

Optimasi Suhu dan Waktu Ekstraksi Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) dengan Gelombang Ultrasonik Menggunakan *Response Surface Methodology* (Rsm)

*Optimization of the Temperature and Extraction Time of Cinnamon Bark (*Cinnamomum burmanii*) with ultrasonic waves using Response Surface Methodology (Rsm)*

Ni Luh Putu Diah Rupini, I Wayan Rai Widarta dan I Nengah Kencana Putra*

PS Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801.

Diterima 3 Maret 2017/ Disetujui 17 Maret 2017

ABSTRACT

Cinnamon is a spice containing components of volatile oil, non-volatile oil and starch. This study was aimed to determine the temperature and extraction time of cinnamon bark (*Cinnamomum burmanii*) with optimum ultrasonic waves, so as to produce oleoresin. Optimization of the temperature and extraction time of cinnamon bark was done by using Response Surface Methodology. The design of central composite was used to study the effects of temperature and time on the extraction of cinnamon bark with ultrasonic waves. The results showed that the temperature of 58,3 °C and 77,7 minutes extraction of cinnamon bark with ultrasonic waves produced oleoresin yield; and the highest content of cinnamaldehyd of cinnamon bark respectively 26,5770% and 1,7280%. Meanwhile, the value of the refractive index is equal to 1,5750 and the density is equal to 1,0360 g/cm³.

Keywords : *cinnamon bark (*Cinnamomum burmanii*); temperature; time; ultrasonic waves; cinnamaldehyd*

ABSTRAK

Kayu manis merupakan rempah-rempah yang mengandung komponen *volatile oil*, *non-volatile oil* dan pati. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan waktu ekstraksi kulit kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) dengan gelombang ultrasonik yang optimum, sehingga dapat menghasilkan oleoresin. Optimasi suhu dan waktu ekstraksi kulit kayu manis dilakukan dengan menggunakan *Response Surface Methodology*. Rancangan komposit pusat digunakan untuk mempelajari pengaruh suhu dan waktu terhadap ekstraksi kulit kayu manis dengan gelombang ultrasonik. Hasil penelitian menunjukkan suhu 58,3°C dan waktu 77,7

*Korespondensi Penulis:
Email: nengahkencanap@yahoo.co.id

menit ekstraksi kulit kayu manis dengan gelombang ultrasonik menghasilkan rendemen oleoresin dan kandungan sinamaldehyd kulit kayu manis yang tertinggi yaitu berturut-turut sebesar 26,5770% dan 1,7280%. Sementara itu, nilai indeks bias yang di dapat adalah sebesar 1,5750 dan berat jenis sebesar 1,0360 g/cm³.

Kata kunci: *kulit kayu manis (Cinnamomum burmanii), suhu, waktu, gelombang ultrasonik, sinamaldehyd*

PENDAHULUAN

Kayu manis adalah salah satu jenis dari rempah-rempah yang sudah terkenal di masyarakat. Kayu manis menjadi komoditas ekspor Indonesia yang bagian kulit batang dan dahannya digunakan sebagai rempah-rempah. Tanaman kayu manis yang dikembangkan di Indonesia terutama adalah *Cinnamomum burmanii* Blume dengan daerah produksinya di Sumatera Barat dan Jambi dan produknya dikenal dengan nama *Cassiavera* atau *Korinjii cassia* (Abdullah, 1990).

Kayu manis mengandung komponen *volatile oil*, *non-volatile oil* dan pati. *Volatile oil* (sinamaldehyd, eugenol dan kumarin) memberikan bau khas pada kayu manis, sedangkan *non-volatile oil* (oleoresin) merupakan komponen yang memberikan rasa pedas dan pahit. Kandungan oleoresin pada kayu manis segar adalah berkisar antara 14-22% (Jos dkk., 2011).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi rendemen oleoresin kayu manis diantaranya adalah waktu ekstraksi, dan suhu ekstraksi. Hal ini dipertegas dengan pendapat Purseglove dkk. (1981) bahwa perolehan oleoresin

dipengaruhi oleh suhu dan meningkatnya waktu. Semakin lama waktu ekstraksi tinggi maka semakin tinggi rendemen oleoresin. Namun, setelah mencapai waktu yang optimal hasilnya menunjukkan sama. Hal ini disebabkan pada waktu tertentu oleoresin telah terekstrak seluruhnya. Pemanasan dapat menyebabkan sejumlah komponen oleoresin sinamaldehyd dan minyak atsiri menguap sehingga jumlah yang terkandung pada oleoresin rendah. Sementara itu, pada suhu rendah akan tidak mampu mencapai titik didih pelarut sehingga komponen tidak terekstrak dengan baik (Solehudin, 2001).

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian proses ekstraksi oleoresin kulit kayu manis menggunakan ultrasonik. Untuk metode optimasi yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah *Response Surface Methodology*. Penelitian ini bertujuan melakukan optimasi suhu dan waktu ekstraksi oleoresin kayu manis menggunakan ultrasonik untuk mendapatkan rendemen dan sinamaldehyd oleoresin kayu manis yang optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana dan Laboratorium Quality Control PT. Tripper Nature Bali pada bulan Juni - Agustus 2016. Rancangan yang digunakan adalah rancangan *Central Composite Design 2* Faktor yaitu suhu dan waktu dengan harga α untuk desain *rotatable* = 1,414. untuk melihat kondisi optimum pengaruh perlakuan (suhu dan waktu ekstraksi) terhadap rendemen, dan kadar sinamaldehyd. Percobaan dengan perlakuan suhu ekstraksi (40,86°C; 45 °C; 55 °C; 65 °C dan 69,14 °C) dan waktu ekstraksi (37,72 menit; 46 menit; 66 menit; 86 menit dan 94,28 menit). Banyak pengulangan titik optimal sebanyak 5 kali dengan jumlah total 13 unit percobaan. Program pengolahan data dapat dihitung menggunakan Program Aplikasi MINITAB 17. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah rendemen oleoresin kulit kayu manis (AOAC, 1990), kandungan sinamaldehyd oleoresin kulit kayu manis (AOAC, 1990), indeks bias (AOAC, 1990), dan berat jenis (AOAC, 1990).

Pelaksanaan Penelitian

Pengecilan Ukuran Bahan

Kulit kayu manis yang digunakan dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran atau benda asing kemudian dipotong sepanjang 1cm x 1cm x 1cm. setelah itu, kulit kayu manis dikeringkan dengan oven bersuhu 70°C

sampai kadar air 12% lalu dihaluskan dan diayak dengan ayakan berukuran 80 mesh. Pengukuran kadar air menggunakan alat Moisture Analyzer HB43 (Anonimus, 1995).

Ekstraksi Ultrasonik

Proses ekstraksi dilakukan dengan bantuan alat ultrasonik, dimana bak terlebih dahulu dibersihkan menggunakan aquades yang dicampur sedikit *detergent*. Setelah itu dimasukkan aquades sampai setengah bak (Jos dkk., 2011). Bahan kulit kayu manis yang telah diayak, ditimbang sebanyak 50 g ditambahkan pelarut etanol 96% sebanyak 500 ml. ultrasonik diatur pada frekuensi 37 kHz dan sesuai dngan suhu yang ditentukan. Kemudian bahan dimasukkan ke dalam bak ultrasonik dan diekstraksi sesuai waktu (Jos dkk., 2011).

Penyaringan Ekstrak

Bahan yang telah diekstraksi dilakukan proses penyaringan agar dapat diambil ekstrak dari ampas bahan kulit kayu manis. Proses penyaringan menggunakan alat penyaringan vakum dengan kertas whatman no. 1. Dilakukan penyaringan menggunakan penyaringan vakum dimaksudkan agar tidak adanya endapan ampas yang tersisa di dalam ekstrak (Hartuti dan Muhamad, 2013 yang dimodifikasi).

Evaporasi

Ekstrak yang telah dipisahkan dengan ampas akan dilakukan proses evaporasi, hal ini dilakukan untuk memisahkan oleoresin dengan pelarut. Evaporasi dilakukan menggunakan tekanan 24 kPa

dan temperatur 40°C dengan rotasi putaran 100 rpm. Setelah oleoresin didapat akan terlihat cairan kental berwarna merah kecoklatan dengan bau khas kayu manis (Hartuti dan Muhamad, 2013 yang dimodifikasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil optimasi suhu dan waktu ekstraksi kulit kayu manis terhadap rendemen oleoresin dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil regresi untuk rendemen oleoresin kulit kayu manis, menunjukkan model persamaan regresi rendemen oleoresin kulit kayu manis sebagai berikut : $Y = -51,3 + 2,18X_1 + 0,425X_2 - 0,02017X_1^2 - 0,003722X_2^2 + 0,00194X_1X_2$. Dimana Y adalah rendemen oleoresin kulit kayu manis, X_1 adalah suhu proses ekstraksi dan X_2 adalah waktu proses ekstraksi dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9073, yang diartikan bahwa suhu dan waktu memiliki korelasi sebesar 90,73% terhadap rendemen oleoresin, sedangkan sisanya sebesar 9,27% dari semua variabel yang tidak dapat dijelaskan oleh model.

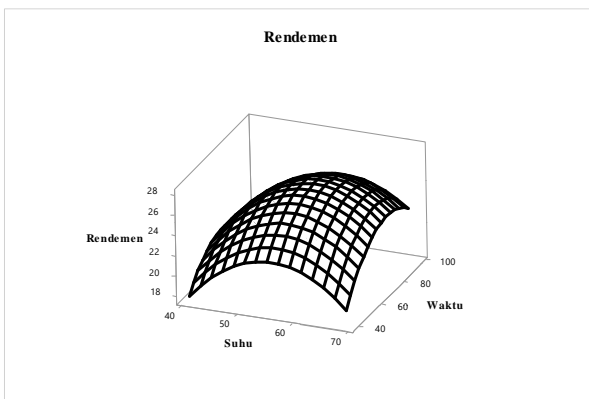
Berdasarkan analisis nilai optimasi untuk menentukan kondisi optimum respon yaitu rendemen oleoresin kulit kayu manis diketahui bahwa nilai optimum untuk suhu adalah 57,4281°C dan waktu proses adalah 71,9988 menit. Pada titik – titik tersebut rendemen oleoresin kulit kayu manis diprediksi sebesar 27,61%. Bentuk kontur yang memusat mengindikasikan bahwa titik stasioner merupakan respon maksimum.

Grafik respon permukaan dan *counter plot* dari rendemen oleoresin pada Gambar 1 dan 2 menunjukkan perubahan warna pada grafik dan *counter plot* adanya perbedaan rendemen dengan kombinasi suhu dan waktu yang berbeda. Warna putih pada grafik *counter plot* menunjukkan rendemen oleoresin lebih dari 26%, sedangkan warna hitam menunjukkan rendemen oleoresin kurang dari 18%.

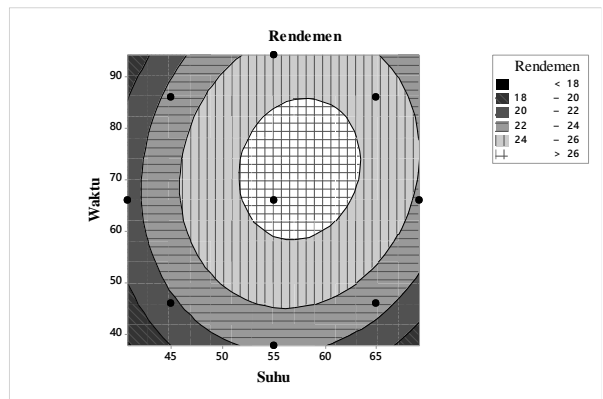
Gambar 1. menunjukkan bahwa rendemen oleoresin kulit kayu manis sangat dipengaruhi oleh suhu dan waktu proses ekstraksi. Rendemen meningkat diikuti dengan meningkatnya suhu dan waktu hingga pada satu titik tertentu. Dibuktikan dengan penelitian ekstraksi kayu manis yang dilakukan oleh Jos dkk. (2011) diperoleh oleoresin kayu manis yang diekstraksi dengan pelarut etanol 96% selama 66 menit menggunakan metode ultrasonik diperoleh ekstrak 17,96%. Hal ini sesuai dengan penelitian Ramadhan dan Phasa (2010) yang menyatakan bahwa oleoresin kulit kayu manis akan meningkat diikuti dengan interaksi padatan dengan pelarut di dalam proses ekstraksi pada suhu dan waktu yang meningkat hingga pada suatu titik tertentu, diikuti dengan kenaikan suhu pada proses ekstraksi akan menyebabkan gerakan molekul pelarut semakin cepat dan acak. Selain itu kenaikan suhu menyebabkan pori–pori padatan mengembang sehingga memudahkan pelarut untuk mendifusi masuk ke dalam pori–pori padatan pada bahan dan melarutkan oleoresin (Assegaf dkk., 2012). Pada suhu yang rendah dan

Tabel 1. Data Hasil Optimasi Suhu dan Waktu Ekstraksi Kulit Kayu Manis Terhadap Rendemen Oleoresin.

| No. | Suhu (°C) X_1 | Waktu (Menit) X_2 | Rendemen (%) |
|-----|--------------------|------------------------|-----------------|
| 1. | 45 | 46 | 21,42 |
| 2. | 45 | 86 | 22,95 |
| 3. | 65 | 46 | 21,63 |
| 4. | 65 | 86 | 24,71 |
| 5. | 55 | 66 | 25,73 |
| 6. | 55 | 66 | 25,75 |
| 7. | 55 | 66 | 27,61 |
| 8. | 55 | 66 | 26,62 |
| 9. | 55 | 66 | 26,59 |
| 10. | 40,86 | 66 | 20,87 |
| 11. | 69,14 | 66 | 24,54 |
| 12. | 55 | 37,72 | 23,09 |
| 13. | 55 | 94,28 | 24,43 |



Gambar 1. Grafik Respon Permukaan Rendemen Oleoresin



Gambar 2. Counter Plot Rendemen Oleoresin

waktu yang singkat, proses difusi belum berlangsung optimal sehingga masih banyak oleoresin yang tertinggal dalam jaringan bahan (Solehudin, 2001).

Kandungan Sinamaldehyd Oleoresin Kulit Kayu Manis

Data hasil optimasi suhu dan waktu ekstraksi kulit kayu manis terhadap kandungan sinamaldehyd oleoresin dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil model persamaan regresi optimasi suhu dan waktu ekstraksi kulit kayu manis terhadap kandungan sinamaldehyd oleoresin adalah $Y = -20,82 + 0,599X_1 + 0,1741X_2 - 0,00529X_1^2 - 0,001316X_2^2 + 0$. Dimana, Y adalah kandungan sianamaldehyd kulit kayu manis, X_1 adalah suhu proses ekstraksi dan X_2 adalah waktu proses ekstraksi dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,8634 yang diartikan bahwa suhu dan waktu memiliki pengaruh sebesar 86,34% terhadap kandungan sinamaldehyd, sedangkan sisanya sebesar 13,66% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang lain.

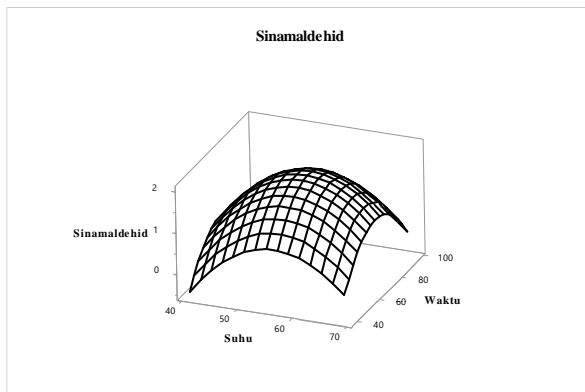
Grafik respon permukaan dan *counter plot* dari kandungan sinamaldehyd oleoresin masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Perubahana warna pada grafik dan counter plot menunjukkan adanya perbedaan kandungan sinamaldehyd oleoresin dengan kombinasi suhu dan waktu yang berbeda. Warna putih pada *counter plot* menunjukkan kandungan sinamaldehyd lebih dari 1,5; sedangkan warna hitam menunjukkan kandungan sinamaldehyd kurang dari 0. Pada

Pada Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa kandungan sinamaldehyd kulit kayu manis dapat dipertahankan semakin meningkat dengan semakin tingginya suhu dan semakin lama waktu proses ekstraksi hingga pada titik tertentu. Berdasarkan analisis nilai titik optimasi untuk menentukan kondisi optimum respon yaitu kandungan sinamaldehyd kulit kayu manis diketahui bahwa nilai optimum untuk suhu adalah 56,8568°C dan waktu 66, 8570 menit. Pada titik-titik stasioner kandungan sinamaldehyd kulit kayu manis diprediksi sebesar 1,73%.

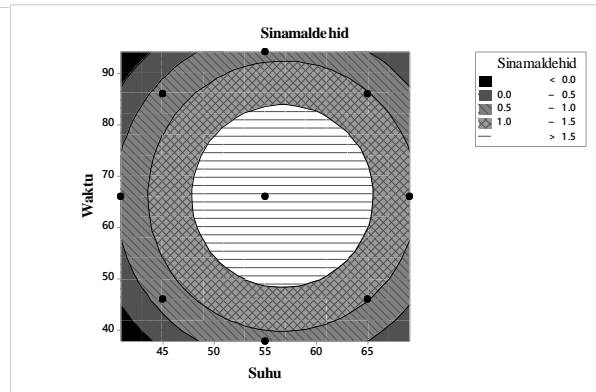
Hasil optimasi proses ekstraksi menunjukkan bahwa kandungan sinamaldehyd kulit kayu manis yang dapat dipertahankan cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa variabel yang mempengaruhi kandungan sinamaldehyd adalah suhu. Kandungan sinamaldehyd meningkat hanya sampai suhu 56,8568°C. Kenaikan suhu akan meningkatkan energi kinetik antar molekul sinamaldehyd dan molekul pelarut, sehingga gaya tarik-menarik antar kedua molekul juga meningkat, akibatnya kelarutan sinamaldehyd ke dalam pelarut bertambah. Namun, setelah suhu 56,8568°C kadar sinamaldehyd menurun. Hal ini diduga adanya penguapan sebagian pelarut. Penguapan ini menyebabkan berkurangnya kemampuan melarutkan sinamaldehyd (Jos, 2011). Diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Solehudin (2011), pemanasan dapat menyebabkan sejumlah komponen oleoresin sinamaldehyd dan minyak atsiri menguap sehingga jumlah

Tabel 2. Data Hasil Optimasi Suhu dan Waktu Ekstraksi Kulit Kayu Manis Terhadap Kandungan Sinamaldehyd Oleoresin

| No. | Suhu (°C) X_1 | Waktu (Menit) X_2 | Sinamaldehyd (%) |
|-----|--------------------|------------------------|---------------------|
| 1. | 45 | 46 | 0,32 |
| 2. | 45 | 86 | 0,34 |
| 3. | 65 | 46 | 1,01 |
| 4. | 65 | 86 | 1,03 |
| 5. | 55 | 66 | 1,73 |
| 6. | 55 | 66 | 1,84 |
| 7. | 55 | 66 | 2,18 |
| 8. | 55 | 66 | 1,90 |
| 9. | 55 | 66 | 1,87 |
| 10. | 40,86 | 66 | 1,01 |
| 11. | 69,14 | 66 | 1,03 |
| 12. | 55 | 37,72 | 1,02 |
| 13. | 55 | 94,28 | 1,03 |



Gambar 3. Grafik respon permukaan kandungan sinamaldehyd oleoresin



Gambar 4. Counter plot kandungan sinamaldehyd oleoresin

yang terkandung pada oleoresin rendah. Begitu pula dengan suhu dan waktu terlalu tinggi komponen akan mengalami kerusakan akibat atom-atom yang terurai. Sementara itu suhu dan waktu yang terlalu rendah tidak mampu mencapai titik didih pelarut sehingga komponen tidak terekstrak dengan baik.

Validasi Kondisi optimum

Validasi model adalah proses untuk menentukan kemampuan model konseptual untuk merefleksikan sistem nyata dengan tepat. Validasi model merupakan hal yang penting untuk dilakukan, karena sebuah model dapat diterima apabila model tersebut telah berhasil melewati uji validasi terlebih dahulu. Pada penelitian ini pemilihan suhu dan waktu optimum untuk tahap validasi dilakukan dengan melalui tahap dengan *Response Optimizer* menggunakan MINITAB 17 dimana, data-data respon yang diperoleh dari masing-masing optimasi (Rendemen dan kandungan sinamaldehyd oleoresin kulit kayu manis) digabungkan dengan tujuan untuk mengoptimasikan kedua respon tersebut. Selanjutnya data-data tersebut dianalisis dengan MINITAB 17. Dengan menggunakan fungsi *desirability* (D), yaitu salah satu metode yang digunakan untuk mengoptimalkan proses respon ganda secara serentak. Metodenya menemukan kondisi pengoperasian proses yang memberikan nilai respon yang diinginkan. Fungsi *desirability* merupakan suatu transformasi dari variabel respon ke skala nol sampai satu. Semakin mendekati satu maka semakin tinggi nilai ketepatan optimasi.

Berdasarkan hasil *running* MINITAB 17 diperoleh satu kondisi optimum untuk suhu dan waktu proses ekstraksi yaitu suhu 58,3°C dan waktu 77,7 menit dengan nilai D sebesar 0,9973. Perbandingan hasil rendemen dapat dilihat pada Tabel 3.

Konsistensi data model dan validasi dievaluasi berdasarkan *nilai Coefficient of Variation* (CV). CV merupakan sebagai rasio antara standar deviasi populasi dengan rata-rata populasi. Digunakan untuk menunjukkan variabilitas relatif populasi terhadap rata-ratanya (Liu dkk., 2006 *dalam* Widarta dkk., 2012). Presentase CV dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$CV = \frac{\text{Standar deviasi}}{\text{Rata-rata}} \times 100\%$$

Patel dkk (2001) *dalam* Widarta dkk (2012) melaporkan bahwa CV sangat bervariasi tergantung pada jenis percobaan, faktor pertumbuhan karakter yang diukur. Semakin kecil nilai persentase CV akan membuktikan bahwa percobaan semakin dapat diterima. Begitu pula dengan nilai persentase penyimpangan. Hasil perhitungan pada Tabel 3. Menunjukkan bahwa nilai CV dan penyimpangan dari hasil validasi rendemen dan kandungan sinamaldehyd oleoresin kulit kayu manis kecil, berarti pada masing-masing parameter kondisi optimasi ini sudah konsisten.

Sifat Kimia Oleoresin Kulit Kayu Manis

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi produk yang dilakukan untuk mengetahui beberapa sifat kimia dari oleoresin kulit kayu manis yang

Tabel 3. Perbandingan Hasil Rendemen dan Kandungan Sinamaldehyd Oleoresin Secara Nyata dengan Model

| Persamaan garis | Rendemen oleoresin (%) | Sinamaldehyd oleoresin (%) |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| | Respon estimasi (58,3°C; 77,7 menit) | |
| Rendemen $Y = -51,3 + 2,18X_1 + 0,425X_2 - 0,02017X_1^2 - 0,003722X_2^2 + 0,00194X_1X_2$ Sinamaldehyd $Y = -20,82 + 0,599X_1 + 0,1741X_2 - 0,00529X_1^2 - 0,001316X_2^2 + 0$ | 26,577 | 1,728 |
| | Respon validasi (58,3°C; 77,7 menit) | |
| | 26,851 | 1,677 |
| | 26,852 | 1,675 |
| | 26,852 | 1,678 |
| | 26,612 | 1,622 |
| | 26,625 | 1,623 |
| | 26,628 | 1,624 |
| Rata – rata | 26,737 | 1,650 |
| Standar deviasi | 0,12609 | 0,02942 |
| CV (%) | 0,4716 | 1,7830 |
| Penyimpangan (%) | 0,6% | 4,51% |

dihasilkan. Produk oleoresin kulit kayu manis yang digunakan untuk uji karakterisasi ini adalah oleoresin yang dihasilkan dengan menggunakan kondisi optimum. Karakterisasi oleoresin kulit kayu manis meliputi Rendemen, indeks bias, berat jenis, dan kandungan sinamaldehyd. Karakteristik sifat kimia oleoresin dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil validasi, diperoleh hasil rendemen 26,577% dan kandungan sinamaldehyd 1,728%. hasil produk tersebut yang diperoleh telah memenuhi karakteristik sifat kimia yaitu rendemen

sebesar 17,960% dan kandungan sinamaldehyd sebesar 1,01-1,03% (Djafar dkk., 2012). Perbedaan pada penelitian yang dilakukan Djafar dkk. dengan hasil penelitian, dipengaruhi dengan metode ekstraksi yang digunakan. Pada penelitian Djafar dkk. metode ekstraksi yang digunakan adalah metode soxhletasi dengan waktu ekstraksi selama 8 jam, sedangkan pada penelitian menggunakan metode ekstraksi ultrasonik dengan hasil rendemen sebesar 26,577% memerlukan waktu ekstraksi yang diperlukan lebih

singkat yaitu selama 77,7 menit. Selain dari metode perbedaan hasil rendemen dipengaruhi dengan perbandingan pelarut, perbandingan pelarut yang digunakan Djafar 1:15 sedangkan pada penelitian menggunakan 1:10, hal itu akan mempengaruhi hasil rendemen dikarenakan semakin banyak konsentrasi pelarut yang digunakan akan mempengaruhi dari pada rendemen yang dihasilkan. Begitu pula akan berpengaruh dengan kandungan sinamaldehyd yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suhu dan waktu yang optimum untuk menghasilkan rendemen dan kandungan sinamaldehyd yang tertinggi berturut-turut adalah 58,3°C dan waktu 77,7 menit dengan menghasilkan rendemen sebesar 26,577% dan kandungan sinamaldehyd sebesar 1,728%. Pada tahap validasi dengan mempergunakan suhu dan waktu optimum. Diperoleh karakteristik sifat kimia oleoresin kulit kayu manis diantaranya adalah indeks bias sebesar 1,5750 dan berat jenis sebesar 1,0360 g/cm³.

Saran

Disarankan pada penelitian selanjutnya lebih diperhatikan ketelitian dalam mengukur suhu pada saat ekstraksi ultrasonik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. 1990. Kemungkinan Perkembangan Tiga Jenis Kayu Manis di Indonesia dalam Tanaman Industri Lainnya. Prosiding Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Hal.1231-1244.
- Anonimus. 1995. Syarat Mutu Minyak Kayu Manis (SNI 01-3714-1995). Badan Standarisasi Nasional.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis of Association Official Agriculture Chemist, Whashington DC.
- Assegaf, M., Pudji, H., Chusnul, H., Supriyadi. 2012. Optimasi Ekstraksi Pala (*Myristica fragrans houtt*) Asal Maluku Utara Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 32(4):2-3.
- Djafar, F. dan Fauzi R. 2012. Karakterisasi dan Modifikasi Sifat Fungsional Kayu Manis dalam Produk Pangan. Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh. Jurnal Hasil Penelitian Industri. 24(1):18-27.
- Hartuti, S. dan Muhamad D. S. 2013. Optimasi Ekstraksi Gelombang Ultrasonik untuk Produksi Oleoresin Jahe (*Zingiber Officinale Roscoe*) Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). *Journal Agritech* Unsyiah Banda Aceh. Volume 415-423.
- Jos, B., Bambang P., Aprianto. 2011. Ekstraksi Oleoresin dari Kayu Manis Berbantu Ultrasonik Dengan Menggunakan Pelarut alkohol. Tesis Program Magister Teknik Kimia. Universitas Diponegoro, Semarang.

- Purseglove, J.W., Brown, E.G., Green, C.L. and Robbins, S.R.J., 1981. Cinnamon and Cassia in Spices. (1)439. p. 100-173.
- Solehudin, Muhamad. 2001. Ekstrak Minyak & Oleoresin dari Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*). Skripsi Program S1 Teknologi Pertanian. Institute Pertanian Bogor.
- Widarta, R., Nuri Andarwulan, Tri Haryati. 2012. Optimasi Proses Deasidifikasi dalam Pemurnian Minyak Sawit Merah Skala *Pilot Plant*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Institut Pertanian Bogor. 23:1.