



## Optimasi Enkapsulasi Ekstraksi Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza Roxb*) Menggunakan Jenis Penyalut Gum Arab Dengan Mesin *Spray Dryer*

Fanicya Novita Putri<sup>1)</sup>, Raden Faridz<sup>2)</sup>, Enung Siti Nurhidayah<sup>3)</sup>,

<sup>1,2,3)</sup>Teknologi Industri Pertanian/Illmu dan Teknologi Pertanian, Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

Email : fanicyanovita18@gmail.com<sup>1)</sup>rafasasraningrat@gmail.com<sup>2)</sup>

Abstrak – Temulawak atau dikenal juga dengan nama *Curcuma xanthorrhiza Roxb* merupakan tanaman yang sudah terkenal di seluruh dunia dan di Indonesia. Salah satu tanaman obat yang marak digunakan dalam obat herbal atau jamu yaitu temulawak karena memiliki kegunaan bahwa temulawak mengandung beragam senyawa yang baik untuk kesehatan, seperti *terpenoid*, *kurkuminoid*, dan *xanthorrhizol*. Enkapsulasi menggunakan metode *spray dryer* merupakan suatu metode yang paling populer karena *spray drying* dapat digunakan dalam skala industri dan dapat diproduksi secara berkesinambungan. Metode *spray drying* dalam bidang farmasi dan makanan dapat digunakan untuk mengenkapsulasi senyawa aktif obat, menutup bau menyengat yang dihasilkan oleh temulawak. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengetahui hasil optimalisasi penambahan ekstrak temulawak dan gum arab terhadap mutu enkapsulasi temulawak menggunakan mesin *spray dryer* dengan menggunakan *Responses Surface Methode (RSM)* untuk mengetahui hasil optimal dari beberapa variabel masa pengumpanan, laju pengumpanan, serta formulasi massa ekstrak yang akan digunakan. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum pada pembuatan serbuk ekstrak temulawak diperoleh pada variasi suhu inlet 170°C, massa enkapsulat 4 g, dan laju pengumpanan 30 ml/menit. Variabel terikat pada penelitian ini memperoleh titik optimal dengan antioksidan sebesar 37,25%, uji curcumin sebesar 10,1667%, flavonoid sebesar 0,1%, dan uji granula sebesar 4,59 µm.

**Kata Kunci :** Enkapsulasi, Optimasi, Temulawak

### PENDAHULUAN

Keanekaragaman tanaman yang dimiliki Indonesia perlu diperhatikan terutama tanaman yang memiliki manfaat besar bagi kesehatan masyarakat. Tanaman temulawak biasa disebut dengan tanaman obat yang digunakan sebagai bahan baku obat herbal. Jenis tanaman rempah yang telah diketahui dan dimanfaatkan sangat beragam sehingga pengelompokkan rempah — rempah tersebut perlu dipahami dengan benar. Bahan baku obat tradisional ternyata lebih banyak menggunakan tanaman obat dibandingkan mineral maupun hewani, tanaman obat mendominasi kandungan dalam obat herbal. Ramuan yang dijadikan sebagai obat herbal atau obat tradisional digunakan oleh masyarakat secara turuntemurun (Kurniawan dan Fatmawati, 2019). Salah satu tanaman obat yang marak digunakan dalam obat herbal atau jamu yaitu temulawak karena memiliki kegunaan bahwa temulawak mengandung beragam senyawa yang baik untuk kesehatan, seperti *terpenoid*, *kurkuminoid*, dan *xanthorrhizol*. Beragam senyawa aktif tersebut diketahui memiliki sifat antioksidan, antiradang, antimikroba, antikanker, dan antidiabetes.

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, produksi temulawak di Indonesia sebanyak 28.099,70 ton pada 2022. Jumlah tersebut turun 12,96% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 32.282,03 ton. Temulawak mencatatkan produksi tertingginya sebesar 32.282,03 ton pada 2021. Menurut wilayahnya, Jawa Timur mencatatkan produksi temulawak terbesar di Indonesia pada 2022, yakni 20.816,84 ton. Jumlah tersebut setara dengan 74,08% dari total produksi temulawak Indonesia sepanjang tahun lalu. Oleh karena itu, temulawak banyak dikonsumsi di wilayah jawa timur termasuk wilayah madura.

Bahan baku herbal tradisional biasanya dibentuk dalam jamu dan serbuk. Namun dalam pengembangan zaman, herbal tradisional dibentuk dalam enkapsulasi yang merupakan suatu proses dimana partikel kecil dikelilingi oleh suatu lapisan untuk membentuk kapsul berukuran kecil (Cakswindryandani *et al.*, 2023). Enkapsulasi mempunyai diameter antara micrometer sampai millimeter. Enkapsulasi menggunakan metode *spray dryer* merupakan suatu metode yang paling populer karena *spray drying* dapat digunakan dalam skala industri dan dapat diproduksi secara berkesinambungan (Cakswindryandani *et al.*, 2023). Metode ini emulsi bhan aktif disemprotkan dengan udara, biasanya dilakukan dengan menaikkan suhu untuk menguapkan pelarut. Metode *spray drying* dalam bidang farmasi dan makanan dapat digunakan untuk mengenkapsulasi senyawa aktif obat, menutup bau menyengat yang dihasilkan oleh temulawak (Cakswindryandani *et al.*, 2023).



Metode enkapsulasi temulawak yang menggunakan temulawak juga memakai bahan penyalut gum arab. Gum arab merupakan salah satu bahan penstabil yang dapat digunakan karena gum arab memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hidrokoloid lain. Gum arab jauh lebih mudah larut dalam air dibandingkan bahan penstabil lainnya dengan tingkat kelarutan 95% dan dapat mempertahankan aroma serta memiliki viskositas yang rendah dibandingkan hidrokoloid lainnya. Gum arab sangat berpotensi digunakan sebagai bahan penstabil dalam pembuatan sari almond, karena memiliki kemampuan hidrokoloid yang baik dan memiliki viskositas yang rendah. Oleh karena itu, perlu diteliti penggunaan gum arab dalam pembuatan enkapsulasi temulawak (Putri *et al.*, 2022).

**METODE**

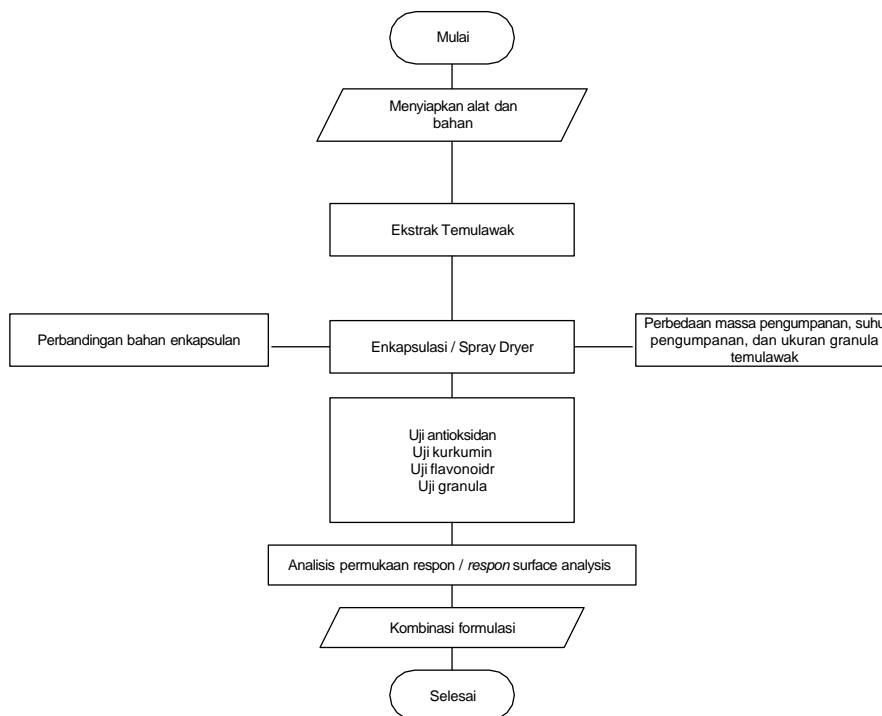
**Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Mutu, Laboratorium Rekayasa Proses dan Bioindustri, Lab Manajemen Limbah dan Lingkungan, Mini *Plant* Rempah Teknologi Industri Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura.

**Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu *cabinet dryer*, loyang, timbangan analitik, *evaporator*, mesin *spray dryer TFS-2L*, *spectrometer UV-VIS* (Genesys 10-s, USA), *beaker glass*, *Erlenmeyer*, *stirrer*, labu ukur, pipet tetes, pisau, grinder, sendok, *hotplate*, dan gelas ukur. Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu temulawak, methanol teknis, methanol AR, DPPH, *Trolox Sigma*, *Curcumin*, *Kalium Asetat*, *Aluminium Chloride*, gum arab, *Aquadest*, dan *quercetine sigma*.

**Rancangan Penelitian**



Gambar 1. *Flowchart* Rancangan Penelitian

Pembuatan enkapsulasi ekstrak temulawak terdapat beberapa tahapan diantaranya mempersiapkan bahan baku temulawak yang didapatkan dari berbagai kabupaten di Madura yang mencakup temulawak dari dataran tinggi dan dataran rendah. Temulawak yang telah dibersihkan akan dilakukan pencucian menggunakan air bersih yang mengalir. Setelah pencucian, bahan tersebut akan dilakukan perajangan atau dipotong hingga tipis untuk memudahkan masa pengeringan yang

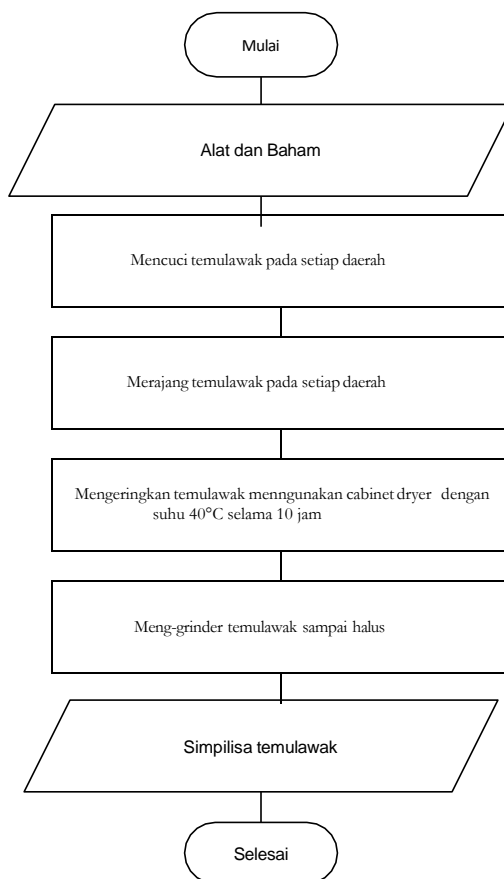


menggunakan mesin *cabinet dryer*. Pengeringan tersebut menggunakan suhu 40°C dengan waktu 10 jam. Setelah dikeringkan, temulawak akan di grinder sampai menjadi bubuk simplisia. Simplisia temulawak tersebut akan di ekstraksi yang kemudian akan dijadikan enkapsulasi temulawak. Adapun pengujian yang terdapat pada enkapsulasi temulawak tersebut yaitu uji antioksidan, uji kurkumin, uji flavonoid, dan uji granula yang nantinya akan ditentukan parameter nilai uji yang stabil menggunakan *Response Surface Methode* (RSM).

### Tahap Penelitian

#### Pembuatan Simplisia Temulawak

Pembuatan enkapsulasi ekstrak temulawak terdapat beberapa tahapan diantaranya mempersiapkan bahan baku temulawak yang didapatkan dari berbagai kabupaten di Madura yang mencakup temulawak dari dataran tinggi dan dataran rendah. Temulawak yang telah dibersihkan akan dilakukan pencucian menggunakan air bersih yang mengalir. Setelah pencucian, bahan tersebut akan dilakukan perajangan atau dipotong hingga tipis untuk memudahkan masa pengeringan yang menggunakan mesin *cabinet dryer*. Pengeringan tersebut menggunakan suhu 40°C dengan waktu 10 jam. Setelah dikeringkan, temulawak akan digrinder sampai menjadi bubuk simplisia. Simplisia temulawak tersebut akan diekstraksi yang kemudian akan dijadikan enkapsulasi temulawak. Adapun flowchart pembuatan berada pada gambar dibawah ini :



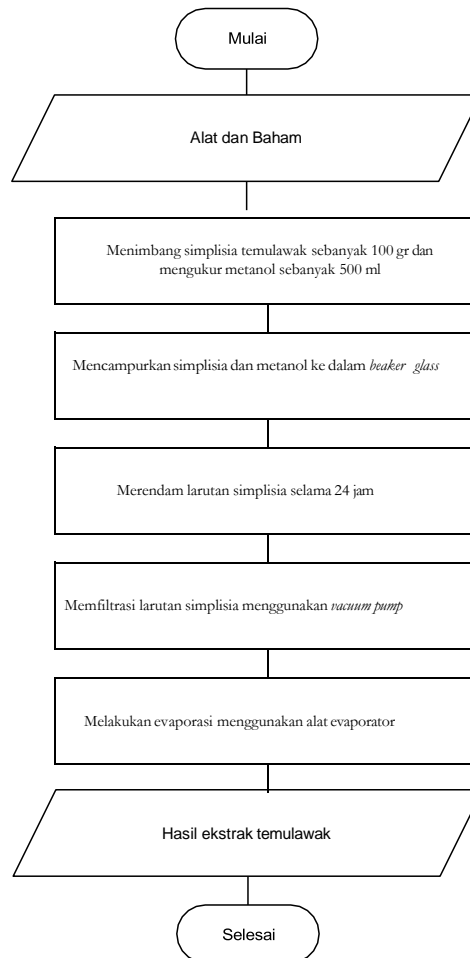
Gambar 2. Pembuatan simplisia temulawak

#### Ekstraksi Metode Maserasi

Maserasi yang merupakan metode ekstraksi dingin karena pengerjaannya tidak membutuhkan suhu tinggi. Maserasi adalah proses penyaringan simplisia dengan cara perendaman menggunakan pelarut dengan sesekali pengadukan pada temperatur kamar. Maserasi yang dilakukan pengadukan secara terusmenerus disebut maserasi kinetik sedangkan yang dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan terhadap maserat pertama dan seterusnya disebut remaserasi (Agustina et al.,



2018). Adapun flowchart metode maserasi berada pada gambar dibawah ini :

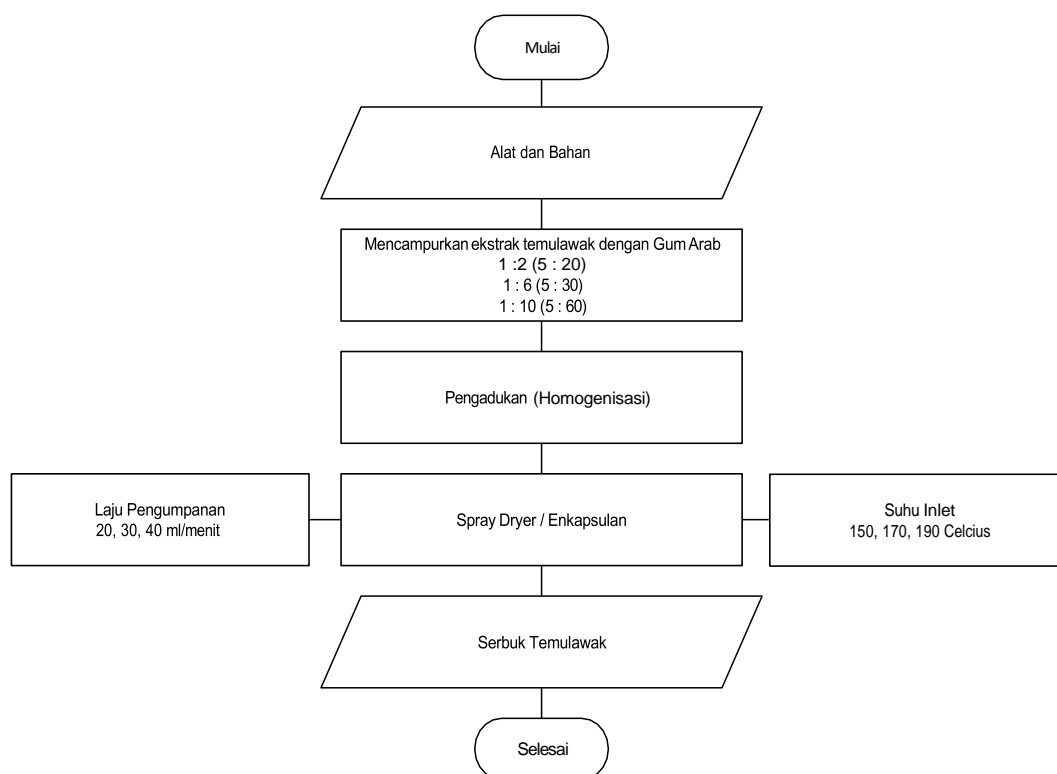


Gambar 3. *Flowchart* Metode Maserasi

Metode maserasi diawali dengan alat dan bahan yang telah ditentukan. Kemudian menimbang sampel pada masing – masing daerah sebanyak 100 gr dan dilarutkan dalam methanol 100 mL. Biarkan ekstraksi tersebut berlangsung selama 24 jam. Setelah dihasilkan rendaman sampel, dilakukan penyaringan. Filtrat dari penyaringan dipindahkan ke erlenmeyer lain dan ditutup dengan aluminium foil. Sedangkan, residu kembali direndam untuk proses remaserasi sebanyak 3 kali ulangan. Setelah 24 jam hasil ekstrak tersebut dilakukan filtrasi untuk memisahkan antara hasil ekstrak dengan residu kemudian di evaporasi menggunakan Rotary Evaporator sampai dengan pasta dengan suhu 40°C dan RPM 50.

#### Proses enkapsulasi

Proses enkapsulasi temulawak menggunakan mesin *spray dryer* TFS-2L dengan 3 rasio perbandingan antara massa gum arab, laju pengumpanan, serta suhu inlet yang telah dirancang menggunakan *Responses Surface Method* (RSM) menggunakan aplikasi *Design Expert* 13 untuk formulasi pada penelitian ini. Langkah pertama membuat larutan ekstrak temulawak dengan perlakuan 0,5 gr : 50 mL kemudian dicampurkan dengan gum arab (2, 4, 6 gr). Larutan tersebut dihomogenisasi menggunakan stirrer. Kemudian dilakukan proses enkapsulasi menggunakan mesin *spray dryer* dengan laju pengumpanan (20, 30, 40 mL/Liter) dan suhu inlet (150, 170, 190 C). Lakukan proses keseluruhan hingga sampel habis. Adapun flowchart enkapsulasi ada pada gambar di bawah ini :



Gambar 4 *Flowchart* Proses Enkapsulasi

### Tahap Analisis Uji Antioksidan

Senyawa yang dikenal sebagai antioksidan memiliki kemampuan untuk menunda oksidasi radikal bebas. Salah satu mekanisme aksi antioksidan melibatkan pemberian proton atau atom hidrogen ke molekul radikal. Oleh karena itu, bahan kimia radikal lebih stabil (Fitriana, 2015). Salah satu metode yang digunakan untuk uji aktivitas antioksidan adalah metode 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) (Malangngi, 2012). Persentase radikal bebas (%RSA) menunjukkan kemampuan antioksidan dalam sampel untuk menangkap radikal bebas. Peningkatan konsentrasi antioksidan dalam sampel akan menyebabkan peningkatan pada persentase penangkapan radikal bebas (Ginting dan Husni, 2020). Adapun perhitungan yang digunakan untuk menentukan persentase penangkapan radikal bebas %RSA (Radical Scavenging Activity) sebagai berikut :

$$\% \text{ RSA} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Menurut Malangngi (2012), pengujian antioksidan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) dengan membuat larutan 40 ppm yaitu 25mg DPPH dilarutkan dengan methanol AR pada labu ukur 250 ml kemudian dipindahkan dalam wadah gelap dan tertutup rapat. Pembuatan blanko dalam pengujian antioksidan menggunakan larutan DPPH sebanyak 2,85ml dan ditambahkan dengan methanol AR sebanyak 0,15 ml kemudian dihomogenkan menggunakan vortex dalam wadah gelap dan tertutup rapat, serta diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit. Pembuatan larutan sampel pengujian antioksidan yakni menimbang sampel temulawak sebanyak 25mg yang dilarutkan dalam labu ukur 100ml menggunakan methanol AR sehingga mendapatkan konsentrasi 250 ppm. Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan cara 2,85 mL larutan DPPH ditambah dengan masing - masing 1 mL larutan uji konsentrasi 0, 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Larutan ini diukur absorbansi pada panjang gelombang 516 nm. Untuk memenuhi standar DPPH, 25 mg Trolox dikombinasikan dengan methanol AR dan diencerkan dengan konsentrasi berbeda yaitu 0, 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Selanjutnya diambil 0,15 ml masing-masing konsentrasi larutan Trolox dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.



Reagen DPPH (2,85 ml) di vortex digunakan untuk menghomogenisasi campuran, dan kemudian didiamkan pada suhu ruang dan dalam gelap selama 30 menit. Setelah itu, panjang gelombang 516 nm digunakan untuk absorbansi. Untuk mengevaluasi, sampel diambil 0,15 ml dan masukkan ke dalam botol gelap. Reagen DPPH (2,85 ml) ditambahkan. Setelah menggunakan vortex untuk menghomogenisasi larutan, larutan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang di wadah gelap dan tertutup dengan menggunakan panjang gelombang 516 nm. Konsentrasi antioksidan kemudian dihitung dalam mg trolox/ml menggunakan kurva standar Trolox sebagai kalibrasi.

### Uji Flavonoid

Flavonoid adalah senyawa fenolik memiliki berat molekul rendah yang tersusun atas 2-fenil kromon dari turunan asam asetat. Selain itu, flavonoid juga memiliki efek anti inflamasi, anti oksidan, anti alergi, anti trombotik, dan anti virus. Sebagai antioksidan, flavonoid dapat menstabilkan dan memperbaiki sel yang rusak (Azzahra, 2022). Senyawa flavonoid banyak ditemukan sebagai zat warna alam berupa warna merah, kuning dan ungu. Flavonoid juga sebagai penampung yang baik terhadap radikal bebas dan superoksida sehingga melindungi lemak membrane terhadap reaksi yang merusak (Satria, 2022). Pengujian flavonoid juga menggunakan kuersetin sebagai pembanding flavonoid temulawak yang terdapat pada ekstrak temulawak. Penentuan kandungan flavonoid mencampurkan sampel temulawak (250 ppm) sebanyak 1,5 ml,  $\text{AlCl}_3$  0,1 ml, PA 0,1 ml, aquades 1,8 ml yang di uji dalam panjang gelombang 415 nm. Penentuan flavonoid dinyatakan sebagai ekuivalen kuersetin dalam mg/kg ekstrak.

### Uji Kurkumin

Secara kimia, kurkumin adalah salah satu zat metabolit sekunder adalah anggota kelompok fenolik temulawak yang mengandung bahan aktif yang disebut kurkumin dalam bentuk polifenol yang didefinisikan secara kimia  $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_6$ . Kurkumin memiliki aktivitas farmakologis yang besar terutama antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, penyembuhan luka. Kurkumin merupakan senyawa aktif dari tanaman kunyit dan temulawak. Senyawa kurkumin memiliki banyak kegunaan seperti pewarna tekstil, obatobatan herbal, atau produk makanan. kurkumin dapat menghambat agregasi trombosit, antidiabetes, antitumor, efek antiinflamasi, efek antioksidan, dan antivirus (Kinasih, 2023). Pengujian standart kurkumin dengan cara menimbang sebanyak 10mg kurkumin dan ditambahkan methanol AR yang diencerkan dalam labu ukur 100ml. Absorbansi larutan standart pada 1, 2, 3, 4, 5 ppm diukur dalam panjang gelombang 462, setelah itu diukur absorbansi masing-masing sampel pada panjang gelombang yang sama.

### Uji Granula

Mikroskop adalah alat bantu yang digunakan untuk mengamati benda-benda kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata. Mikroskop yang paling umum digunakan adalah mikroskop cahaya yang memanfaatkan berkas cahaya tampak dan lensa optik. Batas resolusi dari mikroskop cahaya dibatasi oleh panjang gelombang cahaya tampak yang digunakan yaitu setengah dari panjang gelombang (Bria, 2017). Pada penelitian ini menggunakan mikroskop SXY-N00C yang kemudian hasil pengamatan tersebut di input dalam computer untuk menganalisa diameter granula. Tujuan pengujian ukuran ini untuk mengetahui ukuran pada setiap granula temulawak dalam satuan  $\mu\text{m}$ .

### Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengolahan data yang meliputi pemeriksaan, pemrosesan dan pemodelan data. Analisis data menggunakan Microsoft Excel untuk mengolah data dalam bentuk grafik atau kurva. Pemodelan data untuk menentukan formulasi optimasi yang optimal dilakukan menggunakan aplikasi *Design Expert 13*. Desain dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 1 yang dimana pada tabel tersebut menggunakan 3 faktor rasio perbandingan yang terdiri dari laju pengumpanan (20, 30, 40 ml/menit), gum arab sebesar (2 g, 4 g, 6 g), dengan varian perbandingan suhu inlet sebesar (150, 170, 190 0C). Sedangkan masa ekstrak temulawak diambil sebanyak 0,5 gr yang dilarutkan dalam 50 mL aquadest. Tujuan penggunaan 3 rasio perbandingan dalam penelitian ini untuk mengetahui seberapa optimal perlakuan serbuk temulawak dalam 3 rasio perbandingan tersebut. Data tersebut dianalisis menggunakan *Response Surface Methode* dengan aplikasi Design Expert 13 sehingga



menghasilkan 15 data.

Table 1. Desain Rancangan Penelitian

Variabel	Nilai bawah	Nilai tengah	Nilai atas
A : Laju pengumpanan (mL/menit)	20	30	40
B : Massa gum arab (g)	2	4	6
C : Variasi suhu inlet (°C)	150	170	190

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terdapat 4 uji atau parameter yang telah dilakukan antara lain uji antioksidan, uji flavonoid, uji curcumin, dan uji granula. Hasil dari 4 parameter yang telah diuji tersebut sebagai berikut :

Tabel 2 ANOVA Pada Proses Optimasi Pengolahan Temulawak

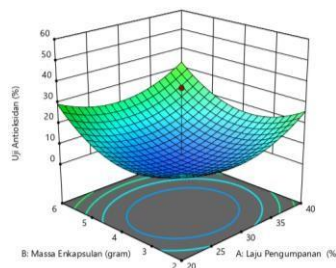
Respon / Responses	Anova					
	Persamaan Matematika/ Mathematic/e quation	Model Significance (p<0,05)	Lack of fit (p>0,0 5)	Model R2	Standart deviation	Mean
Antioksidan	Y=4,72+2,65X1+4,41X2-0,4349X3-0,9113X1X2-0,9638X1X3-0,9638X2X3	0,2315	0,2877	0,6238	19,52	30,11
Flavonoid	Y=0,0149+0,1336X1-0,0133X2-0,0892X3+0,0075X1X2+0,1975X2X3+0,1175X2X3	0,1880	0,0001	0,6482	0,4003	0,4695
Curcumin	Y=2,04+0,3774X1-2,12X2-0,0650X3-0,1450X1X2-0,4850X1X2+0,8650X2X3	0,2837	0,5627	0,5970	4,26	3,28
Granula	Y=0,6262+0,7980X1+0,4796X2-0,3650X3-0,3650X1X2-0,1800X1X3+0,3525X2X3	0,0176	0,5266	0,8182	1,97	4,50

#### Uji Antioksidan

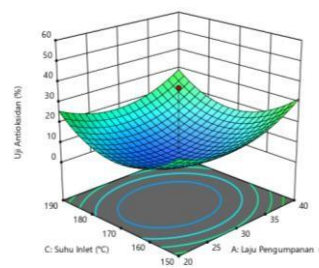
Persamaan kurva respon terbaik terhadap Uji Antioksidan dituliskan dalam model quadratic



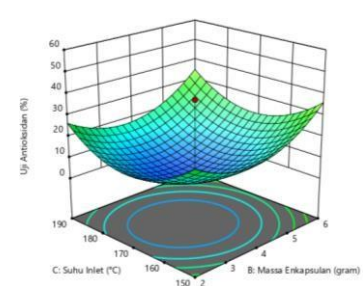
dengan persamaan  $Y=4,72+2,65X_1+4,41X_2-0,4349X_3-0,9113X_1X_2-0,9638X_1X_3-0,9638X_2X_3$ , Dimana Y : Nilai Antioksidan,  $X_1$  : laju pengumpanan,  $X_2$  : Massa enkapsulat,  $X_3$  : Variasi suhu inlet,  $X_1^2$  : Laju pengumpanan\*Laju pengumpanan,  $X_2^2$  : Massa enkapsulat\*Massa enkapsulat,  $X_3^2$  : Variasi suhu inlet\*Variasi suhu inlet,  $X_1*X_2$  : Laju pengumpanan\*Massa enkapsulat,  $X_1*X_3$  : Laju pengumpanan\*Variasi suhu inlet,  $X_2*X_3$  : Massa enkapsulat\*Variasi suhu inlet. Nilai p-value > 0,05 yaitu 0,2315 yang berarti lebih besar dari derajat signifikan (0,05) sehingga tidak terdapat Lack of fit atau model yang diperoleh sesuai dengan data. Pengujian kesesuaian model regresi (*Lack of fit*) yang dilakukan menunjukkan nilai p-value sebesar 0,2877 , yang artinya lebih besar dari tingkat signifikansi (0,05). Oleh karena itu, tidak ada indikasi ketidaksesuaian atau *lack of fit*, dan model yang dihasilkan sesuai dengan data yang digunakan. Dari persamaan tersebut diketahui juga nilai koefisien terbesar terjadi pada Laju massa enkapsulan dengan nilai koefisien sebesar 265,57. Sedangkan nilai koefisien terkecil terjadi pada massa enkapsulat\*suhu inlet dengan koefisien sebesar 0,0496. Diketahui bahwa Titik optimum kombinasi formulasi berada pada suhu inlet 170°C, laju pengumpanan 30 ml/menit, dan massa enkapsulat sebesar 4 gram dengan nilai sebesar 37,25% yang terdapat pada 3D Surface Uji Antioksidan dibawah ini :



Gambar 5 Nilai Antioksidan antara Masa Enkapsulan dengan Laju Pengumpanan



Gambar 6 Nilai Antioksidan antara Suhu Inlet dengan Laju Pengumpanan

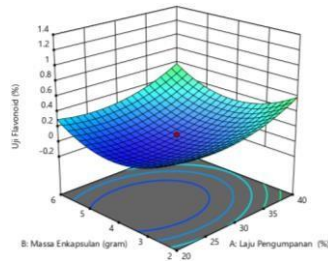


Gambar 7 Nilai Antioksidan antara Suhu Inlet dengan Masa Enkapsulan

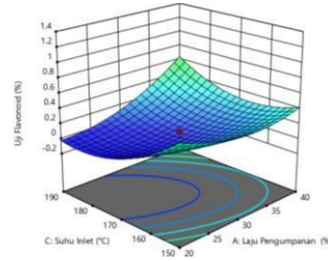
### Uji Flavonoid

Persamaan kurva respon terbaik terhadap Uji Flavonoid dituliskan dalam model quadratic dengan persamaan  $Y=0,0149+0,1336X_1-0,0133X_2-0,0892X_3+0,0075X_1X_2+0,1975X_2X_3+0,1175X_2X_3$ , Dimana Y : Nilai Antioksidan,  $X_1$  : laju pengumpanan,  $X_2$  : Massa enkapsulat,  $X_3$  : Variasi suhu inlet,  $X_1^2$  : Laju pengumpanan\*Laju pengumpanan,  $X_2^2$  : Massa enkapsulat\*Massa enkapsulat,  $X_3^2$  : Variasi suhu inlet\*Variasi suhu inlet,  $X_1*X_2$  : Laju pengumpanan\*Massa enkapsulat,  $X_1*X_3$  : Laju pengumpanan\*Variasi suhu inlet,  $X_2*X_3$  : Massa enkapsulat\*Variasi suhu inlet. Nilai p-value > 0,05 yaitu 0,1880 yang berarti lebih besar dari derajat signifikan (0,05) sehingga tidak terdapat Lack of fit atau model yang diperoleh sesuai dengan data. Pada tabel tersebut terdapat beberapa sumber yang tidak berpengaruh nyata atau tidak signifikan, namun dengan adanya nilai koefisien yang bernilai positif dan negatif dapat menunjukkan jika koefisien bernilai positif maka semakin tinggi nilai sumber tersebut akan semakin tinggi pula nilai atau hasil pengujiannya, pengujian kesesuaian model regresi (*Lack of fit*) yang dilakukan menunjukkan nilai p-value sebesar 0,0001 , yang artinya lebih kecil dari tingkat signifikansi (0,05). Oleh karena itu, ada indikasi ketidaksesuaian atau *lack of fit*, dan model yang dihasilkan sesuai dengan data yang digunakan. Dari persamaan tersebut diketahui juga nilai koefisien terbesar terjadi pada Laju Pengumpanan\*suhu inlet dengan nilai koefisien sebesar 0,1975. Sedangkan nilai koefisien terkecil terjadi pada massa enkapsulan dengan koefisien sebesar -0,0133. Diketahui bahwa Titik optimum kombinasi formulasi berada pada suhu inlet 150°C, laju pengumpanan 30 ml/menit, dan massa enkapsulat sebesar 2 gram dengan nilai sebesar 0,1% yang terdapat pada 3D Surface Uji Flavonoid dibawah ini :

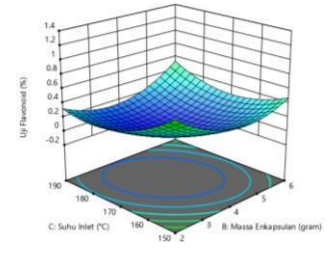




Gambar 8 Nilai Flavonoid antara Masa Enkapsulan dengan Laju Pengumpanan



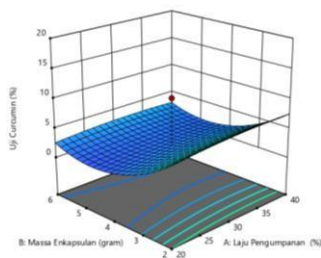
Gambar 9 Nilai Flavonoid antara Suhu Inlet dengan Laju Pengumpanan



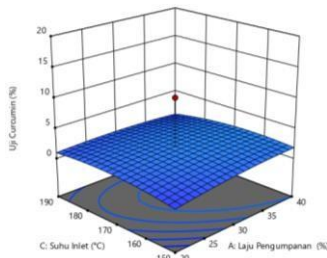
Gambar 10 Nilai Flavonoid antara Suhu Inlet dengan Masa Enkapsulan

### Uji Kurkumin

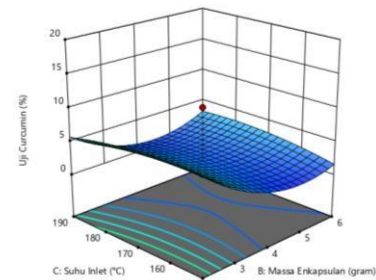
Persamaan kurva respon terbaik terhadap Uji Curcumin dituliskan dalam model quadratic dengan persamaan  $Y=2,04+0,3774X1-2,12X2-0,0650X3-0,1450X1X2-0,4850X1X3+0,8650X2X3$ , Dimana Y : Nilai Antioksidan, X1 : laju pengumpanan, X2 : Massa enkapsulat, X3 : Variasi suhu inlet, X1 2 : Laju pengumpanan\*Laju pengumpanan, X2 2 : Massa enkapsulat\*Massa enkapsulat, X3 2 : Variasi suhu inlet\*Variasi suhu inlet, X1\*X2 : Laju pengumpanan\*Massa enkapsulat, X1\*X3 : Laju pengumpanan\*Variasi suhu inlet, X2\*X3 : Massa enkapsulat\*Variasi suhu inlet. Nilai p-value > 0,05 yaitu 0,2837 yang berarti lebih besar dari derajat signifikan (0,05) sehingga tidak terdapat *Lack of fit* atau model yang diperoleh sesuai dengan data. Pada tabel tersebut terdapat beberapa sumber yang tidak berpengaruh nyata atau tidak signifikan, namun dengan adanya nilai koefisien yang bernilai positif dan negatif dapat menunjukkan jika koefisien bernilai positif maka semakin tinggi nilai sumber tersebut akan semakin tinggi pula nilai atau hasil pengujiannya, pengujian kesesuaian model regresi (*Lack of fit*) yang dilakukan menunjukkan nilai p-value sebesar 0,5627, yang artinya lebih besar dari tingkat signifikansi (0,05). Oleh karena itu, tidak ada indikasi ketidaksesuaian atau *lack of fit*, dan model yang dihasilkan sesuai dengan data yang digunakan. Dari persamaan tersebut diketahui juga nilai koefisien terbesar terjadi pada Masa Enkapsulan\*suhu inlet dengan nilai koefisien sebesar 0,8650. Sedangkan nilai koefisien terkecil terjadi pada suhu inlet dengan koefisien sebesar -0,0650. Diketahui bahwa Titik optimum kombinasi formulasi berada pada suhu inlet 150°C, laju pengumpanan 30 ml/menit, dan massa enkapsulat sebesar 2 gram dengan nilai sebesar 10,1667% yang terdapat pada 3D *Surface Uji Curcumin* dibawah ini :



Gambar 11 Nilai Curcumin antara Masa Enkapsulan dengan Laju Pengumpanan



Gambar 12 Nilai Curcumin antara Suhu Inlet dengan Laju Pengumpanan



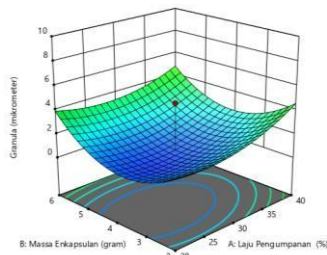
Gambar 13 Nilai Curcumin antara Suhu Inlet dengan Masa Enkapsulan

### Uji Granula

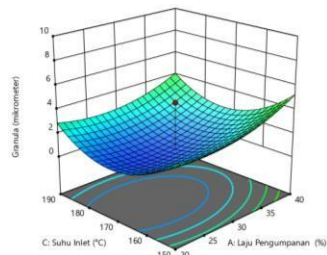
Persamaan kurva respon terbaik terhadap Uji Granula dituliskan dalam model quadratic dengan persamaan  $Y=4,72+2,65X1+4,41X2-0,4349X3-0,9113X1X2-0,9638X1X3-0,9638X2X3$ , Dimana Y : Nilai Antioksidan, X1 : laju pengumpanan, X2 : Massa enkapsulat, X3 : Variasi suhu inlet, X1 2 : Laju pengumpanan\*Laju pengumpanan, X2 2 : Massa enkapsulat\*Massa enkapsulat, X3 2 : Variasi suhu inlet\*Variasi suhu inlet, X1\*X2 : Laju pengumpanan\*Massa enkapsulat, X1\*X3 : Laju pengumpanan\*Variasi suhu inlet, X2\*X3 : Massa enkapsulat\*Variasi suhu inlet. Nilai p-value < 0,05 yaitu 0,0175 yang berarti lebih kecil dari derajat signifikan (0,05) sehingga terdapat *Lack of fit* atau model yang diperoleh sesuai dengan data. Pada tabel tersebut terdapat beberapa sumber yang tidak berpengaruh nyata atau tidak signifikan, namun dengan adanya nilai koefisien yang bernilai positif dan negatif dapat



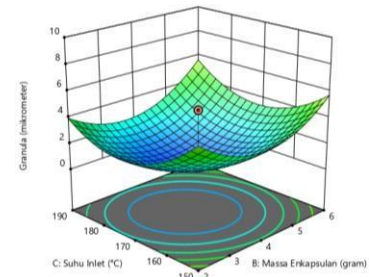
menunjukkan jika koefisien bernilai positif maka semakin tinggi nilai sumber tersebut akan semakin tinggi pula nilai atau hasil pengujiannya, pengujian kesesuaian model regresi (*Lack of fit*) yang dilakukan menunjukkan nilai p-value sebesar 0,5266 , yang artinya lebih besar dari tingkat signifikansi (0,05). Oleh karena itu, tidak ada indikasi ketidaksesuaian atau *lack of fit*, dan model yang dihasilkan sesuai dengan data yang digunakan. Dari persamaan tersebut diketahui juga nilai koefisien terbesar terjadi pada Laju pengumpanan dengan nilai koefisien sebesar 0,7980. Sedangkan nilai koefisien terkecil terjadi pada laju pengumpanan\*suhu inlet dengan koefisien sebesar -0,1800. Diketahui bahwa Titik optimum kombinasi formulasi berada pada suhu inlet 170°C, laju pengumpanan 30 ml/menit, dan massa enkapsulat sebesar 4 gram dengan nilai sebesar 4,59  $\mu\text{m}$  yang terdapat pada 3D *Surface* Uji Granula dibawah ini :



Gambar 14 Nilai Granula antara Masa Enkapsulan dengan Laju Pengumpanan



Gambar 15 Nilai Granula antara Suhu Inlet dengan Laju Pengumpanan



Gambar 15 Nilai Granula antara Suhu Inlet dengan Masa Enkapsulan



Gambar 16. Ukuran Granula Terkecil (4,59)



Gambar 17. Ukuran Granula Terbesar (8,50)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum pada pembuatan serbuk ekstrak temulawak diperoleh pada variasi suhu inlet 170°C, massa enkapsulat 4 g, dan laju pengumpanan 30 ml/menit. Variabel terikat pada penelitian ini memperoleh titik optimal dengan antioksidan sebesar 37,25%, uji curcumin sebesar 10,1667 %, flavonoid sebesar 0,1%, dan uji granula sebesar 4,59  $\mu\text{m}$ .

## SARAN

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut yang mengkaji tentang masa simpan serbuk ekstrak temulawak.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Raden Faridz dan ibu Enung Siti Nurhidayah, Laboratorium Teknologi Industri Pertanian, serta Universitas Trunojoyo Madura yang telah memberikan bantuan dan dukungannya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Azzahra, A., Farhani, N., Syahfitri, W., & Pasaribu, S. F. (2022). Potensi Kandungan Flavonoid Dalam Kayu Bajakah Sebagai Antidiabetes. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 14345-14350.
- Bria, E. J. (2017). Studi Karakter Morfologis Serbuk Sari Kacang Kratok (*Phaseolus lunatus L.*) Menggunakan Scanning Electron Microscope sebagai Media Belajar Biologi SMA. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(1), 1-2.
- Cakswindryandani, N. L. P. R., Nalle, R. P. I., Nahas, A. E., & Elvani, S. (2023). Enkapsulasi Ekstrak Bumbu Genep Menggunakan Tween 80 Sebagai Pengemulsi. *Jurnal Agrisa*, 12(1), 42-50.
- Fitriana, W. D., Fatmawati, S., & Ersam, T. (2015). Uji aktivitas antioksidan terhadap DPPH dan ABTS dari fraksi-fraksi daun kelor (*Moringa oleifera*). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*, 2015, 8-9.
- Ginting, R. F. B., & Husni, A. (2020). Karakteristik Flakes dengan Fortifikasi Tepung *Sargassum hystrix* sebagai Pangan Fungsional. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), 241-251.
- Kinasih, A. A. W., & Qonitah, F. (2023). Analisis In Silico Interaksi Senyawa Kurkuminoid Terhadap Enzim Main Protease 6lu7 Dari Sars-Cov-2. *Duta Pharma Journal*, 3(1), 1 – 7
- Kurniawan, D., & Fatmawati, I. (2019). Persepsi Masyarakat Madura Terhadap Peran Tumbuhan Etnofarmaka di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Pertanian Cemara*, 16(2), 1-7
- Malanggi, L., Sangi, M., & Paendong, J. (2012). Penentuan kandungan tanin dan uji aktivitas antioksidan ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana Mill.*). *Jurnal Mipa*, 1(1), 5-10.
- Putri, S. R. P., Saati, E. A., & Damat, D. (2022). Karakteristik Fisikokimia Fruit Leather Apel Manalagi (*Malus sylvestris*) dengan Penambahan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) dan Gum Arab. *Food Technology and Halal Science Journal*, 5(1), 15-31.
- Satria, R., Hakim, A. R., & Darsono, P. V. (2022). Penetapan Kadar Flavonoid Total Dari Fraksi n-Heksana Ekstrak Daun Gelinggang dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Journal of Engineering, Technology, and Applied Science*, 4(1), 33-46.