flavonoid tertinggi pada penelitian ini dengan kuat medan listrik PEF 2.5 kV/cm juga sesuai dengan penelitian Putranto *et al.* (2014), dimana pada kuat medan listrik 2.5 kV/cm, didapatkan kandungan karotenoid tertinggi pada ekstraksi ampas wortel menggunakan PEF. Perlakuan PEF pada kuat medan listrik yang rendah (0.7–3 kV/cm) sangat cocok untuk meningkatkan transfer massa senyawa penting, seperti fenol, flavonoid, karotenoid dari matriks jaringan biologi tanaman (Donsi *et al.* 2010; Putranto *et al.* 2014).

Walaupun demikian, kandungan flavonoid pada ekstrak kontrol (maserasi tanpa PEF) justru mempunyai nilai yang lebih tinggi daripada kandungan flavonoid ekstrak dari hasil *pretreatment* PEF pada 1 dan 1.5 kV/cm, padahal nilai TPC-nya lebih rendah. Hal ini dimungkinkan karena pemberian kuat medan listrik pada saat *pretreatment* sebelum ekstraksi menyebabkan kerusakan senyawa fenolik selain flavonoid dalam ekstrak daun torbangun seperti alkaloid, tannin, terpenoid, dan saponin, sehingga sebagian besar senyawa fenolik yang terdapat dalam ekstrak adalah flavonoid.

Aktivitas antioksidan (IC_{50}) ekstrak daun torbangun

Aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai IC_{50} (*Inhibitor Concentration 50%*) yang menyatakan banyaknya konsentrasi ekstrak yang dapat mereduksi sebanyak 50% senyawa oksidan (diasumsikan sebagai DPPH). Semakin besar nilai IC_{50} , maka semakin rendah aktivitas antioksidannya, begitu juga sebaliknya. Berdasarkan hasil analisis aktivitas antioksidan yang disajikan pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa aktivitas antioksidan ekstrak daun torbangun dengan perlakuan pengeringan microwave lebih tinggi daripada ekstrak pengeringan oven. Hal ini sesuai dengan data TPC (Gambar 2) dan TPF (Gambar 3) yang menunjukkan bahwa kandungan senyawa fenolik dan senyawa flavonoid ekstrak dengan perlakuan pengeringan microwave lebih tinggi dibandingkan perlakuan pengeringan oven.

Aktivitas antioksidan tertinggi ditunjukkan pada ekstrak daun torbangun dengan perlakuan pengeringan microwave dan *pretreatment* PEF dengan kuat medan listrik 2.5 kV/cm, yaitu 0.98

mg/ml. Sementara, aktivitas antioksidan terendah terdapat pada ekstrak daun torbangun dengan perlakuan pengeringan oven dan kuat medan listrik PEF 3 kV/cm, yaitu sebesar 19.01 mg/ml. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dinyatakan bahwa aktivitas antioksidan pada ekstrak daun torbangun dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenolik dan flavonoid dalam ekstrak. Semakin tinggi kandungan fenolik (TPC) dan flavonoid (TFC), semakin tinggi aktivitas antioksidannya sehingga semakin kecil nilai IC_{50} nya. Kusumowati *et al.* (2011) menyatakan bahwa nilai total fenolik dan total flavonoid berbanding terbalik dengan nilai IC_{50} yaitu semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas antioksidannya tinggi. Semakin banyak senyawa fenolik, semakin tinggi reaktifitas senyawa dalam mereduksi radikal bebas dan menstabilkan juga memindahkan elektron yang tidak berpasangan. Kemampuan meredam atau menangkap radikal bebas sangat dipengaruhi oleh gugus OH yang terdapat pada senyawa fenolik.

Hubungan TPC, TFC dan IC_{50} ditampilkan pada Gambar 5, di mana perlakuan kuat medan listrik pada 1.5 dan 2 kV/cm menunjukkan bahwa nilai TPC ekstrak mengalami peningkatan, sedangkan nilai TFC dan aktivitas antioksidannya mengalami penurunan (nilai IC_{50} nya meningkat). Hal ini membuktikan bahwa kandungan flavonoid (TFC) dalam ekstrak lebih berpengaruh terhadap nilai IC_{50} , di mana semakin tinggi kandungan flavonoid dalam ekstrak, semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Hal ini dimungkinkan karena kandungan terbesar dalam senyawa fenolik yang dapat berfungsi sebagai antioksidan adalah senyawa flavonoid.

Perbandingan ekstraksi PEF dengan maserasi

Sukardi *et al.* (2014) menyatakan bahwa PEF dapat meningkatkan rendemen ekstrak karena adanya pulsa listrik tegangan tinggi yang dapat menyebabkan elektroporasi dan mengaktifkan ekstraksi senyawa analit dari dalam bahan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 1. Senyawa ekstrak yang di-*pretreatment* dengan PEF sebelum dimaserasi mempunyai kandungan senyawa fenolik dan flavonoid yang lebih tinggi daripada dengan ekstrak yang diperoleh dengan maserasi tanpa perlakuan PEF. Tingginya kandungan senyawa antioksidan berupa senyawa fenolik dan flavonoid tersebut menyebabkan aktivitas antioksidan ekstrak menjadi lebih tinggi. Ekstrak hasil penelitian dengan *pretreatment* PEF mempunyai nilai TPC dan TFC sebesar 1.5 kali lebih tinggi dibandingkan TPC dan TFC ekstrak maserasi. Aktivitas antioksidan ekstrak hasil penelitian juga mempunyai nilai 10 kali lebih tinggi dari ekstrak maserasi, yaitu sebesar 0.98 mg/ml. Nilai ini menyatakan bahwa ekstrak daun torbangun merupakan antioksidan sangat kuat, di mana antioksidan dikatakan sangat kuat apabila nilai IC_{50} nya antara 0 sampai 50 ppm. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian beberapa

Tabel 1. Perbandingan Hasil TPC, TPF dan IC₅₀ Beberapa Penelitian

Hasil Penelitian	TPC	TFC	IC ₅₀
Maserasi 48 jam, pelarut etanol (Andarwulan et al. 2014)	18.87 mg/g dw	1.25 mg/g dw	
Maserasi 24 jam, bertingkat, pelarut etanol (Iwansyah et al. 2017)	8.8 mg/g	14.19 mg/g	161.21 µg/ml
Maserasi 4 jam	39.08 mg GAE/g dw	31.37 mg QE/ g dw	9.49 mg/ml
PEF, maserasi 4 jam	60.16 mg GAE/g dw	34.94 mg/g dw	0.98 mg/ml

peneliti sebelumnya. Andarwulan et al. (2014) melaporkan *pretreatment* PEF dapat meningkatkan nilai TPC dan TFC masing-masing sebesar 3 dan 8 kali lebih tinggi dengan waktu 12 kali lebih cepat dibandingkan dengan ekstrak fenolik tanpa *pretreatment* PEF (Tabel 1). Iwansyah et al. (2017) juga menyatakan bahwa adanya *pretreatment* PEF dapat meningkatkan TPC ekstrak sebesar 7 kali lebih tinggi dan TFC-nya 2 kali lebih tinggi, di mana waktu yang dibutuhkan hanya 4 jam.

Simpulan

Perlakuan pengeringan daun torbangun dengan microwave memberikan nilai rendemen yang lebih rendah daripada perlakuan dengan oven, namun ekstrak yang dihasilkan mempunyai nilai TPC dan TFC yang lebih tinggi. Selain dipengaruhi oleh proses pengeringan, nilai TPC dan TFC juga dipengaruhi oleh kuat medan listrik PEF, di mana kenaikan kuat medan listrik menyebabkan peningkatan nilai TPC dan TFC ekstrak. Nilai TPC dan TFC tertinggi diperoleh pada ekstrak dengan perlakuan pengeringan microwave dan *pretreatment* dengan PEF pada kuat medan listrik 2.5 kV/cm, yaitu masing-masing sebesar 60.16 mg GAE/g dw dan 34.94 mg QE/g dw. Peningkatan nilai TPC dan TFC ekstrak daun torbangun menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan, di mana nilai IC₅₀ terbaik sebesar 0.98 mg/ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi dengan *pretreatment* PEF dapat mempercepat waktu ekstraksi 12 kali lebih cepat, menghasilkan rendemen yang tinggi, serta menunjukkan nilai TPC dan TFC 1.5 kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode maserasi tanpa perlakuan PEF.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya atas dana dan fasilitas untuk penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Andarwulan, N., D. Kurniasih, R.A. Apriady, H. Rahmat, A.V. Roto, and B.W. Bolling. 2012. Polyphenols, carotenoids, and ascorbic acid in underutilized medicinal vegetables. *J. Func. Foods*. Vol 4: 339-347.
- Andarwulan, N., N.D. Yuliana, E. Hasna, S.A. Aziz, and T.D. Davis. 2014. Comparative analysis of three torbangun clones (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng) based on phenotypic characteristics and phenolic content. *American Journal of Plant Science*. Vol 5: 3673–3683.
- Damanik, R., L. Kustiyah, M. Hanafi, and A.C. Iwansyah. 2017. Evaluation lactogenic activity of ethyl acetate fraction of torbangun (*Coleus amboinicus* L.) leaves. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 101: 012007.
- Dewi, S.R., B.D. Argo, dan N. Ulya. 2018. Kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak *Pleurotus ostreatus*. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. Vol 11(1): 1–10.
- Dewi, S.R., L. Masyrifah, N. Izza, D.F. Al Riza, Y. Hendrawan, B.D. Argo, dan Y. Wibisono. 2017. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*. Vol 5(4, Spl): 56–59.
- Donsi, F., G. Ferrari, and G. Pataro. 2010. Applications of pulsed electric field treatments for the enhancement of mass transfer from vegetable tissue. *Food Engineering Reviews*. Vol 2: 109–130.
- Iwansyah, A.C., M.R.M. Damanik, L. Kustiyah, dan M. Hanafi. 2017. Potensi fraksi etil asetat daun torbangun (*Coleus amboinicus* L.) dalam meningkatkan produksi susu, bobot badan tikus, dan anak tikus. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 12(1): 61–68.
- Izza, N., S.R. Dewi, A.W. Putranto, D.R. Yuneri, dan M.Y.S., Dachi. 2016. Ekstraksi senyawa fenol daun kenikir (*Cosmos caudatus*) dengan pulse electric field (PEF). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 17(2): 91–96.
- Kumaran, A. and R.J. Karunakaran. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*. Vol 97: 109–114.

- Kusrini, E., D. Tristantini, dan N. Izza. 2017. Uji aktivitas ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai agen anti-katarak. *Jurnal Jamu Indonesia*. Vol 2(1): 30–36.
- Kusumowati, I.T.D., R. Melannisa, dan K. Ratri. 2011. Korelasi kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan daun jambu mete. *Biomedika*. Vol 3(2): 25–28.
- Li, W., R. Dai, Y. Yu, L. Li, C. Wu, W. Luan, W. Meng, X. Zhang, and Y. Deng. 2007. Antihyperglycemic effect of *Cephalotaxus sinensis* leaves and GLUT-4 translocation facilitating activity of its flavonoid constituents. *Biological & pharmaceutical bulletin*. Vol 30(6): 1123–1129.
- Liu, Y., S. Wei, and M. Liao. 2013. Optimization of ultrasonic extraction of phenolic compounds from *Euryale ferox* seed shells using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*. Vol 49: 837–843.
- Mediani, A., F. Abas, A. Khatib, and C.P. Tan. 2013. *Cosmos caudatus* as a potential source of polyphenolic compounds: optimisation of oven drying conditions and characterisation of its functional properties. *Molecules*. Vol 18: 10452–10464.
- Nisak, H., Wignyanto, dan N.L. Rahmah. 2014. Ekstraksi melati putih menggunakan teknologi kejutan listrik terhadap mutu minyak atsiri concrete (kajian rasio bahan baku, pelarut heksana, dan lama kejutan listrik). *Jurnal Industria*. Vol 3(1): 43–52.
- Octavia, M., Stephany, dan H. Rivai. 2010. Pengaruh cara pengeringan oven dan microwave terhadap perolehan kadar senyawa fenolat dan daya antioksidan dari daun jambu biji (*Psidium folium*). *Jurnal Farmasi Higea*. Vol 2(1): 19–26.
- Pavla, A., A.D. Gurgel, G. Jackeline, A. Ruth, S. Grangeiro, D.C. Oliveira, C.M.P. Lima, C.P. Aldo, R.A.G. Oliveira, and I.A. Souza. 009. In vivo study of the anti-inflammatory and antitumor activities of leaves from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*. Vol 125: 361–363.
- Perino, S., J.T. Pierson, K. Ruiz, G. Cravotto, and F. Chemat. 2016. Laboratory to pilot scale: Microwave extraction for polyphenols lettuce. *Food Chemistry*. Vol 204: 108–114.
- Putranto, A.W., S.R. Dewi, N. Izza, D.R. Yuneri, M.Y. Dachi, dan S.H. Sumarlan. 2018. Ekstraksi senyawa fenolik daun kenikir (*Cosmos caudatus*) menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE). *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. Vol 11(1): 60–71.
- Putranto, A.W., B.D. Argo, and S. Wijana. 2014. Green pulsed electric field-assisted extraction method of total carotenoid carrot pulp using olive oil as solvent. *Indonesian Green Technology Journal*. Vol 3(1): 1–9.
- Sukardi, A. Rivita, M.H. Pulungan, dan A.F. Mulyadi. 2014. Penerapan PEF (*Pulsed Electric Field*) pada ekstraksi minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix d.c*) dengan metode destilasi air dan uap (kajian jenis perlakuan pendahuluan bahan dan lama waktu *Pulsed Electric Field*). Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Sulaiman, S.F., A.A.B. Sajak, K.L. Ooi, Supriatno and E.M. Seow. 2011. Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol 24(4–5): 506–515.
- Suryowati, T., Rimbawan, R. Damanik, M. Bintang, and E. Handharyani. 2015. Antihyperlipidemic activity of torbangun extract (*Coleus amboinicus lour*) on diabetic rats induced by Streptozotocin. *IOSR Journal of Pharmacy*. Vol 5(5): 50–54.
- Tobing, N.S., H. Rusmarilin. and Ridwansyah. 2017. Aktivitas antioksidan ekstrak daun bangung-bangun (*Coleus amboinicus lour*) pada berbagai tingkat petikan daun dengan metode DPPH. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*. Vol 5(2): 325–332.
- Yulianto, W., N. Andarwulan, P. Giriwono, and J. Pamungkas. 2017. Bioactive compounds from torbangun (*Plectranthus amboinicus lour spreng*) chloroform fraction induce apoptosis in breast cancer (MCF-7 Cells) in vitro. *Trad. Med. J*. Vol 22(1): 37–44.

Halaman ini sengaja dikosongkan