



**OPTIMASI SUHU DAN WAKTU PENYEDUHAN TERHADAP AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAN PENERIMAAN KESELURUHAN TEH HIJAU PUCUK MERAH
(SYZYGIVM OLEANA) METODE FRENCH PRESS MENGGUNAKAN RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY (RSM)**

TUGAS AKHIR

Oleh

AUDI IZZATI AVRA

NIM 185100107111016



DEPARTEMEN ILMU PANGAN DAN BIOTEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2022



**OPTIMASI SUHU DAN WAKTU PENYEDUHAN TERHADAP AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAN PENERIMAAN KESELURUHAN TEH HIJAU PUCUK MERAH
(SYZYGIVM OLEANA) METODE FRENCH PRESS MENGGUNAKAN RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY (RSM)**

TUGAS AKHIR

Oleh

AUDI IZZATI AVRA

NIM 185100107111016



DEPARTEMEN ILMU PANGAN DAN BIOTEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2022



**OPTIMASI SUHU DAN WAKTU PENYEDUHAN TERHADAP AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAN PENERIMAAN KESELURUHAN TEH HIJAU PUCUK MERAH
(SYZYGium OLEANA) METODE FRENCH PRESS MENGGUNAKAN RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY (RSM)**

TUGAS AKHIR

Oleh

AUDI IZZATI AVRA

NIM. 185100107111016

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pertanian



**DEPARTEMEN ILMU PANGAN DAN BIOTEKNOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Optimasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Metode *French Press* Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

Nama Mahasiswa : Audi Izzati Avra

NIM : 185100107111016

Departemen : Ilmu Pangan dan Bioteknologi

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc.

NIP. 196312161988031002

Tanggal Persetujuan: 15 Juli 2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Optimasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Metode *French Press* Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

Nama Mahasiswa : Audi Izzati Avra

NIM : 185100107111016

Departemen : Ilmu Pangan dan Bioteknologi

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji 1,



Prof. Dr. Ir. Harijono, M.App.Sc
NIP. 197005041999032002

Dosen Penguji 2,



Kiki Fibrianto, STP., M.Phil., Ph.D
NIP. 198202062005011001

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc.
NIP. 196312161988031002



Ketua Departemen,

Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP
NIP. 197005041999032002

RIWAYAT HIDUP



Audi Izzati Avra, lahir di Sukabumi pada tanggal 17 Juli 2000, merupakan anak tunggal dari pasangan Novindra Syafriadi (Alm.) dan Nevi Zulvia Nasrun. Sebelumnya penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan di TK Ar-Ridho Pondok Kelapa pada tahun 2006, sekolah dasar di SDIT Ar-Ridho Pondok Kelapa pada tahun 2012, sekolah menengah pertama di SMPN 252 Jakarta pada tahun 2015, dan sekolah menengah atas di SMAN 81 Jakarta pada tahun 2018. Selama sekolah penulis aktif sebagai bendahara di OSIS SMPN 252 Jakarta dan OSIS SMAN 81 Jakarta serta sebagai wakil ketua paduan suara sekolah.

Penulis melanjutkan studi perguruan tinggi pada tahun 2018 di Universitas Brawijaya melalui jalur mandiri sebagai mahasiswi Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan di kelas Bahasa Inggris. Selama perkuliahan penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian (Himalogista), kepanitiaan masa orientasi jurusan (OPJH) di tahun 2019 serta kepanitiaan Himalogista Great Event di tahun 2019 – 2021. Penulis juga aktif di AIESEC in Universitas Brawijaya di tahun 2019 – 2020. Selain itu, penulis aktif sebagai asisten praktikum kimia dasar, analisis sensori, dan teknologi pengolahan pangan.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Audi Izzati Avra
NIM : 185100107111016
Departemen : Ilmu Pangan dan Bioteknologi
Fakultas : Teknologi Pertanian
Judul TA : Optimasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Metode *French Press* Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

Menyatakan bahwa,

Tugas akhir dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Malang,

Pembuat Pernyataan



Audi Izzati Avra

NIM. 185100107111016

Audi Izzati Avra. 185100107111016. Optimasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Metode *French Press* Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Skripsi. Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc.

RINGKASAN

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) merupakan tanaman hias yang kaya akan senyawa bioaktif seperti antioksidan serta minyak atsiri sehingga dapat dimanfaatkan sebagai teh herbal. Metode penyeduhan teh herbal mempengaruhi kualitas air seduhan. Salah satu metode penyeduhan yang umum digunakan untuk penyeduhan teh herbal adalah metode *French Press*. Namun, saat ini belum ada standar penyeduhan metode *French Press* untuk teh herbal terutama teh herbal pucuk merah. Pada penelitian ini, akan dilakukan optimasi suhu dan waktu penyeduhan terhadap aktivitas antioksidan dan penerimaan keseluruhan teh hijau pucuk merah menggunakan metode *French Press*.

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan *Central Composite Design* pada *Response Surface Methodology* (RSM) di program *Minitab 19.1*. Faktor yang digunakan ada dua yaitu suhu awal dan waktu dengan rentang berturut-turut sebesar 75 – 95°C dan 3 – 5 menit. Melalui program *Minitab* didapatkan rancangan 13 satuan percobaan. Data hasil percobaan kemudian dianalisis menggunakan fitur *Analyze Responses Surface Regression* kemudian dioptimasi menggunakan *Response Optimizer* untuk mendapatkan kombinasi suhu dan waktu penyeduhan optimum. Model optimum kemudian dilakukan uji sebanyak 3 kali ulangan kemudian hasilnya diverifikasi menggunakan *Paired T-Test* pada *Minitab 19.1*. Kemudian dilakukan karakterisasi teh hijau pucuk merah pada kondisi optimum secara organoleptik yang hasilnya dianalisis menggunakan *Penalty Analysis* pada program XLSTAT 2022.2.1.1312.

Hasil optimasi menunjukkan kombinasi suhu dan waktu penyeduhan teh hijau pucuk merah dengan metode *French Press* yang optimum adalah dengan suhu 75°C dan waktu 5 menit yang menghasilkan aktivitas antioksidan kuat dan penerimaan keseluruhan cukup diterima. Karakterisasi teh hijau pucuk merah dalam kondisi penyeduhan optimum adalah kadar total fenol $43,849 \pm 212$ mg/g; aktivitas antioksidan $IC_{50} 85,03 \pm 4,17$ ppm; kecerahan (L^*) $25,5 \pm 0,60$; kemerahan (a^*) $0,9 \pm 2,04$; kekuningan (b^*) $7,0 \pm 5,89$; dan penerimaan keseluruhan $1,9378 \pm 0,0658$. Kemudian berdasarkan uji JAR seluruh atribut sensoris teh hijau pucuk merah yang mencakup warna, aroma, rasa pahit, dan rasa sepet dinilai tidak dalam level JAR (*Just-About-Right*) menurut sebagian besar panelis. Berdasarkan hasil *penalty analysis* atribut aroma dan warna menjadi penyebab produk ditolak oleh panelis.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait optimasi penyeduhan yang mengoptimalkan aroma air seduhan agar dapat diterima oleh panelis. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut terkait rasio teh kering dan air seduhan optimum pada penyeduhan metode *French Press* untuk teh herbal dan penyeduhan menggunakan teh kering berbentuk bubuk halus. Diharapkan juga dilakukan penelitian lebih lanjut terkait formulasi minuman teh hijau pucuk merah agar dapat diterima secara komersial.

Kata Kunci: *French Press*, Optimasi, Penyeduhan, *Syzygium oleana*

Audi Izzati Avra. 185100107111016. Optimization of Brewing Temperature and Time on Antioxidant Activity and Overall Acceptance of Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Green Tea with French Press Method Using Response Surface Methodology (RSM). Skripsi. Supervisor: Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc.

SUMMARY

Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) is an ornamental plant rich in bioactive compounds such as antioxidants and essential oils to be used as herbal teas. Herbal tea brewing methods affect the quality of the brewing water. One commonly used brewing method for brewing herbal teas is the French Press method. However, currently, there is no standard for brewing herbal teas with the French Press method, especially pucuk merah herbal tea. This research will optimize the brewing temperature and time for its antioxidant activity and overall acceptance of pucuk merah green tea using the French Press method.

The experimental design in this study used the Central Composite Design on Response Surface Methodology (RSM) in the Minitab 19.1 program. There are two factors used, initial temperature and time, with a successive range of 75 – 95°C and 3 – 5 minutes. Through the Minitab program, a design of 13 experimental units was obtained. The experimental data were then analyzed using Analyze Responses Surface Regression feature and then optimized using the Response Optimizer to obtain the optimum combination of brewing temperature and time. The optimum model was then tested 3 times and the results were verified using the Paired T-Test on Minitab 19.1. Then characterization of pucuk merah green tea at optimum conditions was carried out organoleptically and the results were analyzed using Penalty Analysis in the XLSTAT 2022.2.1.1312 program.

The optimization results show that the combination of brewing temperature and time of pucuk merah green tea with the French Press method is optimum at a temperature of 75°C and a time of 5 minutes which produces strong antioxidant activity and the overall acceptance is quite acceptable. The characterization of pucuk merah green tea under optimum brewing conditions was the total phenol content of 43.849 ± 212 mg/g; antioxidant activity $IC_{50} 85.03 \pm 4.17$ ppm; brightness (L^*) 25.5 ± 0.60 ; redness (a^*) 0.9 ± 2.04 ; yellowness (b^*) 7.0 ± 5.89 ; and overall acceptance 1.9378 ± 0.0658 . Based on the JAR test, all sensory attributes of pucuk merah green tea which include color, aroma, bitter taste, and astringent taste were assessed not in the JAR (Just-About-Right) level according to most of the panelists. Based on the results of the penalty analysis, the aroma and colour are the reasons of the product being rejected by the panelists.

Further research is needed regarding the brewing optimization that optimizes the aroma of the brewed water so that it can be accepted by the panelists. It is hoped that further research will be carried out regarding the optimum ratio of dry tea and brewing water in the French Press method for brewing herbal teas and using powdered dried-tea. It is also hoped that further research related to the formulation of pucuk merah green tea drinks will be carried out so that it can be accepted commercially.

Keywords: Brewing, French Press, Optimization, *Syzygium oleana*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Optimasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Metode *French Press* Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)”. Dengan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala, yang selalu memberikan rahmat dan karunia selama penulis hidup di dunia.
2. Bapak Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan bimbingan serta meluangkan waktu kepada penulis selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
3. Bapak Kiki Fibrianto, STP., M.Phil., Ph.D, yang memberikan masukan dan bimbingan terkait uji organoleptik untuk penelitian penulis.
4. Mama Nevi Zulvia Nasrun, S. Si., Apt., yang telah mendukung penulis secara moril dan materiil, serta keluarga besar penulis yang selalu mendoakan.
5. Putri Aulia Mahardhika, selaku partner penulis dalam melaksanakan penelitian tugas akhir.
6. Ibu Astria, Ibu Luluk, dan Pak Agus, selaku laboran yang selalu membantu penulis saat melakukan penelitian.
7. Pemilik Waren Intel Ropang dan Pihak Jalan Bendungan Ombo, yang memberikan izin bagi penulis untuk memetik daun pucuk merah
8. Sahabat-sahabat penulis di Malang terutama Gabriella, Shinta, Archangela, Friesita, Fellisca, Disya, Ramiro, Komang, Septian, Fadhil, dan Hisam.
9. Sahabat-sahabat penulis sejak SMA dan SMP
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, mohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun.

Malang, Juni 2022

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
RINGKASAN.....	v
SUMMARY.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Manfaat.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Pucuk Merah.....	4
2.1.2. Teh Herbal.....	7
2.1.3. Teh Hijau dan Proses Pengolahannya.....	8
2.1.4. Jenis Metode dan Alat Penyeduhan Teh.....	10
2.1.5. Proses Penyeduhan Metode <i>French Press</i>	12
2.1.6. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensoris.....	14
2.1.7. Antioksidan.....	15
2.1.8. <i>Response Surface Methodology (RSM)</i>	19
2.2 Hipotesis.....	21
BAB III. METODE PENELITIAN	22
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	22
3.2. Alat dan bahan.....	22
3.3. Metode dan Pelaksanaan.....	22
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Analisis Teh Hijau Pucuk Merah Kering.....	30
4.2. Data Hasil Uji Teh Hijau Pucuk Merah Metode <i>French Press</i>	31
4.3. Analisis Respon Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	33
4.4. Analisis Respon Penerimaan Keseluruhan.....	39



4.5.	Penentuan Kombinasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Optimum Teh Hijau Pucuk Merah Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan.....	44
4.6.	Verifikasi Kombinasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Optimum Teh Hijau Pucuk Merah Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan.....	47
4.7.	Karakterisasi Senyawa Bioaktif, Warna, dan Sensoris Teh Hijau Pucuk Merah pada Suhu dan Waktu Penyeduhan Optimum Metode <i>French Press</i>.....	48
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		55
5.1.	Kesimpulan.....	55
5.2.	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....		56
LAMPIRAN.....		61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Kimia Daun dan Teh Herbal Pucuk Merah.....	6
Tabel 3.1 Perlakuan Rancangan Percobaan	25
Tabel 4.1 Hasil Analisis Teh Hijau Pucuk Merah Kering	30
Tabel 4.2 Nilai Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ dan Penerimaan Keseluruhan pada Penyeduhan Teh Hijau Pucuk Merah Metode French Press.....	31
Tabel 4.3 Model Summary Respon Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	33
Tabel 4.4 ANOVA (Analysis of Variance) Model Respon Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	34
Tabel 4.5 Analisis Ragam (ANOVA) Respon Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	35
Tabel 4.6 Model Summary Respon Penerimaan Keseluruhan.....	40
Tabel 4.7 ANOVA (Analysis of Variance) Model Respon Penerimaan Keseluruhan	40
Tabel 4.8 Analisis Ragam (ANOVA) Respon Penerimaan Keseluruhan	41
Tabel 4.9 Parameter Optimasi.....	44
Tabel 4.10 Rentang Variabel.....	45
Tabel 4.11 Solusi (Solution).....	45
Tabel 4.12 Beberapa Prediksi Respon (Multiple Response Prediction)	46
Tabel 4.13 Hasil Verifikasi Respon Penerimaan Keseluruhan dan Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	47
Tabel 4.14 Hasil Analisis Senyawa Bioaktif Teh Hijau Pucuk Merah Metode French Press	48
Tabel 4.15 Hasil Analisis Warna Seduhan Teh Hijau Pucuk Merah Metode French Press	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Pucuk Merah (Dokumentasi Pribadi).....	4
Gambar 2.2 (a) Daun, (b) Bunga dan Buah Pucuk Merah (Dokumentasi Pribadi).....	5
Gambar 2.3 Beberapa Alat Penyeduhan Teh (Gaylard, 2015).....	11
Gambar 2.4 Skema Bagian Alat <i>French Press</i> (Wadsworth <i>et al.</i> , 2021).....	13
Gambar 2.5 Skema Pembentukan Radikal Bebas dan Manajemen Stres Oksidatif oleh Antioksidan dalam Sel (Valko <i>et al.</i> , 2007).....	17
Gambar 2.5 Mekanisme Aktivitas Antioksidan Polifenol (Alfaridzi, 2021).....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Teh Hijau Pucuk Merah (Agustine, 2020).....	24
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Penyeduhan Teh Hijau Pucuk Merah Metode <i>French Press</i> (TSC, 2016).....	27
Gambar 4.1 <i>Normal Probability Plot</i> Respon Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	33
Gambar 4.2 Grafik Hubungan (a) dan Interaksi (b) Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Respon Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ Teh Hijau Pucuk Merah.....	36
Gambar 4.3 Plot Kontur (a) dan Plot Permukaan (b) Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ Teh Hijau Pucuk Merah.....	39
Gambar 4.4 <i>Normal Probability Plot</i> Respon Penerimaan Keseluruhan.....	40
Gambar 4.5 Grafik Hubungan (a) dan Interaksi (b) Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Respon Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah.....	43
Gambar 4.6 Plot Kontur (a) dan Plot Permukaan (b) Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah.....	44
Gambar 4.7 Plot Optimisasi (<i>Optimization Plot</i>).....	46
Gambar 4.8 Persentase Uji JAR.....	51
Gambar 4.9 Persentase Uji JAR (digabungkan).....	52
Gambar 4.10 <i>Mean Drops vs %</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa.....	61
Lampiran 2. Data Hasil Analisa Teh Hijau Pucuk Merah Kering.....	64
Lampiran 3. Data Hasil Analisa Penerimaan Keseluruhan.....	66
Lampiran 4. Data Hasil Analisa Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	69
Lampiran 5. Data Hasil Verifikasi Kondisi Optimum.....	74
Lampiran 6. Data Hasil Karakterisasi Kondisi Optimum Kadar Total Fenol.....	79
Lampiran 7. Data Hasil Karakterisasi Kondisi Optimum Warna.....	79
Lampiran 8. Data Hasil Karakterisasi Kondisi Optimum Sensoris (JAR dan <i>Penalty Analysis</i>).....	80
Lampiran 9. Dokumentasi Pembuatan Teh Hijau Pucuk Merah Kering.....	84
Lampiran 10. Dokumentasi Penyeduhan Teh Hijau Pucuk Merah <i>Metode French Press</i>	84
Lampiran 11. Dokumentasi Uji Kimia dan Warna.....	85
Lampiran 12. Dokumentasi Uji Organoleptik.....	85

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) merupakan tanaman perdu dengan ukuran pohon sedang yang banyak dijumpai di pinggir-pinggir jalan dan populer sebagai tanaman hias. Tanaman ini berada dalam famili yang sama dengan tanaman cengkih, eukaliptus, salam, danruk, kelat, *silver dollar*, dan kayu putih yang terkenal memiliki kandungan minyak atsiri sehingga memiliki aroma yang khas ketika daunnya diremas (Memon *et al.*, 2014). Daun pucuk merah mengandung aktivitas antioksidan $69,53 \pm 1,26\%$, fenol $131,32 \pm 5,18$ mg/g, flavonoid $69,43 \pm 3,29$ mg/g, dan tanin $55,98 \pm 3,29$ mg/g (Yuwono dan Faustina, 2019). Penelitian oleh Yuwono dan Faustina (2019) juga menyatakan bahwa aktivitas antioksidan teh pucuk merah (48,54 ppm) lebih baik dari teh hijau *Camellia sinensis* (63,45 ppm). Karena aromanya yang khas dan kandungan senyawa bioaktifnya, daun pucuk merah berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi minuman teh herbal fungsional.

Teh herbal merupakan teh yang berasal dari selain pucuk tanaman *Camellia sinensis*. Manfaat yang umum diharapkan didapatkan dari konsumsi teh herbal antara lain memperkuat sistem kekebalan tubuh dan memberikan antioksidan bagi tubuh (Ravikumar, 2014). Sehingga aktivitas antioksidan dalam air seduhan merupakan faktor penting yang menentukan kualitas teh herbal. Secara umum, teh herbal fungsional dikonsumsi tanpa bahan tambahan lain yang menyebabkan rasanya lebih tidak mudah diterima konsumen dari minuman teh penyegar (Ravikumar, 2014). Sehingga penerimaan keseluruhan konsumen terhadap rasa alami dari air seduhan teh herbal juga menjadi faktor penting dalam produksi teh herbal. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mendapatkan air seduhan teh herbal pucuk merah berdasarkan aktivitas antioksidan dan penerimaan keseluruhan untuk mendapatkan teh herbal yang bermanfaat secara fungsional namun tetap dapat diterima oleh konsumen.

Jenisnya yang beragam memengaruhi karakteristik air seduhan teh herbal dari segi kandungan senyawa bioaktif hingga karakteristik sensorisnya. Selain itu, metode penyeduhan juga memengaruhi karakteristik air seduhan teh herbal. Saat ini sudah ada banyak variasi metode penyeduhan dari variasi alat hingga variasi kombinasi suhu awal dan waktu penyeduhan teh herbal. Berdasarkan penelitian oleh Safdar *et al.*, (2016) metode penyeduhan teh hijau Pakistan yang menghasilkan aktivitas antioksidan sedang (70%) adalah metode *soft infusion* yaitu metode penyeduhan dengan mencelupkan *tea bag* ke dalam air hangat dengan suhu $75 - 85^{\circ}\text{C}$ selama 3 - 5 menit. Berdasarkan penelitian oleh Putra *et al.* (2020) suhu dan waktu penyeduhan optimal yang menghasilkan karakteristik sensoris terbaik untuk daun teh putih (*Camellia assamica*) adalah 95°C selama 9 menit.



Berdasarkan penelitian oleh Maryani (2020), suhu dan waktu penyeduhan teh herbal daun salam (*Syzygium polyanthum*) yang menghasilkan karakteristik sensoris terbaik dan kandungan senyawa bioaktif tertinggi adalah 80°C selama 30 menit.

Selain metode penyeduhan yang sudah disebutkan sebelumnya, *French Press* merupakan metode penyeduhan yang juga umum digunakan untuk menyeduh teh herbal. *French Press* merupakan metode penyeduhan kopi dari Prancis yang menggunakan alat yang terdiri dari teko atau kendi dan *plunger* (pendorong) (Mars, 2009). Metode penyeduhan *French Press* menghasilkan rasa kopi alami yang kuat karena kontak langsung antara bubuk kopi dan air melarutkan minyak dan senyawa yang terkandung pada kopi dengan lebih maksimal (Hoffmann, 2018). Pada penyeduhan teh herbal, metode penyeduhan *French Press* dapat lebih mempertahankan dan mengekstrak senyawa fenol secara maksimal daripada metode penyeduhan teh herbal lainnya karena proses perendaman bersamaan dengan waktu yang tidak terlalu lama (Yuliantari *et al.*, 2017). Selain itu, metode *French Press* merupakan metode murah dan mudah dilakukan untuk pemula sehingga dapat lebih mudah dilakukan di rumah. Saat ini sudah ada standar penyeduhan optimum metode *French Press* untuk kopi yang disusun oleh *Specialty Coffee Association of America* (2016). Namun, belum ada standar penyeduhan optimum teh herbal menggunakan *French Press*. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menentukan suhu awal dan waktu penyeduhan optimum teh herbal menggunakan metode *French Press*, khususnya untuk teh pucuk merah.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kombinasi suhu awal dan waktu penyeduhan optimum teh hijau pucuk merah metode *French Press* yang menghasilkan karakteristik terbaik berdasarkan aktivitas antioksidan dan penerimaan keseluruhan?
2. Bagaimana karakterisasi teh hijau pucuk merah yang diseduh pada suhu dan waktu optimum?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kombinasi suhu awal dan waktu penyeduhan optimum teh hijau pucuk merah metode *French Press* yang menghasilkan karakteristik terbaik berdasarkan aktivitas antioksidan dan penerimaan keseluruhan.
2. Menganalisis karakterisasi teh hijau pucuk merah yang diseduh pada suhu dan waktu optimum.



1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kombinasi suhu awal dan waktu penyeduhan optimum teh hijau pucuk merah metode *French press* yang menghasilkan karakteristik terbaik berdasarkan aktivitas antioksidan dan penerimaan keseluruhan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi tentang diversifikasi produk tanaman pucuk merah dan meningkatkan nilai ekonominya di masa depan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1. Pucuk Merah

Pucuk merah (*Syzygium oleana*) memiliki klasifikasi sebagai berikut (Nurasyikin *et al.*, 2019):

Kingdom : *Plantae*
Sub Kingdom : *Tracheobiota*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Sub Divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Magnoliopsida*
Sub Kelas: *Rosidae*
Ordo : *Myrtales*
Famili : *Myrtaceae*
Sub Famili : *Myrtoideae*
Genus : *Syzygium*
Spesies : *Syzygium oleana*



Gambar 2.1 Tanaman Pucuk Merah (Dokumentasi Pribadi)

Di Indonesia, pucuk merah banyak dijumpai di pinggir-pinggir jalan dan populer sebagai tanaman hias dengan distribusi asli di Filipina, Kalimantan, Sumatera, Singapura, Semenanjung Malaysia, Thailand, Myanmar, dan Timur Laut India. Pucuk

merah termasuk dalam genus *Syzygium* bersama tanaman *Syzygium aromaticum*, *Syzygium jambos*, *Syzygium polyanthum*, *Syzygium cumini*, *Syzygium anisatum*, dan *Syzygium luehmannii* yang dikenal memiliki kandungan minyak atsiri (Sembiring, Sulaeman dan Sribudiani, 2015). Pucuk merah memiliki beberapa nama lain yaitu *Kelat Oil*, *Australian Brush Cherry*, *Red-lip*, *Wild Cinnamon*, *Chinese Red-Wood* (China), *Ubah Laut* (Malaysia Timur), dan *Pokok Kelat Raya* (Malaysia) (Haryati *et al.*, 2015).

Pucuk merah termasuk tanaman perdu dengan ukuran pohon sedang dan dapat tumbuh hingga ketinggian 10 m di tempat yang subur dan dengan nutrisi yang baik (Anggraini, 2017a). Tanaman ini memiliki batang berkayu berwarna cokelat, akar tunggang, dan daun dengan jenis daun tunggal bertangkai sangat pendek yang berbentuk oval. Daun pucuk merah memiliki ukuran panjang ± 6 cm dan lebar ± 2 cm dengan tulang daun menyirip. Ketika baru tumbuh atau masih muda, tunas daun berwarna merah cerah dan menjadi merah pucat ketika terkena sinar matahari langsung, yang menjadi ciri khas tanaman ini. Semakin tua, warna daun akan mengalami perubahan menjadi cokelat kemudian hijau (Nandika *et al.*, 2017).



(a)



(b)

Gambar 2.2 (a) Daun, (b) Bunga dan Buah Pucuk Merah (Dokumentasi Pribadi)

Bunga pucuk merah merupakan bunga majemuk. Ketika bunga mekar, kepala putik yang berwarna putih dengan tangkai pendek dan benang sari dengan tangkai yang lebih panjang akan tampak (Nandika *et al.*, 2017). Secara alami, pucuk merah bereproduksi dengan biji. Bijinya berbentuk agak bulat dengan diameter $\pm 3 - 4$ mm, berwarna cokelat keunguan, dan permukaannya tidak rata (Putri, 2019).

Pucuk merah memiliki buah yang berwarna ungu gelap berbentuk bulat agak pipih dan terdapat cekungan di bagian tengah permukaan bagian atasnya. Penampakan buah ini mirip seperti buah bluberi dengan ukuran yang lebih berdiameter $\pm 0,7$ cm. Buah pucuk merah juga memiliki aroma yang khas serta rasa yang manis. Namun, karena informasi mengenai buah ini belum banyak, buah pucuk merah tidak umum

dikonsumsi (Anggraini, 2017a). Penelitian Anggraini (2017a) menunjukkan bahwa buah pucuk merah mengandung senyawa antioksidan, polifenol, dan antosianin yang dapat digunakan untuk produk pangan sebagai pewarna atau dikonsumsi langsung karena tidak beracun dan bermanfaat bagi kesehatan.

Selain pada buahnya, penelitian Anggraini (2017a) juga menunjukkan bahwa daun pucuk merah mengandung senyawa antioksidan, polifenol, dan antosianin yang dapat dihasilkan dengan mengekstrak daun menggunakan pelarut air, metanol dan etanol. Kandungan senyawa antioksidan, polifenol, dan antosianin pada daun dan buah pucuk merah berturut-turut mencapai 65,65% (pelarut etanol); 122,10 mg/ml (pelarut etanol); dan 19,20% (pelarut methanol). Senyawa-senyawa ini dapat digunakan sebagai pewarna makanan yang juga memiliki manfaat fungsional bagi kesehatan manusia (Anggraini, 2017a).

Aisha *et al.* (2013) juga menyebutkan bahwa daun pucuk merah kaya akan senyawa fenol, flavonoid, antioksidan, dan asam betulinat, yang memiliki aktivitas antiangiogenesis tumor sehingga dapat menjadi antikanker kolon pada tikus. Penelitian lain juga menunjukkan adanya aktivitas antihipeursemia pada beberapa tanaman genus *Syzygium* seperti daun salam yang pada dosis tertentu mampu menurunkan kadar asam urat (Juwita *et al.*, 2017). Secara umum, daun tanaman genus *Syzygium* mengandung metabolit sekunder dalam bentuk senyawa flavonoid, alkaloid, tannin, dan terpenoid (Mahmood *et al.*, 2010). Karakteristik dari daun tanaman *Syzygium* adalah daunnya menghasilkan aroma (*fragrance*) yang khas ketika diremas, seperti tanaman *cinnamon* (Memon *et al.*, 2014). Karakter aroma yang dihasilkan serta kandungan senyawa fenol dan antioksidan pada daunnya membuat tanaman *Syzygium* termasuk pucuk merah berpotensi untuk diproses menjadi teh herbal (Yuwono dan Faustina, 2019). Penelitian Yuwono dan Faustina (2019) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan teh herbal pucuk merah lebih baik daripada teh hijau *Camelia sinensis*. **Tabel 2.1** menunjukkan sifat kimia daun dan teh herbal pucuk merah dengan perlakuan perajangan pelayuan.

Tabel 2.1 Sifat Kimia Daun dan Teh Herbal Pucuk Merah

Parameter	Daun Pucuk Merah	Teh Herbal Pucuk Merah
Aktivitas Antioksidan (%)	69,53 ± 1,26	57,04 – 32,19
Fenol (mg/g)	131,32 ± 5,18	125,71 – 185,24
Flavonoid (mg/g)	69,43 ± 3,29	75,96 – 94,41
Kadar Air (%)	74 ± 0,53	2,41 – 4,45
Tanin (mg/g)	55,98 ± 3,29	44,00 – 100,76

Sumber: Yuwono dan Faustina (2019).



2.1.2. Teh Herbal

Teh herbal merupakan teh yang dibuat dari selain daun tanaman *Camellia sinensis* yang diseduh dengan cara yang sama seperti teh non-herbal (Ravikumar, 2014). Teh non-herbal adalah teh yang umum dikenal yang terbuat dari tanaman *Camellia sinensis*, terdiri dari beberapa jenis berdasarkan pengolahannya yaitu seperti teh hijau, teh oolong, dan teh hitam (Amanto *et al.*, 2020). Teh herbal biasanya terbuat dari *tisanes* atau campuran dari daun kering, biji-bijian, rerumputan, kacang-kacangan, kulit pohon, buah-buahan, bunga-bunga, dan elemen botani lainnya (Ravikumar, 2014).

Teh herbal didefinisikan sebagai infusa cair dalam air panas atau dingin dalam waktu yang tidak ditentukan untuk mengekstrak konstituen fitokimia dari bahan tanaman (Poswal *et al.*, 2019). Tanaman mengandung banyak senyawa fitokimia yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami seperti diterpena fenolik, flavonoid, tannin, dan asam fenolik. Senyawa-senyawa ini dilaporkan memiliki sifat bioaktif seperti antioksidan, antinflamasi, antitumor, antikanker, dan imunomodulator (Kiliç *et al.*, 2017). Infusa herbal berbasis cairan panas seperti proses penyeduhan teh merupakan media yang ideal untuk pelepasan senyawa fitokimia yang larut air seperti fenol dan flavonoid serta berpotensi lebih efektif daripada hanya mengonsumsi daun kering. Air panas memfasilitasi pelepasan minyak atsiri dari tanaman yang memasuki aliran darah melalui hidung atau jaringan mukosa sistem pernapasan (Poswal *et al.*, 2019).

Teh herbal yang saat ini berkembang di Indonesia adalah teh daun kopi, teh daun jambu biji, teh daun gambir, teh daun sirsak, teh bunga rosella, teh daun kemangi, teh mahkota dewa, teh seledri, teh kulit buah naga, dan teh bunga lotus (Amanto *et al.*, 2020). Jenis teh herbal yang tersedia di pasaran sangat luas dan memiliki manfaat kesehatan yang spesifik tergantung jenisnya. Manfaat umum dari konsumsi teh herbal antara lain membantu masalah perut dan pencernaan, membantu menenangkan pikiran, membuat lebih rileks, menyehatkan sistem saraf, memperkuat sistem kekebalan tubuh, memberikan antioksidan bagi tubuh, meningkatkan energi, menyegarkan tubuh, menghilangkan stress, memberikan sifat pembersih untuk tubuh, membantu menghindari masuk angin, mendukung kesehatan jantung, dan membantu tidur malam yang baik (Ravikumar, 2014).

Di samping manfaatnya yang melimpah, beberapa jenis teh herbal juga dapat menyebabkan kerugian jika dikonsumsi. Beberapa teh herbal cenderung mengandung bahan kimia yang berpotensi beracun seperti bahan pewarna, perekat, dan penguat rasa yang didapatkan dari area pertumbuhannya atau selama proses pembuatan. Saat ini masih diyakini bahwa overdosis teh herbal dapat menyebabkan masalah kesehatan yang ringan dan langka walaupun masih belum ada bukti jelas terkait hal tersebut

(Ravikumar, 2014). Secara umum, konsumsi teh herbal tidak disertai dengan gejala merugikan yang serius serta dapat ditoleransi dengan baik oleh tubuh manusia (Poswal *et al.*, 2019).

2.1.3. Teh Hijau dan Proses Pengolahannya

Berdasarkan proses pengolahannya teh dibagi menjadi 3 jenis, teh fermentasi yaitu teh hitam, teh semi fermentasi yaitu teh oolong, dan teh tanpa fermentasi yaitu teh putih dan teh hijau (Rohdiana, 2015). Fermentasi teh yang dimaksud adalah oksidasi enzimatis yaitu terjadinya reaksi oksidasi oleh enzim polifenol oksidase yang terdapat dalam daun teh yang mengubah senyawa polifenol menjadi senyawa teaflavin dan tearubigin. Senyawa teaflavin dan tearubigin merupakan senyawa yang membentuk warna dan aroma air seduhan khas teh.

Definisi teh hijau menurut SNI 3945:2016 adalah teh kering hasil pengolahan daun muda dan pucuk tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) melalui proses pelayuan tanpa proses oksidasi enzimatis, penggulungan dan/atau penggilingan, pengeringan, sortasi, dan *grading* sehingga aman bagi konsumen. Setiap tahapan proses pengolahan akan memengaruhi kualitas teh hijau yang dihasilkan. Secara umum tahapan proses pengolahan teh hijau terdiri dari pemetikan, pelayuan, *fixing*, penggulungan dan/atau penggilingan, pengeringan, sortasi, dan *grading* (Ahmed dan Stepp, 2013). Namun, beberapa industri melakukan pengeringan dan penggulungan awal setelah proses *fixing* serta proses pengeringan dilakukan terlebih dahulu sebelum proses penggulungan (Singh *et al.*, 2014).

Tahap pertama dari pengolahan teh hijau kering adalah **pemetikan**. Pucuk daun yang dipetik untuk teh hijau adalah pucuk yang terdiri dari ujung tunas, ruasnya, dan 1-3 daun di bawah tunas. Beberapa jenis teh hijau hanya terdiri dari daun muda. Daun muda dan pucuk diketahui mengandung kadar senyawa polifenol lebih tinggi dan akan semakin menurun ketika daunnya semakin tua (Teshome, 2019). Selain itu, daun tua tidak diolah menjadi teh hijau karena teksturnya yang kasar dan menghasilkan rasa astringen (Ahmed dan Stepp, 2013). Pucuk daun teh dapat dipetik menggunakan tangan, gunting, atau dengan mesin. Namun, proses pemetikan menggunakan tangan menghasilkan petikan yang paling halus serta kualitas teh yang lebih baik. Pada tanaman yang sama, pucuk daun teh dapat dipetik kembali dengan jarak interval pemetikan 4 hari hingga 2 minggu untuk mendapatkan kualitas pucuk yang baik (Ahmed dan Stepp, 2013).

Tahap kedua adalah **pelayuan**. Proses pelayuan pucuk untuk teh hijau harus dilakukan sesegera mungkin setelah proses pemetikan dan dalam waktu yang lebih singkat daripada proses pelayuan teh hitam. Di beberapa industri, proses pelayuan



pucuk dilakukan menggunakan mesin *Rotary Paner*. Tujuan proses pelayuan cepat adalah untuk menginaktivasi enzim polifenol sehingga meminimalisasi atau bahkan menghentikan reaksi oksidasi enzimatik pada pucuk. Proses ini diharapkan dapat mempertahankan senyawa-senyawa bermanfaat agar tidak terurai dan dapat dikonsumsi oleh manusia (Anggraini, 2017b). Pada tahap pelayuan, kadar air pucuk teh akan berkurang sekitar $\pm 30\%$ dari kadar air awal sehingga akan mempermudah proses selanjutnya. Proses pelayuan juga dapat dilakukan dengan menghamparkan daun teh di atas nampan di tempat terbuka dan teduh selama sekitar 4 – 12 jam (Singh *et al.*, 2014).

Tahap ketiga adalah **fixing**. Proses *fixing* adalah proses pemaparan daun teh segar dengan panas selama ± 2 menit (Singh *et al.*, 2014) atau $\pm 10 - 15$ menit (Ahmed dan Stepp, 2013). Tujuan proses *fixing* adalah menginaktivasi enzim polifenol oksidase untuk mencegah terjadinya reaksi oksidasi dan fermentasi serta mempertahankan warna hijau dari teh (Anggraini, 2017b). Pada tahap ini, kadar air dari daun teh juga akan berkurang sekitar $\pm 40\%$ (Ahmed dan Stepp, 2013). Secara umum, proses *fixing* terbagi menjadi dua jenis yaitu *panning* (sangrai) dan *steaming* (pengukusan). Proses *fixing* dengan metode *panning* biasa digunakan di pembuatan teh hijau di China dan Indonesia. Pada metode *panning*, daun teh disangrai menggunakan wok atau dipanggang menggunakan oven pada suhu $\pm 180^\circ\text{C}$ (Singh *et al.*, 2014) sehingga menghasilkan teh hijau yang lebih memiliki aroma *floral* dan *nutty* (Dennig, 2020). Proses *fixing* dengan metode *steaming* biasa digunakan di pembuatan teh hijau di Jepang. Pada metode *steaming*, daun teh dikukus dengan uap panas pada suhu $\pm 100^\circ\text{C}$ (Singh *et al.*, 2014) sehingga lebih mempertahankan warna yang cerah, kandungan polifenol, dan aktivitas antioksidan daripada metode *panning* (Ahmed dan Stepp, 2013). Namun, metode *steaming* menghasilkan teh hijau dengan rasa yang lebih segar dan pahit (Dennig, 2020).

Tahap keempat adalah **penggulungan dan/atau penggilingan**. Proses ini bertujuan untuk mengecilkan ukuran daun teh dan menghancurkan dinding sel sehingga isi sel daun teh keluar, terekspos udara, dan membentuk aroma serta karakteristik final dari teh hijau akibat hidrolisis klorofil dan autooksidasi polifenol (Teshome, 2019). Waktu proses penggulungan beragam dari 10 menit hingga 1 jam tergantung pada jenis dan jumlah daun serta alat yang digunakan. Proses penggulungan daun muda dilakukan dengan tekanan yang rendah dan dalam waktu yang cepat daripada penggulungan daun tua untuk menghindari kerusakan daun. Daun muda yang rusak akan menimbulkan perubahan warna daun yang signifikan dari hijau menjadi kekuningan akibat terjadinya reaksi hidrolisis klorofil dan autooksidasi senyawa polifenol (Ahmed dan Stepp, 2013). Untuk menghindari berlanjutnya reaksi

hidrolisis dan autooksidasi, daun yang sudah digulung harus segera dikeringkan agar reaksi tersebut berhenti dan kualitas teh hijau yang diinginkan dapat tercapai.

Tahap kelima adalah **pengeringan**. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air sebesar $\pm 50\%$ (Singh *et al.*, 2014) bahkan hingga 5 – 6% (Anggraini, 2017b) serta meningkatkan aroma dan rasa dari teh hijau. Kadar air yang sangat rendah ini dapat memperpanjang umur simpan dari teh hijau kering karena meminimalisasi pertumbuhan mikroba dan mencegah kemungkinan terjadinya degradasi enzimatik (Teshome, 2019). Pengeringan teh hijau dapat dilakukan dengan metode *basket drying*, *sun-drying* (dijemur), atau *baking* (pemanggangan menggunakan oven). Lama waktu pengeringan beragam dari 20 menit hingga semalaman tergantung metode pengeringan yang digunakan. Suhu pengeringan komoditas herbal menggunakan oven adalah tidak lebih dari 60°C (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Metode *pan-drying* menghasilkan produk keringan teh dengan bentuk yang lebih ketat dan aroma yang lebih kuat daripada metode penjemuran (Ahmed dan Stepp, 2013).

Tahap terakhir adalah **sortasi** dan **grading**. Proses sortasi teh hijau dilakukan berdasarkan bentuk, ukuran partikel, dan berat jenis. Di industri pengolahan teh hijau, mesin yang biasa digunakan untuk sortasi adalah ayakan mesh (*chota*), *vibro*, *mydleton*, *stalk separator*, *crusher*, dan *winnower* (Anggraini, 2017b). Berdasarkan SNI 3945:2016, teh hijau diklasifikasikan menjadi 20 jenis menurut bentuk dan ukuran partikelnya, yaitu pekoe super, pekoe, jikeng, bubuk 1, bubuk 2, bubuk 3, *broken tea*, *fanning dust*, tulang daun, *gun powder 1 (GP1)*, *gun powder 2 (GP2)*, *gun powder 3 (GP3)*, *chun mee 1 (CM1)*, *chun mee 2 (CM2)*, *chun mee 3 (CM3)*, *chun mee 4 (CM4)*, *sow mee 1 (SM1)*, *sow mee 2 (SM2)*, dan *broken mized (BM)*.

2.1.4. Jenis Metode dan Alat Penyeduhan Teh

Saat ini ada berbagai macam metode dan alat penyeduhan teh. Metode penyeduhan yang biasa digunakan untuk menyeduh teh hijau antara lain *soft infusion*, *hard infusion*, *ambient infusion*, *cold infusion*, *decoction method*, *chilled green tea*, *cold cocktail*, *hot cocktail*, *puree*, dan *sun green tea* (Safdar *et al.*, 2016). Alat-alat yang biasa digunakan untuk menyeduh teh antara lain teko porselen, teko kaca, *tea-ball*, mug dengan saringan *stainless steel*, teko pemanas air elektrik, *gaiwan*, cangkir *double-walled glass*, *smart infusers*, *travel flasks*, *tea-bag/paper sachet*, *tea brewing strainer*, *tea shaker*, dan *French Press* (Gaylard, 2015).



Gambar 2.3 Beberapa Alat Penyeduhan Teh (Gaylard, 2015)

Metode *soft infusion*, *hard infusion*, *ambient infusion*, *cold infusion*, dan *decoction method* merupakan metode penyeduhan teh yang umum dilakukan di budaya minum teh Asia seperti di Pakistan, China, India, dan Bangladesh. *Soft infusion* merupakan metode penyeduhan yang umum digunakan di China. Metode ini dilakukan dengan mencelupkan *tea-bag* berisi teh hijau kering ke dalam air hangat dengan suhu 75 – 85°C selama 3 – 5 menit. *Hard infusion* merupakan metode di mana *tea-bag* diinfusi dengan air hangat bersuhu 75 – 85°C selama 25 – 30 menit. Pada metode *ambient infusion*, *tea-bag* dicelupkan dalam air dengan suhu ruang (25±2°C) selama 30 – 40 menit. Pada metode *cold infusion*, *tea-bag* diinfusi dengan air dengan suhu ruang selama 15 menit kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin selama 1 jam. Pada metode *decoction*, daun teh kering atau *tea leaves* dimasukkan ke dalam air dan dididihkan selama 3 – 5 menit. *Chilled green tea* adalah metode penyeduhan di mana *tea-bag* diinfusi dengan air mendidih (100°C) selama 3 – 5 menit kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin selama 1 jam (Safdar *et al.*, 2016).

Cold cocktail adalah metode penyeduhan di mana *tea-bag* diinfusi dengan larutan alkohol dengan perbandingan air:etanol 60:40 selama 15 menit, kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin selama 1 jam. Pada metode *hot cocktail*, *tea-bag* diinfusi dengan larutan alkohol selama 15 menit kemudian dipanaskan hingga 52°C. Metode *puree* merupakan metode penyeduhan yang biasa digunakan di Jepang. Pada metode ini, daun teh kering digiling hingga menjadi bubuk yang halus kemudian dicampurkan dengan air hangat dengan suhu 70 – 80°C selama 4 – 5 menit. *Puree* yang dihasilkan

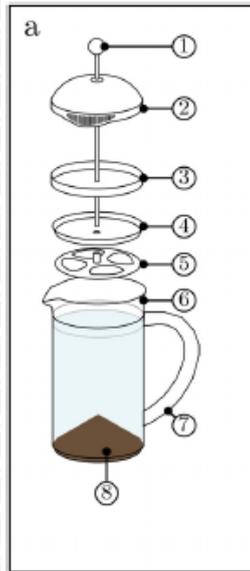
kemudian disaring. *Sun green tea* merupakan metode penyeduhan yang biasa digunakan di Amerika. Pada metode ini, *tea-bag* diinfusi dengan air dan diletakkan di tempat yang terpapar sinar matahari langsung selama 3 – 4 jam (Safdar *et al.*, 2016).

2.1.5. Proses Penyeduhan Metode *French Press*

French Press atau *cafetière* atau *coffee plunger* merupakan metode penyeduhan kopi yang mudah, murah, dapat digunakan berulang, dan dapat dilakukan di rumah. Metode penyeduhan kopi yang mirip dengan *French Press* pertama kali dipatenkan oleh dua orang Prancis bernama Mayer dan Delforge di tahun 1852. Kemudian, metode *French Press* seperti yang kita ketahui sekarang ditemukan dan dipatenkan oleh orang Italia bernama Attilio Calimani di tahun 1929 (Hoffmann, 2018).

French Press merupakan metode penyeduhan infusi (*infusion brewer*) di mana air dan kopi terendam bersama sehingga lebih banyak minyak kopi dan senyawa lainnya yang terlarut dalam air seduhan dibandingkan dengan metode penyeduhan lainnya. Kelebihan dari metode ini adalah menghasilkan seduhan kopi lebih kaya dan kuat rasa serta teksturnya. Kekurangannya adalah dihasilkannya semacam lumpur atau ampas kopi dengan jumlah yang cukup banyak di bagian dasar alat *French Press* yang rasanya tidak enak dan berpasir jika ikut dikonsumsi (Hoffmann, 2018). Hal ini dapat diminimalisasi dengan menggunakan bubuk kopi yang ditumbuk kasar agar tidak ada partikel terlalu halus yang ikut terbawa ke dalam air seduhan (Hansen dan Arndorfer, 2006).

Alat *French Press* terdiri dari gelas atau kendi yang terbuat dari kaca atau *stainless steel* (6) dan *plunger*. *Plunger* terdiri dari beberapa bagian yaitu batang dan pegangan *plunger* (1), tutup (2), *spring disk strainer plate* (3), jaring filtrasi (4), *base plate* atau *retaining disk* (5) (**Gambar 2.4**). *Plunger* berfungsi sebagai alat penyaring dan cerat untuk menuangkan air seduhan (Mars, 2009). Alat *French Press* menggunakan saringan atau *filter* berupa jaring logam (*metal mesh*) untuk memisahkan ampas kopi dari air seduhan. Jaring logam ini cenderung memiliki lubang yang besar-besar sehingga beberapa komponen tidak larut air dari ampas kopi dapat ikut tertuang ke dalam cangkir (Hoffmann, 2018).



Gambar 2.4 Skema Bagian Alat *French Press* (Wadsworth *et al.*, 2021).

Selain digunakan untuk menyeduh kopi, *French Press* juga umum digunakan untuk menyeduh teh herbal. Secara umum, cara penyeduhan kopi dan teh herbal menggunakan metode *French Press* sama, salah satu faktor yang membedakan adalah dari bubuk yang digunakan. Pada proses penyeduhan kopi umumnya menggunakan bubuk kopi yang digerus kasar atau halus, sedangkan pada proses penyeduhan teh herbal umumnya menggunakan keringan daun atau bunga dari tanaman herbal (Mars, 2009).

French Press termasuk teknik ekstraksi infusa atau imersi (perendam) di mana bahan direndam dengan air pada suhu awal yang tinggi hingga waktu tertentu (umumnya maksimum 15 menit) (Putri dan Fibrianto, 2018). Dekoksi merupakan metode ekstraksi yang mirip ekstraksi infusa namun dengan waktu lebih lama yaitu hingga 30 menit (Putri dan Fibrianto, 2018) dan dalam prosesnya suhu air dapat terus meningkat karena dipanaskan secara terus menerus hingga sekitar 50% air berkurang (Nagalingam, 2017). Walaupun terdapat kemiripan, metode *French Press* merupakan teknik yang lebih tepat untuk mengekstrak senyawa fenol dari teh herbal karena prosesnya yang tidak terlalu lama sehingga dapat lebih mempertahankan dan mengekstrak senyawa fenol secara maksimal. Beberapa senyawa fenolik seperti flavonoid dan tanin dapat mengalami kerusakan jika diekstrak pada suhu 50°C terlalu lama yang dapat menyebabkan penurunan kadar senyawa fenol pada ekstrak (Yuliantari *et al.*, 2017).

Secara umum, tahapan penggunaan alat *French Press* yang pertama adalah memasukkan sedikit air dengan suhu seduh yang diinginkan ke dalam gelas atau kendi *French Press* untuk memanaskan (*preheat*) alat, kemudian buang air tersebut. Setelah

itu, masukkan bubuk kopi atau keringan teh herbal ke dalam gelas atau kendi *French Press* sesuai takaran. Tuang air yang sudah dipanaskan ke dalam alat *French Press* sesuai takaran kemudian aduk perlahan menggunakan sendok. Letakan tutup *plunger* di atas gelas atau kendi *French Press* tanpa menekan *plunger*, kemudian diamkan selama waktu yang diinginkan. Setelah itu, posisikan *plunger* tegak lurus dan tekan ke bawah dengan perlahan. Ampas kopi atau teh herbal akan tertinggal di dasar alat dan air seduhan siap dikonsumsi (TSC, 2016)

2.1.6. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensoris

Berdasarkan penelitian oleh Safdar *et al.*, (2016) metode penyeduhan teh hijau Pakistan yang menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi (85%) adalah *cold cocktail*, diikuti dengan *soft infusion* yang menghasilkan aktivitas antioksidan sedang (70%), kemudian *hard infusion* dengan aktivitas antioksidan rendah (60%). *Cold cocktail* adalah metode penyeduhan di mana tea-bag diinfusi dengan larutan alkohol dengan perbandingan air:etanol 60:40 selama 15 menit, kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin selama 1 jam. *Soft infusion* merupakan metode penyeduhan dengan mencelupkan tea-bag berisi teh hijau kering ke dalam air hangat dengan suhu 75 – 85°C selama 3 – 5 menit. *Hard infusion* merupakan metode di mana tea-bag diinfusi dengan air hangat bersuhu 75 – 85°C selama 25 – 30 menit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Putra *et al.*, (2020), suhu dan waktu penyeduhan optimal untuk daun teh putih (*Camellia assamica*) adalah 95°C dan lama penyeduhan 9 menit. Kondisi penyeduhan tersebut menghasilkan karakteristik sensoris terbaik dengan aroma 4,48±0,51 (beraroma teh hingga sangat beraroma teh), rasa 4,24±0,43 (agak manis hingga manis), warna 2,40±0,64 (bening kekuningan hingga bening), penerimaan keseluruhan 6,20±0,43 (suka hingga sangat suka), tingkat kekuningan (b^*) 36,37±0,10, tingkat kemerahan (a^*) 16,32±0,17, dan tingkat kecerahan (L^*) 55,32±0,17.

Penelitian oleh Pastoriza *et al.*, (2017) menyatakan bahwa suhu dan waktu penyeduhan yang optimal untuk ekstraksi antioksidan adalah 80°C selama 5-10 menit. Suhu yang lebih rendah (60-70°C) dan waktu yang lebih singkat menghasilkan lebih sedikit antioksidan. Sedangkan untuk mendapatkan seduhan dengan hasil antioksidan tertinggi dan karakteristik sensori yang baik, suhu dan waktu penyeduhan optimal yang disarankan untuk teh putih dan teh hijau adalah 90°C selama 7 menit. Berdasarkan penelitian oleh Maryani (2020), suhu dan waktu penyeduhan teh herbal daun salam (*Syzgium polyanthum*) yang menghasilkan karakteristik sensoris terbaik dan kandungan senyawa bioaktif tertinggi adalah 80°C selama 30 menit. Berdasarkan

panduan penyeduhan kopi menggunakan *French Press* oleh *Specialty Coffee Association of America* (2016) standar penyeduhan optimum untuk 36gram kopi *medium-coarse grind* adalah dengan 660 ml air dengan suhu 93,5°C selama 4 menit.

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian di atas, penulis mempertimbangkan untuk menggunakan *range* suhu 75-95°C dan waktu 3-5 menit untuk mencari kondisi penyeduhan terbaik teh hijau pucuk merah dengan metode *French Press*.

2.1.7. Antioksidan

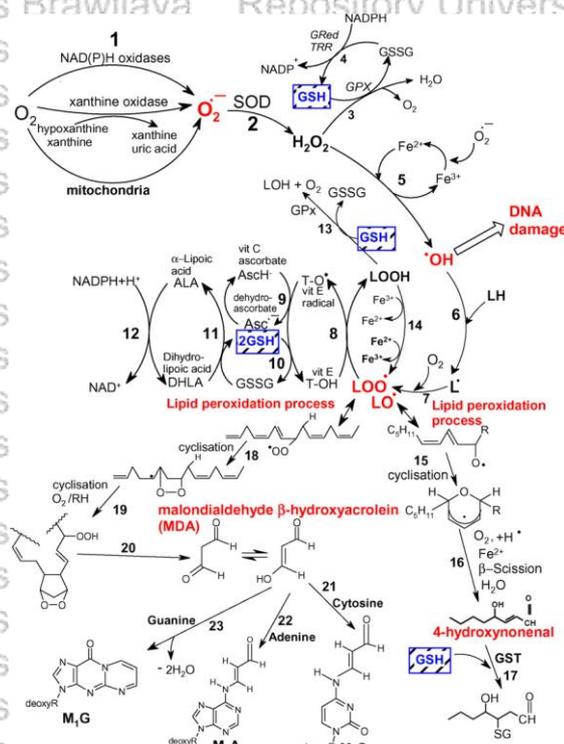
Antioksidan merupakan senyawa yang dalam jumlah tertentu dapat menghambat atau mencegah kerusakan akibat reaksi oksidasi. Berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan dikelompokkan menjadi empat jenis. Jenis pertama adalah *hydroperoxide stabilizer* yaitu antioksidan yang menonaktifkan radikal bebas lipid dan mencegah penguraian hidroperoksida menjadi radikal bebas seperti senyawa fenolik. Jenis kedua adalah sinergis yaitu antioksidan yang meningkatkan aktivitas antioksidan lainnya seperti asam sitrat dan asam askorbat. Jenis ketiga adalah pengkelat logam yaitu antioksidan yang mengikat logam berat menjadi senyawa non-aktif. Contoh antioksidan dengan mekanisme ini adalah asam fosfat dan asam sitrat. Jenis keempat adalah antioksidan yang mengurangi hidroperoksida seperti protein dan asam amino (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Berdasarkan sumbernya, antioksidan dikelompokkan menjadi tiga yaitu antioksidan endogen, antioksidan sintesis, dan antioksidan alami. Antioksidan endogen adalah antioksidan yang diproduksi di dalam tubuh manusia seperti enzim Superoksida Dismutase (SOD), Gluton Peroksidase (GPx), dan katalase (CAT). Antioksidan sintesis adalah antioksidan buatan yang biasanya ditambahkan pada produk pangan seperti Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluena (BHT), dan Tersier Butil Hidroksi Quinon (TBHQ). Antioksidan alami adalah antioksidan yang diperoleh dari bagian-bagian tanaman seperti daun, bunga, buah, kulit kayu, biji, dan akar. Contoh antioksidan alami adalah vitamin A, vitamin C, vitamin E, dan senyawa fenolik (Parwata, 2016).

Senyawa fenolik merupakan antioksidan yang memiliki berbagai mekanisme kerja yaitu sebagai pereduksi, penangkap radikal bebas, peredam terbentuknya oksigen singlet, dan pendonor elektron (Sayuti dan Yenrina, 2015). Salah satu produk pangan yang mengandung banyak senyawa antioksidan terutama senyawa fenolik adalah teh hijau. Kandungan senyawa polifenol dalam teh hijau mencapai 30% dari berat keringnya (Jakubczyk *et al.*, 2020). Kapasitas antioksidan pada teh hijau lebih tinggi daripada teh hitam pada volume yang sama (Lee *et al.*, 2002).

Di industri pangan antioksidan sering ditambahkan ke produk pangan yang tinggi lemak karena dapat mencegah terjadinya proses oksidasi yang dapat menyebabkan kerusakan seperti perubahan warna dan aroma, ketengikan, serta kerusakan fisik lainnya. Selain itu, beberapa penelitian juga membuktikan bahwa konsumsi antioksidan dalam jumlah yang cukup dapat menurunkan risiko terkena penyakit degenerative seperti kardiovaskuler, kanker, aterosklerosis, dan osteoporosis, serta meningkatkan status imunologi manusia (Sayuti dan Yenrina, 2015).

2.1.7.1. Mekanisme Manajemen Stres Oksidatif oleh Antioksidan di Dalam Tubuh
 Efek berbahaya dari radikal bebas yang menyebabkan potensi kerusakan biologis disebut stres oksidatif dan stres nitrosatif. Hal ini dapat terjadi dalam sistem biologis ketika ada kelebihan produksi ROS/RNS serta kekurangan antioksidan enzimatik dan non-enzimatik. Sehingga dapat dikatakan bahwa stress oksidatif merupakan hasil reaksi metabolisme yang menggunakan oksigen dan merupakan gangguan dalam status keseimbangan reaksi prooksidasi/antioksidasi pada organisme hidup. Kelebihan ROS dapat merusak lipid seluler, protein, atau DNA yang menghambat fungsi normalnya sehingga stress oksidatif terlibat dalam sejumlah penyakit manusia serta dalam proses penuaan. Regulasi redoks merupakan mekanisme untuk menyeimbangkan jumlah radikal bebas yang menguntungkan dan merugikan di dalam organisme hidup (Valko *et al.*, 2007). Skema pembentukan radikal bebas dan manajemen stress oksidatif oleh antioksidan dalam sel dapat dilihat pada **Gambar 2.5.**



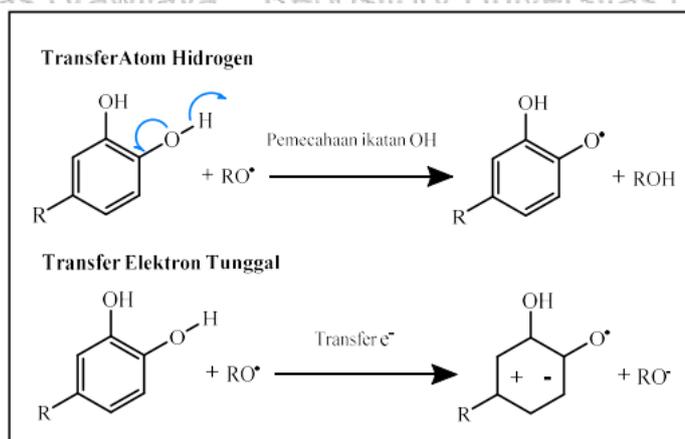
Gambar 2.5 Skema Pembentukan Radikal Bebas dan Manajemen Stres Oksidatif oleh Antioksidan dalam Sel (Valko *et al.*, 2007).

Pada Reaksi 1, senyawa radikal superoksida anion terbentuk melalui proses reduksi molekul oksigen yang dimediasi oleh NAD(P)H oksidase dan xantin oksidase atau secara non-enzimatik oleh senyawa reaktif redoks seperti senyawa semi-ubiquinon dari rantai transport elektron mitokondria. Pada Reaksi 2, senyawa radikal superoksida diubah oleh superoksida dismutase (SOD) menjadi hidrogen peroksida. Pada Reaksi 3, hidrogen peroksida paling efisien diambil oleh enzim glutathion peroksidase (GPx) yang membutuhkan GSH sebagai donor elektron. Pada Reaksi 4, glutathion teroksidasi (GSSG) direduksi kembali menjadi GSH oleh enzim glutathion eduktase (Gred) yang menggunakan NADPH sebagai donor elektron. Pada Reaksi 5, beberapa logam transisi (seperti Fe^{2+} , Cu^+ , dan lainnya) dapat memecah hidrogen peroksida menjadi radikal hidroksil reaktif (reaksi Fenton). Pada Reaksi 6, radikal hidroksil dapat mengabstraksi elektron dari asam lemak tak jenuh ganda (LH) untuk menghasilkan senyawa lipid radikal yang berpusat pada atom karbon ($L\cdot$). Pada Reaksi 7, senyawa lipid radikal ($L\cdot$) selanjutnya dapat berinteraksi dengan oksigen molekuler untuk menghasilkan radikal peroksil lipid ($LOO\cdot$). Jika $LOO\cdot$ yang dihasilkan tidak direduksi oleh antioksidan, proses peroksidasi lipid terjadi (Valko *et al.*, 2007).

Proses peroksidasi lipid dimulai pada reaksi 14 di mana hidroperoksida lipid dapat bereaksi cepat dengan Fe^{2+} untuk membentuk lipid alkoksil radikal ($LO\cdot$) atau jauh lebih lambat dengan Fe^{3+} membentuk lipid peroksil radikal ($LOO\cdot$). Pada reaksi 15, $LO\cdot$ yang diturunkan misalnya dari asam arakidonat mengalami reaksi siklisasi untuk membentuk cincin hidroperoksida beranggota enam. Pada reaksi 17, 4-hidroksinonenal diubah menjadi adisi glutathil yang tidak berbahaya (GST, glutathion S-transferase). Pada reaksi 18, peroksil radikal yang terletak di posisi internal asam lemak dapat beraksi dengan siklisasi untuk menghasilkan peroksida siklik yang berdekatan dengan radikal pusat karbon. Pada reaksi 19, radikal ini kemudian dapat direduksi untuk membentuk hidroperoksida atau dapat mengalami siklisasi kedua untuk membentuk peroksida bisiklik yang setelah digabungkan dengan dioksigen dan reduksi menghasilkan molekul yang secara struktural analog dengan endoperoksida. Pada reaksi 20, senyawa yang terbentuk adalah produk antara untuk produksi malondialdehid. Pada reaksi 21, 22, dan 23, malondialdehid dapat bereaksi dengan basa DNA sitosin, adenin dan guanin, masing-masing membentuk M1C, M1A, dan M1G (Valko *et al.*, 2007).

2.1.7.2. Metode Analisis Senyawa Antioksidan

Senyawa antioksidan dapat dianalisis secara *in vivo* (dalam sel) dan *in vitro* (luar sel). Secara *in vivo*, senyawa antioksidan dianalisis berdasarkan aktivitas antioksidan endogennya seperti aktivitas enzim SOD, GPx, dan katalase (Parwata, 2016). Secara *in vitro*, senyawa antioksidan dianalisis berdasarkan pada kemampuannya dalam menghambat radikal bebas melalui mekanisme transfer atom hidrogen (HAT) atau kemampuan dalam mereduksi ion logam melalui mekanisme transfer elektron tunggal (SET), maupun kombinasi antara kedua mekanisme tersebut (Alfaridzi, 2021).



Gambar 2.5 Mekanisme Aktivitas Antioksidan Polifenol (Alfaridzi, 2021).

Beberapa analisis antioksidan secara *in vitro* yang menunjukkan hasil yang baik dari berbagai publikasi antara lain (Alfaridzi, 2021):

A. Metode ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*)

Metode ORAC merupakan uji antioksidan yang didasarkan oleh mekanisme transfer atom hidrogen dari antioksidan. Metode ini didasarkan pada pembacaan absorbansi dari penghambatan penurunan fluoresensi. Senyawa antioksidan dan probe fluoresen akan bersaing untuk menangkap radikal peroksil (ROO•) dengan mekanisme transfer hidrogen sehingga mengakibatkan berkurangnya laju penurunan fluoresensi yang diamati pada lambda 520 nm.

B. Metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

Metode FRAP merupakan uji antioksidan yang didasarkan oleh mekanisme transfer elektron tunggal dari antioksidan. Metode ini mengukur reduksi ion besi Fe³⁺ kompleks ligan menjadi ion besi Fe²⁺. Reagen kompleks Fe³⁺-TPTZ yang tidak berwarna akan bereaksi dengan senyawa antioksidan karena mendapatkan transfer elektron dan tereduksi menjadi bentuk

kompleks Fe^{2+} -TPTZ sehingga terbentuk warna biru dan dapat diamati absorbansinya pada lambda 593 nm.

C. Metode ABTS (*2,2-azinobis 3-ethyl benzothiazoline 6-sulfonic acid*)

Metode ABTS didasarkan pada kombinasi mekanisme transfer atom hidrogen dan transfer elektron dari antioksidan. Reagen radikal ABTS akan tereduksi oleh senyawa antioksidan membentuk kompleks berwarna yang dapat dibaca absorbansinya pada lambda 415 nm. Uji ini mengukur kemampuan relatif antioksidan dalam menangkap radikal dalam fase air dibandingkan dengan standar Trolox sehingga hasil uji ini dinyatakan dalam TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*).

D. Metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*)

Metode DPPH didasarkan pada kombinasi mekanisme transfer atom hidrogen dan transfer elektron dari antioksidan. Reagen DPPH yang merupakan radikal bebas berwarna ungu pekat akan bereaksi dan tereduksi oleh senyawa antioksidan menjadi DPPH-H yang tidak berwarna atau kekuningan. Pemudaran warna ungu ini akan terbaca pada lambda 515-518 nm. Semakin menurun intensitas warna ungu menandakan semakin tingginya aktivitas antioksidan sampel. Metode ini merupakan metode yang paling umum dalam pengujian antioksidan terutama dalam pengujian antioksidan fenolik dalam teh. Kelebihan dari metode DPPH adalah proses pengujiannya yang sederhana, cepat, dan menggunakan sedikit reagen. Kelemahannya adalah mudah terkoagulasi, sensitif terhadap cahaya, berjalan lambat pada beberapa jenis antioksidan, dan tidak cocok untuk uji aktivitas antioksidan dalam plasma (Nazliniwaty *et al.*, 2020).

2.1.8. Response Surface Methodology (RSM)

Response Surface Methodology (RSM) merupakan kumpulan teknik matematika dan statistic untuk menyusun model empiris di mana respon yang diuji dipengaruhi oleh beberapa variabel atau faktor dan tujuannya adalah untuk mengoptimasi respon (Morshedi dan Akbarian, 2014). Proses utama dari optimasi menggunakan RSM adalah: (1) mendesain eksperimen secara statistik, (2) mengestimasi koefisien dengan model matematika, dan (3) memprediksi respon dan memeriksa kesesuaian model yang digunakan (Sadhukhan *et al.*, 2016). Tujuan pertama penggunaan RSM adalah untuk menemukan titik optimum untuk semua respon yang dicari apabila respon lebih dari satu. Tujuan kedua adalah untuk memahami bagaimana respon berubah dalam arah tertentu dengan menyesuaikan variabel desain (Morshedi dan Akbarian, 2014).



Beberapa program statistik yang dapat digunakan untuk RSM adalah *Design Expert* dan *Minitab*. Pada program *Minitab*, pembuatan rancangan model RSM dimulai dengan memilih *STAT > DOE > Response Surface > Create Response Surface Design*. Kemudian memiliki tipe desain antara *Central Composite Design (CCD)* atau *Box-Behnken Design (BBD)*. CCD merupakan desain statistik untuk minimal 2 faktor kontinu sedangkan BBD untuk minimal 3 faktor kontinu. Kemudian ubah faktor, batas bawah, dan batas atas di pengaturan *factors*. Setelah itu akan didapatkan rancangan unit percobaan yang kemudian dilakukan uji aktual berdasarkan rancangan tersebut.

Setelah dilakukan uji aktual, hasil uji dimasukkan ke dalam *Minitab* untuk kemudian diolah datanya. Pengolahan data diawali dengan memilih model statistik untuk pengolahan hasil tiap respon menggunakan *Analyze Response Surface Design*. *Minitab* menyediakan 4 pilihan model pengolahan data yaitu *Linear*, *Linear + Squares*, *Linear + Interactions*, dan *Full Quadratic*. Model dievaluasi berdasarkan nilai *F-value* model, *P-value* model dan nilai *p-value Lack-of-Fit* model pada tabel ANOVA (*Analysis of Variance*) dan nilai PRESS (*Prediction Residue Error Sum of Square*) pada *Model Summary*. Nilai *F-value* yang tinggi dan nilai *p-value* $< 0,05$ berarti model tersebut paling berpengaruh secara signifikan atau nyata terhadap respon penerimaan keseluruhan (Ozgun, 2016). Menurut Gaspersz (1995) model dengan *p-value lack-of-fit* $> 0,05$ berarti model memiliki ketidakcocokan yang tidak signifikan sehingga model dianggap tepat untuk menjelaskan suatu permasalahan dari suatu analisis yang dikaji. Menurut Xu (2017) nilai PRESS menunjukkan prediksi kesalahan jumlah kuadrat di mana semakin rendah nilai PRESS semakin rendah kesalahan prediksi yang dibuat oleh program.

Setelah mendapatkan model yang tepat, hubungan antara faktor dan respon dapat dianalisis melalui *contour plot (2D)*, *factorial plot*, dan *surface plot (3D)*. Kemudian hasil optimum didapatkan dengan menggunakan fitur *Response Optimizer* yang akan memperlihatkan kombinasi faktor optimum dan prediksi responnya. Kemudian dilakukan uji verifikasi secara aktual sebanyak 3 kali ulangan menggunakan kombinasi faktor optimum dan hasilnya diuji menggunakan uji *paired T-test* untuk mengetahui apakah hasil prediksi model akurat dengan hasil aktual.

Penerapan RSM sangat penting pada bidang perancangan, perumusan, dan pengembangan produk baru serta pengembangan produk yang sudah ada (Trihaditia *et al.*, 2018). RSM umum diaplikasikan di bidang industri, ilmu biologi dan klinis, ilmu sosial, ilmu pangan, serta ilmu fisika dan teknik (Morshedi dan Akbarian, 2014). Berapa contoh penerapan RSM dalam bidang pangan antara lain:

1. Oktaviani (2020) melakukan penelitian tentang optimasi suhu dan lama waktu pengeringan (*Brassica oleracea var. capitata* L.) menggunakan RSM pada program *Design Expert* di mana menghasilkan suhu dan lama waktu pengeringan

berturut-turut adalah 40,7°C dan 10 jam yang menghasilkan warna (dE) 13,6, kadar air 19,3%, dan daya rehidrasi sebesar 696,9%.

2. Anggraeni (2020) melakukan penelitian tentang optimasi rasio pelarut terhadap bahan, pH pelarut, dan suhu untuk ekstraksi polisakarida larut air bukan pati biji asam jawa (*Tamarindus Indica* L.) menggunakan RSM pada program *Design Expert* di mana menghasilkan titik optimum rasio pelarut terhadap bahan 30:1, suhu ekstraksi 66,896%, dan pH pelarut 11 yang menghasilkan rendemen dan kelarutan dalam air berturut-turut 82,430% dan 52,467%.

2.2 Hipotesis

Kombinasi suhu tertinggi dan waktu terlalu lama merupakan kombinasi suhu dan waktu penyeduhan optimum yang menghasilkan teh hijau pucuk merah optimum berdasarkan aktivitas antioksidan dan penerimaan keseluruhan.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Pembuatan teh hijau pucuk merah dilaksanakan di Jalan Simpang Semanggi Timur No. 23 dan Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan. Penyeduhan dan penelitian teh hijau pucuk merah dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa dan Pengolahan Pangan, Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, serta Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, pada bulan Oktober 2021 – April 2022.

3.2. Alat dan bahan

3.2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan teh hijau pucuk merah adalah baskom jaring, tisu, nampan, kompor, panci kukus, termometer digital, timbangan kopi digital, oven, *aluminium foil*, dan loyang. Alat-alat yang digunakan pada proses penyeduhan teh hijau pucuk merah metode *French Press* adalah *French Press Stainless Steel* 500 ml, sendok, timbangan analitik, teko leher angsa dengan termometer, kompor induksi, dan gelas ukur. Alat yang digunakan untuk analisis adalah *glassware*, *aluminium foil*, spektrofotometer UV-VIS, kuvet, vortex, *centrifuge*, tabung *centrifuge*, timbangan analitik, *color reader*, *shaker waterbath*, tisu, dan *bulb*.

3.2.2. Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah teh hijau yang dibuat dari daun pucuk merah. Daun pucuk merah didapatkan dari lingkungan Waren Intel Ropang (Pujasera Jalan Bunga Cokelat) dan Jalan Bendungan Ombo, Kota Malang. Bahan yang digunakan untuk analisis diantaranya adalah aquades, air mineral (Indomaret), asam galat, metanol, reagen Folin Ciocalteau, asam tanat, Na_2CO_3 , DPPH (1-1-*diphenyl-2-picrylhydrazyl*), quercetin, NaOH, AlCl_3 , dan NaNO_2 .

3.3. Metode dan Pelaksanaan

Diagram alir penelitian penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

Pembuatan Simplisia Teh Hijau Pucuk Merah



Analisis Simplisia Teh Hijau Pucuk Merah



Pembuatan Rancangan Penelitian

Penyeduhan Simplisia Teh Hijau Pucuk Merah dengan Metode *French Press*

Analisis Air Seduhan Teh Hijau Pucuk Merah

Analisis dan Optimasi Respon

Uji Verifikasi Optimasi Respon

Karakterisasi Air Seduhan pada Kondisi Optimum

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

3.3.1. Pembuatan Simplisia Teh Hijau Pucuk Merah

Pembuatan Simplisia Teh Hijau Pucuk merah mengikuti hasil terbaik berdasarkan penelitian oleh Agustine tahun 2020:

1. Pemetikan dan Sortasi

Pemetikan daun pucuk merah yang berwarna merah segar, tidak berlubang atau terdapat bercak, dan utuh. Kemudian daun dipisahkan dari batangnya.

2. Pencucian

Daun pucuk merah yang telah disortasi dicuci menggunakan air mengalir selama 3 menit untuk menghilangkan kotoran.

3. Pelayuan

Daun pucuk merah kemudian dilayukan dengan cara menghamparkannya di atas nampan yang dilapisi tisu selama 8 jam pada tempat terbuka dan teduh. Tujuannya adalah menghilangkan bau tidak sedap dan mengurangi kadar air.

4. *Fixing*

Proses *fixing* dilakukan dengan mengukus (*steam*) daun pucuk merah layu selama 1 menit dengan suhu 90°C. Tujuannya adalah mencegah fermentasi dan menghentikan aktivitas enzim polifenol oksidase pada daun teh.

5. Penggulungan

Daun yang telah di-*fixing* kemudian dilakukan penggulungan dengan cara menebarkan daun dan menggulungnya dengan tangan selama ±3 menit.

6. Pengeringan

Pengeringan dilakukan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 3 jam untuk mengurangi kadar air serta membentuk aroma dan rasa daun teh kering. Setelah

proses pengeringan akan dihasilkan teh hijau pucuk merah berupa simplisia yang berbentuk daun teh kering dengan ukuran yang tidak seragam.

Berikut merupakan diagram alir (**Gambar 3.2**) proses pembuatan simplisia teh hijau pucuk merah berdasarkan hasil terbaik pada penelitian terdahulu (Agustine, 2020).



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Teh Hijau Pucuk Merah (Agustine, 2020).

3.3.2. Analisis Simplisia Teh Hijau Pucuk Merah

Setelah proses pembuatan simplisia kemudian dilanjutkan analisis kandungan senyawa bioaktif simplisia yang terdiri dari analisis kadar total fenol (Modifikasi SNI 3836:2013) dan uji aktivitas antioksidan IC₅₀ dengan metode DPPH (Akinmoladun *et al.*, 2007). Prinsip uji kadar total fenol adalah terbentuknya senyawa kompleks berwarna biru yang dihasilkan dari reduksi kompleks fosfosungstat-fosfomolibdat yang terdapat yang

dapat dalam reagen *Folin Ciocalteu* oleh senyawa fenol dalam suasana basa yang dapat diukur pada lambda 765 nm (SNI 3836:2013). Metode uji antioksidan DPPH dipilih karena merupakan metode ini didasarkan pada mekanisme transfer hidrogen dan transfer elektron yang merupakan mekanisme utama senyawa fenol. Selain itu metode DPPH merupakan metode yang paling umum digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan pada teh serta merupakan metode paling mudah dan cepat dibandingkan metode lainnya (Parwata, 2016).

3.3.3. Pembuatan Rancangan Penelitian

Faktor perlakuan penelitian ini terdiri dari 2 variabel bebas, yaitu suhu awal air seduh dan waktu penyeduhan (*steep time*). Rentang variabel suhu awal air seduh dan waktu penyeduhan berturut-turut adalah 75 – 95°C dan 3 – 5 menit. Berdasarkan rancangan menggunakan *Response Surface Methodology – Central Composite Design* di *Minitab 19.1*, didapatkan 13 kombinasi perlakuan.

Tabel 3.1 Perlakuan Rancangan Percobaan

RunOrder	StdOrder	PtType	Blocks	Suhu (°C)	Waktu (Menit)
1	5	-1	1	71	4,0
2	2	1	1	95	3,0
3	4	1	1	95	5,0
4	7	-1	1	85	2,6
5	12	0	1	85	4,0
6	11	0	1	85	4,0
7	6	-1	1	99	4,0
8	9	0	1	85	4,0
9	13	0	1	85	4,0
10	3	1	1	75	5,0
11	10	0	1	85	4,0
12	8	-1	1	85	5,4
13	1	1	1	75	3,0

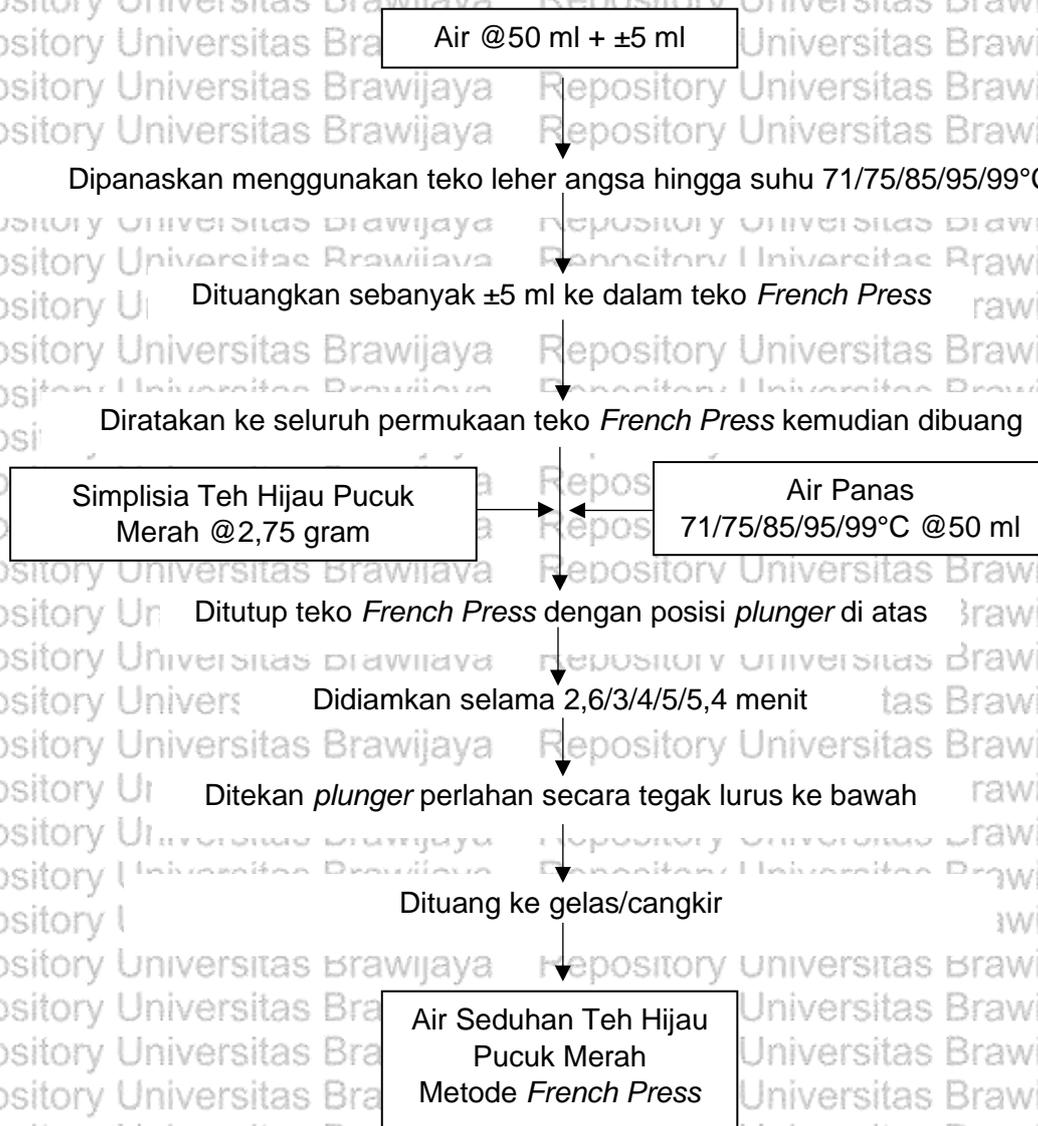


3.3.4. Penyeduhan Simplisia Teh Hijau Pucuk Merah dengan Metode *French Press*

Metode penyeduhan menggunakan *French Press* dipilih karena metode ini dapat lebih mempertahankan dan mengekstrak senyawa fenol secara maksimal daripada metode penyeduhan teh herbal lainnya karena proses perendaman bersamaan dengan waktu yang tidak terlalu lama (Yuliantari *et al.*, 2017). Selain itu, metode *French Press* merupakan metode murah dan mudah dilakukan untuk pemula sehingga dapat lebih mudah dilakukan di rumah. Penyeduhan menggunakan metode *French Press* mengikuti standar penyeduhan optimum *French Press* yang disusun oleh *Specialty Coffee Association of America* (TSC, 2016):

1. Air 50,5 ml dipanaskan dengan dengan suhu 75 – 95°C menggunakan teko leher angsa
2. Air panas ± 5 ml dituangkan ke dalam teko *French Press* dan diratakan ke seluruh permukaannya kemudian dibuang. Tujuannya adalah untuk menaikkan suhu bagian dalam teko *French Press*
3. Teh hijau pucuk merah kering ditimbang 2,75 gram dan dimasukkan ke dalam teko *French Press*
4. Air panas 50 ml dituangkan ke dalam teko *French Press* teh hijau kering
5. Teko *French Press* kemudian ditutup dengan posisi *plunger* di atas tanpa ditekan kemudian didiamkan selama 3 – 5 menit. Tujuannya adalah untuk memberikan waktu agar teh kering terekstraksi dan senyawa-senyawa yang ada dalam teh kering terlarut dalam air.
6. Setelah waktu seduh selesai, *plunger* ditekan perlahan secara tegak lurus hingga ke dasar teko *French Press*
7. Air seduhan teh hijau pucuk merah dituang ke dalam gelas plastik dan dilakukan pengamatan fisik, kimia, dan organoleptik.

Berikut merupakan diagram alir (**Gambar 3.3**) proses penyeduhan teh hijau pucuk merah metode *French Press* (TSC, 2016).



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Penyeduhan Teh Hijau Pucuk Merah Metode *French Press* (TSC, 2016).

3.3.5. Analisis Air Seduhan Teh Hijau Pucuk Merah

Setelah proses penyeduhan atau pembuatan seluruh sampel sebanyak 13 unit percobaan, dilakukan analisis aktivitas antioksidan IC_{50} dengan metode DPPH (Akinmoladun *et al.*, 2007) dan uji organoleptik penerimaan keseluruhan (Narayanan *et al.*, 2014). Uji penerimaan keseluruhan dilakukan kepada 75 panelis yang merupakan mahasiswa Universitas Brawijaya dari berbagai fakultas. Uji dilakukan secara *home-testing* yaitu dilakukan di lokasi masing-masing panelis karena pengujian dilakukan saat kondisi pandemi COVID-19 yang mengharuskan penjagaan jarak antar masyarakat. Pelaksanaan uji organoleptik dimulai dari penyeduhan sampel yang bertempat di Laboratorium Rekayasa



dan Pengolahan Pangan. Masing-masing sampel berisi ± 10 ml air seduhan teh hijau pucuk merah. Setelah proses penyeduhan sampel disimpan di lemari pendingin dengan suhu sekitar $1-6^{\circ}\text{C}$ semalaman untuk didistribusikan kepada panelis keesokan harinya. Distribusi sampel ke panelis dilakukan dengan menggunakan *ice box* untuk menjaga suhu sampel tetap dingin. Setiap panelis disajikan 13 sampel dalam keadaan dingin yang telah diberi nomor secara acak. Panelis menilai sampel dengan mengisi *google form* yang berisi pertanyaan terkait identitas panelis, instruksi penilaian, dan skala penilaian untuk tiap sampel. Skala penilaian terdiri dari 3 yaitu 1=tidak diterima, 2=cukup diterima, 3=sangat diterima. Rerata dari 75 panelis kemudian dihitung dan digunakan sebagai nilai respon penerimaan keseluruhan.

3.3.6. Analisis dan Optimasi Respon

Setelah didapatkan data respon untuk seluruh unit percobaan dilakukan proses analisis data untuk masing-masing respon menggunakan fitur *Analyze Responses Surface Regression* kemudian dioptimasi menggunakan *Response Optimizer* pada *Minitab 19.1* untuk mendapatkan model optimum yang disarankan.

3.3.7. Uji Verifikasi Optimasi Respon

Model optimum kemudian dilakukan uji respon aktivitas antioksidan IC_{50} (Akinmoladun *et al.*, 2007) dan penerimaan keseluruhan (Narayanan *et al.*, 2014) sebanyak tiga kali ulangan kemudian hasilnya diverifikasi menggunakan analisis *Paired T-Test* pada *Minitab 19.1* untuk melihat apakah terdapat perbedaan nyata antara prediksi program dengan hasil uji aktual di laboratorium. Hasil yang tidak berbeda nyata dapat dinyatakan bahwa hasil prediksi program telah sesuai dan solusi dapat diterima.

3.3.8. Karakterisasi Air Seduhan pada Kondisi Optimum

Air seduhan pada kondisi optimum kemudian dikarakterisasi senyawa bioaktifnya yang terdiri dari Uji Kadar Total Fenol (Modifikasi SNI 3836:2013), Uji Aktivitas Antioksidan IC_{50} (Akinmoladun *et al.*, 2007), Analisis Warna (Yuwono dan Susanto, 1998), dan Uji Organoleptik Metode *Just About Right* (Narayanan *et al.*, 2014). Pengujian kadar total fenol, aktivitas antioksidan IC_{50} , dan warna dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Uji organoleptik metode JAR dilakukan kepada panelis yang sama dengan panelis untuk analisis penerimaan keseluruhan serta dengan proses pengkondisian sampel dan uji yang sama dengan uji penerimaan keseluruhan. Perbedaannya terletak di skala penilaian yang digunakan di mana penilaian dilakukan terhadap masing-masing atribut aroma, warna, rasa pahit, dan rasa sepat, serta kesukaan keseluruhan. Skala yang digunakan untuk menguji ada 5 yaitu:



1 = sangat tidak beraroma/pahit/sepas/berwarna/diterima

2 = agak tidak beraroma/pahit/sepas/berwarna/diterima

3 = cukup beraroma/pahit/sepas/berwarna/diterima (*Just About Right*)

4 = agak beraroma/pahit/sepas/berwarna/diterima

5 = sangat beraroma/pahit/sepas/berwarna/diterima

Data hasil uji JAR kemudian dianalisis menggunakan *Penalty Analysis* pada program XLSTAT 2022.2.1.1312.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Teh Hijau Pucuk Merah Kering

Analisis teh kering dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif yang terdapat dalam teh hijau pucuk merah kering sebelum diseduh menggunakan metode *French Press*. Daun pucuk merah segar yang digunakan diambil dari lingkungan sekitar Waren Intel Ropang dan Jalan Bendungan Ombo, Kota Malang. Daun pucuk merah segar kemudian diolah menjadi teh pucuk merah kering di Jalan Simpang Semanggi Timur No. 23, Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, dan Laboratorium Pengolahan Pangan dan Biomassa. Teh hijau pucuk merah kering diseduh menggunakan metode *French Press* dan dianalisis kandungan senyawa bioaktifnya yang meliputi kadar total fenol dan aktivitas antioksidan IC_{50} . Data hasil analisis terdapat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Teh Hijau Pucuk Merah Kering

Parameter	Hasil Analisis	Literatur 1*	Literatur 2**	Teh Hijau**
Kadar Total Fenol (mg/g)	266,45 ± 25,42	330,32 ± 26,18	134,37	85,67
Aktivitas Antioksidan IC_{50} (ppm)	29,65 ± 5,05	8,26 ± 0,57	48,54	63,45

*Agustine (2020)

**Yuwono dan Faustina (2019)

Tabel 4.1 menunjukkan teh hijau pucuk merah kering mengandung kadar total fenol sebesar 266,45 ± 25,42 mg/g dan aktivitas antioksidan IC_{50} sebesar 29,65 ± 5,05 ppm. Terdapat perbedaan antara hasil analisis teh hijau pucuk merah kering yang dilaksanakan dengan hasil dari literatur. Diketahui bahwa proses pelayuan daun pucuk merah yang dilakukan oleh Yuwono dan Faustina (2019) berlangsung selama 12 jam sedangkan pada penelitian oleh Agustine (2020) dan penelitian saat ini dilakukan dengan pelayuan selama 8 jam. Proses pelayuan yang terlalu lama akan memberikan waktu untuk enzim polifenol oksidase bekerja mengoksidasi senyawa fenol menjadi senyawa-senyawa lain seperti theaflavin dan thearubigin yang membentuk warna, aroma, dan rasa pada teh (Rohdiana, 2015). Karena teroksidasi, jumlah senyawa fenol yang merupakan senyawa antioksidan pada teh akan semakin berkurang sehingga aktivitas antioksidan juga akan menurun yang ditandai dengan nilai IC_{50} yang semakin tinggi (Preedy, 2014). Selain itu, perbedaan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor lain seperti usia tanaman, iklim, temperatur, intensitas cahaya, varietas tanaman, ketinggian tanah, dan penanganan mekanis (Agustine, 2020).

Senyawa fenol merupakan senyawa antioksidan yang paling banyak berada dalam teh. Semakin tinggi kadar total fenol pada suatu bahan, semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya (Jakubczyk *et al.*, 2020). Aktivitas antioksidan IC₅₀ digolongkan menjadi beberapa kelompok yaitu sangat kuat (<50 ppm), kuat (50-100 ppm), sedang (100-150 ppm), lemah (150-200 ppm), dan sangat lemah (>200 ppm) (Bahriul *et al.*, 2014). Oleh karena itu teh hijau pucuk merah kering dapat dinyatakan memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat.

Dari **Tabel 4.1** dapat terlihat juga bahwa kadar fenol dan nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ teh hijau pucuk merah kering hasil analisis sekitar 2 kali lipat lebih rendah dari teh hijau komersial *Camellia sinensis*. Hal ini didukung oleh nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ teh pucuk merah kering dari literatur yang juga jauh lebih rendah dari teh hijau yaitu sekitar 8 kali lipat dan 1,3 kali lipat dari teh hijau. Nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ yang lebih rendah menandakan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi sehingga dapat dinyatakan bahwa teh hijau pucuk merah kering memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi daripada teh hijau komersial *Camellia sinensis*.

4.2. Data Hasil Uji Teh Hijau Pucuk Merah Metode French Press

Pada penelitian ini optimasi suhu dan waktu penyeduhan dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan *Central Composite Design* (CCD) pada *Minitab 19.1*. Faktor atau variabel bebas yang digunakan adalah suhu dan lama waktu penyeduhan metode *French Press*. Nilai batas bawah dan batas atas didapatkan dari referensi beberapa penelitian terdahulu terkait suhu dan waktu penyeduhan teh. Faktor suhu memiliki nilai batas bawah dan batas atas berturut-turut yaitu 75°C dan 95°C. Faktor waktu memiliki nilai batas bawah dan batas atas berturut-turut yaitu 3 menit dan 5 menit. Program *Minitab* menghasilkan 13 perlakuan percobaan. **Tabel 4.2** menampilkan data hasil penelitian yang dilakukan.

Tabel 4.2 Nilai Aktivitas Antioksidan IC₅₀ dan Penerimaan Keseluruhan pada Penyeduhan Teh Hijau Pucuk Merah Metode *French Press*

RunOrder	StdOrder	Faktor 1 Suhu (°C)	Faktor 2 Waktu (Menit)	Respon 1 Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ (ppm)	Respon 2 Penerimaan Keseluruhan
1	5	71	4,0	102,776	2,25
2	2	95	3,0	85,286	1,36
3	4	95	5,0	81,981	1,32
4	7	85	2,6	92,510	1,97



5	12	85	4,0	88,706	1,59
6	11	85	4,0	90,962	1,60
7	6	99	4,0	75,370	1,43
8	9	85	4,0	92,229	1,69
9	13	85	4,0	93,280	1,79
10	3	75	5,0	88,722	1,92
11	10	85	4,0	89,160	1,75
12	8	85	5,4	81,227	1,61
13	1	75	3,0	105,477	2,36

Aktivitas antioksidan suatu bahan menunjukkan kemampuan senyawa antioksidan menetralsasi dan menangkal radikal bebas (Preedy, 2014). Semakin tinggi aktivitas antioksidan pada bahan pangan semakin tinggi kemampuan senyawa antioksidan dalam bahan tersebut untuk menangkal radikal bebas dan semakin memiliki manfaat bagi kesehatan manusia. Salah satu metode pengujian aktivitas antioksidan bahan adalah uji aktivitas antioksidan IC₅₀. Prinsip uji IC₅₀ adalah senyawa antioksidan akan bereaksi dengan reagen 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) yang berwarna ungu menstabilkan radikal bebas dan mereduksi DPPH. DPPH tereduksi kemudian berikatan dengan atom hidrogen dari senyawa antioksidan membentuk DPPH-H yang lebih stabil. Senyawa DPPH-H ini tidak memiliki warna atau berwarna kekuningan sehingga semakin tinggi aktivitas antioksidan suatu senyawa akan menyebabkan semakin pudarnya warna ungu pada sampel. Sehingga semakin rendah nilai IC₅₀ dari hasil perhitungan absorbansi sampel pada persamaan regresi linear menunjukkan semakin tinggi aktivitas antioksidan yang ada pada sampel (Bahriul *et al.*, 2014).

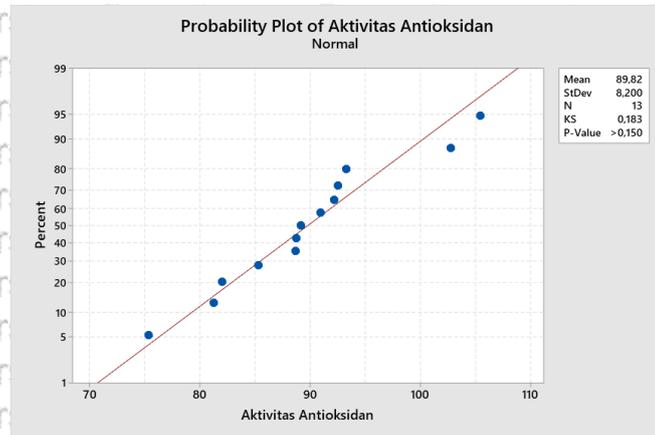
Pada **Tabel 4.2** dapat dilihat bahwa nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ berkisar antara 75,370 - 105,447 ppm. Target nilai yang diharapkan dari faktor aktivitas antioksidan IC₅₀ adalah nilai terendah atau minimum di mana sampel memiliki aktivitas antioksidan IC₅₀ yang sangat aktif. Pada hasil percobaan faktor aktivitas antioksidan IC₅₀ dengan nilai terendah adalah penyeduhan dengan suhu 99°C selama 4 menit yaitu sebesar 75,370 ppm.

Pada **Tabel 4.2** dapat dilihat bahwa berdasarkan hasil penelitian terhadap 13 perlakuan percobaan rerata nilai penerimaan keseluruhan berkisar antara 1,32 - 2,36. Pada proses skoring penerimaan keseluruhan oleh 75 panelis digunakan 3 skala uji yaitu 1-3 dengan keterangan 1=tidak diterima, 2=cukup diterima, dan 3=sangat diterima sehingga target nilai yang diharapkan dari faktor penerimaan keseluruhan adalah rerata yang tertinggi atau maksimum di mana sampel sangat disukai oleh panelis. Pada hasil percobaan faktor penerimaan keseluruhan dengan rerata nilai tertinggi adalah penyeduhan dengan suhu 75°C selama 3 menit yaitu sebesar 2,36.

4.3. Analisis Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

4.3.1. Evaluasi Model Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Data respon aktivitas antioksidan IC₅₀ diuji normalitasnya terlebih dahulu menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov pada Minitab 19.1. Gambar 4.1 menunjukkan distribusi data respon dalam bentuk kurva Normal Probability Plot.



Gambar 4.1 Normal Probability Plot Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa persebaran data tidak tepat pada garis normal namun masih disekitar garis normal. Hasil uji kenormalannya menunjukkan data respon aktivitas antioksidan IC₅₀ sudah terdistribusi secara normal karena *P-value* >0,150 atau >0,05. Berdasarkan Ghasemi dan Zahediasi (2012), *P-value* bernilai >0,05 menunjukkan bahwa data telah terdistribusi secara normal. Data yang terdistribusi secara normal atau merata berarti nilai aktual hasil analisis di laboratorium mendekati nilai yang diprediksi oleh program Minitab 19.1.

Evaluasi model dilakukan untuk memprediksi respon aktivitas antioksidan IC₅₀ berdasarkan faktor suhu dan waktu penyeduhan. Model dievaluasi berdasarkan nilai *R-squared* dan PRESS (*Prediction Residue Error Sum of Square*) pada Model Summary (Tabel 4.3) serta nilai *F-value* model, *P-value* model dan nilai *p-value Lack-of-Fit* model pada tabel ANOVA (*Analysis of Variance*) (Tabel 4.4).

Tabel 4.3 Model Summary Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Model	S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
Linear	3,24498	86,95%	84,34%	210,996	73,85%
Linear + Squares	3,38303	88,65%	82,98%	289,848	64,08%
Linear + Interactions	2,58359	92,55%	90,07%	148,273	81,62%
Full Quadratic	2,57280	94,26%	90,16%	244,764	69,66%

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat terlihat bahwa model *linear + interactions* memiliki nilai *R-squared* (92,55%) dan *Adjusted R-squared* (90,07%) kedua tertinggi dari model lainnya. Menurut Nurmiah *et al.* (2013), nilai *R-squared* menunjukkan kesesuaian hubungan antara seluruh faktor dengan respon dalam regresi linear sedangkan *Adjusted R-squared* menunjukkan pengaruh jumlah faktor terhadap nilai Y. Semakin mendekati 1 atau 100% nilai *R-squared* dan *Adjusted R-squared*, semakin sesuai model atau persamaan dengan data hasil percobaan (Nurmiah *et al.*, 2013). Kemudian model *linear + interactions* memiliki nilai PRESS (*Prediction Residue Error Sum of Squares*) (148,273) yang paling kecil diantara model lainnya. Menurut Xu (2017), nilai PRESS menunjukkan prediksi kesalahan jumlah kuadrat di mana semakin rendah nilai PRESS semakin rendah kesalahan prediksi yang dibuat oleh program. Oleh karena itu model *linear + interactions* dapat dianggap sebagai model yang sesuai untuk analisis respon aktivitas antioksidan IC₅₀.

Tabel 4.4 ANOVA (*Analysis of Variance*) Model Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Model	DF	Seq SS	Contribution	Adj MS	F-Value	P-Value	P-Lack of Fit
Linear	2	701,55	86,95%	350,776	33,31	0,000	0,103
Linear + Squares	4	715,291	88,65%	178,823	15,62	0,001	0,074
Linear + Interactions	3	746,78	92,55%	248,925	37,29	0,000	0,214
Full Quadratic	5	760,515	94,26%	152,103	22,98	0,000	0,180

Selain berdasarkan nilai *R-squared*, *Adjusted R-squared*, dan PRESS, kesesuaian model dapat dievaluasi berdasarkan parameter lainnya. Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat terlihat bahwa nilai model *linear + interactions* memiliki nilai *F-value* paling tinggi daripada model lainnya. Selain itu model *linear + interactions* memiliki nilai *P-value* model <0,05. Nilai *F-value* yang tinggi dan nilai *p-value* <0,05 berarti model tersebut paling berpengaruh secara signifikan atau nyata terhadap respon aktivitas antioksidan IC₅₀ (Ozgur, 2016). Model *linear + interactions* memiliki nilai *p-value lack-of-it* paling tinggi daripada model lainnya dengan nilai >0,05 yang berarti model memiliki ketidakcocokan yang tidak signifikan terhadap respon. Hal ini menjadi data pendukung bahwa model *linear + interactions* dapat dianggap sebagai model yang paling sesuai untuk analisis respon aktivitas antioksidan IC₅₀.

4.3.2. Analisis Ragam (ANOVA) Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Berdasarkan evaluasi, model yang digunakan untuk analisis respon aktivitas antioksidan IC₅₀ adalah *linear + interactions*. Analisis ragam (*Analysis of Variance*) respon aktivitas antioksidan IC₅₀ dengan model ini dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Analisis Ragam (ANOVA) Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	746,780	92,55%	746,780	248,925	37,29	0,000
Linear	2	701,550	86,95%	701,550	350,776	52,55	0,000
suhu	1	539,400	66,85%	539,400	539,400	80,81	0,000
waktu	1	162,150	20,10%	162,150	162,151	24,29	0,001
2-Way							
Interaction	1	45,220	5,61%	45,220	45,224	6,78	0,029
suhu*waktu	1	45,220	5,61%	45,220	45,224	6,78	0,029
Error	9	60,070	7,45%	60,070	6,675		
Lack-of-Fit	5	44,800	5,55%	44,800	8,961	2,35	0,214
Pure Error	4	15,270	1,89%	15,270	3,818		
Total	12	806,850	100,00%				

Berdasarkan **Tabel 4.5** dapat terlihat bahwa faktor suhu (*p-value* 0,000) dan waktu (*p-value* 0,001) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon aktivitas antioksidan IC₅₀ karena memiliki nilai *P-value* <0,05. Interaksi antara faktor suhu dan waktu (*p-value* 0,029) juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon aktivitas antioksidan IC₅₀ karena memiliki nilai *P-value* <0,05. Dari program *Minitab 19.1* diperoleh persamaan regresi yaitu:

$$Y = 291,9 - 2,1661X_1 - 33,1X_2 + 0,336 X_1X_2$$

Keterangan:

Y = Nilai Aktivitas Antioksidan IC₅₀

X₁ = Suhu (°C)

X₂ = Waktu (menit)

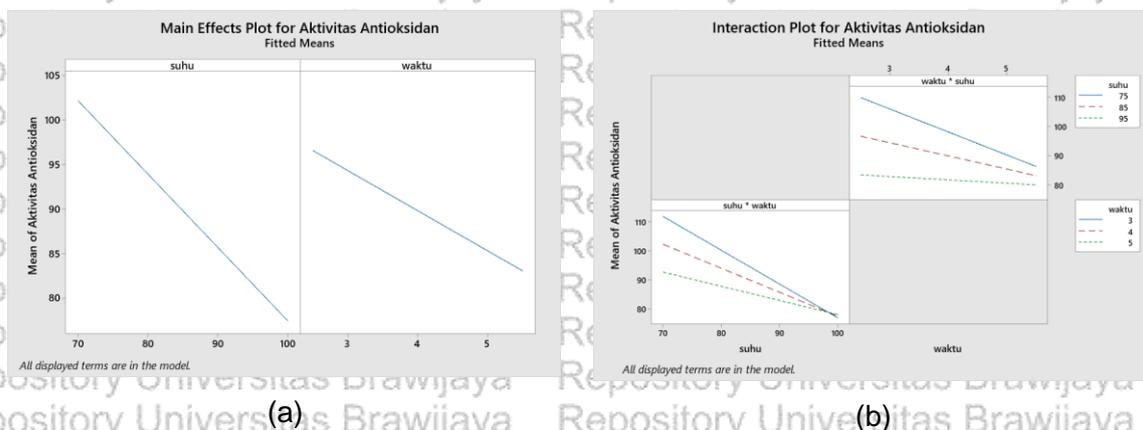
Berdasarkan persamaan regresi di atas, koefisien faktor suhu dan waktu bernilai negatif yang berarti kenaikan faktor suhu dan waktu penyeduhan menurunkan rerata nilai aktivitas antioksidan IC₅₀. Sedangkan koefisien interaksi bernilai positif antara faktor suhu dan waktu berarti terdapat interaksi berbeda nyata diantara kedua faktor dan hubungan keduanya berbanding lurus dengan respon di mana kenaikan interaksi faktor suhu dan waktu menaikkan rerata nilai respon aktivitas antioksidan IC₅₀. Koefisien X bernilai positif berarti pengaruh faktor berbanding lurus dengan respon sedangkan koefisien X bernilai negatif berarti pengaruh faktor berbanding terbalik dengan respon (Minitab, 2022a). Berarti

semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan teh hijau pucuk merah metode *French Press* menyebabkan semakin rendah nilai respon aktivitas antioksidan IC₅₀ yang dihasilkan. Namun, semakin tinggi interaksi suhu dan waktu penyeduhan teh hijau pucuk merah metode *French Press* menyebabkan semakin tingginya nilai respon aktivitas antioksidan IC₅₀ yang dihasilkan. Nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ yang semakin rendah menandakan semakin kuat aktivitas antioksidan pada ekstrak sedangkan semakin tinggi nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ menandakan semakin lemah aktivitas antioksidan pada ekstrak (Bahriul *et al.*, 2014).

Hubungan berbanding lurus antara interaksi faktor suhu dan waktu dengan nilai respon aktivitas antioksidan IC₅₀ dapat disebabkan oleh suhu dan waktu penyeduhan yang melampaui titik optimum ekstraksi sehingga menyebabkan kerusakan struktur atau hilangnya beberapa senyawa karena proses oksidasi (Sekarsari *et al.*, 2019). Salah satu komponen fenolik yaitu flavonoid hanya tahan pada pemanasan hingga suhu 50°C sehingga jika dipanaskan lebih dari suhu tersebut akan terjadi perubahan struktur senyawa yang menghasilkan ekstrak yang rendah. Selain itu, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan juga dapat menyebabkan proses ekstraksi mengalami kejenuhan atau mencapai titik jenuh. Titik jenuh atau kejenuhan terjadi saat tercapainya kesetimbangan jumlah senyawa pada pelarut dan bahan sehingga senyawa tidak dapat terlarut lagi (Sekarsari *et al.*, 2019).

4.3.3. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan Metode *French Press* Terhadap Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Grafik hubungan serta interaksi suhu dan waktu penyeduhan terhadap respon aktivitas antioksidan IC₅₀ dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan (a) dan Interaksi (b) Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Respon Aktivitas Antioksidan IC₅₀ Teh Hijau Pucuk Merah



Pada **Gambar 4.2 (a)** grafik faktor suhu menunjukkan hubungan berbanding terbalik yaitu semakin tinggi suhu penyeduhan semakin rendah nilai aktivitas antioksidan IC₅₀. Pada grafik faktor waktu juga menunjukkan hubungan berbanding terbalik yaitu semakin lama waktu penyeduhan semakin rendah nilai respon aktivitas antioksidan IC₅₀. Kenaikan suhu menurunkan nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ lebih tajam daripada kenaikan lama waktu menunjukkan bahwa pengaruh faktor suhu terhadap respon lebih signifikan daripada pengaruh waktu terhadap respon. Hal ini dapat dibuktikan juga dari nilai *p value* faktor suhu terhadap respon yang lebih rendah (0,000) daripada nilai faktor waktu terhadap respon (0,001).

Gambar 4.2 (b) menunjukkan grafik hubungan interaksi antara faktor suhu dan waktu penyeduhan dengan respon aktivitas antioksidan IC₅₀. Garis *parallel* atau sejajar pada grafik menunjukkan tidak adanya interaksi antara kedua faktor. Semakin tidak sejajar garisnya, semakin besar kekuatan interaksinya (Minitab, 2022b). Berdasarkan **Gambar 4.2 (b)** dapat terlihat bahwa hubungan antara faktor suhu dan nilai aktivitas antioksidan yang bergantung pada faktor waktu waktu lebih kuat interaksinya daripada hubungan antara faktor waktu dan nilai aktivitas antioksidan yang bergantung pada faktor suhu. Hal ini terlihat dari grafik suhu*waktu yang memiliki garis yang lebih tidak sejajar daripada garis pada grafik waktu*suhu. Interaksi antara faktor suhu dan waktu berpengaruh signifikan terhadap respon nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ yang ditandai oleh nilai *p-value* interaksi sebesar 0,029 yaitu <0,005. Sehingga dapat dinyatakan bahwa penurunan nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ dipengaruhi secara signifikan oleh faktor suhu, faktor waktu, dan interaksi antara faktor suhu dan waktu.

Suhu dan waktu memengaruhi proses penyeduhan atau ekstraksi dan terdapat titik optimum suhu dan waktu penyeduhan di mana pada titik tersebut senyawa-senyawa pada bahan tidak dapat terekstrak lagi karena sudah mencapai keseimbangan antara jumlah ekstrak pada bahan dan pada pelarut (*equilibrium*), terdapat kerusakan struktur senyawa, atau hilangnya senyawa-senyawa karena terjadi proses oksidasi (Sekarsari *et al.*, 2019). Pada grafik suhu*waktu terlihat bahwa garis biru yang mewakili waktu 3 menit menurunkan nilai aktivitas antioksidan paling tajam seiring dengan kenaikan suhu daripada waktu 4 dan 5 menit. Penggunaan suhu yang rendah (75°C) dan waktu yang singkat (3 menit) menyebabkan kurang maksimalnya senyawa fenol dalam bahan untuk terekstrak sehingga menghasilkan nilai aktivitas antioksidan yang tinggi, menandakan aktivitas antioksidan yang rendah. Namun, seiring bertambahnya suhu dinding sel dan membran plasma teh pucuk merah kering akan lebih mudah mengalami kerusakan yang memudahkan air masuk ke dalam dinding sel dan vakuola untuk melarutkan senyawa fenolik dalam air seduhan (Dhurhania dan Novianto, 2018). Sehingga kadar senyawa fenol akan semakin tinggi dan aktivitas antioksidan akan semakin tinggi yang ditandai oleh penurunan nilai aktivitas

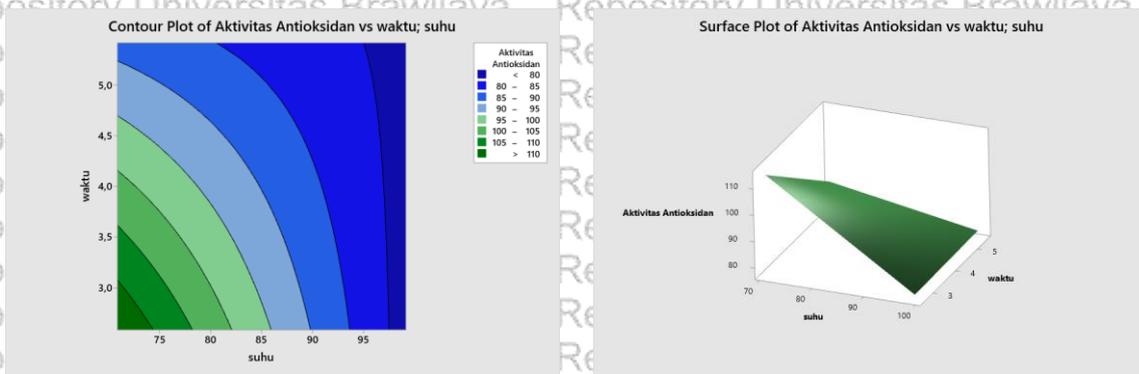


antioksidan IC_{50} . Sedangkan penggunaan waktu yang lebih lama (4 dan 5 menit) memberikan waktu lebih banyak untuk proses ekstraksi sehingga kandungan senyawa fenol dan aktivitas antioksidan pada air seduhan sudah lebih tinggi walaupun menggunakan suhu yang rendah ($75^{\circ}C$). Sehingga kenaikan suhu tidak memberikan penurunan tajam pada nilai aktivitas antioksidan IC_{50} karena sudah mendekati titik *equilibrium* atau optimum ekstraksi.

Kemudian pada grafik waktu*suhu terlihat bahwa garis biru yang mewakili suhu $75^{\circ}C$ menurunkan nilai aktivitas antioksidan paling tajam seiring dengan semakin lamanya waktu penyeduhan daripada suhu $85^{\circ}C$ dan $95^{\circ}C$. Hal ini disebabkan oleh penggunaan suhu yang lebih tinggi ($85^{\circ}C$ dan $95^{\circ}C$) merusak dinding sel lebih mudah sehingga senyawa fenol lebih mudah terekstrak dan kadar senyawa fenol serta aktivitas antioksidan pada air seduhan sudah lebih tinggi dari awal walaupun waktu penyeduhan lebih singkat. Sehingga semakin lama waktu penyeduhan tidak memberikan penurunan tajam pada nilai aktivitas antioksidan IC_{50} karena sudah mendekati titik *equilibrium* atau optimum ekstraksi.

Berdasarkan Sekarsari *et al.*, (2019) semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi akan mempermudah pelarut untuk menarik zat-zat kimia yang terdapat pada bahan sehingga menyebabkan kenaikan konsentrasi kadar ekstrak pada bahan. Daun pucuk merah mengandung senyawa fenol (Anggraini, 2017a). Suhu yang semakin tinggi dan waktu yang semakin lama menyebabkan kelarutan senyawa fenol dalam pelarut atau air menjadi semakin tinggi. Selain itu, suhu tinggi mampu melepaskan senyawa fenol sel dinding atau senyawa fenolik yang terikat akibat rusaknya unsur-unsur sel sehingga semakin banyak senyawa fenol yang terekstrak atau terlarut dalam pelarut (Soehendro *et al.*, 2015).

Senyawa fenol merupakan senyawa antioksidan alami pada tumbuhan dan banyak terdapat dalam teh hijau (Jakubczyk *et al.*, 2020). Hubungan antara nilai kadar total fenol dan nilai persen inhibisi atau aktivitas antioksidan IC_{50} adalah linier dengan persamaan regresi dan nilai besar hubungan berbeda nyata ($p < 0,05$) (Setyati *et al.*, 2020) sehingga kenaikan nilai kadar total fenol berbanding lurus dengan kenaikan nilai persen inhibisi atau aktivitas antioksidan (IC_{50}). Semakin banyak senyawa fenol yang terlarut, semakin tinggi kadar total fenol pada air seduhan sehingga semakin tinggi pula aktivitas antioksidan IC_{50} dalam air seduhan teh hijau pucuk merah. Semakin tinggi aktivitas antioksidan pada suatu bahan ditandai dengan semakin rendahnya nilai aktivitas antioksidan IC_{50} (Bahriul *et al.*, 2014).



(a)

(b)

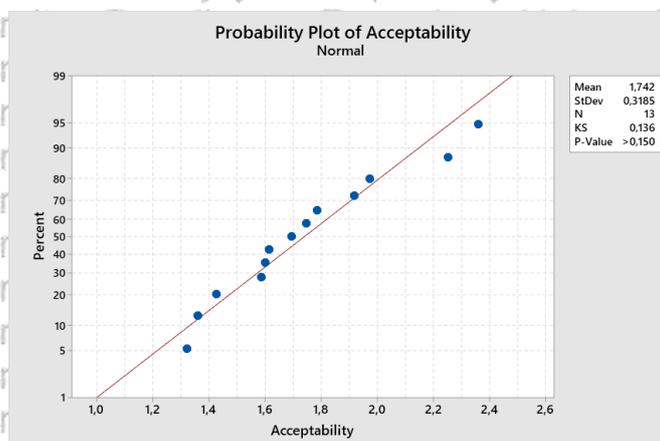
Gambar 4.3 Plot Kontur (a) dan Plot Permukaan (b) Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan IC_{50} Teh Hijau Pucuk Merah.

Berdasarkan plot kontur hubungan antara suhu dan waktu penyeduhan dengan respon aktivitas antioksidan IC_{50} pada **Gambar 4.3 (a)**, kurva membentuk lengkungan ke atas menunjukkan adanya hubungan negatif antara faktor suhu dan waktu terhadap respon aktivitas antioksidan IC_{50} . Hal tersebut berarti semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan dapat menurunkan nilai respon aktivitas antioksidan IC_{50} . Plot kontur yang sangat melengkung menunjukkan interaksi antara faktor suhu dan waktu memiliki pengaruh signifikan terhadap respon. Berdasarkan plot permukaan pada **Gambar 4.3 (b)** tidak terlihat adanya lengkungan karena model tidak memiliki suku kuadrat yang signifikan secara statistik.

4.4. Analisis Respon Penerimaan Keseluruhan

4.4.1. Evaluasi Model Respon Penerimaan Keseluruhan

Data diuji normalitasnya terlebih dahulu menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* pada *Minitab 19.1*. **Gambar 4.4** menunjukkan distribusi data respon penerimaan keseluruhan dalam bentuk kurva *Normal Probability Plot*.



Gambar 4.4 Normal Probability Plot Respon Penerimaan Keseluruhan

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa persebaran data tidak tepat pada garis normal namun masih disepanjang garis normal. Hasil uji kenormalannya menunjukkan data respon p sudah terdistribusi secara normal karena P -value $>0,150$ atau $>0,05$. Berdasarkan Ghasemi dan Zahediasi, (2012) P -value bernilai $>0,05$ menunjukkan bahwa data telah terdistribusi secara normal. Data yang terdistribusi secara normal atau merata berarti nilai aktual hasil analisis di laboratorium mendekati nilai yang diprediksi oleh program *Minitab* 19.1.

Evaluasi model dilakukan untuk memprediksi respon penerimaan keseluruhan berdasarkan faktor suhu dan waktu penyeduhan. Evaluasi model dilakukan dengan membandingkan beberapa alternatif model hingga mendapatkan model yang sesuai. Model dievaluasi berdasarkan nilai R -squared dan PRESS (*Prediction Residue Error Sum of Square*) pada *Model Summary* (**Tabel 4.6**) serta nilai F -value model, P -value model dan nilai p -value *Lack-of-Fit* model pada tabel ANOVA (*Analysis of Variance*) (**Tabel 4.7**).

Tabel 4.6 Model Summary Respon Penerimaan Keseluruhan

Model	S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
Linear	0,116827	88,79%	86,54%	0,251235	79,36%
Linear + Squares	0,115189	91,28%	86,92%	0,320551	73,67%
Linear + Interactions	0,103541	92,07%	89,43%	0,202372	83,37%
Full Quadratic	0,0972098	94,57%	90,168%	0,297961	75,52%

Berdasarkan **Tabel 4.6** dapat terlihat bahwa model *linear + interactions* memiliki nilai R -squared (92,07%) dan *Adjusted R-squared* (89,43%) kedua tertinggi dari model lainnya. Kemudian model *linear + interactions* memiliki nilai PRESS (*Prediction Residue Error Sum of Squares*) (0,202372) yang paling kecil diantara model lainnya. Oleh karena itu model *linear + interactions* dapat dianggap sebagai model yang sesuai untuk analisis respon penerimaan keseluruhan.

Tabel 4.7 ANOVA (*Analysis of Variance*) Model Respon Penerimaan Keseluruhan

Model	DF	Seq SS	Contribution	Adj MS	F-Value	P-Value	P-Value Lack of Fit
Linear	2	1,08077	88,79%	0,54039	39,59	0,000	0,225
Linear + Squares	4	1,11111	91,28%	0,27777	20,94	0,000	0,207

Linear + Interactions	3	1,12077	92,07%	0,37359	34,85	0,000	0,317
Full Quadratic	5	1,15111	94,57%	0,23022	24,36	0,000	0,342

Selain berdasarkan nilai *R-squared*, *Adjusted R-squared*, dan *PRESS*, kesesuaian model dapat dievaluasi berdasarkan parameter lainnya. Berdasarkan **Tabel 4.7** dapat terlihat bahwa nilai model *linear + interactions* memiliki nilai *F-value* kedua tertinggi daripada model lainnya. Selain itu model *linear + interactions* memiliki nilai *P-value* model <0,05. Model *linear + interactions* memiliki nilai *p-value lack-of-fit* kedua tertinggi daripada model lainnya dengan nilai 0,317 yang berarti model memiliki ketidakcocokan yang tidak signifikan terhadap respon. Menurut Gaspersz (1995) model dengan *p-value lack-of-fit* >0,05 berarti model memiliki ketidakcocokan yang tidak signifikan sehingga model dianggap tepat untuk menjelaskan suatu permasalahan dari suatu analisis yang dikaji. Hal ini menjadi data pendukung bahwa model *linear + interactions* dapat dianggap sebagai model yang paling sesuai untuk analisis respon penerimaan keseluruhan

4.4.2. Analisis Ragam (ANOVA) Respon Penerimaan Keseluruhan

Berdasarkan evaluasi, model yang digunakan untuk analisis respon penerimaan keseluruhan adalah *linear + interactions*. Analisis ragam (*Analysis of Variance*) respon penerimaan keseluruhan dengan model ini dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Analisis Ragam (ANOVA) Respon Penerimaan Keseluruhan

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	1,12077	92,07%	1,12077	0,374	34,85	0,000
Linear	2	1,08077	88,79%	1,08077	0,54	50,41	0,000
suhu	1	0,95848	78,74%	0,95848	0,958	89,4	0,000
waktu	1	0,12229	10,05%	0,12229	0,122	11,41	0,008
2-Way Interaction	1	0,04	3,29%	0,04	0,04	3,73	0,085
suhu*waktu	1	0,04	3,29%	0,04	0,04	3,73	0,085
Error	9	0,09649	7,93%	0,09649	0,011		
Lack-of-Fit	5	0,06541	5,37%	0,06541	0,013	1,68	0,317
Pure Error	4	0,03108	2,55%	0,03108	0,008		
Total	12	1,21726	100,00%				

Berdasarkan **Tabel 4.8** dapat terlihat bahwa faktor suhu (p-value 0,000) dan waktu (p-value 0,008) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon penerimaan keseluruhan karena memiliki nilai *P-value* <0,05. Sedangkan interaksi antara faktor suhu dan waktu (p-value 0,085) tidak berpengaruh signifikan terhadap respon penerimaan

keseluruhan karna nilai p-value >0,05. Dari program *Minitab 19.1* diperoleh persamaan regresi yaitu:

$$Y = 8,58 - 0,07461X_1 - 0,9746X_2 + 0,01000X_1X_2$$

Keterangan:

Y = Nilai Penerimaan Keseluruhan

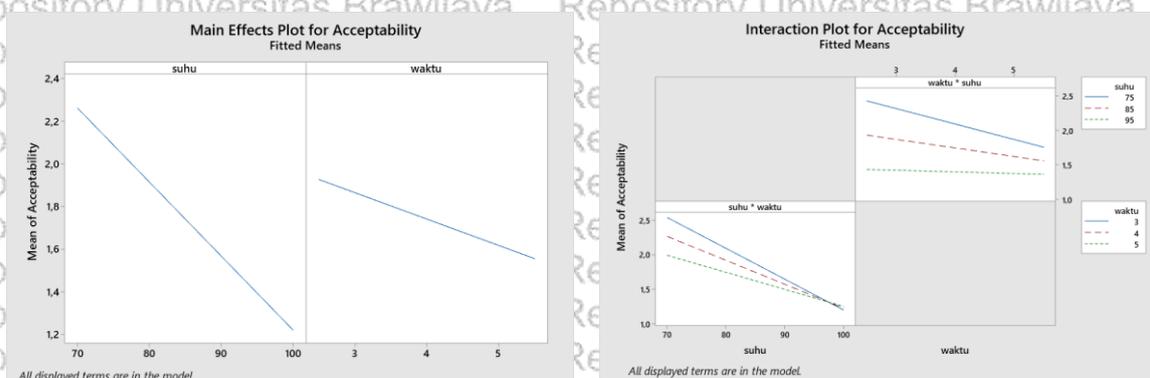
X₁ = Suhu (°C)

X₂ = Waktu (menit)

Berdasarkan persamaan regresi di atas, koefisien faktor suhu dan waktu bernilai negatif yang berarti kenaikan faktor suhu dan waktu penyeduhan menurunkan rerata nilai penerimaan keseluruhan. Berarti semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan teh hijau pucuk merah metode *French Press* menyebabkan semakin rendah nilai penerimaan keseluruhan yang dihasilkan. Sedangkan koefisien interaksi faktor suhu dan waktu bernilai positif yang berarti semakin tinggi interaksi faktor suhu dan waktu menyebabkan semakin tingginya rerata nilai penerimaan keseluruhan. Hal ini dapat disebabkan oleh suhu dan waktu penyeduhan yang melampaui titik optimum ekstraksi sehingga menyebabkan kerusakan struktur atau hilangnya beberapa senyawa karena proses oksidasi atau tercapainya titik jenuh ekstraksi sehingga semakin tinggi interaksi faktor menyebabkan menurunnya konsentrasi atau kadar ekstrak yang terlarut (Sekarsari *et al.*, 2019). Menurunnya konsentrasi ekstrak atau senyawa terlarut dapat menyebabkan intensitas atribut sensoris air seduhan menjadi menurun. Penurunan atau perubahan intensitas atribut sensoris ini dapat menjadi faktor kenaikan atau perubahan penilaian panelis terhadap penerimaan keseluruhan teh hijau pucuk merah.

4.4.3. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan Metode *French Press* Terhadap Respon Penerimaan Keseluruhan

Grafik hubungan serta interaksi suhu dan waktu penyeduhan terhadap respon penerimaan keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



(a)

(b)

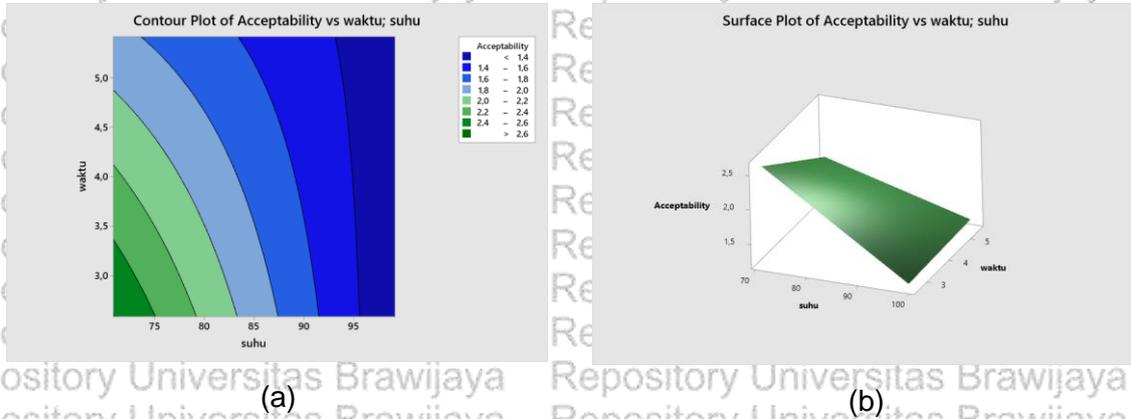
Gambar 4.5 Grafik Hubungan (a) dan Interaksi (b) Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Respon Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah

Pada **Gambar 4.5 (a)** grafik faktor suhu menunjukkan hubungan berbanding terbalik yaitu semakin tinggi suhu penyeduhan semakin rendah nilai respon penerimaan keseluruhan. Pada grafik faktor waktu juga menunjukkan hubungan berbanding terbalik yaitu semakin lama waktu penyeduhan semakin rendah nilai respon penerimaan keseluruhan. Pada **Gambar 4.5 (b)** menunjukkan adanya interaksi antara faktor suhu dan waktu penyeduhan yang berpengaruh terhadap respon penerimaan keseluruhan karena terdapatnya garis tidak sejajar pada grafik. Kemudian dapat terlihat bahwa hubungan antara faktor suhu dan nilai penerimaan keseluruhan yang bergantung pada faktor waktu waktu lebih kuat interaksinya daripada hubungan antara faktor waktu dan nilai penerimaan keseluruhan yang bergantung pada faktor suhu. Hal ini terlihat dari grafik suhu*waktu yang memiliki garis yang lebih tidak sejajar daripada garis pada grafik waktu*suhu. Namun, interaksi antara faktor suhu dan waktu tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon penerimaan keseluruhan. Sehingga dapat dinyatakan bahwa penurunan nilai penerimaan keseluruhan dipengaruhi secara signifikan oleh faktor utama suhu dan waktu.

Teh hijau pucuk merah mengandung senyawa fenolik salah satunya adalah senyawa tanin (Anggraini, 2017a). Senyawa fenolik dapat memberikan warna cokelat kemerahan jika terlarut dalam pelarut polar dengan suhu tinggi (Lorenzo dan Munekata, 2016). Sedangkan senyawa tanin memberikan warna cokelat kekuningan serta rasa pahit dan sepet pada air seduhan (Malangngi *et al.*, 2012). Suhu yang semakin tinggi dan waktu yang semakin lama menyebabkan kelarutan senyawa fenol termasuk senyawa tanin dalam pelarut atau air menjadi semakin tinggi (Soehendro *et al.*, 2015). Semakin banyak senyawa tanin yang terlarut menyebabkan meningkatnya intensitas warna, rasa pahit, dan sepet pada air seduhan teh hijau pucuk merah. Selain itu, teh hijau pucuk merah juga mengandung minyak atsiri yang memberikan aroma yang sangat khas (Memon *et al.*, 2014). Faktor warna, rasa pahit, sepet, dan aroma yang khas ini dapat menjadi faktor yang memengaruhi penilaian panelis terhadap seduhan teh hijau pucuk merah.

Interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap respon penerimaan keseluruhan dapat disebabkan oleh perbedaan kepekaan panelis. Berdasarkan Setyaningsih *et al.* (2014), faktor-faktor yang memengaruhi kepekaan panelis adalah jenis kelamin, usia, kondisi fisiologis, faktor genetik, dan kondisi psikologis. Karena perbedaan kepekaan panelis terhadap sampel, intensitas atribut sensoris yang berubah akibat adanya interaksi antara kedua faktor diinterpretasikan secara berbeda oleh setiap panelis. Penelitian ini menggunakan panelis tidak terlatih dengan tingkat kepekaan yang

tidak terukur atau bervariasi sehingga terdapat kemungkinan bahwa sebagian besar panelis memiliki kepekaan rendah sehingga perbedaan intensitas atribut sensoris akibat interaksi kedua faktor tidak terdeteksi dengan baik oleh panelis (Setyaningsih *et al.*, 2014).



Gambar 4.6 Plot Kontur (a) dan Plot Permukaan (b) Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Terhadap Penerimaan Keseluruhan Teh Hijau Pucuk Merah

Berdasarkan plot kontur hubungan antara suhu dan waktu penyeduhan dengan respon penerimaan keseluruhan pada **Gambar 4.6 (a)**, kurva membentuk lengkungan ke atas menunjukkan adanya hubungan negatif antara faktor suhu dan waktu terhadap respon penerimaan keseluruhan. Hal tersebut berarti semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan dapat menurunkan nilai respon penerimaan keseluruhan. Terdapatnya lengkungan plot kontur menunjukkan terdapatnya interaksi antara faktor suhu dan waktu namun bentuknya yang tidak terlalu melengkung menunjukkan bahwa interaksi antara faktor tidak pengaruh signifikan terhadap respon. Berdasarkan plot permukaan pada **Gambar 4.6 (b)** tidak terlihat adanya lengkungan karena model tidak memiliki suku kuadrat yang signifikan secara statistik.

4.5. Penentuan Kombinasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Optimum Teh Hijau Pucuk Merah Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan

Penentuan titik optimum dilakukan menggunakan fitur *Response Optimizer* pada *Minitab 19.1*. Parameter optimasi dan rentang variabel dapat dilihat pada **Tabel 4.9** dan **Tabel 4.10**.

Tabel 4.9 Parameter Optimasi

Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ (ppm)	Minimum		75,370	105,477	1	1



Penerimaan Keseluruhan	Maximum	1,32	2,36	1	1
------------------------	---------	------	------	---	---

Tabel 4.9 menunjukkan parameter respon yang digunakan dalam penentuan titik optimum suhu dan waktu penyeduhan adalah aktivitas antioksidan IC_{50} dan penerimaan keseluruhan. Pada respon aktivitas antioksidan IC_{50} sasaran yang diinginkan adalah nilai yang terendah sehingga dipilih sasaran (*goal*) minimum. Semakin rendah nilai IC_{50} menunjukkan semakin tingginya aktivitas antioksidan pada sampel (Bahriul *et al.*, 2014). Program menargetkan hasil optimasi respon penerimaan keseluruhan pada nilai 75,370 ppm karena nilai tersebut merupakan nilai terendah dari seluruh data aktivitas antioksidan IC_{50} . Pada respon penerimaan keseluruhan sasaran yang diinginkan adalah nilai yang tinggi sehingga dipilih sasaran (*goal*) maksimum. Program menargetkan hasil optimasi respon penerimaan keseluruhan pada nilai 2,36 karena nilai tersebut merupakan nilai tertinggi dari seluruh data penerimaan keseluruhan.

Tabel 4.10 Rentang Variabel

Variabel	Batas Bawah	Batas Atas
Suhu ($^{\circ}C$)	75	95
Waktu (menit)	3	5

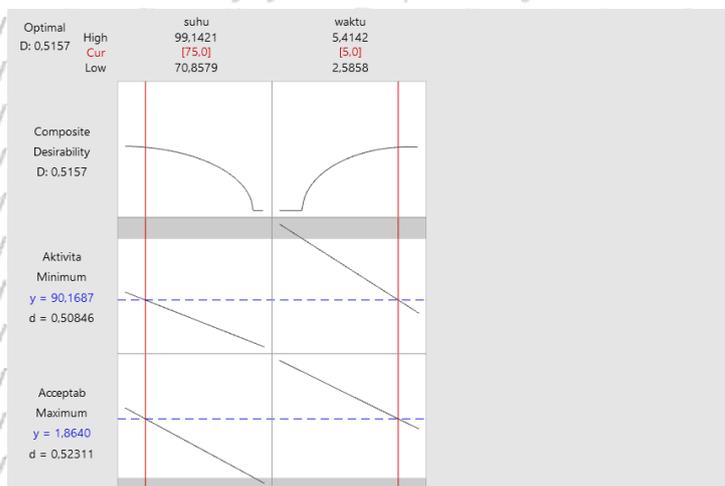
Tabel 4.10 menunjukkan rentang variabel yang digunakan dalam proses optimasi di mana variabel suhu memiliki rentang 75 – 95 $^{\circ}C$ dan variabel waktu memiliki rentang 3 – 5 menit. *Weight* (bobot) bernilai 1 menunjukkan penempatan bobot yang sama atau netral pada batas bawah, batas atas, dan target. *Importance* (kepentingan) bernilai 1 menunjukkan bahwa semua respon yang digunakan sebagai parameter sama pentingnya dalam proses optimasi. Solusi optimasi dan plot optimisasi dapat dilihat pada **Tabel 4.11** dan **Gambar 4.11**.

Tabel 4.11 Solusi (*Solution*)

Solution	Suhu ($^{\circ}C$)	Waktu (menit)	Aktivitas Antioksidan IC_{50} Fit	Penerimaan Keseluruhan Fit	Composite Desirability
1	75	5	90,1687	1,86403	0,515734

Berdasarkan **Tabel 4.11** program *Minitab* 19.1 memberikan 1 (satu) solusi optimasi yaitu suhu penyeduhan 75 $^{\circ}C$ dan waktu penyeduhan 5 menit. Perkiraan hasil respon dari

solusi yang diberikan program adalah 90,1687 ppm untuk aktivitas antioksidan IC₅₀ dan 1,86403 untuk penerimaan keseluruhan dengan *composite desirability* (D) atau keinginan gabungan sebesar 0,515734. Nilai *composite desirability* mendekati 1 menunjukkan bahwa pengaturan atau solusi mencapai hasil yang diinginkan untuk semua respon (Nurmiah *et al.*, 2013).



Gambar 4.7 Plot Optimisasi (*Optimization Plot*)

Gambar 4.7 menunjukkan solusi optimasi dalam bentuk grafik. Garis vertikal berwarna merah menunjukkan solusi optimasi suhu dan waktu penyeduhan. Garis horizontal berwarna biru (y) menunjukkan hasil prediksi respon dari solusi optimasi. Pada grafik dapat terlihat nilai *individual desirability* (d) dari masing-masing respon. Nilai *individual desirability* mengevaluasi bagaimana pengaturan program mengoptimalkan respon tunggal (Nurmiah *et al.*, 2013). Respon penerimaan keseluruhan memiliki nilai *individual desirability* sebesar 0,52311 sedangkan respon aktivitas antioksidan IC₅₀ memiliki nilai *individual desirability* 0,50846. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan program lebih efektif untuk memaksimalkan nilai respon penerimaan keseluruhan daripada meminimalkan nilai respon aktivitas antioksidan IC₅₀ karena nilai d respon penerimaan keseluruhan lebih tinggi daripada nilai d respon aktivitas antioksidan IC₅₀.

Tabel 4.12 Beberapa Prediksi Respon (*Multiple Response Prediction*)

Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	90,17	1,96	(85,73; 94,61)	(82,83; 97,51)
Penerimaan Keseluruhan	1,8640	0,0786	(1,6861; 2,0419)	(1,5699; 2,1582)



Tabel 4.12 menunjukkan *fit* atau prediksi hasil respon, *SE fit* (*standard error of the fit*) atau kesalahan standar prediksi hasil respon, 95% *CI* (*confidence interval*) atau rentang kepercayaan pada taraf kepercayaan 95%, dan 95% *PI* (*prediction interval*) atau rentang prediksi pada taraf kepercayaan 95%. *Fit* menunjukkan hasil respon dari solusi optimasi yang dibuat program. *SE Fit* menunjukkan variasi rata-rara respon untuk pengaturan variable tertentu di mana semakin kecil nilainya berarti semakin dapat diyakini bahwa pengaturan variabel tersebut akan menghasilkan hasil yang mendekati hasil prediksi atau *fit* (Minitab, 2022c). *SE fit* untuk respon penerimaan keseluruhan adalah 0,0786 dan untuk aktivitas antioksidan IC_{50} adalah 1,96. *Prediction interval* memberikan rentang yang mungkin berisi respon tunggal di masa mendatang untuk kombinasi pengaturan variabel yang dipilih di mana dengan 95% *PI* kita dapat 95% yakin bahwa satu respon akan terkandung dalam rentang yang diberikan (Minitab, 2022c).

4.6. Verifikasi Kombinasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Optimum Teh Hijau Pucuk Merah Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Penerimaan Keseluruhan

Verifikasi dilakukan untuk membuktikan bahwa solusi optimum yang diberikan oleh program *Minitab 19.1* dapat menghasilkan respon yang sesuai dengan prediksi. Tahap verifikasi dilakukan dengan membandingkan nilai prediksi respon yang dihasilkan program dengan nilai aktual atau nilai respon percobaan. Solusi optimum oleh program dianggap tepat jika nilai prediksi respon dan nilai respon percobaan kondisi optimum tidak berbeda nyata (Nurmiah *et al.*, 2013). Jika menggunakan taraf kepercayaan 95%, maka hasil dinyatakan tidak berbeda nyata jika nilai *P-Value* > 0,05. Setelah diperoleh nilai prediksi respon pada solusi optimum yang disarankan program, dilakukan percobaan sebanyak 3 kali ulangan pada solusi optimum tersebut. Hasil verifikasi memberikan rerata nilai penerimaan keseluruhan sebesar $1,9378 \pm 0,0657$ dan rerata aktivitas antioksidan IC_{50} sebesar $85,026 \pm 4,173$ ppm. Kemudian nilai masing-masing respon tersebut dilakukan uji *T* (*Paired T-test*) menggunakan *Minitab 19.1* dengan taraf kepercayaan 95%. **Tabel 4.13** menunjukkan hasil verifikasi solusi optimum.

Tabel 4.13 Hasil Verifikasi Respon Penerimaan Keseluruhan dan Aktivitas Antioksidan IC_{50}

	Variabel Bebas		Respon	
	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Aktivitas Antioksidan IC_{50}	Penerimaan Keseluruhan
Prediksi*	75	5	$90,17 \pm 0,00$	$1,8640 \pm 0,0000$
Verifikasi**	75	5	$85,03 \pm 4,17$	$1,9378 \pm 0,0658$
<i>P-Value</i> (Hasil Uji <i>T</i>)			0,166 (TS)	0,192 (TS)



Keterangan: *Hasil Prediksi *Minitab 19.1*

*Hasil Verifikasi Penelitian Aktual

TS: Tidak Signifikan atau Tidak Berbeda Nyata

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa nilai *P-Value* respon aktivitas antioksidan IC_{50} dan penerimaan keseluruhan berturut-turut adalah 0,166 dan 0,192 dimana masing-masing nilai tersebut lebih dari 0,05 ($>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa nilai prediksi respon tidak berbeda nyata dengan nilai aktual hasil verifikasi sehingga dapat dinyatakan bahwa model yang disarankan program *Minitab 19.1* telah sesuai dan solusi optimum yang diberikan dapat diterima.

4.7. Karakterisasi Senyawa Bioaktif, Warna, dan Sensoris Teh Hijau Pucuk Merah pada Suhu dan Waktu Penyeduhan Optimum Metode *French Press*

4.7.1. Senyawa Bioaktif

Hasil analisis senyawa bioaktif teh hijau pucuk merah metode *French Press* pada suhu dan waktu penyeduhan optimum dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.14 Hasil Analisis Senyawa Bioaktif Teh Hijau Pucuk Merah Metode *French Press*

Parameter	Air Seduhan	Teh Kering	Air Seduhan Teh Hijau (<i>Camellia sinensis</i>)*
Kadar Total Fenol (mg/g)	43,849 ± 2,12	266,45 ± 25,42	-
Aktivitas Antioksidan IC_{50} (ppm)	85,03 ± 4,17	29,65 ± 5,05	173,5 ± 1,34

*(Fajar *et al.*, 2018)

Berdasarkan **Tabel 4.14** dapat terlihat bahwa kadar total fenol dan aktivitas antioksidan IC_{50} seduhan air seduhan teh berturut-turut sebesar 43,849 ± 2,12 mg/g dan 85,03 ± 4,17 ppm sedangkan kadar total fenol dan aktivitas antioksidan IC_{50} teh kering berturut-turut adalah 266,45 ± 25,42 mg/g dan 29,65 ± 5,05 ppm. Dapat terlihat bahwa kadar total fenol dan aktivitas antioksidan IC_{50} air seduhan lebih rendah daripada teh kering. Penurunan kadar ini mungkin disebabkan oleh proses penyeduhan di mana pada proses penyeduhan atau ekstraksi menggunakan air mineral yang dapat dikonsumsi oleh sedangkan proses pengujian teh kering menggunakan proses ekstraksi menggunakan pelarut metanol. Perbedaan pelarut yang digunakan dapat menyebabkan terjadinya perbedaan konsentrasi senyawa yang terlarut. Senyawa fenol merupakan senyawa polar yang larut dalam pelarut polar sehingga dapat larut dalam metanol maupun air. Senyawa polifenol lebih mudah diekstraksi pada pelarut organik seperti metanol analisis 96% dengan



kepolaran sedang dari pada air karena pada proses ekstraksi tidak dapat memisahkan komponen non-fenol lainnya (Setyati *et al.*, 2020).

Penurunan kadar ini dapat juga disebabkan oleh perbedaan rasio bahan:pelarut yang digunakan saat ekstraksi. Pada proses penyeduhan atau ekstraksi air seduhan digunakan bahan 2,75 gram dan pelarut atau air 50 ml sehingga rasio bahan:pelarut menjadi 1:18,2. Sedangkan ada proses ekstraksi teh kering digunakan bahan 0,2 gram dan pelarut atau metanol 10 ml sehingga rasio bahan:pelarut menjadi 1:50. Jumlah pelarut yang digunakan lebih banyak untuk jumlah bahan yang sama pada ekstraksi teh kering sehingga senyawa target terekstrak dengan lebih maksimal. Semakin banyak jumlah pelarut, senyawa target yang keluar akan berjalan lebih optimal dan kejenuhan pelarut dapat dihindari sehingga senyawa dapat terekstrak secara sempurna (Noviyanty *et al.*, 2019). Namun, setelah dinaikkan dalam jumlah tertentu, peningkatan rendemen menjadi relatif kecil dan cenderung menjadi konstan bahkan penurunan. Hal ini disebabkan oleh tercapainya titik jenuh. Titik jenuh atau kejenuhan terjadi saat tercapainya kesetimbangan jumlah senyawa pada pelarut dan bahan sehingga senyawa tidak dapat terlarut lagi.

Selain itu pada proses penyeduhan teh kering terpapar cahaya dan oksigen yang mungkin dapat menyebabkan degradasi senyawa fenol yang merupakan senyawa antioksidan sehingga menyebabkan menurunnya aktivitas antioksidan air seduhan (Kunarto dan Iswoyo, 2020). Kemudian pada proses ekstraksi teh kering, teh kering dihaluskan hingga menjadi bubuk yang sangat halus menggunakan mortar sehingga memperkecil luas permukaan dan mempermudah proses ekstraksi (Tambun *et al.*, 2016) Sedangkan pada proses penyeduhan teh kering tidak dihancurkan menjadi bubuk yang sangat halus karena prosedur penyeduhan pada penelitian ini mengikuti prosedur penyeduhan yang biasa dilakukan di rumah untuk konsumsi minuman teh. Namun, walaupun terjadi penurunan kadar total fenol dan aktivitas antioksidan, air seduhan teh hijau pucuk merah masih tergolong memiliki aktivitas antioksidan yang kuat karena memiliki nilai IC_{50} di antara 50-100 ppm (Bahriul *et al.*, 2014).

Berdasarkan **Tabel 4.14** dapat juga terlihat bahwa nilai aktivitas antioksidan IC_{50} air seduhan teh hijau pucuk merah sekitar 2 kali lipat lebih rendah dari teh hijau *Camellia sinensis*. Hal ini menunjukkan bahwa air seduhan teh hijau pucuk merah memiliki aktivitas antioksidan sekitar dua kali lipat lebih tinggi dari teh hijau *Camellia sinensis*.

4.7.2. Warna

Hasil analisis warna teh hijau pucuk merah metode *French Press* pada suhu dan waktu penyeduhan optimum dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.



Tabel 4.15 Hasil Analisis Warna Seduhan Teh Hijau Pucuk Merah Metode *French Press*

Parameter	Hasil Analisis	Literatur 1*	Literatur 2**
L* (<i>Lightness</i>)	25,5 ± 0,60	39,50 ± 0,65	36,35
a* (<i>Redness</i>)	0,9 ± 2,04	-3,07 ± 0,15	0,99
b* (<i>Yellowness</i>)	7,0 ± 5,89	7,8 ± 0,14	10,28

*Agustine (2020)

**Yuwono dan Faustina (2019)

Warna dianalisis menggunakan *colour reader* dengan parameter *Lab*. Parameter L* menunjukkan kecerahan dengan rentang nilai 0 – 100 di mana 0 menyatakan hitam dan 100 menyatakan putih, parameter a* menunjukkan intensitas warna kemerahan (+) dan kehijauan (-), dan parameter b* intensitas warna kekuningan (+) dan kebiruan (-) (Hrušková *et al.*, 2011).

Hasil analisis warna air seduhan teh hijau pucuk merah pada **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa L* memiliki nilai 25,5 ± 0,60 sedangkan literatur 1 dan 2 berturut-turut 39,50 ± 0,65 dan 36,35. Hal ini menunjukkan bahwa teh hijau pucuk merah hasil analisis memiliki kecerahan yang lebih rendah dari literatur. Air seduhan teh hijau pucuk merah memiliki nilai a* memiliki nilai 0,9 ± 2,04 sedangkan literatur 1 dan 2 berturut-turut -3,07 ± 0,15 dan 0,99. Hal ini menunjukkan bahwa teh hijau pucuk merah hasil analisis memiliki intensitas kemerahan yang lebih tinggi dari literatur 1 dan intensitas kemerahan yang sama dengan literatur 2. Air seduhan teh hijau pucuk merah memiliki nilai b* memiliki nilai 7,0 ± 5,89 sedangkan literatur 1 dan 2 berturut-turut 7,8 ± 0,14 dan 10,28. Hal ini menunjukkan bahwa teh hijau pucuk merah hasil analisis memiliki intensitas kekuningan yang sama dengan literatur 1 dan intensitas kekuningan lebih rendah dari literatur 2.

Perbedaan warna ini dapat disebabkan oleh adalah perbedaan metode penyeduhan yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode penyeduhan *French Press* dengan berat teh kering 2,75 gram dan volume air 50 ml sedangkan penelitian pada literatur 1 menggunakan metode penyeduhan berdasarkan SNI 3836:2013 dengan berat teh kering 1 gram dalam 100 ml. Perbedaan rasio teh kering dan air yang digunakan menyebabkan terdapatnya perbedaan jumlah senyawa yang terlarut dalam air seduhan (Noviyanty *et al.*, 2019). Hasil penelitian memiliki warna yang cenderung lebih gelap dan pekat karena konsentrasi senyawa yang terlarut lebih tinggi daripada konsentrasi senyawa terlarut pada literatur. Senyawa fenol dan tanin merupakan salah satu senyawa yang berkontribusi memberikan warna dalam air seduhan teh hijau pucuk merah. Senyawa fenol berkontribusi memberikan warna cokelat kemerahan dalam pelarut polar pada suhu tinggi (Lorenzo dan Munekata, 2016). Tanin berkontribusi memberikan warna cokelat kekuningan (Malangngi *et al.*, 2012)

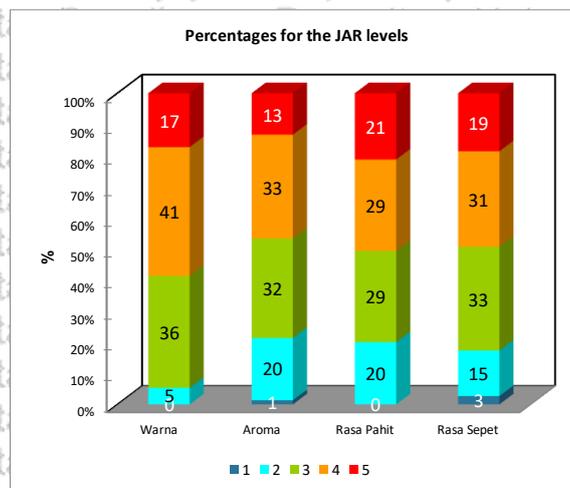


4.7.3. Sensoris

Karakteristik sensoris teh hijau pucuk merah diuji menggunakan analisis penalti (*penalty analysis*) atau *mean drop* yaitu analisis yang menggabungkan uji *overall liking/acceptance* (kesukaan/penerimaan keseluruhan) dan uji JAR untuk melihat hubungan antara penurunan kesukaan panelis terhadap atribut sensoris yang tidak pada level JAR. Uji *overall acceptance* merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui kesukaan atau penerimaan panelis terhadap keseluruhan atribut sensoris. Uji JAR (*Just About Right*) merupakan uji untuk mengukur intensitas atribut sensoris yang spesifik pada suatu produk pangan. Pada proses pengembangan produk baru, uji JAR digunakan untuk menghubungkan penerimaan konsumen terhadap intensitas atribut sensoris suatu produk untuk membantu meningkatkan penerimaan konsumen. *Penalty analysis* akan memberikan penilaian akhir pada produk dari penalti atau penyimpangan dari JAR (Narayanan *et al.*, 2014).

4.7.3.1 Just About Right

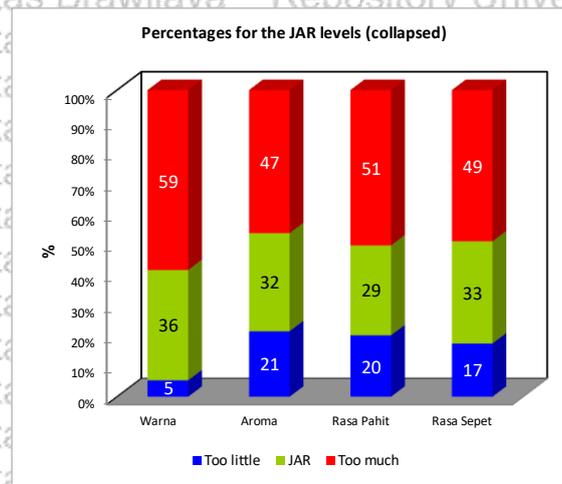
Uji ini dilakukan kepada 75 panelis yang merupakan mahasiswa Universitas Brawijaya. Panelis tersebut merupakan panelis yang sama dalam uji Penerimaan Keseluruhan pada proses optimasi. Uji ini menggunakan skala 5 poin JAR (1 = sangat lemah, 2 = agak lemah, 3 = cukup/JAR, 4 = agak kuat, 5 = sangat kuat) dan skala 5 poin *overall acceptance* (1 = sangat tidak diterima, 2 = tidak diterima, 3 = netral, 4 = diterima, 5 = sangat diterima). Data diolah menggunakan fitur *Sensory Analysis – Penalty Analysis* dengan program XLSTAT 2022.2.1.1312. **Gambar 4.8** menunjukkan persentase panelis untuk level JAR pada setiap atribut.



Gambar 4.8 Persentase Uji JAR



Berdasarkan **Gambar 4.8** poin JAR paling banyak direpresentasikan oleh atribut Rasa Sepet (33%). Sedangkan seduhan teh hijau pucuk merah dapat dikatakan memiliki warna dan aroma yang agak kuat karena 41% (warna) dan 33% (aroma) panelis memberikan nilai demikian. Untuk atribut Rasa Pahit masing-masing sebesar 29% panelis menilai teh hijau pucuk merah agak pahit dan JAR. Dari skala 5 poin tersebut, program mengelompokkannya menjadi 3 kelompok dengan menggabungkan skala 1 dan 2 menjadi kelompok *too little* atau terlalu sedikit kelompok JAR, serta skala 4 dan 5 menjadi kelompok *too much* atau terlalu banyak. Persentase uji JAR dengan 3 kelompok dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4.9 Persentase Uji JAR (digabungkan)

Berdasarkan **Gambar 4.9**, teh hijau pucuk merah dinilai memiliki warna yang terlalu pekat oleh 59% panelis, aroma terlalu kuat oleh 47% panelis, rasa terlalu pahit oleh 51% panelis dan rasa terlalu sepet oleh 49% panelis. Sehingga secara keseluruhan semua atribut tidak dalam level JAR menurut sebagian besar panelis. Namun, dapat dilihat juga bahwa level JAR tertinggi terdapat pada atribut warna (36%) dan rasa sepet (33%). Hal ini dapat disebabkan oleh intensitas seluruh atribut sensoris dari produk yang terlalu kuat akibat konsentrasinya yang tinggi. Sehingga diperlukan optimasi penyeduhan lebih lanjut agar seluruh atribut sensoris produk berada dalam level JAR atau diterima oleh panelis.

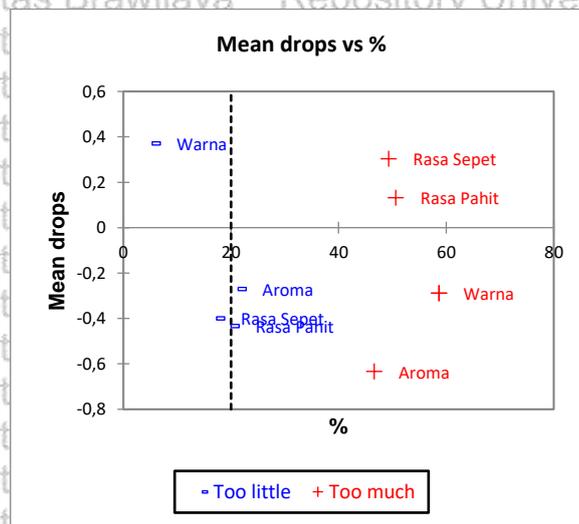
4.7.3.2. *Penalty Analysis*

Hasil *penalty analysis* uji JAR teh hijau pucuk merah dapat dilihat pada **Tabel 4.16**.

Tabel 4.16 Tabel Penalti



Variable	Level	Frequencies	%	Sum (Kesukaan Keseluruhan)	Mean (Kesukaan Keseluruhan)	Mean drops	Standardized difference	p-value	Significant	Penalties	Standardized difference	p-value	Significant
Warna	Kurang Pekat	4,0	0,1	12,0	3,0	0,4							
	JAR	27,0	0,4	91,0	3,4					-0,2 -1,0	0,3	No	
	Terlalu Pekat	44,0	0,6	161,0	3,7	-0,3 -1,3	0,2	No					
Aroma	Kurang Kuat	16,0	0,2	55,0	3,4	-0,3 -0,9	0,6	No					
	JAR	24,0	0,3	76,0	3,2					-0,5 -2,3	0,0	Yes	
	Terlalu Kuat	35,0	0,5	133,0	3,8	-0,6 -2,6	0,0	Yes					
Rasa Pahit	Kurang Pahit	15,0	0,2	59,0	3,9	-0,4 -1,4	0,3	No					
	JAR	22,0	0,3	77,0	3,5					0,0 -0,1	0,9	No	
	Terlalu Pahit	38,0	0,5	128,0	3,4	0,1 0,5	0,9	No					
Rasa Sepet	Kurang Sepet	13,0	0,2	52,0	4,0	-0,4							
	JAR	25,0	0,3	90,0	3,6					0,1 0,5	0,6	No	
	Terlalu Sepet	37,0	0,5	122,0	3,3	0,3 1,3	0,2	No					



Gambar 4.10 Mean Drops vs %

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat terlihat bahwa atribut aroma terlalu kuat menyebabkan *mean drop* atau rata-rata nilai jatuh secara signifikan. Atribut warna terlalu pekat, aroma kurang kuat, rasa kurang pahit, rasa terlalu pahit, dan rasa terlalu sepet tidak menyebabkan *mean drop* secara signifikan. Sedangkan atribut warna kurang pekat dan rasa kurang sepet tidak dapat dihitung. Namun, berdasarkan Gambar 4.10 dapat terlihat bahwa atribut aroma yang terlalu kuat dan warna yang terlalu lemah yang menyebabkan *mean drop* karena letaknya yang berada di ujung-ujung kuadran grafik.

Atribut yang menyebabkan *mean drop* merupakan atribut yang penting yang memengaruhi penilaian akhir panelis terhadap penerimaan keseluruhan teh hijau pucuk merah. Sehingga berdasarkan grafik *mean drop* atribut aroma dan warna yang merupakan atribut penting dalam produk teh hijau pucuk merah. Atribut aroma dan warna



menyebabkan *mean drop* berarti menjadi penyebab produk teh hijau pucuk merah ditolak atau *reject* karena aroma terlalu kuat dan warna terlalu lemah. Aroma terlalu kuat dapat disebabkan oleh tanaman pucuk merah yang termasuk dalam genus *Syzygium* yang memiliki kandungan minyak atsiri sehingga memiliki aroma khas sehingga ketika diseduh dengan air bersuhu tinggi uap airnya akan mudah tercium (Memon *et al.*, 2014). Warna yang terlalu lemah dapat disebabkan oleh proses penyeduhan optimum menggunakan suhu terendah yaitu 75°C sehingga proses ekstraksi tidak semaksimal menggunakan suhu yang lebih tinggi dan menyebabkan intensitas warna yang dihasilkan tidak terlalu pekat (Sekarsari *et al.*, 2019).

Oleh karena itu, perlu proses optimasi penyeduhan lebih lanjut untuk lebih memperhalus aroma dan menguatkan warna agar produk dapat lebih disukai atau diterima oleh panelis secara keseluruhan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil optimasi menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) metode *Central Composite Design* pada program *Minitab 19.1* diperoleh kombinasi suhu 75°C dan waktu 5 menit sebagai kondisi optimum untuk penyeduhan teh hijau pucuk merah metode *French Press* yang menghasilkan nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ sebesar 85,03 ± 4,17 ppm sehingga tergolong memiliki aktivitas antioksidan kuat dan nilai penerimaan keseluruhan sebesar 1,9378 ± 0,0658 sehingga dapat dinyatakan hampir masuk kelompok cukup diterima.

Karakterisasi yang diperoleh dari penyeduhan metode *French Press* dengan kombinasi suhu dan waktu optimum adalah kadar total fenol 43,849 ± 212 mg/g; aktivitas antioksidan IC₅₀ 85,03 ± 4,17 ppm; kecerahan (L*) 25,5 ± 0,60; kemerahan (a*) 0,9 ± 2,04; kekuningan (b*) 7,0 ± 5,89; dan penerimaan keseluruhan 1,9378 ± 0,0658. Kemudian berdasarkan hasil uji JAR, teh hijau pucuk merah dinilai memiliki warna yang terlalu pekat oleh 59% panelis, aroma terlalu kuat oleh 47% panelis, rasa terlalu pahit oleh 51% panelis, dan rasa terlalu sepet oleh 49% panelis sehingga semua atribut sensoris tidak dalam level *JAR (Just-About-Right)* menurut sebagian besar panelis. Berdasarkan hasil *penalty analysis* atribut aroma dan warna menjadi penyebab produk ditolak oleh panelis.

5.2. Saran

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, aroma seduhan teh hijau pucuk merah yang terlalu menyengat dan warna yang terlalu lemah menjadi penyebab produk ditolak. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dilakukan optimasi metode penyeduhan yang mengoptimalkan aroma dan warna seduhan agar lebih dapat diterima oleh panelis.
2. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut terkait rasio teh kering dan air optimum pada penyeduhan metode *French Press* yang dapat diterima oleh panelis karena saat ini masih mengacu pada standar untuk penyeduhan kopi dan rasio bahan:pelarut untuk kopi terlalu pekat jika digunakan untuk penyeduhan teh herbal.
3. Sebaiknya dilakukan penyeduhan dengan bahan berbentuk bubuk halus bukan simplisia agar proses ekstraksi senyawa lebih maksimal.
4. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut terkait formulasi minuman teh hijau pucuk merah dengan penambahan gula atau bahan tambahan lainnya agar minuman teh pucuk merah dapat lebih diterima secara komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustine, P. (2020) *Pengaruh Lama Pelayuan dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah (Syzygium oleana) Metode Teh Hijau*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ahmed, S. dan Stepp, J. R. (2013) "Green Tea: The Plants, Processing, Manufacturing and Production," *Tea in Health and Disease Prevention*, (January), hal. 19–31. doi: 10.1016/B978-0-12-384937-3.00002-1.
- Aisha, A. F. A., Ismail, Z., Abu-Salah, K. M., Siddiqui, J. M., Ghafar, G., Majid, A. M. S. A. (2013) "Syzygium campanulatum korth methanolic extract inhibits angiogenesis and tumor growth in nude mice," *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13(168), hal. 1–11. doi: 10.1186/1472-6882-13-168.
- Akinmoladun, A. C., Ibukun, E. O., Afor, E., Obuotor, E. M., Farombi E. O. (2007) "Phytochemical constituent and antioxidant activity of extract from the leaves of *Ocimum gratissimum*," *Scientific Research and Essays*, 2(5), hal. 163–166.
- Alfaridzi, M. F. (2021) "Kajian Literatur: Uji Aktivitas Antioksidan Antosianin In Vitro." Tersedia pada: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/90016>.
- Amanto, B. S., Aprilia, T. N. dan Nursiwi, A. (2020) "PENGARUH LAMA BLANCHING DAN RUMUS PETIKAN DAUN TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, SERTA SENSORIS TEH DAUN TIN (*Ficus carica*)," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(1), hal. 1–11. doi: 10.20961/jthp.v12i1.36436.
- Anggraeni, W. A. (2020) *Optimasi Rasio Pelarut Terhadap Bahan, pH Pelarut, dan Suhu untuk Ekstraksi Polisakarida Larut Air Bukan Pati Biji Asam Jawa (Tamarindus indica L.) Menggunakan Response Surface Technology*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anggraini, T. (2017a) "Antioxidant activity of *syzygium oleana*," *Pakistan Journal of Nutrition*, 16(8), hal. 605–611. doi: 10.3923/pjn.2017.605.611.
- Anggraini, T. (2017b) *Proses dan Manfaat Teh*, Penerbit Eka. Padang: Penerbit Erka.
- Badan Standarisasi Nasional (2013) *Teh Kering dalam Kemasan (SNI 3836:2013)*. Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Badan Standarisasi Nasional (2016) *Teh Hijau (SNI 3945:2016)*. Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Bahriul, P., Rahman, N. dan Diah, A. W. (2014) "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Dengan Menggunakan 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil," *Jurnal Akademika Kimia*, 3(3), hal. 143–149.
- Dennig, J. (2020) "Green Tea," in *Learning by brewing - TEXT EDITION: The easy way to better tea*. Munich: JENS DENNIG. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=Ukv2DwAAQBAJ>.
- Dhurhania, C. E. dan Novianto, A. (2018) "Uji Kandungan Fenolik Total dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Bentuk Sediaan Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*)," *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), hal. 62–68.
- Fajar, R. I., Wrsiati, L. P. dan Suhendra, L. (2018) "Kandungan Senyawa Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Teh Hijau Pada Perlakuan Suhu Awal Dan Lama Penyeduhan," *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(3), hal. 196. doi: 10.24843/jrma.2018.v06.i03.p02.
- Gaspersz, V. (1995) "Teknik analisis dalam penelitian percobaan," *Tarsito. Bandung*, 718.
- Gaylard, L. (2015) "Tea-Making Equipment," in *The Tea Book: Experience the World's Finest Teas, Qualities, Infusions, Rituals, Recipes*. New York City: Penguin Random House. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=EFQmCAAQBAJ>.
- Ghasemi, A. dan Zahediasi, S. (2012) "Normality tests for statistical analysis: A guide for non-statisticians," *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), hal. 486–489. doi: 10.5812/ijem.3505.
- Hansen, K. dan Arndorfer, T. (2006) "Brew Tools," in *The Complete Idiot's Guide to Coffee and Tea: The Perfect Companion to Your Daily Pick-Me-Up!* London: DK Publishing

(THE COMPLETE IDIOT'S GUIDE). Tersedia pada:
<https://books.google.co.id/books?id=qkkgQr8H7vAC>.

Haryati, N., Saleh, C. dan Erwin (2015) "Uji Toksisitas Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium Myrtifolium* Walp.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli*," *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(1), hal. 35–40.

Hoffmann, J. (2018) "The French Press," in *The World Atlas of Coffee*. London: Octopus.

Hrušková, M., Švec, I. dan Sekerová, H. (2011) "Colour analysis and discrimination of laboratory prepared pasta by means of spectroscopic methods," *Czech Journal of Food Sciences*, 29(4), hal. 346–353. doi: 10.17221/25/2011-cjfs.

Jakubczyk, K., Kochman, J., Kwiatkowska, A., Kaldunska, J., Dec, K., Kawczuga, D., Janda, K. (2020) "Antioxidant properties and nutritional composition of matcha green tea," *Foods*, 9(483), hal. 1–10. doi: 10.3390/foods9040483.

Juwita, R., Saleh, C. dan Sitorus, S. (2017) "Uji Aktivitas Antihiperurisemia dari Daun Hijau Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) terhadap Mencit Jantan (*Mus Musculus*)," *Jurnal Atomik*, 2(1), hal. 162–168.

Kementerian Kesehatan RI (2017) "Ketentuan Umum dan Persyaratan Umum," in *Farmakope Herbal Indonesia*. II. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. doi: 10.1201/b12934-13.

Kiliç, C., Can, Z., Yilmaz, A., Yildiz, A., Turna, H. (2017) "Antioxidant Properties of Some Herbal Teas (Green tea, Senna, Corn Silk, Rosemary) Brewed at Different Temperatures," *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3), hal. 142–148. doi: 10.21448/ijsm.369273.

Kunarto, B. dan Iswoyo (2020) "Kinetika Degradasi Ekstrak Antioksidan Buah Parijoto Muda (*Medinilla speciosa* Blume) pada Berbagai Intensitas dan Waktu Paparan Cahaya," *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 3(2013), hal. 1184–1193.

Lee, K. W., Lee, H. J. dan Lee, C. Y. (2002) "Antioxidant activity of black tea vs. green tea," *The Journal of Nutrition*, 132(4), hal. 785–786. doi: 10.1093/jn/132.4.785.

Lorenzo, J. M. dan Munekata, P. E. S. (2016) "Phenolic compounds of green tea: Health benefits and technological application in food," *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(8), hal. 709–719. doi: 10.1016/j.apjtb.2016.06.010.

Mahmood, T., Akhtar, N. dan Khan, B. A. (2010) "The morphology, characteristics, and medicinal properties of *Camellia sinensis* tea," *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(19), hal. 2028–2033. doi: 10.5897/jmpr10.010.

Malangngi, L., Sangi, M. dan Paendong, J. (2012) "Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.)," *Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE*, 1(1), hal. 5–10. doi: 10.35799/jm.1.1.2012.423.

Mars, B. (2009) "French Press Infusion," in *Healing Herbal Teas: A Complete Guide to Delicious, Healthful Beverages*. South Carolina: ReadHowYouWant.com.

Maryani, M. (2020) Pemanfaatan Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) dalam Pembuatan Teh Herbal Fungsional Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Pelita Harapan. Tangerang.

Memon, A. H., Ismail, Z., Aisha, A. F. A., Al-Suede, F. S. R., Hamil, M. S. R., Hashim, S., Saeed, M. A. A., Laghari, M., Majid, A. M. S. A. (2014) "Isolation, characterization, crystal structure elucidation, and anticancer study of dimethyl cardamomin, isolated from *Syzygium campanulatum* Korth," *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, hal. 1–12. doi: 10.1155/2014/470179.

Minitab 18 Support. (2022a) *Regression Equation for Fit Regression Model.* <https://support.minitab.com>. Tanggal akses 24 Mei 2022.

Minitab 18 Support. (2022b) *Interpret the Key Results for Interaction Plot*.
<https://support.minitab.com>. Tanggal 8 Juni 2022.

Minitab 18 Support. (2022c) *All Statistics for Predict.* <https://support.minitab.com>. Tanggal 20 Mei 2022.

Morshedi, A. dan Akbarian, M. (2014) "Application of Response Surface Methodology: Design of Experiments and Optimization: a Mini Review," *Indian Journal of*

Fundamental and Applied Life Sciences, 4(S4), hal. 2434–2439.

Nagalingam, A. (2017) *Drug Delivery Aspects of Herbal Medicines, Japanese Kampo Medicines for the Treatment of Common Diseases: Focus on Inflammation*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-809398-6.00015-9.

Nandika, D., Mubin, N. dan Waldi, R. D. (2017) “Jenis Pohon di Pertamanan dan Hutan Kota,” in *30 Jenis Pohon di Taman Kota dan Hutan Kota Mengenal Hama, Penyakitnya, serta Pengendaliannya*. Bogor: PT Penerbit IPB Press. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=MjbsDwAAQBAJ>.

Narayanan, P., Chinnasamy, B., Jin, L., Clark, S. (2014) “Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt,” *Journal of Dairy Science*, 97(6), hal. 3262–3272. doi: 10.3168/jds.2013-7365.

Nazliniway, ., Hanum, T. I. dan Laila, L. (2020) “Antioxidant Activity Test of Green Tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze) Ethanolic Extract using DPPH Method,” (August), hal. 752–754. doi: 10.5220/0010087307520754.

Noviyanty, A., Salingkat, C. A. dan Syamsiar (2019) “PENGARUH JENIS PELARUT TERHADAP EKSTRAKSI DARI KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) [The Effect of Solvent Type to The Quality of Red Dragon Fruit Peel (*Hylocereus polyrhizus*) Extracts],” *Kovalen Jurnal Riset Kimia*, 5(3), hal. 271–279.

Nurasyikin, Maimunah, S., Soleha, U., Heryani. (2019) “Teknologi Tepat Guna Sirup Buah Pucuk Merah Mudah Dan Aman,” *AKTUALITA Jurnal Penelitian Sosial Keagamaan*, 9(1), hal. 32–48. Tersedia pada: <http://ejournal.annadwahkualatungkal.ac.id/index.php/aktualita/article/view/63>.

Nurmiah, S., Syarif, R., Sukarno, Peranginangin, R., Nurtama, B. (2013) “Aplikasi Response Surface Methodology Pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC),” *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), hal. 9. doi: 10.15578/jpbkp.v8i1.49.

Oktaviani, F. A. (2020) Optimasi Suhu dan Lama Waktu Pengeringan Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Menggunakan Response Surface Methodology. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Ozgur, C. (2016) “Unusually small F-statistic in analysis of variance and regression analysis: A warning in design of experiments and regression,” *International Journal of Business Analytics*, 3(3), hal. 45–59. doi: 10.4018/IJBAN.2016070103.

Parwata, I. M. O. A. (2016) “Antioksidan,” in *Antioksidan*. Bukit Jimbaran: Universitas Udayana.

Pastoriza, S., Pérez-Burillo, S. dan Rufián-Henares, J. Á. (2017) “How brewing parameters affect the healthy profile of tea,” *Current Opinion in Food Science*, 14, hal. 7–12. doi: 10.1016/j.cofs.2016.12.001.

Poswal, F. S., Russell, G., Mackonochie, M., MacLennan, E., Adukwu, E. C., Rolfe, V. (2019) “Herbal Teas and their Health Benefits: A Scoping Review,” *Plant Foods for Human Nutrition*, 74(3), hal. 266–276. doi: 10.1007/s11130-019-00750-w.

Preedy, V. R. (2014) *Processing and Impact on Antioxidants in Beverages*. London: Elsevier Science. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=QoMdAWAAQBAJ>.

Putra, I. W. E. P., Wrasati, L. P. dan Wartini, N. M. (2020) “Pengaruh Suhu Awal dan Lama Penyeduhan terhadap Karakteristik Sensoris dan Warna Teh Putih Silver Needle (*Camellia assamica*) Produksi PT. Bali Cahaya Amerta,” *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(4), hal. 492–501. doi: 10.24843/jrma.2020.v08.i04.p02.

Putri, O. N. E. (2019) *Analisis Kandungan Klorofil Dan Senyawa Antosianin Daun Pucuk Merah (*Syzygium Oleana*) Berdasarkan Tingkat Perkembangan Daun Yang Berbeda*. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung.

Putri, W. D. R. dan Fibrianto, K. (2018) *Rempah untuk Pangan dan Kesehatan*. Universitas Brawijaya Press. Tersedia pada:

<https://books.google.co.id/books?id=GymJDwAAQBAJ>.

- Ravikumar, C. (2014) "Review on Herbal Teas," *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(5), hal. 236–238.
- Rohdiana, D. (2015) "Teh: Proses, Karakteristik & Komponen Fungsionalnya," *Foodreview Indonesia*, 10(8), hal. 34–37.
- Sadhukhan, B., Mondal, N. K. dan Chatteraj, S. (2016) "Optimisation using central composite design (CCD) and the desirability function for sorption of methylene blue from aqueous solution onto Lemna major," *Karbala International Journal of Modern Science* 2, 2(3), hal. 145–155. doi: 10.1016/j.kijoms.2016.03.005.
- Safdar, N., Sarfaraz, A., Kazmi, Z., Yasmin, A. (2016) "Ten different brewing methods of green tea: comparative antioxidant study," *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 4(03), hal. 033–040. doi: 10.7324/jabb.2016.40306.
- Sayuti, K. dan Yenrina, R. (2015) "Pengertian Antioksidan dan Manfaatnya," in *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Padang: Andalas University Press.
- Sekarsari, S., Widarta, I. W. R. dan Jambe, A. A. G. N. A. (2019) "PENGARUH SUHU DAN WAKTU EKSTRAKSI DENGAN GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(3), hal. 267. doi: 10.24843/itepa.2019.v08.i03.p05.
- Sembiring, F. R., Sulaeman, R. dan Sribudiani, E. (2015) "Karakteristik Minyak Atsiri dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum* Korth.)," *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 2(2), hal. 1–9.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A. dan Sari, M. P. (2014) *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Argo*. Bogor: PT Penerbit IPB Press. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=xzP4DwAAQBAJ>.
- Setyati, W. A., Pramesti, R. dan Suryono, C. A. (2020) "Analisis Kadar Senyawa Fenol dan Aktivitas Antioksidan pada Tiga Jenis Sargassum dari Pantai Jepara, Indonesia," *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), hal. 83–92. doi: 10.14710/buloma.v9i2.32127.
- Singh, V., Verma, D. K. dan Singh, G. (2014) "Processing Technology and Health Benefits of Green Tea," *Popular Kheti*, 2(1), hal. 23–30.
- Soehendro, A. W., Manuhara, G. J. dan Nurhartadi, E. (2015) "Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Antimikrobia Ekstrak Biji Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) Dengan Pelarut Etanol dan Air," *Jurnal Teknosa*, IV(4).
- Tambun, R., Limbong, H. P., Pinem, C., Manurung, E. (2016) "Fenol Dari Lengkuas Merah Influence of Particle Size, Time and Temperature To Extract Phenol," *Teknik Kimia USU, Vol. 5, No. 4 (Desember 2016) PENGARUH*, 5(4), hal. 53–56.
- Technical Standards Committee (TSC) (2016) "SCAA Best Practice | Guidelines for Brewing with a Three Cup French Press," *Specialty Coffee Association of America*. Tersedia pada: <http://scaa.org/PDF/resources/best-practices-three-cup-french-press.pdf>.
- Teshome, K. (2019) "Effect of Tea Processing Methods on Biochemical Composition and Sensory Quality of Black Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze): A Review," *Journal of Horticulture and Forestry*, 11(6), hal. 84–95. doi: 10.5897/JHF2019.0588.
- Trihaditia, R., Syamsiah, M. dan Awaliyah, A. (2018) "PENENTUAN FORMULASI OPTIMUM PEMBUATAN COOKIES DARI BEKATUL PADI PANDANWANGI DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG TERIGU MENGGUNAKAN METODE RSM (Response Surface Method)," *Agroscience*, 8(2), hal. 212–230. doi: 10.35194/agsci.v8i2.494.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., Telser, J. (2007) "Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease," *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 39(1), hal. 44–84. doi: 10.1016/j.biocel.2006.07.001.
- Wadsworth, F. B., Vossen, C. E. J., Heap, M. J., Kushnir, A., Farquharson, J. I., Schmid, D., Dingwell, D. B., Belohlavek, L., Huebsch, M., Carbillet, L., Kendrick, J. E. (2021) "The force required to operate the plunger on a French press," *American Journal of*



Physics, 89(8), hal. 769–775. doi: 10.1119/10.0004224.

Xu, S. (2017) "Predicted residual error sum of squares of mixed models: An application for genomic prediction," *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 7(3), hal. 895–909. doi: 10.1534/g3.116.038059.

Yuliantari, N. W. A., Widarta, I. W. R. dan Permana, I. D. G. M. (2017) "Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Menggunakan Ultrasonik The Influence of Time and Temperature on Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Sirsak Leaf (*Annona mur.*," *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 4(1), hal. 35–42.

Yuwono, S. S. dan Faustina, D. R. (2019) "Effect of withering time and chopping size on properties of pucuk merah (*Syzygium oleana*) herbal tea," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 230. doi: 10.1088/1755-1315/230/1/012047.

Yuwono, S. S. dan Susanto, T. (1998) "Pengujian Fisik Pangan," *Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.*

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa

1. Ekstraksi Maserasi Bahan Baku (Teh Kering) (Modifikasi SNI, 2013).

- a. Metanol 70% dipanaskan selama 30 menit pada suhu 70°C menggunakan *shaker waterbath* untuk menstabilkan pelarut
- b. Sampel teh kering digiling dan ditimbang 0,2 gram kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi
- c. Tabung sentrifugasi berisi teh dipanaskan dalam penangas air selama 1 menit pada suhu 70°C kemudian ditambahkan 5 ml methanol 70%
- d. Tabung sentrifugasi berisi campuran dipanaskan lebih lanjut dalam penangas air pada suhu 70°C selama 10 menit, kemudian divortex pada menit ke-5 dan menit ke-10
- e. Dinginkan tabung sentrifugasi hingga suhu ruang kemudian sentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 10 menit
- f. Supernatan dipisahkan menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- g. Ulangi proses c hingga e dengan menambahkan kembali 5 ml methanol 70% ke dalam tabung sentrifugasi yang berisi padatan
- h. Pisahkan supernatan dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi awal kemudian ditambahkan methanol 70% hingga volumenya mencapai 10 ml lalu divortex hingga homogen
- i. Hasil ekstraksi kemudian digunakan untuk pengujian kadar total fenol dan aktivitas antioksidan IC₅₀

2. Analisis Total Fenol (Modifikasi SNI 3836:2013)

Penentuan Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Standar Asam Galat

1. Dibuat larutan standar asam galat 200 ppm sebagai larutan stok kemudian diencerkan dengan pengenceran 0, 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm dalam akuades
2. Diambil 0,5 ml dari setiap pengenceran kemudian ditambahkan 2,5 ml Folin Ciocalteu 10% lalu diinkubasi selama 5 menit di suhu ruang
3. Ditambahkan dengan 2 ml Na₂CO₃ 7,5% lalu divortex hingga homogen dan diinkubasi selama 30 menit
4. Diukur absorbansi semua konsentrasi pada panjang gelombang (λ) maksimum 765 nm
5. Dibuat kurva standar asam galat
6. Didapatkan persamaan regresi linear $y = 0,0091x + 0,0564$ $R^2 = 0,9983$



Penentuan Kadar Total Fenol Sampel

- Diambil 0,5 ml sampel kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- Ditambahkan 2,5 ml Folin Ciocalteu 10% lalu diinkubasi selama 5 menit di suhu ruang
- Ditambahkan dengan 2 ml Na_2CO_3 7,5% lalu divortex hingga homogen
- Larutan diinkubasi selama 30 menit
- Diukur absorbansi larutan dengan panjang gelombang maksimum (λ) maksimum 765 nm
- Dihitung konsentrasi total fenol menggunakan persamaan regresi linear $y = 0,0091x + 0,0564$ $R^2 = 0,9983$
- Dihitung kadar total fenol menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Fenol (mg GAE/g sampel)} = \frac{x \times FP \times V}{w}$$

Keterangan:

x = Konsentrasi Fenol dari Persamaan Regresi (ppm atau $\mu\text{g/mL}$)

FP = Faktor Pengenceran

w = Massa Sampel (g)

V = Volume Sampel (L)

3. Analisis Aktivitas Antioksidan IC_{50} (Modifikasi Akinmoladun *et al.*, 2007)

- Larutan stok sampel 55.000 ppm diencerkan menjadi 50, 75, 100, dan 125 ppm menggunakan methanol.
- Diambil 2,5 ml dari setiap pengenceran kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang tertutup aluminium foil
- Ditambahkan 1 ml DPPH 0,3 mM lalu divortex hingga homogen
- Tabung reaksi diinkubasi pada suhu ruang dan dalam ruang gelap selama 30 menit
- Diukur absorbansi sampel pada panjang gelombang (λ) 516 – 518 nm untuk mencari panjang gelombang maksimum
- Diukur absorbansi semua konsentrasi pada panjang gelombang (λ) maksimum 516 nm
- Dihitung kapasitas antioksidan menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas Antioksidan (\%)} = \left[\frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Kontrol}} \right] \times 100\%$$

- Didapatkan persamaan regresi linear sampel dengan memasukkan konsentrasi sampel pada sumbu x dan absorbansi pada sumbu y



9. Ditentukan nilai IC_{50} dengan mengalikan 0,5 dengan absorbansi kontrol kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi linear sampel pada sumbu y.

4. Analisis Warna (Yuwono dan Susanto, 1998)

1. Sampel simplisia disiapkan dalam plastik bening
2. *Colour reader* dinyalakan
3. *Colour reader* ditempelkan di permukaan sampel sebagai target pembacaan nilai L, a, dan b
4. Dilakukan tiga kali di tiga titik yang berbeda
5. Dihitung rerata masing-masing nilai L, a, dan b sampel

Berdasarkan Hrušková *et al.* (2011),

- Nilai L menyatakan kecerahan dengan kisaran nilai 0 – 100. Nilai 0 menyatakan hitam dan nilai 100 menyatakan putih.
- Axis a menyatakan intensitas warna kemerahan (+) dan kehijauan (-)
- Axis b menyatakan intensitas warna kekuningan (+) dan kebiruan (-)

5. Uji Organoleptik Hedonik dan Metode *Just About Right* (Narayanan *et al.*, 2014)

Pengujian hedonik dilakukan untuk mengetahui penerimaan konsumen terhadap produk secara keseluruhan. Pengujian dilakukan menggunakan 3 skala dengan 3 pernyataan yang terdiri dari:

- 1 = tidak suka
- 2 = cukup suka
- 3 = sangat suka

Sebanyak 13 sampel masing-masing diberi kode berbeda-beda kemudian diberikan secara acak kepada 75 panelis. Kemudian panelis diminta memberikan penilaian terhadap sampel sesuai dengan skala yang ada.

Pengujian *Just About Right* (JAR) dilakukan untuk memverifikasi karakteristik sensoris produk dengan metode penyeduhan optimum. Atribut yang diuji sama dengan uji hedonik yaitu warna, aroma, rasa pahit, dan rasa sepet produk serta penerimaan terhadap produk secara keseluruhan. Pengujian dilakukan menggunakan 5 skala dengan 5 pernyataan untuk setiap atribut, yaitu:

- 1 = sangat tidak beraroma/pahit/sepat/berwarna/diterima
- 2 = agak tidak beraroma/pahit/sepat/berwarna/diterima
- 3 = cukup beraroma/pahit/sepat/berwarna/diterima (*Just About Right*)
- 4 = agak beraroma/pahit/sepat/berwarna/diterima
- 5 = sangat beraroma/pahit/sepat/berwarna/diterima

Sebanyak 1 sampel yang berupa produk dengan metode penyeduhan terbaik diberikan secara acak kepada 75 panelis yang sama. Kemudian panelis diminta memberikan penilaian terhadap sampel sesuai dengan skala yang ada. Panelis juga diminta untuk memberikan penilaian penerimaan keseluruhan terhadap sampel menggunakan skala pengujian hedonik yang dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

Lampiran 2. Data Hasil Analisa Teh Hijau Pucuk Merah Kering

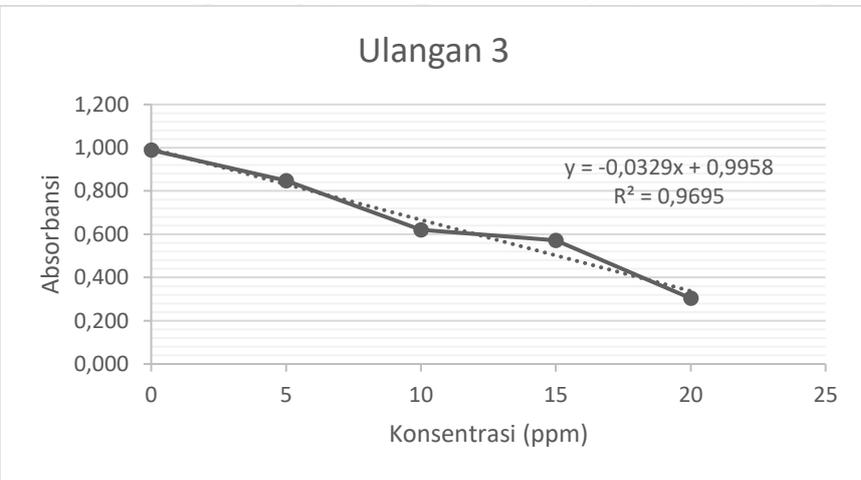
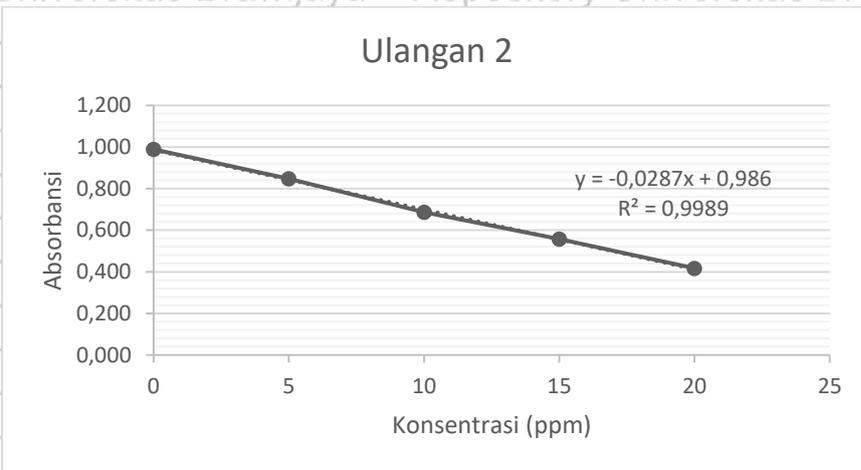
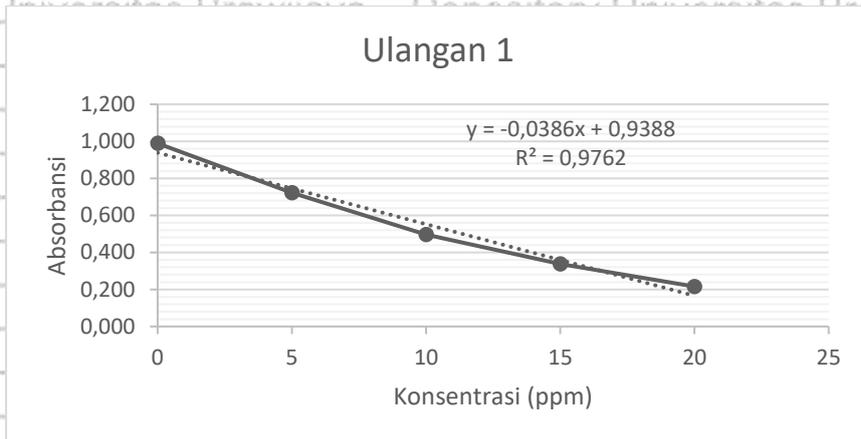
a. Kadar Total Fenol

	Vol. Sampel (ml)	Berat Sampel (g)	FP	Abs	Konsentrasi (ppm)	Kadar Total Fenol (mg/g)	Rerata Kadar Total Fenol (mg/g)	stdev	cv
UI 1	10	0,2	100	0,491	47,758	238,791			
UI 2	10	0,2	100	0,582	57,758	288,791	266,447	25,420	9,540
UI 3	10	0,2	100	0,551	54,352	271,758			

Keterangan: FP = Faktor Pengenceran

b. Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Konsentrasi (ppm)	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
20	0,216	0,417	0,304
15	0,337	0,557	0,572
10	0,497	0,686	0,620
5	0,723	0,847	0,848
0 (kontrol)	0,989	0,989	0,989
IC ₅₀ (ppm)	24,321	34,355	30,267
Keterangan	Sangat Aktif	Sangat Aktif	Sangat Aktif
Rerata IC ₅₀ (ppm)		29,648	
stdev		5,046	
cv		17,019	



Lampiran 3. Data Hasil Analisa Penerimaan Keseluruhan

a. Data Panelis

Panelis	680	702	480	198	434	218	401	728	468	677	909	936	429
1	3	1	1	3	2	2	1	1	2	2	3	2	1
2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2
3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2
4	2	1	1	1	1	2	2	2	3	3	2	3	3
5	3	2	1	2	1	1	1	2	2	3	3	2	2
6	2	1	2	2	2	3	2	3	2	2	1	2	2
7	3	2	2	2	2	1	3	3	2	1	2	2	3
8	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
9	3	2	1	2	2	1	1	1	3	2	3	2	3
10	3	1	1	3	2	2	1	2	2	2	3	2	3
11	2	1	1	3	1	1	2	2	3	2	3	2	3
12	3	1	1	2	1	1	2	3	2	2	1	2	3
13	2	1	1	2	2	2	2	2	1	3	2	1	3
14	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2
15	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3
16	2	1	2	2	3	1	2	3	2	3	1	2	2
17	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2
18	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3
19	3	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	2
20	3	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3
21	3	2	2	3	2	2	1	1	2	2	1	2	2
22	2	1	1	3	2	1	1	3	3	3	2	1	3
23	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	2	1	2	3	1	2	1	1	2	1	1	1	1
26	3	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	3
27	3	1	2	2	2	3	1	2	1	2	1	1	2
28	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
29	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2
30	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2
31	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3
32	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	3
33	3	1	2	2	3	2	1	2	3	2	3	1	3
34	3	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3
35	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
36	3	1	1	3	1	2	1	2	3	2	1	1	3
37	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1
38	3	2	2	2	3	2	1	1	1	3	1	1	3
39	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
40	2	3	2	3	2	3	1	1	3	3	2	3	3
41	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2
42	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
43	1	1	2	3	1	2	1	2	1	3	2	1	3
44	3	1	1	2	1	2	1	1	2	2	3	2	3



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

45	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2
46	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2
47	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
48	1	1	1	2	2	1	2	3	1	2	3	2	3
49	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
50	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
51	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1
52	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2
53	3	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	3
54	2	2	1	1	2	3	1	3	2	2	2	1	2
55	2	1	1	2	1	1	1	3	2	1	2	1	3
56	3	2	2	2	1	3	1	2	2	2	2	2	3
57	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2
58	2	1	1	2	2	2	3	2	3	1	1	1	3
59	3	1	1	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3
60	2	3	1	3	3	1	2	3	2	2	2	2	3
61	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1	3
62	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1
63	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	3
64	2	1	2	3	2	1	2	3	2	2	2	2	3
65	2	1	1	3	2	1	1	3	3	2	1	2	3
66	3	1	1	2	3	2	1	1	1	3	1	1	3
67	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2	3	1	2
68	2	1	1	3	1	2	3	2	3	2	3	3	2
69	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2
70	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1
71	2	1	1	3	3	1	2	3	3	3	2	2	3
72	3	2	2	3	1	1	2	1	2	2	3	2	3
73	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
74	3	2	1	2	2	3	2	1	2	2	2	2	3
75	3	1	1	3	1	2	3	2	1	2	2	1	3
Rerata	2,25	1,36	1,32	1,97	1,59	1,60	1,43	1,69	1,79	1,92	1,75	1,61	2,36

Keterangan:

Suhu (C)	Waktu (menit)	Run Order	Nomor Acak
71	4	1	680
95	3	2	702
95	5	3	480
85	2,6	4	198
85	4	5	434
85	4	6	218
99	4	7	401
85	4	8	728



85	4	9	468
75	5	10	677
85	4	11	909
85	5,4	12	936
75	3	13	429

b. Data Analisa Minitab

Coded Coefficients

Term	Coef	SE Coef	95% CI	T-Value	P-Value	VIF
Constant	1,7415	0,0287	(1,6766; 1,8065)	60,64	0,000	
suhu	-0,3461	0,0366	(-0,4289; -0,2633)	-9,46	0,000	1,00
waktu	-0,1236	0,0366	(-0,2065; -0,0408)	-3,38	0,008	1,00
suhu*waktu	0,1000	0,0518	(-0,0171; 0,2171)	1,93	0,085	1,00

Model Summary

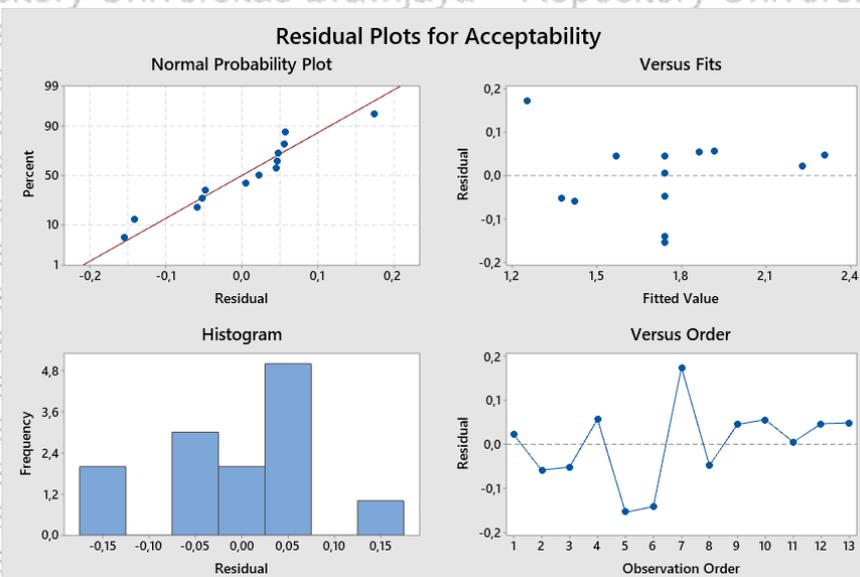
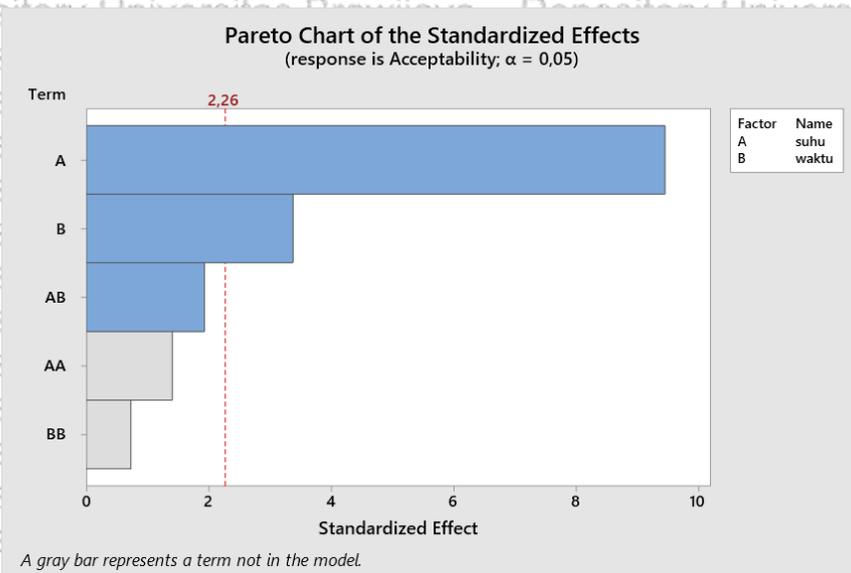
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)	AICc	BIC
0,103541	92,07%	89,43%	0,202372	83,37%	-8,28	-14,03

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	1,12077	92,07%	1,12077	0,373591	34,85	0,000
Linear	2	1,08077	88,79%	1,08077	0,540386	50,41	0,000
suhu	1	0,95848	78,74%	0,95848	0,958478	89,40	0,000
waktu	1	0,12229	10,05%	0,12229	0,122294	11,41	0,008
2-Way Interaction	1	0,04000	3,29%	0,04000	0,040000	3,73	0,085
suhu*waktu	1	0,04000	3,29%	0,04000	0,040000	3,73	0,085
Error	9	0,09649	7,93%	0,09649	0,010721		
Lack-of-Fit	5	0,06541	5,37%	0,06541	0,013082	1,68	0,317
Pure Error	4	0,03108	2,55%	0,03108	0,007769		
Total	12	1,21726	100,00%				

Regression Equation in Uncoded Units

Acceptability = 8,58 - 0,0746 suhu - 0,974 waktu + 0,01000 suhu*waktu



Lampiran 4. Data Hasil Analisa Aktivitas Antioksidan IC₅₀

a. Data Hasil Uji

Suhu (C)	Waktu (menit)	RunOrder	Konsentrasi Sampel (ppm)	Absorbansi	IC50 (ppm)	Ket
Kontrol (Metanol + DPPH)				0,935		
71	4	1	50	0,785	102,776	Sedang
			100	0,459		
			125	0,391		
			150	0,209		
95	3	2	50	0,537	85,286	Kuat
			100	0,448		
			125	0,261		
			150	0,145		



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Reposi

125 0,287

Repository

Reposi

150 0,188

Repository

Reposi

Repository

Reposi

Repository

75 3 13

50 0,702

Repository

Reposi

100 0,509

Repository

Reposi

125 0,360 105,477 Sedang

Repository

Reposi

150 0,278

Repository

Reposi

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

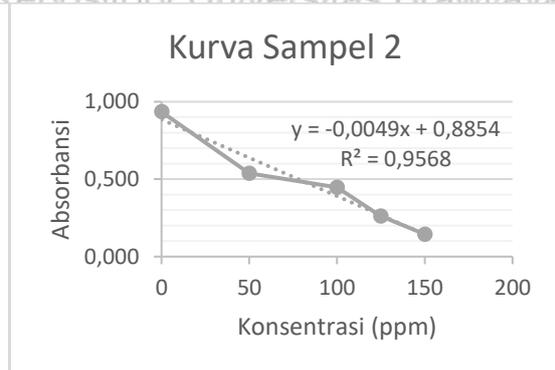
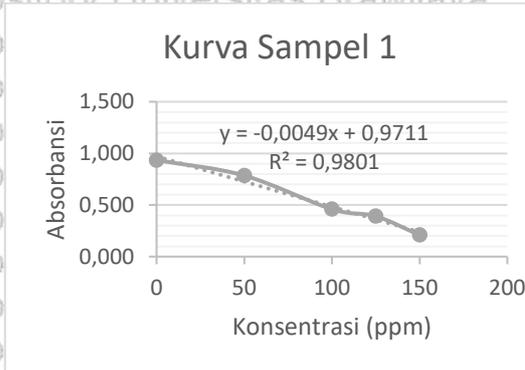
Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repo

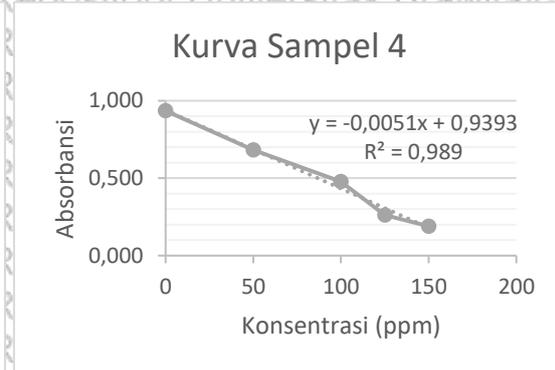
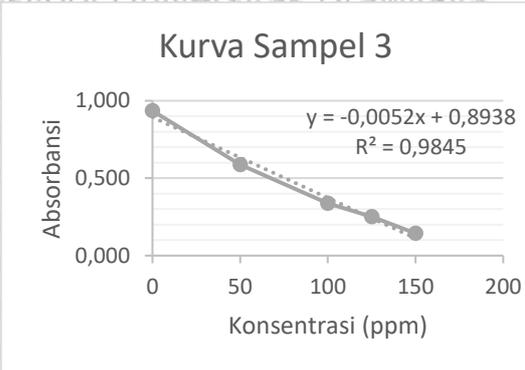


Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repo

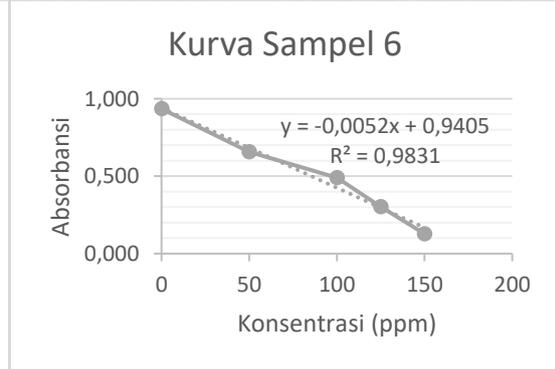
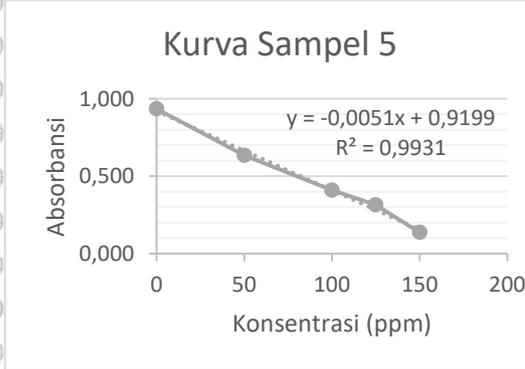


Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

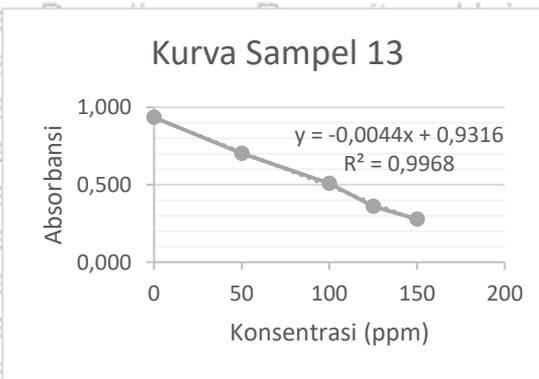
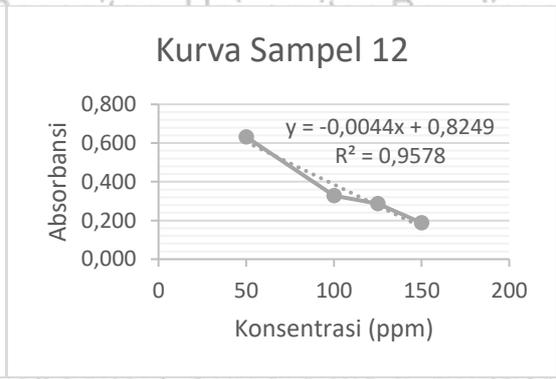
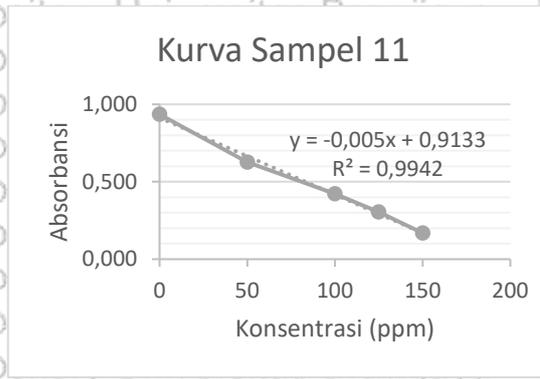
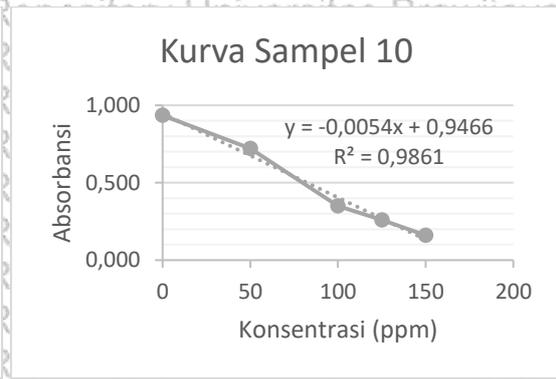
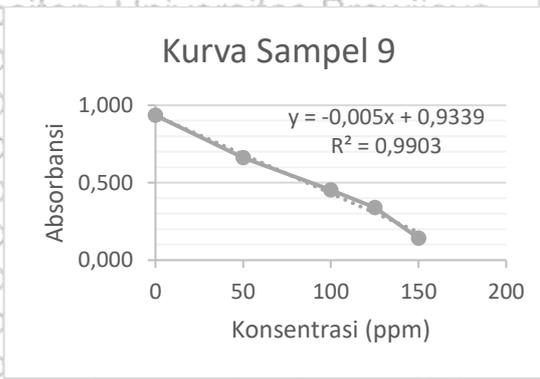
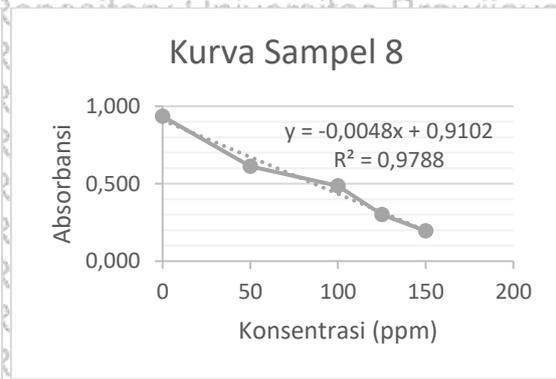
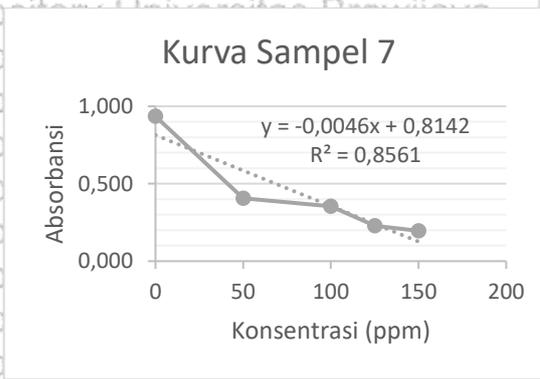
Repo



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository



b. Data Analisa Minitab

Coded Coefficients

Term	Coef	SE Coef	95% CI	T-Value	P-Value	VIF
Constant	89,822	0,717	(88,201; 91,443)	125,35	0,000	
suhu	-8,211	0,913	(-10,278; -6,145)	-8,99	0,000	1,00
waktu	-4,502	0,913	(-6,568; -2,436)	-4,93	0,001	1,00
suhu*waktu	3,36	1,29	(0,44; 6,28)	2,60	0,029	1,00

Model Summary

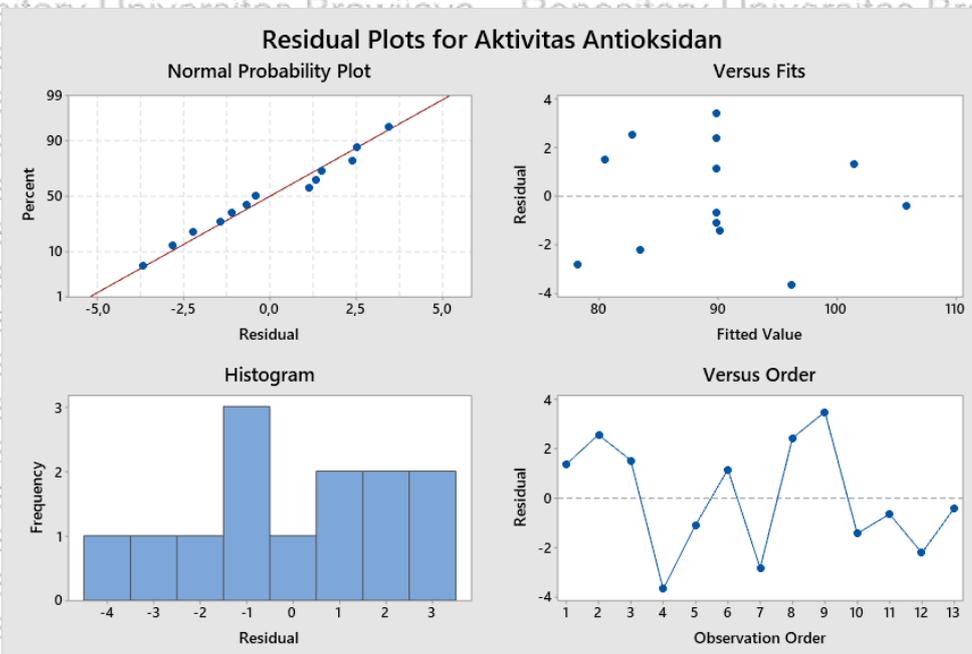
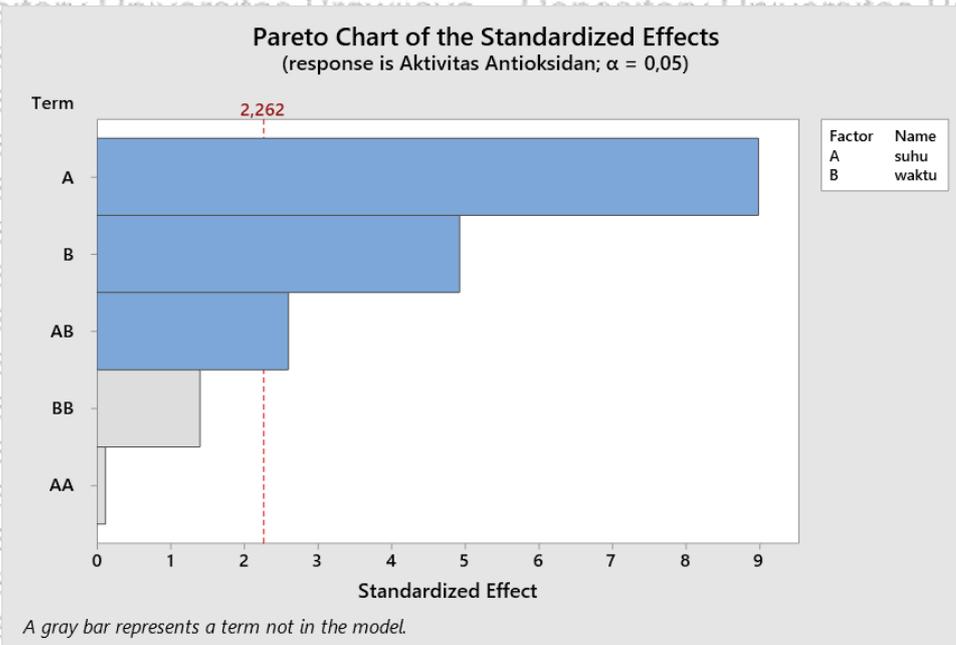
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)	AICc	BIC
2,58359	92,55%	90,07%	148,273	81,62%	75,36	69,62

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	746,78	92,55%	746,78	248,925	37,29	0,000
Linear	2	701,55	86,95%	701,55	350,776	52,55	0,000
suhu	1	539,40	66,85%	539,40	539,400	80,81	0,000
waktu	1	162,15	20,10%	162,15	162,151	24,29	0,001
2-Way Interaction	1	45,22	5,61%	45,22	45,224	6,78	0,029
suhu*waktu	1	45,22	5,61%	45,22	45,224	6,78	0,029
Error	9	60,07	7,45%	60,07	6,675		
Lack-of-Fit	5	44,80	5,55%	44,80	8,961	2,35	0,214
Pure Error	4	15,27	1,89%	15,27	3,818		
Total	12	806,85	100,00%				

Regression Equation in Uncoded Units

Aktivitas Antioksidan = 291,9 - 2,166 suhu - 33,1 waktu + 0,336 suhu*waktu



Lampiran 5. Data Hasil Verifikasi Kondisi Optimum

a. Data Hasil Verifikasi Penerimaan Keseluruhan

Data Panelis

Panelis	ul 1	ul 2	ul 3
1	3	3	3
2	1	1	1
3	1	1	2
4	3	1	2
5	2	2	2
6	3	2	2
7	3	2	2



Repository Universitas Brawijaya				
Repository Universitas Brawijaya	56	2	2	3
Repository Universitas Brawijaya	57	3	3	2
Repository Universitas Brawijaya	58	1	1	2
Repository Universitas Brawijaya	59	3	2	3
Repository Universitas Brawijaya	60	1	3	3
Repository Universitas Brawijaya	61	2	1	2
Repository Universitas Brawijaya	62	1	1	2
Repository Universitas Brawijaya	63	2	2	2
Repository Universitas Brawijaya	64	1	3	1
Repository Universitas Brawijaya	65	2	3	2
Repository Universitas Brawijaya	66	3	2	3
Repository Universitas Brawijaya	67	1	1	2
Repository Universitas Brawijaya	68	2	1	2
Repository Universitas Brawijaya	69	1	2	2
Repository Universitas Brawijaya	70	3	1	2
Repository Universitas Brawijaya	71	2	2	2
Repository Universitas Brawijaya	72	1	3	2
Repository Universitas Brawijaya	73	2	1	2
Repository Universitas Brawijaya	74	3	2	2
Repository Universitas Brawijaya	75	1	3	1
Repository Universitas Brawijaya	Rerata	1,8933	1,9067	2,0133
Repository Universitas Brawijaya	Rerata			
Repository Universitas Brawijaya	123		1,9378	
Repository Universitas Brawijaya	stdev			
Repository Universitas Brawijaya	123		0,0658	
Repository Universitas Brawijaya	cv 123		3,395603	

Data Analisa Minitab

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
prediksiiii	3	1,8640	0,0000	0,0000
acc	3	1,9378	0,0658	0,0380

Estimation for Paired Difference

				95% CI for
Mean	StDev	SE Mean	$\mu_{\text{difference}}$	$\mu_{\text{difference}}$
-0,0737	0,0658	0,0380		(-0,2371; 0,0896)
$\mu_{\text{difference}}$: mean of (prediksiiii - acc)				

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$

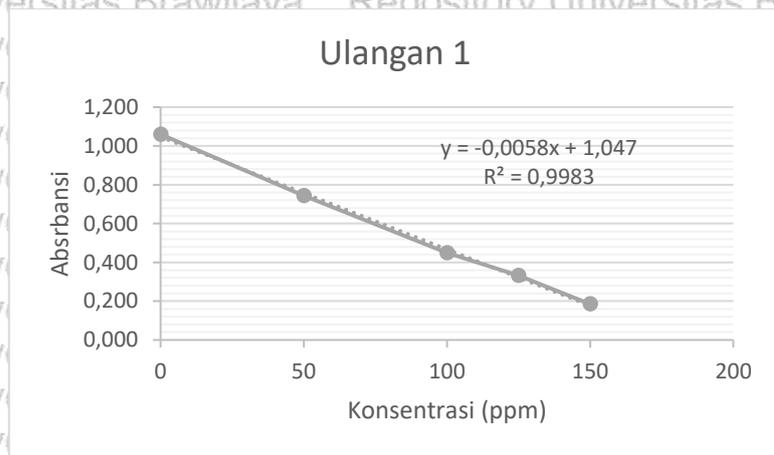
Alternative hypothesis $H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$

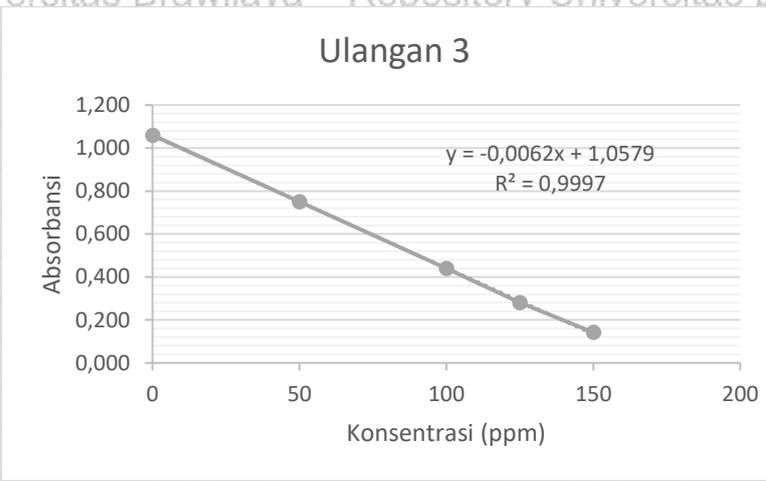
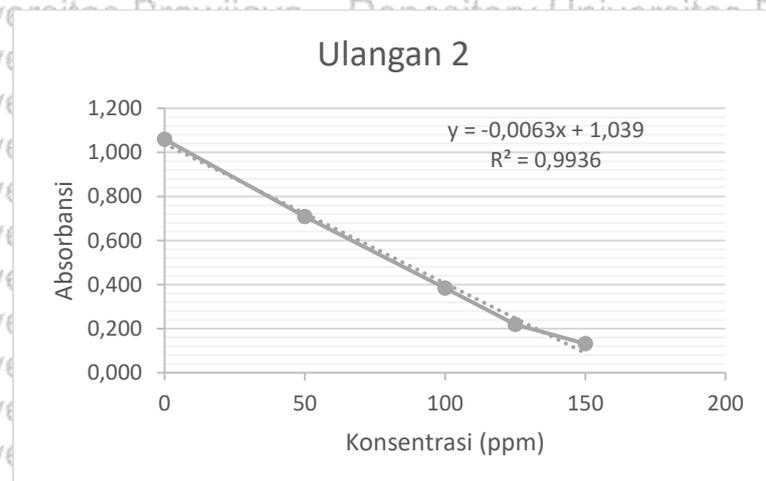
T-Value P-Value

-1,94 0,192

b. Data Hasil Aktivitas Antioksidan
Data Hasil Uji

Suhu	Konsentrasi Sampel (ppm)	Absorbansi	Kapasitas Antioksidan (%)	IC50 (ppm)	Ket
Kontrol		1,060			
UI 1	50	0,744	29,811	89,138	Kuat
	100	0,449	57,642		
	125	0,332	68,679		
	150	0,185	82,547		
UI 2	50	0,709	33,113	80,794	Kuat
	100	0,384	63,774		
	125	0,219	79,340		
	150	0,132	87,547		
UI 3	50	0,750	29,245	85,145	Kuat
	100	0,439	58,585		
	125	0,280	73,585		
	150	0,142	86,604		
Rerata Kadar				85,026	Kuat
St Dev				4,173	
CV				4,908	





Data Analisa Minitab Paired t-Test

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
prediksi	3	90,17	0,00	0,00
antioksidan	3	85,03	4,17	2,41

Estimation for Paired Difference

Mean	StDev	SE Mean	95% CI for $\mu_{\text{difference}}$
5,14	4,17	2,41	(-5,22; 15,51)

$\mu_{\text{difference}}$: mean of (prediksi - antioksidan)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$
 Alternative hypothesis $H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$

T-Value P-Value

2,13 0,166



Lampiran 6. Data Hasil Karakterisasi Kondisi Optimum Kadar Total Fenol

	Vol. Sampel (ml)	Berat Sampel (g)	FP	Abs	Konsentrasi (ppm)	Kadar Total Fenol (mg/g)	Rerata Kadar Total Fenol (mg/g)	stdev	cv
UI 1	50	2,75	50	0,470	45,451	41,319	43,849	2,212	5,045
UI 2	50	2,75	50	0,511	49,956	45,415			
UI 3	50	2,75	50	0,505	49,297	44,815			

Keterangan: FP = Faktor Pengenceran

Lampiran 7. Data Hasil Karakterisasi Kondisi Optimum Warna

a. Kecerahan (L*)

Ulangan	L1	L2	L3	Rerata L	st dev	cv	Rerata L 123	st dev 123	cv 123
1	24,2	24,9	25,3	24,8	0,56	2,25	25,47	0,60	2,36
2	26,6	25,1	25,2	25,6	0,84	3,27			
3	25,4	26,1	26,4	26,0	0,51	1,98			

b. Kemerahan (a*)

Ulangan	a1	a2	a3	Rerata a	st dev	cv	Rerata a 123	st dev 123	cv 123
1	-0,2	1,1	0	0,6	0,78	141,42	0,88	2,04	230,63
2	5,6	3,5	0,1	3,1	2,78	90,51			
3	-1,5	-0,8	-0,6	-1,0	0,47	-48,89			

c. Kekuningan (b*)

Ulangan	b1	b2	b3	Rerata b	st dev	cv	Rerata b 123	st dev 123	cv 123
1	4,5	7,4	-0,7	3,7	4,10	109,93	7,03	5,89	83,74
2	14,5	22,5	4,5	13,8	9,02	65,19			
3	1,9	4,9	3,8	3,5	1,52	42,95			

Lampiran 8. Data Hasil Karakterisasi Kondisi Optimum Sensoris (JAR dan *Penalty Analysis*)

a. Data Panelis

Panelis	Warna	Aroma	Pahit	Sepet	Kesukaan Keseluruhan
1	3	2	2	1	5
2	4	2	5	4	2
3	3	4	5	4	3
4	3	4	2	5	3
5	3	4	4	3	4
6	4	3	4	3	4
7	4	3	2	2	4
8	3	3	3	1	3
9	4	3	2	4	4
10	5	3	4	5	3
11	5	4	3	5	3
12	3	2	2	3	4
13	3	2	5	4	3
14	3	2	3	4	4
15	4	3	2	4	4
16	5	4	3	5	4
17	2	4	5	4	4
18	4	4	4	5	3
19	3	2	5	4	1
20	4	5	2	4	4
21	3	4	2	3	5
22	3	3	4	5	2
23	4	4	2	3	3
24	4	3	4	4	4
25	4	3	2	2	2
26	2	2	4	5	2
27	3	2	4	3	5
28	5	3	4	4	3
29	4	5	5	3	4
30	5	4	5	5	5
31	3	2	3	4	4
32	5	5	4	3	3
33	4	3	4	2	3
34	3	1	3	2	5
35	4	4	4	3	4
36	4	4	2	5	4
37	3	3	5	5	2
38	4	3	4	2	3
39	4	5	4	4	4
40	4	4	3	2	4



b. Data Analisa XLSTATS

Summary Statistics:

Variable	Obs.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Min.	Max.	Mean	Std. dev
Kesukaan							
Keseluruhan	75	0	75	1,000	5,000	3,520	0,935
Warna	75	0	75	2,000	5,000	3,707	0,818
Aroma	75	0	75	1,000	5,000	3,373	0,997
Rasa Pahit	75	0	75	2,000	5,000	3,520	1,044
Rasa Sepet	75	0	75	1,000	5,000	3,480	1,044

Correlation matrix (Spearman):

Variables	Kesukaan Keseluruhan	Warna	Aroma	Rasa Pahit	Rasa Sepet
Kesukaan Keseluruhan	1	0,130	0,161	0,188	0,304
Warna	0,130	1	0,284	0,004	0,169
Aroma	0,161	0,284	1	0,056	0,014
Rasa Pahit	-0,188	-0,004	0,056	1	0,153
Rasa Sepet	-0,304	0,169	-0,014	0,153	1

Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0.05

Frequencies of the various levels:

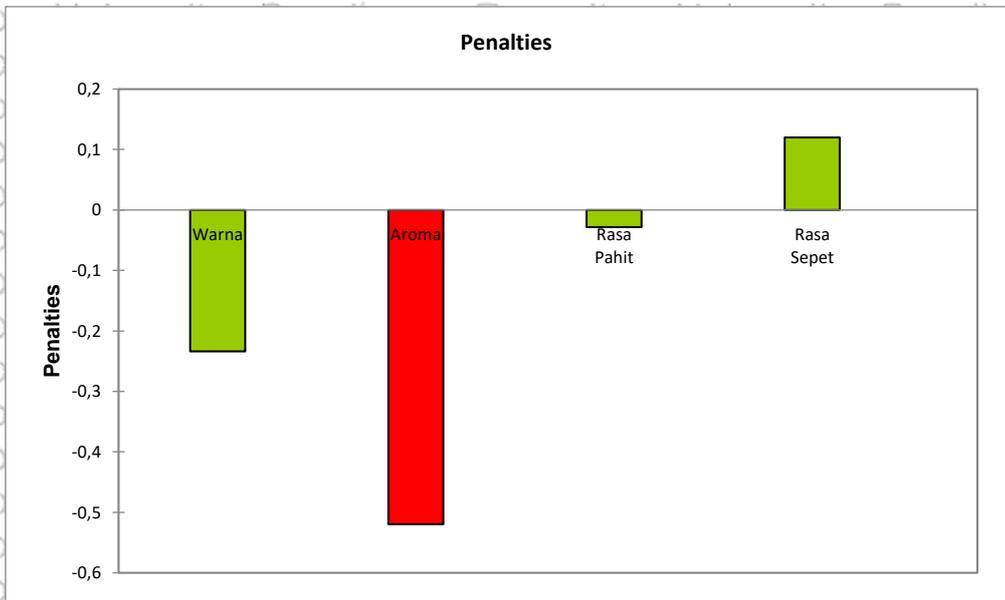
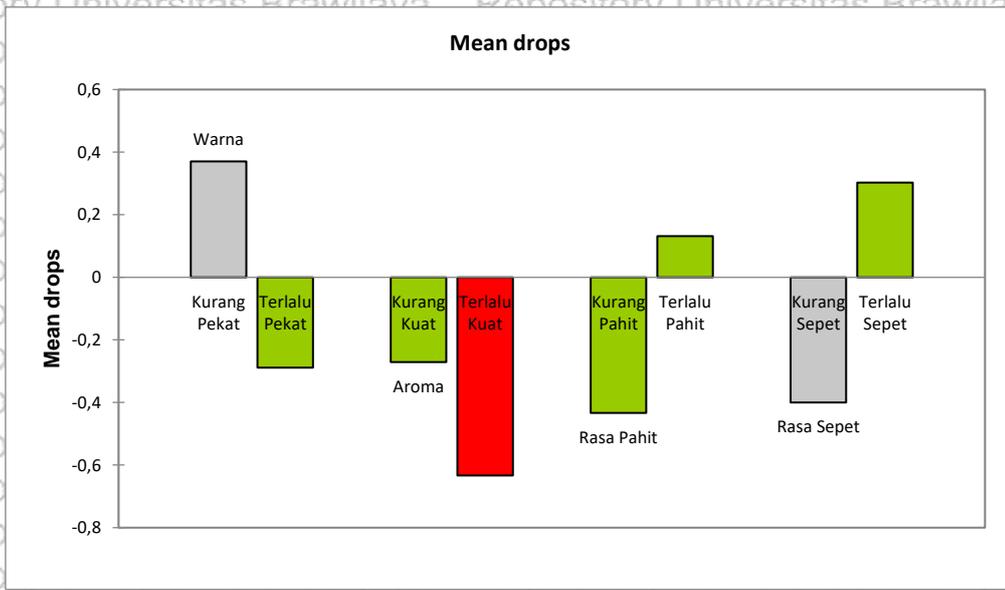
Level	Warna	Aroma	Rasa Pahit	Rasa Sepet
1	0	1	0	2
2	4	15	15	11
3	27	24	22	25
4	31	25	22	23
5	13	10	16	14

Frequencies of the collapsed levels:

Level	Warna	Aroma	Rasa Pahit	Rasa Sepet
Too little	4	16	15	13
JAR	27	24	22	25
Too much	44	35	38	37



Summary.



Mean drops vs %.

Variable	Level	%	Mean drops
Warna	Kurang Pekat	5,333	0,370
	Terlalu Pekat	58,667	-0,289
Aroma	Kurang Kuat	21,333	-0,271
	Terlalu Kuat	46,667	-0,633
Rasa Pahit	Kurang Pahit	20,000	-0,433
	Terlalu Pahit	50,667	0,132
Rasa Sepet	Kurang Sepet	17,333	-0,400
	Terlalu Sepet	49,333	0,303

Lampiran 9. Dokumentasi Pembuatan Teh Hijau Pucuk Merah Kering



Tanaman Pucuk Merah



Pemetikan Daun Pucuk Merah



Sortasi Daun Pucuk Merah



Pelayuan



Fixing (Pengkukusan)

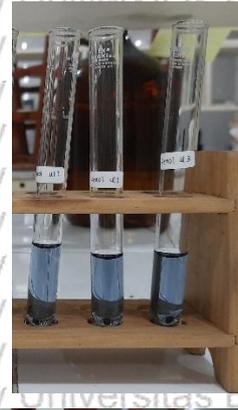


Teh Hijau Pucuk Merah Kering

Lampiran 10. Dokumentasi Penyeduhan Teh Hijau Pucuk Merah Metode French Press



Lampiran 11. Dokumentasi Uji Kimia dan Warna



Lampiran 12. Dokumentasi Uji Organoleptik



