

**OPTIMASI PROSES PENGERINGAN TERHADAP AKTIVITAS  
ANTIOKSIDAN BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea*)  
MENGUNAKAN METODE RESPON PERMUKAAN**

*Optimization of Drying Process on Antioxidant Activity of Butterfly Pea  
(Clitoria ternatea) by Using Response Surface Methodology*

Rizal Anwar Fauzi<sup>1\*</sup>, Asri Widayanti<sup>1</sup>, Sophia Dwiratna Nur Perwitasari<sup>1</sup>, Siti Nurhasanah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem - Fakultas Teknologi Industri Pertanian - Universitas Padjadjaran  
Jln. Raya Bandung-Sumedang Km.21, Jatinangor, 45363, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pangan - Fakultas Teknologi Industri Pertanian - Universitas Padjadjaran  
Jln. Raya Bandung-Sumedang Km.21, Jatinangor, 45363, Indonesia  
Penulis Korespondensi, email : rizal17006@mail.unpad.ac.id

Disubmit : 12 Desember 2021

Direvisi : 11 Maret 2022

Diterima : 8 April 2022

**ABSTRAK**

Bunga telang (*C. ternatea*) diidentifikasi mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi menjadi sumber antioksidan alami namun mudah terdegradasi oleh suhu tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui model matematis dan kombinasi suhu dan waktu pengeringan yang menghasilkan bunga telang kering dengan kadar air, rendemen dan aktivitas antioksidan paling optimum. Pengering yang digunakan yaitu *food dehydrator* dengan suhu 45 °C hingga 65 °C serta waktu 4 hingga 6 jam. Metode penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan optimasi menggunakan *Response Surface Methodology* tipe CCD pada aplikasi *Design Expert 11*. Parameter yang dianalisis selain respon pada RSM yaitu kelarutan bubuk dan warna seduhan bunga telang kering. Kondisi pengeringan optimum yang diberikan RSM diperoleh pada pengeringan dengan suhu 64,46 °C selama 5,95 jam. Diperoleh nilai hasil dari validasi aktivitas antioksidan 159,75 ppm (kategori sedang), kadar air 4,33%, kelarutan 63,09%, rendemen 8,44%,  $L^*$  41,39,  $a^*$  -24,18,  $b^*$  -18,39, kromatisitas warna 30,23, dan Hue 216,88 (*Blue green*). Persamaan matematis aktivitas antioksidan didapatkan  $Y = 2630,202 - 62,236 A - 140,078 B - 4,171 AB + 0,707 A^2 + 28,864 B^2$ , dengan Y adalah aktivitas antioksidan (ppm), A adalah suhu (°C), dan B adalah waktu (jam). Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi suhu dan waktu pengeringan berpengaruh pada aktivitas antioksidan bunga telang kering.

Kata kunci: Antioksidan; Bunga Telang; Pengeringan; Optimasi; RSM

**ABSTRACT**

*Butterfly pea (C.ternatea) was identified to contain bioactive compounds that have the potential as a source of natural antioxidants but are easily degraded by high temperatures. The purpose of this research was to determine the mathematical model and combination temperature and dry time produces C.ternatea dry with the most optimum moisture content, yield and antioxidant activity. The dryer used was a food dehydrator with a temperature of 45 °C to 65 °C and a time of 4 to 6 hours. This research method was experimental research with optimization using Response Surface Methodology type CCD on Design Expert 11. Parameters analyzed in addition to the response in RSM were powder solubility and steeping color of dried C.ternatea. The most optimum dry conditions were given RSM obtained at a temperature of 64,46 °C for 5,95 hours. The results obtained from the validation of antioxidant activity 159.75 ppm (medium category), water content 4.33%, solubility 63,09%, yield 8,44%,  $L^*$  41,39,  $a^*$  -24,18,  $b^*$  -18,39, chroma 30,23, and Hue 216,88 (Blue-green). The mathematical equations for antioxidant activity was  $Y = 2630,202 - 62,236 A - 140,078 B - 4,171 AB + 0,707 A^2 + 28,864 B^2$ , Y:*

*antioxidant activity (ppm), A: temperature (°C), and B: time (hours). This study proved that the combination of temperature and time affects the antioxidant activity of dried C. ternatea.*

*Keywords : Antioxidants; Butterfly Pea; Drying; Optimization; RSM*

## PENDAHULUAN

Bunga telang (*Clitoria ternatea*) merupakan bunga yang biasanya tumbuh di pekarangan rumah, semak dan hutan. Bunga telang memiliki warna ungu, biru muda, putih dan merah muda (Kazuma *et al.*, 2003; Jain dan Shukla, 2011; Palimbong dan Pariama, 2020). Tanaman ini berasal dari Asia tropis dan kemudian tersebar luas di Amerika Selatan dan Tengah, Hindia Timur dan Barat, Cina dan India (Barik *et al.*, 2007). Di India, pemanfaatan bunga telang banyak digunakan sebagai obat tradisional dalam berbagai penyakit dan telah lama dilakukan sejak dahulu. Hal tersebut kemudian dianalisis secara ilmiah dan terbukti bermanfaat untuk sifat anti-inflamasi, antipiretik, analgesik, larvasida, insektisida, antimikroba, ansiolitik, antidepresan, hepatoprotektif, penenang dan sedatif (Kusrini *et al.*, 2017; Singh *et al.*, 2017). Senyawa kimia yang terkandung pada bunga telang diantaranya yaitu tanin, saponin, karbohidrat, triterpenoid, flavonoid, fenol, flavonol, glikosida, protein, alkaloid, antrakuinon, antosianin, glikosida jantung, stigmast-4-ene-3,6-dione, minyak atsiri dan steroid (Al-Snafi, 2016). Senyawa seperti flavonoid, fenol dan flavonol pada bunga telang memiliki sifat antioksidan.

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang mampu menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif yang membentuk radikal bebas tidak reaktif yang tak stabil (Barhe dan Tchouya, 2016). Senyawa antioksidan memiliki peranan penting dalam kesehatan karena mampu menangkalkan radikal bebas yang merugikan. Senyawa antioksidan sangat mudah mengalami perubahan, sensitif, tidak stabil dan rentan terhadap degradasi (penurunan nilai). Konsentrasi dan jenis antioksidan, oksigen dan suhu, cahaya dan substrat, proses pengeringan, pengecilan ukuran dan

proses ekstraksi dapat menjadi faktor yang menyebabkan antioksidan mengalami degradasi (Tarigan, 2019).

Upaya untuk menjaga kualitas dan aktivitas antioksidan pada bunga telang supaya tidak mengalami degradasi perlu dilakukan dengan cara memilih proses yang tepat dan sesuai, termasuk pada proses pengeringan. Pengeringan merupakan salah satu aspek penting dalam pengolahan makanan dan merupakan teknik umum dalam pengawetan makanan untuk menghasilkan bentuk produk baru (Mechlouch *et al.*, 2012; Ganjeh *et al.*, 2021; Welsh *et al.*, 2021). Pengeringan yang dilakukan dapat mempengaruhi kualitas simplisia (bahan hasil pengeringan) antara lain kandungan senyawa aktif, warna, kontaminaasi mikroba dan metabolit sekunder seperti atsiri, fenolat, flavonoid dan khlorofil (Hernani dan Nurdjanah, 2009; Martini *et al.*, 2020; Sativa *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2021; Sabarez, 2021). Pada pengawetan bahan yang memiliki bahan aktif, pengeringan suhu rendah lebih direkomendasikan namun membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama. Pada penelitian terdahulu dikatakan bahwa interval pemanasan dari 45 °C sampai 60 °C merupakan suhu terbaik untuk menghasilkan aktivitas antioksidan yang relatif tinggi (Ruenroengklin *et al.*, 2008). Perlu adanya optimasi yang dilakukan pada pengeringan bunga telang supaya dihasilkan simplisia dengan kualitas yang masih baik namun dengan waktu yang cepat.

Proses pengeringan bunga telang pada penelitian ini menggunakan *food dehydrator*, sehingga diharapkan waktu pengeringan yang lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari yang membutuhkan waktu lebih lama. Penelitian dirancang untuk menentukan kondisi proses pengeringan yang optimum pada pembuatan bunga telang kering oleh

pengaruh suhu dan waktu pengeringan menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM). Pada bidang teknik, optimasi proses produk atau pengurangan variabilitas produk dengan menggunakan metode RSM jauh lebih baik karena beberapa variabel proses berinteraksi dengan yang lain secara simultan (Darmadi *et al.*, 2015). Pengolahan data dengan RSM dilakukan dengan bantuan *software Design Expert*. Pada penelitian ini terdapat dua faktor yaitu suhu yang dinyatakan dengan  $X_1$  dan waktu pengeringan yang dinyatakan dengan  $X_2$ . Batas bawah dan batas atas suhu yang digunakan masing-masing adalah 45 °C dan 65 °C. Batas bawah dan batas atas waktu pengeringan yang digunakan masing-masing adalah 4 jam dan 6 jam. Parameter yang akan dianalisa pada penelitian ini yaitu aktivitas antioksidan, kadar air, rendemen, warna seduhan telang kering dan tingkat kelarutan.

## METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari–Mei 2021 di Laboratorium Pasca Panen dan Teknologi Proses dan Laboratorium Kimia Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Alat yang digunakan yaitu *food dehydrator* (Ariete B-dry), oven (Memmert), timbangan digital, timbangan analitik, cawan aluminium, desikator, *grinder*, ayakan 40 mesh, *beaker glass*, gelas ukur, tabung reaksi, botol kaca, pipet tetes, *rotary vacuum evaporator* (Heidolph), kertas saring (whatman no.42), vortex, *spektrofotometer UV-Vis* (Reyleigh UV-9200) dan *chromameter* (color flex EZ). Sedangkan bahan yang digunakan yaitu bunga telang segar yang dipanen dari lahan Ciparanje Unpad, Hegarmanah, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. Bunga memiliki mahkota bunga tumpuk (*double petals*) warna biru tua keunguan dan kondisi mekar. DPPH (2,2-difenil-1-pikril hidrazil), metanol p.a, etanol 96% dan aquades.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental laboratorium. Variabel pada penelitian ini yaitu waktu dan suhu pengeringan (45-65 °C dan 4-6 jam),

sedangkan respon penelitiannya yaitu rendemen, kadar air dan aktivitas antioksidan (ppm).

### Karakterisasi Simplisia Bunga Telang Rendemen Pengeringan (Yuwono dan Susanto, 1998)

Perhitungan rendemen dilakukan dengan menimbang berat bahan awal (bunga telang segar) dan berat bahan akhir (bunga telang kering). Perhitungan rendemen (% b/b) digunakan Persamaan 1.

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Berat bahan akhir (g)}}{\text{Berat bahan awal (g)}} \times 100\% \dots\dots (1)$$

### Pengujian Kadar Air (AOAC, 2005)

Pengujian kadar air dilakukan dengan metode *thermogravimetri*. Metode penentuan kadar air ini dilakukan dengan terlebih menyiapkan cawan dan kemudian dimasukan kedalam oven (T: 105 °C, t: 15 menit), kemudian dimasukan ke dalam desikator selama 15 menit untuk menghilangkan uap air hasil pengeringan. Sampel ditimbang setiap 3 g dan diletakkan pada cawan untuk kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam. Cawan didinginkan pada desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang dan dilakukan pengeringan lagi selama 1 jam, cawan dimasukan ke desikator selama 15 menit dan kembali ditimbang. Pengulangan dapat terus dilakukan hingga diperoleh bobot konstan (maksimal perbedaan 0,02 gram). Adapun perhitungan kadar air menggunakan Persamaan 2.

$$\% \text{Kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

A = Massa cawan kosong (g)

B = Massa cawan + sampel basah (g)

C = Massa cawan + sampel yang sudah dikeringkan (g)

### Analisis Kelarutan Bubuk (Yuwono dan Susanto, 1998)

Analisis kelarutan dilakukan dengan memasukan sampel 2 g serbuk ke dalam 100 ml air. Disaring dengan kertas saring Whatman No 42 yang telah dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 30 menit,

kemudian ditimbang. Setelah itu langsung dilakukan penyaringan. Kertas saring beserta residu yang ada kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam, didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Kelarutan dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$\% \text{ Kelarutan} = \frac{X - (Y - Z)}{X} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- X = Massa sampel bahan (g)
- Y = Massa bahan kering (g)
- Z = Massa kertas saring (g)

**Evaluasi Warna Seduhan (Rulaningtyas et al., 2015)**

Analisis warna seduhan diuji dengan menggunakan alat *chromameter*. Telang hasil pengeringan sebanyak 5 kuntum dimasukkan kedalam gelas kemudian ditambah 100 ml air panas dan kemudian diaduk selama 3 menit. Nilai kromasitas dan Hue dari warna seduhan telang kering dihitung menggunakan Persamaan 4 dan 5.

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

$$h = \tan^{-1} (b^*/a^*) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- C = Kromasitas warna seduhan bunga telang
- H = Nilai Hue warna seduhan bunga telang
- a\* = Derajat warna merah - hijau
- b\* = Derajat warna kuning - biru

**Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bunga Telang (Martini et al, 2020)**

Sampel yang digunakan untuk uji aktivitas antioksidan adalah ekstrak pekat bunga telang. Metode ekstraksi maserasi dilakukan dengan perbandingan (1:9 b/v) antara bubuk bunga telang dan pelarut etanol 96% (Widyasanti et al., 2016), selama 24 jam (Sumartini et al., 2019). Filtrat hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring whatman no 42, kemudian diupkan supaya didapatkan ekstrak kental dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* (suhu 50 °C, 80 RPM, -23 bar). Ekstrak tersebut ditimbang sebanyak 12,5 mg dan ditepatkan dengan metanol p.a sebanyak 25 ml (500 ppm) kemudian dilakukan agitasi sampai homogen. Larutan stok tersebut

kemudian dibuat kedalam beberapa konsentrasi yaitu 500 ppm, 250 ppm, 125 ppm, 62,5 ppm, dan 31,25 ppm. Sampel dan blanko tersebut divortex dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Selanjutnya larutan blanko dan larutan sampel dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Nilai IC<sub>50</sub> dihitung dari kurva regresi linier antara %inhibisi serapan dengan berbagai konsentrasi larutan uji menggunakan Persamaan 6.

$$IC_{50} = \frac{(abs.kontrol - abs.sampel)}{abs.kontrol} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Hasil perhitungan konsentrasi sampel dan inhibisi tersebut kemudian dianalisis aktivitas antioksidannya atau yang biasa disebut dengan IC<sub>50</sub>. Konsentrasi sampel dan % inhibisi kemudian dimasukkan ke dalam persamaan linier. Sumbu X adalah konsentrasi sampel dan sumbu Y adalah % inhibisi. Persamaan ini digunakan agar didapatkan nilai IC<sub>50</sub> dari masing-masing sampel, dimana Y sebesar 50 dan nilai X adalah nilai IC<sub>50</sub> yang diharapkan (Y = aX + b).

Pembuatan rancangan formulasi dilakukan dengan metode respon permukaan tipe *Central Composite Design* (CCD) pada aplikasi *Design Expert 11*. Setelah dilakukan pengacakan kombinasi, didapatkan 13 perlakuan dengan 5 ulangan *center point* (55 °C, 5 jam) yang akan dianalisis pada Tabel 1.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Optimasi Proses Pengeringan dengan RSM**

Hasil proses pengeringan bunga telang terhadap respon rendemen, kadar air dan aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 tersebut hasil rendemen pengeringan beragam kisaran 9,441-20,550%, kadar air 4,167-55,167% dan aktivitas antioksidan yang dinyatakan dengan IC<sub>50</sub> sebesar 145,950–445,395 ppm. Selain tiga respon tersebut, juga diuji tingkat kelarutan bubuk serta warna seduhan telang kering yang digunakan sebagai parameter tambahan. Hasil ANOVA yang menunjukkan kesesuaian model dan interaksi antar variabel disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Perlakuan pada percobaan pengeringan telang

Run ke-	Faktor 1: Suhu (°C)	Faktor 2: Waktu (jam)
1	45	4
2	55	5
3	55	5
4	55	5
5	45	6
6	55	6,41421 (6,4*)
7	55	5
8	69,1421 (69*)	5
9	65	4
10	55	3,58579 (3,6*)
11	40,8579 (41*)	5
12	65	6
13	55	5

\*Keterangan: kondisi sebenarnya yang dilakukan pada penelitian

Tabel 2. Hasil rendemen, kadar air dan aktivitas antioksidan telang pada tiap perlakuan

Run ke-	Faktor 1: Suhu (°C)	Faktor 2: Waktu (jam)	Respon 1: Rendemen (%)	Respon 2: Kadar air (%)	Respon 3: Aktivitas Antioksidan (ppm)
1	45	4	17,045	54,305	445,395
2	55	5	10,527	16,367	199,915
3	55	5	9,662	12,271	207,519
4	55	5	9,576	11,627	238,680
5	45	6	10,722	18,964	362,305
6	55	6,41421 (6,4*)	9,523	7,859	150,590
7	55	5	11,343	17,785	265,948
8	69,1421 (69*)	5	9,441	4,167	289,485
9	65	4	10,104	12,268	395,884
10	55	3,58579 (3,6*)	12,648	27,020	372,458
11	40,8579 (41*)	5	20,550	55,167	401,004
12	65	6	9,858	7,154	145,950
13	55	5	11,813	16,901	191,917

\*Keterangan: Kondisi sebenarnya yang dilakukan pada penelitian

Tabel 3. Analisis model untuk respon rendemen, kadar air, dan aktivitas antioksidan

Respon	Model	Persamaan matematika	Signifikansi (p<0,05)	Lack of fit (p<0,05)	R <sup>2</sup>
<b>Rendemen</b>	Kuadrat	$Y = 133,078 - 3,175 A - 9,465 B + 0,152 AB + 0,019 A^2 - 0,026 B^2$	0,0030	0,121	0,890
<b>Kadar air</b>	Kuadrat	$Y = 598,974 - 13,321 A - 61,301 B + 0,756 AB + 0,072 A^2 + 1,129 B^2$	< 0,0001	0,183	0,970
<b>Aktivitas antioksidan</b>	Kuadrat	$Y = 2630,202 - 62,236 A - 140,078 B - 4,171 AB + 0,707 A^2 + 28,864 B^2$	0,0004	0,380	0,940

Ket: Y= Nilai respon yang diharapkan, A= Suhu (°C), B= Lama pengeringan (jam)

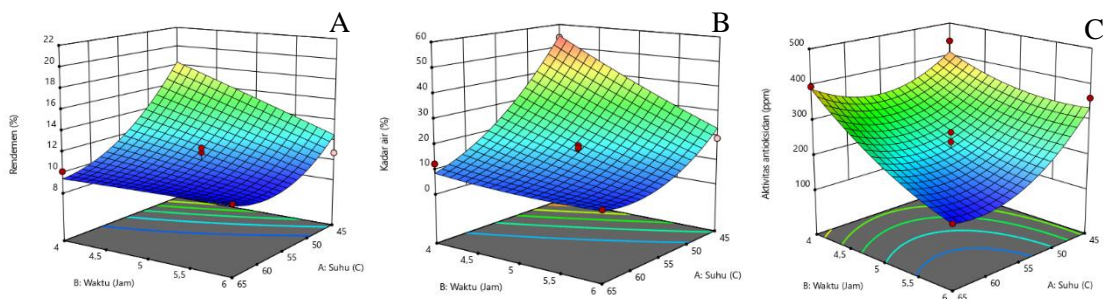
Semua respon menggunakan model kuadrat (*quadratic model*) sebagai model terpilih yang didasarkan pada nilai R<sup>2</sup>

untuk model tersebut lebih besar dari pada model lainnya (*linear, 2FI, cubic*). Selain itu, semua respon memiliki model signifikan

dengan nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05 dan semua respon memiliki nilai *p* lebih besar dari 0,05 untuk *Lack of Fit F-value* yang mengimplikasikan tidak signifikan relatif terhadap kesalahan murni. Model yang signifikan dan *Lack of Fit* yang non-signifikan merupakan syarat model yang baik karena menunjukkan kesesuaian hasil respon (Keshani *et al.*, 2010). Bentuk permukaan dari hubungan interaksi antar komponen yang menghasilkan nilai respon dapat dilihat lebih jelas pada grafik tiga dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 disajikan penampakan visual mengenai hasil pengujian rendemen, kadar air dan aktivitas antioksidan dalam bentuk kurva tiga dimensi yang ditandai dengan

perbedaan warna. Semakin biru daerah tersebut maka nilai respon yang didapatkan semakin rendah, sedangkan semakin merah daerah tersebut maka nilai respon yang didapatkan semakin tinggi. Bentuk grafik tiga dimensi berbentuk parabola karena model yang digunakan adalah model kuadratik. Nilai semua respon menghasilkan kurva 3D dengan warna biru atau nilai yang paling rendah didapatkan oleh perlakuan pengeringan yang menggunakan suhu paling tinggi dan waktu pengeringan paling lama (65 °C, 6 jam), sebaliknya grafik dengan area warna merah atau kadar air tinggi didapatkan dari pengeringan dengan suhu rendah dan waktu paling singkat (45 °C, 4 jam).



Gambar 1. Plot Kurva 3D dari 3 Respon (A: rendemen, B: kadar air, C: aktivitas antioksidan)

### Analisis Respon Rendemen

Rendemen yang dihitung pada penelitian ini meliputi rendemen pelayuan dan rendemen pengeringan. Rendemen pelayuan didapatkan dengan membagi massa bunga setelah pelayuan dengan massa bunga segar, sedangkan rendemen pengeringan total didapatkan dengan membagi massa bunga kering dengan massa bunga segar. Rendemen pelayuan yang didapatkan berada di angka 61,25–74,85%. Perbedaan rendemen tiap sampel diakibatkan angin dan kondisi lingkungan sekitar tempat pelayuan. Kondisi lingkungan yang berbeda mengakibatkan sebagian sampel kehilangan air lebih cepat dibandingkan sampel lainnya. Sedangkan rendemen pengeringan atau rendemen total berkisar antara 9,44–20,55% yang secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2. Perbedaan rendemen yang dihasilkan

mengindikasikan bahwa waktu dan lama pengeringan berpengaruh terhadap rendemen total yang dihasilkan. Rendemen terkecil diperoleh oleh *run* 8 dan rendemen terbesarnya didapatkan dari *run* 11. Sedikit dan banyaknya rendemen berkorelasi positif dengan kadar air bahan setelah pengeringan, dimana semakin kecil kadar air maka rendemennya pun akan semakin kecil begitu pun sebaliknya. Perbedaan banyak dan sedikitnya rendemen suatu bahan pangan sangat dipengaruhi oleh kandungan airnya (Yamin *et al.*, 2017).

### Analisis Respon Kadar air

Kadar air pada setiap sampel sangat beragam yang artinya suhu dan lama waktu pengeringan sangat berpengaruh terhadap kadar air bunga telang kering. Semakin tinggi suhu dan semakin lama pengeringan maka kadar air bunga telang

yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal tersebut sejalan dengan Riansyah *et al.* (2013), bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu pengeringan yang diberikan, dapat memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kecepatan perpindahan air, sehingga kandungan air pada bahan akan semakin rendah. Kadar air awal bahan baku yaitu bunga telang segar memiliki kadar air sangat tinggi yaitu 91,74% dengan sedikit pengurangan setelah dilayukan selama 8 jam menjadi 87,79%.

Berdasarkan SNI 01-7085-2005 tentang bubuk simplisia, kadar air untuk simplisia adalah maksimal 10%. Pada SNI 3836-2013 tentang teh kering dalam kemasan, kadar air maksimalnya adalah 8%. Hasil respon ke-13 *run* kadar air pengeringan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2. Tiga *run* diantaranya memenuhi persyaratan yaitu *run* 8 dengan kadar air 4,17%, *run* 6 sebesar 7,86% dan *run* 12 sebesar 7,15%. Sisanya belum memenuhi kriteria kadar air yang disyaratkan.

#### Analisis Respon Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak etanol bunga telang kering dilakukan menggunakan reagen DPPH (1,1-difenil-2-pikril hidrazil). Hasilnya dari 13 sampel perlakuan yang diuji, 6 sampel diantaranya memiliki aktivitas antioksidan sedang ( $101 < IC_{50} < 250$  ppm), 7 sampel memiliki aktivitas antioksidan yang lemah ( $251 < IC_{50} < 500$  ppm) dan tidak terdapat sampel yang memiliki aktivitas antioksidan kategori sangat kuat ( $IC_{50} < 50$ ), kuat ( $51 < IC_{50} < 100$  ppm) dan tidak aktif ( $IC_{50} > 500$  ppm). Sampel dengan aktivitas antioksidan terkuat dihasilkan oleh *run* 12 yaitu 145,95 ppm dan sebaliknya sampel dengan aktivitas antioksidan paling lemah dihasilkan oleh *run* 1 yaitu 445,395 ppm. Hasil aktivitas antioksidan secara lengkap ke-13 *run* dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai aktivitas antioksidan yang dituliskan dengan nilai  $IC_{50}$  besar dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu pengeringan. Suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan aktivitas antioksidan (Martini *et al.*, 2020). Waktu pengeringan yang terlalu lama akan menurunkan aktivitas antioksidan

dikarenakan senyawa antioksidan rusak akibat pemanasan (Yamin *et al.*, 2017).

Selain suhu dan lama waktu pengeringan yang terlalu tinggi, suhu, dan lama waktu yang terlalu rendah juga dapat menyebabkan  $IC_{50}$  semakin tinggi yang disebabkan karena kandungan air yang masih terlalu tinggi. Kandungan air yang masih tinggi pada sampel mudah mengalami kerusakan sehingga aktivitas antioksidan tidak dapat dilihat. Selain itu kadar air yang cukup tinggi dalam sampel dapat mendorong beberapa enzim mengubah kandungan kimia bahan menjadi produk lain yang membuat aktivitas antioksidan ter baca rendah pada pengujian (Jayanti, 2019). Menguatkan pernyataan tersebut, Jeong *et al.*, (2004) mengatakan bahwa perlakuan pemanasan termasuk pengeringan pada bahan dapat menyebabkan keluarnya beberapa senyawa fenolik dengan berat molekul rendah seperti flavonoid. Keluarnya flavonoid setelah melewati proses pengeringan menyebabkan kekuatan antioksidan suatu bahan dapat lebih terbaca pada saat pengujian. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh dimana aktivitas antioksidan semakin kuat seiring dengan peningkatan suhu hingga suatu batas tertentu akan kembali melemah akibat komponen bioaktifnya yang terdegradasi oleh suhu yang terlalu tinggi.

Proses pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan zat aktif yang terkandung dalam suatu bahan pangan. Hal tersebut disebabkan karena flavonoid yang terkandung dalam sampel merupakan senyawa aktif yang sensitif terhadap suhu (termolabil), sehingga pada proses pengeringan dengan pemanasan dengan suhu terlalu tinggi dan waktu yang lama cenderung menurunkan kadar flavonoid (Syafarina *et al.*, 2018). Syafarina (2017) menambahkan bahwa flavonoid merupakan senyawa aktif golongan polifenol dengan struktur dasar fenol yang senyawanya memiliki sifat mudah teroksidasi dan sensitif terhadap perlakuan panas, sehingga dengan adanya suhu pengeringan yang tinggi akan mempengaruhi kadar flavonoid yang terkandung di dalam sampel. Kandungan

senyawa akan menurun seiring dengan peningkatan suhu yang tinggi dan lama pengeringan yang digunakan karena akan terjadi dekomposisi fenol yang selanjutnya berpengaruh pada kandungan flavonoid.

**Optimasi Pengeringan Bunga Telang**

Optimasi dilakukan setelah mendapatkan model matematika untuk masing-masing respon. Secara umum, tujuan dari optimasi adalah mendapatkan respon atau perlakuan yang paling sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Pada usaha atau industri, optimasi berguna untuk meminimumkan usaha yang diperlukan atau biaya operasional dan memaksimalkan hasil (Nurmiah *et al.*, 2013). Kondisi optimasi yang diinginkan ditunjukkan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 tersebut, variabel suhu dan waktu untuk pengeringan disamakan dengan perlakuan sebelumnya yaitu pada kisaran 45-65 °C dan 4-6 jam dengan tingkat kepentingan masing-masing 3 (+++) sesuai dengan yang direkomendasikan aplikasi RSM. Respon

rendemen dioptimalkan dengan target yang dimaksimalkan untuk mendapatkan rendemen yang tinggi dengan tingkat kepentingan 1 (+) saja karena apabila tingkat kepentingannya dinaikan maka kadar air dan aktivitas antioksidannya akan lebih tinggi dan ditakutkan tidak dapat memenuhi standar. Respon kadar air dan aktivitas antioksidan keduanya dioptimasi dengan target minimalisasi. Batas atas keduanya ditetapkan untuk kadar air maksimal 8% supaya masuk kedalam kategori SNI: 3836-2013 tentang teh kering dalam kemasan yang mensyaratkan kadar air maksimalnya adalah 8%, sedangkan batas atas aktivitas antioksidan dibatasi maksimal 250 ppm supaya masih masuk dalam kategori sedang. Kadar air dan aktivitas antioksidan ditetapkan tingkat kepentingannya maksimal 5 (+++++) karena keduanya menentukan kualitas dari produk telang kering yang dihasilkan. Rancangan optimasi tersebut menghasilkan 2 formula yang disarankan RSM yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4. Rancangan optimasi pengeringan bunga telang pada RSM

Komponen variabel dan respon	Target	Batas bawah	Batas atas	Tingkat kepentingan
Suhu (°C)	Kisaran ( <i>in range</i> )	45	65	3 (+++)
Waktu (jam)	Kisaran ( <i>in range</i> )	4	6	3 (+++)
Rendemen (%)	Maksimalisasi	9,441	20,550	1 (+)
Kadar air (%)	Minimalisasi	4,167	8,000	5 (+++++)
Aktivitas antioksidan (ppm)	Minimalisasi	145,950	250,000	5 (+++++)

Tabel 5. Formula yang dihasilkan pada optimasi

No	Suhu	Waktu	Rendemen	Kadar air	Aktivitas antioksidan	Tingkat Keinginan	Ket.
1	64,460	5,947	9,566	6,363	145,950	0,452	<i>Selected</i>
2	59,319	5,321	9,441	7,992	249,674	0,002	-

Tabel 6. Konfirmasi solusi optimum RSM

Respon	Prediksi terendah (PI Low)	Prediksi Optimum	Prediksi tertinggi (PI High)	Hasil Aktual	Stdev	Persen Validasi
Rendemen (%)	5,285	9,566	13,852	8,440	1,080	88,23%
Kadar air (%)	-4,54	6,363	17,324	4,333	2,756	68,10%
Aktivitas antioksidan (ppm)	46,993	145,950	241,427	159,748	33,005	91,36%



Aplikasi RSM memberikan kondisi optimasi pengeringan dengan suhu 64,460 °C selama 5,947 jam. Namun kondisi sebenarnya yang dilakukan untuk validasi proses optimasi dilakukan pada suhu 64 °C selama 6 jam karena keterbatasan alat dalam menentukan suhu pengeringan. Perlakuan tersebut dipresiksi menghasilkan respon rendemen 9,569%, kadar air 6,392%, dan aktivitas antioksidan 145,950 ppm. Nilai *desirability* menunjukkan ketepatan hasil, dimana semakin mendekati satu maka semakin tinggi nilai ketepatan optimasinya (Nurmiah *et al.*, 2013). Selain ketepatan data yang diperoleh pada seluruh run, nilai *desirability* tergantung dari rancangan optimasi yang disyaratkan dimana semakin rumit syarat yang diberikan maka nilai *desirability* semakin kecil. Nilai *desirability* pada rancangan adalah 0,452 yang berarti tidak terlalu bagus sehingga prediksi rentan meleset pada tahap validasi.

#### Validasi Formula Optimum

Hasil validasi kondisi optimum yang direkomendasikan *Design Expert 11* dengan RSM-Central Composite Design ditunjukkan pada Tabel 6. Pada Tabel 6 terlihat bahwa nilai respon rendemen lebih rendah yaitu 8,440% dari yang diprediksikan sebelumnya yaitu 9,566%. Hasil validasi rendemen juga berada dalam rentang prediksi yaitu antara 5,285% (*PI 95% Low*) hingga 13,852 (*PI 95% High*). Respon kadar air yang didapatkan hasil validasi adalah 4,333% dan nilai tersebut lebih rendah dan cukup meleset dari yang diprediksikan yaitu 6,363%. Walaupun begitu hasil validasi masih berada dalam rentang *PI 95% Low* dan *PI 95% High* nya yaitu -4,540 hingga 17,324. Nilai *PI 95% Low* yang minus tidak berpengaruh apapun terhadap hasil kadar air, nilai minus tersebut diakibatkan oleh aplikasi *design expert* yang membaca rentang berdasarkan model responnya, tidak peduli nilainya minus atau tidak. Terakhir, hasil validasi pada respon rendemen adalah 159,748 ppm, lebih tinggi dari yang diprediksikan yaitu 145,950 ppm. Nilai yang didapatkan pada validasi aktivitas antioksidan berada pada kisaran *PI 95% Low* dan *PI 95% High* nya yaitu 46,993-241,427 ppm. Semua hasil validasi masih berada dalam rentang prediksi terendah dan tertingginya, sehingga dapat dikatakan

bahwa solusi yang ditawarkan RSM sudah baik (Swasana, 2019).

Persen validasi atau tingkat akurasi dari hasil validasi didapatkan dari perhitungan perbedaan antara hasil aktual dengan nilai prediksinya dikalikan 100%. Nilai persen validasi yang mendekati 100% menunjukkan hasil yang lebih baik. Nilai persen validasi untuk respon rendemen dan aktivitas antioksidan cukup tinggi yaitu secara berturut-turut 88,23% dan 91,36%. Berbeda dengan respon kadar air yang memiliki nilai persen validasi yang cukup rendah yaitu 68,10%. Rendahnya persen validasi untuk kadar air ini selain faktor *human error*, diduga akibat bedanya keadaan awal bahan baku (bunga telang segar) yang dipanen. Lingkungan yang panas ketika bunga dipanen dan dilayukan membuat kandungan air pada bunga telang lebih cepat menghilang sehingga ketika dikeringkan kadar airnya juga lebih cepat mencapai kadar air rendah. Menurut Mariana *et al.* (2017), selisih persen nilai prediksi dan hasil validasi yang lebih kecil dari 5% memiliki persen validasi sudah sesuai dengan nilai yang telah diprediksikan oleh software *Design Expert*.

#### Analisis Kelarutan Bubuk Telang

Kelarutan bubuk telang kering dihitung berdasarkan sisa bubuk yang tersisa setelah dilakukan pencampuran dengan air. Nilai kelarutan yang dihasilkan ada di rentang 63,59-73,70%. Sampel dengan kadar air masih tinggi relatif memiliki persentase kelarutan lebih tinggi. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh sedikit dan banyaknya jumlah sampel dalam massa yang sama (2 g). Pada sampel dengan kadar air rendah dalam 2 g bahan terdapat banyak bunga telang bubuk, sedangkan pada sampel dengan kadar air tinggi dalam 2 gramnya hanya terdapat sedikit telang bubuk. Pada saat penimbangan bubuk telang yang tersisa pada larutan setelah disaring, sampel dengan kadar air masih tinggi relatif memiliki nilai kelarutan yang tinggi juga. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Permatasari dan Afifah, (2020) pada penelitiannya mengenai bubuk pewarna alami dari daun bayam merah, bahwa perbedaan kelarutan dapat disebabkan oleh perbedaan kadar air bahan. Pengujian pada kelarutan bubuk bunga telang kering juga dilakukan pada solusi

perlakuan optimum RSM. Kelarutan yang didapatkan pada perlakuan optimasi adalah 63,09% yang berarti cukup larut dalam air walaupun memang persentasinya belum maksimal karena masih terdapat ampas bubuk sisa hasil penyaringan yang menyebabkan nilainya cukup jauh dari 100%.

**Evaluasi Warna Seduhan Bunga Telang Kering**

Analisis warna seduhan bunga telang kering pada tiap sampel menghasilkan nilai L, a\*, b\*, C, dan Hue. Nilai-nilai pengukuran tersebut secara lengkap disajikan pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7 tersebut, interaksi antara suhu dan lama pengeringan bunga telang dapat mempengaruhi warna seduhan. Nilai L\* menunjukkan tingkat kecerahan berkisar antara 0 (hitam) hingga 100 (putih), nilai a\* menunjukkan intensitas warna merah (+) dan hijau (-), nilai b\* menunjukkan intensitas warna kuning (+) dan biru (-), C atau kroma menunjukkan intensitas warna yang mana semakin tinggi nilainya maka warna akan semakin mencolok, dan Hue (h) terdiri dari warna-warna pelangi yang nilainya digolongkan menjadi 10 kelas di Tabel 5 (Suyatma, 2009).

Tabel 7. Nilai pengujian warna seduhan bunga telang kering

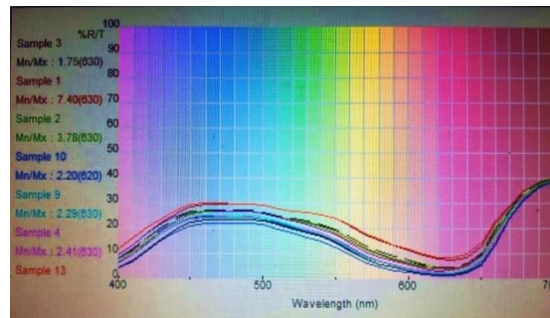
Run Ke-	L*	a*	b*	C*	h	Visualisasi
1	48,68	-22,00	-13,10	25,61	210,77	
2	44,66	-24,17	-16,74	29,40	214,70	
3	46,69	-22,22	-17,10	28,04	217,59	
4	44,08	-23,54	-18,68	30,05	218,44	
5	48,58	-21,97	-12,81	25,43	210,26	
6	42,60	-26,22	-16,16	30,80	211,65	
7	44,09	-24,41	-16,27	29,34	213,68	
8	40,44	-25,80	-17,49	31,17	214,13	
9	47,79	-23,88	-13,09	27,23	208,73	
10	52,78	-19,90	-9,41	22,01	205,30	
11	53,17	-18,01	-10,49	20,84	210,22	
12	47,53	-22,82	-14,66	27,12	212,73	
13	43,58	-22,99	-18,39	29,44	218,66	

Tabel 7 menunjukkan nilai L terbesar atau dengan kata lain sampel paling terang ditunjukkan oleh run 11 sebesar 53,17, sedangkan sampel paling gelap ditunjukkan oleh run 8 sebesar 40,44. Run 11 merupakan sampel dengan kadar air paling tinggi, sedangkan run 8 merupakan sampel dengan nilai kadar air terendah. Berdasarkan data tersebut, bahwa kadar air berkorelasi dengan warna seduhan, dimana

semakin kering bunga telang maka akan semakin gelap dan pekat warna seduhan yang dihasilkan. Nilai a\* pada sampel berkisar antara -18,01 hingga -26,22 dan nilai b\* berkisar antara -9,41 hingga -18,68. Notasi minus pada nilai a\* tersebut menunjukkan bahwa sampel berwarna hijau, sedangkan notasi minus pada b\* menunjukkan sampel berwarna biru. C atau kroma sampel berkisar antara 22,01 hingga

31,17. Hue terkecilnya yaitu 205,30 didapatkan pada *run* 6 dan nilai Hue terbesar diperoleh *run* 13 sebesar 218,66. Berdasarkan nilai Hue dan daerah warna kromatisitas (Hutching, 1999). Semua sampel masuk ke dalam kategori warna *Blue Green* (Bg).

Secara umum, dari ke-13 sampel yang diuji memiliki warna yang tidak jauh berbeda. Penyajian dalam bentuk gelombang warna disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Panjang Gelombang Warna Seduhan Telang Kering

Warna seduhan pada perlakuan optimum RSM juga diuji dan menghasilkan warna seduhan bunga telang kering dengan  $L^*$  41,39,  $a^*$  -24,18,  $b^*$  -18,39, kromatisitas warna 30,23 dan Hue 216,88. Menurut Suyatma (2009), nilai  $L^*$  menunjukkan kecerahan dari sampel yang diuji dimana semakin cerah (putih) sampel maka nilainya akan semakin mendekati 100, sehingga nilai  $L^*$  41,39 warna seduhan cenderung agak gelap. Nilai  $a^*$  minus menunjukkan warna sampel cenderung hijau dan  $b^*$  yang juga minus cenderung biru. Hal tersebut dikuatkan dengan nilai Hue 216,88 yang mana menurut Hutching, (1999), nilai Hue tersebut masuk dalam kategori warna *Blue Green* (BG).

## SIMPULAN

Pada proses pengeringan bunga telang, terjadi interaksi antar variabel suhu dan waktu pengeringan yang menghasilkan rendemen, kadar air dan aktivitas antioksidan yang berbeda antar perlakuannya. Didapatkan persamaan polinomial untuk respon aktivitas antioksidan yaitu  $Y = 2630,202 - 62,236 A - 140,078 B - 4,171 AB + 0,707 A^2 + 28,864 B^2$

dengan Y: aktivitas antioksidan (ppm), A: suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan B: waktu (jam). Optimasi menggunakan program *Design Expert 11* dengan RSM-Central Composite Design menghasilkan formula optimasi dengan suhu 64,460  $^{\circ}\text{C}$  selama 5,947 jam pada pengering *food dehydrator* menghasilkan rendemen 8,440%, kadar air 4,333% dan aktivitas antioksidan 159,748 ppm, kelarutan 63,09%, analisis warna seduhan dengan  $L^*$  41,39,  $a^*$  -24,18,  $b^*$  -18,39, kromatisitas warna 30,23 dan Hue 216,88 (*Blue green*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Snafi, A, -E., 2016. Pharmacological importance of *Clitoria ternatea*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*. 6, 68-83. [https://www.researchgate.net/publication/313742374\\_Pharmacological\\_importance\\_of\\_Clitoria\\_ternatea\\_-\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/313742374_Pharmacological_importance_of_Clitoria_ternatea_-_A_review)
- Barhe, T, -A., Tchouya, G, R, -F., 2016. Comparative study of the anti-oxidant activity of the total polyphenols extracted from *Hibiscus Sabdariffa L.*, *Glycine max L. Merr.*, yellow tea and red wine through reaction with DPPH free radicals. *Arabian*

- Journal of Chemistry.* 9(1), 1-8.  
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.11.048>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. Washington DC
- Barik, D, -P., Naik, S, -K., Mudgal, -A., Chand, P, -K., 2007. Rapid plant regeneration through in vitro axillary shoot proliferation of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) - A twinning legume. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant.* 43, 144-148.  
<https://doi.org/10.1007/s11627-007-9040-y>
- Darmadi., Riza, -M., Lubis, M, -R., 2015. Optimasi parameter ekstraksi oleoresin dari ampas (optimization of extraction parameter of oleoresin from nutmeg waste through response surface methodology). *Jurnal Hasil Penelitian Industri.* 28(1), 1-8.  
<http://www.rp2u.unsyiah.ac.id/index.php/welcome/prosesDownload/9919/4>
- Ganjeh, A, -M., Amiri, -A., Nasrollahzadeh, -F., Wiktor, -A., Nilghaz, -A., Singh, A, -P., Khaneghah, A, -M., 2021. Electro-based technologies in food drying - A comprehensive review. *LWT.* 145, 1-7.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111315>
- Hernani, Nurdjanah, -R., 2009. Aspek pengeringan dalam mempertahankan kandungan metabolit sekunder pada tanaman obat. *Perkembangan Teknologi TRO.* 21(2), 33-39.  
<https://adoc.tips/download/aspek-pengeringan-dalam-mempertahankan-kandungan-metabolit-s.html>
- Huang, -D., Yang, -P., Tang, -X., Luo, -L., Sunden, -B., 2021. Application of infrared radiation in the drying of food products *Trends in Food Science & Technology.* 110, 765-777.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.039>
- Hutching, JB. 1999. *Food Color and Appearance 2nd ed.* Aspen Pub. Maryland
- Jayanti, A, S, A. 2019. Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon spicatus* B.B.S.). Skripsi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta
- Jain, R, -A., Shukla, S, -H., 2011. Pharmacognostic evaluation and phytochemical studies on stem of *Clitoria ternatea* linn. *Pharmacognosy Journal.* 3(24), 62-66.  
<https://doi.org/10.5530/pj.2011.24.12>
- Jeong, S, -M., Kim, S, -Y., Kim, D, -R., Jo, S, -C., Nam, K, -C., Ahn, D, -U., Lee, S, -C., 2004. Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 52, 3389-3393.  
<https://doi.org/10.1021/jf049899k>
- Kazuma, -K., Noda, -N., Suzuki, -M., 2003. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry.* 64, 1133-1139. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00504-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00504-1)
- Keshani, -S., Luqman, -A., Nourouzi, M, -M., Russly, A, -R., Jamilah, -B., 2010. Optimization of concentration process on pomelo fruit juice using response surface methodology (RSM). *International Food Research Journal.* 17, 733-742.  
[http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20\(03\)%202010/IFRJ-2010-733-742%20Keshani%20Malaysia%20ok.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20(03)%202010/IFRJ-2010-733-742%20Keshani%20Malaysia%20ok.pdf)
- Kusrini, -E., Tristantini, -D., Izza, -N., 2017. Uji aktivitas ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai agen anti katarak. *Jurnal Jamu Indonesia.* 2(1), 30-36.  
<http://biofarmaka.ipb.ac.id/biofarmaka/2017/Jurnal%20Jamu%20Indonesia%20Vo1%202%20No%201%20Artikel%205.pdf>
- Mariana, -W., Widjanarko, S, -B., Widayastuti, E., 2017. Optimasi formulasi dan karakterisasi fisikokimia dalam pembuatan daging restrukturisasi menggunakan response surface methodology (Konsentrasi jamur tiram serta gel porang dan karagenan). *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 5, 83-91.  
<https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/567>
- Martini, N, K, -A., Ekawati, I, G, -A., Ina, P, -T., 2020. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap karakteristik teh bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan.* 9, 327-340.  
<https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i03.p09>
- Mechlouch, R, -F., Elfalleh, -W., Ziadi, -M., Hannachi, -H., Chwikhi, -M., Aoun, -A, -B., Elakesh, -I., Cheour, -F., 2012. Effect of different drying methods on the physico-chemical properties of tomato variety Rio Grande. *International Journal of Food*

- Engineering. 8, 1-13.  
<https://doi.org/10.1515/1556-3758.2678>
- Nurmiah, -S., Syarif, -R., Sukarno, -S., Peranginangin, -R., Nurmatu, -B., 2013. Aplikasi response surface methodology pada optimalisasi kondisi proses pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC). *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 8, 9-22.  
<https://doi.org/10.15578/jpbkp.v8i1.49>
- Palimbong, -S., Pariama, A, -S., 2020. Potensi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* Linn) sebagai pewarna pada produk tape ketan. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2(3), 228-235.  
<https://doi.org/10.25026/jsk.v2i3.147>
- Permatasari, N. -A., Afifah, -F., 2020. Pembuatan dan pengujian stabilitas bubuk pewarna alami dari daun bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8, 409-422.  
<https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08i03.p10>
- Riansyah, -A., Supriadi, -A., Nopianti, -R., 2013. Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin sepat siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan menggunakan oven. *Jurnal Fishtech*. 2, 53-68.  
<https://doi.org/10.36706/fishtech.v2i1.1103>
- Ruenroengklin, -N., Zhong, -J., Duan, -X., Yang, -B., Li, -J., Jiang, -Y., 2008. Effects of various temperatures and pH values on the extraction yield of phenolics from litchi fruit pericarp tissue and the antioxidant activity of the extracted anthocyanins. *International Journal of Molecular Sciences*. 9, 1333-1341.  
<https://doi.org/10.3390/ijms9071333>
- Rulaningtyas, R., -B. Suksmono, A., L., -R. Mengko, -T., Putri Saptawati, G, -A., 2015. Segmentasi citra berwarna dengan menggunakan metode clustering berbasis patch untuk identifikasi *Mycobacterium tuberculosis*. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 17, 19-25.  
<https://doi.org/10.20473/jbp.v17i1.2015.19-25>
- Sabarez, -H., 2021. 3.04 - Advanced drying technologies of relevance in the food industry. *Innovative Food Processing Technologies*. 2021, 64-81.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.23042-4>
- Sativa, I, A, Tamaroh, S, Setyowati, A. 2020. Pengaruh Cara Pengeringan dan Ukuran Terhadap Warna Dan Aktivitas Antioksidan Teh Bunga Telang. Skripsi. Universitas Mercu Buana, Yogyakarta
- Singh, NK, Gupta, JK, Shah, K, Mishra, P, Tripathi, A, Chauhan, N, Upmanyu, N, 2017. 'A Review on *Clitoria ternatea*(Linn.): Chemistry and pharmacology'. Dalam Kshetrimayum, B. (ed.). *Medicinal Plants and Its Therapeutic Uses*. OMICS International
- Sumartini, Ikrawan, -Y., Muntaha, F, -M. 2020. Analisis bunga telang (*Clitoria ternatea*) dengan variasi pH metode liquid chromatograph-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). *Pasundan Food Technology Journal*. 7(2), 70-77.  
<https://doi.org/10.23969/pftj.v7i2.2983>
- Suyatma, NE. 2009. *Diagram Warna Hunter (Kajian Pustaka)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Swasana, A, N, R, W. 2019. Optimasi Kadar Flavonoid Bubuk Ekstrak Kulit Melinjo Berwarna Hijau (Kajian Suhu dan Lama Pengeringan). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Syafarina, -M., Taufiqurrahman, -I., Edyson., 2017. Perbedaan total flavonoid antara tahapan pengeringan alami dan buatan pada ekstrak daun binjai (*Mangifera caesia*). *Jurnal Kedokteran Gigi*. 1, 84-88.  
<https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/dnt/article/view/343>
- Syafrida, -M., Darmanti, -S., Izzati, -M., 2018. Pengaruh suhu pengeringan terhadap kadar air, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan daun dan umbi rumput teki (*Cyperus rotundus* L.). *Jurnal Bioma*. 20, 44-50.  
<https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.44-50>
- Tarigan, J, G, T, B. 2019. Optimasi Suhu, Waktu Pengeringan Sari Serai dan Jeruk Nipis Untuk Pembuatan Serbuk Kaya Antioksidan. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Welsh, Z, -G., Simpson, M, -J., Khan, M, -H., Karim, -A., 2021. A multiscale approach to estimate the cellular diffusivity during food drying. *Biosystem Engineering*. 212, 273-289.  
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.10.017>
- Widyasanti, -A., Rohdiana, -D., Ekatama, -N., 2016. Aktivitas antioksidan ekstrak teh putih dengan metode DPPH. *Edufortech*. 1(1), 1-9.  
<https://doi.org/10.17509/edufortech.v1i1.3966>

Yamin, -M., Ayu, D, -F., Hamzah, -F. 2017. Lama pengeringan terhadap aktivitas antioksidan dan mutu teh herbal daun ketepeng cina (*Cassia alata L.*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*. 4, 1-15.

[https://jom.unri.ac.id/index.php/JOM\\_FAPERTA/article/view/17092](https://jom.unri.ac.id/index.php/JOM_FAPERTA/article/view/17092)  
Yuwono, SS, Susanto, T. 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Universitas Brawijaya. Malang