

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

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

Vol. 8, No.2, Agustus 2020



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, 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, IPB University)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)
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, IPB University)
Agus Ghautsun Niam (Scopus ID: 57205687481, IPB University)
Administrasi : Khania Tria Tifani (IPB University)

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

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@apps.ipb.ac.id
Website: <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 naskah pada penerbitan Vol. 8, No. 2 Agustus 2020. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Dr. Leopold O. Nelwan, S.TP, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Prof.Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr.Ir. Soni Solistia Wirawan, M.Eng (BPPT), Prof.Dr.Ir. Sutrisno M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Ir. Siti Mariana Widayanti, M.Si, (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian), Dr.Ir. Lilik Pujantoro, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University).

Technical Paper

Pengaruh Amplitudo Ultrasonik dan Waktu Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Mutu Oleoresin Pala

Effect of Ultrasound Amplitude and Extraction Time to Yield and Quality of Nutmeg Oleoresin

I Wayan Budiastara, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University.
E-mail: wbudiastara@yahoo.com
Sutrisno Suro Mardjan, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University.
E-mail: kensutrisno@yahoo.com
Ahmuhardi Abdul Azis, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University.
E-mail: ahmuhardi@yahoo.com

Abstract

Nutmeg oleoresin is one of the nutmeg derivative products with high values produced from the extraction process. The conventional extraction process using maceration takes a long time so that it is less suitable for industries needs. This study aims to examine the UAE direct sonication method for increasing yield and quality of nutmeg oleoresin. The fully matured nutmeg (six months old after flowering) were harvested, dried and milled into 60 mesh particle size. Nutmeg powder of 200 g was placed in beaker glass filled with ethanol 800 ml (material and solvent ratio 1:4) and UAE was carried out using a sonicator with a frequency of 20 kHz and power of 700 W. Four ultrasound amplitude levels (45, 60, 75, 90%) and four levels of extraction time (30, 45, 60, 75 minutes) were taken as UAE treatments. Extraction using maceration at room temperature for 7 hours was done as control. The results showed that the greater the amplitude of the ultrasound, the higher the yield of nutmeg oleoresin. The longer the extraction time, the higher the yield of nutmeg oleoresin. Ultrasonic assisted extraction can increase nutmeg oleoresin yield by 11 to 52% and faster time (≤ 1.25 hour) than maceration extraction method (7 hours).

Keywords: extraction, nutmeg, oleoresin, ultrasound, yield.

Abstrak

Oleoresin pala merupakan salah satu produk turunan pala dengan nilai tambah tinggi yang dihasilkan dari proses ekstraksi. Proses ekstraksi konvensional menggunakan metoda maserasi membutuhkan waktu yang lama sehingga kurang sesuai dengan kebutuhan industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji metoda *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) sonikasi langsung untuk peningkatan rendemen dan mutu oleoresin pala. Buah pala tua penuh dengan umur 6 bulan setelah pembungaan dipanen, dikeringkan dan digiling menjadi ukuran partikel 60 mesh. Sebanyak 200 g bubuk pala ditempatkan pada wadah yang diisi etanol dengan volume 800 ml (rasio bahan dan pelarut 1:4) dan dilakukan proses ekstraksi berbantu ultrasonik menggunakan sonikator frekuensi 20 kHz dan daya 700 W. Ekstraksi berbantu ultrasonik dilakukan dengan perlakuan 4 tingkat amplitudo (45, 60, 75, 90%) dan 4 tingkat waktu eksitasi (30, 45, 60, 75 menit). Ekstraksi dengan maserasi pada suhu ruang selama 7 jam digunakan sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar amplitudo ultrasonik, maka semakin tinggi rendemen oleoresin pala. Semakin lama waktu ekstraksi, semakin tinggi pula rendemen oleoresin pala. Ekstraksi berbantu ultrasonik mampu meningkatkan rendemen oleoresin pala sebesar 11 hingga 52% dengan waktu yang lebih cepat (≤ 1.25 Jam) dibandingkan metoda ekstraksi konvensional (7 jam).

Kata kunci: ekstraksi, oleoresin, pala, rendemen, ultrasonik.

Diterima: 19 November 2019; Disetujui: 20 Juli 2020

Pendahuluan

Indonesia kaya akan tanaman rempah antara lain pala yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Namun, komoditas tersebut kebanyakan masih diolah secara terbatas dalam bentuk simplisia (kering) dan bubuk/tepung untuk bahan baku industri dengan mutu yang beragam, mengandung cemaran mikroba tinggi, sehingga nilai tambahnya rendah. Hanya sebagian kecil tanaman rempah yang diolah menjadi produk setengah jadi dalam bentuk minyak atsiri, oleoresin atau ekstrak rempah tertentu dengan nilai tambah yang cukup tinggi. Oleoresin adalah minyak kental terdiri dari campuran minyak esensial dan resin dengan karakteristik flavor, aroma dan komposisi kimia serupa dengan bahan bakunya. Oleoresin digunakan oleh industri makanan, minuman, sebagai penambah cita rasa dan sebagai ramuan dalam industri obat-obatan, kosmetika, dan sabun (Assagaf *et al.* 2012).

Salah satu kendala yang dihadapi produsen minyak atsiri dan oleoresin dalam negeri adalah kualitas dan harga yang tidak dapat bersaing salah satunya karena masih menggunakan teknologi ekstraksi konvensional (maserasi). Teknologi maserasi umumnya berjalan lambat dan menghasilkan rendemen dan kualitas yang rendah. Diperlukan metode ekstraksi yang lebih cepat salah satunya dengan ekstraksi berbantu ultrasonik (*ultrasonic assisted extraction* (UAE)). UAE sudah dikenal luas dan efektif dalam meningkatkan efektifitas dan efisiensi proses ekstraksi. Namun kebanyakan teknologi UAE yang digunakan adalah teknologi sonikasi tidak langsung (menggunakan *water bath*) (Supardan *et al.* 2011) Penerapan teknologi sonikasi langsung dimana transduser ultrasonik kontak langsung dengan pelarut dan bahan yang diekstrak untuk ekstraksi rempah Indonesia masih terbatas.

Balachandran *et al.* (2006) melakukan ekstraksi berbantu ultrasonik pada jahe yang dapat meningkatkan 30% rendemen dan mengurangi waktu ekstraksi. Xia *et al.* (2006) membuktikan bahwa ekstraksi berbantu ultrasonik pada polifenol, asam amino dan kafein dari teh hijau dapat meningkatkan rendemen pada suhu 65°C. Pada percobaan yang lain, Vinatoru *et al.* (1997) melakukan studi kelayakan ultrasonik untuk ekstraksi senyawa bioaktif dari bahan tanaman yang menghasilkan bahan obat-obatan, Golmohamadi *et al.* (2013) untuk puree rasperi merah, dan Gonzales *et al.* (2015) untuk buah anggur. Sholihah *et al.* (2017) melakukan ekstraksi kulit manggis menggunakan UAE dengan perlakuan amplitudo (35, 50, 65%) dan waktu ekstraksi (15, 30 dan 45 menit), menyimpulkan amplitudo 65% dan waktu ekstraksi 45 menit menghasilkan rendemen antiosianin dan aktivitas antioksidan tertinggi. Baihaqi *et al.* (2018) melakukan pengkajian UAE pada dua tingkat amplitudo (20% dan 40%) dan tiga

ukuran partikel (20, 40, 60 mesh), menyimpulkan bahwa amplitudo 40% dan ukuran partikel 60 mesh menghasilkan rendemen oleoresin pala Bogor tertinggi. Namun produk oleoresin yang dihasilkan masih belum memenuhi standar mutu industri sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut. Aplikasi UAE untuk ekstraksi total polifenol dan kafein dari biji kopi dilakukan Ahmad *et al.* (2018), Aryanti *et al.* 2018 untuk ekstraksi rosella, Uju *et al.* (2019) untuk ekstraksi rumput laut, dan Yang *et al.* (2019) untuk ekstraksi *Anoectochilus roxburghii*. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa UAE mampu meningkatkan rendemen dan menghemat waktu ekstraksi dibandingkan maserasi. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji metoda UAE sonikasi langsung untuk peningkatan rendemen dan mutu oleoresin pala.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah buah pala tua dengan umur petik 6 bulan (sejak pembungaan dari umur pohon 60 tahun), diperoleh dari kebun petani di desa Tanah Rata, Banda, Maluku Tengah. Buah pala dengan umur petik 6 bulan digunakan karena ketersediaan bahan baku yang ada, meski kurang optimal dalam menghasilkan minyak pala dibandingkan umur petik 9-12 bulan. Bahan lain yang digunakan adalah kertas saring dan etanol 96%. Selain itu juga digunakan air dan es batu sebagai media pendingin. Alat yang digunakan adalah perangkat UAE yaitu Sonikator (QSonica model Q700 buatan USA), frekuensi 20 kHz dan daya 700 Watt *probe* berdiameter 1" tipe *replaceable tip* part 4210. Pengontrol suhu ekstraksi terdiri dari mikrokontroler, sensor suhu, *water bath*, *ice box* dan pompa. Alat lainnya adalah pisau, timbangan analitik *mettler PM*, *cabinet dryer*, termokopel, *hammer mill*, ayakan Tyler, gelas beker 1 L, pengaduk, botol vial 30 ml, corong, dan *rotary vacuum evaporator*. Peralatan yang digunakan untuk analisis sifat fisiko kimia oleoresin adalah chromameter untuk pengukuran warna, piknometer untuk bobot jenis, oven untuk kadar air, dan GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometer*) untuk penentuan komponen penyusun oleoresin.

Metode

Buah pala diproses menjadi biji pala mutu 1 (SNI 0006:2015) mengikuti *Technical Guidelines of Postharvest Handling of Nutmeg in Indonesia by Ministry of Agriculture*. Biji pala dengan kadar air awal 70% dikeringkan dengan penjemuran selama 7 hari untuk mencapai kadar air 7-10%. Kemudian biji dipisahkan dengan cangkangnya, dan selanjutnya biji pala digiling dengan *hammer mill*, kemudian diayak menggunakan saringan 60 *mesh*. Sebanyak 200 g bubuk giling pala ditempatkan

Tabel 1. Kadar air dan lemak serbuk biji pala.

Ulangan	Kadar air (%)	Kadar Lemak (%)
1	7.12	31.00
2	7.20	31.01
3	7.13	30.97
Rerata	7.15	30.99

Tabel 2. Rendemen oleoresin pala pada berbagai amplitudo dan waktu ekstraksi.

Maserasi (kontrol)	Waktu (menit)	Amplitudo (%)			
		45	60	75	90
10.80 ± 0.05 ^e	30	12.04 ± 0.25 ^{4d}	12.79 ± 0.35 ^{3d}	13.65 ± 0.37 ^{2d}	14.36 ± 0.29 ^{1d}
	45	12.70 ± 0.17 ^{4c}	13.66 ± 0.34 ^{3c}	14.10 ± 0.21 ^{2c}	15.10 ± 0.13 ^{1c}
	60	13.74 ± 0.14 ^{4b}	14.32 ± 0.40 ^{3b}	15.32 ± 0.01 ^{2b}	15.69 ± 0.01 ^{1b}
	75	14.19 ± 0.17 ^{4a}	15.21 ± 0.14 ^{3a}	15.76 ± 0.12 ^{2a}	16.38 ± 0.12 ^{1a}

pada wadah (gelas beker) yang diisi etanol dengan volume 800 ml (rasio bahan dan pelarut 1:4) dan dilakukan proses ekstraksi berbantu ultrasonik. Ekstraksi dengan maserasi pada suhu ruang selama 7 jam digunakan sebagai kontrol (Sofyana *et al.* 2013). Ekstraksi berbantu ultrasonik dilakukan dengan perlakuan 4 amplitudo yaitu 45% (A45), 60% (A60), 75% (A75), dan 90% (A90) dan 4 waktu ekstraksi yaitu 30 menit (B30), 45 menit (B45), 60 menit (B60), dan 75 menit (B75). Dengan demikian ada 16 perlakuan UAE. Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan penyaringan dan pemekatan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada tekanan 20 KPa dan suhu 50°C. Oleoresin yang dihasilkan dihitung rendemen, diukur kandungan air dengan metode gravimetri (AOAC 1995), lemak dengan metoda sohklet (AOAC 1995), komponen penyusun menggunakan GCMS (AOAC 1995), bobot jenis dengan piknometer dan warna dengan chromameter. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor (amplitudo dan waktu eksitasi) masing masing terdiri dari 4 perlakuan. Amplitudo adalah jarak yang dilalui ujung *probe* yang *output*-nya dapat diatur dari 1-100%. Amplitudo yang diukur pada output 100% dari *probe* yang digunakan adalah 30 µm. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 2 kali sehingga terdapat 32 unit percobaan. 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.

Hasil dan Pembahasan

Kadar air serbuk pala untuk bahan ekstraksi berkisar 7.12 hingga 7.20% (Tabel 1). Tingkat

kadar air ini memenuhi persyaratan untuk proses ekstraksi (<10%). Sedangkan kadar lemak serbuk pala cukup tinggi berkisar 30.97 hingga 31.01%, masih dalam rentang kadar lemak biji pala tua (*fully matured*) yang berkisar antara 30-35%, lebih tinggi dari biji pala muda yang berkisar 26-28%. Pada biji pala muda, kandungan minyak atsiri tinggi sebagai hasil metabolisme tanaman pala, sedangkan pada biji pala tua kandungan minyak atsiri rendah yang pembentukannya terhenti karena sebagian sudah diikat oleh lemak (Baihaqi *et al.* 2017). Kadar lemak memegang peranan penting dalam penentuan rendemen oleoresin pala. Semakin tinggi kadar lemak, semakin tinggi rendemen oleoresin pala.

Dengan bahan baku yang sama (biji pala kualitas *grade* 1 dan pengeringan dengan penjemuran selama 7 hari hingga kadar air 7%), serta rasio bahan dan pelarut (1:4) dan ukuran partikel (60 mesh) yang sama, rendemen yang dihasilkan dengan metode UAE adalah 12.04%-16.38%, berbeda nyata dengan maserasi (10.80%). Metode UAE menghasilkan rendemen oleoresin yang lebih tinggi (11 hingga 52%) dibandingkan metode konvensional (maserasi) (Tabel 2). Hasil ini sesuai dengan penelitian Baihaqi *et al.* 2018, Sholihah *et al.* 2017, dan Audah *et al.* 2018 yang menyebutkan bahwa UAE menghasilkan rendemen lebih tinggi dari maserasi. Peningkatan rendemen oleoresin oleh UAE disebabkan karena UAE menghasilkan energi kavitasasi dan membentuk gelembung pada pelarut yang mampu memecah dinding sel serbuk pala, sehingga meningkatkan difusi pelarut ke serbuk pala dan laju pindah massa. Amplitudo dan waktu ekstraksi serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap rendemen. Semakin besar amplitudo ultrasonik, semakin tinggi rendemen oleoresin pala. Hasil ini konsisten dengan hasil riset Gonzales *et al.* 2015 dan Baihaqi *et al.* 2018 dimana amplitudo tertinggi menghasilkan rendemen oleoresin pala tertinggi. Meningkatnya amplitudo akan meningkatkan energi kavitasasi, difusi pelarut

Tabel 3. Jumlah Konsumsi Energi Aktual Ultrasonikasi (kJ).

Waktu (menit)	Amplitudo (%)			
	45	60	75	90
30	44.32	58.15	74.66	102.04
45	84.22	88.05	126.66	161.55
60	102.89	147.54	191.85	236.27
75	138.79	175.45	234.12	308.88

Tabel 4. Bobot jenis oleoresin pala pada berbagai tingkat amplitudo dan waktu ekstraksi.

Maserasi	Waktu (menit)	Amplitudo (%)			
		45	60	75	90
1.0214 ^a	30	1.0160 ^{1a}	1.0403 ^{1a}	1.0338 ^{1a}	1.0494 ^{1a}
	45	1.0357 ^{1a}	1.0211 ^{1a}	1.0395 ^{1a}	1.0518 ^{1a}
	60	1.0280 ^{1a}	1.0357 ^{1a}	1.0435 ^{1a}	1.0203 ^{1a}
	75	1.0204 ^{1a}	1.0075 ^{1a}	1.0346 ^{1a}	1.0174 ^{1a}

Tabel 5. Warna oleoresin pala pada berbagai perlakuan UAE dan kontrol.

Kode Sampel	L	A	B	Ch	Hue (°)	Warna
A30B45	20.47	1.17	0.95	1.51	41.85	Merah
A30B60	20.54	2.40	2.21	3.26	44.46	Merah
A30B75	19.77	1.14	1.00	1.57	51.55	Merah
A30B90	20.30	1.20	1.21	1.71	44.94	Merah
A45B45	20.53	0.96	0.76	1.23	40.70	Merah
A45B60	20.29	1.84	1.69	2.50	41.62	Merah
A45B75	19.11	1.90	2.01	2.81	58.92	Merah kekuningan
A45B90	19.59	1.13	1.12	1.59	47.10	Merah
A60B45	19.80	1.25	1.24	1.78	51.17	Merah
A60B60	21.19	0.56	0.64	0.87	51.25	Merah
A60B75	20.19	0.66	0.92	1.15	59.17	Merah kekuningan
A60B90	20.30	1.18	1.24	1.73	50.41	Merah
A75B45	19.99	0.50	0.72	0.90	60.65	Merah kekuningan
A75B60	16.76	0.43	0.78	0.90	59.78	Merah kekuningan
A75B75	18.88	0.55	0.78	0.97	57.31	Merah kekuningan
A75B90	18.95	1.61	1.31	2.11	48.98	Merah
Kontrol	18.30	0.14	0.68	0.70	78.44	Merah kekuningan

ke bahan dan laju pindah massa yang berpengaruh terhadap peningkatan rendemen oleoresin pala. Semakin lama waktu ekstraksi, semakin tinggi pula rendemen oleoresin pala. Meskipun amplitudo 90% dan waktu ekstraksi 75 menit menghasilkan rendemen yang paling tinggi, perlakuan UAE tersebut belum dapat dikatakan yang paling optimal dan efisien untuk produksi oleoresin pala. Perlu analisis lebih lanjut khususnya menyangkut volume produksi dan biaya ekstraksi masing masing perlakuan untuk menentukan perlakuan UAE yang optimal dan efisien.

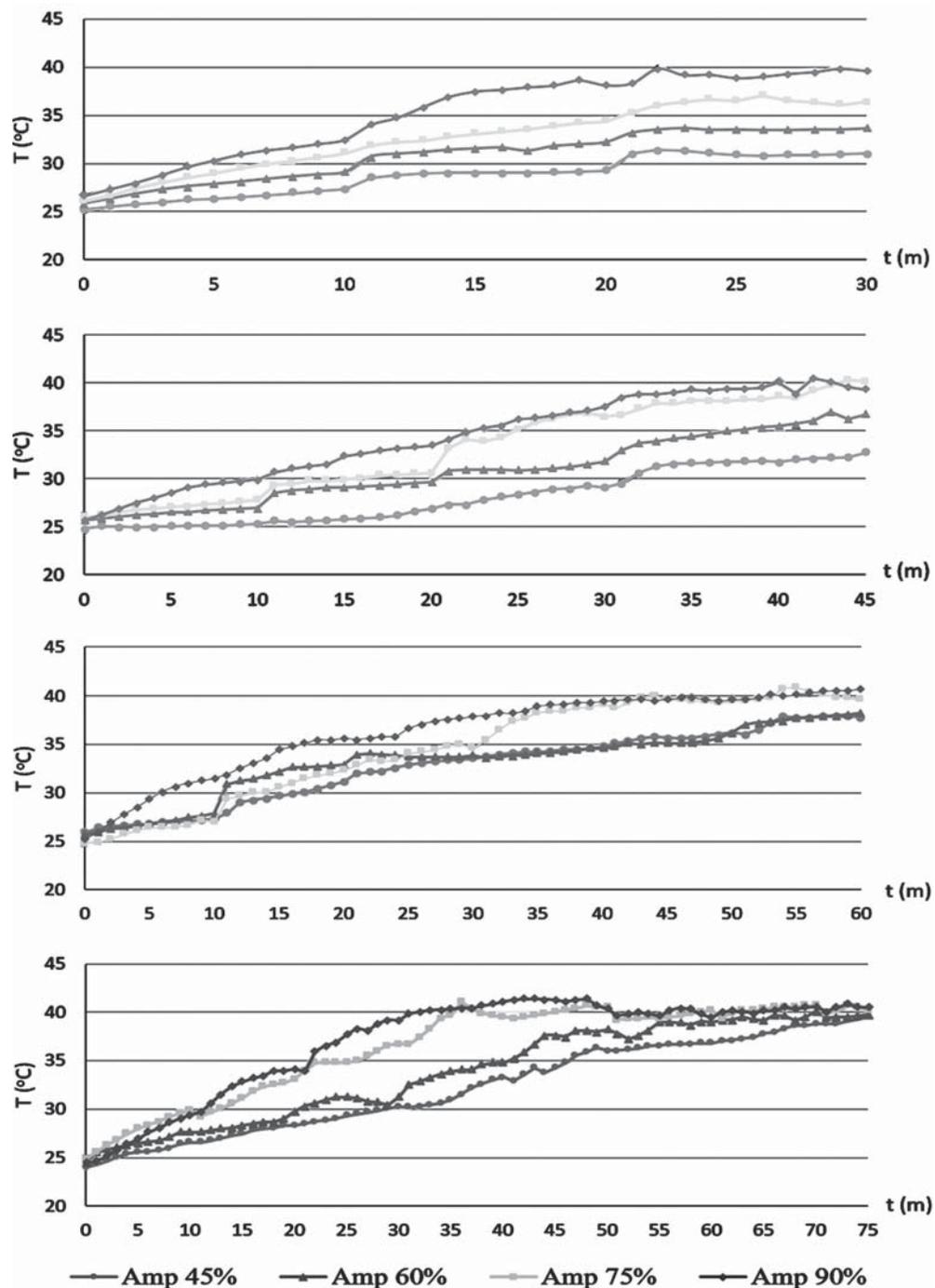
Meskipun rendemen meningkat karena peningkatan amplitudo dan waktu ekstraksi, peningkatan amplitudo dan waktu ekstraksi menyebabkan penggunaan energi aktual yang lebih banyak (Tabel 3) dan dapat berimplikasi pada

peningkatan biaya ekstraksi. Konsumsi energi akibat peningkatan waktu ekstraksi (1.5 hingga 3 kali) lebih besar dibandingkan akibat peningkatan amplitudo ultrasonik (1.05 hingga 2.23 kali). Hal ini memberikan indikasi bahwa biaya ekstraksi akan menjadi lebih efisien pada waktu ekstraksi yang lebih singkat.

Metoda UAE menghasilkan oleoresin dengan bobot jenis yang sama dengan metoda maserasi (Tabel 4). Bobot jenis antar perlakuan UAE tidak berbeda nyata. Bobot jenis baik yang dihasilkan dari metoda UAE maupun maserasi sedikit lebih tinggi dari standar oleoresin pala (FAO) yang berkisar 0.88 sampai 0.91. Hal ini dapat disebabkan oleh mutu bahan baku, proses pascapanen dan proses ekstraksi.

Tabel 6. Komponen penyusun oleoresin pala pada beberapa perlakuan UAE dan kontrol.

Komponen Penyusun	Konsentrasi (%)				Kontrol
	A30B45	A45B60	A60B75	A75B90	
Asam miristat	25.83	22.39	23.44	26.97	27.25
<i>N-4 methylphenol 2 Hydroxymino acetamide</i>	16.19	16.20	19.02	12.77	21.16
<i>Myristicin</i>	10.11	11.93	11.26	11.39	12.46
<i>Licarin A</i>	8.89	8.11	8.6	7.66	9.81
Total komponen utama	61.02	58.63	62.32	58.79	70.68
Jumlah komponen	53	49	54	51	31



.Gambar 1. Peningkatan suhu pada proses ekstraksi berbantu ultrasonik

Warna oleoresin yang dihasilkan oleh ekstraksi dengan UAE adalah merah atau merah kekuningan (Tabel 5). Beberapa kombinasi perlakuan ekstraksi UAE menghasilkan warna oleoresin yang sama (merah kekuningan) dengan oleoresin hasil proses ekstraksi maserasi yaitu A45B75, A60B75, A75B45, A75B60, dan A75B75. Perlakuan UAE A75B90 dengan rendemen oleoresin tertinggi menghasilkan warna merah yang berbeda dengan maserasi (merah kekuningan). Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan dengan rendemen tinggi tidak selalu menghasilkan mutu oleoresin (warna) yang tinggi.

Analisis GC-MS terhadap oleoresin pala diperoleh jenis dan jumlah komponen yang berbeda antar perlakuan UAE (Tabel 6). Ekstraksi berbantu ultrasonik menghasilkan jenis komponen penyusun yang lebih banyak (49 hingga 54 komponen) dibandingkan kontrol/maserasi (31 komponen). Komponen kimia terbanyak pada oleoresin pala (>7%) adalah asam miristat, *N-4 methylphenol 2 Hydroxymino acetamide*, *Myristicin*, dan *Licarin A*. Jumlah keempat komponen ini pada oleoresin pala hasil UAE (58.63 hingga 62.31%) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (70.68%). Hal ini menunjukkan bahwa UAE mampu mengekstrak komponen penyusun yang lebih murni dan banyak dibandingkan maserasi. Rodianawati (2010) & Nowak *et al.* (2015) menyebutkan *Myristicin* merupakan komponen penyusun utama dari oleoresin pala sehingga menjadi indikator penentuan kualitas dari oleoresin pala. Rahman *et al.* (2015) mengatakan mutu minyak pala salah satunya ditentukan oleh kandungan *Myristicin* yang memberikan aroma khas pada oleoresin pala. *Myristicin* merupakan turunan dari senyawa fenilpropanoid, berupa zat cair bening, tak larut air tetapi larut dalam pelarut organik. Baunya khas seperti rempah-rempah dan aromanya tajam serta mudah menguap dan mempunyai berat molekul 192 gram/mol (Baihaqi 2017).

Peningkatan suhu terjadi pada proses ekstraksi menggunakan ultrasonik (Gambar 1). Hal ini sesuai teori dan mekanisme ekstraksi berbasis ultrasonik. Gelombang ultrasonik membuat gelembung kavitasi (*cavitation bubbles*) pada material larutan. Ketika gelembung pecah dekat dengan dinding sel maka akan terbentuk gelombang kejut dan pancaran cairan (*liquid jets*) yang akan membuat dinding sel pecah. Pecahnya dinding sel akan membuat komponen di dalam sel keluar bercampur dengan larutan. Peningkatan ultrasonik secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi juga menyebabkan terjadi pemanasan pada bahan tersebut dan akan melepaskan senyawa ekstrak. Semakin lama eksitasi gelombang ultrasonik, maka suhu pada proses ekstraksi semakin meningkat. Pada amplitudo 75 dan 90%, laju peningkatan suhu semakin besar. Namun peningkatan suhu yang terlalu tinggi dapat berakibat pada menurunnya

mutu oleoresin yang dihasilkan, khususnya mutu warna. Karena itu dalam penelitian ini suhu ekstraksi dikendalikan maksimum 40°C.

Simpulan

1. Ekstraksi berbantu ultrasonik mampu meningkatkan rendemen oleoresin pala sebesar 11 hingga 52% dan waktu yang lebih cepat (≤ 1.25 jam) dibandingkan metoda maserasi (7 jam).
2. Ekstraksi berbantu ultrasonik menghasilkan mutu kimia oleoresin (antara lain *myristicin*) yang lebih murni dibandingkan metoda maserasi, tetapi menghasilkan mutu fisik (bobot jenis dan warna) yang sama dengan metoda maserasi.

Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Kemenristekdikti atas pendanaan melalui Program Penelitian Strategis Nasional (PSN) dengan Nomor Kontrak Perjanjian: 129/SP2H/PTNBH/DRPM/2018.

Daftar Pustaka

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. 45:5-6. Washington DC (US).
- Aryanti, N., A. Nafiunisa, and D.H. Wardhani. 2019. Conventional and Ultrasound-Assisted Extraction of Anthocyanin from Red and Purple Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Calyces and Characterisation of Its Anthocyanin Powder. *International Food Research Journal* 26(2): 529-535.
- Assagaf, M., P. Hastuti, C. Hidayat, Supriyadi. 2012. Optimasi Ekstraksi Oleoresin Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Asal Maluku Utara Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Agritech*: 32(4):383-391.
- Baihaqi, 2017. Peningkatan Efektivitas Ekstraksi Oleoresin Pala (*Myristica Fragrans*) Menggunakan Metode Berbantu Ultrasonik. (Thesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Baihaqi, I.W. Budiastra, S. Yasni, E. Darmawati. 2018. Peningkatan Efektivitas Ekstraksi Oleoresin Pala Menggunakan Metode Ultrasonik. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 6(3): 249-254.
- Balachandran, S., S.E. Kentish, R. Mawson, M. Ashokkumar. 2006. Ultrasonic Enhancement of The Supercritical Extraction from Ginger. *Ultrason Sonochem*. 13(6):471-479.
- Yang, B., M. Zhang, H. Weng, Y. Xu and L. Zeng. 2019. Optimization of Ultrasound Assisted

- Extraction (UAE) of Kinsenoside Compound from *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl by Response Surface Methodology (RSM). *Molecules* **2020**, 25, 193.
- Golmohamadi, G., G. Moller, J. Powers, C. Nindo. 2013. Effect of Ultrasonic Frequency on Antioxidant Activity, Total Phenolic and Anthocyanin Content of Red Raspberry Puree. *Ultrason Sonochem.* 20:1316-1323.
- Gonzalez-Centeno, M.R., F. Comas-Serra, A. Femenia, C. Rosello, S. Simal. 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
- Ahmad, I., A.S. Pertiwi, Y.H. Kembaren, A. Rahman, A. Mun'im. 2018. Application of Natural Deep Eutectic Solvent-Based Ultrasonic Assisted Extraction of Total Polyphenolic and Caffeine Content from Coffee Beans (*Coffea Beans* L.) For Instant Food Products. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* Vol. 8(08), pp 138-143.
- Sholihah, M., U. Ahmad, I.W. Budiastra. 2017. Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksidan Kulit Manggis. *Jurnal Keteknik Pertanian.* 5(2) : 161-168
- Nowak, J., W. Michał, G. Marta, S. Anna, P. Kościelniak. 2015. Development of Advance Extraction Methods for the Extraction of Myristicin from *Myristica fragrans*. *Food Anal. Methods.* 9(5):1246-1253.
- Rahman, N.A.A., A. Fazilah, M.E. Effarizah. 2015. Toxicity of Nutmeg (Myristicin): A Review. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology.* 5(3): 212-215.
- Rodianawati, I. 2010. Komposisi kimia oleoresin biji pala (*Myristica fragrans* Houtt) yang diperoleh dengan ekstraksi langsung dan ekstraksi bertahap. *Prosiding SN-KPK II 2010*, ISBN 979(3): 498-547.
- Sofyana, M., D. Supardan, Zuhra, C.A. Maulida, U. Haura. 2013. Ultrasound Assisted Extraction of Oleoresin From Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt). *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology.* 3(4):18-21.
- Supardan, M.D., T.M. Asnawi, Y. Putri, S. Wahyuni. 2011. Metode Ekstraksi Pelarut Berbantuan Ultrasonik untuk Recovery Minyak dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Agritech.* 31(4):368-373.
- Uju, P., S.K. Dewi, J. Santoso, I. Setyaningsih, S.D. Hardingtyas and Yopi. 2019. Extraction of Phycoerythrin From *Kappaphycus Alvarezii* Seaweed Using Ultrasonication. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **414** 012028.
- Vinatoru, M. 2001. An Overview of The Ultrasonically Assisted Extraction of Bioactive Principles From Herbs. *Ultrason Sonochem.* 8:303-313.
- Xia, T., S. Shi, X. Wan. 2006. Impact of Ultrasonic-Assisted Extraction on The Chemical and Sensory Quality of Tea Infusion. *J Food Eng.* 74:557-560.

Halaman ini sengaja dikosongkan