

PENDEKATAN METODE PERMUKAAN RESPONS DALAM MEMPREDIKSI RENDEMEN EKSTRAK BIJI KAMANDRAH (*CROTON TIGLIUM L*)

(*Response Surface Method Approach in Predicting Kamandrah (Croton tiglium L) seed extract yield*)

Saputera

Staf Pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian-Universitas Palangka Raya

E-mail : putracondo@yahoo.com

ABSTRACT

The optimization of Kamandrah seed extract (*Croton tiglium L*) using Response Surface Method (RSM), based on canonic analysis result, the optimum point was obtained at Maceration time variable code score (X_1) 0.25 or the actual Maceration time of 6.49 days and the material/solvent ratio code point (X_2) 0.132987 or the actual material/solvent ratio of 1:5.15 gmL^{-1} . The experiment in the laboratory resulted hexane extract of 1.45 g, which was smaller than the response prediction score on stationary point $Y=1.47 \text{ gmL}^{-1}$.

Canonic analysis result of the optimum point was achieved at Maceration time 6.21 days and material/solvent ratio of 1 : 6.91 gmL^{-1} . The laboratory experiment resulted ethanol extract of 0.93 g smaller than the response prediction score on stationary point $Y = 0.95 \text{ gmL}^{-1}$. Therefore the optimum process condition which produced the highest ethanol extract occurred at Maceration time of 6.21 days and material solvent⁻¹ ratio 1 : 6.91 gmL^{-1} with acquired result of 0.93 g (18.6%).

Key words: Kamandrah, optimation, Maseration, ethanol extract, hexana extract

ABSTRAK

Optimasi perolehan ekstrak biji kamandrah (*Croton tiglium L*) menggunakan Metode Permukaan Respons berdasarkan hasil analisis kanonik titik optimum diperoleh pada nilai kode peubah waktu Maserasi (X_1) adalah 0.25 atau nilai aktual waktu Maserasi 6.49 hari dan nilai kode nisbah bahan/pelarut (X_2) adalah 0.132987 atau nilai aktual nisbah bahan/pelarut 1 : 5.15 gmL^{-1} . Dari hasil percobaan laboratorium pada waktu Maserasi 6.49 hari dan nisbah bahan/pelarut 1:5.15 gmL^{-1} menghasilkan ekstrak heksana yang diperoleh sebesar 1.45 g, hasil percobaan lebih kecil dari nilai prediksi respon pada titik stasioner diperoleh $Y = 1.47 \text{ gmL}^{-1}$.

Hasil analisis kanonik titik optimum diperoleh pada waktu Maserasi 6.21 hari dan nisbah bahan/pelarut 1 : 6.91 gmL^{-1} . Dari hasil percobaan laboratorium pada waktu Maserasi 6.21 hari dan nisbah bahan/pelarut 1 : 6.91 gmL^{-1} menghasilkan hasil ekstrak etanol yang diperoleh sebesar 0.93 g lebih kecil dari nilai prediksi respon pada titik stasioner diperoleh $Y = 0.95 \text{ gmL}^{-1}$. Dengan demikian kondisi proses yang optimum yang menghasilkan hasil ekstrak etanol paling tinggi terjadi pada waktu Maserasi 6.21 hari dan nisbah bahan/pelarut 1 : 6.91 gmL^{-1} dengan hasil ekstrak yang diperoleh sebesar 0.93 g (18.6%).

Kata Kunci: Kamandrah, optimasi, maserasi, ekstrak etanol, ekstrak heksana

PENDAHULUAN

Tanaman kamandrah (*Croton tiglium L*) merupakan tanaman multiguna, karena semua bagian tanamannya dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Tanaman ini bila dieksplorasi dan dimanfaatkan tidak menutup

kemungkinan dapat menjadi produk bahan baku farmasi dan industri lainnya, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dalam pengembangan agroindustri di daerah asalnya. Akar, batang, dan daun dapat digunakan sebagai obat. Biji tanaman ini berpotensi sebagai bahan baku *biofuel*, dan bahan

insektisida. Sedangkan hasil samping pengolahan minyak berupa kulit biji dan ampas dapat dibuat arang aktif dan pupuk bagi tanaman (Saputera *et al*, 2007).

Agar diperoleh senyawa aktif yang terdapat dalam bagian tanaman tersebut dapat dilakukan melalui proses ekstraksi. Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen-komponen terlarut dari campuran komponen tidak terlarut dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Ekstraksi dengan pelarut dilakukan dengan melarutkan bahan ke dalam suatu pelarut organik, sehingga komponen pembentuk bahan akan terlarut ke dalam pelarut (Thorpe dan Whiteley, 1954). Menurut Aguilera, (1999) ekstraksi merupakan proses pemisahan dengan pelarut yang melibatkan perpindahan zat terlarut ke dalam pelarut..

Proses perpindahan komponen bahan ke pelarut dapat dijelaskan dengan teori difusi. Proses difusi merupakan pergerakan bahan secara spontan dan tidak dapat kembali (*irreversible*) dari fase yang memiliki konsentrasi lebih tinggi menuju ke fase dengan konsentrasi yang lebih rendah (Danesi, 1992). Proses ini akan terus berlangsung selama komponen bahan padat yang akan dipisahkan menyebar diantara kedua fase dan akan berakhir bila kedua fase berada dalam kesetimbangan. Kesetimbangan akan terjadi bila seluruh zat terlarut sudah larut semuanya di dalam zat cair dan konsentrasi larutan yang terbentuk menjadi seragam. Proses ekstraksi yang sederhana biasanya menggunakan metode maserasi.

Metode Maserasi digunakan untuk mengekstrak contoh yang tidak tahan panas sebab Maserasi merupakan metode ekstraksi yang tidak menggunakan pemanasan. Menurut (Meloan, 1999) metode Maserasi biasanya digunakan untuk mengekstraksi jaringan tanaman yang belum diketahui kandungan senyawanya yang kemungkinan bersifat tidak tahan panas sehingga kerusakan komponen tersebut dapat dihindari. Agar diperoleh hasil ekstraksi yang optimal, hasil yang diperoleh terlebih dahulu dianalisis menggunakan *Response Surface Method* (RSM).

RSM adalah kumpulan teknik matematik dan statistik yang digunakan untuk membentuk model dan menganalisis masalah dalam suatu respon yang dipengaruhi oleh beberapa peubah dan bertujuan untuk mengoptimalkan respon ini (Box *et al.*, 1978). Dalam banyak masalah RSM, bentuk hubungan antara respon dan peubah bebasnya tidak diketahui. Jadi langkah pertama adalah mendapatkan suatu pendugaan yang cocok untuk fungsi yang sebenarnya antara y dan himpunan bebasnya. Untuk pendugaan ini biasanya digunakan suatu polinomial orde rendah. Jika respon telah dimodelkan dengan baik oleh fungsi linier dari peubah bebasnya, maka fungsi yang diduga adalah model ordo pertama.

Jika ada lengkungan dalam sistem, maka polinomial dengan ordo yang lebih tinggi harus digunakan, seperti pada model ordo kedua. Hampir semua persoalan RSM menggunakan salah satu dari kedua model ini. Memang model polinomial ini bukan satu-satunya model untuk menduga hubungan fungsi yang sebenarnya, tetapi untuk wilayah yang relatif kecil maka model ini dapat digunakan dengan baik. Metode kuadrat terkecil juga dapat digunakan untuk menduga parameter dalam pendugaan polinomial. Analisis respon *surface* kemudian dibentuk menggunakan pengepasan *surface*. Jika pengepasan *surface* merupakan suatu pendugaan yang memadai dari fungsi respon yang sebenarnya, maka analisis dari pengepasan *surface* kira-kira sama dengan analisis sistem yang sebenarnya (Montgomery, 1997).

Penentuan kondisi operasi optimum diperlukan fungsi respon ordo kedua dengan menggunakan rancangan komposit terpusat dalam mengumpulkan data percobaan. Penentuan kondisi optimum proses dilakukan menggunakan analisis kononik dan analisis plot kontur permukaan respon. Analisis kanonik dalam metode permukaan respon adalah mentransformasikan permukaan respon dalam bentuk kanonik. Sedangkan plot kontur adalah suatu seri garis atau kurva yang

mengidentifikasi nilai-nilai peubah uji pada respon yang konstan dan plot kontur ini memegang peranan penting dalam mempelajari analisis permukaan respon.

Diharapkan dengan menggunakan pendekatan metode *Response Surface Method* dalam memprediksi rendemen ekstrak biji kamandrah menggunakan pelarut heksana dan etanol, dapat digunakan sebagai acuan *Skill Up* ekstraksi selanjutnya, sehingga lebih efisien penggunaan waktu, tenaga dan biaya.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah tumbuhan Kamandrah (*Croton tiglium* L.) yang diambil bijinya untuk di ekstraksi. Tanaman ini diambil dari daerah asalnya di Tamiang Layang, Kabupaten Barito Timur, Propinsi Kalimantan Tengah. Bahan

pembantu lain yang digunakan adalah pelarut kimia etanol (PA), heksana (PA), aquades, aseton, butanol, KOH, NaCl fisiologis, NaHCO₃ dan NH₄OH.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan percobaan. Sebelum dilakukan ekstraksi senyawa aktif dari biji kamandrah terlebih dahulu dilakukan penyiapan bahan. Penyiapan bahan dilakukan sesuai dengan standar mutu simplisia yang meliputi pengumpulan bahan, sortasi buah, pengeringan, pengupasan kulit buah, pengupasan cangkang biji dan pengecilan ukuran (Badan POM, 2005). Setelah persiapan bahan telah dilakukan, kemudian dilakukan tahapan proses ekstraksi yang dilakukan sebagai berikut :

Tabel 1. Peubah bebas yang digunakan dalam model statistik 1

No.	Variabel	Kode	Optimasi Maserasi dengan Penambahan Pelarut		
			Rendah (-1)	Sedang (0)	Tinggi (+1)
1.	Waktu Maserasi (hr)	X ₁	4	6	8
2.	Rasio Bahan/pelarut (g)	X ₂	1:3	1:5	1:7

Tabel 2. Rancangan percobaan 2 faktor respon rendemen ekstrak terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut

Rancangan Percobaan	No.	Variabel Kode		Variabel Asli		Rendemen (g)
		X ₁ (hr)	X ₂ (g)	X ₁ (hr)	X ₂ (g)	
Titik Faktorial	1	-1	-1	4	1:3	-
	2	1	-1	8	1:3	-
	3	-1	1	4	1:7	-
	4	1	1	8	1:5	-
Titik Pusat	5	0	0	6	1:5	-
	6	0	0	6	1:5	-
	7	0	0	6	1:5	-
	8	0	0	6	1:5	-
Titik Bintang	9	-1.414	0	3.172	1:5	-
	10	1.414	0	8.828	1:5	-
	11	0	-1.414	6	7.828	-
	12	0	1.414	6	2.172	-

Optimasi proses ekstraksi menggunakan pelarut etanol dan heksana dilakukan terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut untuk memperoleh rendemen ekstrak yang optimal. Variabel yang diamati adalah rendemen ekstrak (g) yang diperoleh dari hasil proses ekstraksi yang dimulai dari maserasi 5 g serbuk biji kamandrah pada waktu dan rasio bahan/pelarut sesuai dengan perlakuan, kemudian disaring dengan kertas saring. Ekstrak kasar yang diperoleh dari hasil penyaringan di pisahkan menggunakan rotavapor pada suhu 60°C selama 45 menit, sehingga diperoleh ekstrak kental (Harborne, 1987).

Rancangan percobaan dan analisis hasil optimasi menggunakan metode *Central Composite Design* (Rancangan komposit Pusat) dan *Response Surface Methode* (RSM). Ada 2 variabel berpengaruh yang dicoba dalam penelitian ini yaitu (1) waktu maserasi (X_1), dan (2) nisbah bahan/pelarut (X_2). Faktor, kode dan taraf kode yang dicoba pada penelitian (Tabel 1).

Pada tahap pemilihan faktor yang berpengaruh dilakukan percobaan dengan rancangan titik faktorial 2 faktor dan titik pusat sebanyak 2 ulangan. Rancangan percobaan untuk pendugaan model linier terdiri dari 4 unit percobaan faktorial dan 4 unit percobaan titik pusat (*center points*). Pembentukan model kuadratik dilanjutkan percobaan rancangan titik bintang (*star point*) dengan faktor dapat diputar (α) sebesar $\pm 2^{k/4}$ dimana k adalah jumlah faktor. Adapun matrik rancangan percobaan dengan 2 faktor (Tabel 2).

Model persamaan kondisi optimum respon rendemen ekstrak terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut menggunakan persamaan (Rigas *et al*, 2001) sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon$$

dengan,

Y = variabel respons

X_1 = variabel bebas waktu maserasi

X_2 = variabel bebas rasio bahan/pelarut

ε = komponen galat

Data yang diperoleh dari hasil percobaan, dianalisis menggunakan perangkat lunak *Statistical Analysis System* (SAS) versi 9 dan Statistika versi 6 (Mattjik *et al*, 2002; McCabe dan Smit, 1974) untuk mendapatkan bentuk permukaan respon dan plot kontur dari hasil rendemen yang diperoleh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Proses Ekstraksi Untuk Memperoleh Ekstrak Heksana

Matrik ordo pertama optimasi pengaruh waktu maserasi dan rasio bahan/pelarut terhadap rendemen ekstrak heksana menggunakan rancangan faktorial dan titik pusat menunjukkan bahwa respon rendemen ekstrak heksana yang dihasilkan terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut berkisar 0.85 – 1.50 g mL⁻¹.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu maserasi berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen ekstrak heksana, begitu juga nisbah bahan/pelarut berpengaruh nyata terhadap perolehan rendemen ekstrak heksana.

Hasil pembentukan model ordo pertama menggunakan rancangan faktorial dan titik pusat terhadap perolehan rendemen ekstrak heksana, menunjukkan bahwa model perolehan rendemen ekstrak heksana tidak merupakan persamaan linier tetapi cenderung kuadratik, karena efek kuadratik lebih signifikan bila dibandingkan dengan efek linier hal ini ditunjukkan F hit sebesar 158.76.

Model ordo pertama dari variabel kode untuk optimasi respon rendemen ekstrak

heksana terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut sebagai berikut :

$$Y = 1.457500 + 0.09500 X_1 + 0.070000X_2 - 0.387500X_1^2 - 0.055000X_2^2$$

dengan :

Y = perolehan rendemen ekstrak heksana

X₁ = waktu maserasi

X₂ = nisbah bahan/pelarut heksana

Hasil uji penyimpangan model, menunjukkan bahwa model bersifat sangat nyata dengan nilai peluang 0.00012. Hal ini berarti model linier yang dibuat menyimpang dari keadaan nyata. Meskipun nilai R² untuk persamaan ordo pertama relatif tinggi yaitu R² = 0,9848, namun hasil uji *lack of fit* (ketidaksesuaian model) bersifat nyata ($\alpha < 0.05$). Dengan demikian menunjukkan bahwa model ordo pertama ekstraksi yang diperoleh tidak tepat digunakan untuk menduga respon perolehan rendemen ekstrak heksana, karena tidak memenuhi syarat model yang baik. Untuk itu perlu dilakukan analisis statistik selanjutnya untuk pendugaan ordo kedua pada model kuadratik. Menurut Box *et al.*, (1978) dan Gaspersz (1995) syarat model yang baik mempunyai hasil uji penyimpangan model yang bersifat tidak nyata ($\alpha > 0.05$). Dengan demikian dari perancangan faktorial dan titik pusat pada ordo pertama perlu ditambahkan empat titik observasi (*central composite design*) untuk mendapatkan lokasi titik optimum yang tepat dalam analisis statistik selanjutnya untuk menduga ordo kedua pada model kuadratik.

Pembentukan model kuadratik pengaruh waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut terhadap hasil rendemen ekstrak heksana menggunakan data pada rancangan faktorial, titik pusat, dan titik bintang (Tabel 3).

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa waktu maserasi dan nisbah bahan/

pelarut berpengaruh sangat nyata terhadap perolehan rendemen ekstrak heksana.

Tabel 3. Hasil percobaan respons rendemen ekstrak heksana terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut.

Percobaan	Variabel Kode		Variabel Asli		Respon
	X ₁ (hr)	X ₂ (g)	X ₁ (hr)	X ₂ (g)	Y (g/ml)
	-1	-1	4	1:3	0.85
Titik	1	-1	8	1:3	1.15
Faktorial	-1	1	4	1:7	1.10
	1	1	8	1:7	1.18
	0	0	6	1:5	1.48
Titik Pusat	0	0	6	1:5	1.45
	0	0	6	1:5	1.50
	0	0	6	1:5	1.40
	1.414	0	3.172	1:5	1.13
Titik	-1.414	0	8.28	1:5	1.29
Bintang	0	1.414	6	7.828	1.05
	0	-1.414	6	2.172	1.20

Dari hasil uji signifikansi terhadap parameter model kuadratik perolehan ekstrak heksana menunjukkan semua koefisien parameter mempunyai peluang kurang dari 0,05 ($\alpha < 0,05$). Hal ini memperlihatkan bahwa semua parameter model kuadratik memberi pengaruh yang signifikan terhadap model, dengan nilai signifikansi sebesar 98% X₁ dan X₂ signifikan dengan nilai signifikan sebesar 97%, sedangkan nilai signifikan sebesar 99% X₁² dan interaksi antara X₁X₂ tidak signifikan dengan nilai signifikan sebesar 92%.

Adapun persamaan model kuadratik pengaruh waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut seperti pada persamaan model berikut:

$$= 1.457515 + 0.075791X_1 + 0.061522X_2 - 0.148155X_1^2 - 0.055000X_1X_2 - 0.190668X_2^2$$

dengan :

Y = perolehan rendemen ekstrak heksana

X₁ = waktu maserasi

X₂ = nisbah bahan/pelarut heksana

Hasil uji kesahihan model menunjukkan bahwa model kuadratik hasil ekstrak heksana mempunyai nilai koefisien determinan (R²) relatif tinggi yaitu sebesar 93%. Hal ini menunjukkan bahwa 93% dari keragaman pada parameter optimasi, dapat dijelaskan oleh model. Hasil uji penyimpangan model (*lack of fit*) pada model ordo kedua ini bersifat tidak nyata ($\alpha = 0.1438$) yang berarti model dapat diterima. Berdasarkan kesesuaian ini maka model ordo kedua dianggap lebih sesuai untuk menduga pengaruh waktu dan nisbah bahan/pelarut terhadap hasil ekstrak heksana.

Hasil uji asumsi residual menunjukkan bahwa plot residual menyebar acak disekitar nol. Pemeriksaan asumsi kenormalan juga menunjukkan plot residual mendekati garis lurus, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual telah terdistribusi normal dan memenuhi asumsi identik.

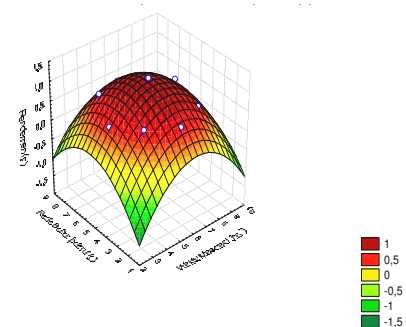
Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa persamaan kuadratik perolehan ekstrak heksana (1) telah memenuhi uji kesahihan model (validasi), (2) dapat digunakan untuk menduga perolehan ekstrak heksana optimum pada proses maserasi, dan (3) dapat menjelaskan hubungan antara peubah waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut terhadap hasil ekstrak heksana.

Model persamaan yang telah memenuhi uji kesahihan model dapat digunakan untuk menduga kondisi optimum respon hasil ekstrak heksana terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut. Berdasarkan plot kontur yang memusat, dapat diketahui bahwa titik optimum sudah dicapai. Analisis permukaan dan plot kontur permukaan respon hasil ekstrak heksana terhadap waktu

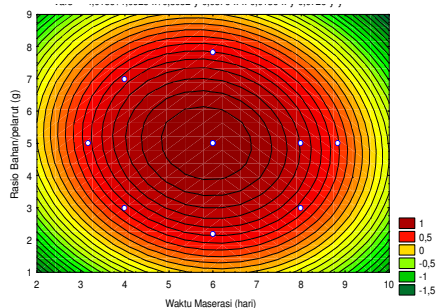
maserasi dan nisbah bahan/pelarut (Gambar 1 dan 2).

Hasil analisis kanonik yang digunakan untuk menentukan titik optimum adalah penentuan titik stasioner yang terjadi pada waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut. Hasil analisis kanonik titik optimum diperoleh pada nilai kode peubah waktu maserasi (X₁) adalah 0.249580 atau nilai aktual waktu maserasi 6.49 hari dan nilai kode nisbah bahan/pelarut (X₂) adalah 0.132987 atau nilai aktual nisbah bahan/pelarut 1: 5.15 g mL⁻¹. dengan hasil prediksi Y_{pred} = 1.470242 g mL⁻¹.

Dari hasil percobaan laboratorium pada waktu maserasi 6.49 hari dan nisbah bahan/pelarut 1: 5.15 g mL⁻¹. menghasilkan rendemen ekstrak heksana (Y_{lab}) = 1.45 g (29%), hasil percobaan lebih kecil dari nilai prediksi respon pada titik stasioner diperoleh Y_{pred} = 1.470242 g mL⁻¹. Walaupun demikian hasil prediksi dan hasil percobaan tidak terlalu berbeda jauh, dengan demikian metode *Response Surface Methods* dapat digunakan dalam memprediksi waktu maserasi dan rasio bahan/pelarut heksana yang akan digunakan sehingga menghasilkan rendemen ekstrak yang optimal.



Gambar 1. Respon permukaan rendemen ekstrak heksana



Gambar 2. Plot kontur optimasi respon rendemen ekstrak heksana

Optimasi Proses Ekstraksi Untuk Memperoleh Rendemen Ekstrak Etanol

Matrik ordo pertama optimasi respon rendemen ekstrak etanol terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut menggunakan rancangan faktorial dan titik pusat menunjukkan respon rendemen ekstrak etanol yang dihasilkan terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut berkisar $0.66 - 0.99 \text{ g mL}^{-1}$. Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa efek kuadrat lebih signifikan bila dibandingkan dengan efek linier hal ini ditunjukkan F hitung sebesar 66.95. Hal ini mengindikasikan bahwa interval variabel yang dipilih telah mendekati titik optimum. Sedangkan model ordo pertama dari variabel kode untuk optimasi respon rendemen ekstrak etanol terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut sebagai berikut :

$$Y = 0.952500 + 0.025000 X_1 + 0.045000 X_2 - 0.202500 X_1^2 - 0.020000 X_2^2$$

dengan :

$$\begin{aligned} Y &= \text{peroleh hasil ekstrak etanol} \\ X_1 &= \text{waktu maserasi} \\ X_2 &= \text{nisbah bahan/pelarut etanol} \end{aligned}$$

Meskipun nilai R^2 untuk persamaan ordo pertama relatif tinggi yaitu $R^2 = 0,9625$, namun hasil uji *lack of fit* (ketidak sesuaian model) bersifat nyata ($\alpha < 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa model ordo pertama ekstraksi yang diperoleh tidak tepat digunakan untuk menduga respon perolehan rendemen ekstrak etanol. Pembentukan model respon

ekstrak etanol terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut menggunakan data pada rancangan faktorial, titik pusat, dan titik bintang (Tabel 4).

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut berpengaruh nyata terhadap perolehan rendemen ekstrak etanol. Hasil analisis ragam ordo dua menunjukkan bahwa pengaruh kuadrat signifikan pada tingkat kepercayaan 143.97 % dengan nilai signifikan sebesar 97% X_1 dan X_2 signifikan dengan nilai signifikan sebesar 95%, sedangkan nilai signifikan sebesar 99% X_1^2 dan interaksi antara X_1X_2 tidak signifikan dengan nilai signifikan sebesar 84%.

Hasil analisis statistik tahap kedua untuk respon perolehan hasil ekstrak etanol (Y) pada percobaan dengan model kuadrat pada titik faktorial, titik pusat dan titik bintang diperoleh persamaan model sebagai berikut:

$$Y = 0.952503 + 0.030180 X_1 + 0.026039 X_2 - 0.101268 X_1^2 - 0.020000 X_2^2$$

dengan :

$$\begin{aligned} Y &= \text{peroleh hasil ekstrak etanol} \\ X_1 &= \text{waktu maserasi} \\ X_2 &= \text{nisbah bahan/pelarut etanol} \end{aligned}$$

Hasil uji kesahihan model menunjukkan bahwa model kuadrat hasil ekstrak etanol mempunyai nilai koefisien determinan (R^2) sebesar 93%. Hal ini menunjukkan bahwa 93% dari keragaman pada parameter optimasi yang dapat dijelaskan oleh model. Hasil uji *lack of fit* (uji ketidak sesuaian data) pada model ordo kedua ini bersifat tidak nyata ($\alpha = 0.4822$) yang berarti model dapat diterima. Berdasarkan kesesuaian ini maka model ordo kedua dianggap lebih sesuai untuk menduga respon hasil ekstrak etanol terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut, karena telah memenuhi uji kesahihan model.

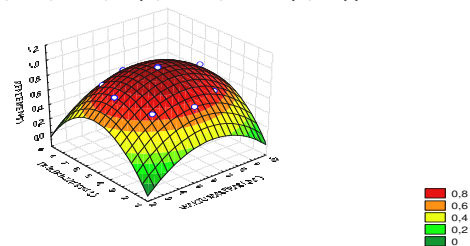
Tabel 4. Hasil percobaan respon rendemen ekstrak etanol terhadap waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut.

Percobaan	Variabel Kode		Variabel Asli		Respon
	X ₁ (hr)	X ₂ (g)	X ₁ (hr)	X ₂ (g)	Y (g/ml)
	-1	-1	4	1:3	0.66
Titik	1	-1	8	1:3	0.75
Faktorial	-1	1	4	1:7	0.79
	1	1	8	1:7	0.80
	0	0	6	1:5	0.91
Titik	0	0	6	1:5	0.97
Pusat	0	0	6	1:5	0.99
	0	0	6	1:5	0.94
	1.414	0	3.172	1:5	0.71
Titik	-1.414	0	8.28	1:5	0.81
Bintang	0	1.414	6	7.828	0.77
	0	-1.414	6	2.172	0.79

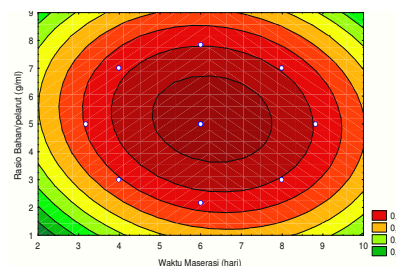
Hasil uji asumsi residual menunjukkan bahwa plot residual menyebar acak disekitar nol. Pemeriksaan asumsi kenormalan juga menunjukkan plot residual mendekati garis lurus sehingga dapat disimpulkan bahwa residual telah terdistribusi normal dan memenuhi asumsi identik.

Hasil analisis kanonik yang digunakan untuk menentukan titik optimum adalah penentuan titik stasioner yang terjadi pada waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut. Hasil analisis kanonik titik optimum diperoleh pada waktu maserasi 6.21 hari dan nisbah bahan/pelarut 1: 6.91 g mL⁻¹. Dari hasil percobaan laboratorium pada waktu maserasi 6.21 hari dan nisbah bahan/pelarut 1: 6.91 g mL⁻¹. menghasilkan rendemen ekstrak etanol (Y_{lab}) = 0.93 g lebih kecil dari nilai prediksi respon pada titik stasioner diperoleh Y_{pred} = 0.956224 g mL⁻¹. Walaupun demikian hasil prediksi dan hasil percobaan tidak terlalu berbeda jauh, dengan demikian metode *Response Surface Methods* dapat digunakan dalam memprediksi waktu maserasi dan rasio

bahan/pelarut etanol yang akan digunakan sehingga menghasilkan rendemen ekstrak yang optimal



Gambar 3. Respon permukaan optimasi proses ekstrak etanol



Gambar 4. Plot kontur respon rendemen ekstrak etanol

KESIMPULAN

- Hasil analisis kanonik titik optimum diperoleh pada nilai kode peubah waktu maserasi (X₁) adalah 0.249580 atau nilai aktual waktu maserasi 6.49 hari dan nilai kode nisbah bahan/pelarut (X₂) adalah 0.132987 atau nilai aktual nisbah bahan/pelarut 1: 5.15 g mL⁻¹. dengan hasil prediksi Y_{pred} = 1.470242 g mL⁻¹. Dari hasil percobaan laboratorium pada waktu maserasi 6.49 hari dan nisbah bahan/pelarut 1: 5.15 g mL⁻¹. menghasilkan rendemen ekstrak heksana (Y_{lab}) = 1.45 g (29%), hasil percobaan lebih kecil dari nilai prediksi respon pada titik stasioner diperoleh Y_{pred} = 1.470242 g mL⁻¹.
- Hasil analisis kanonik yang digunakan untuk menentukan titik optimum adalah penentuan titik stasioner yang terjadi pada waktu maserasi dan nisbah bahan/pelarut.

- Hasil analisis kanonik titik optimum diperoleh pada waktu maserasi 6.21 hari dan nisbah bahan/pelarut 1: 6.91 g mL⁻¹.. Dari hasil percobaan laboratorium pada waktu maserasi 6.21 hari dan nisbah bahan/pelarut 1: 6.91 g mL⁻¹. menghasilkan rendemen ekstrak etanol (Y_{lab}) = 0.93 g lebih kecil dari nilai prediksi respon pada titik stasioner diperoleh $Y_{pred} = 0.956224$ g mL⁻¹. 1.
3. Dari hasil prediksi dan hasil percobaan baik pelarut etanol maupun heksana tidak terlalu berbeda jauh hasil yang diharapkan, dengan demikian metode *Response Surface Methods* dapat digunakan dalam memprediksi waktu maserasi dan rasio bahan/pelarut yang akan digunakan sehingga menghasilkan rendemen ekstrak yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, J. M. 1999. Micro structural Principles of Food Processing and Engineering, Second Edition. Aspen Publisher, Inc, Gaithersburg.
- Badan POM. 2005. Peraturan Perundang-undangan Dibidang Obat Tradisional, Obat Herbal Terstandar dan Fitofarmaka. Jakarta.. pp. 121.
- Box, G., E. P. William., G. Hunter and J.S, Hunter. 1978. Statistic for Experiments An Introduction to Design, Data Analysis and Model Building. John Wiley & Sons. New York.
- Danesi, P. R. 1992. Solvents Extraction Kinetics. Di dalam Rydberg, J., C. Musikas dan G. R. Choppin. Principles and Practices of Solvent Extraction. Marcel Dekker Inc., New York.
- Gaspers. V. (1995). Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Harborne, J.B. 1987. Metode Fitokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Terjemahan K, Padmawinata & L, Soediro. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Mattjik, A.A dan M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid 1. Bogor. IPB Press.
- McCabe, W.L. dan J.C. Smith. 1974. Unit Operation of Chemical Engineering. 3th ed. Mc Graw Hill International Book Company, New York.
- Meloan, C.E. 1999. Chemical Separation. New York: John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. C. 1997. Design and Analysis of Experiments. Fifth Edition. John Wiley & Sons. Inc. New York.
- Rigas, F., P.Pantelos dan C. Laoudis. 2001. Central Composite Design in Refinery's Wastewater Treatment by Air Flotation. Journal Global Nest the International, Vol. 2 (3):245-253.
- Saputera, D.Mangunwidjaja, Sapta Raharja, L,B.S.Kardono dan Dyah Iswantini. 2006. Gas Chromatography and Gas Chromatography-mass Spectrometry Analysis of Indonesian *Croton tiglium* Seed. Journal of Applied sciences 6 (7): 1576-1580.
- Thorpe's, J.F. dan M. A. Whiteley. 1954. Thorpe's Dictionary of Applied Chemistry. Volume II. 4th ed. Longmans, Green and Co., London.