

# jTEP

## JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

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

Vol. 5, No.2, Agustus 2017



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. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. 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: 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 Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia  
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

**Dewan Redaksi:**

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)  
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)  
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)  
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)  
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)  
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)  
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)  
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)  
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

**Redaksi Pelaksana:**

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)  
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)  
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)  
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)  
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)  
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)  
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)  
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)  
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](mailto:jtep@ipb.ac.id) atau [jurnaltep@yahoo.com](mailto:jurnaltep@yahoo.com)  
Website: [web.ipb.ac.id/~jtep](http://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. 5 No. 2 Agustus 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof. Dr. Ir. Kamaruddin Abdullah, IPU. (Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Agus Buono, MSi, MKom (Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ery Suhartanto, ST.,MT (Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya), Prof.Dr.Ir.Hj. Nurpilihan Bafdal, MSc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Satyanto Krido Saptomo, STP.,M. Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Yohanes Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Asri Widyasanti, STP.,M.Eng (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App., Sc., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Kurniawan Yuniarto, STP.,MP (Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram), Dr.Ir. Sugiarto, MSi (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

---

*Technical Paper*

## **Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksi dan Kulit Manggis**

### *Application of Ultrasonic Wave to Increase Extraction Yield and Effectiveness of Antioxidant from Mangosteen Rind*

Mar'atus Sholihah, Program Studi Teknologi Pascapanen, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Institut Pertanian Bogor. Email: maratus.03@gmail.com

Usman Ahmad, rogram Studi Teknologi Pascapanen, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Institut Pertanian Bogor. Email: uahmad2010@gmail.com

I Wayan Budiastara, rogram Studi Teknologi Pascapanen, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Institut Pertanian Bogor. Email: wbudiastara@yahoo.com

#### **Abstract**

*Maceration is one of the common extraction methods used to obtain antioxidant of mangosteen rind. However, this method time consuming and produce low extraction yield. Therefore, it needs other methods. One of them is ultrasonic-assisted extraction (UAE). The aim of the research is to observe the effect of UAE method on the increasing of extraction yield and the effectiveness of antioxidant from mangosteen rind. Three level of excitation time (15, 30, 45 minutes) and amplitude of ultrasonic wave (35, 50, 65%) were tested on UAE. As the control was maceration method at 35°C for 7 hours. The result showed that extraction yield, antioxidant activity ( $IC_{50}$ ) and total anthocyanin content (TAC) of all ultrasonic treatments were significantly different from that of control. The optimum condition of UAE was obtained from amplitude of 65% and excitation time of 45 minutes resulting 6.71% of extraction yield,  $IC_{50}$  4.93 ppm and TAC 558.76 ppm. UAE can enhance the effectiveness antioxidant and reduce extraction time from mangosteen rind.*

**Keywords:** *extraction, mangosteen rind, ultrasonic*

#### **Abstrak**

Maserasi adalah salah satu metode ekstraksi yang umum digunakan untuk mendapatkan antioksidan kulit manggis. Metode ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan menghasilkan rendemen yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan metode ekstraksi yang lebih cepat salah satunya dengan *ultrasonic-assisted extraction* (UAE). UAE adalah metode ekstraksi menggunakan bantuan ultrasonik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh metode ultrasonik untuk peningkatan rendemen dan efektivitas antioksidan dari kulit manggis. Tiga level waktu eksitasi (15, 30, 45 menit) dan amplitudo (35, 50, 65%) diuji pada ekstraksi berbantu ultrasonik. Maserasi pada suhu 35°C selama 7 jam digunakan sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen, aktivitas antioksidan ( $IC_{50}$ ) dan kadar antosianin total (TAC) dari ekstraksi berbantu ultrasonik berbeda nyata terhadap kontrol. Kombinasi perlakuan terbaik dari ekstraksi berbantu ultrasonik adalah menggunakan amplitudo 65% dan waktu eksitasi 45 menit yang menghasilkan rendemen 6.71%, aktivitas antioksidan  $IC_{50}$  4.93 ppm dan kadar antosianin total 558.76 ppm. Ekstraksi berbantu ultrasonik mampu meningkat rendemen, efektivitas antioksidan dan mengurangi waktu ekstraksi kulit manggis.

**Kata kunci:** ekstraksi, kulit manggis, ultrasonik

*Diterima: 04 April 2016; Disetujui: 25 April 2016*

## Pendahuluan

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) adalah salah satu buah eksotis yang berasal dari hutan tropis Asia Tenggara khususnya Malaysia dan Indonesia. Menurut Kementan dalam Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2015-2019, manggis merupakan salah satu buah yang memiliki peluang ekspor cukup menjanjikan. Berdasarkan penelitian Iswari dan Sudaryono (2007), komponen manggis yang paling besar adalah kulitnya yakni 70-75% sedangkan daging buahnya hanya 10-15% dan bijinya 15-20%. Kulit manggis diketahui mengandung antioksidan yang tinggi karena tersusun atas senyawa polifenol yang cukup banyak diantaranya adalah antosianin, tanin, xanthone, dan senyawa asam fenolat. Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan kuat.

Kemampuan antioksidatif antosianin timbul dari reaktivitasnya yang tinggi sebagai pendonor hidrogen atau elektron, kemampuan radikal turunan polifenol untuk menstabilkan dan mendelokalisasi elektron tidak berpasangan serta kemampuannya mengkhelat ion logam (terminasi reaksi Fenton) (Rice-Evans *et al.* 1997). Antosianin dalam kulit manggis dapat diperoleh dengan metode ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Ekstraksi menggunakan pelarut didasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen lain dalam campuran (Miryanti 2011). Metode ekstraksi yang paling umum digunakan adalah maserasi. Maserasi umumnya berjalan lambat dan menghasilkan rendemen yang rendah. Pada suhu yang cukup tinggi maserasi dapat mempercepat proses oksidasi antioksidan.

*Ultrasonic-assisted extraction* (UAE) adalah salah satu metode ekstraksi berbantu ultrasonik. Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara yang memiliki frekuensi diatas pendengaran manusia ( $\geq 20$  kHz). Metode ekstraksi ini digunakan untuk memperoleh kandungan antioksidan yang lebih tinggi dengan waktu yang relatif singkat. Ultrasonik bersifat *non-destructive* dan *non-invasive* sehingga dapat dengan mudah diadaptasikan ke berbagai aplikasi (McClements 1995). Dengan bantuan ultrasonik, proses ekstraksi senyawa organik pada tanaman dan biji-bijian dengan menggunakan pelarut organik dapat berlangsung lebih cepat. Dinding sel dari bahan dipecah dengan getaran ultrasonik sehingga kandungan yang ada di dalamnya dapat keluar dengan mudah (Mason 1990).

Studi UAE untuk peningkatan rendemen dan efektivitas ekstraksi sudah banyak dilakukan. Balachandran *et al.* (2006) melakukan ekstraksi berbantu ultrasonik pada jahe yang dapat meningkatkan 30% rendemen dan mengurangi waktu ekstraksi. Xia *et al.* (2006) telah membuktikan

bahwa ekstraksi berbantu ultrasonik pada polifenol, asam amino dan kafein dari teh hijau dapat meningkatkan rendemen pada suhu 65°C. Di Indonesia, aplikasi ultrasonik telah dilakukan Supardan *et al.* (2011) untuk *me-recovery* minyak dari limbah pabrik kelapa sawit dengan rendemen yang berbeda nyata terhadap ekstraksi tanpa bantuan ultrasonik. Kebanyakan penelitian di Indonesia dilakukan dengan metode sonikasi tidak langsung menggunakan medium air atau dikenal dengan *ultrasonic water bath*. Metode sonikasi tidak langsung adalah metode sonikasi dengan sensor ultrasonik yang tidak bersentuhan langsung dengan larutan yang akan diekstraksi.

Penelitian menggunakan metode sonikasi langsung telah dilakukan oleh Golmohamadi *et al.* (2013) yang meneliti pengaruh frekuensi ultrasonik pada *puree* raspberry merah dan Gonzalez-centeno *et al.* (2015) mengenai pengaruh daya ultrasonik terhadap ekstraksi senyawa fenolik dari *grape pomace*. Metode sonikasi langsung belum digunakan untuk ekstraksi kulit manggis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh amplitudo dan waktu eksitasi terhadap rendemen, aktivitas antioksidan dan kadar antosianin total dari kulit manggis.

## Bahan dan Metode

Bahan utama yang digunakan adalah kulit manggis yang berasal dari kebun petani manggis di daerah Leuwiliang, Kabupaten Bogor. Bahan lain yg digunakan adalah kertas saring dan ethanol 96%. Alat yang digunakan adalah timbangan merek Mettler PM-480, *cabinet dryer*, *hammer mill*, *grinder*, ayakan mesh 60, gelas beker 1 L dan pengaduk. Sonikator yang digunakan adalah merek QSonica model Q700 buatan USA dengan *probe* berdiameter 1" tipe *replaceable tip* part 4210. Perangkat yang digunakan sebagai pengontrol suhu ekstraksi adalah thermostat, *water bath*, selang akuarium, pipa tembaga diameter ¼", *ice box*, pompa akuarium, kabel dan baterai. Selain itu juga digunakan air dan *ice gel* sebagai media pendingin.

## Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dua faktor. Kedua faktor tersebut adalah waktu eksitasi (15, 30, 45 menit) dan amplitudo ultrasonik (35, 50, 65%). Amplitudo adalah jarak yang dilalui ujung *probe* yang outputnya dapat diatur dari 1-100%. Amplitudo yang diukur pada output 100% dari *probe* yang digunakan adalah 30  $\mu$ m. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 2 kali sehingga terdapat 18 unit percobaan. Ekstraksi dengan metode maserasi pada suhu 35°C selama 7 jam digunakan sebagai kontrol sesuai dengan penelitian Miryanti (2011). Analisis varian rancangan

percobaan dilakukan untuk mengetahui perbedaan perlakuan ultrasonik terhadap kontrol, pengaruh 2 faktor terhadap parameter uji dan interaksi diantara kedua faktor. Untuk uji lanjut dilakukan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 95% atau pada *p-value* 0.05.

### Preparasi sampel

Kulit manggis yang digunakan berasal dari buah manggis yang telah matang. Kematangan buah manggis disortasi berdasarkan warna kulit manggis dari kemerahan hingga keungu-unguan sebagai karakteristik keberadaan antosianin. Kulit manggis yang telah bersih dan terbebas dari kotoran selanjutnya mengalami proses pemisahan antara bagian kulit yang keras, bagian kulit yang lunak dan daging buah. Bagian kulit manggis yang lunak dijadikan sebagai bahan baku utama. Kulit manggis dicuci dan dipotong kecil-kecil kemudian dilakukan pengeringan dengan *cabinet dryer* pada suhu 50°C sampai kadar air mencapai 9-11%. Kulit manggis yang telah mengering kemudian digiling hingga menjadi serbuk kulit manggis dengan ukuran mesh 60.

### Preparasi Alat

Perangkat sonikator terdiri dari *generator*, *converter* dan *probe*. *Generator* digunakan untuk mentransmisi arus AC menjadi energi listrik yang memiliki frekuensi 20 kHz dan daya 700 watt. Jenis ini digunakan untuk sonokimia karena gelembung kavitasi sukar dihasilkan dari frekuensi ultrasonik yang tinggi (Mason *et al.* 2002). Frekuensi ultrasonik yang digunakan untuk ekstraksi berkisar antara 20-40 kHz. *Converter* mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (vibrasi) oleh pengaruh kristal piezoelektrik. Vibrasi diperkuat dan ditransmisikan ke permukaan larutan oleh *probe* yang dapat dicelupkan pada larutan dan tidak menyebabkan korosi. Gambar 1 menunjukkan susunan perangkat ultrasonik yang digunakan dalam penelitian ini.

Eksitasi gelombang ultrasonik pada waktu yang lama dapat meningkatkan suhu larutan sehingga mempercepat oksidasi antioksidan. Oleh karena itu, digunakan pengontrol suhu untuk menurunkan suhu ekstraksi dengan prinsip *heat exchanger*. Thermostat diatur pada suhu 35°C sebagai suhu optimum. Suhu larutan yang semakin tinggi akan membuat air dalam *water bath* juga menjadi panas. Pada suhu larutan diatas 35°C thermostat akan menyala sehingga menggerakkan pompa air sebagai sirkulator. Air disirkulasikan melalui selang yang disambung dengan pipa tembaga berkelok dan dibenamkan pada *ice gel*. Pipa tembaga berfungsi sebagai media pindah panas sehingga dapat mendinginkan air yang akan dikembalikan ke *water bath* untuk menurunkan suhu larutan. Percobaan pendahuluan dilakukan untuk melihat keakuratan suhu yang dicapai dengan toleransi  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

### Ekstraksi Berbantu Ultrasonik

Ekstraksi dilakukan dengan melarutkan 150 gram serbuk kulit manggis pada ethanol 96% di dalam gelas beker. Waktu eksitasi dan amplitudo diatur melalui panel generator sedangkan *converter*, *probe* dan sensor suhu dicelupkan pada larutan. Waktu eksitasi gelombang ultrasonik juga diartikan sebagai waktu ekstraksi. Suhu larutan akan dijaga konstan pada 35°C oleh thermostat. Hasil ekstraksi disaring dan dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 50°C hingga didapatkan ekstrak kental.

### Kadar Air Serbuk Kulit Manggis

Kadar air serbuk kulit manggis ditentukan menggunakan metode oven (AOAC, 1995). Sebanyak 5 gram sampel dimasukkan dalam cawan yang telah ditimbang dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Pengeringan dilakukan sampai diperoleh berat konstan. Penetapan kadar air dihitung dengan persamaan (1).

$$\text{Kadar Air (\%bb)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

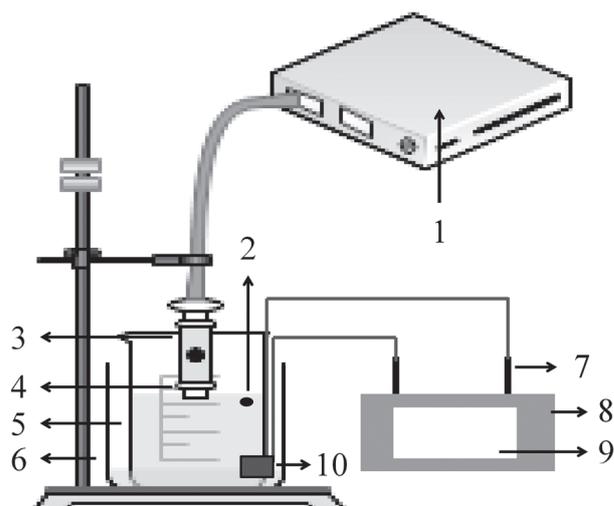
Keterangan:

a = berat bahan awal (g)

b = berat bahan akhir (g)

### Rendemen Ekstrak Kulit Manggis

Rendemen menunjukkan jumlah ekstrak kulit manggis yang diperoleh dari setiap gram sampel serbuk kulit manggis yang diekstrak (%w/w). Rendemen dihitung dengan persamaan (2).



Keterangan:

1 = generator

2 = sensor suhu

3 = converter

4 = probe

5 = gelas beker

6 = water bath

7 = pipa tembaga

8 = ice box

9 = ice gel

10 = pompa air submersible

Gambar 1. Metode ekstraksi berbantu ultrasonik.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{M_E}{M_S} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

$M_S$  = massa serbuk kulit manggis (g)

$M_E$  = massa hasil ekstraksi (g)

### Energi Ultrasonik

Energi ultrasonik yang digunakan secara otomatis tertera pada display *generator* ultrasonik setelah proses ekstraksi selesai. Energi ultrasonik yang digunakan dalam sistem mempengaruhi tinggi rendahnya amplitudo. Energi ultrasonik yang tertera dalam satuan Joule.

### Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan penangkap radikal pada ekstrak kulit manggis dilakukan dengan metode DPPH menggunakan spektrofotometri berdasarkan Leu et al. (2006). Ekstrak kulit manggis diencerkan kembali pada ethanol ( $1 \text{ mg mL}^{-1}$ ) pada berbagai konsentrasi yang berbeda (0.31, 0.63, 1.25, 2.50, 5, 10 dan 20 ppm) untuk setiap sampel yang digunakan. Setiap 1 mL larutan akhir terdiri dari 500  $\mu\text{L}$  ekstrak dan 500  $\mu\text{L}$  larutan DPPH (125  $\mu\text{M}$  dalam ethanol). Larutan kemudian divorteks dan didiamkan selama 30 menit pada ruangan gelap. Penyerapan sinar oleh larutan diukur pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometri. Larutan DPPH tanpa sampel dan tanpa standar digunakan sebagai kontrol. Asam askorbat digunakan untuk membuat kurva standar. Aktivitas penangkapan radikal DPPH dinyatakan sebagai % penghambatan terhadap radikal DPPH. Persentase penghambatan dihitung dengan persamaan (3).

$$\text{Penghambatan (\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

A = absorbans tanpa penambahan sampel/standar (DPPH dan ethanol)

B = absorbans dengan penambahan sampel/standar (DPPH, ethanol dan sampel/standar)

Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai  $IC_{50}$ . Nilai  $IC_{50}$  merupakan konsentrasi suatu larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat DPPH sebesar 50% (Molyneux, 2004).  $IC_{50}$  dihitung dari kurva regresi linear antara ekstrak kulit buah manggis dan pembanding vitamin C pada berbagai konsentrasi uji versus aktivitas antioksidan (%).

### Kadar Antosianin Total

Analisis kandungan antosianin total dilakukan dengan metode *pH Differential Method* (Giusti et al., 2001). Ekstrak kulit manggis dilarutkan dalam dua larutan *buffer* yang berbeda. Sampel dilarutkan dalam *buffer* KCl pH 1,0 dan *buffer*  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  pH 4,5. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 510 nm. Faktor

pengenceran sampel ditentukan dengan melarutkan sampel dalam *buffer* KCl pH 1,0 sampai absorbansi pada panjang gelombang 510 nm mencapai kurang dari 0,8. Sampel kemudian dilarutkan dalam *buffer* KCl pH 1,0 (didiamkan 15 menit) dan *buffer*  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  pH 4,5 (didiamkan 5 menit). Absorbansi larutan kemudian dibaca pada panjang gelombang 510 nm dan 700 nm. Absorbansi akhir dihitung dengan persamaan (4).

$$A = (A_{510} - A_{700}) \text{ pH } 1,0 - (A_{510} - A_{700}) \text{ pH } 4,5 \quad (4)$$

Kandungan antosianin total atau *Total Anthocyanin Content* (TAC) dihitung dengan persamaan (5).

$$\text{TAC} = \frac{A}{\epsilon \times l} \times \text{MW} \times \text{DF} \times \frac{V}{W_t} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

TAC = *Total Anthocyanin Content* (mg/100 g)

A = Absorbansi akhir larutan

$\epsilon$  = Absorptivitas molar sianidin-3-glukosida ( $26.900 \text{ L}(\text{mol} \cdot \text{cm})^{-1}$ )

Absorptivitas adalah suatu tetapan yang spesifik untuk setiap molekul pada panjang gelombang dan pelarut tertentu.

l = Panjang sel kuvet (1 cm)

MW = (*Molecular weight*) berat molekul sianidin-3-glukosida (449,2 g/mol)

DF = (*Dilution factor*) faktor pengenceran

V = Volume akhir (L)

Wt = Berat ekstrak (g)

## Hasil dan Pembahasan

### Pengontrol Suhu Ekstraksi

Ekstraksi berbantu ultrasonik mengalami kenaikan suhu yang bervariasi hingga mencapai suhu  $40^\circ\text{C}$  pada pengaturan amplitudo 50% dan 65%. Penggunaan pengontrol suhu mampu menjaga suhu diantara  $34^\circ\text{C} - 36.2^\circ\text{C}$  sehingga sesuai untuk ekstraksi antosianin.

### Kadar Air Serbuk Kulit Manggis

Pengukuran kadar air dalam penelitian ini tidak berkaitan langsung dengan proses ekstraksi namun parameter ini tetap diukur untuk dibandingkan dengan persyaratan. Kadar air mempengaruhi kualitas serbuk kulit manggis. Dari Tabel 1 diketahui bahwa kadar air rata-rata yang didapat dari hasil pengeringan adalah 10,17%. Kadar air ini telah sesuai dengan persyaratan kadar air 9-11%. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan timbulnya jamur selama penyimpanan sebelum digunakan yang dapat menurunkan kualitas hasil ekstraksi.

### Rendemen Ekstrak Kulit Manggis

Rendemen ekstrak kulit manggis didapatkan setelah melalui pengentalan selama 9 jam menggunakan *rotary vacuum evaporator*. Semua

Tabel 1. Kadar air serbuk kulit manggis (%).

Ulg.	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Kadar air (%)	Rerata kadar air (%)
1	5.00	4.47	10.70	10.17 ± 0.46
2	5.00	4.50	10,04	
3	5.00	4.51	9.75	

Tabel 2. Rendemen ekstrak kulit manggis (%).

Maserasi (kontrol)	Amplitudo (%)	Waktu eksitasi (menit)		
		15	30	45
4.05 ± 0.00c	35	5.07 ± 0.60a	5.44 ± 0.37a	5.56 ± 0.51a
	50	5.54 ± 0.77ab	5.73 ± 0.46ab	5.99 ± 0.27ab
	65	6.44 ± 0.04b	6.64 ± 0.54b	6.71 ± 0.76b

kombinasi perlakuan ekstraksi berbantu ultrasonik berbeda nyata dengan kontrol. Rendemen ekstrak kulit manggis dijelaskan pada Tabel 2. Semakin tinggi amplitudo dan semakin lama waktu eksitasi yang digunakan menghasilkan rendemen yang semakin besar. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amplitudo berpengaruh nyata dan waktu eksitasi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen yang dihasilkan. Rendemen amplitudo 50% tidak berbeda nyata dengan amplitudo 35% dan 65% sedangkan amplitudo 35% berbeda nyata dengan amplitudo 65% dilihat dalam waktu eksitasi yang sama. Rendemen tertinggi dihasilkan dari amplitudo 65% selama 45 menit yaitu sebesar 6.71%.

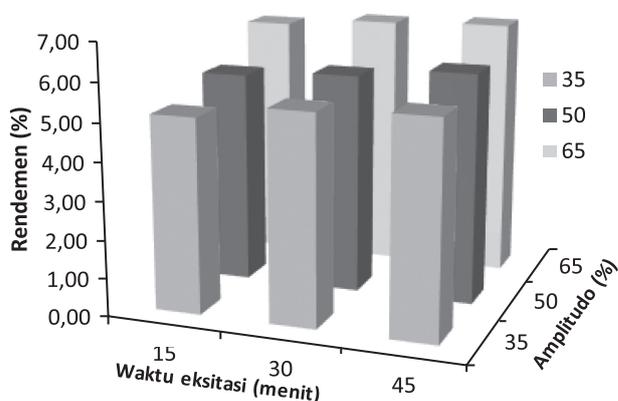
Dari hasil yang didapatkan dapat dikatakan bahwa amplitudo lebih berpengaruh terhadap rendemen yang dihasilkan dibandingkan dengan waktu ekstraksi. Gambar 2 menunjukkan tidak adanya interaksi antara amplitudo dan waktu eksitasi terhadap rendemen. Semakin tinggi amplitudo yang digunakan maka semakin banyak rendemen yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Vinatoru (2001) yang menyatakan semakin tinggi amplitudo ultrasonik yang melewati suatu medium maka pemecahan gelembung kavitasi dapat terjadi disekitar atau dipermukaan membran sampel sehingga menyebabkan mikrofraktur yang lebih besar. Semakin lama waktu ekstraksi maka akan semakin meningkatkan rendemen karena kesempatan kontak antara pelarut dan bahan menjadi lebih besar. Kelarutan bahan tersebut akan terus meningkat hingga pelarut mengalami kejenuhan (Ketaren dan Suastawa 1995).

Castro dan Garcia (2004) melaporkan bahwa waktu ekstraksi dengan bantuan ultrasonik lebih singkat dibandingkan dengan ekstraksi tanpa ultrasonik untuk menghasilkan jumlah rendemen produk yang sama. Hal ini dapat terjadi karena selama ekstraksi berbantu ultrasonik menyebabkan

timbulnya panas dan proses difusi meningkat sehingga proses ekstraksi semakin dipercepat (Rusli dan Rahmawan 1988). Variasi hasil rendemen pada berbagai jenis tumbuhan dapat disebabkan oleh struktur, rheologi (kekerasan) atau perbedaan komposisi yang mengakibatkan derajat kerentanan terhadap daya kejut gelombang ultrasonik dan gelembung kavitasi yang kontak dengan permukaan tanaman (Haizhou *et al.* 2004).

### Energi Ultrasonik

Energi ultrasonik yang digunakan disajikan pada Tabel 3. Semakin tinggi amplitudo dan semakin lama waktu eksitasi maka semakin besar energi yang digunakan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amplitudo dan waktu eksitasi berpengaruh nyata terhadap energi yang digunakan. Pada waktu eksitasi yang sama, amplitudo 35% berbeda nyata dengan amplitudo 50% dan 65% sedangkan amplitudo 50% tidak berbeda nyata dengan 65%. Pada amplitudo yang sama, waktu eksitasi 45 menit berbeda nyata dengan 15 menit dan 30 menit sedangkan waktu eksitasi 15 menit tidak berbeda nyata dengan 30 menit. Energi terendah didapatkan dari kombinasi



Gambar 2. Pengaruh interaksi amplitudo dan waktu eksitasi terhadap rendemen.

Tabel 3. Energi ultrasonik yang digunakan (Joule).

Amplitudo (%)	Waktu eksitasi (menit)		
	15	30	45
35	9.67 ± 1.97a	15.47 ± 2.14a	27.29 ± 4.52b
50	22.78 ± 0,77c	26.72 ± 1.02c	33.91 ± 3.64d
65	23.02 ± 0,04c	27.54 ± 0.16c	39.59 ± 6.25d

Tabel 4. Aktivitas antioksidan ekstrak kulit manggis IC<sub>50</sub> (ppm).

Maserasi (kontrol)	Vitamin C	Amplitudo (%)	Waktu eksitasi (menit)		
			15	30	45
8.20±0.35e	1.78	35	6.80 ± 0.07a	6.27 ± 0.49ac	5.91 ± 0.80c
		50	5.82 ± 0.25b	5.68 ± 0.04bd	5.27 ± 0.45d
		65	5.78 ± 0.30b	5.31 ± 0.40bd	4.93 ± 0.58d

perlakuan ultrasonik pada amplitudo 35% selama 15 menit yaitu sebesar 9.67 joule. Kombinasi perlakuan ultrasonik terbaik memiliki nilai energi yang kecil untuk rendemen yang terbaik yaitu pada amplitudo 50% selama 15 menit yang membutuhkan energi 22.78 Joule.

Gambar 3 menunjukkan tidak adanya interaksi antara amplitudo dan waktu eksitasi terhadap energi. Energi ultrasonik (E) memiliki hubungan positif terhadap amplitudo yang dijelaskan melalui persamaan (6).

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \quad (6)$$

Keterangan:

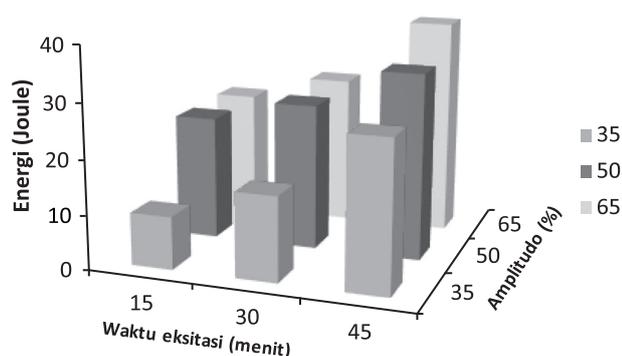
k = konstanta =  $4 \pi^2 m/T^2$

T = periode (s)

A = amplitudo gerakan (m)

m = massa partikel pada medium (kg)

Dapat dikatakan bahwa energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik sebanding dengan kuadrat amplitudo. Amplitudo besar yang melewati medium dapat menyebabkan tekanan dan gaya geser oleh molekul pelarut. Kondisi ini dapat menghasilkan perubahan densitas dan modulus elastisitas



Gambar 3. Pengaruh interaksi amplitudo dan waktu eksitasi terhadap energi.

secara lokal serta perpindahan massa antar fase meningkat sehingga rendemen meningkat pada waktu yang singkat (Price *et al.* 1995). Faktor yang dapat mempengaruhi penyebaran energi dan keefektifitasan ekstraksi adalah tekanan turgor dan mobilitas partikel didalam sampel (Zhang *et al.* 2005).

#### Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH merupakan prosedur yang sederhana untuk mengetahui suatu senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan ekstrak kulit manggis dicerminkan melalui nilai IC<sub>50</sub> (Tabel 4). Semua kombinasi perlakuan ekstraksi berbantu ultrasonik berbeda nyata dengan kontrol. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amplitudo dan waktu eksitasi berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Semakin tinggi amplitudo dan semakin lama waktu eksitasi maka menghasilkan IC<sub>50</sub> yang semakin kecil. Menurut Molyneux (2004) suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan yang sangat kuat apabila nilai IC<sub>50</sub> kurang dari 50 ppm sehingga antioksidan pada kulit manggis tergolong antioksidan yang kuat.

Aktivitas antioksidan terkecil didapatkan dari kombinasi perlakuan amplitudo 65% selama 45 menit yaitu sebesar 4.93 ppm (Gambar 4). Nilai IC<sub>50</sub> rata-rata kulit manggis yang mendekati IC<sub>50</sub> Vitamin C (1.78 ppm) juga dapat menunjukkan bahwa kulit manggis memiliki antioksidan yang kuat karena vitamin C merupakan salah satu antioksidan kuat yang terkandung dalam buah-buahan. Dari analisis sidik ragam tidak terdapat interaksi antara amplitudo dan waktu eksitasi terhadap IC<sub>50</sub>.

#### Kadar Antosianin Total

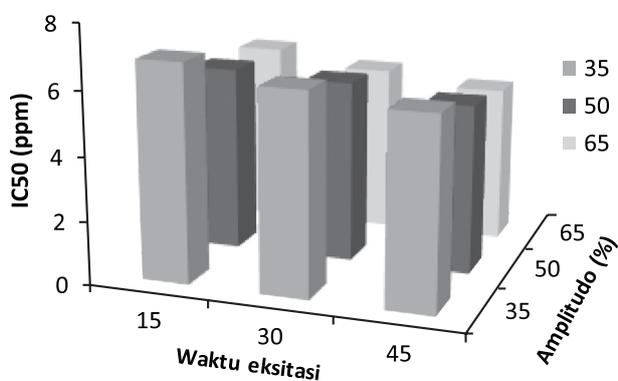
Kadar antosianin total dijelaskan pada Tabel 5. Semua kombinasi perlakuan ekstraksi berbantu ultrasonik berbeda nyata terhadap kontrol. Semakin

Tabel 5. Pengaruh interaksi amplitudo dan waktu eksitasi terhadap aktivitas antioksidan

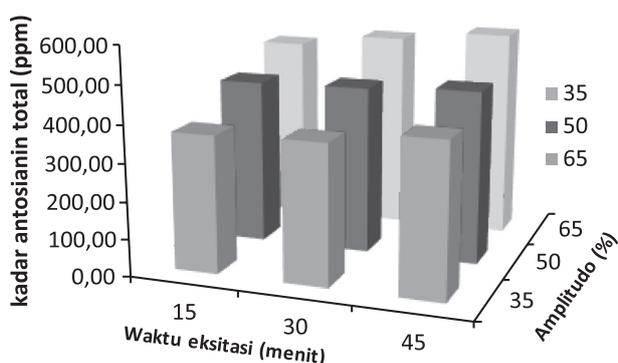
Maserasi (kontrol)	Amplitudo (%)	Waktu eksitasi (menit)		
		15	30	45
297.89±6.57g	35	366.12 ± 18.82a	373.79 ± 6.36ad	407.58 ± 6.04d
	50	442.90 ± 20.03b	448.24 ± 12.65be	461.87 ± 7.62e
	65	500.27 ± 16.48c	532.82 ± 19.62cf	558.76 ± 29.62f

tinggi amplitudo dan semakin lama waktu eksitasi menghasilkan kadar antosianin total yang semakin besar. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan amplitudo dan waktu eksitasi berpengaruh nyata terhadap kadar antosianin total yang dihasilkan. Pada waktu eksitasi yang sama, amplitudo 35%, 50% dan 65% menunjukkan hasil yang saling berbeda nyata. Pada amplitudo yang sama, waktu eksitasi 30 menit tidak berbeda nyata dengan 15 menit dan 45 menit namun waktu eksitasi 15 menit berbeda nyata dengan 45 menit. Tidak ada interaksi antara amplitudo dan waktu eksitasi terhadap kadar antosianin total. Kadar antosianin total tertinggi didapatkan dari kombinasi perlakuan ultrasonik pada amplitudo 65% selama 45 menit yaitu sebesar 558.76 ppm (Gambar 5).

Dari tabel juga dapat diketahui bahwa amplitudo lebih berpengaruh terhadap kadar antosianin total dibandingkan dengan waktu eksitasi. Antosianin merupakan senyawa yang sensitif terhadap



Gambar 4. Pengaruh interaksi amplitudo dan waktu eksitasi terhadap aktivitas antioksidan.



Gambar 5. Pengaruh interaksi amplitudo dan waktu eksitasi terhadap kadar antosianin total.

kenaikan suhu ekstraksi. Semakin lama proses sonikasi dapat meningkatkan transfer massa sehingga meningkatkan ekstrak dengan kandungan antosianin yang tinggi selama suhu dijaga pada kondisi optimum 35°C. Waktu sonikasi yang terlalu lama juga dapat mempercepat laju kenaikan suhu larutan dibanding dengan laju penurunan suhu oleh pengontrol suhu ekstraksi sehingga dapat mendegradasi kandungan antosianin terekstrak.

Kandungan antosianin yang didapatkan juga dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan. Ethanol merupakan pelarut organik yang memiliki polaritas yang sesuai dengan antosianin sehingga sering digunakan dalam ekstraksi antosianin. Aktivitas antioksidan memiliki korelasi positif dengan kandungan antosianin. Penyusun utama dari antioksidan adalah antosianin (Liu *et al.* 2002) yang ditunjukkan oleh warna gelap pada kulit manggis. Warna gelap tersebut menunjukkan kandungan antioksidan yang tinggi serupa pada buah berry dan anggur. Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi aktivitas antioksidan maka semakin tinggi antosianin yang terkandung di dalam ekstrak.

## Simpulan

UAE dapat meningkatkan rendemen, efektivitas antioksidan dan mengurangi waktu ekstraksi kulit manggis. Rendemen, energi, aktivitas antioksidan dan total antosianin dari UAE berbeda nyata dengan kontrol. Tidak ada interaksi antara amplitudo dan waktu eksitasi terhadap parameter mutu yang diuji. Kombinasi perlakuan terbaik dari ekstraksi berbantu ultrasonik adalah menggunakan amplitudo 65% dan waktu eksitasi 45 menit yang menghasilkan rendemen 6.71%, aktivitas antioksidan IC<sub>50</sub> 4.93 ppm dan kadar antosianin total 558.76 ppm.

## Daftar Pustaka

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis, 16<sup>th</sup>ed. 45:5-6. Washington DC (US).
- Balachandran S, Kentish SE, Mawson R, Ashokkumar M. 2006. Ultrasonic enhancement of the supercritical extraction from ginger. *Ultrason Sonochem.* 13:471-479.

- Castro MDL, Garcia JLL. 2004. Ultrasonic-assisted soxhlet extraction : an expeditive approach for solid sample treatment, application to the extraction of total fat from oleaginous seeds. *J Chromatogr A*. 1034:237-242.
- Giusti MM, Wrolstad RE. 2001. Characteristic and measurement of anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Curr. Protoc. Food Analyt. Chem.* F1.2.1-F1.2.13.doi: 10.1002/0471142913.
- Golmohamadi G, Moller G, Powers J, Nindo C. 2013. Effect of ultrasonic frequency on antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin content of red raspberry puree. *Ultrason Sonochem.* 20:1316-1323.
- Gonzalez-Centeno MR, Comas-Serra F, Femenia A, Rosello C, Simal S. 2015. Effect of power ultrasonic application on aqueous extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity from grape pomace (*Vitis vinifera* L.): Experimental kinetics and modeling. *Ultrason Sonochem.* 22:506-514.
- Haizhou L, Pordesimo L, Weiss J. 2004. High intensity ultrasonic-assisted extraction of oil from soybeans. *Food Research International.* 37:731-738.
- Iswari K, Sudaryono T. 2007. Empat jenis olahan manggis, si ratu buah dunia dari Sumbar. Di dalam: Tabloid Sinar Tani. BPTP Sumbar.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2015-2019. Jakarta.
- Ketaren S, Suastawa IGM. 1995. Pengaruh tingkat mutu buah panili dan nisbah bahan dengan pelarut terhadap rendemen dan mutu oleoresin yang dihasilkan. *J Teknol Indust Pertanian.* 3:161-171.
- Leu SJ, Lin YP, Lin RD, Wen CL, Cheng KT, Hsu FL, Lee MH. 2006. Phenolic constituents of *Malus doumeri* var. *formosana* in the field of skin care. *Biol Pharm Bull.* 29(4):740-745.
- Liu M, Li XQ, Weber C, Lee CY, Brown J, Liu RH. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *J. Agric. Food Chem.* 50:2926-2930.
- Mason TJ. 1990. **Sonochemistry**: The Use of Ultrasonic in Chemistry. Volume ke-1. Cambridge (UK): Royal Society of Chemistry.
- Mason TJ, Lorimer JP. 2002. *Applied Sonochemistry: The uses of power ultrasonic in chemistry and processing*. Weinheim (DE): Wiley- VCH Verlag GmbH and Co.
- McClements DJ. 1995. Advances in the application of ultrasonic in food analysis and processing. *Trends Food Sci. Techn.* 6:293-299.
- Miryanti A, Sapei L, Budiono K, Indra S. 2011. Ekstraksi antioksidan dari kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.). Bandung(ID): LPPM Universitas Katolik Parahyangan.
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrylhidroxyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J Sci Technol.* 26 (2):211-219.
- Price GJ, White A, Clifton AA. 1995. The effect of high intensity ultrasonic on solid polymer. *Polymer.* 26:4919-4925.
- Rice-Evans, C., Miller, N. J., & Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 2:152-159.
- Rusli SD, Rahmawan D. 1988. Pengaruh cara pengirisan dan tipe pengeringan terhadap mutu jahe kering. *Bull Penelitian dan Tanaman Rempah dan Obat.* 3:80-83.
- Supardan MD, Asnawi TM, Putri Y, Wahyuni S. 2011. Metode ekstraksi pelarut berbentuk ultrasonik untuk recovery minyak dari limbah cair pabrik kelapa sawit. *Agritech.* 31(4):368-373.
- Vinatoru M. 2001. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrason Sonochem.* 8:303-313.
- Xia, T., Shi, S., Wan, X. 2006. Impact of ultrasonic-assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion. *J Food Eng.* 74:557-560.
- Zhang T, Niu X, Eckhoff R, Feng H. 2005. Sonication enhanced cornstarch separation. *Starch-Starke.* 57:240-245.