

PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN LAMA PENGERINGAN TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK TEH HERBAL PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*)

SKRIPSI

Oleh :

MARIETA SESA KINI

16510010111069



JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2020



PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN LAMA PENGERINGAN TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA, DAN ORGANOLEPTIK TEH HERBAL PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*)

SKRIPSI

Oleh :

MARIETA SESA KINI

165100101111069

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknologi Pangan



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2020



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah (*Syzygium Oleana*)

Nama Mahasiswa : Marieta Sesa Kini

NIM : 165100101111069

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing,

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

Tanggal Persetujuan :

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah (Syzygium oleana)

Nama Mahasiswa : Marieta Sesa Kini

NIM : 165100101111069

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I, Dosen Penguji II,


Prof. Dr. Ir. Tri Dewanti Widyaningsih, M.Kes
 NIP. 195108181987032001


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

Dosen Pembimbing,


Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc.
 NIP. 19631216 198803 1 002


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

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Marieta Sesa Kini

NIM : 165100101111069

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

Menyatakan bahwa,

Tugas akhir dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 19 Agustus 2020

Pembuat Pernyataan



Marieta Sesa Kini

NIM. 165100101111069

Marieta Sesa Kini. 165100101111069. Pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah (*Syzygium oleana*). Skripsi. Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc.

RINGKASAN

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) merupakan tanaman hias yang populer di Indonesia. Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) memiliki kandungan fenol yang tinggi, flavonoid, antioksidan dan asam betulinic. Kandungan senyawa metabolit sekunder yang dapat berfungsi sebagai antioksidan serta aroma yang khas dan disukai oleh masyarakat maka pucuk merah berpotensi menjadi produk fungsional yaitu teh herbal. Untuk mendapatkan teh herbal dengan kualitas yang diinginkan maka perlu pengolahan yang tepat untuk meningkatkan aroma, warna dan rasa dari teh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi dan lama pengeringan terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik teh herbal pucuk merah.

Metode untuk penelitian ini maka menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAK FAKTORIAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama variasi lama fermentasi yang terdiri dari 4 level yaitu 0 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan faktor kedua merupakan variasi lama pengeringan yang terdiri dari 3 level yaitu 3 jam, 4 jam, 5 jam. Pada perlakuan ini didapatkan 12 kombinasi perlakuan yang akan diulang sebanyak 3 kali, sehingga didapatkan 36 satuan percobaan. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) menggunakan General Linear Model aplikasi Minitab 17 dan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) apabila terjadi interaksi dengan selang kepercayaan 95%. Pemilihan perlakuan terbaik teh herbal pucuk merah menggunakan metode *Indeks Efektivitas*.

Terdapat adanya interaksi antara perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan terhadap aktivitas antioksidan, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*), tingkat kekuningan (b^*) dan parameter organoleptik warna, aroma, rasa teh herbal pucuk merah. Lama fermentasi dan lama pengeringan memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap total fenol, kadar flavonoid, kadar tanin, aktivitas antioksidan, kecerahan (L), kemerahan (a), kekuningan (b) dan organoleptik teh herbal pucuk merah. Perlakuan terbaik yang diperoleh teh herbal pucuk merah dengan perlakuan lama fermentasi 4 jam dan lama pengeringan 3 jam berdasarkan parameter organoleptik. Perlakuan terbaik ini memiliki karakteristik yaitu kadar air 5,10%, total fenol 287,24 mg/g, kadar flavonoid 93,96 mg/g, kadar tanin 44,11 mg/g, aktivitas antioksidan 12,38 ppm, kecerahan (L) 27,8, kemerahan (a) 4,80, kekuningan (b) 24,11, nilai tingkat kesukaan oleh panelis ada warna 3,79, aroma 3,76 dan rasa 2,89. Perlakuan teh herbal pucuk merah metode teh hitam dibandingkan dengan metode teh hijau dimana didapatkan bahwa kadar fenol teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam adalah 330,32 mg/g dan 287,24 mg/g, kadar tanin teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam adalah 58,26 mg/g dan 44,11 mg/g, katekin teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam adalah 0,22% dan 0,17%. Kadar kuersetin teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam mengalami peningkatan dengan nilai 0,0096% menjadi 0,029%.

Kata Kunci: Pucuk Merah, Pengeringan, Fermentasi, Teh Herbal

Marieta Sesa Kini. 165100101111069. Effects of Fermentation Time and Drying Time on Physical, Chemical and Organoleptic Properties of Pucuk Merah Herbal Tea (*Syzygium oleana*). Skripsi. Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc.

SUMMARY

Pucuk merah plant (*Syzygium oleana*) is one of the ornamental plants that are popular in Indonesia. Pucuk merah leaf have high phenol content, flavonoids, antioxidants and betulinic acid. The content of secondary metabolites that can be used as antioxidants and distinctive aroma liked by the public. Pucuk merah leaf have the potential to become a functional product such as a herbal tea. To get the high quality of pucuk merah herbal tea, proper processing is required to increase the aroma, color and taste of the tea. The research aims to determine the effect of fermentation time and drying time on the physical, chemical and organoleptic properties of pucuk merah herbal tea.

The method used in this research was Randomized Block Design with 2 factors. The first factor was the variation of fermentation time (0 hours, 2 hours, 3 hours, 4 hours), the second factor was the variation of drying time (3 hours, 4 hours, 5 hours). The data obtained were analyzed by ANOVA (Analysis of Variance) by General Linear Model of Minitab 17 and continued by BNT or DMRT (Duncan's Multiple Range Test) with 95% confidence interval. The best treatment analysis of pucuk merah herbal tea used Effective Index method.

There was an interaction between the treatment of fermentation time and drying time on antioxidant activity, brightness level (L^*), redness level (a^*), yellowish level (b^*) and organoleptic parameters of color, aroma, taste of pucuk merah herbal tea. Fermentation time and drying time have a significant effect ($\alpha = 0.05$) on total phenol, flavonoid levels, tannin levels, antioxidant activity, brightness (L), redness (a), yellowish (b) and organoleptic pucuk merah herbal tea. The best treatment obtained by pucuk merah herbal tea with 4 hours fermentation and 3 hours drying time based on organoleptic parameters. This best treatment has the characteristics of 5.10% water content, total phenol 287.24 mg/g, flavonoid levels 93.96 mg/g, tannin levels 44.11 mg/g, antioxidant activity 12.38 ppm, brightness (L) 27.8, redness (a) 4.80, yellowish (b) 24.11, the value of the level of preference by panelists is 3.79, aroma 3.76 and taste 2.89. The pucuk merah herbal tea treatment method of black tea compared with the green tea method where it found that phenol content in green tea method dan black tea was 330.32 mg/g and 287.24 mg/g, the tannin content in green tea method dan black tea was 58.26 mg/g and 44.11 mg/g, catechins content in green tea method dan black tea was 0,22% and 0,17%, quercetin level of green tea method and black tea was 0.0096% and 0.029%.

Keywords: Pucuk Merah, Fermentation, Drying, Herbal Tea

DAFTAR ISI

RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Pucuk Merah	4
2.2 Teh Herbal	6
2.3 Polifenol Oksidase	12
2.4 Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Pucuk Merah	13
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	20
3.5 Analisis Data	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Analisis Bahan Baku	24
4.2 Karakteristik Kimia Teh Herbal Pucuk Merah	25
4.3 Karakteristik Fisik Teh Herbal Pucuk Merah	38
4.4 Penilaian Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah	46
4.5 Pemilihan Perlakuan Terbaik	56
4.6 Perbandingan Karakteristik Teh Herbal Pucuk Merah Metode Teh Hitam dan Teh Hijau	57
V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Syarat mutu teh kering dalam kemasan.....12

Tabel 3.1. Kombinasi Perlakuan Rancangan Percobaan.....19

Tabel 4.1. Hasil Analisis Bahan Baku Daun Pucuk Merah.....24

Tabel 4.2. Rerata Kadar Air Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Fermentasi.....26

Tabel 4.3. Rerata Kadar Air Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Pengeringan27

Tabel 4.4. Rerata Total Fenol Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Fermentasi.....28

Tabel 4.5. Rerata Total Fenol Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Pengeringan29

Tabel 4.6. Rerata Kadar Flavonoid Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Fermentasi.....31

Tabel 4.7. Rerata Kadar Flavonoid Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Pengeringan32

Tabel 4.8. Rerata Kadar Tanin Teh herbal pucuk merah dari Lama Fermentasi33

Tabel 4.9. Rerata Kadar Tanin Teh herbal pucuk merah dari Lama Pengeringan.....34

Tabel 4.10. Rerata Aktivitas Antioksidan IC₅₀ pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan36

Tabel 4.11. Rerata Tingkat Kecerahan (L) pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan40

Tabel 4.12. Rerata Tingkat Kemerahan (a) pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan43

Tabel 4.13. Rerata Tingkat Kekuningan (b) pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan45

Tabel 4.14. Rerata Tingkat Kesukaan Atribut Warna Teh Herbal Pucuk Merah.....48

Tabel 4.15. Rerata Tingkat Kesukaan Atribut Aroma Teh Herbal Pucuk Merah.....50

Tabel 4.16. Rerata Tingkat Kesukaan Atribut Rasa Teh Herbal Pucuk Merah.....543

Tabel 4.17. Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik pada Perlakuan Terbaik.....56

Tabel 4.18. Perbandingan Karakteristik Teh Herbal Pucuk Merah Metode Teh Hitam dan Metode Teh Hijau57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tanaman Pucuk Merah 4

Gambar 2.2. Reaksi Fermentasi/Oksidasi Enzimatis Teh 10

Gambar 2.3. Struktur Fenol 14

Gambar 2.4. Flavonoid pada Teh 15

Gambar 2.5. Klasifikasi Tanin 16

Gambar 2.6. Bentuk sederhana tanin terkondensasi 17

Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Teh Herbal Pucuk Merah 23

Gambar 4.1. Grafik Rerata Tingkat Kesukaan Warna Air seduhan Teh Herbal Pucuk Merah dengan Lama fermentasi dan Lama pengeringan 47

Gambar 4.2. Grafik Rerata Tingkat Kesukaan Aroma Air seduhan Teh Herbal Pucuk Merah dengan Lama fermentasi dan Lama pengeringan 50

Gambar 4.3. Grafik Rerata Tingkat Kesukaan Rasa Air seduhan Teh Herbal Pucuk Merah dengan Lama fermentasi dan Lama pengeringan 533

Gambar 4.4. Perbandingan HPLC Kuersetin pada Teh Hijau dan Teh Hitam 59



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa.....	67
Lampiran 2. Data Hasil Analisa Kadar Air	73
Lampiran 3. Data Hasil Analisa Total Fenol	75
Lampiran 4. Data Hasil Analisa Kadar Flavonoid	77
Lampiran 5. Data Hasil Analisa Kadar Tanin	79
Lampiran 6. Data Hasil Analisa Aktivitas Antioksidan IC ₅₀	81
Lampiran 7. Data Hasil Analisa Warna Tingkat Kecerahan L*	83
Lampiran 8. Data Hasil Analisa Warna Tingkat Kemerahan a*	85
Lampiran 9. Data Hasil Analisa Warna Tingkat Kekuningan b*	87
Lampiran 10. Analisa Warna Sensori.....	89
Lampiran 11. Analisa Aroma Sensori.....	93
Lampiran 12. Analisa Rasa Sensori.....	97
Lampiran 13. Kuisioner Uji Organoleptik.....	101
Lampiran 14. Bobot Pemilihan Perlakuan Terbaik	103
Lampiran 15. Lampiran Hasil Analisis Katekin	105
Lampiran 16. Lampiran Hasil Analisis Kuercetin	105
Lampiran 17. Perbandingan Teh Herbal Pucuk Merah Metode Teh Hijau dan Teh Hitam.....	107
Lampiran 18. Uji Korelasi.....	107
Lampiran 19. Dokumentasi Pribadi	108

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pucuk merah atau *Syzygium oleana* merupakan tanaman hias yang memiliki ciri khas berwarna merah dan berubah menjadi hijau ketika menua. Saat ini pemanfaatan pucuk merah hanya sebatas tanaman hias (Sembiring *et al.*, 2015). Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) diketahui memiliki keunggulan berupa kandungan fenol yang tinggi, flavonoid, antioksidan, asam betulinat, alkaloid, triterpenoid, steroid dan saponin (Yuwono dan Faustina, 2019; Haryati dan Pitaloka, 2019). Pada penelitian terdahulu dijelaskan bahwa dengan uji *in vivo* pada ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium campanulatum korth*) tidak toksik dan memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Aisha *et al.*, 2013). Menurut Anggraini (2017) kandungan antioksidan pada daun pucuk merah dengan pelarut metanol ialah sebesar 26,4%, total polifenol sebesar 78,87 mg/mL dan antiosianin sebesar 19,20%. Senyawa antioksidan yang tinggi pada pucuk merah mampu mengurangi stres oksidatif serta dapat mengurangi efek toksik radikal bebas pada tubuh manusia (Sundhani *et al.*, 2016).

Adanya potensi senyawa bioaktif pada tanaman pucuk merah mendukung pemanfaatannya sebagai bahan baku produk minuman teh herbal yang proses pembuatannya tergolong mudah dan murah. Teh herbal merupakan teh yang bukan berasal dari *Camellia sinensis*, namun berasal dari daun, biji-bijian, kacang-kacangan, kulit kayu, buah-buahan, bunga, atau elemen botani lainnya, yang bermanfaat untuk kesehatan karena adanya kandungan senyawa antioksidan, antibakteri dan anti-inflamasi (Ravikumar, 2014; Chandrasekara dan Shahidi, 2018). Beberapa metode pembuatan teh yaitu teh yang difermentasi (teh hitam), teh semi fermentasi (teh oolong) dan teh tanpa fermentasi (teh hijau dan teh putih) (Yuwono dan Waziroh, 2017). Pada penelitian teh herbal pucuk merah oleh Faustina (2018) menggunakan metode teh hijau dengan faktor lama pelayuan dan perajangan memiliki tingkat kesukaan sensori yang cenderung rendah karena warna air seduhan yang cenderung terang, aroma yang kurang pekat dan rasa yang pahit. Pada penelitian membandingkan karakteristik sensori pada teh maka disebutkan bahwa teh hijau memiliki warna yang lebih terang, dengan aroma *green*, dan rasa pahit, *light astringent*, dan umami (Chaturvedula dan Prakash, 2011). Oleh karena itu dipilih metode hitam yang mampu meningkatkan warna air seduhan teh dan menghasilkan aroma teh yang lebih manis (Chaturvedula dan Prakash, 2011). Hal tersebut terjadi karena proses fermentasi pada metode teh hitam yang dapat mengubah senyawa katekin menjadi theaflavin dan thearubigin (Stoknicka *et al.*, 2011). Tahapan yang memiliki peranan penting pada sifat fisik,

kimia dan organoleptik teh herbal pucuk merah yaitu proses fermentasi dan proses pengeringan.

Proses fermentasi pada teh adalah proses dimana terjadi oksidasi enzimatik pada daun teh yang dibantu dengan enzim polifenol oksidase membentuk senyawa thearubigin dan theaflavin yang mempengaruhi karakteristik teh (Stoknicka *et al.*, 2011). Penentuan lama fermentasi merupakan salah satu tantangan yang dihadapi untuk memperoleh karakteristik berupa warna, aroma dan rasa yang disukai oleh konsumen, serta meminimalisir kehilangan komponen fenolik yang dapat bekerja sebagai senyawa antioksidan pada teh. Secara umum, lama fermentasi pada teh hitam ialah 2-4 jam menggunakan suhu antara 24°C-29°C (Pou, 2016). Pada pengolahan teh herbal bunga lotus oksidasi enzimatik dilakukan selama 135 menit pada suhu 27°C (Kusumaningrum *et al.*, 2013). Lama fermentasi yang tidak tepat mengakibatkan permasalahan rasa yang dihasilkan akan lebih pahit dibandingkan teh yang tidak difermentasi. Semakin lama fermentasi dapat mengakibatkan hilangnya senyawa bioaktif pada teh dan mengurangi senyawa antioksidan dari teh itu sendiri. Theaflavin dan thearubigin merupakan senyawa pada teh hitam yang mampu memberikan warna lebih gelap, dengan aroma yang lebih kuat serta aroma yang lebih manis, dan rasa pahit serta *strong astringent* (Stoknicka *et al.*, 2011).

Proses pengeringan merupakan tahapan penting untuk mengontrol proses fermentasi yang terlalu lama, mengarah pada pembentukan rasa pahit (Sharma dan Dutta, 2019). Pengeringan teh bertujuan menghentikan aktivitas enzim dan mengakibatkan terjadinya penguapan air bersama senyawa volatil yang ada pada daun teh (Hartoyo, 2003). Aktivitas enzim dapat terhenti pada proses pengeringan karena berkurangnya kadar air dan denaturasi oleh suhu panas. Lama dan suhu pengeringan yang tepat akan memberikan flavor yang disukai oleh konsumen (Teshome *et al.*, 2013). Pada penelitian terdahulu daun teh *Camellia sinensis* dikeringkan menggunakan suhu 60°C menghasilkan kadar air lebih kecil dan aktivitas enzim mengalami inaktivasi lebih cepat (Taufik *et al.*, 2016). Penelitian teh herbal bunga kenanga mendapati lama pengeringan optimum 105 menit karena memiliki evaluasi sensori paling baik yaitu disukai dan tidak pahit, dengan warna kuning keemasan dan aroma yang masih kuat (Noviana, 2018). Waktu pengeringan juga perlu diperhatikan untuk mempertahankan senyawa biokimia pada teh.

Penelitian mengenai pemanfaatan pucuk merah pada pembuatan teh herbal dengan metode teh hitam masih minim publikasi. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi dan lama pengeringan terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik teh herbal pucuk merah (*Syzygium oelana*) sehingga diperoleh produk teh herbal yang memiliki karakteristik baik dan dapat diterima oleh masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik teh herbal pucuk merah
2. Bagaimana pengaruh lama pengeringan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik teh herbal pucuk merah
3. Bagaimana pengaruh interaksi lama fermentasi dan lama pengeringan pada karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik teh herbal daun pucuk merah ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik teh herbal daun pucuk merah
2. Mengidentifikasi pengaruh lama pengeringan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik teh herbal daun pucuk merah
3. Mengidentifikasi adanya interaksi lama fermentasi dan lama pengeringan pada karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik teh herbal daun pucuk merah ?

1.4 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan nilai jual serta memaksimalkan manfaat pucuk merah sebagai produk teh herbal dengan sifat fisik, kimia, organoleptik yang baik
2. Memberikan informasi kepada pembaca tentang pengolahan teh herbal pucuk merah dengan karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik yang baik
3. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang relevan

1.5 Hipotesis

Diduga terdapat pengaruh dan interaksi antara lama fermentasi dan lama pengeringan yang berbeda terhadap sifat fisik, kimia, dan organoleptik teh herbal pucuk merah

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pucuk Merah

Klasifikasi tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) menurut Santoni (2013) pada Ningsih (2017) maka sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Sub Divisi : Angiospermae

Class : Magnoliopsida

Sub Class : Rosidae

Ordo : Mytales

Famili : Myrtaceae

Genus : *Syzygium*

Spesies : *Syzygium oleana*

Tanaman ini juga merupakan tanaman yang memiliki tingkat adaptasi dan toleransi yang tinggi pada lingkungan. Daun tanaman pucuk merah ini apabila diremas maka akan memproduksi wangi yang khas dari minyak atisiri yang akan sama dengan wangi cinnamon (Memon *et al.*, 2014).



Gambar 2.1: Tanaman Pucuk Merah (Dokumentasi Pribadi)

2.1.1 Morfologi Pucuk Merah

Tanaman ini memiliki keunikan yaitu tunas daun yang baru tumbuh pada bagian pucuk dengan warna merah, dimana warna merah kemudian berubah menjadi hijau apabila umur daun sudah tua. Tanaman ini memiliki kolaborasi warna daun terdiri dari hijau, kuning, oranye, dan merah (Ningsih, 2017). Pucuk merah (*Syzygium oleana*) adalah jenis tanaman perdu yang daunnya tumbuh rapat dengan daun lainnya. Daun ini memiliki tekstur halus dengan panjang daun berkisar 5 cm dan permukaan daun mengkilap. Diameter tanaman ini mencapai 30 cm serta tinggi sekitar 7 meter. Usia tanaman ini juga mencapai puluhan tahun. Genus *Syzygium* ini sendiri diperkirakan terdapat 1.100 spesies. Ciri khas yang dimiliki adalah aroma khas minyak atsiri yang terkandung pada berbagai *Syzygium*, jika daunnya diremas. Daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berupa daun tunggal yang berbentuk lanset, tumbuh berhadapan, tangkai pendek atau hampir duduk, dan daun bagian atas mengkilat. Ukuran daun ini juga sekitar ± 6 cm dan lebar ± 2 cm, dengan tulang daun menyirip. Akar pucuk merah ini yaitu akar tunggang dan komersial tanaman ini paling populer dengan cara cangkok atau stek batang. Manfaat pucuk merah saat ini hanya sebatas tanaman hias dan tanaman peneduh (Puspitasari, 2016).

2.1.2 Kandungan dan Manfaat Pucuk Merah

Syzygium merupakan *genus* yang memiliki kandungan seperti tanin, fenol, flavonoid, dan terpenoid (Gatur dan Bialangi, 2011). Pucuk merah memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, kalkan, dan terpenoid (Memon, 2015). Pada pucuk merah terdapat senyawa polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan dan mampu mengurangi stres oksidatif serta dapat mengurangi efek toksik radikal bebas yang diproduksi di bawah kondisi hiperglikemia sehingga mampu melindungi sel β pankreas (Sundhani *et al.*, 2016). Menurut (Sembiring *et al.*, 2015) menyatakan bahwa pada daun muda rendemen minyak atsiri lebih banyak dari redemen yang terdapat pada daun tua tanaman pucuk merah. Daun pucuk merah menurut Haryati dan Pitaloka (2019) mengandung alkaloid, triterpenoid, steroid, saponin, fenolik, dan flavonoid. Kandungan senyawa daun muda pucuk merah (P+5) *Syzygium campanulatum* Korth adalah senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, triterpenoid dan tanin, sedangkan pada daun hijau mengandung fenol, antioksidan, flavonoid, serta asam betulinat yang memiliki efek antiangiogenik (Aisha *et al.*, 2013).

2.2 Teh Herbal

Teh merupakan minuman yang mengandung tanin dan polifenol. Infusi yang dibuat yaitu dengan menyeduh daun, pucuk daun atau tangkai daun menggunakan air panas, sumbernya dari daun tanaman *Camellia sinensis* yang sudah dikeringkan (Kusumaningrum, 2013). Teh herbal yaitu salah satu minuman fungsional dari tanaman herbal yang dapat membantu sebagai minuman penyegar tubuh (Yamin *et al.*, 2017). Teh herbal berasal dari bunga – bunga, dedaunan, biji, dan akar dari pohon industri tanaman (Yamin *et al.*, 2017). Teh herbal sendiri merupakan istilah yang umum digunakan untuk minuman teh yang bukan berasal dari tanaman teh (*Camellia sinensis*) (Harun *et al.*, 2014). Minuman teh yang bersumber dari tanaman pucuk merah ini dapat disebut dengan teh herbal. Pengolahan teh dengan penggunaan proses berbeda juga akan menghasilkan jenis teh yang berbeda. Teh herbal sendiri pada umumnya memiliki tujuan spesifik seperti relaksasi, peremajaan, atau bantuan dari kondisi tertentu. Tidak seperti teh pada umumnya, teh herbal tidak mengandung kafein (Killedar *et al.*, 2017).

2.2.1 Jenis Pengolahan Teh

Teh merupakan minuman yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia maupun masyarakat dunia. Teh berdasarkan pengolahannya dapat dibedakan dengan cara pengolahannya yaitu teh fermentasi (teh hitam), teh non fermentasi (teh hijau, teh putih) dan teh semi fermentasi (teh oolong) (Faustina, 2018). Fermentasi pada pembuatan teh sendiri dapat disebut dengan istilah oksidasi enzimatis, dimana akan terjadi perubahan senyawa pada daun teh yang mengalami proses oksidasi (Kusumaningrum *et al.*, 2013).

Teh hitam merupakan teh yang paling sering ditemui di pasaran. Proses pengolahan teh hitam sendiri memerlukan proses fermentasi/oksidasi enzimatis yang lebih kuat daripada teh oolong. Proses pengolahan yang familiar di Indonesia adalah menggunakan dua macam yaitu orthodox, dan CTC (*crushing, tearing, dan curling*). Orthodox sendiri juga dibedakan menjadi orthodox murni dimana dia tidak menggunakan mesin rotorvane dan orthodox yang menggunakan mesin rotorvane. CTC adalah proses dimana menggunakan alat otomatis dari awal proses hingga akhir (Anggraini, 2017). Mesin rotorvane sendiri berbeda karena memiliki sistem kontinyu, sedangkan untuk orthodox murni yaitu menggunakan orthodox roller dimana sistem yang dimiliki adalah batch (Hampton, 1992). Pada produk akhir teh kering akan terlihat perbedaan dari dua jenis sistem yang berbeda ini, dimana orthodox murni akan membentuk teh dengan ukuran leafy, sedangkan orthodox rotorvane membentuk teh dengan ukuran *broken*, dan CTC membentuk teh dengan ukuran kecil (Anggraini, 2017).

Menurut (Anggraini, 2017) pada umumnya proses pengolahan teh hitam yaitu pemetikan, sortasi, dan pencucian lalu dilanjutkan dengan proses pelayuan. Proses pelayuan yaitu dengan membawa pucuk teh yang sudah dipetik dan dimasukkan ke dalam alat disebut *withering trough* (WT), dan tingkat presentase layu yang diinginkan 49 – 52%. Proses selanjutnya adalah penggilingan dimana daun dimasukkan dalam alat Open Top Roller (OTR) dan Press Cup Roller (PCR). Proses penggilingan akhir menggunakan mesin rotorvane untuk memperkecil ukuran teh dan menghasilkan hasil yang seragam. Langkah selanjutnya adalah sortasi menggunakan alat pengayak yang menggunakan kawat mesh. Ukuran mesh dapat berbeda tergantung hasil yang diinginkan. Proses yang dilakukan selanjutnya adalah fermentasi dimana proses ini merupakan proses reaksi oksidasi substansi senyawa kimia pada cairan daun dengan oksigen pada udara sekitarnya, waktu oksidasi enzimatis pada pabrik pengolahan teh hitam umumnya antara 2 – 2,5 jam dimulai dari penggilingan hingga proses pengeringan. Langkah selanjutnya pengeringan yaitu proses pemindahan uap air ke udara menggunakan panas, dengan waktu pengeringan 20 – 30 menit. Terakhir dilakukan sortasi untuk ukuran teh yang seragam dan sesuai standar sehingga produk dapat diterima pasaran (Anggraini, 2017).

2.2.2. Pengolahan Teh Hitam

Proses pengolahan teh hitam pada dasarnya merupakan rangkaian proses fisik dan mekanis dengan adanya fermentasi pada teh. Pengolahan teh hitam melalui proses berikut:

- Pemetikan dan Pencucian

Pada proses ini maka diambil atau dipetik daun teh yang terdiri dari ranting muda dan 3 daun termudanya (Mentri Pertanian Republik Indonesia, 2015). Proses ini dapat dilakukan dengan tangan atau menggunakan mesin. Pemetikan hanya menggunakan tangan tentu akan memakan lebih banyak tenaga, tidak efisien waktu, serta tidak seragamnya daun (Faustina, 2018).

- Pelayuan

Pucuk teh yang sudah dipetik akan melewati proses ini dengan dihamparkan, di pabrik biasanya menggunakan alat WT (*Withering trough*). Proses ini perlu segera dilakukan sebab proses biokimia dan fisiologis yang ada pada jaringan pucuk masih berlanjut, seperti terdapat perubahan senyawa polisakarida, dan protein yang mampu menyebabkan perubahan gula di dalam daun yang dilayukan sehingga kandungan asam amino serta asam organik lainnya akan meningkat. Proses ini bertujuan untuk menurunkan kandungan air pada teh, akibatnya cairan sel dalam pucuk lebih pekat serta memudahkan proses selanjutnya yaitu fermentasi. Selama proses ini terjadi perubahan seperti daun menjadi layu/melemas dan perubahan senyawa sehingga

akan muncul aroma. Waktu yang dibutuhkan yaitu 12 – 17 jam dengan suhu ruang 20°C – 26°C. Sifat optimal akan ditandai dengan melemasnya daun, berubahnya warna pucuk, muncul aroma buah, dan tangkai pucuk menjadi lebih lentur (Anggraini, 2017). Menurut Sharma dan Dutta (2019) pada pelayuan dengan jenis pembuatan teh hitam lebih dari 24 jam maka akan menurunkan nilai dari sifat kimia dari daun teh itu sendiri. Pelayuan memiliki pengaruh dari warna, aroma, level polifenol oksidase, bahan yang mudah menguap didalam daun teh (Sharma dan Dutta, 2019).

- Penggilingan

Daun yang telah masuk ke proses pelayuan kemudian masuk ke proses penggilingan. Proses penggilingan dapat menggunakan alat seperti OTR dan PCR. Penggilingan bertujuan agar dapat mengeluarkan cairan sel daun sehingga senyawa polifenol dapat bereaksi dengan polifenol oksidase. Pada skala kecil dapat dirajang (Anggraini, 2017).

- Fermentasi

Proses fermentasi ini yaitu oksidasi enzimatik. Pada proses ini sel-sel daun dipecah agar senyawa kimia yang terkandung dalam cairan daun dan enzim akan bereaksi dengan bantuan oksigen di lingkungan sekitar. Waktu fermentasi sendiri dimulai dari waktu penggilingan hingga masuk ke dalam proses pengeringan. Enzim *polifenol oksidase* (PPO) dan peroksidase (PO) bereaksi pada katekin, dengan bantuan oksigen akan membentuk senyawa polifenol teroksidasi seperti *theaflavin*(TF) dan *thearubigin*(TR) (Pou, 2016). Waktu fermentasi sendiri adalah sekitar 2-4 jam (Pou, 2016).

- Pengeringan

Pengeringan merupakan salah satu proses yang juga penting dalam pembuatan teh. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dengan menggunakan suhu panas, sehingga terjadi penguapan air dari daun ke udara. Selama pengeringan daun yang sudah di fermentasi berubah warna menjadi coklat kehitaman. Pengeringan pada teh juga dapat membuat kadar air yang terkandung di dalam daun teh menjadi sekitar 3-5% (Sharma dan Dutta, 2019). Tujuan dari proses pengeringan pada pembuatan teh yaitu untuk mengurangi kadar air sehingga umur simpan teh lebih lama, serta untuk menghentikan proses fermentasi yang terjadi pada proses sebelumnya (Teshome *et al.*, 2013).

2.2.3 Fermentasi

Proses fermentasi pada teh yaitu terjadinya oksidasi enzimatis pada teh. Dimana terjadinya reaksi oksidasi pada daun teh, yang merubah katekin menjadi theaflavin dan thearubigin dengan bantuan enzim polifenol oksidase. Hal ini terjadi karena rusaknya dinding sel karena proses penggilingan, yang menyebabkan enzim dapat bertemu dengan substratnya pada keadaan lingkungan tertentu. Tujuan dari proses ini sendiri yaitu agar dapat memperoleh karakteristik dari sifat teh yang diinginkan seperti warna, rasa dan aroma dari teh yang sudah diseduh (Anggraini, 2017).

Suhu ruang juga mempengaruhi proses fermentasi, pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan suhu fermentasi sebesar 20°C maka total theaflavin, thearubigin, kecerahan, aroma dan warna pada range waktu 60, 90, dan 120 menit memiliki nilai maksimum pada 120 menit waktu fermentasi (Pou, 2016). Suhu fermentasi lebih dari 50°C mampu menurunkan aktivitas enzim *fenol oksidase*. Enzim yang terdenaturasi dapat menghambat proses oksidasi enzimatis sehingga mutu teh akan menurun (Anggraini, 2017). Warna seduhan teh juga akan semakin gelap, tidak segar, dengan rasa yang ringan apabila waktu fermentasi berlebihan. Pada waktu enzimatis yang kurang maka warna air seduhan yaitu pucat, rasa daun mentah/pahit (Anggraini, 2017).

Katekin sendiri diketahui tidak memiliki warna, tidak berbau dan merupakan zat larut yang memiliki berat molekul rendah. Bantuan oksidasi maka katekin mulai membentuk molekul yang lebih besar melalui kondensasi, dan senyawa non-volatil seperti TF(theaflavin) dan TR(thearubigin). Selama proses fermentasi maka theaflavin akan bertanggung jawab dengan sifat kecerahan, *briskness* dan kualitas teh. Theaflavin dan thearubigin juga masing-masing memiliki tanggung jawab atas pigmen warna merah-oranye dan merah-kecoklatan. Theaflavin sendiri juga bertanggung jawab akan rasa pada teh seperti rasa kesat dan *rough astringent*, sedangkan thearubigin bertanggung jawab akan rasa berpasir dan *slightly astringent* (Pou, 2016).

Pada proses ini juga beberapa senyawa yang mudah menguap dihasilkan karena transformasi dari prekursor aroma tertentu, senyawa volatil termasuk minyak esensial dan asam amino. Asam amino bergabung dengan orthoquinone, yang merupakan bentuk katekin teroksidasi dan menentukan aroma teh hitam (Pou, 2016). Pada proses fermentasi katekin (flavan-3-ols) yang dirubah menjadi theaflavin dan thearubigin maka akan mempengaruhi senyawa polifenol. Senyawa polifenol akan mengalami penurunan akibat dari katekin sebagian yang berubah menjadi senyawa baru, sehingga flavonoid dan tanin yang termasuk bagian dari polifenol dengan katekin sebagai senyawa pembentuknya maka akan mengalami penurunan selama proses oksidasi enzimatis ini (Crozier *et al.*, 2008).

Pada penelitian ini maka akan dicari lama waktu fermentasi yang memiliki cita rasa yang diterima oleh konsumen, namun kandungan nilai nutrisinya tidak banyak yang hilang.

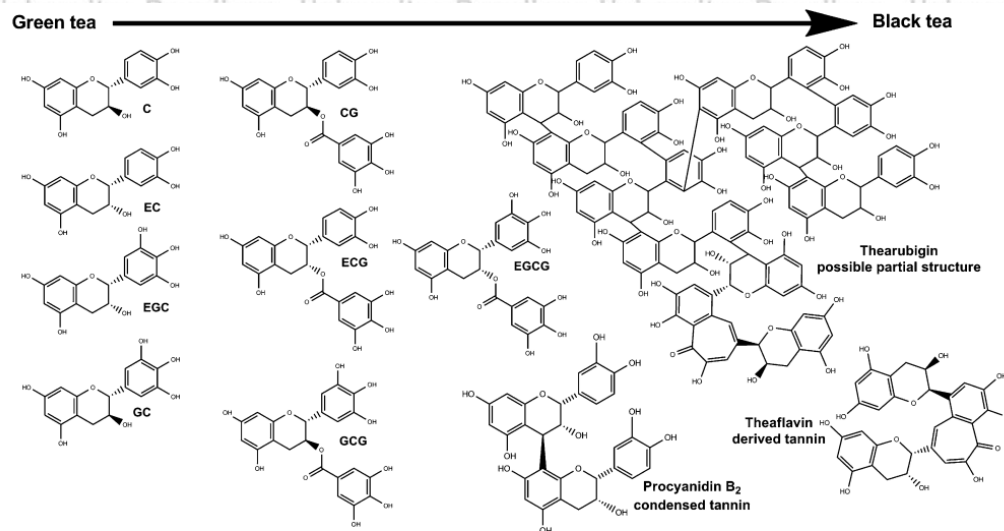


FIGURE 2. Fermentation of green tea to black tea. C, catechin; CG, catechin-3-gallate; EC, epicatechin; ECG, epicatechin-3-gallate; EGC, epigallocatechin; EGCG, epigallocatechin-3-gallate; GC, galocatechin; GCG, galocatechin-3-gallate.

Gambar 2.2. Reaksi Fermentasi/Oksidasi Enzimatis Teh (Dwyer dan Peterson, 2013)

2.2.4 Pengeringan

Proses pengeringan merupakan proses yang sudah banyak digunakan untuk produk pangan. Pada proses ini maka akan terjadi kehilangan air pada produk pangan, dengan cara penguapan atau sublimasi. Berkurangnya ketersediaan air mempengaruhi degradasi kimia, enzimatis atau sifat mikroba (Guiné, 2018). Pengeringan melibatkan panas untuk menguapkan air yang ada pada makanan. Proses ini menggabungkan panas dan transfer massa yang membutuhkan energi. Panas pada proses pengeringan ini dapat menguapkan zat volatil yang larut dalam uap air (Guiné, 2018). Pada proses pengeringan juga terdapat beberapa metode atau sumber energi yang digunakan. Metode pengeringan dibagi menjadi tiga tipe yaitu pengeringan matahari, pengeringan atmosferik dan pengeringan subatmosferik. Pada pengeringan atmosferik maka kondisi pengeringan dengan tekanan 1 atm tanpa diberikan perlakuan vakum yang contohnya adalah menggunakan pengeringan kabinet, sedangkan pengeringan subatmosferik merupakan pengeringan dengan mengurangi tekanan udara sampai vakum dimana pengeringan yang termasuk subatmosferik yaitu pengeringan vakum dan pengeringan beku (Estiasih dan Ahmadi, 2009). Pengeringan kabinet sendiri merupakan pengeringan menggunakan alat pengering

untuk sistem *batch* yang dilakukan dengan suhu konstan, dimana pada alat ini kelembapan udara mengalami penurunan dan alat ini sendiri terdiri dari ruangan tertutup dengan alat pemanas, kipas untuk sirkulasi udara serta alat pengatur kecepatan udara beserta *inlet* dan *outlet* udara (Estiasih dan Ahmadi, 2009).

Pada teh maka pengeringan mengacu pada menghilangkan kadar air dengan cara penguapan dari daun yang mengalami fermentasi. Pada proses ini sendiri maka daun teh yang difermentasi akan menjadi kecoklatan gelap dengan kadar air menjadi sekitar 3-5% dan senyawa aromatik pada daun teh mudah mengalami penguapan (Sharma dan Dutta, 2018). Selama pembuatan teh hitam, senyawa yang memberikan warna dan rasa yaitu karena terjadinya *enzymatic oxidation* flavan-3-ol (katekin) sehingga terbentuk pigmen utama untuk teh hitam yaitu theaflavin (TF) dan thearubigin (TR), namun hal ini akan terhenti karena adanya inaktivasi enzim pada proses pengeringan (Anjarsari, 2016).

Pengeringan pada teh fermentasi memiliki tujuan yaitu untuk menghentikan perubahan biokimia dengan denaturasi panas enzim dan mengurangi kadar air pada teh sehingga meningkatkan stabilitas teh hitam. Teh hitam dengan kadar air tinggi kehilangan kualitasnya karena setelah pengeringan tingkat kontaminasi juga tetap tinggi (Teshome, 2019). Teh olahan dengan kadar air tinggi memiliki umur simpan yang pendek, suhu dan durasi pengeringan perlu diperhatikan karena dapat mengurangi kualitas teh hitam (Teshome, 2019). Pada proses pengeringan maka selain perubahan kimia yang disebabkan oleh suhu juga dapat terjadi perubahan yang bisa dideteksi oleh indra manusia yaitu perubahan pada rasa, aroma, serta warna yang terdapat pada teh (Temple *et al.*, 2001). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan sendiri yaitu luas permukaan bahan, suhu pengeringan, kecepatan pergerakan udara, kelembapan udara, tekanan atmosfer, penguapan air dan lama pengeringan (Estiasih dan Ahmadi, 2009).

Pada penelitian teh sebelumnya maka daun teh dikeringkan menggunakan suhu 40°C namun masih memiliki kadar air yang tinggi sehingga masih terjadi kemungkinan enzim polifenolase untuk bekerja, namun pada suhu yang lebih tinggi yaitu 60°C maka diproduksi kadar air yang lebih kecil dan enzim dalam bahan dapat inaktif lebih cepat (Taufik *et al.*, 2016). Pada penelitian teh herbal kenanga maka lama pengeringan yang digunakan adalah 45, 60, 75, 80, dan 105 menit. Hasil yang didapat bahwa lama pengeringan yang paling optimum yaitu pada lama waktu 105 menit karena memiliki evaluasi sensori paling baik, yaitu disukai dan tidak pahit, dengan warna kuning keemasan dan aroma yang masih kuat (Noviana, 2018). Proses terlalu lama juga dapat menyebabkan teh menjadi rapuh dan kualitasnya menurun karena terlalu banyak komponen yang hilang pada proses tersebut (Noviana, 2018).

2.2.5 Syarat Mutu Teh

Kualitas teh adalah rangkaian sifat yang dimiliki oleh teh dari kimia, fisik, hingga indrawi. Menurut SNI maka teh kering dalam kemasan ialah berbagai jenis teh kering (teh hitam, teh hijau, teh oolong, teh wangi melati, dan teh beraroma lain) yang dikemas dengan berat tertentu dan siap seduh (SNI 01-3836-2000). Teh sendiri secara indrawi harus dapat diterima oleh konsumennya. Warna dan aroma pada teh memegang peranan yang sangat penting untuk dapat diterima atau tidaknya oleh konsumen. Kualitas teh sangat penting dalam produksi teh yang harus dicapai serta berguna sebagai pengendalian proses pengoahan. Syarat mutu teh kering dalam kemasan berdasarkan SNI 01-3836-2000 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Syarat mutu teh kering dalam kemasan

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan air seduhan	-	
1.1	Warna	-	hijau kekuningan sampai merah kecoklatan
1.2	Bau	-	khas teh bebas bau asing
1.3	Rasa	-	khas teh bebas bau asing
2	Kadar air	% b/b	maks. 8
3	Kadar ekstrak dalam air	% b/b	min. 32
4	Kadar abu total	% b/b	maks. 8
5	Kadar abu larut dalam air dari abu total	% b/b	min. 45
6	Kadar abu tak larut dalam asam	% b/b	maks. 1
7	Alkalinitas abu larut dalam air (sebagai KOH)	% b/b	1-3
8	Serat kasar	% b/b	maks. 16

Sumber : SNI 01-3836-2000

2.3 Polifenol Oksidase

Polifenol oksidase (PPO) merupakan kelompok dari Cu-enzim yang mempercepat reaksi oksidasi beberapa fenol menjadi *o-quinones*. *O-quinones* sendiri merupakan molekul yang sangat reaktif, serta dapat mengalami reaksi sekunder non-enzimatis untuk membentuk polimer kompleks coklat yang dikenal sebagai melanin dan polimer ikatan silang dengan gugus fungsi protein. PPO dan substrat dapat bereaksi akibat adanya penuaan, luka, dan penanganan selama pemrosesan serta penyimpanan pasca panen.

Reaksi ini yang dikenal dengan pencoklatan enzimatis yang pada beberapa produk pangan memang diinginkan seperti pada teh hitam karena dapat membentuk senyawa yang memberikan rasa khas, namun tidak diinginkan juga pada banyak produk pangan lainnya seperti buah-buahan. Berdasarkan spesifikasi substrat dan mekanisme yang berbeda maka PPO diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu *tyrosinase*, *catechol oxidases*, dan

laccases. *Cathecol oxidases* dikenal juga dengan *o-diphenol oksidase*, katalis oksidasi dari *o-diphenol* menjadi *o-quinones*. *Laccases* sendiri mampu untuk mengoksidasi senyawa aromatik dengan mekanisme reaksi secara radikal. *Tyrosinase* memiliki dua *cresolase* dan aktivitas *cathecolase* (Taranto *et al.*, 2017).

Pada teh maka PPO mampu mengoksidasi flavanol-3-ols (katekin). PPO sendiri merupakan enzim yang mengandung tembaga, dan menyebar luas pada tanaman. PPO sudah disintesis sejak awal dalam pengembangan jaringan dan disimpan di dalam kloroplas. Enzim ini mengkatalisasi dua jenis reaksi yang melibatkan oksigen molekuler: *o-hidroksilasi* monofenol menjadi *o-difenol* dan oksidasi selanjutnya dari *o-difenol* menjadi *o-quinone*. Pada pembuatan teh maka PPO berperan dalam *browning* dari daun teh, dan juga faktor yang penting dalam kualitas produk (Altunkaya, 2014). Pada penelitian oleh Altunkaya (2014) maka ditemukan bahwa pH optimal yang diamati untuk PPO pada daun teh menggunakan substrat catechol yaitu pH sebesar 6. Secara umum, nilai pH optimal yang dimiliki adalah antara pH 5-6. Faktor pH juga merupakan faktor penentu dalam aktivitas enzim karena dapat mengubah keadaan ionisasi rantai asam amino atau ionisasi substrat. Suhu lebih dari 50°C maka enzim akan menjadi inaktif (Alkunta, 2014). Polifenol oksidase adalah enzim yang memiliki kunci utama dalam fermentasi teh hitam. Enzim polifenol oksidase akan mengkatalis oksidasi dari katekin dan membentuk formasi dari pigmen teh yaitu theaflavin dan thearubigin (Ravichandran dan Parthiban, 1998).

2.4 Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Pucuk Merah

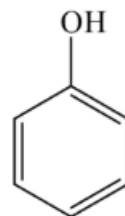
Metabolisme yang terdapat pada tanaman dapat dipisahkan menjadi jalur primer dan sekunder. Jalur primer sendiri dapat ditemukan pada semua sel dan bertanggung jawab dengan produksi dan penyimpanan energi serta biomolekul utama yang ada pada makhluk hidup. Metabolit primer contohnya yaitu berkaitan dengan metabolisme karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat. Metabolit sekunder bertanggung jawab atas berbagai macam senyawa yang memiliki kegiatan spesifik seperti perlindungan. Metabolit sekunder contohnya yaitu alkaloid, komponen fenolik, dan senyawa terkait (De La Rosa *et al.*, 2019).

Syzygium merupakan genus dari tanaman yang memiliki metabolit sekunder bermacam-macam. Pada tanaman *Syzygium aqueum* terdapat kandungan flavonoid, fenol, dan tanin sebagai antimikroba (Anggrawati dan Ramadhania, 2016). Pada tanaman *Syzygium polyanthum* maka terdapat komponen seperti tanin, fenol, flavonoid, alkaloid, dan minyak atsiri (Suharti *et al.*, 2008). Tanin pada proses fermentasi akan teroksidasi menjadi theaflavin dan akan terkondensasi hasilnya yaitu thearubigin (Kusumaningrum *et al.*, 2013).

2.4.1 Fenol

Komponen fenolik, fenol, atau polifenol merupakan jenis metabolit sekunder yang ada pada tanaman. Fenol (C_6H_5OH) merupakan senyawa dimana gugus $-OH$ melekat langsung pada cincin aromatik, hal ini berbeda dari alkohol dalam sifat fisik dan kimianya (Suminar, 2003). Fenol merupakan senyawa yang paling banyak ditemukan di berbagai kerajaan sayuran, buah dan sereal serta produk turunannya seperti jus buah, teh, kopi dan sebagainya (Delgado *et al.*, 2019). Fenol merupakan komponen yang cukup penting pada tanaman yang digunakan untuk makanan. Fenol terlibat dalam pembentukan warna karena beberapa dari mereka adalah pigmen, pada rasa maka mereka memberikan *astringency* dan rasa pahit (Delgado *et al.*, 2019).

Pada fenol sendiri apabila di bedakan berdasarkan jalur metabolit maka terdapat 3 kelompok yaitu *phenolic acids*, *chalcones*, dan *coumarins*. Menurut database Pubchem pada Delgado *et al.* (2019) maka *4-hydroxycinnamic acid*, atau *p-coumaric acid* terlibat dalam metabolisme tanaman yaitu untuk pembentukan flavor. Sifatnya nonpolar, padat dan juga diklasifikasikan sebagai anti-infective agen, antioksidan dan pencegah radikal bebas. Pada sisi lain, *4-hydroxybenzoic acid* juga penting dalam metabolisme tanaman (Delgado *et al.*, 2019).



Fenol

Gambar 2.3. Struktur Fenol (Siswandono, 2016)

2.4.2 Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang bertanggung jawab paling besar dalam mempengaruhi rasa dan warna dari teh (Peterson *et al.*, 2005). Flavonoid juga diketahui sebagai komponen fenolik yang sering dijumpai di tanaman dan memiliki konsentrasi yang tinggi pada teh (Dwyer and Peterson, 2013). Pada tumbuhan flavanoid dapat berguna untuk melindungi dari sinar UV, pigmentasi, dan melindungi dari penyakit (Crozier *et al.*, 2008). Flavonoid sendiri memiliki beberapa subkelas utama yaitu flavones, flavonols, flavan-3-ols, isoflavones, flavonones dan antosianidin (Crozier *et al.*, 2008).

Proses fermentasi (oksidasi enzimatis) pada teh melibatkan oksidasi dari flavonoid yang terdapat pada daun teh yang diakibatkan pelepasan polifenol oksidase intraseluler (Dwyer dan Peterson, 2013). Hal ini tidak hanya merubah flavonoid namun juga merubah warna dan rasa dari produk teh. Teh kaya akan 3 kelas flavonoid yaitu flavan-3-ols/katekin dan flavonols (seperti kuercetin). Selama fermentasi dari teh hijau ke teh hitam, maka katekin bentuk dimer disebut dengan theaflavin (tanin yang diturunkan), komponen yang lebih besar yaitu proantosianidin (tanin terkondensasi), dan oligomer yang sangat besar serta polimer yang disebut tearubigin. Struktur kimia dari oligomer flavonoid pada teh ini sendiri sangat kompleks dan belum ditemukan secara spesifik karakteristiknya (Dwyer dan Peterson, 2013).

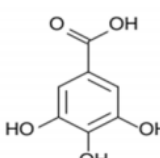
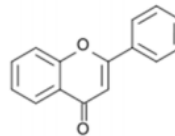
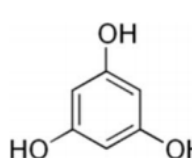
Class	Flavonoid	Dietary source
Flavanol	(+)-Catechin (-)-Epicatechin Epigallocatechin	Tea
Flavone	Chrysin, apigenin Rutin, luteolin, and luteolin glucosides	Fruit skins, red wine, buckwheat, red pepper, and tomato skin
Flavonol	Kaempferol, quercetin, myricetin, and tamarixetin	Onion, red wine, olive oil, berries, and grapefruit.

Gambar 2.4. Flavonoid pada Teh (Kumar dan Pandey, 2013).

2.4.3 Tanin

Tanin adalah polifenol yang menimbulkan *astringent*, serta rasa pahit yang mengikat. *Astringent* dari tanin digambarkan menyebabkan perasaan kering dan *puckery* di mulut seperti mengkonsumsi teh, buah tidak matang atau anggur merah (Ashok dan Upadhyaya, 2012). Tanin ditemukan memiliki warna kekuningan atau coklat muda dengan bentuk seperti bubuk, serpih, atau spons. Tanin dapat ditemukan di hampir semua tanaman. Tanaman seperti alga, jamur dan lumut tidak banyak mengandung tanin. Tanin pada setiap tanaman memiliki presentase yang bervariasi. Senyawa ini sendiri memiliki proporsi yang signifikan pada beberapa tanaman yang pada umumnya berjumlah kecil. Senyawa ini ditemukan dengan jumlah besar di kulit pohon dimana mereka bertindak sebagai penghalang bagi mikroorganisme serta melindungi pohon tersebut. Tanin juga diketahui merupakan senyawa vital pada unsur teh, hal ini juga didukung bahwa munculnya *mouthfeel astringent* yang ditemukan pada teh dan kopi. Tanin sendiri diklasifikasikan menjadi 3 grup yaitu tanin terhidrolisis, tanin terkondensasi, dan phlorotanin yang bersumber pada *brown algae* (Ashok dan Upadhyaya, 2012).

Gambar 2.5. Klasifikasi Tanin (Ashok dan Upadhyaya, 2012)

Base Unit:	 Gallic Acid	 Flavone	 Phloroglucinol
Class/Polymer:	Hydrolyzable Tannins	Condensed Tannins	Phlorotannins
Sources	Plants	Plants	Brown algae

Tanin terkondensasi juga umumnya terbentuk melalui cara kondensasi dari dua atau lebih katekin tunggal (flavan-3-ol) dan leukosianidin (flavan-3,4-diol) atau campuran keduanya yang kemudian akan terbentuk senyawa dimer dan membentuk senyawa oligomer lebih tinggi. Tanin terkondensasi sering disebut dengan flavolan karena terbentuk dari flavon sebagai inti (Firdaus, 2011). Pada teh maka jenis tanin terkondensasi kelompok flavan-3-ol didapatkan (+)-katekin, (+)-galokatekin, (-)-epikatekin dan (-)-epikatekin-3-galat sebagai bahan utama pembuatan teh (Firdaus, 2011).



Gambar 2.6. Bentuk sederhana tanin terkondensasi (Firdaus, 2011).

Tanin juga dikenal mampu menghambat peroksida lipid secara *in vitro* dan memiliki kemampuan menangkal radikal bebas penting dalam keadaan *prooxidant* seluler. Kegiatan menangkal radikal bebas pada tanin bergantung pada struktur dan tingkat polimerisasi. Kompleks tanin seperti epigallocatechingallate (EGCG) juga memiliki aktivitas yang kuat. (Sieniawska, 2015).

2.4.4 Antioksidan

Radikal bebas merupakan atom, molekul, atau ion dengan elektron tidak berpasangan yang memiliki sifat sangat aktif terhadap reaksi kimia dengan molekul lain (Lu *et al.*, 2010). Antioksidan merupakan molekul yang dapat menetralkan radikal bebas dengan merima atau menyumbangkan elektron untuk menghilangkan kondisi radikal dari molekul yang tidak berpasangan (Lu *et al.*, 2010).

Antioksidan sendiri terdapat dua macam yaitu antioksidan endogen yang diproduksi dari dalam tubuh dan antioksidan eksogen yaitu dari asupan luar tubuh (Khaira, 2010). Senyawa antioksidan alami secara kimia terdapat dalam tumbuh-tumbuhan ini terutama berasal dari golongan senyawa turunan fenol seperti flavonoid, turunan senyawa asam hidroksamat, kumarin, tokoferol dan asam organik (Khaira, 2010). Katekin merupakan senyawa yang berperan sebagai antioksidan. Katekin merupakan komponen polifenol alami (flavan-3-ols) yang termasuk dalam keluarga flavonoid. Konsentrasi katekin diketahui sangat tinggi pada daun teh, anggur merah, strawberries dan aprikot (Bernatonene dan Kopustinskiene, 2018). Mekanisme katekin sebagai antioksidan sendiri yaitu pada mekanisme langsung adalah *scavenging ROS*, pengkelat ion logam, sedangkan pada mekanisme tidak langsung adalah meningkatkan enzim antioksidan, menghambat enzim pro-oksidan dan memproduksi enzim detoksifikasi fase II dan enzim antioksidan. Katekin juga memiliki struktur yang mirip dengan senyawa fenolik yang dapat menstabilkan radikal bebas. Katekin akan mendonasikan elektron (OH) yang berasal dari kelompok fenolik, dan mengurangi radikal bebas, senyawa aromatiknnya juga menjaga stabilitas melalui resonansi radikal aroksil yang dihasilkan (Beranatoniene dan Kopustinskiene, 2018).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pembuatan teh herbal pucuk merah dan analisis dilakukan di Laboratorium Pengolahan dan Rekayasa Proses Pangan, Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, dan Laboratorium Ilmu Sensoris dan Pangan Terapan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2019 – Maret 2020.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada pembuatan teh herbal pucuk merah yaitu terdiri dari timbangan digital, pisau, blender (*Miyako BL 101*), *teabag* dan pengering *cabinet dryer*. Alat yang digunakan untuk analisis yaitu oven, color reader (*Konica Minolta Jepang*), spektrofotometer (*Spectro 20D Pluss*), timbangan analitik (*Denver Instrument M-310*), vortex (*Lw scientific*), glassware (*Iwaki Pyrex*), bola hisap, tissue, dan aluminium foil.

3.2.2 Bahan

Bahan utama pada penelitian ini yaitu daun Pucuk Merah yang didapat dari sekitar lingkungan Universitas Brawijaya. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu akuades (*Hydrobatt*), metanol, asam galat, asam tanat, *quarcetine*, reagen Folin Ciocalteu, Na_2CO_3 , DPPH (*1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*), AlCl_3 , NaNO_2 dan NaOH .

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial. Variabel penelitian melibatkan 2 faktor perlakuan, dengan faktor I yaitu waktu fermentasi yang terdiri dari 4 level dan faktor II yaitu waktu pengeringan yang terdiri dari 3 level, sehingga didapatkan 12 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga didapat 36 satuan percobaan.

Faktor I : Waktu fermentasi terdiri dari 4 level, yaitu :

$$F_1 = 0 \text{ jam}$$

$$F_2 = 2 \text{ jam}$$

$$F_3 = 3 \text{ jam}$$

$$F_4 = 4 \text{ jam}$$

Faktor II : Waktu pengeringan terdiri dari 3 level, yaitu :

$$K_1 = 3 \text{ jam}$$

$$K_2 = 4 \text{ jam}$$

$$K_3 = 5 \text{ jam}$$

Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Rancangan Percobaan

Perlakuan	Lama Fermentasi			
	0F	2F	3F	4F
Lama Pengeringan				
3K	0F3K	2F3K	3F3K	4F3K
4K	0F4K	2F4K	3F4K	4F4K
5K	0F5K	2F5K	3F5K	4F5K

Keterangan :

0F3K : Lama Fermentasi 0 jam, Lama Pengeringan 3 jam

0F4K : Lama Fermentasi 0 jam, Lama Pengeringan 4 jam

0F5K : Lama Fermentasi 0 jam, Lama Pengeringan 5 jam

2F3K : Lama Fermentasi 2 jam, Lama Pengeringan 3 jam

2F4K : Lama Fermentasi 2 jam, Lama Pengeringan 4 jam

2F5K : Lama Fermentasi 2 jam, Lama Pengeringan 5 jam

3F3K : Lama Fermentasi 3 jam, Lama Pengeringan 3 jam

3F4K : Lama Fermentasi 3 jam, Lama Pengeringan 4 jam

3F5K : Lama Fermentasi 3 jam, Lama Pengeringan 5 jam

4F3K : Lama Fermentasi 4 jam, Lama Pengeringan 3 jam

4F4K : Lama Fermentasi 4 jam, Lama Pengeringan 4 jam

4F5K : Lama Fermentasi 4 jam, Lama Pengeringan 5 jam

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi pada beberapa tahap yaitu penelitan pendahuluan, pembuatan teh herbal pucuk merah, analisis fisik, analisis kimia dan uji organoleptik. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan faktor dan level yang digunakan untuk diaplikasikan pada penelitian utama. Pada penelitian pendahuluan ditetapkan level-level dari lama fermentasi dan lama pengeringan teh herbal pucuk merah.

Pada faktor yang pertama yaitu lama fermentasi telah digunakan lama waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Pada 1 jam fermentasi warna masih cenderung terang, rasa *green* dan pahit masih sangat pekat, dan aroma yang terbentuk belum mengeluarkan aroma manis. Rasa yang lebih disukai yaitu pada lama fermentasi 2 jam karena masih belum terlalu pahit namun warnanya sudah semakin gelap dan aromanya manis. Waktu fermentasi lebih dari 4 jam maka rasa yang dihasilkan cenderung sangat pahit sehingga tidak disukai. Oleh karena itu, lama waktu fermentasi yang digunakan adalah 2 jam, 3 jam dan 4 jam lalu ditambahkan 0 jam fermentasi sebagai kontrol. Pada faktor kedua yaitu lama pengeringan maka didapatkan bahwa dari pengeringan 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam dan 6 jam menggunakan suhu 60°C. Dihasilkan lama pengeringan kurang dari 3 jam, maka daun kurang kering sehingga air seduhannya menjadi pahit dan tidak disukai, dengan kadar air lebih dari 8% yang artinya tidak memenuhi SNI Teh Kering. Pada lama pengeringan lebih dari 5 jam maka warna air seduhan semakin cerah. Oleh karena itu, lama pengeringan yang digunakan adalah 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Berdasarkan dua faktor tersebut ditetapkan 4 level perlakuan lama fermentasi dan 3 level perlakuan lama pengeringan, kemudian diperoleh 12 kombinasi perlakuan untuk penelitian utama.

Pada penelitian utama maka dilakukan analisis bahan baku berupa analisis kadar air, total fenol, kadar tanin, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan IC_{50} . Tahap selanjutnya dilakukan pembuatan teh herbal pucuk merah, dimana pucuk merah ditimbang dan dilayukan, dirajang yang kemudian diberi perlakuan lama fermentasi sesuai dengan level yaitu 0 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Langkah berikutnya di beri perlakuan lama pengeringan dengan level 3 jam, 4 jam dan 5 jam menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 60°C. Tahap analisis selanjutnya meliputi analisis warna pada teh herbal pucuk merah serta analisis kadar air, total fenol, aktivitas antioksidan IC_{50} , kadar flavonoid, kadar tanin yang pada masing-masing perlakuan terdapat 3 kali ulangan. Berikutnya dilakukan uji organoleptik dengan menggunakan *Hedonic Scale Scoring* menggunakan 100 orang panelis. Setelah itu dicari perlakuan terbaik menggunakan menggunakan metode *indeks efektivitas* (deGarmo *et al.*, 1984). Perlakuan terbaik kemudian diuji lanjut dengan kadar katekin dan kuercetin untuk dibandingkan teh herbal pucuk merah menggunakan metode teh hitam dan teh hijau.

3.4.1 Analisis Bahan Baku

1. Kadar Air (AOAC, 1999)
2. Aktivitas Antioksidan IC₅₀ (Akinmoladun et al., 2007)
3. Uji Total Fenol (SNI 01-3836-2000)
4. Uji Flavonoid (Chun et al., 2003)
5. Uji Kadar Tanin (Vijayalakshmi et al., 2017)

3.4.2 Pembuatan Teh Herbal Pucuk Merah

Prosedur pembuatan teh herbal pucuk merah sebagai berikut :

1. Sortasi

Pemilihan daun pucuk merah segar (p+5), berwarna merah, tanpa cacat, tidak berlubang maupun tidak memiliki bercak.

2. Pencucian

Pencucian daun pucuk merah menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran, lalu ditiriskan

3. Pelayuan

Pelayuan daun pucuk merah dilakukan selama 12 jam pada tempat terbuka dan teduh dengan menebarkan daun pucuk merah diatas kertas dengan tujuan mengurangi kadar air serta mempermudah proses selanjutnya

4. Perajangan

Penggilingan dilakukan dengan merajang daun sebesar 2 mm, tujuannya agar cairan sel keluar dan dapat masuk pada tahap selanjutnya yaitu fermentasi

5. Fermentasi Oksidasi Enzimatis

Daun pucuk merah yang sudah diblender dihamparkan diatas kertas pada suhu ruang $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Waktu fermentasi terhitung dari proses penggilingan, dengan menggunakan waktu 0 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam. Tujuannya untuk oksidasi teh sehingga dapat terjadi perubahan fisik, maupun biokimia dari teh pucuk merah

6. Pengeringan

Daun pucuk merah kemudian akan masuk ke dalam cabinet dryer menggunakan suhu 60°C selama 3 jam, 4 jam dan 5 jam pengeringan. Pengeringan sendiri bertujuan untuk menghentikan oksidasi, dan juga mengurangi kadar air dari teh.

3.4.3 Pengamatan Penelitian

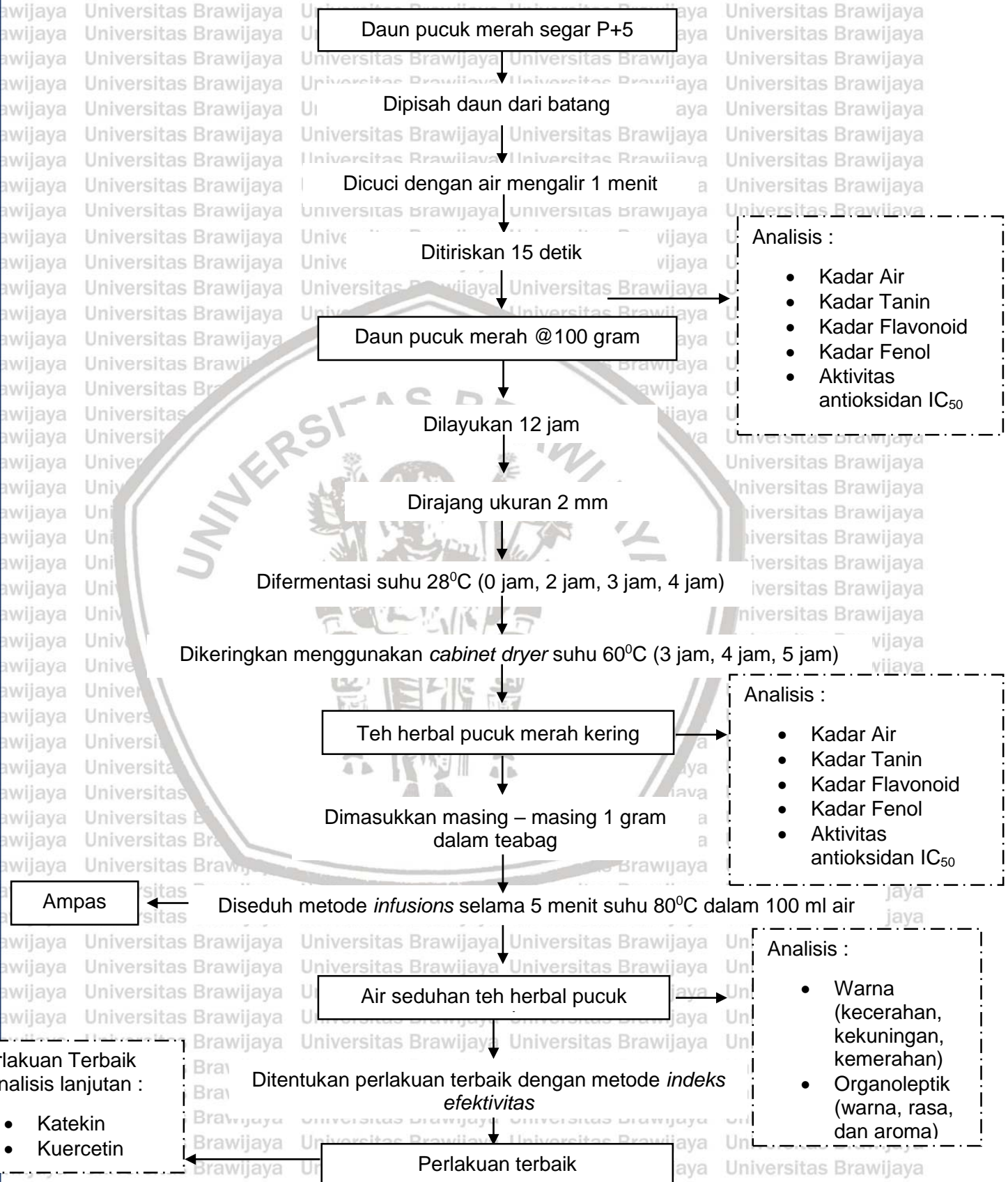
Pengamatan penelitian meliputi analisis fisik, kimia, dan organoleptik yaitu sebagai berikut:

1. Warna (Yuwono & Susanto, 1998)
2. Kadar Air (AOAC, 1999)
3. Aktivitas Antioksidan IC₅₀ (Akinmoladun *et al.*, 2007)
4. Uji Total Fenol (SNI 01-3836-2000)
5. Uji Flavonoid (Chun *et al.*, 2003)
5. Uji Kadar Tanin (Vijayalakshmi *et al.*, 2017)
6. Uji Organoleptik (Ackbarali dan Maharaj, 2014)
7. Perlakuan Terbaik (deGarmo *et al.*, 1984)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam menggunakan ANOVA dengan selang kepercayaan 95% menggunakan General Linear Model pada Minitab 17. Jika terdapat perbedaan nyata (nilai F hitung > F tabel) maka diperlukan pengujian lanjut berupa BNT (Beda Nyata Terkecil) dan jika terjadi interaksi antara keduanya dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test). Pada uji organoleptik dilakukan dengan uji *Hedonic Scale Scoring* yang diolah menggunakan uji Friedman pada program Minitab 17 untuk mengetahui adanya perbedaan tingkat kesukaan konsumen terhadap teh herbal pucuk merah. Pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode indeks efektifitas (de Garmo, 1984).

3.6 Diagram Alir Proses Pembuatan Teh Herbal Pucuk Merah



Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Teh Herbal Pucuk Merah (modifikasi Faustina, 2018)

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Bahan Baku

Analisa bahan baku berguna untuk mengetahui kondisi awal dari daun pucuk merah. Daun pucuk merah yang digunakan berasal dari lingkungan sekitar perumahan Institut Teknologi Negeri Malang. Daun pucuk merah dianalisis berdasarkan parameter kimia meliputi kadar air, total fenol, kadar flavonoid, kadar tanin dan aktivitas antioksidan. Data hasil analisis bahan baku daun pucuk merah berdasarkan **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1. Hasil Analisis Bahan Baku Daun Pucuk Merah

Parameter	Hasil Analisis	Literatur
Kadar Air (%)	-	74*
Kadar Tanin (mg/g)	81,14±0,95	55,98*
Kadar Flavonoid (mg/g)	-	69,43*
Total Fenol (mg/g)	329,39±4,27	131,32*
Aktivitas Antioksidan (ppm)	-	69,53*

*Faustina (2018)

Berdasarkan **Tabel 4.1** data hasil analisis menunjukkan bahwa kadar fenol bahan baku daun pucuk merah adalah 329,39 mg/g, kadar tanin sebesar 81,14 mg/g. Literatur menyebutkan bahwa kadar air pada bahan baku pucuk merah yaitu 74%, dengan kadar tanin sebesar 55,98 mg/g, kadar flavonoid sebesar 69,43 mg/g, total fenol 131,32 mg/g dan aktivitas antioksidan 69,53% (Faustina, 2018). Terdapat perbedaan antara total fenol dan kadar tanin dengan literatur. Hal ini bisa diakibatkan faktor lingkungan yang mempengaruhi kandungan fenol dan tanin dari daun pucuk merah. Menurut literatur faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan ini yaitu dari faktor lingkungan, dimana seperti intensitas cahaya, temperatur, kelembapan, tipe dan komposisi tanah akan mempengaruhi kualitas kandungan metabolit sekunder pada tanaman (Radušienė *et al.*, 2012). Fungsi utama dari metabolit sekunder sendiri berguna untuk beradaptasi pada lingkungan. Faktor internal juga dapat mempengaruhi seperti umur dan jenis tanaman akan mempengaruhi kandungan dari metabolit sekunder tanaman (Radušienė *et al.*, 2012). Pucuk merah sendiri diketahui pada daun muda memiliki kandungan minyak atsiri lebih tinggi dari daun tua yaitu sekitar 0,18%. Daun pucuk merah juga mengandung antosianin yang dapat membuat pucuk merah memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat (Zainab, 2018).

4.2 Karakteristik Kimia Teh Herbal Pucuk Merah

Teh herbal pucuk merah memiliki karakteristik yang diamati berupa kadar air, total fenol, kadar flavonoid, kadar tanin dan aktivitas antioksidan.

4.2.1 Kadar Air

Kadar air adalah parameter yang penting dalam mutu dari teh kering. Kadar air sangat penting dalam menjaga umur simpan, karena pada kadar air tertentu dapat memicu tumbuhnya mikroorganisme (Heong *et al.*, 2011). Kadar air menurut SNI (2016), maka maksimal kadar air pada teh kering adalah 8%. Tingkat kadar air akan menentukan umur simpan sebab kadar air mampu mempengaruhi sifat fisik dan fisiokimia, perubahan kimia, perubahan secara enzimatik dan kerusakan akibat mikroorganisme (Ismanto *et al.*, 2017). Pada penelitian ini analisis kadar air menggunakan metode oven dengan menimbang 2 gram teh herbal pucuk merah yang kemudian dikeringkan pada oven hingga diperoleh berat konstan. Kadar air pada produk pangan dapat mempengaruhi tekstur, kenampakan dan flavor. Tingkat kadar air akan menentukan umur simpan sebab kadar air mampu mempengaruhi sifat fisik dan fisiokimia, perubahan kimia, perubahan secara enzimatik dan kerusakan akibat mikrobial (Ismanto *et al.*, 2017).

Hasil analisa kadar air teh herbal pucuk merah akibat perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan memiliki nilai berkisar 2,96% - 6,32% (**Lampiran 2**). Hasil analisa menunjukkan bahwa lama fermentasi dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda nyata ($\alpha=0,05$), terhadap rerata kadar air teh herbal pucuk merah dan tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau LSD (*Least Significant Difference*) metode Fisher's karena kedua faktor tidak memiliki pengaruh nyata terhadap kadar air teh herbal pucuk merah. Rerata kadar air teh herbal pucuk merah dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.3**.

Tabel 4.2. Rerata Kadar Air Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Fermentasi

Lama Fermentasi	Rerata Kadar Air (%)
0 jam	5,05±0,19 ^a
2 jam	4,76±0,28 ^b
3 jam	4,45±0,21 ^c
4 jam	4,13±0,17 ^d

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 3) Angka setelah \pm adalah nilai standar deviasi

Berdasarkan **Tabel 4.2** dapat diketahui bahwa pada hasil rerata dari perlakuan lama fermentasi yaitu 4,13% - 5,05%. Hasil analisa rerata kadar air yang memiliki nilai tertinggi yaitu pada lama fermentasi 0 jam dengan kadar air 5,05%. Pada perlakuan lama fermentasi 4 jam memiliki nilai kadar air terendah yaitu 4,13%.

Pada **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi terjadi penurunan kadar air. Penurunan kadar air tersebut dapat dipengaruhi oleh proses fermentasi dimana terjadi oksidasi enzimatik yang mampu merubah struktur fenolik dari teh menjadi bentuk berbeda sehingga akan mempengaruhi penurunan kadar air. Proses fermentasi terjadi menggunakan bantuan oksigen di lingkungan, sehingga dapat mempengaruhi kadar air selama proses fermentasi. Menurut literatur maka pada proses fermentasi selama 2 jam maka mampu menyebabkan penguapan air, dimana proses oksidasi enzimatik juga mengakibatkan tanin terkondensasi berubah menjadi senyawa turunannya yaitu theaflavin dan thearubigin, dimana tanin pada teh termasuk kondensasi tanin (Kusumaningrum *et al.*, 2013). Hal lain yang dapat mempengaruhi adanya terjadi penurunan kadar air selama proses fermentasi yaitu penguapan yang terjadi akibat dari faktor lingkungan termasuk kelembapan udara dan kerusakan sel pada daun. Menurut literatur maka penurunan kadar air pada daun teh selama proses fermentasi dipengaruhi oleh pengendalian kelembapan udara pada proses ini, apabila kelembapan dibawah 90% maka menyebabkan bubuk teh mengalami penguapan air (Tanjung *et al.*, 2016).

Tabel 4.3. Rerata Kadar Air Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Pengeringan

Lama Pengeringan	Rerata Kadar Air (%)
3 jam	5,67±0,24 ^a
4 jam	4,53±0,28 ^b
5 jam	3,58±0,17 ^c

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 3) Angka setelah \pm adalah nilai standar deviasi

Pada **Tabel 4.3** maka diketahui kadar air teh herbal pucuk merah pengaruh dari lama pengeringan memiliki rerata berkisar 5,67% - 3,58%. Pada perlakuan lama pengeringan 3 jam maka memiliki nilai kadar air tertinggi yaitu 5,67% sedangkan pada perlakuan lama pengeringan 5 jam memiliki nilai terendah yaitu 3,58%. Pada **Tabel 4.3** maka terlihat dengan semakin lama pengeringan maka kadar air mengalami penurunan. Penurunan yang terjadi dapat diakibatkan selama proses pengeringan maka panas yang dikeluarkan mampu menurunkan kadar air dari suatu bahan. Kandungan air yang ada bahan akan mengalami penguapan karena bahan terpapar oleh panas selama proses pengeringan. Menurut literatur maka pengeringan dapat mengurangi kadar air hingga 95-97% untuk memaksimalkan umur simpan. Proses kenaikan suhu dan lama pengeringan mampu menurunkan kadar air daun kering karena air yang hilang oleh evaporasi (Teshome *et al.*, 2013). Selama proses pengeringan penguapan air mampu menurunkan kadar air dari produk pangan tersebut. Penguapan terjadi akibat adanya perbedaan tekanan uap antara air pada produk dengan uap air yang ada di udara. Tekanan uap pada produk umumnya akan lebih besar dari tekanan uap udara. Hal inilah yang kemudian menyebabkan perpindahan massa air dari material ke udara. Hal ini terkait dengan semakin tinggi atau lama proses pengeringan maka semakin banyak jumlah massa udara dari cairan yang kemudian diuapkan pada permukaan permukaan produk yang dikeringkan (Ismanto *et al.*, 2017).

4.2.2 Kadar Fenol

Fenol (C_6H_5OH) merupakan senyawa dimana gugus $-OH$ melekat langsung pada cincin aromatik, hal ini berbeda dari alkohol dalam sifat fisik dan kimianya (Suminar, 2003). Fenol merupakan komponen yang cukup penting pada tanaman yang digunakan untuk makanan. Fenol terlibat dalam pembentukan warna karena beberapa dari mereka adalah pigmen, pada rasa maka mereka memberikan *astrigency* dan rasa pahit (Delgado *et al.*, 2018). Sifat asam galat sendiri memiliki sensitivitas tinggi dan stabil dengan harga yang

juga terjangkau (Faustina, 2019). Total fenol dapat dilihat menggunakan pengujian metode Folin-Ciocalteu dengan menggunakan standar asam galat (SNI-01-3836-2000).

Hasil analisis total fenol pada teh herbal pucuk merah akibat perlakuan lama waktu fermentasi dan pengeringan memiliki nilai yang berkisar 315,96 mg/g – 198,53 mg/g. Hasil analisis total fenol dapat dilihat pada **Lampiran 3** menunjukkan faktor lama fermentasi dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rata-rata total fenol teh herbal pucuk merah, namun tidak terjadi interaksi antara kedua faktor. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau LSD (*Least Significant Difference*) metode Fisher's karena kedua faktor tidak memiliki pengaruh nyata terhadap total fenol teh herbal pucuk merah. Pada **Lampiran 18** menunjukkan bahwa korelasi menggunakan *Pearson Correlation* maka total fenol menunjukkan korelasi positif dan kuat terhadap kadar tanin dan kadar flavonoid yang artinya semakin tinggi nilai total fenol maka kadar tanin dan flavonoid mengalami peningkatan. Rerata dari total fenol teh herbal pucuk merah yang dipengaruhi oleh lama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.4** dan pengaruh lama pengeringan pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.4. Rerata Total Fenol Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Fermentasi

Lama Fermentasi	Rerata Total Fenol (mg/g)
0 jam	283,62±13,37 ^a
2 jam	271,08±9,66 ^b
3 jam	265,19±13,95 ^c
4 jam	259,41±18,48 ^c

- Keterangan :
- 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 - 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 - 3) Angka setelah \pm adalah nilai standar deviasi

Pada **Tabel 4.4** diketahui bahwa rerata dari total fenol yang dipengaruhi oleh lama fermentasi yaitu berkisar antara 259,41 mg/g – 283,62 mg/g. Rerata yang paling rendah yaitu pada lama fermentasi 4 jam yaitu 259,41 mg/g dan yang memiliki nilai tertinggi yaitu 0 jam fermentasi yaitu 283,62 mg/g.

Tabel 4.4 memperlihatkan bahwa dengan semakin lama fermentasi maka total fenol dari pucuk merah mengalami penurunan. Penurunan total fenol pada teh herbal pucuk merah selama proses fermentasi ini dapat disebabkan oleh oksidasi enzimatis dengan bantuan polifenol oksidase akan merubah struktur fenolik dari teh menjadi bentuk yang berbeda. Bentuk yang berbeda inilah yang memicu penurunan total fenolik. Lama fermentasi tentu akan mempengaruhi jumlah komponen fenolik yang teroksidasi selama

proses, sehingga semakin lama fermentasi akan mengalami penurunan total fenol. Menurut literatur maka pada proses fermentasi akan terjadi penurunan total fenol, hal ini disebabkan oleh reaksi kimia di mana terjadi pembentukan theaflavin dan thearubigin dari katekin diakibatkan dari enzim polifenol oksidase (PPO) (Jin *et al.*, 2020). Pada penelitian terdahulu maka kandungan polifenol dari ekstrak teh hijau dan teh hitam didapatkan hasil bahwa total fenol pada teh hijau lebih tinggi dibandingkan dengan teh hitam, hal ini disebabkan karena pada teh hijau tidak mengalami proses oksidasi yang akan menurunkan kandungan polifenol (Tadesse *et al.*, 2015). Enzim *polifenol oksidase* (PPO) dan peroksidase (PO) bereaksi pada katekin, dengan bantuan oksigen akan membentuk senyawa polifenol teroksidasi seperti *theaflavin* (TF) dan *thearubigin* (TR) (Pou, 2016). Hal ini terjadi karena rusaknya dinding sel karena proses penggilingan, yang menyebabkan enzim dapat bertemu dengan substratnya pada keadaan lingkungan tertentu. Oksidasi komponen fenol akan menyebabkan rusaknya komponen epigalokatekin galat dan katekin, dimana oksidasi akan mengubah komponen tersebut menjadi ortoquinon dan terjadi kondensasi dengan penambahan ion hidrogen sehingga terbentuk senyawa bisflavanol. Senyawa bisflavanol akan mengalami proses selanjutnya yaitu kondensasi dimana disinilah akan terbentuk theaflavin yang dikondensasi lagi menjadi thearubigin (Rohdiana, 1999). Katekin yang dirubah menjadi senyawa oksidasi fenol ini membuat pembentukan flavonoid terhambat, dimana flavonoid yang merupakan bagian dari fenol kemudian mempengaruhi penurunan total fenol akibat adanya proses fermentasi.

Tabel 4.5. Rerata Total Fenol Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Pengeringan

Lama Pengeringan	Rerata Total Fenol (mg/g)
3 jam	301,45±8,46 ^a
4 jam	265,90±14,61 ^b
5 jam	237,29±7,80 ^c

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 3) Angka setelah \pm adalah nilai standar deviasi

Tabel 4.5 menunjukkan rerata total fenol teh herbal pucuk merah yang dipengaruhi oleh pengeringan. Dapat dilihat bahwa nilai total fenol terbesar yaitu 301,446 mg/g yang didapat pada lama pengeringan 3 jam. Nilai total fenol terkecil yaitu 237,290 mg/g yang didapat dari lama pengeringan 5 jam.

Tabel 4.5 menunjukkan semakin lama pengeringan maka kandungan total fenol pada teh herbal pucuk merah akan mengalami penurunan. Proses pengeringan sendiri bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi karena enzim pada daun teh tidak tahan pada suhu tinggi. Pada proses pengeringan dapat menurunkan total fenol disebabkan oleh panas yang dihasilkan selama proses ini. Menurut literatur proses pengeringan dapat menginaktivasi enzim yang mendegradasi senyawa fenolik, namun senyawa fenolik diketahui tidak tahan akan suhu tinggi sehingga lama pengeringan akan menyebabkan degradasi senyawa fenolik juga (Orphanides *et al.*, 2013). Pada pengeringan teh bertujuan menghentikan aktivitas enzim dan terjadi penguapan air bersama senyawa volatil yang ada pada daun teh (Hartoyo, 2003). Aktivitas enzim dapat terhenti pada proses pengeringan karena berkurangnya kadar air, dan denaturasi oleh suhu panas (Teshome *et al.*, 2013). Pada daun teh maka mengandung tanin, fenol dan senyawa terkait yang merupakan senyawa aromatik yang menimbulkan aroma teh daun mudah menguap (Sharma dan Dutta, 2019).

4.2.3 Kadar Flavonoid

Flavonoid adalah polifenol bioaktif yang memiliki berat molekul rendah dan memiliki peranan penting dalam fotosintesis. Struktur dasarnya terdiri dari cincin C6-C3-C6 dengan pola substitusi yang berbeda menghasilkan serangkaian senyawa subkelas seperti flavon, flavonol, flavanon, isoflavon, flavanol atau katekin dan antiosianin. Banyak senyawa flavonoid terbukti memiliki aktivitas antioksidan, memiliki kemampuan menangkal radikal bebas, antidiabetik, pada penelitian terbaru flavonoid terbukti efektif dalam agen anti kanker (Karak, 2019).

Hasil analisis kadar flavonoid teh herbal pucuk merah yang dipengaruhi oleh lama fermentasi dan lama pengeringan memiliki nilai berkisar 88,13 mg/g – 112,88 mg/g. Hasil analisis dari kadar flavonoid ini dapat dilihat pada **Lampiran 4** yang menunjukkan adanya pengaruh nyata ($\alpha=0,05$) oleh faktor lama fermentasi dan faktor lama pengeringan terhadap rerata kadar flavonoid. Pada kadar flavonoid diketahui tidak terjadi interaksi antara lama fermentasi dan lama pengeringan. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau LSD (*Least Significant Difference*) metode Fisher's karena kedua faktor tidak memiliki pengaruh nyata terhadap kadar flavonoid pucuk merah. Pada uji korelasi menggunakan *Pearson Correlation* pada **Lampiran 18** menunjukkan bahwa kadar flavonoid menunjukkan korelasi kuat dan positif terhadap total fenol dan kadar tanin, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi flavonoid maka nilai total fenol dan kadar tanin juga menunjukkan peningkatan. Rerata kadar flavonoid teh herbal pucuk merah dengan perlakuan lama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.6** dan perlakuan akibat lama pengeringan dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.6. Rerata Kadar Flavonoid Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Fermentasi

Lama Fermentasi	Rerata Kadar Flavonoid (mg/g)
0 jam	101,04±2,36 ^a
2 jam	97,65±3,51 ^{ab}
3 jam	95,57±4,63 ^b
4 jam	90,82±5,94 ^c

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 3) Angka setelah \pm adalah nilai standar deviasi

Dari **Tabel 4.6** maka diketahui bahwa rerata kadar flavonoid yang dipengaruhi oleh lama fermentasi yaitu berkisar antara 90,82 mg/g – 101,04 mg/g. Pada data tersebut juga dapat diketahui nilai kadar flavonoid tertinggi yaitu 101,04 mg/g dimana ini didapatkan pada lama fermentasi 0 jam. Kadar flavonoid terendah yaitu 90,82 dimana didapatkan pada lama fermentasi 4 jam.

Pada **Tabel 4.6** menunjukkan semakin lama fermentasi maka terjadi penurunan kadar flavonoid. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perlakuan fermentasi dimana enzim polifenol oksidase yang bekerja akan merubah struktur dari daun teh. Struktur yang dirubah merupakan komponen dasar dari flavonoid sehingga semakin lama fermentasi maka kadar flavonoid dapat menurun. Menurut literatur pada proses fermentasi maka enzim polifenol oksidasi akan merubah katekin. Flavanol/katekin yang merupakan subkelas dari flavonoid akan dioksidasi menjadi theaflavin dan thearubigin (Bizuayehu *et al.*, 2016). Hal inilah yang menyebabkan penurunan kadar flavonoid, karena senyawa katekin atau flavanol (flavan-3-ols) yang merupakan subkelas flavonoid dirubah menjadi theaflavin dan thearubigin. Penurunan flavonoid ini dapat diartikan kenaikan theflavin dan thearubigin pada kandungan teh yang mengalami fermentasi (Bernatoiene dan Kopustinskiene, 2018). Katekin sendiri diketahui dapat bekerja sebagai antioksidan karena dapat mengurangi radikal bebas. Semakin lama fermentasi maka kadar flavonoid akan mengalami penurunan karena akan semakin banyak katekin yang dirubah oleh enzim polifenol oksidase menjadi thearubigin dan theaflavin (Bizuayehu *et al.* 2016). Pada data penelitian 0 jam dibandingkan dengan lama fermentasi lainnya maka memiliki kadar flavonoid yang paling tinggi. Hal ini didukung oleh literatur maka kadar flavonoid pada air seduhan teh hijau maka secara signifikan memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan teh hitam (Pereira *et al.*, 2014).

Tabel 4.7. Rerata Kadar Flavonoid Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Pengeringan

Lama Pengeringan	Rerata Kadar Flavonoid (mg/g)
3 jam	99,52±7,43 ^a
4 jam	95,90±3,18 ^b
5 jam	93,40±0,94 ^b

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 3) Angka setelah \pm adalah nilai standar deviasi

Pada **Tabel 4.7** tentang rerata kadar flavonoid maka pengaruh dari lama pengeringan yaitu sekitar 93,40 mg/g – 99,52 mg/g. Rerata yang memiliki nilai paling tinggi yaitu pada lama pengeringan 3 jam yaitu dengan rerata kadar flavonoid sebesar 99,52 mg/g. Rata-rata yang memiliki nilai paling rendah yaitu pada lama pengeringan 5 jam dengan rerata kadar flavonoid menunjukkan 93,40 mg/g.

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa semakin lama pengeringan maka kadar flavonoid akan mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan oleh komponen pada pembentukan flavonoid tidak tahan oleh suhu tinggi, sehingga semakin lama pengeringan maka dapat terjadi penurunan kadar flavonoid. Menurut literatur maka penurunan kadar flavonoid teh herbal pucuk merah pada lama pengeringan terjadi karena metode pengeringan tidak dapat menurunkan hasil dari oksidasi enzim polifenol oksidase, oleh karena itu proses ini akan mendegradasi senyawa fenolik selama prosedur pengeringan yang lama (Orphanides *et al.*, 2013). Flavonoid sendiri diketahui dipengaruhi oleh kadar air dan suhu panas. Flavonoid merupakan senyawa yang sensitif terhadap panas, dimana apabila mengalami pemanasan pada suhu 60^o-75^oC maka dapat mengganggu jalur sintesa flavonoid. Semakin lama pengeringan juga dapat menjadi alasan semakin menurunnya kadar flavonoid, karena daun terlalu lama terekspos oleh panas sehingga jalur sintesa flavonoid terganggu (Zhang *et al.*, 2019). Hilangnya senyawa flavonoid selama pengeringan dapat dipengaruhi oleh kondisi proses dalam menggunakan suhu dan durasi yang digunakan. Proses termal dapat mempengaruhi fitokimia di karenakan kerusakan termal yang disebabkan akan berpengaruh pada struktur sel yang kemudian mengakibatkan migrasi komponen, hal ini menyebabkan kadar flavonoid menurun (Youssef dan Mokhtar, 2014).

4.2.4 Kadar Tanin

Tanin merupakan metabolit sekunder yang termasuk dalam keluarga polifenol. Fitur utama dari tanin sendiri diturunkan dari sifat fenoliknya, seperti aktivitas antioksidan. Kapasitas aktivitas antioksidan pada tanin disebabkan oleh cincin fenolik yang ada pada strukturnya akan bekerja sebagai penangkal radikal bebas (de Hoyos-Martinez *et al.*, 2019). Tanin ditemukan memiliki warna kekuningan atau coklat muda dengan bentuk seperti bubuk, serpih, atau spons. Tanin juga diketahui merupakan senyawa vital pada unsur teh, hal ini juga didukung bahwa munculnya mouthfeel *astringent* yang ditemukan pada teh dan kopi (Ashok dan Upadhyaya, 2012). Tanin memiliki beberapa klasifikasi namun yang paling sering ditemui pada produk teh yaitu tanin terkondensasi yang merupakan bentuk polimerisasi flavan-3-ols yang termasuk juga epikatekin, gallokatekin dan epigallokatekin (de Hoyos-Martinez *et al.*, 2019).

Hasil analisis pada kadar tanin teh herbal pucuk merah ini sendiri dapat dilihat pada **Lampiran 5** yang menunjukkan hasil kadar tanin sendiri dari perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan yaitu berkisar antara 49,30 mg/g – 31,719 mg/g. Pada analisa ragam kadar tanin menunjukkan bahwa faktor lama fermentasi dan faktor lama pengeringan memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata tanin. Menurut data yang diperoleh maka tidak terjadi interaksi antara lama fermentasi dan lama pengeringan. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau LSD (*Least Significant Difference*) metode Fisher's karena kedua faktor tidak memiliki pengaruh nyata terhadap kadar tanin teh herbal pucuk merah. Pada **Lampiran 18** menunjukkan uji korelasi menggunakan *Pearson Correlation* maka kadar tanin memiliki korelasi yang kuat dan positif terhadap total fenol dan kadar flavonoid, dimana semakin tinggi kadar tanin maka nilai total fenol dan kadar flavonoid mengalami peningkatan. Rerata kadar tanin terhadap lama fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 4.8** dan rerata kadar tanin terhadap lama pengeringan dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.8. Rerata Kadar Tanin Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Fermentasi

Lama Fermentasi	Rerata Kadar Tanin (mg/g)
0 jam	43,48±0,89 ^a
2 jam	42,00±1,84 ^b
3 jam	39,73±1,07 ^b
4 jam	38,71±0,94 ^c

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 3) Angka setelah ± adalah nilai standar deviasi

Pada **Tabel 4.8** maka diketahui rerata kadar tanin teh herbal pucuk merah yang dipengaruhi oleh lama fermentasi memiliki nilai sekitar 38,71 mg/g – 43,48 mg/g. Rerata kadar tanin yang memiliki nilai tertinggi yaitu pada lama fermentasi 0 jam dimana nilai yang didapatkan yaitu 43,48 mg/g. Rerata kadar tanin dengan nilai yang terendah yaitu pada lama fermentasi 4 jam dengan nilai 38,71 mg/g.

Pada **Tabel 4.8** maka menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka kadar tanin mengalami penurunan pada teh herbal pucuk merah. Hal ini dapat disebabkan oleh proses fermentasi dimana pada proses ini maka komponen dasar untuk pembentukan tanin akan dirubah oleh enzim polifenol oksidase menjadi senyawa dengan bentuk yang berbeda, sehingga kadar tanin akan mengalami penurunan. Lama fermentasi akan mempengaruhi jumlah komponen yang berubah pada proses ini. Menurut literatur maka penurunan kadar tanin dipengaruhi oleh enzim polifenol oksidase yang mampu merubah struktur katekin menjadi theaflavin dan thearubigin. Tanin terbentuk akibat adanya kondensasi antara katekin/flavan-3-ols dan leukosianidin. Apabila katekin yang digunakan untuk membentuk tanin dirubah oleh enzim polifenol oksidase menjadi theaflavin dan thearubigin maka tanin akan mengalami penurunan (Kondo *et al.*, 2014). Ukuran yang semakin kecil juga mempermudah proses reaksi oksidasi katekin, dimana semakin lama fermentasi maka semakin banyak katekin yang akan dirubah oleh enzim polifenol oksidase. Penurunan kadar tanin karena senyawa katekin atau flavanol (flavan-3-ols) yang menjadi dasar untuk membentuk tanin terkondensasi dirubah menjadi theaflavin dan thearubigin (Maier *et al.*, 2017). Proses fermentasi membuat penurunan kadar tanin saat dibandingkan antara teh non fermentasi dan fermentasi. Hasilnya kadar tanin lebih tinggi pada teh non fermentasi sedangkan theaflavin dan thearubigin lebih tinggi pada teh hitam (Khasnabis *et al.*, 2015).

Tabel 4.9. Rerata Kadar Tanin Teh herbal pucuk merah Akibat Lama Pengeringan

Lama Pengeringan	Rerata Kadar Tanin (mg/g)
3 jam	45,35±2,53 ^a
4 jam	41,28±1,30 ^b
5 jam	35,94±1,02 ^c

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata ($\alpha=0,05$) pada uji lanjut BNT
 3) Angka setelah \pm adalah nilai standar deviasi

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa kadar tanin dengan lama pengeringan memiliki rerata sekitar 35,94 mg/g – 45,35 mg/g. Kadar tanin tertinggi berada pada lama pengeringan 3 jam dengan nilai rerata kadar taninnya sebesar 45,35 mg/g. Kadar tanin terendah berada pada lama pengeringan 5 jam dengan nilai sebesar 35,95 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama pengeringan maka terjadi penurunan pada kadar tanin teh herbal pucuk merah.

Menurut **Tabel 4.9** maka dapat terlihat bahwa semakin lama pengeringan kadar tanin yang dikandung oleh pucuk merah mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi akibat proses pengeringan, dimana tanin yang tidak tahan oleh suhu panas akan mengalami penurunan selama proses pengeringan berlangsung. Menurut literatur pengeringan menggunakan suhu tinggi dan semakin lama pengeringan dapat menurunkan kadar katekin (Saklar *et al.*, 2015). Theaflavin dan thearubigin memiliki ketahanan terhadap panas yang lebih tinggi dibanding senyawa fenolik termasuk katekin, oleh karena itu saat daun terekspos suhu panas dengan lama waktu tertentu maka akan terjadi penurunan yang signifikan (Leung *et al.*, 2001). Katekin yang menurun tentu akan mempengaruhi penurunan tanin pada daun, yang mana katekin merupakan senyawa pembentuk utama pada tanin. Hilangnya senyawa tanin selama pengeringan akibat lama pengeringan dapat dikaitkan dengan kerusakan termal yang disebabkan pada struktur sel (Youssef dan Mokhtar, 2014).

4.2.5 Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Antioksidan merupakan molekul yang dapat menetralkan radikal bebas dengan merima atau menyumbangkan elektron untuk menghilangkan kondisi radikal dari molekul yang tidak berpasangan (Lu *et al.*, 2010). Katekin pada teh memiliki sifat menangkal radikal bebas. Katekin akan mendonasikan elektron OH dari kelompok fenolik, yang akan mengurangi senyawa radikal bebas (Bernatoiene dan Kopustinskiene, 2018).

Hasil analisa aktivitas antioksidan IC₅₀ pada teh herbal pucuk merah yang dipengaruhi oleh lama fermentasi dan lama pengeringan memiliki nilai berkisar 11,08 ppm – 18,49 ppm (**Lampiran 6**). Hasil analisa dari teh herbal pucuk merah ini sendiri terhadap perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rerata aktivitas antioksidan teh herbal pucuk merah dan terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) karena kedua faktor memiliki pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan pucuk merah. Lampiran 18 menunjukkan uji korelasi aktivitas antioksidan IC₅₀ terhadap total fenol, kadar flavonoi dan kadar tanin maka memiliki korelasi kuat namun negatif yang artinya apabila nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ semakin tinggi maka total fenol, kadar tanin dan kadar flavonoid mengalami penurunan. Hal ini

akibatkan karena nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ yang meningkat maka tingkat kekuatan antioksidan mengalami penurunan. Rerata aktivitas antioksidan IC₅₀ terhadap perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10. Rerata Aktivitas Antioksidan pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ (ppm)
0 jam	3 jam	11,36±0,37 ^a
	4 jam	12,93±0,24 ^{cd}
	5 jam	14,41±0,46 ^f
2 jam	3 jam	11,77±0,14 ^{ab}
	4 jam	13,46±0,07 ^{de}
	5 jam	15,45±0,02 ^g
3 jam	3 jam	12,13±0,34 ^b
	4 jam	13,67±0,15 ^e
	5 jam	16,00±0,67 ^g
4 jam	3 jam	12,38±0,24 ^{bc}
	4 jam	13,91±0,25 ^{ef}
	5 jam	17,36±1,05 ^h

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka setelah ± adalah nilai standar deviasi
 3) Rerata yang didampingi notasi huruf yang tidak sama menyatakan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT ($\alpha=0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.10** maka diketahui terdapat interaksi signifikan terhadap lama fermentasi dengan lama pengeringan. Lama pengeringan untuk teh herbal pucuk merah terdiri dari 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Lama fermentasi sendiri untuk teh herbal pucuk merah diketahui terdiri dari 0 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Pada **Tabel 4.10** pengeringan 3 jam memberikan nilai aktivitas antioksidan IC₅₀ yang paling kuat pada setiap perlakuan lama fermentasi. Proses fermentasi dan pengeringan dapat saling mempengaruhi disebabkan oleh proses pengeringan dapat menghentikan proses fermentasi. Hal inilah yang menyebabkan banyak komponen pada teh yang kemudian akan berubah dan saling mempengaruhi antara faktor lama fermentasi dan lama pengeringan. Menurut data penelitian juga didapatkan bahwa pada 3 jam pengeringan maka oksidasi enzimatis sudah mampu dihentikan karena pada lama pengeringan lebih dari 3 jam maka senyawa fenolik dan turunannya serta aktivitas antioksidan sudah mengalami penurunan. Menurut literatur maka proses pengeringan pada teh merupakan proses yang mampu menghentikan proses

fermentasi, karena kadar air akan berkurang serta panas yang dihasilkan akan mendenaturasi polifenol oksidase (Teshome *et al.*, 2013). Proses fermentasi tersebut mampu mengurangi total fenol dan turunannya yang akan berpengaruh pada penurunan aktivitas antioksidan (Chong dan Lim, 2012).

Pada masing-masing perlakuan lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam, kombinasi dengan lama fermentasi 4 jam memberikan aktivitas antioksidan IC_{50} paling tinggi. Perlakuan yang memberikan nilai paling tinggi menandakan adanya aktivitas antioksidan yang terendah. Pada perlakuan lama fermentasi 4 jam dengan masing-masing lama pengeringan memberikan penurunan yang paling besar dibandingkan dengan lama fermentasi lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh lama fermentasi 4 jam memiliki kandungan senyawa total fenol yang terendah, dimana pada proses ini senyawa fenolik dan turunannya yang bersifat antioksidan sudah mengalami penurunan paling banyak dibandingkan dengan lama fermentasi lainnya. Semakin lama fermentasi menyebabkan semakin banyak senyawa yang dioksidasi oleh enzim polifenol oksidase sehingga menurunkan aktivitas penangkapan radikal bebas, sehingga dengan perlakuan masing-masing lama pengeringan pada 4 jam lama fermentasi mengalami sensitifitas untuk kehilangan antioksidan paling tinggi dibandingkan pada lama fermentasi lainnya.

Pada **Lampiran 6** menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi menyebabkan antioksidan IC_{50} teh herbal pucuk merah menjadi tinggi. Semakin lama waktu pengeringan juga menyebabkan aktivitas antioksidan IC_{50} teh herbal pucuk merah menjadi tinggi. Nilai rerata aktivitas antioksidan IC_{50} terendah yaitu 11,08 ppm dengan kombinasi perlakuan pada teh herbal pucuk merah yaitu lama pengeringan 3 jam dengan 0 jam lama fermentasi. Nilai rerata aktivitas antioksidan IC_{50} tertinggi yaitu 18,49 ppm dengan kombinasi perlakuan pada teh herbal pucuk merah adalah lama pengeringan 5 jam dengan 4 jam lama fermentasi. Pada hasil rerata tersebut maka ditunjukkan bahwa nilai rerata antioksidan IC_{50} memiliki nilai tertinggi pada semakin lama fermentasi dan lama pengeringan, yang menjelaskan bahwa aktivitas antioksidan yang didapat semakin lemah dengan adanya proses tersebut. Hasil dari aktivitas antioksidan teh herbal pucuk merah menunjukkan bahwa intensitas aktivitas antioksidan yaitu sangat kuat karena memiliki nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm. Tingkat kekuatan antioksidan pada IC_{50} menunjukkan bahwa hasil kurang dari 50 ppm artinya intensitasnya sangat kuat, nilai 50-100 ppm menunjukkan aktivitas antioksidan kuat, 101-250 ppm menunjukkan aktivitas antioksidan sedang, dan nilai 250-500 ppm menunjukkan aktivitas antioksidan lemah (Sari, 2019).

Pada perlakuan masing-masing faktor lama fermentasi 0 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Maka dapat diperhatikan pada **Tabel 4.10** akan mengalami kenaikan nilai aktivitas antioksidan, yang artinya adalah penurunan aktivitas penangkapan radikal bebas. Pada lama fermentasi 4 jam memiliki nilai aktivitas antioksidan IC_{50} tertinggi. Hal ini disebabkan

oleh proses fermentasi/oksidasi enzimatis dimana proses ini akan membuat senyawa polifenol pada teh berubah bentuk menjadi senyawa lain, semakin lama fermentasi maka akan semakin banyak senyawa polifenol yang akan berubah bentuk. Menurut data penelitian dapat dikatakan semakin lama fermentasi maka akan semakin banyak katekin yang terdegradasi sehingga aktivitas antioksidan mengalami penurunan. Menurut literatur selama proses fermentasi maka katekin akan terdegradasi menjadi turunan tanin dan menjadi theaflavin dan thearubigin oleh polifenol oksidase. Pada katekin memiliki kelompok yang aktivitas antioksidannya kuat serta mendominasi yaitu epigalokatekin (EGCG) dan epikatekingalat (ECG), selanjutnya baru epigalokatekin (EGC) dan epikatekin (EC) (Tong *et al.*, 2019). Senyawa polifenol pada teh sendiri sangat penting untuk menangkal radikal bebas, karena dapat menyumbangkan elektron pada senyawa tidak berpasangan yang akan bersifat radikal. Antioksidan dari fungsi teh pada umumnya akan dihubungkan dengan polimer katekin. Pada proses fermentasi (oksidasi enzimatis) maka senyawa polimer katekin akan berkurang. Hal ini diakibatkan oleh senyawa katekin akan dirubah bentuknya saat reaksi oksidasi menjadi theflavin dan thearubigin (Zhang *et al.*, 2012).

Proses pengeringan merupakan proses yang dapat menghentikan proses fermentasi serta mengurangi kadar air dari daun teh. Pada **Lampiran 6** menunjukkan aktivitas antioksidan pada 3 jam pengeringan memiliki nilai yang paling kuat pada setiap proses fermentasi, serta pada lama pengeringan 5 jam memiliki nilai yang paling rendah pada setiap proses fermentasi. Hal ini dapat terjadi karena pada lama pengeringan 3 jam sudah mampu untuk menghentikan proses fermentasi yang dapat mengurangi aktivitas antioksidan. Pada lama pengeringan lebih dari 3 jam maka menunjukkan kenaikan nilai aktivitas antioksidan IC_{50} sehingga artinya terjadi penurunan kekuatan aktivitas antioksidan terhadap radikal bebas. Menurut literatur kehilangan fenolik yang lebih tinggi sebetulnya juga mampu dikaitkan dengan proses pengeringan dapat menginaktivasi enzim yang mendegradasi senyawa fenolik, namun senyawa fenolik diketahui tidak tahan akan suhu tinggi sehingga apabila lama pengeringan semakin tinggi maka terjadi degradasi senyawa fenolik juga (Orphanides *et al.*, 2013). Senyawa fenolik yang terdegradasi oleh panas, dan komponen volatil lainnya yang hilang selama proses pengeringan akan membuat aktivitas antioksidan mengalami penurunan kemampuan (Orphanides *et al.*, 2013).

4.3 Karakteristik Fisik Teh Herbal Pucuk Merah

Karakteristik fisik dari teh herbal pucuk merah yang diamati menggunakan parameter warna air seduhan teh herbal pucuk merah yang meliputi kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*) dan tingkat kekuningan (b^*).

4.3.1 Tingkat Kecerahan (L*)

Nilai tingkat kecerahan (L) untuk menunjukkan gelap terangnya/tingkat kecerahan dari suatu warna yang dihasilkan pada produk. Huruf L akan mempresentasikan tingkat kecerahan yang nilainya antara 0-100. Pada tingkat kecerahan (L) maka menunjukkan bahwa semakin angka mendekati 0 maka hasil dari nilai L ini memiliki sampel yang tingkat kecerahannya rendah/gelap. Pada tingkat kecerahan L yang mendekati 100 maka menunjukkan tingkat kecerahan yang tinggi/terang (Supriyanto *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil analisa tingkat kecerahan dari teh herbal pucuk merah sendiri mengakibatkan perlakuan lama waktu fermentasi dan lama pengeringan memiliki nilai yang berkisar 27,2 – 40,6. Hasil dari tingkat kecerahan pada teh herbal pucuk merah ini sendiri berdasarkan **Lampiran 7** maka terhadap faktor lama fermentasi dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rata-rata dari hasil tingkat kecerahan teh herbal pucuk merah dan terdapat interaksi antara kedua faktor lama fermentasi dan lama pengeringan. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) karena kedua faktor memiliki pengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan (L) air seduhan teh herbal pucuk merah. Pada **Lampiran 18** maka uji korelasi menggunakan *Pearson Correlation* pada tingkat kecerahan (L) terhadap tingkat kemerahan dan kekuningan maka menunjukkan korelasi kuat namun negatif, dimana semakin tinggi tingkat kecerahan maka menurunkan tingkat kemerahan dan kekuningan. Hasil rata-rata dari tingkat kecerahan teh herbal pucuk merah yang diakibatkan oleh pengaruh lama fermentasi dan lama pengeringan ditunjukkan pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11. Rerata Tingkat Kecerahan (L) pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kecerahan
0 jam	3 jam	29,9±0,67 ^{bc}
	4 jam	31,9±0,80 ^{de}
	5 jam	39,1±1,31 ⁱ
2 jam	3 jam	29,1±0,87 ^{ab}
	4 jam	31,5±0,81 ^{de}
	5 jam	35,8±1,00 ^h
3 jam	3 jam	28,6±1,16 ^a
	4 jam	30,9±0,52 ^{cd}
	5 jam	34,0±0,12 ^g
4 jam	3 jam	27,8±0,60 ^a
	4 jam	30,7±0,49 ^{cd}
	5 jam	32,7±0,60 ^{fg}

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka setelah ± adalah nilai standar deviasi
 3) Rerata yang didampingi notasi huruf yang tidak sama menyatakan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT ($\alpha=0,05$)

Lampiran 7 menunjukkan adanya interaksi antara kedua faktor lama pengeringan dan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata. Pada hasil tingkat kecerahan maka nilai rata-rata dari 3 kali ulangan antara lama fermentasi 0 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam maka didapatkan tingkat kecerahan paling rendah/gelap yaitu pada lama fermentasi 4 jam. Tingkat kecerahan pada lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam maka didapatkan tingkat kecerahan paling rendah/gelap yaitu pada lama pengeringan 3. Interaksi antara kedua faktor ini dapat terjadi karena proses pengeringan akan menghentikan proses fermentasi dan warna yang dihasilkan saat proses fermentasi dapat hilang dengan semakin lama proses pengeringan karena hilangnya senyawa volatil pada proses tersebut. Proses fermentasi yang dihentikan tentu akan memberikan pengaruh pada senyawa yang dikandung oleh daun teh, dimana senyawa ini dapat mempengaruhi warna tingkat kecerahan dari teh itu sendiri. Literatur menyebutkan bahwa proses fermentasi akan terhenti oleh proses pengeringan, dimana proses pengeringan akan mengurangi kadar air dan menghasilkan panas yang akan merusak enzim polifenol oksidase (Teshome *et al.*, 2013).

Pada masing-masing perlakuan lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam dengan kombinasi lama fermentasi 0 jam memberikan tingkat kecerahan paling tinggi. Pada lama fermentasi 0 jam maka semakin banyak senyawa fenolik dan turunannya yang bertahan

pada teh, sedangkan senyawa pembentuk warna gelap hasil oksidasi enzimatis akan memiliki nilai paling kecil. Pada perlakuan lama pengeringan maka 0 jam fermentasi memiliki perubahan yang paling besar dibandingkan lama fermentasi 2 jam, 3 jam dan 4 jam karena pada lama fermentasi selain 0 jam memiliki theaflavin dan thearubigin yang diketahui lebih tahan panas dibandingkan senyawa fenolik. Hal inilah yang memicu fermentasi 0 jam mengalami tingkat kecerahan tertinggi dengan kombinasi lama pengeringan karena senyawa fenolik yang mampu memberikan warna kekuningan mudah dirusak oleh panas, sedangkan pada lama fermentasi lain maka tidak terlalu banyak berubah karena theaflavin dan thearubigin yang lebih tahan oleh suhu panas dan lama pengeringan.

Menurut **Tabel 4.11** maka ditunjukkan bahwa rata-rata dari hasil 3 kali pengulangan untuk mengetahui tingkat kecerahan (L) teh herbal pucuk merah akibat perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan yaitu antara 27,8 – 39,1. Berdasarkan dari hasil pada **Tabel 4.11** maka diketahui yang memiliki nilai tingkat kecerahan paling tinggi yaitu dengan rerata 39,1 yang terdapat pada fermentasi 0 jam dengan lama pengeringan 5 jam. Pada **Tabel 4.11** menunjukkan semakin lama fermentasi maka semakin gelap warna yang dihasilkan oleh air seduhan teh herbal pucuk merah. Hal ini dikaitkan dengan proses fermentasi yang mampu merubah struktur teh, dimana hasil dari perubahan struktur teh ini akan mempengaruhi tingkat kecerahan air seduhan teh herbal pucuk merah. Lama waktu fermentasi yang semakin lama tentu akan mempengaruhi jumlah senyawa fenolik dan turunannya yang dirubah oleh enzim polifenol oksidase, sehingga semakin lama fermentasi warna dari air seduhan teh herbal pucuk merah akan semakin gelap. Senyawa polifenol akan mengalami penurunan akibat katekin yang dirubah bentuknya, sehingga hal inilah yang memicu tingkat kecerahan pada faktor lama fermentasi paling lama yaitu 4 jam memiliki warna yang paling gelap. Menurut literatur oksidasi enzimatis/fermentasi menghasilkan theaflavin dan thearubigin yang dapat memberikan warna dari air seduhan teh menjadi lebih gelap (Stoknicka *et al.*, 2011). Lama fermentasi mampu menghasilkan warna air seduhan teh semakin gelap disebabkan oleh banyaknya katekin yang dirubah oleh polifenol oksidase. Selama proses fermentasi maka katekin akan terdegradasi menjadi turunan tanin dan polimerisasi menjadi theaflavin dan thearubigin oleh polifenol oksidase (Tong *et al.*, 2019). Pada proses fermentasi maka theaflavin akan bertanggung jawab dalam sifat kecerahan, *briskness* dan kualitas teh. Theaflavin akan memberikan warna merah-oranye dan thearubigin akan memberikan warna merah-kecoklatan (Pou, 2016).

Pada **Tabel 4.11** juga menunjukkan bahwa semakin lama pengeringan maka tingkat kecerahan air seduhan pucuk merah menjadi semakin cerah. Hal ini dapat disebabkan oleh warna yang ada pada teh herbal pucuk merah berkurang akibat penguapan senyawa volatil yang terjadi. Semakin lama pengeringan akan menyebabkan jumlah senyawa volatil warna

menjadi banyak yang hilang. Banyaknya senyawa volatil warna yang hilang ini maka menyebabkan warna air seduhan menjadi lebih terang. Menurut literatur tentang penjabaran penelitian teh yang difermentasi dengan faktor lama pengeringan maka semakin lama pengeringan warna air seduhan akan menjadi semakin cerah karena banyaknya volatil yang hilang saat proses pengeringan (Teshome *et al.*, 2013).

4.3.2 Tingkat Kemerahan (a*)

Hasil analisa dari tingkat kemerahan teh herbal pucuk merah yang dipengaruhi oleh lama fermentasi dan lama pengeringan memiliki nilai berkisar -1,6 sampai 4,8. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada **Lampiran 8** yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rata-rata tingkat kemerahan (a) pada air seduhan teh herbal pucuk merah terhadap faktor lama fermentasi dan lama pengeringan, dan terjadi interaksi antara kedua faktor tersebut. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) karena kedua faktor memiliki pengaruh nyata terhadap tingkat kemerahan (a) air seduhan teh herbal pucuk merah. Pada **Lampiran 18** uji korelasi menggunakan *Pearson Correlation* pada tingkat kemerahan (a) menunjukkan korelasi kuat dan positif pada tingkat kekuningan (a), namun negatif pada tingkat kecerahan (L) yang artinya semakin tinggi tingkat kemerahan maka tingkat kekuningan (b) juga meningkat namun menurunkan tingkat kecerahan (L). Rata-rata dari tingkat kemerahan (a) air seduhan teh herbal pucuk merah dengan faktor lama fermentasi dan lama pengeringan ditunjukkan pada **Tabel 4.12**

Tabel 4.12. Rerata Tingkat Kemerahan (a) pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kemerahan
0 jam	3 jam	1,3±0,15 ^c
	4 jam	0,9±0,25 ^b
	5 jam	-1,6±0,25 ^a
2 jam	3 jam	3,7±0,25 ^h
	4 jam	2,5±0,51 ^f
	5 jam	1,7±0,36 ^{cd}
3 jam	3 jam	4,1±0,20 ⁱ
	4 jam	3,03±0,23 ^g
	5 jam	2,06±0,38 ^{de}
4 jam	3 jam	4,8±0,36 ^j
	4 jam	3,3±0,26 ^{gh}
	5 jam	2,3±0,40 ^{ef}

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka setelah ± adalah nilai standar deviasi
 3) Rerata yang didampingi notasi huruf yang tidak sama menyatakan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT ($\alpha=0,05$)

Bedasarkan **Tabel 4.12** maka diketahui lama fermentasi dan lama pengeringan pada tingkat kemerahan air seduhan teh herbal pucuk merah menunjukkan adanya interaksi antara keduanya. Interaksi diantara keduanya dapat terjadi akibat warna tingkat kemerahan yang dihasilkan oleh proses fermentasi berkurang dengan semakin lama waktu pengeringan. Pada masing-masing perlakuan maka 0 jam fermentasi memberikan pengaruh yang paling besar dengan kombinasi lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Hal ini dapat dipengaruhi oleh lama proses fermentasi akan menentukan banyaknya theaflavin dan thearubigin pembentuk warna air seduhan teh yang lebih merah, sedangkan pada proses pengeringan banyak volatil yang hilang sehingga warna dari air seduhan teh akan berkurang sehingga lama fermentasi 0 jam akan memberikan pengaruh yang paling besar. Perlakuan lama pengeringan 5 jam memiliki nilai yang paling rendah untuk masing-masing perlakuan lama fermentasi, hal ini disebabkan oleh senyawa volatil untuk membentuk warna pada air seduhan teh paling banyak hilang atau menguap pada pengeringan tersebut. Interaksi antara keduanya dapat terjadi karena warna yang dihasilkan saat proses fermentasi dapat hilang dengan semakin lama proses pengeringan karena hilangnya senyawa volatil pada proses tersebut. Menurut literatur fermentasi pada teh merupakan proses oksidasi enzimatik yang merubah senyawa polifenol menjadi theaflavin dan thearubigin. Theaflavin sendiri diketahui bertanggung jawab dalam memberikan warna merah-oranye dan thearubigin akan memberikan warna kuning kecoklatan pada air seduhan teh (Pou, 2016).

Lampiran 8 menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi, maka tingkat kemerahan dari teh herbal pucuk merah juga semakin tinggi. Pada lama waktu pengeringan yang semakin lama, maka tingkat kemerahan dari teh herbal pucuk merah akan mengalami penurunan. Nilai rata-rata tingkat kemerahan tertinggi yaitu adalah 4,8 yang didapatkan dari perlakuan lama fermentasi 4 jam dengan lama pengeringan 3 jam. Nilai rerata kemerahan terendah teh herbal pucuk merah yaitu -1,63 yang didapatkan dari perlakuan lama fermentasi 0 jam dan lama pengeringan 5 jam. Nilai negatif pada tingkat kemerahan sendiri menunjukkan air seduhan berwarna hijau. Perlakuan lama fermentasi yang semakin lama akan menyebabkan perubahan warna yang signifikan karena hasil oksidase akan mempengaruhi warna atau tingkat kemerahan dari teh. Lama pengeringan juga akan menyebabkan penurunan yang signifikan karena banyaknya kandungan senyawa volatil yang hilang ketika semakin lama proses pengeringan dilakukan. Menurut literatur maka proses pengeringan akan membuat senyawa volatil pada daun mengalami penguapan, seperti pigmen antiosianin yang diketahui dikandung oleh tanaman pucuk merah juga akan mengalami penurunan dengan adanya proses pengeringan (Anggraini, 2017). Menurut literatur proses fermentasi pada teh maka melibatkan oksidatif dan perubahan enzimatik, dimana hasilnya adalah transformasi dari monomer polifenol menjadi theaflavin dan thearubigin. Dalam proses enzimatik maka epikatekin (EC, ECG, EGC dan EGCG) akan berdimer dan membentuk theaflavin pada teh. Theaflavin memberikan kontribusi warna kuning-kecoklatan, sedangkan thearubigin akan menghasilkan warna merah-kecoklatan dari produk teh (Preedy, 2020).

4.3.3 Tingkat Kekuningan (b*)

Pada hasil nilai tingkat kekuningan teh herbal pucuk merah yang dipengaruhi oleh lama fermentasi dan lama pengeringan memiliki nilai berkisar antara 24,4 – 9,8. Hasil analisis ini dapat dilihat berdasarkan tingkat kekuningan teh herbal pucuk merah yang terdapat pada **Lampiran 9**. Pada hasil analisa ragam ditunjukkan bahwa rerata tingkat kekuningan teh herbal pucuk merah terhadap faktor lama fermentasi dan lama pengeringan memberikan pengaruh berbeda nyata ($\alpha=0,05$), diketahui terdapat interaksi juga di antara kedua faktor tersebut terhadap tingkat kekuningan teh herbal pucuk merah. Pada perlakuan tiap faktor (lama fermentasi dan lama pengeringan) dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) karena kedua faktor memiliki pengaruh nyata terhadap tingkat kekuningan (b) air seduhan teh herbal pucuk merah. **Lampiran 18** menunjukkan uji korelasi dengan *Pearson Correlation* maka korelasi tingkat kekuningan (b) terhadap tingkat kecerahan (L) yaitu kuat dan negatif, namun terhadap tingkat kemerahan maka menunjukkan korelasi kuat dan positif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kekuningan (b) maka tingkat

kemerahan (a) akan semakin tinggi juga, namun tingkat kecerahan (L) mengalami penurunan. Rerata dari tingkat kekuningan dapat dilihat pada **Tabel 4.13**.

Tabel 4.13. Rerata Tingkat Kekuningan (b) pengaruh Lama Fermentasi dan Lama Pengeringan

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kekuningan
0 jam	3 jam	16,97±1,46 ^{fg}
	4 jam	9,63±0,67 ^{ab}
	5 jam	8,83±0,59 ^a
2 jam	3 jam	20,27±1,07 ^l
	4 jam	15,77±1,36 ^{ef}
	5 jam	10,87±0,47 ^{bc}
3 jam	3 jam	22,57±0,70 ^l
	4 jam	17,93±1,38 ^{gh}
	5 jam	11,93±0,59 ^c
4 jam	3 jam	24,11±0,30 ^k
	4 jam	18,93±1,31 ^h
	5 jam	14,57±1,12 ^d

Keterangan : 1) Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan
 2) Angka setelah ± adalah nilai standar deviasi
 3) Rerata yang didampingi notasi huruf yang tidak sama menyatakan berbeda nyata pada uji lanjut DMRT ($\alpha=0,05$)

Berdasarkan **Tabel 4.13** maka diketahui terjadi interaksi antara kedua faktor lama pengeringan dan lama fermentasi. Masing-masing perlakuan lama pengeringan yaitu 3 jam, 4 jam dan 5 jam memiliki perbedaan yang besar terhadap perlakuan lama fermentasi 0 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Interaksi diantara keduanya dapat terjadi akibat warna tingkat kekuningan yang dihasilkan oleh proses fermentasi berkurang dengan semakin lama waktu pengeringan.

Pada masing-masing perlakuan maka 0 jam fermentasi memberikan pengaruh yang paling besar dengan kombinasi lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Hal ini dapat dipengaruhi oleh lama proses fermentasi akan menentukan banyaknya theaflavin dan thearubigin pembentuk warna air seduhan teh yang lebih kuning, sedangkan pada proses pengeringan banyak volatil yang hilang sehingga warna dari air seduhan teh akan berkurang sehingga lama fermentasi 0 jam akan memberikan pengaruh yang paling besar.

Lampiran 9 memperlihatkan adanya perubahan warna pada tingkat kekuningan dari lama fermentasi dan lama pengeringan. Semakin lama fermentasi maka akan semakin

tinggi rerata tingkat kekuningannya, namun semakin lama pengeringan maka rerata tingkat kekuningan akan mengalami penurunan. Nilai rerata tingkat kekuningan terendah yaitu 8,83 yang terdapat pada proses 0 jam lama fermentasi dengan kombinasi lama pengeringan yaitu 5 jam pengeringan. Pada rerata nilai tingkat kekuningan tertinggi terdapat pada nilai 24,11 yang diperoleh dari lama fermentasi 4 jam dengan kombinasi lama pengeringan 3 jam. Pada data tersebut dapat dilihat bahwa dengan lama pengeringan 3 jam masih mampu mempertahankan tingkat kekuningan yang tinggi pada masing-masing lama fermentasi teh. Penambahan tingkat kekuningan teh herbal pucuk merah diakibatkan oleh proses fermentasi dimana enzim polifenol oksidase akan merubah struktur teh sehingga mempengaruhi tingkat warna kuning pada air seduhan teh herbal pucuk merah. Hal ini didukung oleh literatur dimana disebutkan hasil oksidase katekin yaitu theaflavin dan thearubigin akan memberikan warna *golden-brown*. Lama fermentasi akan meningkatkan warna kekuningan disebabkan oleh perubahan enzimatik dari transformasi monomer polifenol menjadi theaflavin dan thearubigin. Thearubigin memberikan warna merah kecoklatan pada teh, dimana thearubigin merupakan nama dari produk oksidasi flavanol yang dikenal sangat berwarna (Teshome *et al.*, 2013). Theaflavin memberikan kontribusi warna kuning-kecoklatan, sedangkan thearubigin akan menghasilkan warna merah-kecoklatan dari produk teh (Preedy, 2020).

Pada **Tabel 4.13** juga diperlihatkan bahwa tingkat kekuningan mengalami penurunan akibat proses lama pengeringan. Lama pengeringan akan memberikan warna air seduhan yang tingkat kekuningannya berkurang karena senyawa volatil yang dapat membentuk warna dapat menguap bersama dengan air yang menguap di proses tersebut. Menurut literatur maka pada proses pengeringan senyawa bioaktif termasuk karotenoid mengalami penurunan dengan lama waktu pengeringan yang meningkat lebih dari 2 jam (Teshome *et al.*, 2013). Lama pengeringan yang semakin lama pada daun akan membuat senyawa volatil menguap, termasuk karotenoid juga dapat mengalami penurunan oleh proses pengeringan (Anggraini, 2017).

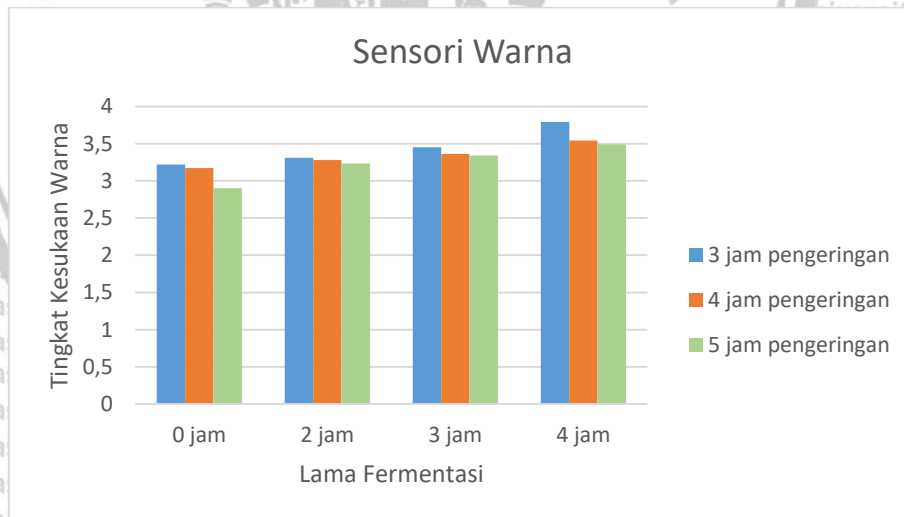
4.4 Penilaian Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah

Penilaian organoleptik air seduhan teh herbal pucuk merah pada penelitian ini menggunakan uji kesukaan (Hedonic Scale Scoring). Pada uji ini panelis diberi 12 sampel air seduhan teh herbal pucuk merah yang masing-masing berisi 15 ml. Panelis diminta untuk memberikan tanggapan mengenai air seduhan teh herbal pucuk merah yang disajikan. Pada uji organoleptik ini akan diberikan nilai tingkat kesukaan atau skala hedonik dari 1-5, dimana angka tersebut akan menginterpretasikan dari sangat tidak suka hingga sangat suka (**Lampiran 13**). Dari nilai inilah akan didapatkan skala tingkat kesukaan antar perlakuan yang ada. Jumlah panelis yang digunakan yaitu 100 orang panelis tidak terlatih.

Teh kering pucuk merah diseduh menggunakan metode infusi dimana metode ini akan menggunakan teabag yang masing-masing sampel dimasukkan 1 gram dengan air panas 100 ml, menggunakan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 5 menit. Penilaian dari teh herbal pucuk merah ini sendiri meliputi warna, aroma dan rasa air seduhan teh herbal pucuk merah.

4.4.1 Warna

Warna pada teh merupakan sifat sensori yang akan pertama kali diamati pada saat konsumen melihat produk pangan. Warna juga merupakan faktor yang menentukan mutu bahan pangan (Kusumaningrum *et al.*, 2013). Hal inilah yang membuat warna menjadi atribut penting dalam evaluasi sensori sebagai daya tarik panelis. Perlakuan dengan lama fermentasi dan lama pengeringan yang dikombinasikan dengan berbagai lama waktu yang berbeda diharapkan dapat menghasilkan produk dengan warna yang disukai oleh konsumen. Rerata tingkat kesukaan panelis terhadap warna yang dihasilkan oleh air seduhan teh herbal pucuk merah yaitu berkisar 2,90 – 3,79 (**Lampiran 10**). Pengaruh lama fermentasi dan lama pengeringan terhadap tingkat kesukaan panelis pada atribut warna air seduhan teh herbal pucuk merah disajikan pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1. Grafik Rerata Tingkat Kesukaan Warna Air seduhan Teh Herbal Pucuk Merah dengan Lama fermentasi dan Lama pengeringan

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada atribut warna yang dihasilkan teh herbal pucuk merah dengan lama fermentasi dan lama pengeringan yang berbeda tidak memiliki perbedaan tingkat kesukaan yang terlalu besar. Hasil tingkat kesukaan warna dari tiap perlakuan yang berbeda secara lengkap dapat dilihat pada (**Lampiran 10**).

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji friedman (**Lampiran 10**), maka diperoleh hasil yang menunjukkan lama fermentasi 0 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam serta lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan untuk atribut warna teh herbal pucuk merah ($p < 0,05$). Hasil rerata tingkat kesukaan untuk atribut warna akibat lama fermentasi dan lama pengeringan dapat diperhatikan pada **Tabel 4.14**.

Tabel 4.14. Rerata Tingkat Kesukaan Atribut Warna Teh Herbal Pucuk Merah

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kesukaan Warna
0 jam	3 jam	3,22±0,94 ^b
	4 jam	3,17±0,91 ^b
	5 jam	2,90±0,96 ^a
2 jam	3 jam	3,31±0,91 ^{bcd}
	4 jam	3,28±0,87 ^{bcd}
	5 jam	3,23±0,87 ^{bc}
3 jam	3 jam	3,45±0,89 ^{cde}
	4 jam	3,36±0,87 ^{bcd}
	5 jam	3,34±0,83 ^{bcd}
4 jam	3 jam	3,79±0,83 ^f
	4 jam	3,54±0,80 ^e
	5 jam	3,49±0,86 ^{de}

Keterangan : Setiap data hasil analisis merupakan rerata 100 panelis ± standar deviasi

Pada **Tabel 4.14** diketahui bahwa rerata warna teh herbal pucuk merah yang paling disukai yaitu pada lama fermentasi 4 jam dengan lama pengeringan 3 jam yang memiliki nilai 3,79. Warna teh herbal pucuk merah yang memiliki tingkat kesukaan terendah yaitu pada lama fermentasi 0 jam dengan lama pengeringan 5 jam yang memiliki nilai rerata tingkat kesukaan warna 2,90. Hal ini terjadi akibat perlakuan fermentasi/oksidasi enzimatis yang dilakukan. Warna pada air seduhan teh dan metode penyeduhannya memberikan atribut yang berbeda, selain hanya dari aroma dan rasa.

Pada **Tabel 4.14** dapat diketahui bahwa terjadi interaksi diantara kedua faktor lama pengeringan dan lama fermentasi. Hal ini dapat disebabkan oleh semakin lama pengeringan maka tingkat kesukaan warna oleh panelis mengalami penurunan, sedangkan

semakin lama fermentasi tingkat kesukaan warna oleh panelis mengalami kenaikan. Pada masing-masing perlakuan maka lama fermentasi 0 jam dikombinasikan dengan lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam memberikan perbedaan paling besar. Hal ini dapat disebabkan karena panelis menyukai warna yang semakin gelap, namun pada lama fermentasi 0 jam diketahui bahwa dihasilkan warna yang cerah. Warna gelap dapat dipengaruhi oleh proses fermentasi yang akan menghasilkan senyawa theaflavin dan thearubigin, dimana senyawa ini akan memberikan warna gelap pada air seduhan teh.

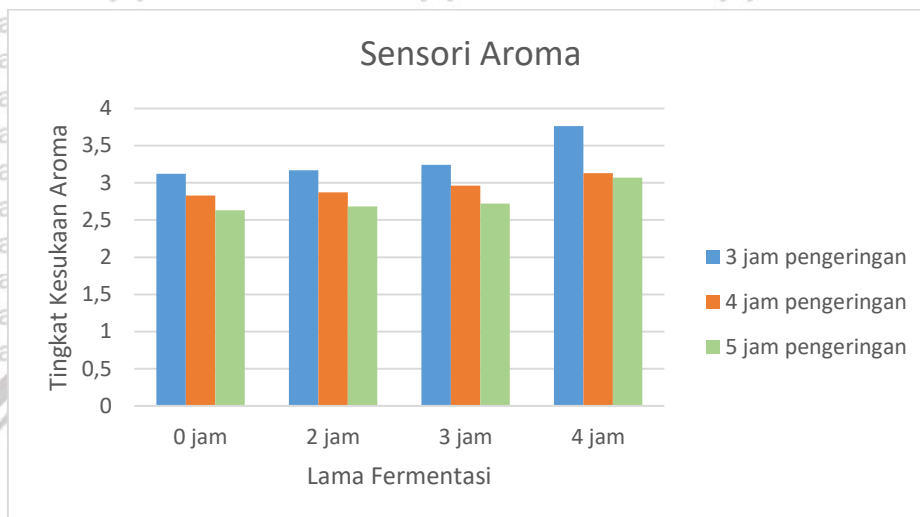
Lama pengeringan dapat mempengaruhi 0 jam fermentasi paling signifikan karena theaflavin dan thearubigin memiliki ketahanan panas lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa fenolik.

Pada **Tabel 4.14** dapat dilihat bahwa panelis cenderung lebih menyukai warna yang lebih gelap dibandingkan dengan warna air seduhan teh yang terang karena semakin lama fermentasi maka air seduhan menjadi lebih gelap. Semakin lama pengeringan maka tingkat kesukaan panelis menurun. Lama pengeringan mempengaruhi banyaknya volatil yang hilang saat proses tersebut berlangsung, semakin banyak volatil yang hilang maka air seduhan warnanya akan menjadi lebih pucat. Semakin lama fermentasi maka warna yang dihasilkan akan lebih pekat, hal ini disebabkan saat proses ini terjadi perubahan struktur polifenol dan turunannya yang membentuk warna lebih pekat pada air seduhan teh. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan warna pekat hasil seduhan infusi teh didapatkan dari komponen fenolik yang dioksidasi dan membentuk theaflavin dan thearubigin. Theaflavin pada umumnya akan memberikan warna kuning sedangkan thearubigin akan memberikan warna merah. Kedua komponen tersebut diproduksi oleh proses oksidasi enzimatis dan kondensasi katekin pada daun teh selama proses fermentasi. Rasio yang berbeda pada theaflavin dan thearubigin akan memberikan hasil yang berbeda juga pada seduhan teh. Komponen theaflavin dan thearubigin akan diproduksi melalui dekomposisi dari klorofil, protein, pektin, gula dan senyawa fenolik yang terbentuk selama proses fermentasi teh (Chaturvedula dan Prakash, 2011). Proses pengeringan mampu menurunkan tingkat kepekatan warna dari teh, sehingga semakin lama pengeringan teh dapat dilihat tingkat kesukaannya akan menurun. Hal ini dibuktikan pada proses pengeringan maka senyawa volatil akan mengalami penurunan karena penguapan (Teshome *et al.*, 2013).

4.4.2 Aroma

Aroma pada teh merupakan aspek yang dapat menentukan kualitas dari teh itu sendiri. Aroma mampu menentukan apakah teh tersebut dapat diterima atau ditolak sebelum dirasakan (Chaturvedula dan Prakash, 2011). Senyawa aroma juga akan

tergantung pada proses pembuatannya seperti adanya oksidasi enzimatis dan pengeringan. Rerata nilai kesukaan daripada aroma teh herbal pucuk merah yaitu sekitar 2,63 – 3,76 (**Lampiran 11**). Pengaruh lama fermentasi dan lama pengeringan teh herbal pucuk merah berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap atribut aroma air seduhan teh herbal disajikan pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2. Grafik Rerata Tingkat Kesukaan Aroma Air seduhan Teh Herbal Pucuk Merah dengan Lama fermentasi dan Lama pengeringan

Berdasarkan hasil analisa (**Lampiran 11**) diketahui atribut aroma yang dihasilkan teh herbal pucuk merah dengan perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan memberikan tingkat kesukaan yang berbeda namun tidak terlalu besar perbedaannya. Berdasarkan uji friedman yang dilakukan maka diperoleh hasil tingkat kesukaan aroma terhadap lama fermentasi (0 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam) dan lama pengeringan (3 jam, 4 jam, 5 jam) memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan untuk atribut aroma teh herbal pucuk merah ($p < 0,05$). Hasil rerata tingkat kesukaan teh herbal pucuk merah untuk atribut aroma dengan pengaruh lama fermentasi dan lama pengeringan dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15. Rerata Tingkat Kesukaan Atribut Aroma Teh Herbal Pucuk Merah

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kesukaan Aroma
0 jam	3 jam	3,12±0,94 ^{ef}
	4 jam	2,83±0,93 ^{abc}
	5 jam	2,63±0,89 ^a
2 jam	3 jam	3,17±0,91 ^{ef}
	4 jam	2,87±0,85 ^{bcd}
	5 jam	2,68±0,83 ^{ab}
3 jam	3 jam	3,24±0,91 ^f
	4 jam	2,96±0,88 ^{ode}
	5 jam	2,72±0,91 ^{ab}
4 jam	3 jam	3,76±0,83 ^g
	4 jam	3,13±0,88 ^{ef}
	5 jam	3,07±0,87 ^{efg}

Keterangan : Setiap data hasil analisis merupakan rerata 100 panelis ± standar deviasi

Tabel 4.15 menunjukkan nilai rerata tingkat kesukaan panelis terhadap atribut aroma dengan faktor lama pengeringan dan lama fermentasi. Kombinasi perlakuan keduanya yang menunjukkan nilai tingkat kesukaan terendah adalah pada perlakuan 0 jam lama fermentasi dan 5 jam lama pengeringan dengan nilai sebesar 2,63. Pada kombinasi perlakuan kedua faktor yang menunjukkan nilai tingkat kesukaan tertinggi yaitu pada perlakuan 4 jam fermentasi dan lama pengeringan 3 jam dengan nilai 3,76. Pada aroma air seduhan teh herbal pucuk merah terjadi interaksi antara kedua faktor lama pengeringan dan lama fermentasi. Alasan terjadi interaksi antar keduanya karena kedua faktor ini saling mempengaruhi satu sama lain, pada waktu fermentasi yang meningkat maka aroma yang dihasilkan akan lebih kuat dan manis sehingga disukai oleh panelis. Pada waktu pengeringan yang meningkat maka aroma yang dihasilkan menurun tingkat kesukaannya oleh panelis karena aroma terbentuk dari senyawa volatil yang pada proses ini dapat menguap bersama dengan air.

Pada proses pengeringan maka dilihat dari **Tabel 4.15** masing-masing perlakuan maka lama fermentasi 4 jam memberikan nilai paling besar dengan kombinasi perlakuan lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Hal ini dapat disebabkan oleh hasil oksidasi enzimatis yaitu theaflavin dan thearbugin memiliki nilai terbesar dengan semakin lama fermentasi. Terbentuknya hasil oksidasi ini akan memberikan aroma yang lebih kuat, sehingga pada lama fermentasi 4 jam memiliki aroma yang paling kuat dibandingkan dengan lama waktu fermentasi lainnya. Pembentuk aroma yang dapat dikenali oleh manusia disebabkan oleh senyawa volatil, dimana senyawa volatil diketahui mudah menguap dan tidak tahan suhu panas. Kehilangan senyawa volatil selama proses pengeringan inilah yang menyebabkan aroma menjadi lebih tidak pekat. Menurut literatur

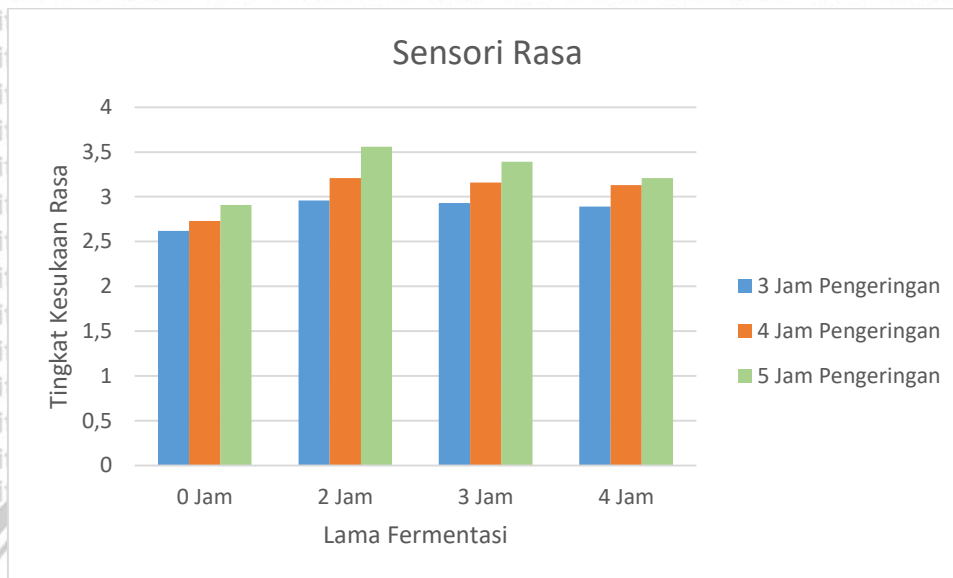
maka senyawa volatil yang ada pada teh dimana fungsi utamanya adalah memberikan aroma yang kuat dan lebih manis akan menguap pada semakin lama proses pengeringan (Anggraini, 2017). Aroma air seduhan teh akan menurun tingkat kepekatannya dengan semakin lama proses pengeringan ataupun semakin tinggi suhu pengeringan, aroma sangat subjektif serta sulit diukur, sehingga dengan sensitifitas dan kesukaan berbeda-beda akan menghasilkan hasil yang berbeda juga (Meilgaard, 2000).

Tabel 4.15 menunjukkan penilaian atribut aroma teh herbal pucuk merah menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka panelis cenderung lebih suka, dibandingkan dengan yang tidak difermentasi. Hal ini dipengaruhi oleh proses fermentasi akan menghasilkan komponen lain seperti theaflavin dan thearubigin dengan cara mendegradasi senyawa-senyawa polifenol dan turunannya sehingga terjadi perubahan struktur daripada teh itu sendiri. Menurut literatur maka aroma akan terbentuk oleh senyawa volatil atau senyawa yang mudah menguap. Aroma sendiri telah terbentuk dari proses pelayuan. Pada proses pelayuan menurut literatur maka terjadi perubahan klorofil dan protein menjadi asam amino dan oksidasi karotenoid yang dapat menghasilkan substansi yang mudah menguap seperti aldehid dan keton tidak jenuh, kemudian substansi tersebut akan menghasilkan aroma yang diperlukan pada proses fermentasi (Deb dan Pou, 2016). Secara umum maka aroma dihasilkan dari dua grup komponen yaitu non-terpenoid dan terpenoid. Rasio dari terpenoid menjadi nonterpenoid diklasifikasikan pada kualitas dari teh. Secara khusus maka linalool dan geraniol yang termasuk keluarga *terpene alcohol* memberikan aroma bunga yang manis pada teh, namun pada teh oksidasi DMHF atau furaneol memberikan aroma manis karamel pada teh oksidasi (Shi *et al.*, 2014). Teh yang dioksidasi akan menghasilkan volatil yang berbeda, hal ini yang akan membuat aroma pada teh menjadi lebih manis seperti karamel dibanding teh non oksidasi (Ho *et al.*, 2015). Aroma yang lebih kuat mungkin lebih mudah untuk disukai karena lebih mudah untuk dideteksi (Meilgaard, 2000).

4.4.3 Rasa

Rasa merupakan hal penting dalam penerimaan oleh konsumen. Rasa produk pangan terdiri dari enam sensasi dasar yaitu manis, pahit, sepat/astringent, asin, asam dan umami (Chaturvedula dan Prakash, 2011). Pada teh maka keseimbangan sensasi rasa sangatlah penting. Menurut data yang didapatkan maka hasil rerata dari tingkat kesukaan rasa pada air seduhan teh herbal pucuk merah adalah sekitar 2,62 – 3,56 (**Lampiran 12**). Perlakuan dengan lama fermentasi dikombinasikan dengan lama pengeringan yang diharapkan akan menghasilkan teh herbal pucuk merah yang disukai oleh konsumen.

Pengaruh lama fermentasi dan lama pengeringan teh herbal pucuk merah terhadap tingkat kesukaan rasa air seduhan teh herbal pucuk merah dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3. Grafik Rerata Tingkat Kesukaan Rasa Air seduhan Teh Herbal Pucuk Merah dengan Lama fermentasi dan Lama pengeringan

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada atribut rasa yang dihasilkan oleh teh herbal pucuk merah dengan lama fermentasi dan lama pengeringan yang berbeda namun perbedaan ini tidak terlalu besar. Lama fermentasi lebih dari 2 jam menunjukkan penurunan tingkat kesukaan rasa pada penilaian panelis, sebaliknya semakin lama pengeringan menunjukkan kenaikan tingkat kesukaan rasa oleh panelis. Tingkat kesukaan rasa tiap perlakuan dapat dilihat secara lengkap (**Lampiran 12**). Berdasarkan uji friedman yang dilakukan (**Lampiran 12**) maka ditunjukkan bahwa diperoleh hasil yang menunjukkan lama fermentasi (0 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam) dan lama pengeringan (3 jam, 4 jam dan 5 jam) memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan untuk atribut rasa teh herbal pucuk merah ($p < 0,05$). Hasil rerata dari tingkat kesukaan atribut rasa akibat perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan dilakukan pada **Tabel 4.16**.

Tabel 4.16. Rerata Tingkat Kesukaan Atribut Rasa Teh Herbal Pucuk Merah

Lama fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kesukaan Rasa
0 jam	3 jam	2,62±1,08 ^a
	4 jam	2,73±1,03 ^{ab}
	5 jam	2,91±1,12 ^{bc}
2 jam	3 jam	2,96±1,06 ^{bcd}
	4 jam	3,21±0,99 ^{de}
	5 jam	3,56±1,10 ^g
3 jam	3 jam	2,93±1,02 ^{bc}
	4 jam	3,16±0,93 ^{cde}
	5 jam	3,39±1,04 ^{fg}
4 jam	3 jam	2,89±1,07 ^{bc}
	4 jam	3,13±1,09 ^{cde}
	5 jam	3,21±0,99 ^{de}

Keterangan : Setiap data hasil analisis merupakan rerata 100 panelis ± standar deviasi

Tabel 4.16 menunjukkan rerata nilai tingkat kesukaan rasa oleh panelis terhadap lama fermentasi dan lama pengeringan. Kombinasi perlakuan yang memiliki nilai tingkat kesukaan paling rendah yaitu pada perlakuan lama fermentasi 0 jam dengan lama pengeringan 3 jam yang memiliki nilai 2,62. Kombinasi perlakuan yang menghasilkan tingkat kesukaan tertinggi yaitu pada lama fermentasi 2 jam dengan lama pengeringan 5 jam yaitu dengan nilai 3,56. Pada tingkat kesukaan rasa oleh panelis diketahui memiliki interaksi antara kedua faktor lama fermentasi dan lama pengeringan. Hal ini dapat terjadi karena kedua faktor tersebut saling mempengaruhi. Proses pengeringan pada pembuatan teh herbal pucuk merah ini memiliki tujuan untuk menyeimbangkan rasa pahit yang dapat muncul selama proses fermentasi yang semakin lama. Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya volatil yang dikandung dalam teh akan memberikan rasa yang semakin pahit pada air seduhan teh, namun pada proses pengeringan maka senyawa volatil akan menguap bersama dengan air. Proses pengeringan dapat menyeimbangkan rasa dengan meningkatnya lama dan suhu pengeringan. Hal ini didukung oleh literatur yang menyebutkan bahwa kenaikan suhu dan lama pengeringan akan memberikan rasa yang baik pada teh. Rasa pada teh akan seimbang selama proses pengeringan karena pada proses ini fermentasi akan dihentikan sehingga terbentuknya theaflavin dan thearubigin akan berhenti. Pada proses pengeringan juga akan menghilangkan senyawa-senyawa yang mampu menyebabkan rasa pahit pada teh, seperti senyawa-senyawa volatil yang menguap pada proses pengeringan (Teshome *et al.*, 2013).

Pada masing-masing perlakuan maka lama fermentasi 2 jam dengan kombinasi lama pengeringan 3 jam, 4 jam dan 5 jam memberikan pengaruh paling besar dibandingkan lama

fermentasi lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh semakin lama fermentasi maka senyawa hasil oksidasi enzimatis yaitu theaflavin dan thearubigin dapat memberikan rasa astringent yang semakin kuat yang dihubungkan dengan rasa pahit. Pada proses 0 jam fermentasi kandungan senyawa fenolik memiliki nilai yang paling tinggi, diketahui bahwa senyawa fenolik dapat memberikan rasa pahit sehingga 2 jam fermentasi memiliki tingkat kesukaan rasa paling tinggi. Lama pengeringan juga merupakan faktor yang penting pada rasa air seduhan teh herbal pucuk merah karena dapat menyeimbangkan rasa dengan menghilangkan senyawa-senyawa volatil yang dapat memberikan rasa pahit pada teh.

Pada hasil menurut **Tabel 4.16** diketahui bahwa 2 jam lama fermentasi membuat teh yang disukai. Hal ini disebabkan karena semakin lama fermentasi maka akan menyebabkan rasa yang semakin pahit. Pada air seduhan teh herbal pucuk merah 0 jam rasa tidak lebih disukai karena masih terasa daun dan flavor kurang muncul dibandingkan dengan yang difermentasi 2 jam, namun lebih dari 2 jam lama fermentasi teh yang diseduh akan semakin pahit sehingga kurang disukai. Hal ini dapat disebabkan oleh selama proses fermentasi maka katekin dengan struktur kimia yang berbeda akan menghasilkan rasa yang lebih kuat juga pada air seduhan teh. Proses fermentasi akan merubah katekin menjadi theaflavin dan thearubigin yang dapat memberikan rasa *astringent* serta pahit pada teh. Menurut literatur maka selama proses fermentasi maka katekin dirubah oleh enzim polifenol oksidase dengan bantuan oksigen, yang hasilnya disebut dengan theaflavin dan thearubigin. Theaflavin bertanggung jawab untuk memberikan rasa *astringent* dan *briskness*, sedangkan thearubigin akan memberikan *mouthfeel (thickness)* pada teh (Samanta *et al.*, 2015). Pada teh yang mengalami proses fermentasi maka rasa *astringent* biasanya dihubungkan pada rasa pahit. Sehingga semakin banyak theaflavin dan thearubigin yang mampu memberikan rasa *astringent* yang kuat, maka akan semakin pahit juga rasa dari teh yang dihasilkan (Chaturvedula dan Prakash, 2011). Pada teh yang tidak difermentasi juga terdapat rasa pahit dari senyawa polifenol pada teh (Hayashi *et al.*, 2008). Rasa pada air seduhan teh hijau yaitu sangat pahit dan *astringent* (Ho *et al.*, 2008). Penurunan katekin mampu meningkatkan *monoterpene alcohols* selama proses di teh hitam yang dapat memicu katekin ester berubah menjadi non-katekin ester yang dapat menurunkan rasa pahit dan *astringent* dari teh hijau (Wang *et al.*, 2000).

4.5 Pemilihan Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada penelitian teh herbal pucuk merah menggunakan metode indeks efektifitas (de Garmo et al., 1984). Pemilihan perlakuan terbaik didasarkan pada atribut sensori. Dasar ini didapatkan dari pembobotan tingkat kepentingan menurut panelis antara atribut fisik (warna tingkat kecerahan, tingkat kemerahan dan tingkat kekuningan), atribut kimia (kandungan senyawa polifenol dan turunannya beserta aktivitas antioksidan) dan atribut organoleptik (warna, rasa dan aroma) didapatkan bobot tertinggi yaitu pada atribut organoleptik (**Lampiran 14**).

Pada perhitungan pemilihan perlakuan terbaik berdasarkan parameter organoleptik (**Lampiran 14**), didapatkan hasil perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan dengan lama fermentasi 4 jam dan lama pengeringan 3 jam. Perlakuan tersebut memiliki karakteristik fisik, kimia dan organoleptik seperti dilihat dengan **Tabel 4.17**.

Tabel 4.17. Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik pada Perlakuan Terbaik

Karateristik	Hasil
a. Fisik	
Warna	
- L*	27,83±0,60
- A*	4,80±0,36
- B*	24,11±0,30
b. Kimia	
Kadar Air (%)	5,10±0,47
Total Fenol (mg/g)	287,24±19,7
Kadar Flavonoid (mg/g)	93,96±8,04
Kadar Tanin (mg/g)	44,11±2,03
Aktivitas Antioksidan (ppm)	12,38±0,24
c. Organoleptik	
Warna	3,79±0,83
Aroma	3,76±0,83
Rasa	2,89±1,07

Keterangan : Setiap data hasil analisis dengan 3 kalo pengulangan±standar deviasi

4.6 Perbandingan Karakteristik Teh Herbal Pucuk Merah Metode Teh Hitam dan Teh Hijau

Pada teh terdapat banyak jenis metode pengolahannya termasuk metode teh hijau dan teh hitam. Metode teh hitam berfungsi untuk meningkatkan warna, aroma dan rasa dari air seduhan teh herbal pucuk merah. Metode teh hijau memiliki kegunaan yang berbeda, dimana metode ini berfungsi untuk mempertahankan senyawa penting yang ada pada daun pucuk merah seperti total fenol, tanin, flavonoid yang dapat bekerja sebagai senyawa antioksidan. Perbandingan karakteristik teh herbal pucuk merah metode teh hitam dan teh hijau dapat dilihat pada **Tabel 4.18**.

Tabel 4.18. Perbandingan Karakteristik Teh Herbal Pucuk Merah Metode Teh Hitam dan Metode Teh Hijau

Parameter	Metode Teh Hitam	Metode Teh Hijau
Total Fenol	287,24 mg/g*	330,32 mg/g*
Kadar Tanin	44,11 mg/g**	58,26 mg/g**
Katekin	0,17%*	0,22%*
Kuersetin	0,029%*	0,0096%*
Organoleptik Warna	3,79	3,41
Organoleptik Aroma	3,76	3,34
Organoleptik Rasa	2,89	2,44

Keterangan :

*) menunjukkan tidak perbedaan nyata antara perlakuan teh hitam dan teh hijau

**) menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha=0,05$) antara perlakuan teh hitam dan teh hijau

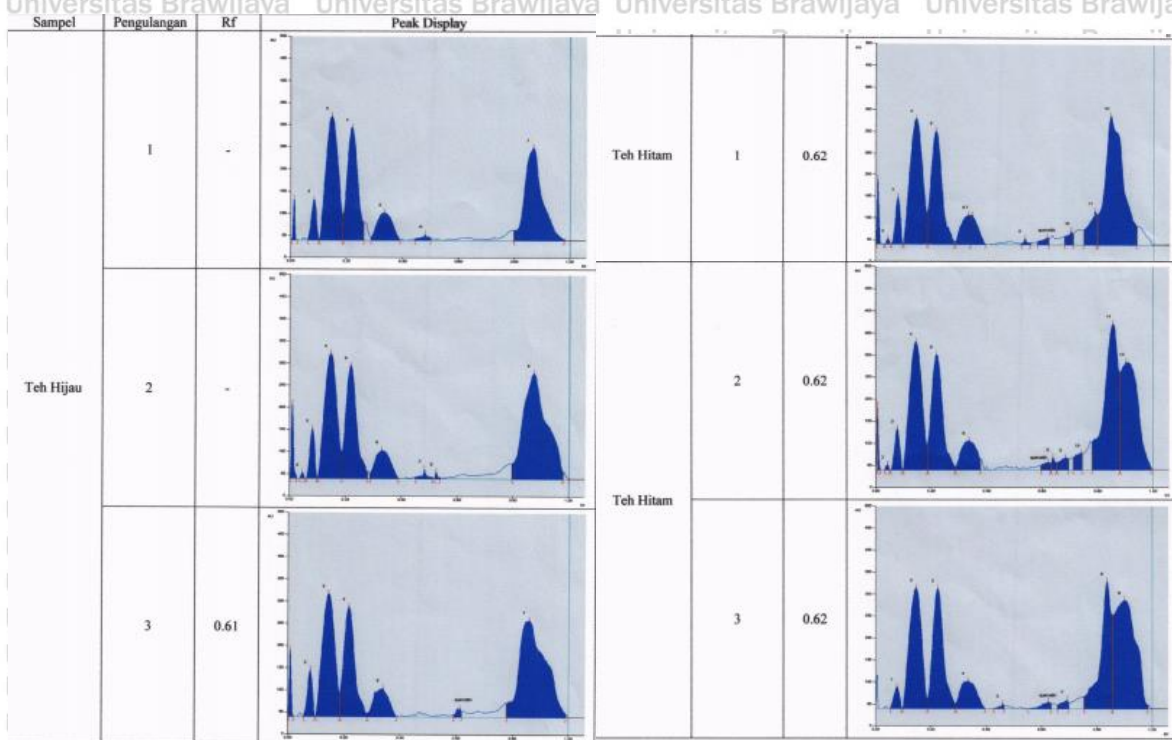
Tabel 4.18 menunjukkan bahwa nilai total fenol, kadar tanin dan katekin mengalami penurunan pada proses pengolahan teh hitam. Kadar fenol teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam adalah 330,32 mg/g dan 287,24 mg/g, kadar tanin teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam adalah 58,26 mg/g dan 44,11 mg/g, katekin teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam adalah 0,22% dan 0,17%. Kadar kuersetin teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam mengalami peningkatan dengan nilai 0,0096% menjadi 0,029%. Pada **Lampiran 17** menunjukkan bahwa dengan pengujian menggunakan *Paired-T test* maka total fenol, katekin dan kuersetin tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap metode teh hijau dan teh hitam, namun pada kadar tanin menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kedua metode teh tersebut.

Pada **Tabel 4.18** maka penurunan pada senyawa katekin dan senyawa fenolik beserta turunannya termasuk tanin dapat terjadi karena perlakuan pada teh hitam

melibatkan enzim polifenol oksidase yang akan merubah struktur katekin menjadi theaflavin dan thearubigin. Bentuk dari struktur katekin yang berubah menjadi bentuk hasil oksidasi enzimatis akan menurunkan konsentrasi katekin pada teh hijau. Katekin diketahui merupakan salah satu senyawa pembentuk struktur fenolik beserta turunannya, sehingga dengan menurunnya katekin akan diikuti dengan penurunan senyawa fenolik, flavonoid dan tanin. Menurut literatur enzim polifenol oksidase merupakan komponen penting pada daun teh yang mendegradasi katekin dengan proses oksidasi menggunakan bantuan oksigen (Öztürk *et al.*, 2019). Mekanisme oksidasi enzimatis yaitu adanya molekul oksigen maka PPO (polifenol oksidase) akan mengkatalis *o-hydroxylation* dari monofenol menjadi *o*-difenol (aktivitas monofenolase) dan oksidasi dari *o*-difenol menjadi *o*-quinones (aktivitas difenolase) (Öztürk *et al.*, 2019). Pada proses pengolahan teh hijau maka enzim akan inaktif pada suhu panas atau steam sehingga konsentrasi senyawa fenolik/katekin akan tetap tinggi karena tidak dipecah oleh enzim polifenol oksidase (Ho *et al.*, 2008).

Pada **Tabel 4.18** juga menunjukkan adanya perubahan pada tingkat kesukaan organoleptik warna, aroma dan rasa. Organoleptik warna meningkat pada teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam dengan nilai 3,41 menjadi 3,79. Organoleptik aroma meningkat pada teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam dengan nilai 3,34 menjadi 3,76. Organoleptik warna meningkat pada teh herbal pucuk merah metode teh hijau dan teh hitam dengan nilai 2,44 menjadi 2,89. Peningkatan tingkat kesukaan organoleptik yang diikuti dengan menurunnya kandungan senyawa fenolik dan tanin disebabkan oleh proses fermentasi pada teh hitam dari teh hijau. Proses pembuatan teh hitam melibatkan proses oksidasi enzimatis oleh enzim polifenol oksidase yang akan merubah senyawa katekin pada teh hijau menjadi theaflavin dan thearubigin. Senyawa theaflavin dan thearubigin ini akan bekerja sebagai senyawa yang bertanggung jawab dalam peningkatan tingkat parameter organoleptik karena kedua senyawa tersebut dapat memberikan aroma yang lebih manis, warna yang lebih pekat, dan rasa yang *astringent* namun juga meninggalkan *aftertaste* manis pahit. Menurut literatur katekin akan bertanggung jawab dalam memberikan rasa astringent yang kuat pada infusi teh hijau, dimana hal ini akan membuat air seduhan teh hijau menjadi sangat pahit dan astringent (Ho *et al.*, 2008). Penurunan katekin akan meningkatkan *monoterpene alcohols* selama proses di teh hitam, dimana senyawa tersebut dapat meningkatkan kualitas aroma dari teh. Perubahan ini akan memicu katekin ester berubah menjadi non-katekin ester yang hasilnya dapat menurunkan rasa pahit dan astringent dari teh hijau (Wang *et al.*, 2000).

Gambar 4.4. Perbandingan HPLC Kuersetin pada Teh Hijau dan Teh Hitam



Pada **Tabel 4.18** senyawa kuersetin mengalami kenaikan dari teh hijau ke teh hitam. **Gambar 4.4** yang menunjukkan perbandingan HPLC kuersetin teh hitam dan teh hijau juga menunjukkan bahwa pada teh hijau memiliki kandungan yang lebih rendah walaupun tidak terlalu besar diantara kedua metode. Hal ini dapat terjadi karena pada proses fermentasi teh hitam dapat terjadi pemutusan ikatan yang dapat memicu meningkatnya nilai kuersetin. Menurut literatur maka selama proses fermentasi teh dapat terjadi hidrolisis flavonoid glikosida diakibatkan oleh hidrolisis enzimatis dan pada proses ini maka kandungan flavonoid aglikon akan meningkat (Jeganathan *et al.*, 2016). Kuersetin diketahui berasal dari sumber yang paling banyak yaitu aglikon, yang berasal dari produk pangan yang mengandung glikosida (Wang *et al.*, 2020). Pada penelitian oleh Peterson *et al.* (2005) maka kuersetin pada teh hitam lebih tinggi dibandingkan dengan teh hijau, namun total flavonol menunjukkan lebih tinggi pada teh hijau karena myricetin dan kaempferol pada teh hijau lebih tinggi dibandingkan dengan teh hitam. Total flavonol yang tinggi ini artinya kandungan flavonoid pada teh hijau akan lebih tinggi dibandingkan teh hitam.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian teh herbal pucuk merah maka disimpulkan :

1. Perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik teh herbal pucuk merah.
2. Perlakuan lama pengeringan memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik teh herbal pucuk merah.
3. Terjadi interaksi antara perlakuan lama fermentasi dan lama pengeringan terhadap aktivitas antioksidan IC_{50} , tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*), tingkat kekuningan (b^*) dan parameter organoleptik warna, aroma, rasa teh herbal pucuk merah.

5.2 Saran

1. Pada penelitian yang telah dilakukan, proses fermentasi dapat menurunkan kadar flavonoid, kadar tanin, total fenol dan aktivitas antioksidan pada teh herbal pucuk merah. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan semi fermentasi agar tidak banyak senyawa polifenol yang hilang akibat proses fermentasi/oksidasi enzimatis.
2. Pada penelitian selanjutnya juga diharapkan terdapat uji bahan segar berupa antioksidan dan flavonoid dari daun pucuk merah sehingga dapat menunjukkan potensi daun pucuk merah.
3. Penambahan gula pada uji sensori dapat dilakukan karena senyawa fenolik yang menyebabkan rasa pahit dapat ditekan, namun perlu rasio yang tepat pada penambahannya agar tidak mengurangi sifat fungsional teh herbal pucuk merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackbarali, D. S., dan Maharaj, R. 2014. Evaluation as a Tool in Determining Acceptability of Innovative Products Developed by Undergraduate Students in Food Science and Technology at The University of Trinidad and Tobago. *Journal of Curriculum and Teaching Sciedu* Vol. 3, No. 1; 2014
- Aisha, A.F.A., Z. Ismail, K.M. Abu-Salah J.M. Siddiqui, G. Ghafardan A. M. S.A. Majid. 2013. *Syzygium companulatum* Korth. Methalonic Extract Inhibits Angiogenesis and Tumor Growth In Nude Mice. *BMC complementary and Alternative Medicine*, 13:168/ <http://www.biomedcentral.com/1472688> 2/13/168//. Diakses pada tanggal 22 September 2019.
- Akinmoladun, A.C., Ibukun, E.O., Afor, E., Obuotor, E.M., dan Farombi, E.O. Phytochemical Constituent And Antioxidant Activity Of Extract From The Leaves Of *Ocimum Gratissimum*. *Scientific Research and Essay* Vol. 2 (5), pp. 163-166, May 2007
- Altunkaya, A. 2014. Partial Purification And Characterization Of Polyphenoloxidase From Turkish Tea Leaf (*Camellia Sinensis* L.). *International journal of food properties*, 17, 1490-1497
- Anggraini, Tuty. 2017. Antioxidant Activity of *Syzygium oleana*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 16:605-611
- Anggrawati, P.S dan Ramadhania, Zelika M. 2016. Kandungan Senyawa Kimia dan Bioaktivitas dari Jambu Air (*Syzygium aqueum* Burn.f. Alston). *Jurnal Famaka* Vol. 14, No 2 (2016)
- Anjarsari, I. R. D. 2016. Katekin Teh Indonesia: Prospek Dan Manfaatnya. *Kultivasi*, 15.
- Ashok, P. K. & Upadhyaya, K. 2012. Tannins Are Astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1, 45-50.
- Bernatoniene, J. & Kopustinskiene, D. M. 2018. The Role Of Catechins In Cellular Responses To Oxidative Stress. *Molecules*, 23, 965.
- Bizuayehu, D., Atlabachew, M. & Ali, M. T. 2016. Determination of some selected secondary metabolites and their invitro antioxidant activity in commercially available Ethiopian tea (*Camellia sinensis*). *SpringerPlus*, 5, 412.
- Brand-Williams, W. Cuvelier, M.E. Berset, C. 1995. Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie* 28, 25-30
- Chandrasekara, A & Shahidi, F. 2018. Herbal Beverage: Bioactive Compounds and Their Role in Disease Risk Reduction. *Journal of Traditional and Complementary Medicie* 8(4)
- Chaturvedula, V. S. P. & Prakash, I. 2011. The Aroma, Taste, Color And Bioactive Constituents Of Tea. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5, 2110-2124.
- Chen, Y.-S., Liu B.-L. And Chang Y.-N. 2010. Bioactivities and Sensory Evaluation of Pu-erh Teas Made From Three Tea Leaves in an Improved Pile Fermentation Process. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 109(6):557-563
- Chong, K. & Lim, Y. Y. 2012. Effects Of Drying On The Antioxidant Properties Of Herbal Tea From Selected Vitex Species. *Journal of Food Quality*, 35, 51-59.

- Chun, O.K., Kim, Dae-Ok., Lee, Chang.Y. 2003. Superoxide Radical Scavenging Activity of the Major Polyphenols in Fresh Plums. *J. Agriculture Food Chem.* 2003, 51, 8068-8072
- Crozier, A., Clifford, M. N. & Ashihara, H. 2008. *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure And Role In The Human Diet*, John Wiley & Sons.
- De Hoyos-Martinez, P. L., Merle, J., Labidi, J. & Charrier–El Bouhtoury, F. 2019. Tannins Extraction: A Key Point For Their Valorization And Cleaner Production. *Journal Of Cleaner Production*, 206, 1138-1155.
- De la Rosa, L. A., Moreno-Escamilla, J.O., Rodrigo-Garcia, J., & Alvarez-Parrila, E. 2019. Phenolic Compounds Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetable. *Journal Science Direct Chapter 12 pages 253-271*
- Delgado, A. M., Issaoui, M. & Chammem, N. 2019. Analysis of Main and Healthy Phenolic Compounds in Foods. *Journal of AOAC International*.
- Dwyer, J. T. & Peterson, J. 2013. Tea And Flavonoids: Where We Are, Where To Go Next. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 98, 1611s-1618s.
- Estiasih, Teti dan Ahmadi, Kgs. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Faustina, Dea Risfika. 2018. Pengaruh Waktu Pelayuan dan Perajangan terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Teh Herbal Pucuk Merah (*Syzygium oleana*). Universitas Brawijaya, Malang
- Firdaus, Muhamad. 2011. *Phlorotanin: Struktur, Isolasi, dan Bioaktivitas*. Malang: UB Press
- Fitrayana, C, D.S Hasnelly, Nurminabari, Siti. 2014. Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Teh Herbal Pare (*Momordica charantia l*). *Infomatek*, 16 (2). pp. 101-110. ISSN 1411-0865
- Foyer, C., Halford, N. & Pilbeam, D. 2014. Breeding Plants To Cope With Future Climate Change, Leeds, Uk, 16-18 June 2014. *Aspects Of Applied Biology*.
- Hampton, M. 1992. *Production of black tea*. Tea. Springer.
- Hartoyo, Arif. 2003. *Teh dan Khasiatnya Bagi Kesehatan Sebuah Tinjauan Ilmiah*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Harun, H., Efendi, R. & Simanjuntak, L. 2014. Penerimaan Panelis terhadap Teh Herbal dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan Perlakuan Suhu Pengeringan. *Sagu*, 13, 7-18
- Haryati, E & Pitaloka, E. D. 2019. Uji Aktvitas Antibakteri Krim Ekstrak Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* secara In Vitro. *Praeparandi*, 3, 29-41
- Hayashi, N., Chen, R., Ikezaki, H. & Ujihara, T. 2008. Evaluation Of The Umami Taste Intensity Of Green Tea By A Taste Sensor. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56, 7384-7387.
- Heong, C. S., Bhupinder, K., Huda, N., Karim, A. A. & Fazilah, A. 2011. Effect Of Fermentation On The Composition Of Centella Asiatica Teas. *American Journal of Food Technology*, 6, 581-593.

- Ho, C.-T., Lin, J.-K & Shahidi, F. 2008. Tea and Tea Products: Chemistry and Health-Promoting Properties. Boca Raton: CRC Press
- Ho, C.-T., Zheng, X. & Li, S. 2015. Tea Aroma Formation. Food Science and Human Wellness, 4, 9-27.
- Ismanto, S. D., Anggraini, T., Aisman & Wahyu, B. 2017. The Effect Of Drying Temperature To Chemical Components Of Surian Herbal Tea Leaves (Toona Sureni, (Blume) Merr.). Research Journal Of Pharmaceutical Biological And Chemical Sciences, 8, 229-238.
- Jeganathan, B., Punyasiri, P.A.N., Arachici, J.D.K., Mahasen, A.B., Abeysinghe, I.S., Gunasekare, M.T., Bandara, B.M. 2016. Genetic Variation of Flavonols Quercetin, Myricetin, and Kaempferol in the Sri Lankan Tea (*Camellia sinensis* L.) and Their Health-Promoting Aspects. Int J. Food Sci. 2016; 6057434
- Jin, G., Wang, Y., Li, L., Shen, S., Deng, W.-W., Zhang, Z. & Ning, J. 2020. Intelligent Evaluation of Black Tea Fermentation Degree by FT-NIR and Computer Vision Based on Data Fusion Strategy. LWT, 109216
- Karak, P. 2019. Biological Activities Of Flavonoids: An overview. *IJPSR*, 3, 1567-1574.
- Khaira, Kuntum. 2010. Menangkal Radikal Bebas dengan Anti-Oksidan. Jurnal Saintek Vol. II No.2: 183-187, Desember 2010
- Khasnabis, J., Rai, C. & Roy, A. 2015. Determination Of Tannin Content By Titrimetric Method From Different Types Of Tea. J. Chem. Pharm. Res, 7, 238-241.
- Killedar, S. G., Pawar, A. V. & Suresh Killedar, C. 2017. Preparation Of Herbal Tea From Mulberry Leaves. Journal Of Medicinal Plants, 5, 325-328
- Kondo, M., Hirano, Y., Kita, K., Jayanegara, A. & Yokota, H.-O. 2014. Fermentation Characteristics, Tannin Contents And In Vitro Ruminant Degradation Of Green Tea And Black Tea By-Products Ensiled At Different Temperatures. Asian-Australasian Journal Of Animal Sciences, 27, 937.
- Kusumaningrum, R, Supriadi, A. Hanggarita, S. 2013. Karakteristik dan Mutu Teh Bunga Lotus (*Nelumbo nucifera*). Jurnal Fitech Unsri Volume II 2013
- Larasati, E.D, Nurlaelih E.E, Sitawati. 2018. Tanggapan Pertumbuhan dan Warna Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Pada Dosis Pupuk $MgSO_4$ dan Tingkat Naungan. Jurnal Produksi Tanaman Vol. 6 No.9 September 2018: 2094 -2102
- Leung, L. K., Su, Y., Chen, R., Zhang, Z., Huang, Y. & Chen, Z.-Y. 2001. Theaflavins In Black Tea And Catechins In Green Tea Are Equally Effective Antioxidants. The Journal of nutrition, 131, 2248-2251.
- Liang, Y., LU, J., Zhang, L., WU, S. & WU, Y. 2003. Estimation of Black Tea Quality by Analysis of Chemical Composition and Colour Difference of Tea Infusions. Food Chemistry, 80, 283-290
- Lü, J. M., Lin, P. H., Yao, Q. & Chen, C. 2010. Chemical and Molecular Mechanisms Of Antioxidants: Experimental Approaches and Model Systems. Journal of cellular and molecular medicine, 14, 840-860.
- Maier, M., Oelbermann, A.-L., Renner, M. & Weidner, E. 2017. Screening Of European Medicinal Herbs On Their Tannin Content—New Potential Tanning Agents For The Leather Industry. Industrial crops and products, 99, 19-26.

- Memon, A. H., Z. Ismail, A. F. A. Aisha, F. S. R. Al-Suede, M. S. R. Hamil, S. Hashim, M. A. A. Saeed, M. Laghari dan A. M. S. A. Majid. 2014. Isolation, Characterization, Crystal Structure Elucidation, and Anti Cancer Study of Dimethyl Cardamonin, Isolated *Syzygium campanulatum* Korth. Hindawi Publishing Corporation.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. 2000. Sensory Evaluation Techniques. Boca Raton, Florida: CRC Press
- Ningsih, Wiwi Rahayu. 2017. Laju Fotosintesis dan Kandungan PB Daun Pucuk Merah. Universitas Negeri Yogyakarta
- Noviana, D. 2018. Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Mutu Teh Bunga Kenanga (*Cananga odorata*). Universitas Mataram.
- Orphanides, A., Goulas, V., Gekas, V. 2013. Effect of Drying Method on the Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Spearmint. Czech J. Food Sci., 31:509-513
- Öztürk, C., Aksoy, M. & Küfrevioglu, O.I. 2019. Purification Of Tea Leaf (*Camellia sinensis*) Polyphenol Oxidase By Using Affinity Chromatography And Investigation Of Its Kinetic Properties. Journal of Food Measurement and Characterization, 14(1), 31-38
- Pelozo, M.I.G., M.L.C Cardisim and J.C.P Mello. 2008. Spectrophotometric Determination of Tannins and Caffeine in Preparations from *Paullina cupana* var. *Sorbilis*. Brazilian Archives of Biology and Technology 51(3):447-451
- Peterson, J., Dwyer, J., Bhagwat, S., Haytowitz, D., Holden, J., Eldridge, A., Beecher, G. & Aladesanmi, J. 2005. Major Flavonoids In Dry Tea. Journal Of Food Composition And Analysis, 18, 487-501.
- Pereira, V.P., Knor, F., Velloso, J.C., Beltrame, F.L. 2014. Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Green, Black dan White Teas of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. Plants med, Vol 16 No 3
- Pou, K. J. 2016. Fermentation: The Key Step In The Processing Of Black Tea. Journal of Biosystems Engineering, 41, 85-92.
- Preedy, V. R. 2020. Pathology: Oxidative Stress and Dietary Antioxidants. Academic Press.
- Puspitasari, Lalah. 2016. Nilai APTI (Air Pollution Tolerance Index) pada Tanaman Damar (*Agathis dammara*) dan Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) yang Terdapat di Tepi Jalan IR.H.Juanda Kota Bandung. Universitas Pasudan, Bandung
- Rababah, T.M., Al-u-datt, M., Alhamad, M., Al-Mahasneh, M., Ereifej, K., Andrade, J., Altarifi, B., Almajwal, A., Yang, W. 2015. Effect of Drying Process on Total Phenolics, Antioxidant Activity and Flavonoid Contents of Common Mediterranean Herbs. J Agric & Bio Eng Vol. 8 No. 2
- Radušienė, J., Karpavičienė, B., Stanius, Ž. 2012. Effect Of External and Internal Factor on Secondary Metabolite Accumulation in St. John's Worth. Natural Research Centre, Intitut of Botany 2012, 18(2): 101-108
- Rahmawati, R., Muflihunna, A. & Sarif, L. M. 2015. Analisis Aktivitas Antioksidan Produk Sirup Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.) Dengan Metode DPPH. Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 2, 97-101.
- Ravichandran, R. & Parthiban, R. 1998. Changes In Enzyme Activities (Polyphenol Oxidase And Phenylalanine Ammonia Lyase) With Type Of Tea Leaf And During Black Tea

- Manufacture And The Effect Of Enzyme Supplementation Of Dhool On Black Tea Quality. *Food chemistry*, 62, 277-281
- Rohdiana, D. 1999. Evaluasi Kandungan Theaflavindan Thearubigin pada Teh Kering dalam Kemasan. Pusat Penelitian Teh dan Kina. Bandung
- Saklar, S., Ertas, E., Ozdemir, I. S. & Karadeniz, B. 2015. Effects Of Different Brewing Conditions On Catechin Content And Sensory Acceptance In Turkish Green Tea Infusions. *Journal of food science and technology*, 52, 6639-6646.
- Samanta, T., Cheeni, V., Das, S., Roy, A. B., Ghosh, B. C. & Mitra, A. 2015. Assessing Biochemical Changes During Standardization Of Fermentation Time And Temperature For Manufacturing Quality Black Tea. *Journal of food science and technology*, 52, 2387-2393.
- Samanta, T., Cheeni, V., Shreika Das., Roy, A.B., Ghosh, C.B., Mitra, A. 2013. Assessing Biochemical Changes During Standardization of Fermentation Time and Temperature For Manufacturing Quality Black Tea. *J. Food Sci Technol* DOI 10.1007/s13197-013-1230-5
- Sari, Liza Meutia. 2019. Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksitas Biji Pinang dan Karsinoma Sel Skuamosa Mulut. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press Darussalam
- Sembiring, F.R., Sulaeman, R. & Sribudiani, E. 2015. Karakteristik Minyak Atsiri dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum korth.*). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 2,1-10
- Sharma, A. & Dutta, P. P. 2019. Scientific And Technological Aspects Of Tea Drying And Withering: a review. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 20, 210-220.
- Shi, J., Wang, L., Ma, C.-Y., Lv, H.-P., Chen, Z.-M. & Lin, Z. 2014. Aroma Changes Of Black Tea Prepared From Methyl Jasmonate Treated Tea Plants. *Journal of Zhejiang University Science B*, 15, 313-321.
- Sieniawska, Elwira. 2015. Activities of Tannin—From in Vitro Studies to Clinical Trials. *Medical University of Lublin* Vol. 10, No. 11, Poland
- Siswandono. 2016. *Kimia Medisinal 2 Edisi 2*. Surabaya: Airlangga University Press
- Suharti, S. Banowati, A., Hermana, W. Wiryawan, K.G. 2008. Komposisi dan Kandungan Kolesterol Karkas Ayam Broiler Diare yang Diberi Tepung Daun Salam (*Syzygium polyanthum* Wight) dalam Ransum. *Jurnal Media Peternakan* Vol. 31, No 2 (2008)
- Suminar, Setiati Achmadi. 2003. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Sundhani, Elza. Syarifa, D.C.N. Zumrohani, R.L. Nurulita, N.A. 2016. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Adam Hawa (*Rhoeo discolor*) Dan Daun Pucuk Merah (*Syzygium campanulatum Korth.*) Dalam Menurunkan Kadar Gula Darah Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar Dengan Pembebanan Glukosa. *Jurnal Pharmacy*, Vol. 13, No. 02
- Supriyanto, S., Darmadji, P. & Susanti, I. 2014. Studi Pembuatan Teh Daun Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L*) Sebagai Minuman Penyegar. *Agritech*, 34, 422-429.
- Tadesse, A., Hymete, A., Bekhit, A.A., Mohammed, S.F. 2015. Quantification of Total Polyphenols, Catechin, Caffeine, L-theanine, Determination of Antioxidant Activity and Effect on Antileishmanial Drugs of Ethiopian Tea Leaves Extracts. *Pharmacognsy Research*, 2015,7.Suppl 1:S7

- Tanjung, Riski., Hamzah, F., Efendi, R. 2016. Lama Fermentasi terhadap Mutu Teh Daun Sirsak (*Annona muricata* L.). JOM Faperta UR Vol. 3 No. 2 Oktober 2016
- Taranto, F., Pasqualone, A., Mangini, G., Tripodi, P., Miazzi, M., Pavan, S. & Montemurro, C. 2017. Polyphenol Oxidases In Crops: Biochemical, Physiological And Genetic Aspects. International journal of molecular sciences, 18, 377.
- Temple, S. J., Temple, C. M., Boxel, A. J. B. V. & Clifford, M. N. 2001. The Effect Of Drying On Black Tea Quality. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81, 764-772.
- Teshome, K., Debela, A. & Garedew, W. 2013. Effect Of Drying Temperature And Duration On Biochemical Composition And Quality Of Black Tea (*Camellia Sinensis* L.) O. Kuntze at Wush Wush, South Western Ethiopia. Asian J Plant Sci, 12, 235-240.
- Tong, T., Liu, Y.-J., Kang, J., Zhang, C.-M. & Kang, S.-G. 2019. Antioxidant Activity And Main Chemical Components Of A Novel Fermented Tea. Molecules, 24, 2917.
- Vijayalakshmi T., M.S. Dhanarajan., A.C. Mohan. 2017. Analysis of Total Phenol, Cellulose and Tannin Content by Using Different Parameters in Ethanol Extract of Pomegranate Peel. International Journal for Research in Applied Science&Engineering Technology Vol. 5 ISSUE VI, June 2017.
- Wang, H., Provan, G.J., Helliwell., K. 2000. Tea Flavonoids: Their Function, Utilisation and Analysis. Trends in Food Science & Technology 11 (2000) 152-160
- Wang, Y., Berhow, M.A., Black, M., & Jeffery, E.H. 2020. A Comparison of The Absorption and Metabolism of The Major Quercetin in Brassica, Quercetin-3-O-Sophoroside, to That of Quercetin Aglycon in Rats. Food chemistry 311 (2020):125880
- Yamin, M., Ayu, D. F & Hamzah, F. 2017. Lama Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Mutu Teh Herbal Daun Ketepeng Vina (*Cassia alata* L). Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau, 4, 1-15
- Youssef, K. M. & Mokhtar, S. M. 2014. Effect Of Drying Methods On The Antioxidant Capacity, Color And Phytochemicals Of Portulaca Oleracea L. Leaves. *Journal Of Nutrition & Food Sciences*, 4, 1.
- Yunilasari, Maya. 2018. Karakteristik Stomata pada Daun Suku Myrtaceae Di UIN Raden Intan Lampung. Universitas Islam Negeri Raden Intan, Lampung
- Yuwono, S. & Faustina, D. 2019. Effect of Withering Time and Chooping Size on Properties of Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Herbal Tea. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. IOP Publishing, 012047
- Yuwono, S & Waziirroh, E. 2017. Teknologi Pengolahan Pangan Hasil Perkebunan. Malang: UB Press
- Zainab. 2018. Efek Ekstrak Etanol Daun Pucuk Merah (*Syzygium Myrtifolium* Walp.) Terhadap Radikal Bebas Dpph Dan Aktivitas Enzim Glutation Peroksidase Pada Tikus Diabetes . Universitas Setia Budi, Surakarta
- Zhang, L., Wang, D., Chen, W., Tan, X. & Wang, P. 2012. Impact Of Fermentation Degree On The Antioxidant Activity Of Pu-Erh Tea In Vitro. Journal of Food Biochemistry, 36, 262-267.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisa

1. Analisa Kadar Air Metode Oven Kering (AOAC, 1999)

- Wadah dimasukkan ke dalam oven kering bersuhu 105°C selama 24 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang menggunakan timbangan analitik
- Sampel sebanyak 2 gram menggunakan timbangan analitik ditimbang ke dalam wadah yang sudah diketahui beratnya
- Sampel bersama wadah dioven selama 5 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan itu ditimbang
- Perlakuan ini diulang hingga mencapai berat konstan dimana selisih penimbangan sampel berturut-turut kurang dari 0,2 mg
- Perhitungan

$$\frac{\text{Berat sampel awal} - \text{berat sampel setelah dikeringkan}}{\text{Berat awal}} \times 100 \%$$

2. Analisa Warna (Yuwono & Susanto, 1998)

- Sampel disiapkan.
- Dihidupkan colour reader.
- Ditentukan target pembacaan L+, a+, b+ colour space.
- Bacaan L+ untuk parameter kecerahan (lightness), a+ dan b+ untuk koordinat kromatisitas.

Menurut Chang et al., (2003):

Nilai L+ menyatakan gelap-terang dengan kisaran 0-100. Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 100 menyatakan warna putih.

Axis a+ menunjukkan intensitas warna merah (+) atau hijau (-).

Axis b+ menunjukkan intensitas warna kuning (+) atau biru (-).

3. Penentuan Total Fenol (modifikasi SNI 01-3836-2000)

- Prosedur Ekstraksi Sampel

1. Memanaskan metanol 70% menggunakan shaker waterbath selama 30 menit dengan suhu 70°C untuk membuat pelarut stabil
2. Timbang 0,02 gram sampel kemudian letakkan pada tabung sentrifugasi, lalu tambahkan 5 ml metanol 70%
3. Masukkan kedalam shaker waterbath yang memiliki suhu 70°C selama 5 menit kemudian lakukan vortex hingga homogen, masukkan kembali ke dalam shaker waterbath selama 5 menit
4. Masing-masing larutan sampel dipisahkan dengan padatnya. Setelah padatan terpisah dengan filtratnya maka padatan ditambahkan kembali metanol 70% sebanyak 5 ml
5. Lakukan prosedur ketiga kemudian campurkan larutan sampel pertama dan kedua hingga total volume 10 ml
6. Dilakukan vortex terlebih dahulu agar ekstraksi pertama dan kedua dapat homogen, kemudian lakukan sentrifugasi menggunakan 3500 rpm dan pisahkan filtratnya untuk diuji lanjut. Hasil ekstraksi digunakan untuk pengujian total fenol, kadar tanin, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan

- Prosedur Pembuatan Kurva Standar Asam Galat

1. Larutan asam galat dibuat larutan stock 200 mg/L lalu dilakukan berbagai pengenceran yaitu 0,10,20,30,40 dan 50 mg/L dalam akuades.
2. Masing-masing pengenceran kemudian diambil 0,5 ml yang selanjutnya ditambahkan 2,5 ml folin ciocalteu (1:10 dengan akuades) dan diinkubasi selama 4 menit.
3. Ditambahkan 2 ml Na_2CO_3 7,5% kemudian divortex agar homogen.
4. Campuran diinkubasi selama 30 menit.
5. Diukur absorbansi larutan dengan panjang gelombang (λ) 765 nm.
6. Dibuat kurva standar asam galat
7. Didapatkan $y=0,0103x + 0,0023$, dengan regresi $R^2=0,998$

- Penentuan Total Fenol menggunakan Folin Ciocalteu

1. 0,5 ml sampel diambil dan dimasukkan kedalam tabung reaksi.
2. Ditambahkan 2,5 ml folin ciocalteu (10%) dan diinkubasi selama 4 menit.
3. Ditambahkan 2 ml Na_2CO_3 7,5% kemudian divortex agar homogen.
4. Campuran diinkubasi selama 30 menit.
5. Diukur absorbansi larutan dengan panjang gelombang (λ) 765 nm.
6. Dihitung total fenol pada sampel menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Total Fenol} = \frac{(x) \times FP \times V}{w} \times 100\%$$

Keterangan :

x = Konsentrasi fenol total

Fp = Faktor Pengenceran

w = Massa sampel

v = Volume sampel

4. Penentuan Kadar Tanin (Vijayalakshmi et al., 2017)

- Pembuatan Kurva Standar Asam Tanat
 1. Larutan asam tanat dibuat larutan stock 200 ppm yang kemudian diencerkan menggunakan pengenceran 0, 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm
 2. Diambil 2 ml masing-masing pengenceran kemudian ditambahkan dengan 0,5 ml folin ciocalteu (10%) dan diinkubasi selama 5 menit.
 3. Ditambahkan dengan 2 ml Na₂CO₃ (15%) lalu divortex dan diinkubasi selama 15 menit.
 4. Diukur absorbansi menggunakan panjang gelombang maksimum (λ) 733 nm
 5. Didapatkan persamaan $y=0,0333x + 0,009$, $R^2=0,991$
- Penentuan Kadar Tanin
 1. 2 ml sampel diambil dan dimasukkan kedalam tabung reaksi.
 2. Ditambahkan 0,5 ml folin ciocalteu (10%) dan diinkubasi selama 5 menit.
 3. Ditambahkan 2 ml Na₂CO₃ (15%) kemudian divortex agar homogen.
 4. Campuran diinkubasi selama 15 menit.
 5. Diukur absorbansi larutan dengan panjang gelombang (λ) 733 nm.
 6. Dihitung tanin pada sampel menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Total Tanin} = \frac{(x) \times FP \times V}{w} \times 100\%$$

Keterangan :

x = Konsentrasi tanin

Fp = Faktor Pengenceran

w = Massa sampel

v = Volume sampel

5. Analisa Flavonoid (Modifikasi Chun et al., 2003).

- Prosedur Pembuatan Kurva Quercetin
 1. Dibuat larutan stok quercetin 2000 mg/L yang kemudian dibuat berbagai pengenceran yaitu 0, 200, 400, 600, 800 dan 1000 mg/L.
 2. Diambil 1 ml pada masing-masing pengenceran dan ditambahkan aquades 4 ml pada masing-masing tabung.
 3. Ditambahkan NaNO₂ 5% sebanyak 0,3 ml dan AlCl₃ 10% sebanyak 0,3 ml.
 4. Didiamkan selama 5 menit, dan ditambahkan 2 ml NaOH 1M.
 5. Ditambahkan aquades hingga volume 10 ml.
 6. Divortex hingga homogen
 7. Diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruang dan kondisi gelap.
 8. Diukur absorban menggunakan panjang gelombang (λ) 510 nm.
 9. Ditemukan persamaan $y=0,0004x + 0,0235$ dengan $R^2=0,971$
- Penentuan Total Flavonoid
 1. Sampel yang akan diuji diambil 1 ml dan ditambahkan aquades 4 ml pada masing-masing tabung.
 2. Ditambahkan NaNO₂ 5% sebanyak 0,3 ml dan AlCl₃ 10% sebanyak 0,3 ml.
 3. Didiamkan selama 5 menit, dan ditambahkan 2 ml NaOH 1M.
 4. Ditambahkan aquades hingga volume 10 ml.
 5. Divortex hingga homogen
 6. Diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruang dan kondisi gelap.
 7. Diukur absorban menggunakan panjang gelombang (λ) 510 nm.
 8. Dilakukan perhitungan total flavonoid dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar Flavonoid} = \frac{\text{Kesetaraan quercetine} \times \text{Volume sampel} \times \text{FP}}{\text{massa sampel}}$$

Kandungan total flavonoid diinterpretasikan sebagai milligram ekivalen per gram berat kering (mg QE/g DW).

6. Penentuan Aktivitas Antioksidan Sampel (Akinmoladun *et al.*, 2007)

1. Pengenceran larutan stok ekstrak 20.000 ppm menjadi 1, 5, 10, 15 dan 20 ppm.
2. Pengambilan larutan ekstrak masing-masing konsentrasi sebanyak 5 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
3. Penambahan larutan DPPH 0,3 mM sebanyak 2 ml lalu divortex
4. Penginkubasi larutan ekstrak dalam ruang gelap selama 30 menit
5. Pengukuran absorbansi dan spektrofotometri dengan panjang gelombang 515 nm

6. Aktivitas penangkal radikal bebas dapat dihitung persentase inhibisi menggunakan rumus sebagai berikut

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{(\text{Absorbansi Blanko} - \text{Absorbansi Bahan})}{\text{Absorbansi Blanko}} \times 100\%$$

- Penentuan nilai IC50 adalah dengan memplot konsentrasi sampel sebagai sumbu x dan persen inhibisi sebagai sumbu y. Dimana kemudian didapatkan persamaan regresi linear yang dinyatakan sebesar 50 dan nilai x yang diperoleh sebagai IC50 (ppm)
- Penentuan tingkat kekuatan antioksidan berdasarkan nilai IC50 yang didapatkan dimana antioksidan kuat memiliki nilai IC50 < 50 ppm, antioksidan sedang memiliki nilai IC50 101-250 ppm sedangkan antioksidan lemah memiliki nilai IC50 > 250 ppm.

7. Uji Sensori Organoleptik Hedonic Scale (Ackbarali dan Maharaj, 2014)

Uji sensori yang dilakukan meliputi rasa, aroma dan warna. Pengujian menggunakan uji skala hedonik yang terdiri dari 5 skala dengan 5 pernyataan, yaitu:

- 1 = sangat tidak suka
- 2 = tidak suka
- 3 = netral
- 4 = suka
- 5 = sangat suka

Pengujian dilakukan dengan memberikan 12 sampel secara acak yang masing-masing telah diberi kode berbeda-beda kepada 100 panelis. Selanjutnya panelis diminta memberikan penilaian terhadap sampel sesuai dengan skala hedonik yang ada.

8. Pemilihan Perlakuan Terbaik Metode Indeks Efektivitas (Degarmo et al., 1984)

1. Mengelompokkan Parameter

Data kualitatif (parameter organoleptik) dipisahkan dengan data kuantitatif (parameter fisik dan kimia)

2. Melakukan Pembobotan (Skoring)

Perlu untuk memberikan bobot/skor dari setiap parameter dari 0-1 pada setiap parameter masing-masing kelompok

Bobot yang diberikan juga sesuai dengan tingkat kepentingan/keutamaan setiap parameter yang akan mempengaruhi hasil penelitian atau berpengaruh pada tingkat penetiamaan konsumen yang diawali oleh panelis.

3. Menghitung Bobot Nilai (BN) menggunakan rumus

$$BN = \frac{\text{Skor perlakuan}}{\text{Jumlah Total Bobot}}$$

4. Menghitung Nilai Efektifitas

$$NE = \frac{N_p - N_{tj}}{N_{tb} - N_{tj}}$$

Keterangan :

NE = Nilai Efektivitas

NP = Nilai Perlakuan

N_{tj} = Nilai Terjelek

N_{tb} = Nilai Terbaik

5. Menghitung Nilai Produk dengan perkalian nilai efektifitas dengan bobot nilai rumus

$$NP = (NE \times BN)$$

6. Menjumlahkan Total Nilai Produk (NP)

- Menjumlahkan nilai produk dari semua parameter masing-masing
- Perlakuan yang memiliki Total Nilai Produk (NP) tertinggi merupakan perlakuan terbaik pada kelompok parameter yang bersangkutan

Perlakuan terbaik juga dipilih dari perlakuan yang memiliki Total Nilai Produk (NP) tertinggi untuk parameter organoleptik



Lampiran 2. Data Hasil Analisa Kadar Air

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Kadar Air 1 (%)	Kadar Air 2 (%)	Kadar Air 3 (%)	Rerata Kadar Air (%)	Total Kadar Air (%)
0	3	6,32	6,19	6,22	6,24	18,73
0	4	5,15	5,15	4,43	4,91	14,72
0	5	4,17	3,97	3,86	4,00	12,00
2	3	6,09	5,74	5,59	5,80	17,41
2	4	5,04	4,67	4,24	4,65	13,95
2	5	4,09	3,58	3,79	3,82	11,46
3	3	5,75	5,55	5,33	5,54	16,63
3	4	4,56	4,44	4,12	4,38	13,13
3	5	3,73	3,26	3,34	3,44	10,33
4	3	5,49	5,24	4,58	5,10	15,31
4	4	4,24	4,26	4,09	4,20	12,60
4	5	3,11	2,96	3,15	3,07	9,22

ANOVA KADAR AIR (Minitab17)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ulangan	2	1,0507	0,5253	15,77	0,000
Fermentasi	3	4,2676	1,4225	42,70	0,000
Pengeringan	2	26,2548	13,1274	394,00	0,000
Fermentasi*Pengeringan	6	0,1807	0,0301	0,90	0,510
Error	22	0,7330	0,0333		
Total	35	32,4868			

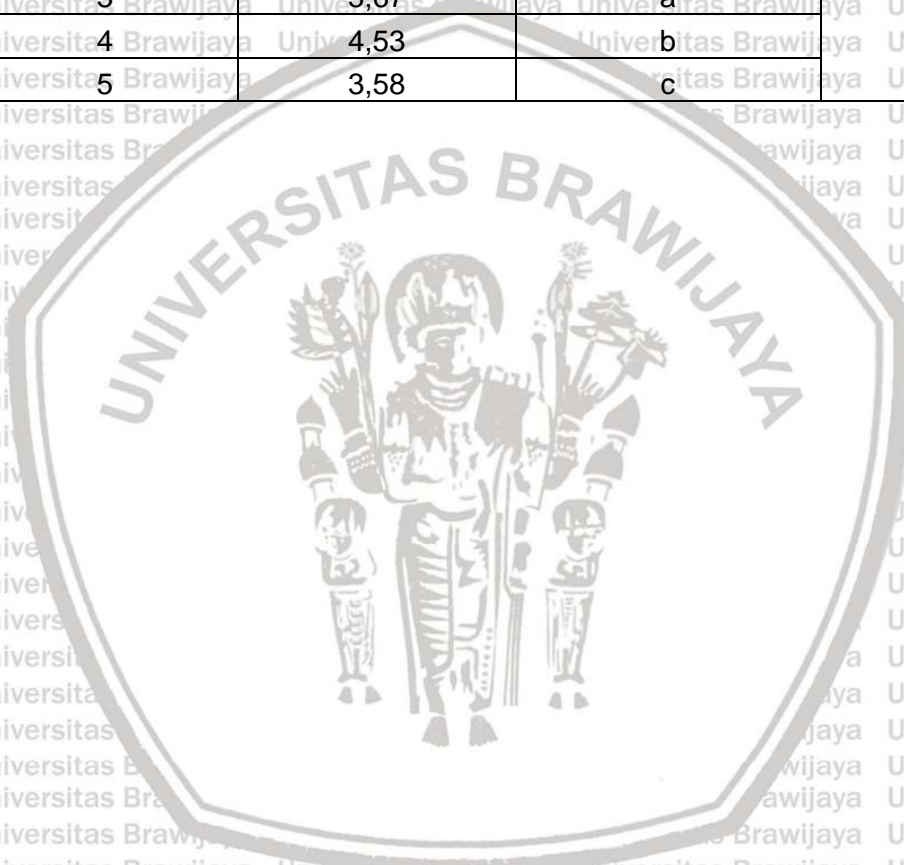
UJI LANJUT BNT

Perlakuan Lama Fermentasi

Fermentasi (jam)	Rerata Kadar Air (%)	Notasi	BNT
0	5,05	a	0,31
2	4,76	b	
3	4,45	c	
4	4,13	d	

Perlakuan Lama Pengeringan

Pengeringan (jam)	Rerata Kadar Air (%)	Notasi	BNT
3	5,67	a	0,31
4	4,53	b	
5	3,58	c	



Lampiran 3. Data Hasil Analisa Total Fenol

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Kadar Fenol 1 (mg/g)	Kadar Fenol 2 (mg/g)	Kadar Fenol 3 (mg/g)	Rerata Fenol (mg/g)	STDEV	CV
0	3	315,96	315,35	309,28	313,53	3,69	1,18
0	4	291,69	284,09	261,95	279,24	15,4	5,53
0	5	263,17	277,64	233,43	258,08	22,5	8,73
2	3	311,10	308,68	300,18	306,65	5,74	1,87
2	4	281,08	266,81	256,49	268,13	12,3	4,60
2	5	248,60	243,75	226,76	239,70	11,5	4,79
3	3	305,64	297,15	292,29	298,36	6,76	2,26
3	4	274,70	260,13	245,57	260,13	14,6	5,60
3	5	246,18	238,29	205,81	230,09	21,4	9,30
4	3	294,11	302,61	264,99	287,24	19,7	6,87
4	4	273,48	254,67	240,11	256,09	16,7	6,53
4	5	244,36	220,96	198,53	221,28	22,9	10,36

ANOVA TOTAL FENOL (Minitab 17)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ulangan	2	4458,1	2229,1	32,36	0,000
Fermentasi	3	4093,0	1364,3	19,81	0,000
Pengeringan	2	24792,5	12396,3	179,96	0,000
Fermentasi*Pengeringan	6	236,6	39,4	0,57	0,748
Error	22	1515,4	68,9		
Total	35	35095,7			

Uji Lanjut BNT

Perlakuan Lama Fermentasi

Fermentasi (jam)	Rerata Total Fenol (mg/g)	Notasi	BNT
0	283,62	a	14,06
2	271,50	b	
3	262,86	c	
4	254,87	c	

Perlakuan Lama Pengeringan

Pengeringan (jam)	Rerata Total Fenol (mg/g)	Notasi	BNT
3	301,45	a	14,06
4	265,90	b	
5	237,29	c	

Lampiran 4. Data Hasil Analisa Kadar Flavonoid

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Kadar Flavonoid 1 (mg/g)	Kadar Flavonoid 2 (mg/g)	Kadar Flavonoid 3 (mg/g)	Rerata Kadar Flavonoid (mg/g)	STDEV	CV
0	3	112,88	100,88	100,88	104,88	6,93	6,61
0	4	101,13	100,38	99,13	100,21	1,01	1,01
0	5	97,13	99,38	97,63	98,04	1,18	1,21
2	3	108,38	98,13	94,88	100,46	7,05	7,01
2	4	99,88	97,13	94,38	97,13	2,75	2,83
2	5	95,63	96,88	93,63	95,38	1,64	1,72
3	3	107,88	96,63	91,88	98,79	8,22	8,32
3	4	99,38	95,88	90,63	95,29	4,40	4,62
3	5	93,63	93,63	90,63	92,63	1,73	1,87
4	3	103,13	88,13	90,63	93,96	8,04	8,55
4	4	97,63	85,38	89,88	90,96	6,20	6,81
4	5	91,13	83,38	88,13	87,54	3,91	4,46

ANOVA KADAR FLAVONOID (Minitab 17)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ulangan	2	352,13	176,063	13,60	0,000
Fermentasi	3	493,92	164,641	12,72	0,000
Pengeringan	2	227,62	113,812	8,79	0,002
Fermentasi*Pengeringan	6	4,79	0,799	0,06	0,999
Error	22	284,83	12,947		
Total	35	1363,30			

Uji Lanjut BNT

Perlakuan Lama Fermentasi

Fermentasi (jam)	Rata2 Kadar Flavonoid (mg/g)	Notasi	BNT
0	101,04	a	6,09
2	97,65	ab	
3	95,57	b	
4	90,82	c	

Perlakuan Lama Pengeringan

Pengeringan (jam)	Rata2 Kadar Flavonoid (mg/g)	Notasi	BNT
3	99,52	a	6,09
4	95,90	b	
5	93,40	b	



Lampiran 5. Data Hasil Analisa Kadar Tanin

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Kadar Tanin 1 (mg/g)	Kadar Tanin 2 (mg/g)	Kadar Tanin 3 (mg/g)	Rerata Kadar Tanin (mg/g)	STDEV	CV
0	3	48,80	47,30	49,36	48,49	1,07	2,20
0	4	44,86	43,54	41,67	43,36	1,60	3,70
0	5	39,79	37,54	38,48	38,60	1,13	2,93
2	3	48,24	45,61	43,17	45,67	2,53	5,55
2	4	44,67	42,79	39,98	42,48	2,36	5,56
2	5	39,04	36,60	37,91	37,85	1,22	3,23
3	3	46,36	45,42	42,04	44,61	2,27	5,09
3	4	40,92	39,79	39,41	40,04	0,78	1,95
3	5	35,29	33,60	34,72	34,53	0,86	2,49
4	3	45,80	44,67	41,85	44,11	2,03	4,60
4	4	40,17	38,29	39,23	39,23	0,94	2,39
4	5	33,41	31,72	33,22	32,78	0,93	2,82

ANOVA KADAR TANIN (Minitab 17)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ulangan	2	31,75	15,873	11,66	0,000
Fermentasi	3	126,35	42,118	30,94	0,000
Pengeringan	2	574,94	287,470	211,17	0,000
Fermentasi*Pengeringan	6	10,66	1,777	1,31	0,296
Error	22	29,95	1,361		
Total	35	773,65			

Uji Lanjut BNT

Perlakuan Lama Fermentasi

Fermentasi (jam)	Rerata Kadar Tanin (mg/g)	Notasi	BNT
0	43,48	a	1,98
2	42,00	b	
3	39,73	c	
4	38,71	c	

Perlakuan Lama Pengeringan

Pengeringan (jam)	Rerata Kadar Tanin (mg/g)	Notasi	BNT
3	45,13	a	1,98
4	41,28	b	
5	35,94	c	



Lampiran 6. Data Hasil Analisa Aktivitas Antioksidan IC₅₀

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Antioksidan 1 (ppm)	Antioksidan 2 (ppm)	Antioksidan 3 (ppm)	Rerata Antioksidan (ppm)	STDEV	CV
0	3	11,07	11,24	11,78	11,36	0,37	3,23
0	4	12,67	13,13	12,99	12,93	0,24	1,85
0	5	14,14	14,15	14,95	14,41	0,46	3,21
2	3	11,80	11,62	11,88	11,77	0,13	1,15
2	4	13,51	13,48	13,39	13,46	0,06	0,47
2	5	15,46	15,47	15,43	15,45	0,02	0,12
3	3	12,50	11,84	12,04	12,13	0,34	2,77
3	4	13,72	13,50	13,79	13,67	0,15	1,10
3	5	15,77	15,48	16,75	16,00	0,67	4,16
4	3	12,65	12,19	12,31	12,38	0,24	1,95
4	4	13,75	13,78	14,19	13,91	0,24	1,75
4	5	16,40	17,19	18,49	17,36	1,05	6,07

ANOVA AKTIVITAS ANTIOKSIDAN IC₅₀ (Minitab 17)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Fermentasi	3	12,840	4,2800	29,19	0,000
Pengeringan	2	92,167	46,0836	314,31	0,000
Ulangan	2	1,248	0,6241	4,26	0,027
Fermentasi*Pengeringan	6	4,043	0,6738	4,60	0,004
Error	22	3,226	0,1466		
Total	35	113,524			

Uji Lanjut DMRT

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Rerata Antioksidan (ppm)	Urutan	Notasi	DMRT
0	3	11,36	11,36	a	0,648
0	4	12,93	11,77	ab	0,681
0	5	14,41	12,13	b	0,702
2	3	11,77	12,38	bc	0,716
2	4	13,46	12,93	cd	0,727
2	5	15,45	13,46	de	0,735
3	3	12,13	13,67	e	0,742
3	4	13,67	13,91	ef	0,747
3	5	16,00	14,41	f	0,751
4	3	12,38	15,45	g	0,755
4	4	13,91	16,00	g	0,758
4	5	17,36	17,36	h	0,763



Lampiran 7. Data Hasil Analisa Warna Tingkat Kecerahan L*

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Warna L1	Warna L2	Warna L3	Rerata Warna L	STDEV	CV
0	3	29,2	30,5	30,1	29,93	0,666	2,224
0	4	31,8	32,8	31,2	31,93	0,808	2,531
0	5	40,6	38,7	38,1	39,13	1,305	3,335
2	3	28,1	29,8	29,3	29,07	0,874	3,006
2	4	31,1	32,4	30,9	31,47	0,814	2,588
2	5	36,8	35,7	34,8	35,77	1,002	2,801
3	3	27,4	29,7	28,8	28,63	1,159	4,048
3	4	30,6	31,5	30,6	30,90	0,520	1,682
3	5	33,9	34,1	33,9	33,96	0,115	0,340
4	3	27,2	27,9	28,4	27,83	0,603	2,166
4	4	30,4	31,3	30,5	30,73	0,493	1,605
4	5	32,8	33,3	32,1	32,73	0,603	1,841

ANOVA WARNA TINGKAT KECERAHAN L* (Minitab 17)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ulangan	2	3,980	1,990	3,75	0,040
Fermentasi	3	52,528	17,509	33,00	0,000
Pengeringan	2	262,232	131,116	247,11	0,000
Fermentasi*Pengeringan	6	26,795	4,466	8,42	0,000
Error	22	11,673	0,531		
Total	35	357,207			

Uji Lanjut DMRT

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Rerata warna L	Urutan	Notasi	DMRT
0	3	29,9	27,8	a	1,23
0	4	31,9	28,6	a	1,30
0	5	39,1	29,1	ab	1,33
2	3	29,1	29,9	bc	1,36
2	4	31,5	30,7	cd	1,38
2	5	35,8	30,9	cd	1,40
3	3	28,6	31,5	de	1,41
3	4	30,9	31,9	de	1,42
3	5	34,0	32,7	fg	1,43
4	3	27,8	34,0	g	1,44
4	4	30,7	35,8	h	1,44
4	5	32,7	39,1	i	1,45



Lampiran 8. Data Hasil Analisa Warna Tingkat Kemerahan a*

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	a1	a2	a3	Rerata nilai a	STDEV	CV
0	3	1,5	1,3	1,2	1,33	0,15	11,46
0	4	0,6	0,9	1,1	0,87	0,25	29,04
0	5	-1,4	-1,9	-1,6	-1,63	0,25	-15,41
2	3	3,9	3,7	3,4	3,67	0,25	6,86
2	4	3,1	2,4	2,1	2,53	0,51	20,26
2	5	2,1	1,6	1,4	1,70	0,36	21,21
3	3	4,3	4,1	3,9	4,10	0,20	4,88
3	4	3,3	2,9	2,89	3,03	0,23	7,72
3	5	2,5	1,88	1,8	2,06	0,38	18,60
4	3	4,7	5,2	4,5	4,80	0,36	7,51
4	4	3,6	3,2	3,1	3,30	0,26	8,02
4	5	2,7	2,3	1,9	2,30	0,40	17,39

ANOVA WARNA TINGKAT KEMERAHAN a* (Minitab 17)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ulangan	2	1,159	0,5797	10,15	0,001
Fermentasi	3	58,553	19,5177	341,62	0,000
Pengeringan	2	33,815	16,9073	295,93	0,000
Fermentasi*Pengeringan	6	3,048	0,5081	8,89	0,000
Error	22	1,257	0,0571		
Total	35	97,832			

Uji Lanjut DMRT

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Rerata warna a	Urutan	Notasi	DMRT
0	3	1,3	-1,6	a	0,405
0	4	0,9	0,9	b	0,425
0	5	-1,6	1,3	c	0,438
2	3	3,7	1,7	cd	0,447
2	4	2,5	2,1	de	0,454
2	5	1,7	2,3	ef	0,459
3	3	4,1	2,5	f	0,463
3	4	3,0	3,0	g	0,466
3	5	2,1	3,3	gh	0,469
4	3	4,8	3,7	h	0,471
4	4	3,3	4,1	i	0,473
4	5	2,3	4,8	j	0,477



Lampiran 9. Data Hasil Analisa Warna Tingkat Kekuningan b*

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	b1	b2	b3	Rerata warna b	STDEV	CV
0	3	18,5	16,8	15,6	16,97	1,46	8,59
0	4	9,8	8,9	10,2	9,63	0,67	6,91
0	5	9,5	8,6	8,4	8,83	0,59	6,63
2	3	20,5	19,1	21,2	20,27	1,07	5,28
2	4	17,2	15,6	14,5	15,77	1,36	8,61
2	5	11,4	10,5	10,7	10,87	0,47	4,35
3	3	22,5	23,3	21,9	22,57	0,70	3,11
3	4	19,5	17,4	16,9	17,93	1,38	7,69
3	5	12,6	11,7	11,5	11,93	0,59	4,91
4	3	23,8	24,4	24,1	24,11	0,30	1,25
4	4	20,3	18,8	17,7	18,93	1,31	6,89
4	5	15,8	14,3	13,6	14,57	1,12	7,72

ANOVA WARNA TINGKAT KEKUNINGAN b* (Minitab 17)

Factor Information

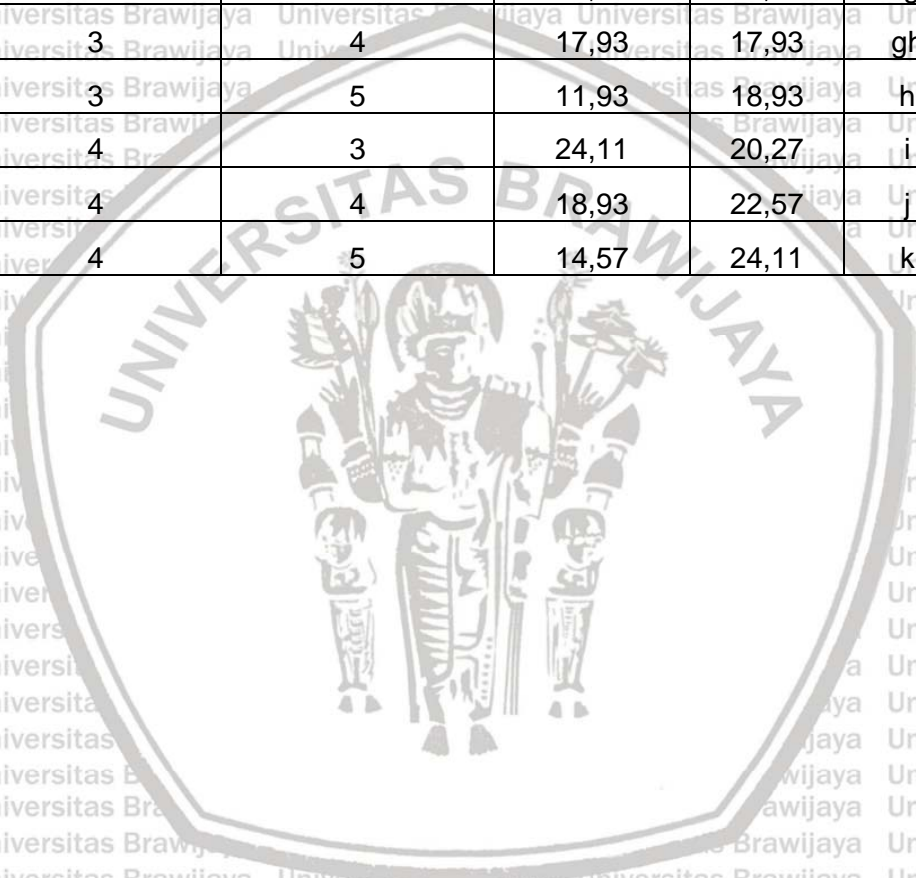
Factor	Type	Levels	Values
Ulangan	Fixed	3	ul 1; ul 2; ul 3
Fermentasi	Fixed	4	0; 2; 3; 4
Pengeringan	Fixed	3	3; 4; 5

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ulangan	2	10,58	5,290	8,78	0,002
Fermentasi	3	271,04	90,346	149,97	0,000
Pengeringan	2	537,06	268,528	445,75	0,000
Fermentasi*Pengeringan	6	23,51	3,919	6,50	0,000
Error	22	13,25	0,602		
Total	35	855,44			

Uji Lanjut DMRT

Fermentasi (jam)	Pengeringan (jam)	Rerata warna b	Urutan	Notasi	DMRT
0	3	16,97	8,83	a	1,31
0	4	9,63	9,63	ab	1,38
0	5	8,83	10,87	bc	1,42
2	3	20,27	11,93	c	1,45
2	4	15,77	14,57	d	1,47
2	5	10,87	15,77	ef	1,49
3	3	22,57	16,97	fg	1,50
3	4	17,93	17,93	gh	1,51
3	5	11,93	18,93	h	1,52
4	3	24,11	20,27	i	1,53
4	4	18,93	22,57	j	1,54
4	5	14,57	24,11	k	1,55



Lampiran 10. Analisa Warna Sensori

PANELIS	0F3K	0F4K	0F5K	2F3K	2F4K	2F5K	3F3K	3F4K	3F5K	4F3K	4F4K	4F5K
1	5	4	3	5	5	5	5	4	5	4	4	4
2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3
3	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4
4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4
5	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4	5
6	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4
7	3	4	3	5	2	4	3	4	4	3	4	4
8	3	1	1	3	3	3	1	1	1	2	2	2
9	3	3	3	3	3	3	3	4	3	5	3	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4
12	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4
13	3	2	2	3	3	3	4	3	4	3	4	3
14	4	2	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4
15	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
16	3	3	4	4	3	4	5	4	4	4	3	4
17	3	4	5	5	3	4	4	3	3	5	3	4
18	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3
19	2	3	4	4	2	3	3	4	2	4	2	2
20	2	4	3	4	3	3	3	2	3	5	4	4
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
22	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4
23	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	5	4
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
25	3	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4
26	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
27	2	2	2	4	3	2	4	2	3	4	4	3
28	2	3	2	4	3	2	3	4	2	5	2	3
29	2	3	4	4	2	3	4	3	3	4	2	2
30	4	3	3	2	3	3	2	2	4	2	3	4
31	4	5	5	5	4	5	5	5	2	5	4	5
32	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	3	4
33	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4
34	4	3	4	4	1	5	4	4	2	5	4	3
35	4	2	3	1	5	3	4	3	3	2	3	2
36	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
37	4	2	3	3	2	2	4	3	4	4	5	4
38	2	5	4	3	3	2	3	3	2	5	4	5
39	4	4	4	5	3	3	5	3	3	5	4	4
40	2	3	2	3	3	3	4	2	2	3	4	5

41	3	4	3	4	4	5	3	4	4	5	5	5
42	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4
43	4	4	2	3	4	4	3	5	3	3	2	3
44	4	3	3	3	4	3	4	3	3	5	3	4
45	4	3	4	4	3	4	4	4	3	5	4	4
46	1	3	2	2	1	3	3	4	4	3	3	1
47	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4
48	4	5	3	4	3	4	5	4	3	5	4	4
49	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3
50	3	3	2	4	3	2	4	4	4	3	3	4
51	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3
52	2	3	3	3	2	3	4	3	4	4	3	3
53	3	3	2	3	3	3	4	3	3	5	4	3
54	3	2	2	2	3	3	3	2	4	4	3	4
55	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	4
56	4	4	3	4	4	4	5	4	4	5	4	4
57	4	2	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3
58	5	2	2	2	4	4	5	3	5	4	5	5
59	2	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3
60	3	3	1	2	2	3	2	2	4	3	1	2
61	2	2	2	2	4	3	2	3	3	3	3	2
62	2	4	2	3	4	2	3	2	3	4	4	3
63	2	5	1	3	3	3	4	3	4	3	3	4
64	3	4	2	3	3	3	3	2	3	4	3	4
65	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4
66	3	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4
67	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3
68	4	4	2	3	5	4	4	4	4	3	3	4
69	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2
70	3	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	3
71	4	2	2	3	3	3	3	4	2	4	3	3
72	4	3	1	1	3	2	1	3	3	5	4	3
73	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4
74	4	4	3	3	3	3	2	4	4	4	4	2
75	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4	4
76	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4
77	3	4	2	3	3	4	3	4	4	3	4	3
78	3	3	3	3	5	3	3	4	4	3	4	3
79	3	3	4	4	3	3	3	4	4	5	3	3
80	3	2	3	3	2	4	3	4	4	4	3	3

81	2	2	2	1	3	2	2	3	3	2	2	2
82	4	3	2	3	4	3	4	4	4	4	3	4
83	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
84	4	4	3	2	3	5	2	4	5	4	3	4
85	4	3	2	3	4	3	3	4	4	3	4	4
86	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4
87	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
88	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3
89	2	4	1	4	4	4	3	1	2	3	4	3
90	1	3	4	3	1	1	3	2	2	2	2	2
91	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3
92	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4
93	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2
94	5	3	4	2	4	3	4	4	4	5	4	4
95	2	2	3	3	3	2	4	3	4	3	4	2
96	4	1	1	5	3	1	5	5	1	5	5	5
97	1	2	2	4	3	2	4	2	3	4	3	4
98	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	3	4
99	3	3	2	2	3	3	4	4	3	4	4	3
100	3	3	2	4	4	3	4	4	4	4	4	3

ANOVA WARNA SENSORI (Minitab 17)

Friedman Test: Warna versus SAMPEL blocked by Panelis

S = 69,75 DF = 11 P = 0,000

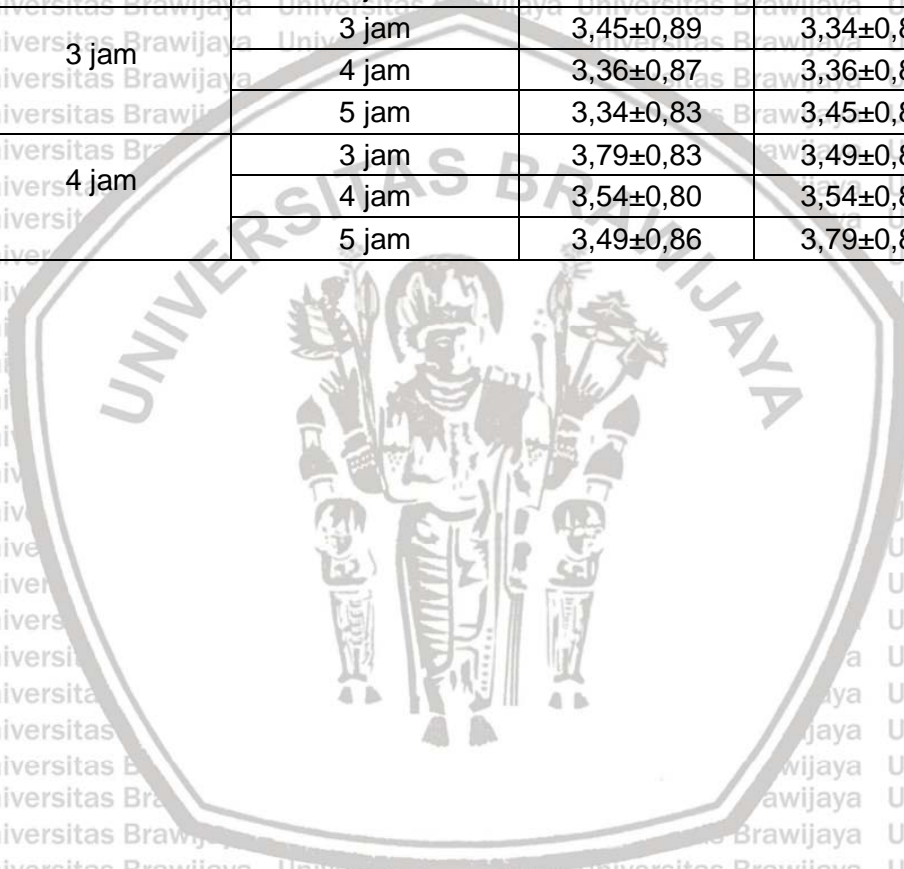
S = 93,84 DF = 11 P = 0,000 (adjusted for ties)

SAMPEL	N	Est	Median	Sum of Ranks
0F4K	100	2,9792	568,0	
0F5K	100	2,7708	467,0	
2F3K	100	3,0625	635,0	
2F4K	100	3,0208	627,0	
2F5K	100	3,0625	610,0	
3F3K	100	3,1042	690,5	
3F4K	100	3,0625	668,5	
3F5K	100	3,0625	662,5	
4F3K	100	3,2708	826,5	
4F4K	100	3,1458	739,5	
4F5K	100	3,1458	711,0	
0F3K	100	3,0625	594,5	

Grand median = 3,0625

Uji Lanjut DMRT

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kesukaan Warna	Urutan	Notasi
0 jam	3 jam	3,22±0,94	2,90±0,96	a
	4 jam	3,17±0,91	3,17±0,91	b
	5 jam	2,90±0,96	3,22±0,94	b
2 jam	3 jam	3,31±0,91	3,23±0,87	bc
	4 jam	3,28±0,87	3,28±0,87	bcd
	5 jam	3,23±0,87	3,31±0,91	bcd
3 jam	3 jam	3,45±0,89	3,34±0,83	bcde
	4 jam	3,36±0,87	3,36±0,87	bcde
	5 jam	3,34±0,83	3,45±0,89	cde
4 jam	3 jam	3,79±0,83	3,49±0,86	de
	4 jam	3,54±0,80	3,54±0,80	e
	5 jam	3,49±0,86	3,79±0,83	f



Lampiran 11. Analisa Aroma Sensori

PANEL IS	0F3 K	0F4 K	0F5 K	2F3 K	2F4 K	2F5 K	3F3 K	3F4 K	3F5 K	4F3 K	4F4 K	4F5 K
1	3	3	2	2	3	2	4	3	3	5	4	4
2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	4	2	3
3	4	4	5	4	3	5	4	3	4	5	3	5
4	2	4	2	1	2	4	2	4	2	4	2	3
5	4	2	2	2	3	4	4	2	2	4	2	3
6	4	5	3	4	4	2	4	2	3	5	4	4
7	4	3	5	2	4	2	2	3	3	5	4	2
8	3	1	1	3	2	1	3	1	1	3	3	3
9	4	3	3	2	4	3	1	4	1	4	3	3
10	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	4	2
11	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4
12	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	4	2
13	3	3	2	4	3	2	3	2	2	3	4	2
14	2	3	2	4	3	3	3	3	2	3	4	2
15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2
16	3	2	3	5	3	3	3	2	2	3	4	4
17	3	2	3	4	2	2	3	3	2	4	3	3
18	3	2	3	3	1	3	2	3	3	3	2	3
19	2	2	3	3	3	2	2	3	1	4	3	3
20	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4
21	2	3	2	4	3	2	4	3	4	3	4	2
22	4	4	4	2	4	2	2	2	2	5	5	4
23	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4
24	4	3	3	4	2	3	3	3	3	4	4	3
25	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2
26	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3
27	2	3	2	3	2	2	4	3	2	5	3	3
28	2	4	2	2	2	2	3	3	1	4	4	3
29	1	1	2	2	1	3	3	1	1	4	2	3
30	3	4	2	4	2	3	4	4	3	3	4	3
31	3	3	2	4	2	2	4	5	3	4	2	4
32	3	3	2	4	3	2	3	3	3	4	4	4
33	3	4	4	4	3	3	4	3	3	5	3	4
34	5	5	3	4	3	4	4	3	3	5	3	4
35	3	2	2	2	3	2	4	4	3	5	3	3
36	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
37	3	3	1	5	2	2	4	3	3	5	4	2
38	2	3	3	3	3	1	3	2	2	4	4	3
39	3	4	2	4	3	2	4	3	3	5	4	5
40	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3

41	3	3	3	3	4	3	5	5	3	4	3	5
42	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2
43	4	3	2	4	1	3	3	2	2	4	4	3
44	3	4	4	4	4	3	4	4	3	5	4	4
45	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3
46	4	2	2	3	3	3	4	3	3	4	2	4
47	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4
48	4	4	3	5	4	4	5	4	3	5	3	4
49	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3
50	4	3	2	4	2	2	5	3	3	5	3	4
51	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3
52	2	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2
53	2	3	3	3	3	3	3	2	3	5	2	4
54	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	4	2
55	4	2	2	2	4	4	4	3	4	3	3	3
56	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4
57	3	3	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3
58	2	3	1	3	2	2	4	2	2	2	4	2
59	3	3	2	4	2	2	4	3	3	4	3	3
60	4	2	1	2	2	3	2	3	2	4	4	2
61	2	2	2	3	2	2	3	2	2	4	2	3
62	4	3	2	3	4	2	2	4	3	3	2	1
63	1	2	2	2	4	2	2	3	3	2	4	1
64	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3
65	5	2	4	5	3	3	4	4	2	3	3	4
66	3	2	3	3	2	4	3	4	3	4	3	3
67	3	2	3	3	3	2	3	2	2	4	2	3
68	3	2	2	3	4	3	2	3	3	4	3	2
69	2	1	2	3	3	2	2	2	2	4	3	3
70	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3
71	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3
72	4	4	4	2	3	2	3	4	2	3	2	2
73	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3
74	4	3	4	2	3	2	4	4	4	3	2	4
75	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
76	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4
77	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4
78	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3
79	3	2	4	2	4	3	3	3	3	5	3	3
80	4	3	4	3	2	4	4	5	4	5	3	4



81	2	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	2
82	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3
83	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
84	5	4	4	5	3	2	3	3	4	5	4	3
85	1	4	1	2	3	1	2	2	2	2	3	1
86	3	2	3	2	3	4	4	3	3	3	2	3
87	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
88	4	3	3	3	4	4	3	4	5	3	3	3
89	2	3	2	2	4	2	2	2	1	3	2	2
90	3	2	2	4	3	3	4	2	1	4	4	3
91	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3
92	4	2	4	3	3	3	2	3	2	3	3	3
93	2	2	2	2	1	1	2	2	1	3	2	2
94	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
95	4	2	2	2	4	2	2	2	2	3	2	3
96	5	5	1	5	1	1	5	1	5	5	1	5
97	1	1	2	3	3	2	3	2	1	3	2	2
98	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
99	4	2	2	3	3	3	4	2	3	4	2	2
100	4	4	2	4	4	3	4	3	3	4	4	3

ANOVA AROMA SENSORI (Minitab 17)

Friedman Test: AROMA versus SAMPEL blocked by Panelis

S = 133,05 DF = 11 P = 0,000

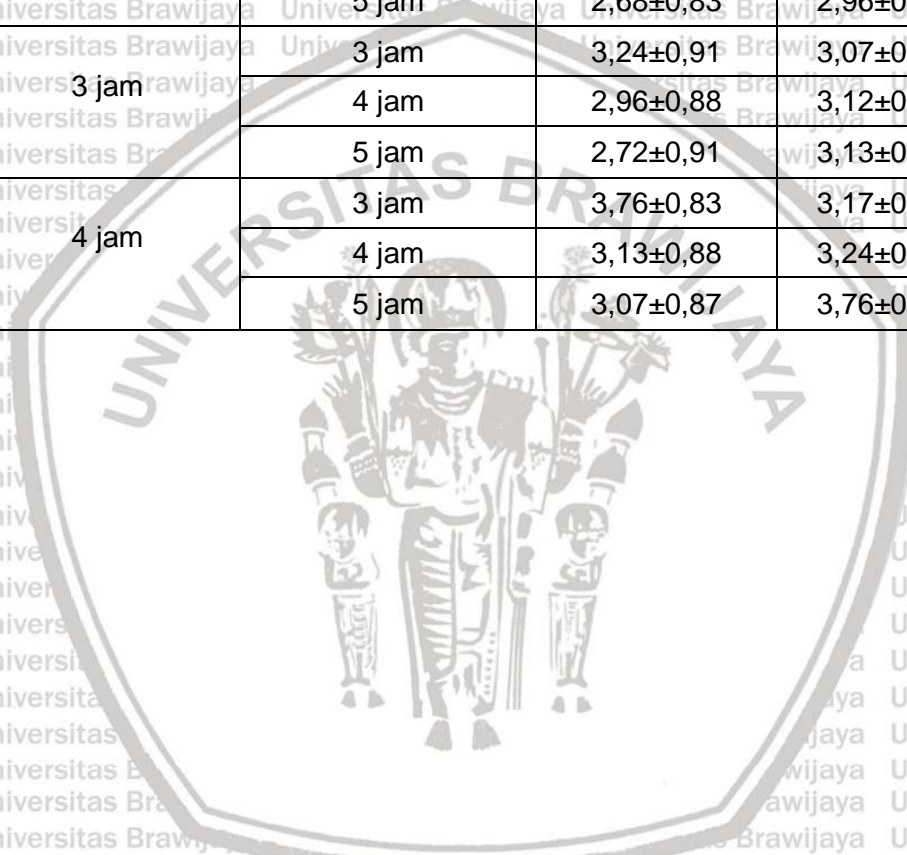
S = 174,73 DF = 11 P = 0,000 (adjusted for ties)

SAMPEL	N	Est	Median	Sum of Ranks
0F4K	100	3,0000	555,0	
0F5K	100	2,8333	492,5	
2F3K	100	3,3333	752,0	
2F4K	100	2,9583	596,5	
2F5K	100	2,9583	518,5	
3F3K	100	3,0833	722,5	
3F4K	100	3,0000	636,5	
3F5K	100	2,9167	532,0	
4F3K	100	3,9167	942,5	
4F4K	100	3,0000	692,0	
4F5K	100	3,0000	673,0	
0F3K	100	3,0000	687,0	

Grand median = 3,0833

Uji lanjut DMRT

Lama Fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kesukaan Aroma	Urutan	Notasi
0 jam	3 jam	3,12±0,94	2,63±0,89	a
	4 jam	2,83±0,93	2,68±0,83	ab
	5 jam	2,63±0,89	2,72±0,91	ab
2 jam	3 jam	3,17±0,91	2,83±0,93	abc
	4 jam	2,87±0,85	2,87±0,85	bcd
	5 jam	2,68±0,83	2,96±0,88	cde
3 jam	3 jam	3,24±0,91	3,07±0,87	efg
	4 jam	2,96±0,88	3,12±0,94	ef
	5 jam	2,72±0,91	3,13±0,88	ef
4 jam	3 jam	3,76±0,83	3,17±0,91	ef
	4 jam	3,13±0,88	3,24±0,91	f
	5 jam	3,07±0,87	3,76±0,83	g



Lampiran 12. Analisa Rasa Sensori

PANEL IS	0F3 K	0F4 K	0F5 K	2F3 K	2F4 K	2F5 K	3F3 K	3F4 K	3F5 K	4F3 K	4F4 K	4F5 K
1	2	2	3	2	4	2	1	1	2	3	1	4
2	2	1	4	3	1	2	2	3	3	2	4	1
3	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5
4	1	2	4	2	3	3	2	3	4	4	2	3
5	2	2	3	3	2	2	2	1	2	3	4	2
6	2	2	3	4	5	5	3	4	5	4	5	5
7	3	2	3	3	2	3	3	3	3	1	4	2
8	1	1	2	2	1	3	2	2	1	1	1	1
9	5	3	1	2	4	1	3	5	3	3	4	4
10	3	2	3	4	4	3	2	2	4	3	3	4
11	2	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4
12	2	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3
13	3	2	4	3	4	4	2	3	4	3	2	4
14	2	1	1	3	4	4	2	3	2	3	5	4
15	1	2	2	2	2	3	1	2	4	3	2	2
16	3	2	4	3	4	5	2	4	5	3	4	4
17	1	1	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3
18	1	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	3
19	2	2	3	1	1	4	3	4	4	3	3	1
20	4	4	3	4	4	4	2	4	4	3	4	4
21	3	3	4	4	2	4	2	2	4	3	2	2
22	3	4	5	5	2	5	4	4	5	4	4	2
23	4	4	4	4	3	4	2	4	5	4	4	3
24	5	4	5	4	3	5	4	3	4	3	4	3
25	2	2	4	1	3	4	3	3	3	4	2	3
26	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2
27	1	3	3	2	4	5	5	4	4	4	3	4
28	3	4	3	3	2	1	2	3	3	1	4	2
29	2	2	3	2	2	4	2	3	3	3	3	2
30	1	2	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3
31	1	2	1	5	4	5	5	3	5	5	2	4
32	1	2	2	2	3	4	3	4	4	2	4	3
33	4	3	3	4	3	3	3	4	5	4	4	3
34	1	3	4	3	5	4	5	4	4	5	5	5
35	2	3	5	4	5	4	3	2	4	4	3	5
36	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	1	2
37	3	4	4	4	3	4	5	4	5	3	5	3
38	3	2	3	4	4	3	4	4	4	2	4	4
39	3	5	4	3	4	5	3	3	5	5	4	4

40	4	2	2	3	4	2	4	3	4	3	3	4
41	2	2	4	3	3	5	4	4	4	3	3	3
42	1	2	3	2	3	4	3	4	4	3	3	3
43	2	4	2	3	3	5	4	4	4	2	4	3
44	4	3	3	3	4	2	3	2	2	3	2	4
45	1	4	2	2	4	5	2	4	1	1	3	4
46	3	4	3	4	4	5	3	4	3	4	3	4
47	3	3	2	4	4	4	5	5	3	2	4	4
48	4	3	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4
49	3	2	2	2	3	4	1	2	3	1	1	3
50	3	4	2	2	3	5	3	4	5	3	4	3
51	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3
52	1	2	2	2	4	3	3	3	3	4	3	4
53	3	4	5	4	4	4	4	3	3	4	3	4
54	3	2	2	4	3	2	4	4	3	2	3	3
55	3	3	2	2	2	3	1	3	3	3	2	2
56	4	4	2	4	4	4	3	5	4	4	4	4
57	3	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3
58	3	4	5	5	5	1	3	4	5	5	5	5
59	3	4	4	3	4	3	3	4	4	5	4	4
60	1	1	1	1	3	4	2	4	4	2	1	3
61	3	4	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2
62	2	3	1	3	4	3	2	1	1	2	2	4
63	2	5	1	1	4	3	4	2	3	4	3	4
64	2	4	1	2	4	5	4	4	1	1	4	4
65	2	3	4	3	5	5	2	4	5	3	3	5
66	1	2	2	3	5	5	3	3	3	1	4	5
67	2	2	3	3	3	4	3	2	2	2	3	3
68	4	2	4	4	2	2	3	3	4	4	3	2
69	3	1	4	3	2	4	2	3	3	2	2	2
70	4	3	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2
71	2	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3
72	1	2	3	1	3	3	5	4	2	2	4	3
73	3	3	3	4	4	5	4	4	3	3	2	4
74	4	2	3	4	4	4	2	4	3	5	5	4
75	3	2	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4
76	2	4	2	4	2	4	3	3	4	3	3	2
77	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	5	4
78	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4
79	3	3	4	2	4	4	4	3	3	3	2	4
80	4	3	4	5	4	5	4	4	5	3	2	4



81	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
82	3	3	4	4	4	2	3	3	4	2	4	4
83	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2
84	3	3	4	2	2	4	2	1	3	1	5	2
85	5	4	3	1	3	2	2	1	3	3	3	3
86	3	3	4	3	3	3	4	3	4	1	3	3
87	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	2	3
88	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3
89	4	2	2	3	3	3	2	3	4	1	3	3
90	4	2	2	2	4	3	2	2	3	2	4	4
91	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2
92	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3
93	3	2	2	1	2	2	4	2	2	3	2	2
94	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3
95	1	2	1	1	4	5	4	3	2	2	1	4
96	1	1	2	3	3	3	2	3	4	3	3	3
97	3	2	1	4	2	4	4	4	3	1	4	2
98	2	2	3	3	3	5	3	3	3	3	2	3
99	3	2	2	4	4	2	3	2	3	3	2	4
100	2	2	1	1	2	4	2	3	2	1	2	2

ANOVA RASA SENSORI (Minitab 17)

Friedman Test: Rasa versus SAMPEL blocked by Panelis

S = 71,87 DF = 11 P = 0,000

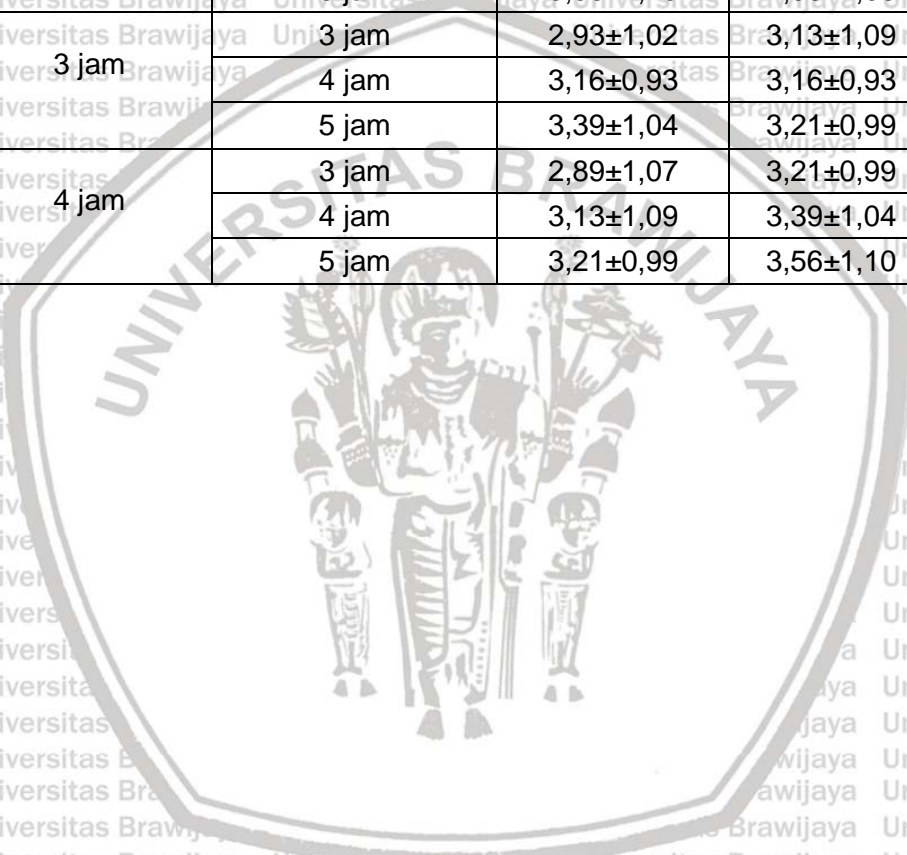
S = 86,58 DF = 11 P = 0,000 (adjusted for ties)

SAMPEL	N	Est	Median	Sum of Ranks
0F4K	100	2,8125	2,8125	528,0
0F5K	100	3,0208	3,0208	613,5
2F3K	100	3,1042	3,1042	628,5
2F4K	100	3,1042	3,1042	683,5
2F5K	100	3,7708	3,7708	829,5
3F3K	100	2,9792	2,9792	591,5
3F4K	100	2,9792	2,9792	682,0
3F5K	100	3,2292	3,2292	782,0
4F3K	100	2,9792	2,9792	598,0
4F4K	100	3,0625	3,0625	662,5
4F5K	100	3,1042	3,1042	683,5
0F3K	100	2,6042	2,6042	517,5

Grand median = 3,0625

Uji lanjut DMRT

Lama fermentasi	Lama Pengeringan	Rerata Tingkat Kesukaan Rasa	Urutan	notasi
0 jam	3 jam	2,62±1,08	2,62±1,08	a
	4 jam	2,73±1,03	2,73±1,03	ab
	5 jam	2,91±1,12	2,89±1,07	bc
2 jam	3 jam	2,96±1,06	2,91±1,12	bc
	4 jam	3,21±0,99	2,93±1,02	bc
	5 jam	3,56±1,10	2,96±1,06	bcd
3 jam	3 jam	2,93±1,02	3,13±1,09	cde
	4 jam	3,16±0,93	3,16±0,93	cde
	5 jam	3,39±1,04	3,21±0,99	de
4 jam	3 jam	2,89±1,07	3,21±0,99	de
	4 jam	3,13±1,09	3,39±1,04	fg
	5 jam	3,21±0,99	3,56±1,10	g



Lampiran 13. Kuisioner Uji Organoleptik

Nama / Usia :

Jenis Kelamin : Laki-laki / Perempuan

Tanggal :

UJI TINGKAT KESUKAAN (HEDONIC TEST)

Dihadapan saudara terdapat 12 sampel Teh Pucuk Merah. Saudara diminta untuk memberikan penilaian terhadap warna, aroma dan rasa pada kedua belas sampel teh herbal pucuk merah, sesuai dengan tingkatan kesukaan saudara. Standar nilai yang saudara berikan dapat berupa angka seperti pada keterangan di bawah ini :

- 1 = Sangat tidak suka
- 2 = Tidak suka
- 3 = Netral
- 4 = Suka
- 5 = Sangat suka

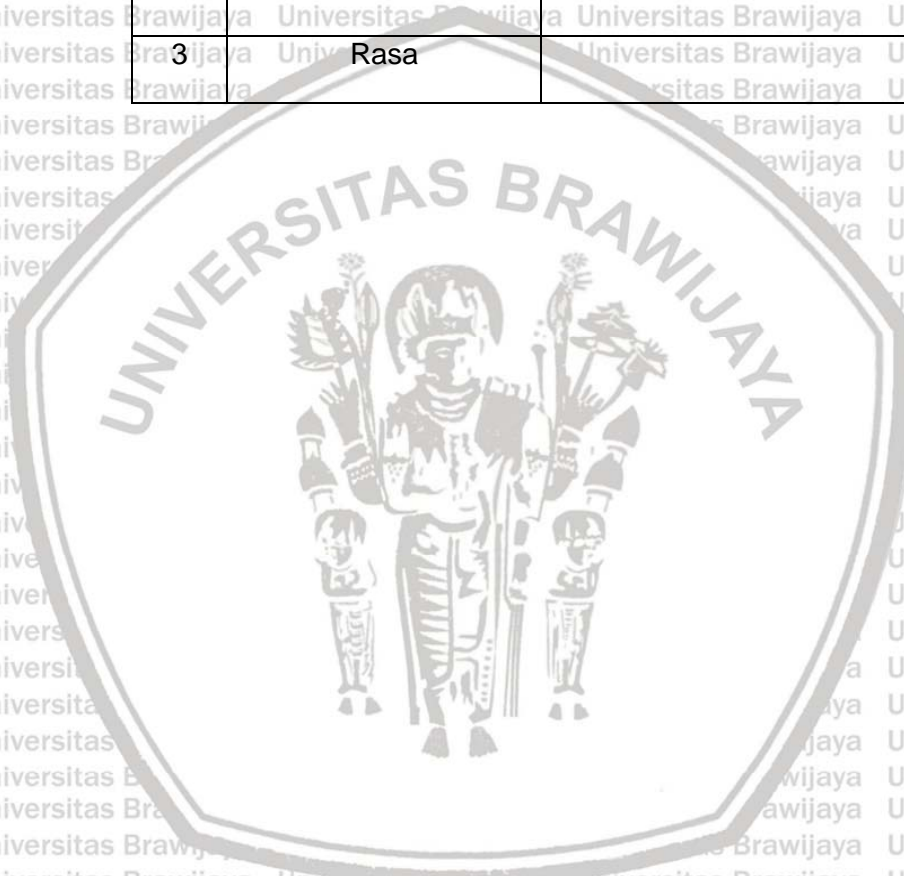
Kode Sampel	Warna	Aroma	Rasa
983			
821			
762			
945			
898			
724			
966			
898			
774			
925			
823			
733			

Saran dan Komentar :

Lembar Penilaian Atribut Produk

Setelah anda melakukan uji hedonik, selanjutnya anda diminta untuk membandingkan tingkat kepentingan suatu atribut minuman teh. Perbandingan ini digunakan untuk mengetahui kriteria mana yang anda utamakan atau lebih pentingkan ketika akan mengonsumsi minuman teh. Adapun atribut yang akan anda nilai meliputi warna, aroma dan rasa

No	Atribut Produk	Urutan Tingkat Kepentingan
1	Warna	
2	Aroma	
3	Rasa	



Lampiran 14. Bobot Pemilihan Perlakuan Terbaik

Perhitungan Total Bobot

Parameter	Bobot Normal
Atribut Sensori	0,43*
Atribut Kimia	0,34
Atribut Fisik	0,23
Total	1,00

Ket : *parameter terpenting

Data Rerata Tiap Atribut Sensori

Sampel	Warna	Aroma	Rasa
0F3K	3,22	3,12	2,62
0F4K	3,17	2,83	2,73
0F5K	2,9	2,63	2,91
2F3K	3,31	3,17	2,96
2F4K	3,28	2,87	3,21
2F5K	3,23	2,68	3,56
3F3K	3,45	3,24	2,93
3F4K	3,36	2,96	3,16
3F5K	3,34	2,72	3,39
4F3K	3,79	3,76	2,89
4F4K	3,54	3,13	3,13
4F5K	3,49	3,07	3,21
Nilai Terbesar	3,79	3,76	3,56
Nilai Terkecil	2,9	2,63	2,62
Selisih	0,89	1,13	0,94

Perhitungan Bobot

Parameter	Bobot Normal
Warna	0,21
Aroma	0,36
Rasa	0,44
Total	1,00

Perhitungan Perlakuan Terbaik

Sampel	Warna		Aroma		Rasa		Total
	Ne	Nh	Ne	Nh	Ne	Nh	
0F3K	0,36	0,07	0,43	0,16	0,00	0,00	0,23
0F4K	0,30	0,06	0,18	0,06	0,12	0,05	0,18
0F5K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,13	0,13
2F3K	0,46	0,09	0,48	0,17	0,36	0,16	0,42
2F4K	0,43	0,09	0,21	0,08	0,63	0,27	0,44
2F5K	0,37	0,08	0,04	0,02	1,00	0,44	0,53
3F3K	0,62	0,13	0,54	0,19	0,33	0,14	0,46
3F4K	0,52	0,11	0,29	0,11	0,57	0,25	0,46
3F5K	0,49	0,10	0,08	0,03	0,82	0,36	0,49
4F3K	1,00	0,21	1,00	0,36	0,29	0,12	0,69*
4F4K	0,72	0,15	0,44	0,16	0,54	0,24	0,54
4F5K	0,66	0,14	0,39	0,14	0,63	0,27	0,55

*Perlakuan Terbaik



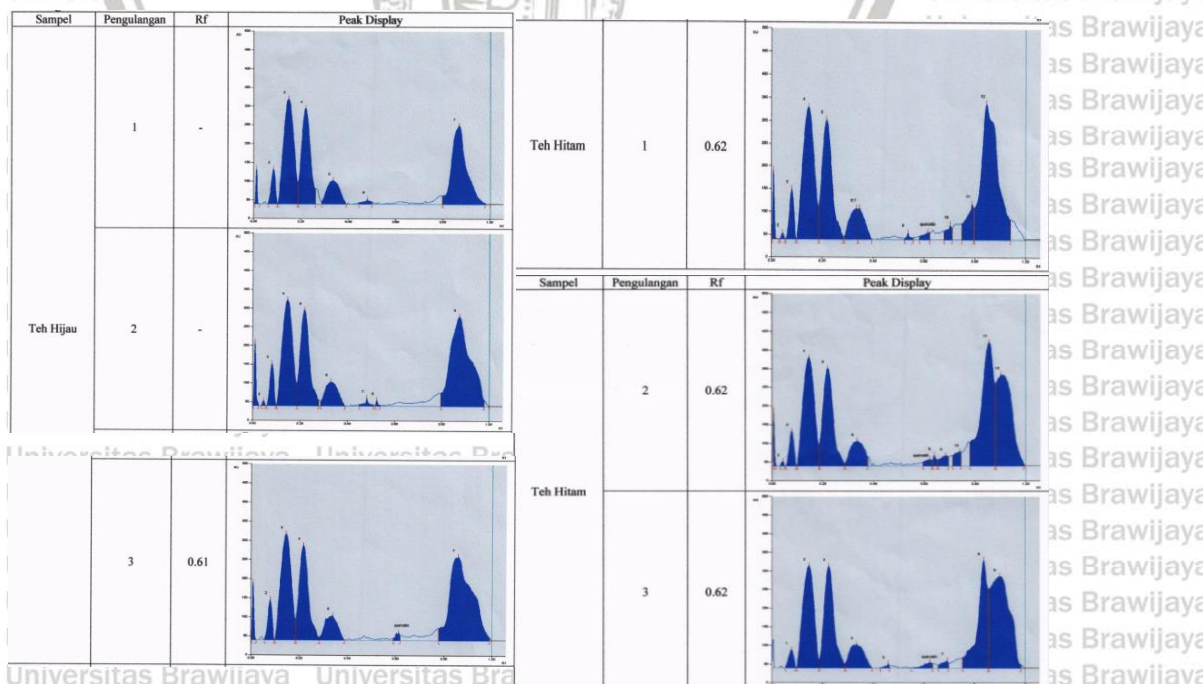
Lampiran 15. Lampiran Hasil Analisis Katekin

Sampel	Penimbangan (mg)	Volume Penotolan (µL)	Luas Area (AUC)	Kadar (%)	Rata-Rata (%)	SD
Teh Hijau	1,000.00	8.00	1,744.4	0.2249	0.2240	0.0128
	1,000.00	8.00	1,831.9	0.2364		
	1,000.00	8.00	1,637.6	0.2108		
Teh Hitam	1,000.00	8.00	1,631.2	0.2100	0.1734	0.0439
	1,000.00	8.00	1,445.1	0.1854		
	1,000.00	8.00	984.6	0.1247		

Lampiran 16. Lampiran Hasil Analisis Kuercetin

Sampel	Penimbangan (mg)	Volume Penotolan (µL)	Luas Area (AUC)	Kadar (%)	Rata-Rata (%)	SD
Teh Hijau	1,000.00	8.00	0.00	0.0000	0.0096	0.0166
	1,000.00	8.00	0.00	0.0000		
	1,000.00	8.00	356.30	0.0287		
Teh Hitam	1,000.00	8.00	424.20	0.0291	0.0293	0.0002
	1,000.00	8.00	460.90	0.0292		
	1,000.00	8.00	512.40	0.0295		

Gambar Kromatogram Kuercetin



Lampiran 17. Perbandingan Teh Herbal Pucuk Merah dengan Metode Teh Hijau dan Teh Hitam

Paired T-Test pada uji perbandingan Teh Herbal Pucuk Merah dengan metode Teh Hijau dan Teh Hitam

- Total Fenol Metode Teh Hijau dan Teh Hitam

Paired T-Test and CI: Teh Hitam; Teh Hijau

Paired T for Teh Hitam - Teh Hijau

	N	Mean	StDev	SE Mean
Teh Hitam	3	287,2	19,7	11,4
Teh Hijau	3	330,3	26,2	15,1
Difference	3	-43,1	36,1	20,9

95% CI for mean difference: (-132,9; 46,7)

T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = -2,06 P-Value = 0,175

- Kadar Tanin Metode Teh Hijau dan Teh Hitam

Paired T-Test and CI: Teh Hijau; Teh Hitam

Paired T for Teh Hijau - Teh Hitam

	N	Mean	StDev	SE Mean
Teh Hijau	3	44,11	2,03	1,17
Teh Hitam	3	58,26	6,25	3,61
Difference	3	-14,15	5,50	3,17

95% CI for mean difference: (-27,81; -0,50)

T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = -4,46 P-Value = 0,047

- Kadar Kuercetin Metode Teh Hijau dan Teh Hitam

Paired T-Test and CI: Teh Hijau; Teh Hitam

Paired T for Teh Hijau - Teh Hitam

	N	Mean	StDev	SE Mean
Teh Hijau	3	0,02927	0,00021	0,00012
Teh Hitam	3	0,00957	0,01657	0,00957
Difference	3	0,01970	0,01637	0,00945

95% CI for mean difference: (-0,02096; 0,06036)

T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = 2,08 P-Value = 0,172

- Kadar Katekin Metode Teh Hijau dan Teh Hitam

Paired T-Test and CI: Teh Hijau; Teh Hitam

Paired T for Teh Hijau - Teh Hitam

	N	Mean	StDev	SE Mean
Teh Hijau	3	0,1734	0,0439	0,0253
Teh Hitam	3	0,2240	0,0128	0,0074
Difference	3	-0,0507	0,0356	0,0206

95% CI for mean difference: (-0,1391; 0,0378)

T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = -2,47 P-Value = 0,133

Lampiran 18. Uji Korelasi

Correlations

		Fenol	Antioksidan	Flavonoid	Tanin
Fenol	Pearson Correlation	1	-,923**	,664**	,907**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	36	36	36	36
Antioksidan	Pearson Correlation	-,923**	1	-,567**	-,915**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	36	36	36	36
Flavonoid	Pearson Correlation	,664**	-,567**	1	,709**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	36	36	36	36
Tanin	Pearson Correlation	,907**	-,915**	,709**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	36	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

		L	a	b
L	Pearson Correlation	1	-,822**	-,843**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	36	36	36
a	Pearson Correlation	-,822**	1	,874**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	36	36	36
b	Pearson Correlation	-,843**	,874**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

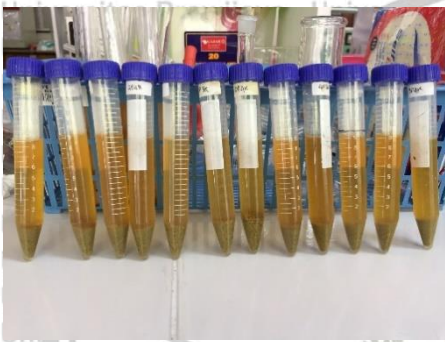
Lampiran 19. Dokumentasi Foto



a. Pucuk Merah



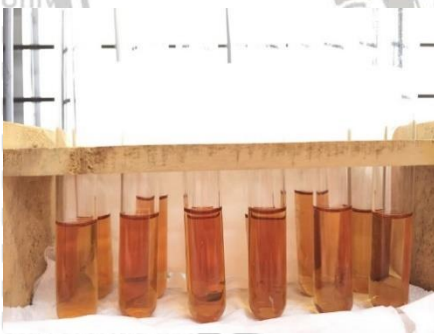
b. Hasil Fenol



c. Hasil Ekstraksi



d. Hasil Tanin



e. Hasil Flavonoid



f. Hasil Antioksidan IC₅₀



g. Air SeduhanTeh Herbal Pucuk Merah



h. Teh Herbal Pucuk Merah