

**PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYEDUHAN TEH HERBAL BUAH
BAKAU (*Rhizophora mucronata*) TERHADAP AKTIVITAS
INHIBISI ENZIM α -GLUKOSIDASE**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Oleh :
NITA YULISTIAWATI
NIM. 125080300111004**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2016

SKRIPSI

**PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYEDUHAN TEH HERBAL BUAH
BAKAU (*Rhizophora mucronata*) TERHADAP AKTIVITAS INHIBISI
ENZIM α -GLUKOSIDASE**

Oleh:

NITA YULISTIAWATI
NIM. 125080300111004

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 25 November 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I



(Dr. Ir. Kartini Zailanle, MS)
NIP. 19550503 198503 2 001
Tanggal : 16 DEC 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir. Hardoko, MS)
NIP. 19620108 199802 1 001
Tanggal : 16 DEC 2016

Dosen Penguji II



(Prof. Ir. Sukoso, M.Sc.Ph.D)
NIP. 19640919 198903 1 002
Tanggal : 16 DEC 2016

Dosen Pembimbing II



(Yunita Eka P., S.Pi., MP)
NIP. 19840607 201012 2 003
Tanggal : 16 DEC 2016



Mengetahui
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wiluleng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 16 DEC 2016

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 16 Desember 2016
Mahasiswa

Nita Yulistiawati
125080300111004

RINGKASAN

NITA YULISTIAWATI. Skripsi. Pengaruh Suhu dan Lama Penyeduhan Teh Herbal Buah Bakau (*Rhizophora mucronata*) terhadap Aktivitas Inhibisi Enzim α -Glukosidase (dibawah bimbingan **Dr. Ir. HARDOKO, MS.** dan **YUNITA EKA PUSPITASARI, S.Pi. MP**).

Enzim α -glukosidase merupakan enzim utama dalam pencernaan karbohidrat. Penghambatan enzim ini dapat memperlambat jalan karbohidrat ke dalam aliran darah dan mengurangi kenaikan level glukosa darah pada penderita diabetes tipe 2. Buah mangrove (bakau) *R. mucronata* memiliki komponen bioaktif triterpenoid, steroid, flavonoid, fenol, saponin, kuinon dan tannin. Senyawa flavonoid seperti sianidin, kuersetin, luteolin, katekin, epikatekin, myersitin dan epigallocatekin mampu menghambat atau bersifat sebagai inhibitor enzim α -glukosidase. Berdasarkan senyawa bioaktif yang terkandung dalam buah bakau, buah ini dapat dimanfaatkan dalam pembuatan minuman untuk penderita diabetes, salah satunya dalam bentuk teh herbal. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama penyeduhan teh herbal buah bakau *R. mucronata* terhadap penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase dan untuk menentukan nilai IC_{50} dari teh herbal. Menggunakan perlakuan suhu dan lama penyeduhan adalah karena suhu dan lama penyeduhan teh berpengaruh terhadap kemunculan jenis - jenis katekin.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Juni 2016 bertempat di Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikan, Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan dan Laboratorium Pengolahan dan Rekayasa Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas 9 perlakuan kombinasi suhu dan lama penyeduhan, yaitu suhu 80°C, 90°C dan 100°C dan lama penyeduhan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap sederhana dan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 3 kali ulangan dan 9 perlakuan.

Berdasarkan penelitian ini, pengaruh perlakuan suhu dan lama waktu penyeduhan teh herbal buah bakau *R. mucronata* menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) terhadap aktivitas enzim α -glukosidase, nilai organoleptik, total fenol, total tanin, total tanin terkondensasi dan total flavonoid, sedangkan pada derajat pH perlakuan suhu dan lama waktu penyeduhan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Perlakuan suhu penyeduhan 90°C selama 20 menit merupakan perlakuan efektif dalam menghambat enzim α -glukosidase karena memiliki nilai IC_{50} terkecil yakni sebesar 58,437 ppm dan diikuti oleh perlakuan penyeduhan 90°C selama 10 menit, 90°C selama 30 menit, 80°C selama 30 menit, 80°C selama 20 menit, 80°C selama 10 menit, 100°C selama 10 menit, 100°C selama 20 menit dan 100°C selama 30 menit. Sebagai pembanding, digunakan inhibitor berupa akarbosa dengan nilai IC_{50} sebesar 85,613 ppm. Nilai total fenol, total tanin, total tanin terkondensasi dan total flavonoid pada suhu 90°C selama 20 menit secara berturut turut yaitu 33846,491 mg GAE/100 g, 23377,193 mg GAE/100g, 0,325 mg/100g, dan 96,503,23 mg QE/100g. Nilai pH teh herbal pada perlakuan suhu dan lama penyeduhan tidak berbeda nyata. pH teh herbal yang dihasilkan berada pada kisaran pH normal. Pada perlakuan penyeduhan suhu 90°C selama 20 menit menghasilkan pH 6,60. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa penyeduhan 90°C selama 20 menit efektif dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Skripsi yang berjudul Pengaruh Suhu dan Lama Penyeduhan Teh Herbal Buah Bakau (*Rhizophora mucronata*) terhadap Aktivitas Inhibisi Enzim α -Glukosidase.

Atas terselesaikannya laporan skripsi ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kasih sayang, pencerahan dan kemudahan di dalam hidup saya.
2. Kedua orang tua (Suyanto & Nantik D), kakak (Nina Hastuti, S.TP), dan keluarga besar yang selalu memberikan do'a terbaiknya, support baik moril, sipritual maupun material.
3. Dr. Ir. Hardoko, MS selaku dosen pembimbing I yang telah sabar memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Yunita Eka P, S.Pi, MS selaku dosen pembimbing ke-II yang telah membantu memberikan saran saran dalam penulisan skripsi.
5. Teman seperjuangan Devy A., Evi Kurniawati H., dan Melanisa yang senantiasa menemani.
6. Teman teman kosku yang terbaik, terimakasih atas do'a dan dukungan kalian sampai akhir (Ajeng, Fi'ing, Ulya, Eka, Eli, Tari, Ayuk, Melisa)
7. Terimakasih juga ke temen terbaik Dias Ayuni, Rizky Akbar E, Kharis Laily, mbak Astri lga dan temen lainnnya yang telah mengajari dengan telaten serta buat THP 2012 semua yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini..
8. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca sekalian, khususnya kepada mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, untuk dijadikan sebagai tambahan wawasan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki kekurangan dan keterbatasan, sehingga penulis mengharapakan kritik dan saran dari pembaca semua.

Malang, November 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 1. PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Hipotesis.....	6
1.5. Kegunaan.....	6
1.6. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	6
 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1. Mangrove <i>Rhizophora mucronata</i>	6
2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi.....	7
2.1.2. Dinding Sel.....	7
2.1.3. Komposisi Kimia dan Bioaktif.....	8
2.2. Diabetes Melitus.....	9
2.2.1. Pengertian	9
2.2.2. Tipe – Tipe.....	10
2.2.3. Pengobatan.....	12
2.3. Teh	13
2.3.1. Jenis – Jenis Teh	13
2.3.2. Proses Pembuatan Teh.....	15
2.3.3. Penyeduhan Teh.....	16
2.3.4. Bioaktif Teh dan Manfaatnya.....	16
2.4. Aktivitas Inhibitor Enzim α -Glukosidase.....	17
 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	 19
3.1. Bahan Penelitian.....	19
3.2. Alat Penelitian.....	20
3.3. Metode Penelitian.....	21
3.3.1. Penelitian Tahap 1.....	22
3.3.1.1. Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	22
3.3.1.2. Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1.3. Parameter yang Diamati.....	26
3.3.2. Penelitian Tahap 2.....	29
3.3.2.1. Perlakuan dan Rancangan Penelitian.....	29
3.3.2.2. Prosedur Penelitian.....	31
3.3.2.3. Parameter yang Diamati.....	32

3.3.3. Prosedur Analisa Parameter	32
3.3.3.1. Rendemen.....	32
3.3.3.2. Pengukuran Nilai pH.....	33
3.3.3.3. Uji Fitokimia.....	33
3.3.3.4. Total Flavonoid.....	35
3.3.3.5. Uji Kadar Total Fenol.....	35
3.3.3.6. Pengujian Total Tanin.....	36
3.3.3.7. Pengujian Total Tanin Terkondensasi.....	37
3.3.3.8. Pengujian Organoleptik.....	38
3.3.3.9. Uji Inhibisi Enzim α -Glukosidase.....	39
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1. Penelitian Tahap I	45
4.1.1 Analisa Karakteristik Warna Teh Herbal (L^* , a^* dan b^*).....	46
4.1.2 Karakteristik Organoleptik Teh Herbal Buah Bakau.....	48
4.1.2.1. Multiple Comparison	49
4.1.2.4. Hedonik	53
4.1.3. Penentuan Perlakuan Terpilih.....	57
4.2. Penelitian Tahap II.....	58
4.2.1. Uji Kualitatif Fitokimia.....	58
4.2.2. Uji Nilai pH.....	59
4.2.3. Karakteristik Organoleptik.....	61
4.2.3.1. Skoring	61
4.2.3.4. Hedonik	66
4.2.4. Pengaruh Suhu dan Lama Penyeduhan Teh Herbal Buah <i>R. mucronata</i> terhadap Penghambatan Aktivitas Enzim α -Glukosidase.....	71
4.2.5. Total Fenol.....	75
4.2.6. Total Tanin.....	77
4.2.7. Total Tanin Terkondensasi.....	79
4.2.8. Total Flavonoid.....	80
4.2.9. Penentuan Perlakuan Terbaik.....	81
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	82
DAFTAR PUTAKA.....	83
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan komposisi dinding sel buah bakau dan daun teh.....	8
2. Komposisi kimia buah bakau (<i>R. mucronata</i>).....	8
3. Komponen bioaktif buah bakau (<i>R. mucronata</i>).....	9
4. Tingkat glukosa darah manusia.....	10
5. Konsentrasi yang digunakan.....	23
6. Desain rancangan percobaan penelitian	24
7. Desain rancangan percobaan penelitian	31
8. Sistem reaksi enzim untuk satu sampel dengan volume total 2 mL	42
9. Hasil uji kadar air dan rendemen teh herbal buah bakau	45
10. Deskripsi warna nilai °Hue.....	47
11. Hasil uji kualitatif fitokimia teh herbal buah <i>R. mucronata</i>	58
12. Penentuan perlakuan terpilih.....	82
13. Karakteristik teh terpilih.....	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Buah bakau.....	8
2. Diagram skematik dari proses pengolahan teh hijau, teh oolong, teh hitam, dan teh pu-erh secara konvensional (Bansal <i>et al.</i> , 2013).....	14
3. Skema pembuatan teh herbal buah bakau (<i>R. mucronata</i>).....	25
4. Skema penyeduhan teh herbal dengan berbagai konsentrasi.....	26
5. Skema penyeduhan teh herbal buah bakau (<i>R. mucronata</i>).....	32
6. Nilai ⁰ Hue dari sampel teh herbal dengan konsentrasi yang berbeda.....	46
7. Histogram nilai kecerahan (L*) teh herbal dengan konsentrasi teh yang berbeda.....	47
8. Grafik multiple comparison warna teh herbal buah bakau.....	48
9. Grafik multiple comparison aroma teh herbal buah bakau.....	49
10. Grafik multiple comparison rasa teh herbal buah bakau.....	50
11. Grafik hedonik warna teh herbal buah bakau.....	51
12. Grafik hedonik aroma teh herbal buah bakau.....	52
13. Grafik hedonik rasa teh herbal buah bakau.....	53
14. Grafik hedonik keseluruhan teh herbal buah bakau.....	54
15. Nilai pH teh herbal buah bakau.....	58
16. Grafik scoring warna teh herbal buah bakau.....	59
17. Grafik scoring aroma teh herbal buah bakau.....	61
18. Grafik scoring rasa teh herbal buah bakau.....	62
19. Grafik hedonik warna teh herbal buah bakau.....	63
20. Grafik hedonik aroma teh herbal buah bakau.....	65
21. Grafik hedonik rasa teh herbal buah bakau.....	66
22. Grafik hedonik keseluruhan teh herbal buah bakau.....	67
23. Hubungan konsentrasi teh herbal buah bakau terhadap %inhibisi α -glukosidase.....	70
24. Nilai IC50 teh herbal buah bakau.....	71
25. Nilai total fenol teh herbal buah bakau.....	72
26. Nilai total flavonoid teh herbal buah bakau.....	74
27. Nilai total tanin teh herbal buah bakau.....	75
28. Nilai total tanin terkondensasi teh herbal buah bakau.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar uji organoleptik dengan uji multiple comparison.....	92
2. Lembar uji organoleptik dengan uji hedonik.....	94
3. Lembar uji organoleptik dengan uji skoring.....	95
4. Perhitungan pembuatan konsentrasi.....	96
5. Data perhitungan rendemen.....	98
6. Data perhitungan kadar air.....	99
7. Hasil analisis keragaman multiple comparison warna.....	100
8. Hasil analisis keragaman multiple comparison aroma.....	101
9. Hasil analisis keragaman multiple comparison rasa.....	102
10. Hasil analisis keragaman hedonik warna.....	103
11. Hasil analisis keragaman hedonik aroma.....	104
12. Hasil analisis keragaman hedonik rasa.....	105
13. Hasil analisis keragaman hedonik keseluruhan.....	106
14. Hasil analisis keragaman warna color reader.....	107
15. Hasil analisis keragaman hedonik warna.....	109
16. Hasil analisis keragaman hedonik aroma.....	111
17. Hasil analisis keragaman hedonik rasa.....	113
18. Hasil analisis keragaman hedonik keseluruhan.....	115
19. Hasil analisis keragaman skoring warna.....	117
20. Hasil analisis keragaman skoring aroma.....	119
21. Hasil analisis keragaman skoring rasa.....	121
22. Hasil analisis keragaman %inhibisi.....	123
23. Hasil analisis keragaman IC50.....	128
24. Hasil analisis keragaman nilai pH.....	130
25. Absorbansi standar asam galat.....	132
26. Data total fenol teh herbal buah bakau.....	133
27. Hasil analisis keragaman total fenol.....	134
28. Data total fenol non tanin.....	137
29. Hasil analisis keragaman total tanin.....	138
30. Data total tanin terkondensasi.....	140
31. Hasil analisis keragaman total tanin terkondensasi.....	141
32. Absorbansi standar kueretin.....	143
33. Data total flavonoid.....	144
34. Hasil analisis keragaman total flavonoid.....	145
35. Skema foto pembuatan teh herbal buah bakau (<i>R. mucronata</i>).....	147
36. Skema foto penyeduhan teh herbal buah bakau <i>R. mucronata</i> dengan perlakuan suhu dan lama penyeduhan.....	148
37. Skema foto pengujian inhibisi teh herbal buah bakau terhadap enzim α -glukosidase.....	149

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kehidupan masyarakat di era globalisasi sudah mengalami perubahan. Seperti halnya masyarakat Asia sekarang terjadi peningkatan konsumsi makanan gaya Barat seperti makanan cepat saji (*fast food*). Makanan cepat saji seperti kentang goreng, burger dan pizza paling cocok dan paling nikmat bila diiringi dengan minuman ringan (*soft drink*) yang tinggi gula. Tingginya konsumsi karbohidrat atau gula ini menjadi salah satu penyebab penyakit diabetes melitus (Vitahealth, 2006).

Data International Diabetes Federation (IDF) (2014), sekitar 386 juta penduduk dunia dengan rentang usia 20-79 tahun menderita diabetes mellitus dengan tingkat kematian mencapai 4,9 juta penduduk. Diketahui bahwa 77% penderita diabetes mellitus tinggal di negara dengan pendapatan rendah dan sedang. Indonesia merupakan negara ke lima penderita diabetes terbanyak di dunia (9,1 juta penduduk) setelah China (96,3 juta penduduk), India (66,8 juta penduduk), Amerika (25,8 juta penduduk) dan Brazil (11,6 juta penduduk).

Diabetes melitus merupakan suatu penyakit yang ditandai dengan hiperglikemia kronis dan kelainan metabolisme lainnya, yang diakibatkan karena kekurangan hormon insulin. Secara etiologi, diabetes diklasifikasikan menjadi 4 tipe yaitu (1) Diabetes Tipe 1, (2) Diabetes Tipe 2, (3) Diabetes tipe khusus (tipe lain), dan (4) Gestasional diabetes melitus. DM tipe 1 ditandai dengan lesi destruksi dari sel β -pankreas baik oleh mekanisme autoimun atau penyebab lainnya yang tidak diketahui. DM tipe 2 ditandai dengan kombinasi dari penurunan sekresi insulin dan penurunan sensitivitas insulin (resistensi insulin). Pasien penderita DM tipe 2 biasanya tidak memerlukan injeksi insulin untuk terus bertahan (Kuzuya *et al.*, 2002).

Pengobatan bagi penderita diabetes adalah melakukan program diet untuk mengontrol hiperglikemia dan dislipidemia. Bagi penderita diabetes tipe 2, menjaga pola makan (melalui diet), meskipun sering bertujuan untuk penurunan berat badan, hal ini juga untuk mengobati hiperglikemia. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa mengonsumsi makanan rendah kalori dapat menurunkan glukosa plasma secara dramatis dan meningkatkan fungsi sekresi insulin (Greenfield *et al.*, 1978).

Enzim α -glukosidase, merupakan enzim utama dalam pencernaan karbohidrat, dan telah diakui sebagai target pengobatan untuk modulasi hiperglikemia post-prandial, dimana ketidaknormalan metabolisme pertama muncul pada diabetes tipe 2 (Wang *et al.*, 2012). Enzim α -glukosidase memberikan peran penting dalam proses pencernaan karbohidrat untuk mendegradasi pati dan oligosakarida menjadi monosakarida sebelum diserap ke dalam tubuh. Sehingga penghambatan enzim ini dapat menunda degradasi pati dan oligosakarida, yang kemudian menyebabkan penurunan absorpsi glukosa dan efeknya adalah penurunan kadar glukosa darah post prandial (Puls *et al.*, 1977). Inhibitor enzim α -glukosidase yang sudah banyak dikenal antara lain myglitol dan akarbosa. Akan tetapi penggunaan obat ini secara berkesinambungan dapat menyebabkan gangguan gastrointestinal seperti perut kembung, diare dan beberapa penyakit perut lainnya. (Lebovits, 1997).

Terdapat beberapa tanaman herbal yang diketahui bermanfaat untuk mengontrol diabetes. Keuntungan dari pemakaian tanaman herbal adalah lebih sedikit atau tidak ada efek samping meskipun dengan beberapa tindakan terapeutik karena adanya senyawa bioaktif yang berbeda (Ramachandran *et al.*, 2011). Mangrove merupakan tanaman yang melimpah di Indonesia. Berdasarkan data FAO (2007), Indonesia merupakan negara dengan tingkat keanekaragaman jenis mangrove yang paling tinggi tidak hanya di Asia tetapi juga di dunia, yaitu

terdapat 43 spesies mangrove. Di Indonesia 5 spesies mangrove yang paling dominan yaitu *Avicennia*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Bruguiera* dan *Nypa*. Menurut Priyanto (2012), buah bakau (*Rhizophora mucronata*) merupakan tanaman yang tersebar hampir disepanjang pantai diseluruh dunia. Masyarakat Indonesia Timur sering mengkonsumsi buah bakau sebagai pangan darurat ketika musim paceklik tiba dan sebagai obat tradisional.

Buah mangrove (bakau) *R. mucronata* memiliki komponen bioaktif alkaloid, terpenoid, steroid, flavonoid, fenol, saponin, kuinon dan tannin (Arumugam *et al.*, 2014). Senyawa flavonoid seperti sianidin, kuersetin, luteolin, katekin, epikatekin, myersitin dan epigallocatekin mampu menghambat atau bersifat sebagai inhibitor enzim alpha-glukosidase (Tadera *et al.*, 2006). Berdasarkan senyawa bioaktif yang terkandung dalam buah bakau, buah ini dapat dimanfaatkan dalam pembuatan minuman untuk penderita diabetes, salah satunya dalam bentuk teh herbal.

Teh merupakan minuman yang berasal dari pucuk daun teh (*Camelia sinesis*). Teh herbal menurut Ravikumar (2014), yaitu teh yang terbuat dari daun, biji, buah dan atau akar dari berbagai tanaman herbal. Pada pengertian yang populer, diketahui teh herbal tidak berasal dari daun tanaman teh pada umumnya melainkan dari daun, buah dan bunga tanaman lain. Beberapa macam teh herbal banyak dimanfaatkan karena sifatnya yang sebagai obat.

Faktor yang mempengaruhi dalam pemasakan teh adalah suhu dan lama waktu penyeduhan. Menurut Vuong *et al.*, (2011), bioaksesibilitas, seperti pelepasan beberapa molekul dari matriks daun ke dalam air selama proses infusi merupakan variabel, yang tergantung pada suhu penyeduhan (50 – 100°C) dan lama penyeduhan (2-120 menit). Ditambahkan oleh Labbe *et al.*, (2006), suhu dan lama penyeduhan teh berpengaruh terhadap kemunculan jenis - jenis katekin. Untuk kemunculan EGC dan EC terbaik menggunakan kombinasi

penyeduhan pada suhu 50°C selama 20-40 menit, dan untuk ekstraksi terbaik menggunakan kombinasi suhu 90°C selama 80 menit.

Senyawa fitokimia utama yang bertanggung jawab sebagai antidiabet dalam teh adalah epigalokatekin galat (Anderson dan Polansky, 2002). Kebanyakan teh terbuat dari pucuk daun teh, dan masih sedikit informasi mengenai pemanfaatan buah dalam pembuatan teh. Berdasarkan uraian diatas peneliti ingin meneliti kemampuan teh herbal dari buah bakau *R. mucronata* dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase secara in-vitro.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari peneliian ini adalah:

1. Berapakah suhu dan lama penyeduhan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) yang efektif dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase?
2. Apakah teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) dapat menghambat aktivitas enzim α -glukosidase yang ditunjukkan dengan nilai IC₅₀?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu tujuan khusus dan tujuan umum. Adapun tujuan umum pada penilitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penyeduhan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase. Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan suhu dan lama waktu penyeduhan yang efektif dari teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase.
2. Untuk menentukan daya hambat teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) terhadap aktivitas enzim α -glukosidase.

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- H1 : Diduga suhu tinggi dan semakin lama penyeduhan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) merupakan suhu dan lama penyeduhan yang efektif dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase.
- H2 : Diduga teh herbal buah bakau dapat menghambat aktivitas enzim α -glukosidase

1.5. Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai sumber informasi dan pengetahuan mengenai kegunaan teh herbal buah mangrove (*R. mucronata*) dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase.
2. Memberikan referensi baru bagi mahasiswa, dosen, dan masyarakat dalam memanfaatkan buah mangrove (*R. mucronata*) sebagai pangan fungsional anti-diabetes.

1.6. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Juni 2016 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan, Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, dan Laboratorium Pengolahan dan Rekayasa Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mangrove *Rhizophora mucronata*

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi

R. mucronata atau di Indonesia disebut juga bakau hitam adalah pohon dengan tinggi mencapai 27 – 30 m dan dengan diameter batang pohon 50 – 70 cm. Memiliki banyak akar samping yang dikembangkan dari bagian bawah batang pohon dengan banyak cabang yang juga disebut sebagai akar jangkungan. Tumbuhan ini umumnya berkelompok, berada di tepi sungai (Orwa *et al.*, 2009). Mangrove *R. mucronata* diketahui sebagai mangrove merah, distribusinya ada di Afrika Timur dan India sampai Asia seperti di Indonesia hingga Pasifik Barat, Australia sebagai daerah tropis basah (Duke, 2006).

Klasifikasi bakau hitam (*R. mucronata*) menurut Lamarck (1804), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Sub filum	: Euphyllophytina
Infra filum	: Radiatopses
Sub kelas	: Magnoliidae
Superorder	: Rosanae
Ordo	: Malpighiales
Family	: Rhizophoraceae
Genus	: Rhizophora
Spesies	: <i>Rhizophora mucronata</i>



Gambar 1. Buah bakau (*R. mucronata*)
(Duke, 2006)

Buah bakau terdiri dua bagian yaitu kelopak dan buah bakau. Kelopak buah bakau berbentuk seperti buah pir terbalik dan berwarna coklat. Buah bakau memiliki penampakan berwarna hijau dan diselubungi oleh banyak lentisel pada lapisan permukaannya. Daging buah bakau memiliki tekstur keras dan berwarna coklat (Purwaningsih *et al.*, 2013).

2.1.2. Dinding Sel

Dinding sel merupakan bagian terluar dari sel tumbuhan. Dinding sel memiliki fungsi melindungi sel. Dinding sel merupakan bagian lapisan tipis dan bersifat permeabel. Dinding sel tersusun atas selulosa, lignin, dan suberin. Pada lapisan epidermis daun dan batang, dinding sel mengandung kitin dan zat lilin sehingga dinding sel bersifat impermeabel (Karmana, 2006).

Bahan utama dinding sel adalah selulosa, yaitu polisakarida dengan formula empiris ($C_6H_{10}O_5$). Di dalam dinding sel, selulosa bergabung dengan polisakarida yang lain, yaitu hemiselulosa dan pektin (campuran poliuronida). Lignin suatu polimer dari unit fenilpropanoide dapat mengeraskan dinding sel (Mulyani, 2006). Komposisi dinding sel buah mangrove dan daun teh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan komposisi dinding sel buah bakau dan daun teh

Senyawa Dinding Sel	Total (% berat kering)
Buah bakau :	
- Selulosa ^{a)}	36,945
- Hemiselulosa	
- Lignin ^{a)}	38,00
- Pektin ^{b)}	0,32
Daun Teh	
- Selulosa ^{c)}	24,0
- Hemiselulosa	
- Lignin ^{c)}	6,5
- Pektin ^{d)}	4,0

Sumber : ^{a)} Handoko *et al.*, (2012).
^{b)} Setiawan *et al.*, (2016).
^{c)} Syah (2006).
^{d)} Sundari *et al.*, (2009)

2.1.3. Komposisi Kimia dan Bioaktif

Komposisi kimia dari buah bakau (*R. mucronata*) didominasi oleh karbohidrat (63,50%). Buah bakau ini tergolong buah yang rendah lemak dan rendah protein. Diketahui pula bahwa buah bakau memiliki kandungan tanin yang relatif tinggi (Purwaningsih *et al.*, 2013). Komposisi kimia dan bioaktif buah bakau dapat dilihat pada Tabel 2. dan Tabel 3.

Tabel 2. Komposisi kimia buah bakau (*R. mucronata*)

Komposisi Kimia	Hasil (%)
Kadar Air	31,96
Kadar Lemak	0,86
Kadar Protein	2,59
Kadar Abu	1,10
Karbohidrat (<i>by difference</i>)	63,50

Sumber : Purwaningsih *et al.*, 2013.

Tabel 3. Komponen bioaktif buah bakau (*R. mucronata*)

Komponen Bioaktif	Hasil (%)
Tanin Terkondensasi (mg CE/L)	186,22
Total Fenol (mg GAE/L)	321,01
Total Flavonoid (mg QE/L)	41,68

Sumber : Hardoko *et al.*, (2015)

Dilaporkan oleh Hardoko *et al.*, (2015), bahwa tepung buah *R. mucronata* tanpa kupas dapat menghambat aktivitas enzim α -glukosidase lebih baik dibandingkan akarbosa. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sur *et al.*, (2015), bahwa ekstrak daun *R. mucronata* dapat menurunkan glukosa darah pada tikus diabetes sebesar 21,38% lebih baik dibandingkan Glibenclamid sebesar 19,6%.

2.2. Diabetes Melitus

2.2.1. Pengertian

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit yang disebabkan karena ketidaknormalan metabolisme karbohidrat dan biasanya berkaitan dengan penurunan kadar insulin dalam darah. DM merupakan penyakit kronis yang umum di dunia yang hampir mempengaruhi 25% dari populasi (Maiti *et al.*, 2004).

Diabetes mellitus bukan penyakit tunggal melainkan kelompok gangguan metabolis yang memengaruhi sebagian besar penduduk dunia. Pada umumnya hal ini ditandai dengan hiperglikemia kronis, yang dihasilkan dari kerusakan pada sekresi insulin atau aktifitas insulin. Hal ini diprediksikan bahwa jumlah penderita diabetes di dunia akan mencapai 366 juta pada tahun 2030 (Patel *et al.*, 2012). Ditambahkan oleh Arumugam *et al.*, (2013), diabetes melitus ditandai dengan tingginya kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah pada orang normal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar glukosa darah orang normal

Parameter	Kadar Ideal (mg/dL)
Kadar Glukosa Darah Puasa	80-120
Kadar Glukosa Plasma Darah	90-130
Kadar Glukosa Darah saat Tidur	100-140
Kadar Glukosa Plasama saat Tidur	110-150
Kadar Insulin	<7%

Sumber : Direktorat Bina Farmasi Komunitas dan Klinik (2005).

2.2.2. Tipe – Tipe

Klasifikasi diabetes mellitus terkini yang dianjurkan adalah klasifikasi etiologis dari ADA (American Diabetic Association) tahun 2005. ADA mengklasifikasikan penyakit diabetes mellitus berdasarkan pengetahuan mutakhir mengenai patogenesis diabetes mellitus dan gangguan toleransi glukosa. Klasifikasi ini telah disahkan oleh World Health Organization (WHO) dan telah dipakai di seluruh dunia. Terdapat empat klasifikasi klinis gangguan toleransi glukosa sebagai berikut (Dewi, 2014):

a. *Diabetes Melitus Tipe 1*

Menurut American Diabetic Association (ADA) diabetes melitus tipe 1 merupakan kondisi tak terkontrolnya gula di dalam tubuh karena kerusakan sel β -pankreas sehingga mengakibatkan berkurangnya produksi insulin sepenuhnya. Tahap penyakit diabetes tipe 1 adalah:

1. Pertama, penderita diabetes memiliki kerentanan genetik terhadap penyakit ini.
2. Kedua, keadaan lingkungan biasanya memulai proses terjadinya penyakit pada individu dengan kerentanan genetik, infeksi virus

diyakini sebagai satu mekanisme pemicu, tetapi agen non-infeksius bisa juga terlibat.

3. Tahap ketiga, rangkaian proses peradangan pankreas atau insulitis. Monosit atau makrofag dan limfosit T teraktifasi menginfiltrasi sel β pankreas.
4. Tahap keempat, perubahan atau transformasi sel β sehingga tidak lagi dikenali sebagai “sel sendiri”, tetapi dilihat oleh sistem imun sebagai sel asing.
5. Tahap kelima, perkembangan respon imunitas. Hasil akhir berupa merusak sel β dan penampakan diabetes.

b. Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes tipe 2 merupakan kondisi saat gula darah dalam tubuh tidak terkontrol akibat gangguan sensitivitas sel β pankreas untuk menghasilkan hormon insulin yang berperan sebagai pengontrol gula darah dalam tubuh. Hasil laporan statistik International Diabetes Federation (IDF) menyatakan bahwa terdapat 3,2 juta kasus kematian akibat penyakit diabetes mellitus tipe 2 setiap tahun. Selain kematian, komplikasi penyakit diabetes mellitus tipe 2 dapat mengarah pada gangguan *mikrovascular* (*retinopathy*, dan penyakit saraf) serta *macrovascular* (*stroke*, tekanan darah tinggi, serta kelainan jantung, hati, dan ginjal).

c. Diabetes Gestasional (Diabetes Kehamilan)

Gestational Diabetes Melitus (GDM) adalah intoleransi glukosa yang dimulai sejak kehamilan. Gejala utama GDM antara lain poliuri (banyak kencing), polidipsi (banyak minum), dan poliphagi (banyak

makan). Jika seorang wanita mengalami kehamilan maka membutuhkan lebih banyak insulin untuk mempertahankan metabolisme karbohidrat yang normal. Jika seorang ibu hamil tidak mampu menghasilkan lebih banyak insulin akan mengalami diabetes. Kadar glukosa darah maternal digambarkan oleh glukosa darah janin.

d. Diabetes Tipe Lain atau Khusus

Diabetes tipe khusus merupakan kategori penyakit diabetes dengan komplikasi lain yang merupakan manifestasi dari diabetes tipe 1 dan diabetes tipe 2. Komplikasi – komplikasi diabetes mellitus secara umum dapat dibagi menjadi dua, yaitu komplikasi metabolis akut dan komplikasi vaskular jangka panjang.

2.2.3. Pengobatan

Pengobatan diabetes mellitus tipe I dapat dilakukan dengan cara terapi insulin (Dennis, 2005). Insulin diperlukan dalam penyerapan glukosa dari darah ke dalam sel karena sel β -pankreas tidak mampu lagi memproduksi insulin atau hanya mampu memproduksi dalam jumlah sedikit. Akan tetapi, pemberian insulin dapat menyebabkan hipoglikemia dan obesitas (BPOM, 2009). Pengobatan diabetes tipe II dilakukan dengan pemberian obat diabetes secara oral, akan tetapi pemberian obat-obat diabetik oral dapat menyebabkan efek samping (Lau & Harper, 2007).

Terdapat beberapa tipe mekanisme yang terkait dengan aktifitas antidiabetes dari suatu senyawa, yang mungkin berhubungan dengan sel pankreas (sintetis, pelepasan dan regenerasi sel) atau meningkatkan efek pertahanan terhadap enzim insulinase. Mekanisme lain yang mungkin terlibat adalah peningkatan pemanfaatan perangkat glukosa, peningkatan sintesis glikogen hati dan penurunan glikogenolisis, penghambatan penyerapan

glukosa usus, dan penurunan indeks glikemik dari karbohidrat (Patel *et al.*, 2012).

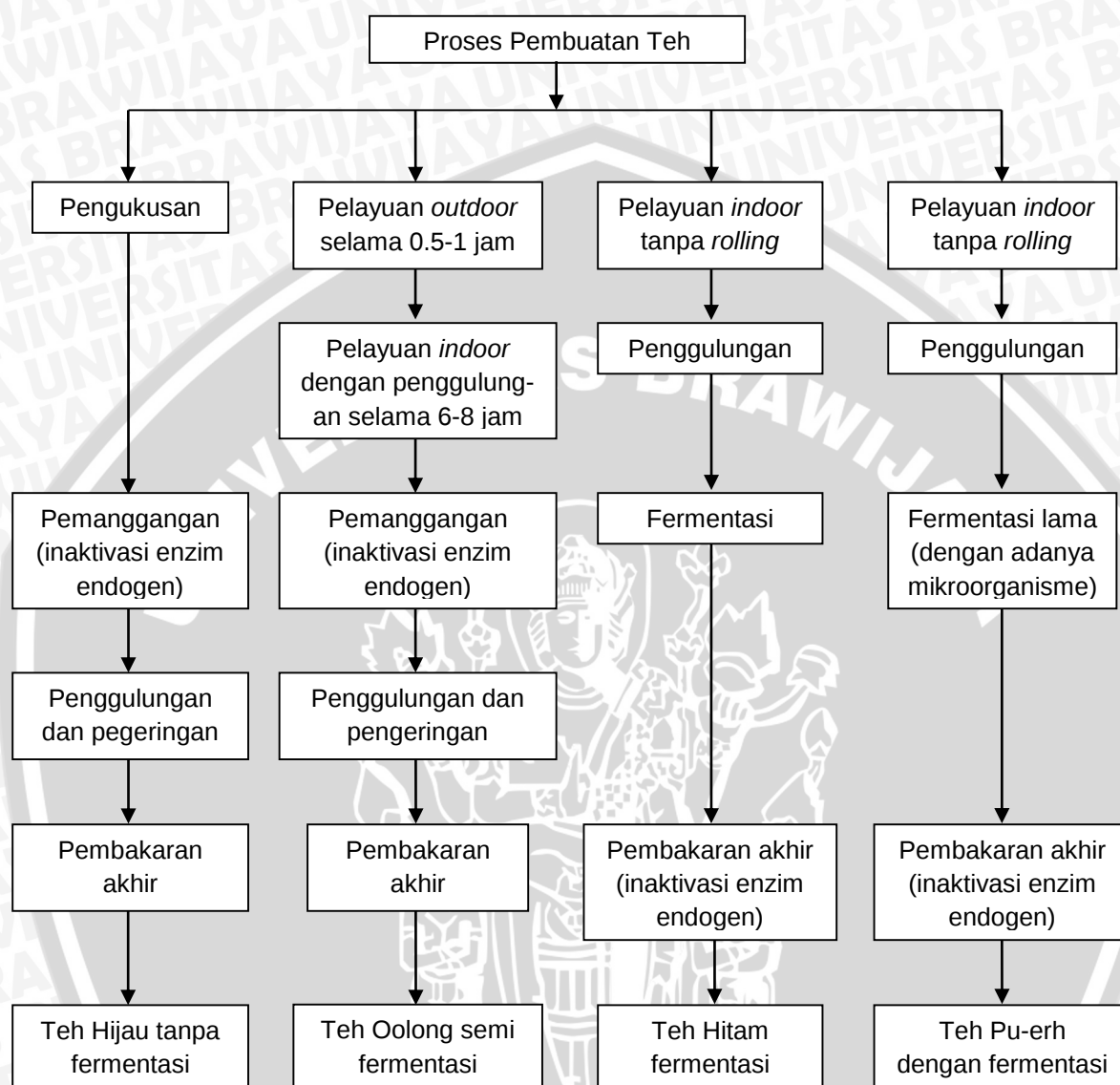
2.3. Teh

2.3.1. Jenis – Jenis Teh

Teh merupakan salah satu minuman yang sangat populer, dihasilkan dari pucuk daun teh (*Camellia sinensis*). Produk teh hitam dan teh hijau merupakan teh yang paling banyak dikonsumsi secara luas. Komposisi kimia yang terdapat pada teh dan reaksi yang muncul saat pemrosesan menentukan keaslian produk akhir dan kualitasnya. Teh hijau adalah teh yang dihasilkan tanpa proses fermentasi dan produksinya selalu mengalami peningkatan. Mengonsumsi teh hijau dianggap dapat memberikan keuntungan pada kesehatan seperti pencegahan penyakit jantung koroner, pertumbuhan tumor, dan kolesterol LDL (Ozturk *et al.*, 2016).

Teh menjadi salah satu minuman yang terkenal di dunia karena aroma dan rasanya yang khas dan efeknya terhadap kesehatan. Berdasarkan proses pembuatannya, teh diklasifikasikan menjadi tiga tipe utama: 'non fermentasi' teh hijau (diproses dengan pengeringan dan mengukus daun segar yang menonaktifkan polifenol oksidase dan dengan demikian, reaksi oksidasi dapat dicegah); 'semi-fermentasi' teh oolong (ketika daun masih segar dilakukan fermentasi parsial yang selanjutnya diikuti proses pengeringan); dan 'fermentasi' teh hitam dan teh pu-erh yang mengalami proses fermentasi setelah dipanen sebelum pengeringan dan pengukusan. Fermentasi teh hitam adalah karena oksidasi dikatalisis oleh polifenol oksidase, sementara pada teh pu-erh, fermentasi dicapai dengan menggunakan mikroorganisme. Perbedaan – perbedaan berbagai proses pengolahan menghasilkan perbedaan profil polifenol antara teh hijau, teh oolong, teh hitam, dan teh pu-erh (Bansal *et al.*,

2013). Untuk lebih jelasnya mengenai perbedaan dalam proses pembuatan teh pada dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram skematik dari proses pengolahan teh hijau, teh oolong, teh hitam dan teh pu-erh secara konvensional (Bansal *et al.*, (2013).

Teh herbal menurut Ravikumar (2014), yaitu teh yang terbuat dari daun, biji, buah dan atau akar dari berbagai tanaman herbal. Pada pengertian yang populer, diketahui teh herbal tidak berasal dari daun tanaman teh pada umumnya melainkan dari daun, buah, dan bunga tanaman lain. Beberapa macam teh herbal banyak dimanfaatkan karena sifatnya yang sebagai obat,

seperti karena kemampuannya dalam meningkatkan energi, menyembuhkan gangguan pencernaan dan meningkatkan sistem imun atau kekebalan tubuh.

Di beberapa negara teh herbal disebut dengan HFI (*Herbal Fruit Infusion*). Dalam beberapa tahun terakhir, HFI semakin populer di seluruh Eropa sebagai bagian dari diet yang seimbang, hal ini karena mereka tidak mengandung gula, hampir tidak memiliki kalori dan menawarkan berbagai macam rasa yang berbeda. Bahan – bahan yang dipakai dalam pembuatan HFI memiliki daya tarik ilmiah karena kaya akan polifenol dan senyawa lainnya (Joubert *et al.*, 2008).

2.3.2. Proses Pembuatan Teh

Teh berasal dari tanaman *Camellia sinensis*, merupakan minuman yang populer dikonsumsi oleh masyarakat di dunia. Teh hijau di konsumsi secara luas di Negara – Negara Asia, sedangkan teh hitam di Negara – Negara Barat. Teh hijau dan teh hitam diproses secara berbeda. Selama pembuatan teh hitam, polifenol oksidase pada daun teh segar mengoksidasi katekin menjadi kuinon, dengan mengkondensasi ke dalam bentuk theaflavin dan thearubigin. Sedangkan pada pembuatan teh hijau proses fermentasi dinonaktifkan melalui pengukusan atau penyangraian (Tang *et al.*, 2013).

Proses pembuatan teh herbal menurut Timoteo *et al.*, (2015), terdapat 2 cara yaitu infusi dan dekoktasi. Proses infusi yaitu daun teh dikeringkan kemudian digiling sehingga menjadi bubuk. Selanjutnya 1 g bubuk daun kering dimasukkan ke dalam 20 mL air mendidih. Kemudian teh didinginkan selama 20 menit, hasil infusi kemudian disaring. Sedangkan dekoktasi adalah dengan merebus 1 g bubuk daun kering ke dalam 20 mL air selama 2 menit kemudian dilakukan filtrasi.

2.3.3. Penyeduhan Teh

Faktor yang memberikan pengaruh efektif pada ekstraksi katekin dari teh hijau adalah suhu 80°C, waktu ekstraksi 30 menit, rasio air dan teh 50:1 (mL/g), ukuran partikel teh 1 mm, pH larutan penyeduhan <6, dan proses ekstraksi (sekali atau beberapa kali ekstraksi). Baik pada satu kali ekstraksi maupun dua kali ekstraksi rasio air dan teh (20:1 mL/g) memberikan hasil terbaik untuk mendapatkan katekin (Vuong *et al.*, 2011). Ditambahkan oleh Labbe *et al.*, (2006), bahwa katekin memiliki kinetika kelarutan berbeda, tergantung pada suhu dan lama penyeduhan. Untuk kemunculan senyawa EGC dan EC suhu 50°C selama 20 – 40 menit merupakan kombinasi terbaik. Sedangkan untuk senyawa C, EGCG, GCG dan EKG adalah pada suhu 90°C selama 80 menit. Dan untuk kafein, yang merupakan senyawa penting dalam teh, kondisi ekstraksi terbaik berada pada 70-80°C selama 20-40 menit.

Dilaporkan oleh Ezike *et al.*, (2011), bahwa suhu dan lama penyeduhan mempengaruhi kemunculan unsur mangan dan oksalat. Pada penyeduhan yang terlalu tinggi dan waktu yang lama akan memunculkan unsur mangan sebesar 8,56 mg/ 200mL dimana jumlah ini melebihi kebutuhan konsumsi untuk tubuh, yang kemudian dapat menyebabkan toksik dan pembekuan jantung.

2.3.4. Bioaktif Teh dan Manfaatnya

Teh telah banyak diketahui karena efek antioksidannya. Beberapa komponen bioaktif yang bertanggung jawab untuk kemampuan ini adalah flavan-3-ols; asam fenolik; flavonol dan flavon; theaflavin dan thearubigins; theasinensins dan theabrownins (Kosinska dan Andlauer, 2014). Banyak efek kesehatan dari teh hijau berhubungan dengan katekin yang merupakan anggota dari flavan-3-ols, khususnya karena kandungan (-)-epigallocatekin-3-

galate (EGCG). Secara epidemiologi, dianjurkan untuk mengkonsumsi teh sehingga dapat mencegah diabetes tipe 2 (Tang *et al.*, 2013).

Katekin, khususnya EGCG, merupakan konstituen utama polifenol dari teh hijau dan telah dipelajari dapat mencegah penyakit kardiovaskular, pencegahan kanker dan homeostatis glukosa. Katekin pada teh hijau menunjukkan dapat mengurangi level glukosa dan meningkatkan toleransi glukosa pada tikus resisten insulin. EGCG menipiskan deksametason dan TNF- α meningkatkan produksi ROS (*Reactive Oxygen Spesies*) dan meningkatkan kemampuan penyerapan glukosa, hal ini sesuai dengan konsep bahwa katekin berperan penting dalam sifat antioksidannya. (Deusing *et al.*, 2015).

Bioaktif epigalokatekin galat (EGCG) adalah polifenol utama yang diisolasi dari teh hijau. Dalam beberapa penelitian diketahui bahwa EGCG dalam teh dapat bertindak sebagai antidiabetes. Misalnya, EGCG telah dikonfirmasi senyawa aktif yang dominan dalam teh hijau dan mampu meningkatkan aktifitas insulin. Mengkonsumsi suplemen yang mengandung EGCG berpengaruh nyata untuk meningkatkan toleransi glukosa pada tikus diabetes (Lin dan Lin, 2008).

2.4. Aktivitas Inhibitor Enzim α -Glukosidase

Enzim α -glukosidase, memiliki nama kimia α -D-glikosida glukohidrolase, merupakan enzim yang berfungsi untuk memutus ikatan α -1,4 glikosidik pada berbagai substrat dan menghasilkan α -D-glukosa yang mampu diserap oleh usus (Gao *et al.*, 2007). Enzim ini bekerja pada saat proses penyerapan makanan dalam usus. Pada penderita diabetes, hal ini merupakan salah satu hal yang harus dicegah. Semakin banyak glukosa yang terbentuk dari pemecahan pati,

maka semakin tinggi pula kadar glukosa dalam darah penderita diabetes (Murray *et al.*, 2003).

Enzim α -glukosidase pada mamalia (α -D-glukosida glukohidrolase, EC 3.2.1.20) yang terletak di membran *brush-border* sel usus kecil, adalah enzim kunci yang mengkatalisis langkah terakhir dalam proses pencernaan karbohidrat. Oleh karena itu, inhibitor α -glukosidase dapat menghambat pembebasan D-glukosa dari bentuk karbohidrat kompleks dan menunda penyerapan glukosa, sehingga mengurangi kadar glukosa plasma postprandial dan mencegah hiperglikemia postprandial (Gao *et al.*, 2008).

Enzim α -glukosidase, merupakan enzim utama dalam pencernaan karbohidrat, dan telah diakui sebagai target pengobatan untuk modulasi hiperglikemia post-prandial, dimana ketidaknormalan metabolisme pertama muncul pada diabetes tipe 2. Banyak penelitian yang sudah memanfaatkan komponen bioaktif, seperti flavonoid dan fenolik, dari berbagai makanan dan tanaman obat dapat digunakan sebagai sumber yang efektif dalam menghambat enzim α -glukosidase (Wang *et al.*, 2012).

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah bakau (*R. mucronata*) tua. Buah ini diperoleh dari daerah Nguling, Pasuruan, Jawa Timur. Buah mangrove yang digunakan dipilih buah mangrove yang sudah tua yang ditandai dengan adanya garis kuning pada bagian hipokotilnya.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan teh adalah buah mangrove *R. mucronata*, air bersih dan kantong plastik. Bahan – bahan yang digunakan untuk penyeduhan teh meliputi teh herbal buah mangrove *R. mucronata*, dan air mineral (Aqua).

Bahan-bahan untuk uji fitokimia antara lain teh herbal buah mangrove, kertas saring, amonia pekat (Smartlab, Indonesia), klorofom (Smartlab, Indonesia), pereaksi Mayer (Lokal), dan Wagner (Lokal), asetat anhidrat (Merck, Jerman), bubuk Mg (Merck, Jerman), HCl pekat pa (Merck, Jerman), Metanol pa (Merck, Jerman), FeCl_3 (Merck, Jerman), dan aquades (Hydrobatt). Bahan-bahan untuk uji total fenol antara lain teh herbal buah mangrove (*R. mucronata*), aquades (Hydrobatt), asam galat (Merck, Jerman), reagen Folin-Ciocalteu (Merck, Jerman), Na_2CO_3 7,5% pa (Merck, Jerman).

Bahan-bahan untuk uji total flavonoid adalah teh herbal buah mangrove, NaNO_2 (China), aquades (Hydrobatt), AlCl_3 10% (Merck, Jerman), kuersetin (Sigma Aldrich, Singapura) dan NaOH 10% (Merck, Jerman). Bahan-bahan untuk uji total tanin antara lain teh herbal buah mangrove, PVPP (*Polivinil polipyrrolidone*) (Merck, Jerman) dan aquades (Hydrobatt). Bahan-bahan untuk uji total tanin terkondensasi antara lain teh herbal buah mangrove, butanol-HCl (Smartlab, Indonesia), reagen ferric (Merck, Jerman)

dan aluminium foil. Bahan-bahan untuk uji nilai pH adalah teh herbal buah mangrove, aquades dan tisu.

Bahan-bahan untuk uji organoleptik antara lain teh herbal buah mangrove. Bahan-bahan untuk pengujian aktivitas inhibisi enzim α -glukosidase antara lain teh herbal buah mangrove (*R. mucronata*), enzim α -glukosidase (Megazime, Irlandia), substrat *p*-Nitrofenil α -D-glukopiranosida $\geq 99\%$ (*p*-NPG) (Megazime, Irlandia), dimetil sulfoksida 99,9% (DMSO) (Merck, Jerman) dan pH buffer, KH_2PO_4 0,2 N, Na_2CO_3 200 mM (Merck, Jerman), bovine serum albumin (BSA) (Merck, Jerman), dan larutan akarbosa (Glucobay, PT. Bayer Indonesia).

3.2. Alat Penelitian

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi alat dalam pembuatan teh herbal buah *R. mucronata*, alat untuk penyeduhan teh, alat untuk pengujian dan alat untuk uji inhibisi enzim α -glukosidase.

Alat – alat untuk pembuatan teh antara lain baskom, pisau, dan oven. Alat – alat untuk penyeduhan teh antara lain *waterbath* (Merk Memmert tipe W 350), gelas kaca, beaker glass (Pyrex), dan jam atau *stopwatch*. Alat-alat untuk uji fitokimia antara lain vortex mixer (VM-2000), hot plate (Ikamag Ret), peralatan kaca (Pyrex), stopwatch, spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Pharo 300). Alat-alat untuk uji total fenol teh herbal antara lain spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Pharo 300) dan peralatan kaca (Pyrex). Alat-alat untuk uji flavonoid adalah peralatan kaca (Pyrex) dan spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Pharo 300).

Alat-alat untuk uji total tanin antara lain peralatan kaca, vortex mixer (VM-2000), stopwatch, *waterbath* (Merk Memmert, W 350), thermometer, sentrifuse dan spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Pharo 300). Alat-alat

untuk uji total tanin terkondensasi antara lain vortex mixer (VM-2000), peralatan kaca (Pyrex), spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Pharo 300) dan stopwatch. Alat-alat untuk uji nilai pH yaitu pH meter (Eutech Cyberscan pH 300). Alat-alat untuk uji organoleptik antara lain gelas, tutup gelas plastik dan sendok teh.

Alat-alat untuk uji aktivitas inhibisi α -glukosidase antara lain pH meter, waterbath (Merk Memmert tipe W 350), spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Pharo 300), mikro plate, mikropipet (Merk Accumax Pro 10-100 μ L), dan alat-alat kaca (Pyrex).

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dua variabel atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh variabel lain. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja kepada objek penelitian untuk diketahui akibatnya di dalam variabel terikat. Tujuan umum penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki adanya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan – perlakuan tertentu pada kelompok percobaan (Tohopi *et al.*, 2013). Menurut Singarimbun dan Effendi (1987), penelitian eksperimen lebih mudah dilakukan dilaboratorium karena alat – alat yang khusus dan lengkap dapat tersedia, dimana pengaruh luar dapat dengan mudah dicegah selama eksperimen.

Eksperimen dalam penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu penelitian tahap I dan penelitian tahap II. Pada penelitian tahap I dilakukan untuk menentukan konsentrasi teh herbal. Tujuan perlakuan tersebut adalah untuk mengetahui jumlah penambahan teh terhadap air yang menghasilkan

teh sesuai dengan standar teh hitam yang beredar di pasaran. Sedangkan pada penelitian tahap II perlakuan yang diberikan adalah perlakuan suhu dan lama waktu penyeduhan teh yang berbeda. Tujuan perlakuan tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama waktu penyeduhan teh dalam menghambat enzim α -glukosidase.

3.3.1. Penelitian Tahap I

Pada penelitian tahap I dilakukan proses pembuatan buah kering teh herbal buah bakau (*R. muconata*) dan dilakukan penyeduhan teh buah bakau dengan berbagai konsentrasi yang berbeda. Tujuannya adalah untuk mendapatkan konsentrasi teh yang sesuai dengan konsentrasi standar teh hitam yang sudah ada.

3.3.1.1. Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian tahap I ini adalah penggunaan konsentrasi penyeduhan teh untuk menghasilkan teh dengan kualitas sesuai dengan teh hitam yang sudah beredar di pasaran. Penentuan konsentrasi teh dilakukan untuk memperoleh perbandingan komposisi teh dengan air yang paling sesuai standar. Pada penelitian ini hasil akhir yang ingin diketahui adalah pada konsentrasi berapakah didapatkan teh buah bakau yang sesuai dengan teh kontrol (teh hitam). Dimana kontrol yang digunakan adalah teh hitam yang sudah ada di pasaran, jenis teh yang akan digunakan sebagai standar didasarkan atas warna seduhan yang dihasilkan oleh teh herbal buah bakau. Teh standar yang digunakan pada penelitian ini adalah teh hitam Goalpara. Konsentrasi yang digunakan pada percobaan pada penelitian adalah 0,5 g (A), 1 g (B), 1,5 g (C), 2 g (D), 2,5 g (E), dan 3 g (F) dan kontrol 1 g (K). Penentuan konsentrasi ini didasarkan dari penelitian Shonisani (2010),

dimana dalam penelitiannya menggunakan konsentrasi 0,01% atau 1 g teh dalam 100 mL air. Konsentrasi yang digunakan pada percobaan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Konsentrasi yang digunakan (*trial dan error*)

Konsentrasi (g/mL)	Perbandingan	
	Teh (g)	Air (mL)
Kontrol teh hitam (K)	1	100
0.005 (A)	0.5	100
0.01 (B)	1	100
0.015 (C)	1.5	100
0.02 (D)	2	100
0.025 (E)	2.5	100
0.03 (F)	3	100

Berdasarkan perlakuan yang diterapkan maka penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga kali ulangan. Penentuan ulangan ini dapat diketahui melalui persamaan:

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

Dimana: t = perlakuan

r = ulangan

Sesuai dengan persamaan diatas ulangan dari perlakuan yang diinginkan dapat ditentukan. Banyaknya ulangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$(7 - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$6 (r - 1) \geq 15$$

$$6r - 6 \geq 15$$

$$6r \geq 15 + 6$$

$$r \geq 21 / 6$$

$$r \geq 3,5 \text{ kali ulangan} = 3 \text{ kali ulangan}$$

Metode pengujian data yang digunakan adalah sidik ragam (ANOVA) dimana jika terdapat pengaruh yang nyata atau sangat nyata maka akan dilanjutkan dengan uji Tuckey HSD. Model statistika yang akan digunakan dalam penelitian tahap pertama sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha + \varepsilon$$

Dimana : Y_{ij} = perubahan respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke -j

μ = nilai tengah umum (*mean*)

α = pengaruh banyaknya buah kering teh herbal ke-i terhadap perubahan respon (0,5 g, 1 g, 1,5 g, 2 g, 2,5 g dan 3 g)

ε = galat percobaan

j = ulangan

Desain rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Desain rancangan percobaan penelitian

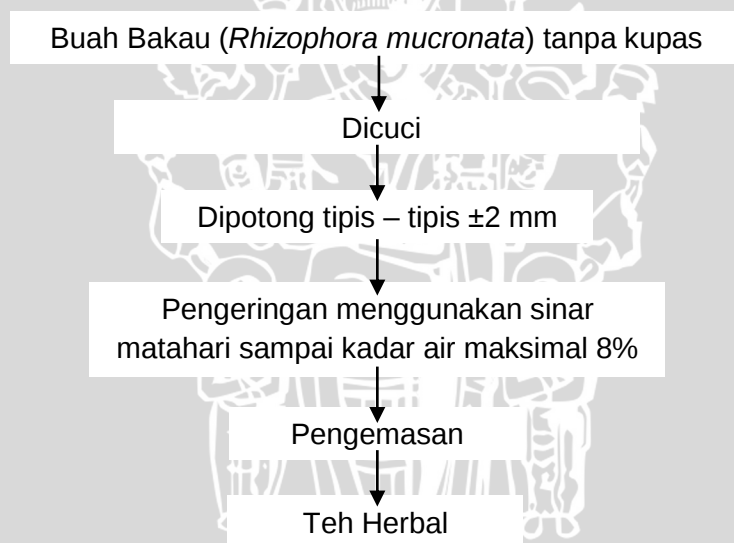
Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
K	K ₁	K ₂	K ₃
A	A ₁	A ₂	A ₃
B	B ₁	B ₂	B ₃
C	C ₁	C ₂	C ₃
D	D ₁	D ₂	D ₃
E	E ₁	E ₂	E ₃
F	F ₁	F ₂	F ₃

3.3.1.2. Prosedur Penelitian

3.3.1.2.1. Pembuatan Teh Herbal Buah Bakau *Rhizophora mucronata* (Shofiati *et al.*, 2014)

Proses pembuatan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) mengacu pada metode Shofiati *et al.*, (2014) dengan sedikit modifikasi pada metode pengeringannya. Buah bakau yang digunakan adalah buah bakau yang sudah tua yang ditandai dengan adanya garis

berwarna kuning pada hipokotilnya sebagai sekat antara bonggol dan buah. Buah bakau kemudian dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang ada. Selanjutnya buah bakau dipotong tipis – tipis ± 2 mm tanpa dikupas dengan tujuan untuk memudahkan proses pengeringan. Kemudian dilakukan proses pengeringan menggunakan sinar matahari sampai kadar air maksimal 8% hal ini sesuai dalam penetapan kadar air SNI teh kering (SNI, 2013). Setelah itu teh kering di kemas dan disimpan pada suhu ruang di tempat gelap dan kering. Skema kerja pembuatan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) dapat dilihat pada Gambar 3 dan skema foto dapat dilihat pada Lampiran 42.

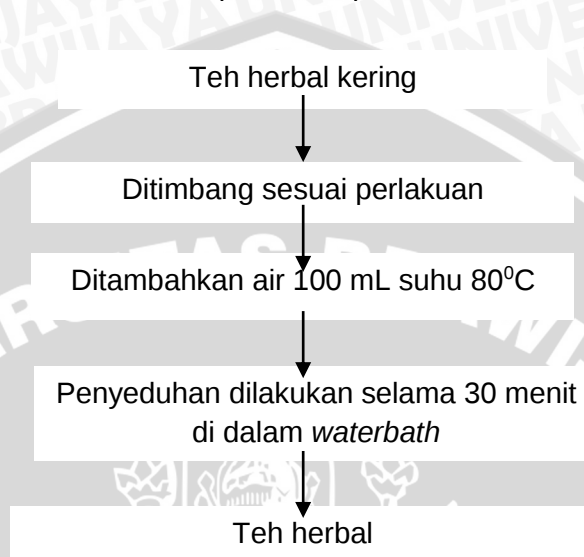


Gambar 3. Skema pembuatan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) Shofiati *et al.*, (2014)

3.3.1.2.2. Penyeduhan Teh Herbal dengan Berbagai Konsentrasi (Vuong *et al.*, 2013)

Pada proses penyeduhan teh herbal buah bakau ini dilakukan berdasarkan metode Vuong *et al.*, (2013) dengan dilakukan modifikasi pada jumlah teh kering yang diseduh. Pertama teh herbal kering ditimbang sebanyak 0.5 g (A), 1 g (B), 1.5 g (C), 2 g (D), 2.5 g (E), dan

3 g (F). Kemudian masing - masing teh diseduh dalam 100 mL air bersuhu 80°C selama 30 menit. Penyeduhan dilakukan menggunakan *waterbath* untuk mempertahankan suhu. Skema penyeduhan teh herbal buah bakau *R. mucronata* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema penyeduhan teh hijau dengan berbagai konsentrasi (Vuong *et al.*, 2013)

3.3.1.3. Parameter yang Diamati

A. Kadar Air (Sudarmaji *et al.*, 1984)

Penentuan kadar air dilakukan dengan cara pengovenan atau *thermogravimetri*. Prinsip metode ini adalah mengeringkan sampel dalam oven 100 – 105°C sampai bobot konstan. Selanjutnya sampel yang telah dihaluskan, ditimbang sebanyak 1 – 2 g dan dimasukkan dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100 – 105°C selama 3 – 5 jam tergantung bahannya, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Panaskan lagi dalam oven selama 30 menit, dinginkan dalam desikator dan timbang. Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut – turut kurang dari 0,2 mg). Selisih berat awal dengan berat akhir dihitung sebagai kadar air.

Skema uji kadar air dapat dilihat pada Lampiran 10. Rumus perhitungan kadar air adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

%Wb = %kadar air basah

A = Berat botol timbang

B = Berat sampel

C = Berat botol timbang dan sampel setelah dioven

B. Warna (Yuwono dan Susanto, 2001)

Warna merupakan parameter penting dari produk pangan, baik dalam bentuk cair maupun padat. Pengukuran warna dapat menggunakan alat ukur *color reader*.

Pada penelitian ini pengukuran warna menggunakan alat *color reader* dengan sistem notasi warna Hunter. Sistem Hunter ini memiliki tiga notasi warna yang terdiri dari L*, a* dan b*. Nilai L* menyatakan tingkat kecerahan dengan nilai 0 untuk hitam (gelap) dan 100 untuk putih (terang), axis a* menunjukkan intensitas kemerahan (+) atau kehijauan (-), axis b* menyatakan intensitas kekuningan (+) atau kebiruan (-) (Pomeranz dan Clifton, 1994). Ditambahkan oleh Ramadhani *et al.*, (2015) hasil pengukuran nilai a* dan b* dapat dikonversikan ke dalam satuan kromatik derajat Hue (⁰Hue). Perhitungan nilai ⁰Hue dapat menggunakan rumus persamaan berikut

$$^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

C. Sensory Teh Uji Multiple Comparison dan Hedonik (Koch *et al.*, 2012)

Uji organoleptik merupakan uji untuk mengetahui kualitas sensoris suatu bahan pangan menggunakan indera manusia (Soekarto, 1985). Pada uji organoleptik teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) ini akan dibandingkan dengan teh hitam yang sudah beredar di pasaran sebagai standar. Adapun parameter yang akan dibandingkan mengikuti dari Adnan *et al.*, (2013), meliputi aroma, rasa, warna dan penerimaan keseluruhan teh herbal buah bakau *R. mucronata*. Jumlah panelis yang berpartisipasi adalah 15 panelis semi-terlatih dengan usia 20 – 60 tahun. Mereka dipilih berdasarkan ketertarikannya terhadap teh.

Prosedur pengujian sensori dilakukan berdasarkan metode Koch *et al.*, (2012) yang dimodifikasi, pertama panelis diinformasikan mengenai latar belakang dan obyek penelitian, dan diberi arahan tentang cara melakukan analisis. Mereka diinstruksikan untuk membuka tutup gelas, memutar gelas beberapa kali, dan kemudian mengevaluasi warna teh herbal dengan cara mengamatinya lalu membandingkannya dengan teh hitam standar “Goalpara Black Tea”, kemudian mengevaluasi aroma teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) dengan membau. Selanjutnya, panelis diminta untuk mengevaluasi rasa dengan meminumnya atau meneguknya secara langsung.

Untuk mencegah kelelahan sensorik yang berlebihan dan efek akumulasi dari *astringency* (perasaan kering di dalam mulut dengan terasa kesat mengerut pada jaringan dalam mulut yang disebabkan oleh tannin), panelis diminta untuk beristirahat dan membersihkan mulut secara teratur menggunakan air mineral.

Metode uji organoleptik yang digunakan adalah uji *multiple comparison* (perbandingan berganda) dan uji hedonik atau kesukaan. Kuesioner pengujian organoleptik teh herbal dengan metode Multiple Comparison dapat dilihat pada Lampiran 1. Untuk kuesioner pengujian organoleptik teh herbal menggunakan metode uji Hedonik (Adnan *et al.*, 2013) dapat dilihat pada Lampiran 2. Informasi yang terdapat dalam kuisisioner uji hedonik meliputi 7 = amat sangat suka; 6 = sangat suka; 5 = suka; 4 = agak suka; 3 = agak tidak suka; 2 = tidak suka; 1 = sangat tidak suka.

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan ANOVA (Analysis of Variance) dan dilakukan uji lanjut Uji Tuckey menggunakan aplikasi SPSS 16.

3.3.2. Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II didasarkan pada hasil konsentrasi terpilih dari penelitian tahap I. Hasil konsentrasi terpilih kemudian akan dilakukan penyeduhan dengan suhu dan lama penyeduhan yang berbeda.

3.3.2.1. Perlakuan dan Rancangan Penelitian

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini berupa suhu penyeduhan teh herbal buah bakau (A) dan lama penyeduhan teh herbal buah bakau (B) yang berbeda terhadap aktivitas inhibisi enzim α -glukosidase. Suhu penyeduhan yang digunakan yaitu 80°C (A₁), 90°C (A₂) dan 100°C (A₃), untuk lama penyeduhan yang digunakan yaitu 10 menit (B₁), 20 menit (B₂) dan 30 menit (B₃). Penentuan level suhu dan waktu penyeduhan didasarkan pada Labbe *et al.*, (2006), dimana pada penelitian tersebut diketahui suhu optimum penyeduhan teh adalah 90°C

selama 80 menit. Konsentrasi teh hijau dibuat sama, yaitu 2 g/100 ml (2 gram teh dilarutkan dalam 100 ml air).

Berdasarkan perlakuan yang diterapkan maka penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktorial yang dilanjutkan dengan uji Tuckey HSD pada selang kepercayaan 0,05, menggunakan sembilan kombinasi perlakuan dan tiga kali ulangan sehingga diperoleh 27 stasiun percobaan. Dasar penentuan ulangan dapat diperoleh dengan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned}
 (t - 1) (r - 1) &\geq 15 \\
 (9 - 1) (r - 1) &\geq 15 \\
 8 (r - 1) &\geq 15 \\
 8r - 8 &\geq 15 \\
 8r &\geq 15 + 8 \\
 r &\geq 23 / 8 \\
 r &\geq 2,8 \text{ kali ulangan} = 3 \text{ kali ulangan}
 \end{aligned}$$

Desain rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 7., dengan model statistik sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana:

Y_{ijk} = pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B

μ = mean populasi

α_i = pengaruh taraf ke-i dari faktor A

β_j = pengaruh taraf ke-j dari faktor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B

ϵ_{ijk} = pengaruh acak dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij. $\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

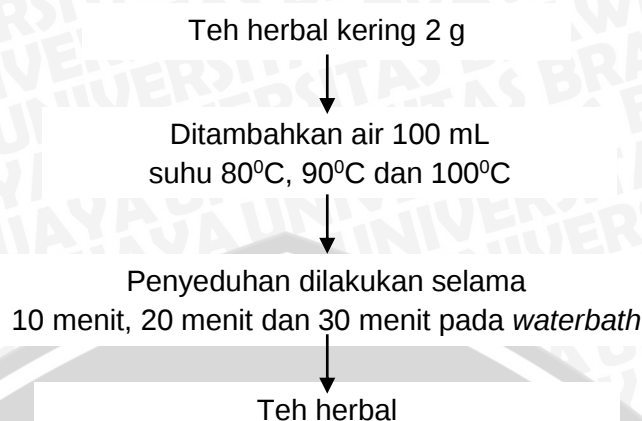
Tabel 7. Desain rancangan percobaan penelitian

Perlakuan	(A) Suhu Penyeduhan		
	A ₁ (80°C)	A ₂ (90°C)	A ₃ (100°C)
(B) Lama Penyeduhan	B ₁ (10 menit)	(A ₁ B ₁).1	(A ₃ B ₁).1
		(A ₂ B ₁).2	(A ₃ B ₁).2
		(A ₂ B ₁).3	(A ₃ B ₁).3
	B ₂ (20 menit)	(A ₁ B ₂).1	(A ₃ B ₂).1
		(A ₂ B ₂).2	(A ₃ B ₂).2
		(A ₂ B ₂).3	(A ₃ B ₂).3
	B ₃ (30 menit)	(A ₁ B ₃).1	(A ₃ B ₃).1
		(A ₂ B ₃).2	(A ₃ B ₃).2
		(A ₂ B ₃).3	(A ₃ B ₃).3

3.3.2.2. Prosedur Penelitian

3.3.2.2.1. Penyeduhan Teh Herbal Buah Bakau Dengan Variasi Suhu Dan Lama Penyeduhan (Nindyasari, 2012)

Pada proses penyeduhan teh herbal pertama – tama teh kering ditimbang sebanyak 2 g (berdasarkan konsentrasi terbaik tahap I), kemudian diseduh dengan 100 mL air mineral. Teh diseduh dengan air mineral bersuhu 80°C, 90°C dan 100°C selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Penyeduhan dilakukan menggunakan *waterbath* untuk mempertahankan suhunya stabil. Penghitungan waktu penyeduhan dimulai pada saat teh herbal kering dimasukkan dalam air sampai pada waktu yang telah ditentukan. Skema kerja penyeduhan teh herbal buah bakau dapat dilihat pada Gambar 5 dan skema foto penyeduhan dapat dilihat pada Lampiran 36.



Gambar 5. Skema penyeduhan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) Nindiyasari (2012).

3.3.2.3. Parameter yang Diamati

Pada penelitian tahap II ini parameter yang akan diamati meliputi rendemen, pengukuran pH (Labbe *et al.*, 2006), uji fitokimia (Ciulei, 1984), total fenol (Haron dan Raob, 2013), total flavonoid (Dajanta *et al.*, 2013), total tannin (FAO, 2002), total tannin terkondensasi (Sasongko *et al.*, 2010), uji organoleptik metode skoring dan hedonik (Koch *et al.*, 2012) dan uji inhibisi enzim α -glukosidase (Sugiwati *et al.*, 2009).

3.3.3. Prosedur Analisa Parameter

3.3.3.1. Rendemen

Rendemen merupakan persentase akhir teh yang dihasilkan dibandingkan dengan jumlah bahan baku yang digunakan. Perhitungan rendemen dapat menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir teh yang dihasilkan (g)}}{\text{Berat sampel awal (g)}} \times 100\%$$

3.3.3.2. Pengukuran Nilai pH (Labbe *et al.*, 2006)

Derajat keasaman (pH) ditentukan dengan metode penetapan pH menggunakan alat pH meter. Pertama – tama teh yang telah diseduh dengan varisi suhu dan lama penyeduhan didinginkan dengan cepat dan disimpan pada suhu 4°C. pH diukur pada pada suhu 4°C menggunakan pH meter model SP20 (epoxy kombinasi gel pH elektroda, Thermo Orion, West Chester, PA).

3.3.3.3. Uji Fitokimia (Ciulei, 1984)

Prosedur pengujian fitokimia pada tepung buah (*R. mucronata*) tua kupas menggunakan metode Ciulei (1984) yang dimodifikasi. Uji fitokimia yang dilakukan meliputi uji alkaloid, uji triterpenoid dan steroid, uji flavonoid, uji saponin, dan uji tannin.

1. Uji Alkaloid

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambah amonia pekat sebanyak 5 tetes, kemudian ditambahkan HCl 2N sebanyak 1 tetes. Larutan dibagi menjadi 2 bagian, pada tabung pertama ditambahkan 2-3 tetes Mayer, adanya alkaloid ditandai dengan terbentuknya endapan putih / *cream*. Pada tabung kedua pereaksi Wagner, terbentuknya endapan coklat menandakan adanya alkaloid.

2. Uji Triterpenoid dan Steroid

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan dengan 0,5 ml kloroform dan 0,5 ml asam asetat anhidrat. Lalu campuran tersebut ditetesi 1-2 ml H₂SO₄ pekat melewati dinding tabung reaksi. Adanya triterpenoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna cincin kecoklatan atau violet pada

perbatasan dua pelarut terpenoid. Apabila terbentuk warna hijau kebiruan maka positif steroid.

3. Uji Flavonoid

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan dengan 1-2 ml metanol. Kemudian larutan dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 60°C selama ± 5 menit. Campuran larutan ditambahkan 4-5 tetes HCl pekat dan 0,2 g bubuk Mg. hasil positif adanya flavonoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah atau jingga.

4. Uji Saponin

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan aquades dengan perbandingan 1:1, lalu dikocok kuat-kuat selama 5 menit sampai homogen. Adanya buih yang stabil selama 5 menit menunjukkan sampel mengandung saponin.

5. Uji Tannin

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 1-2 ml aquades. Selanjutnya ditambahkan 2 tetes larutan FeCl_3 1%. Hasil positif tanin terhidrolisis ditunjukkan dengan terbentuknya warna biru kehitaman. Namun jika timbul warna hijau kehitaman menunjukkan positif tanin terkondensasi.

3.3.3.4. Total Flavonoid (Dajanta *et al.*, 2013)

Kandungan flavonoid total ditentukan secara spektrofotometri visibel dengan modifikasi dari Dajanta *et al.*, (2013) pada penggunaan sampel standar yang berbeda. Analisa penentuan total flavonoid teh herbal buah mangrove (*R. mucronata*) dengan cara mengambil masing-masing sampel dari konsentrasi 1000 ppm sebanyak 0,25 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi, ditambah 1,25 mL aquades dan 75 μ L larutan NaNO_2 5%(b/v), lalu dibiarkan selama 6 menit. Setelah itu larutan ditambah dengan 150 μ L AlCl_3 10% (b/v) dan dibiarkan selama 5 menit. Larutan selanjutnya ditambah 0,5 mL NaOH 1 M dan 775 μ L aquades. Larutan kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 510 nm. Kurva kalibrasi menggunakan standar kuersetin (50 – 350 $\mu\text{g/mL}$) sebagai sampel standar, dengan korelasi koefisien $R = 0,9908$. Kandungan flavonoid total dinyatakan sebagai gram ekuivalen kuersetin tiap 100 gram subfraksi (% b/b EK. Penentuan jumlah total flavonoid dapat dilakukan menggunakan persamaan kurva standar yaitu:

$$Y = ax + b$$

Keterangan:

y = absorbansi sampel

a = gradient

x = konsentrasi ekuivalen kuersetin

b = intersef

3.3.3.5. Uji Kadar Total Fenol (Haron dan Raob, 2014)

Penentuan total fenol ditentukan melalui pengujian Folin-Ciocalteu berdasarkan metode Haron dan Raob (2014) yang telah dimodifikasi. Analisis ini menggunakan larutan asam galat sebagai standar. Sampel dengan konsentrasi 1000 ppm diambil sebanyak 0,5 mL dan ditambahkan dalam 2,5 mL Folin-Ciocalteu (1:10) yang telah diencerkan dengan aquades. Campuran dibiarkan selama 4 menit dalam keadaan gelap dan selanjutnya ditambahkan 2 ml Na_2CO_3 (7,5%). Campuran larutan diinkubasi pada suhu ruang selama 2 jam. Absorbansi dibaca dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 760 nm. Konsentrasi standar untuk kurva kalibrasi dilakukan mulai konsentrasi 25 sampai 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Kurva standar asam galat dibuat dengan menggunakan persamaan regresi linier, yang menyatakan hubungan antara konsentrasi asam galat yang dinyatakan sebagai sumbu x dengan besarnya absorbansi hasil reaksi asam galat dengan pereaksi Folin-Ciocalteu yang dinyatakan sebagai sumbu y. Total fenol dinyatakan sebagai mg jumlah asam galat (mg GAE/ 100 g) yang diperoleh dari persamaan kurva standar yaitu :

$$Y = ax + b$$

Keterangan:

- y = absorbansi sampel
- a = gradient
- x = konsentrasi ekuivalen asam galat
- b = intersef

3.3.3.6. Pengujian Total Tanin (FAO, 2002)

Penentuan total tanin ditentukan dengan mengetahui total fenol non tanin pada sampel, metode FAO (2002). Langkah pertama yaitu 100 mg *polivinil polipyrrolidone* (PVPP) dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian 1 ml aquades dan 1 ml sampel ditambahkan ke dalam tabung reaksi dimana dalam 100 mg PVPP cukup untuk mengikat 2 mg total fenol. Apabila kandungan total fenol lebih dari 10% maka harus diencerkan dan dihomogenkan dengan vortex. Selanjutnya larutan dalam tabung reaksi diinkubasi selama 15 menit di dalam *refrigerator* (4°C). Tabung reaksi yang berisi larutan selanjutnya dihomogenkan kembali dan disentrifugasi pada kecepatan gravitasi 3.000 g selama 10 menit. Supernatan yang didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan digunakan untuk penentuan total fenol non tanin seperti pada penentuan total fenol sampel. Total tanin yang dihasilkan dapat diperoleh dari total fenol dikurangi total fenol non tannin atau dapat ditulis dengan rumus:

$$\text{Total tannin} = a - b$$

Keterangan: a = total fenol

b = total fenol non tannin

Total fenol non tanin diperoleh melalui persamaan kurva standar

Asam Galat seperti pada total fenol yaitu :

$$Y = ax + b$$

Keterangan

y = absorbansi sampel

a = gradient

x = konsentrasi ekuivalen asam galat

b = intersef

3.3.3.7. Pengujian Total Tanin Terkondensasi (Sasongko *et al.*, 2010)

Penentuan total tanin terkondensasi berdasarkan metode Butanol-HCl oleh Sasongko *et al.*, (2010), melalui reaksi depolimerisasi oksidatif tanin terkondensasi di dalam butanol-HCl. Analisa penentuan total tanin terkondensasi pada seduhan teh yaitu dengan cara mengambil sampel sebanyak 0,5 ml. Kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi. Masing-masing tabung reaksi ditambahkan dengan 3 ml reagen N-butanol-HCl dan 0,1 ml reagen Ferric (2% ferric ammonium sulfat di dalam 2N HCl). Tabung yang berisi larutan dihomogenkan dengan *vortex mixer*. Kemudian tabung ditutup aluminium foil dan dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 97-100°C selama 60 menit. Tabung yang berisi larutan didinginkan pada suhu ruang. Setelah dingin diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm. Lalu dilakukan pengukuran blanko yaitu campuran tanpa perlakuan pemanasan dalam *waterbath*. Perhitungan total tanin terkondensasi (%b/k sebagai leukosianidin equivalen) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tannin terkondensasi} = \frac{\text{absorbansi 550 nm} \times 78,26 \times \text{faktor pengenceran}}{\% \text{ DM}}$$

Keterangan:

DM = *Dry Matter* (Bahan Kering)

3.3.3.8. Pengujian Organoleptik metode Skoring dan Hedonik (Koch *et al.*, 2012)

Uji organoleptik merupakan uji untuk mengetahui kualitas sensoris suatu bahan pangan menggunakan indera manusia. Pada uji organoleptik teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) ini akan menggunakan metode Uji Skoring dan Uji Hedonik atau Uji Kesukaan.

Parameter yang digunakan dalam pengujian ini mengikuti dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Adnan *et al.*, (2013), meliputi aroma, rasa, warna, dan penerimaan keseluruhan terhadap teh herbal dengan pengulangan 3 kali. Jumlah panelis yang berpartisipasi adalah 15 panelis semi-terlatih dengan usia 20 – 60 tahun. Mereka dipilih berdasarkan ketertarikannya terhadap teh.

Prosedur pengujian sensori dilakukan berdasarkan metode Koch *et al.*, (2012) yang dimodifikasi, pertama panelis diinformasikan mengenai latar belakang dan obyek penelitian, dan diberi arahan tentang cara melakukan analisis. Mereka diinstruksikan untuk membuka tutup plastik, memutar gelas beberapa kali, dan kemudian mengevaluasi warna teh herbal dengan cara mengamatinya lalu membandingkannya dengan teh standar, kemudian mengevaluasi aroma teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) dengan membau. Selanjutnya, panelis diminta untuk mengevaluasi rasa dengan cara meminumnya sedikit - sedikit menggunakan sendok makan.

Untuk mencegah kelelahan sensorik yang berlebihan dan efek akumulasi dari *astringency* (perasaan kering di dalam mulut dengan terasa kesat mengerut pada jaringan dalam mulut yang disebabkan oleh tannin), panelis diminta untuk beristirahat dan membersihkan mulut secara teratur menggunakan air mineral.

Kuisisioner pengujian organoleptik teh dengan metode Skoring dapat dilihat pada Lampiran 3. Untuk kuesioner pengujian organoleptik teh menggunakan metode uji Hedonik dapat dilihat pada Lampiran 2. Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan ANOVA dan dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Tuckey.

3.3.3.9. Uji Inhibisi Enzim α -Glukosidase

3.3.3.9.1. Persiapan Bahan Uji

- **Larutan Buffer Fosfat**

- a. **KH_2PO_4 0,2 M**

KH_2PO_4 0,2 M dibuat dengan cara melarutkan 6,805 g ke dalam aquadest bebas CO_2 dan diencerkan hingga 250 mL.

- b. **NaOH 0,2 M**

NaOH 0,2 M dibuat dengan cara melarutkan 1,6 g NaOH ke dalam aquadest bebas CO_2 hingga 200 mL.

- c. **Larutan Buffer Fosfat pH 7**

Larutan buffer fosfat pH 7 dibuat dengan cara melarutkan 0,6804 g KH_2PO_4 dalam 50 mL aquades bebas CO_2 . Selanjutnya, larutan dicampurkan dengan 29,1 mL NaOH 0,1 N hingga tercapai pH 7 dengan menggunakan pH meter. Setelah itu ditambahkan aquades bebas CO_2 hingga 200 mL.

- **Larutan Bovine Serum Albumin (BSA)**

Larutan Bovine Serum Albumin (BSA) dibuat dengan cara melarutkan 200 mg BSA ke dalam buffer fosfat pH 7 hingga 100 mL.

- **Larutan Enzim α -Glukosidase**

Larutan enzim dibuat dengan melarutkan 1 mg α -glukosidase dalam 100 mL buffer fosfat (pH 7) yang di dalamnya mengandung 200 mg bovine serum albumin (BSA). Sebelum digunakan, 1 mL larutan enzim diencerkan sebanyak 20 kali dengan buffer fosfat (pH 7) yang di dalamnya mengandung 200 mg bovine serum

albumin. Agar tetap stabil, larutan enzim yang telah dibuat disimpan dalam kulkas pada suhu -2 sampai 8°C.

- **Larutan Na₂CO₃ 200 mM**

Larutan Na₂CO₃ 200 mM dibuat dengan cara menimbang 21,2 g Na₂CO₃, kemudian dilarutkan ke dalam aquades hingga 1000 mL.

- **Larutan Substrat p-Nitrofenil α-D-glukopiranosida (p-NPG)**

Larutan substrat p-Nitrofenil α-D-glukopiranosida (p-NPG) dibuat dengan cara melarutkan 60,3 mg p-NPG ke dalam aquades hingga volumenya sampai 10 mL sehingga diperoleh konsentrasi 20 mM.

- **Larutan Akarbosa 1%**

Larutan akarbosa dibuat dengan melarutkan akarbosa dalam dalam buffer dan HCl 2 N (1:1) dengan konsentrasi 1% (b/v). Larutan disentrifugasi dan supernatannya digunakan sebagai standar.

3.3.3.9.2. Uji Inhibisi Enzim α-Glukosidase (Sugiwati *et al.*, 2009)

Uji inhibisi pada enzim α-glukosidase dilakukan dengan menggunakan metode Sugiwati *et al.*, (2009) yang telah dimodifikasi. Uji dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama penyeduhan teh herbal buah mangrove (*R. mucronata*) tua dalam menghambat kerja enzim α-glukosidase secara *in vitro*. Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian yaitu 6,25 ppm; 12,5 ppm; 25 ppm; 50 ppm dalam larutan DMSO (b/v). penggunaan 4 tingkat konsentrasi yang berbeda bertujuan untuk mendapatkan nilai IC₅₀ (konsentrasi teh herbal yang mampu menghambat 50% aktivitas enzim) dari pengaruh suhu dan lama penyeduhan teh herbal buah bakau *R. mucronata*.

Sebelum digunakan, 1 mL larutan enzim diencerkan sebanyak 20 kali dengan buffer fosfat (pH 7) yang mengandung 200 mg BSA. Pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 mL larutan stok enzim kemudian dimasukkan ke dalam larutan buffer fosfat pH 7 dan diencerkan 10x, lalu diencerkan lagi 10x sehingga menjadi pengenceran 20x. Penggunaan 20x pengenceran adalah karena hasil absorbansi yang dihasilkan pada spektrofotometer sebesar 0,9 – 1,0 artinya pengenceran enzim sebanyak 20x mempunyai aktivitas optimum.

Sampel yang akan digunakan dibuat konsentrasi menjadi 6,25; 12,5; 25; 50 ppm dalam larutan DMSO (v/v). Perhitungan konsentrasi didasarkan pada konsentrasi awal air seduhan teh. Perhitungan untuk pembuatan konsentrasi sampel dapat dilihat pada Lampiran 11. Setelah itu, masing - masing konsentrasi sampel yang telah dibuat dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berbeda, diambil 10 μ L (untuk S_0 dan S_i) dan diambil 10 μ L DMSO (blanko dan kontrol). Kemudian ditambahkan 490 μ L buffer fosfat pH 7 dan 250 μ L substrat *p*-nitrofenil- α -D-glukopiranosida (PNPG) 20 mM untuk semua tabung reaksi. Selanjutnya campuran diinkubasi pada suhu 37°C selama 5 menit pada *waterbath* untuk memaksimalkan reaksi yang terjadi. Hasil sampel yang telah diinkubasi kemudian ditambahkan dengan larutan enzim sebanyak 250 μ L (untuk kontrol dan S_1) dan ditambahkan 250 μ L buffer fosfat pH 7 (untuk blanko dan S_0). Campuran diinkubasi lagi selama 15 menit pada 37°C dalam *waterbath*. Kemudian dari pencampuran dan perlakuan tersebut akan terbentuk reaksi enzimatik. Reaksi enzimatik kemudian dihentikan dengan menambahkan 1000 μ L NaCO_3 200 mM sehingga dihasilkan

p-nitrofenol. Selanjutnya, daya inhibisi dapat diukur melalui absorbansi dari p-nitrofenol dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 400 nm. Skema foto pengujian inhibisi dapat dilihat pada Lampiran 37. Sistem reaksi enzim untuk setiap satu sampel dengan volume total 2 mL dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Sistem reaksi enzim untuk satu sampel dengan volume total 2 mL

	Blanko (μL)	Kontrol (μL)	So (μL)	S1 (μL)
Sampel	-	-	10	10
DMSO	10	10	-	-
Buffer	490	490	490	490
Substrat	250	250	250	250
Inkubasi dalam <i>waterbath</i> pada suhu 37°C selama 5 menit				
Buffer	250	-	250	-
Enzim	-	250	-	250
Inkubasi dalam <i>waterbath</i> pada suhu 37°C selama 15 menit				
Na₂CO₃	1000	1000	1000	1000

Sumber: Sugiwati *et al.*, 2009.

Larutan buffer fosfat ditambahkan ke dalam spektrofotometer untuk mengkalibrasi yaitu membuat nilai absorbansi nol. Kemudian pengaturan depan dimasukkan tanpa enzim, dan belakang sebagai kontrol sehingga pada layar akan muncul angka yang merupakan nilai absorbansi blanko (C). Setelah itu, dilakukan hal yang sama untuk pengujian sampel dengan menyuntikkan sampel ke dalam spektrofotometer sehingga diperoleh nilai absorbansi sampel (S). Nilai % inhibisi dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{C - S}{C} \times 100\%$$

Keterangan :

C = absorbansi kontrol – absorbansi blanko

S = absorbansi sampel (S1 – So)

S₁ = absorbansi sampel dengan penambahan enzim

S_0 = absorbansi sampel tanpa penambahan enzim

Perlakuan kontrol menggunakan 1 μ L larutan akarbosa 1%.

Larutan akarbosa dibuat dengan melarutkan akarbosa dalam dalam buffer dan HCl 2 N (1:1) dengan konsentrasi 1% (b/v). Larutan disentrifugasi dan supernatannya digunakan sebagai standar. Supernatan diambil sebanyak 1 μ L dan dimasukkan ke dalam campuran reaksi seperti dalam sampel teh.

Pengukuran nilai IC_{50} menurut Ramdanis *et al.*, (2012) diperoleh dari pengukuran konsentrasi sampel yang digunakan dalam aktivitas inhibisi enzim sebesar 50 persen. IC_{50} adalah konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghambat aktivitas enzim sebesar 50%. Semakin rendah nilai IC_{50} pada sampel maka semakin tinggi kemampuannya dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase. Regresi linear dibutuhkan untuk menghitung nilai IC_{50} melalui persamaan $y = a + bx$, di mana "y" merupakan % inhibisi dan "x" merupakan konsentrasi sampel, kemudian data dimasukan dalam rumus:

$$IC_{50} = \frac{50-a}{b}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penelitian Tahap I

4.1.1. Rendemen dan Kadar Air

Penelitian tahap I ditujukan untuk menentukan konsentrasi teh herbal yang memiliki karakteristik sesuai dengan teh hitam standar yang ada di pasaran. Pada proses pembuatan teh kering dilakukan perhitungan rendemen yang dihasilkan pada setiap prosesnya, selain itu untuk teh herbal yang sudah kering akan diuji kadar airnya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kadar air teh herbal sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Kadar air teh herbal harus dibawah 8% dimana hal ini sesuai dengan standar SNI (2013) untuk teh kering dalam kemasan. Pada penelitian ini di dapatkan teh kering dengan kadar air $7,0179\% \pm 0,053$. Data perhitungan kadar air secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6.

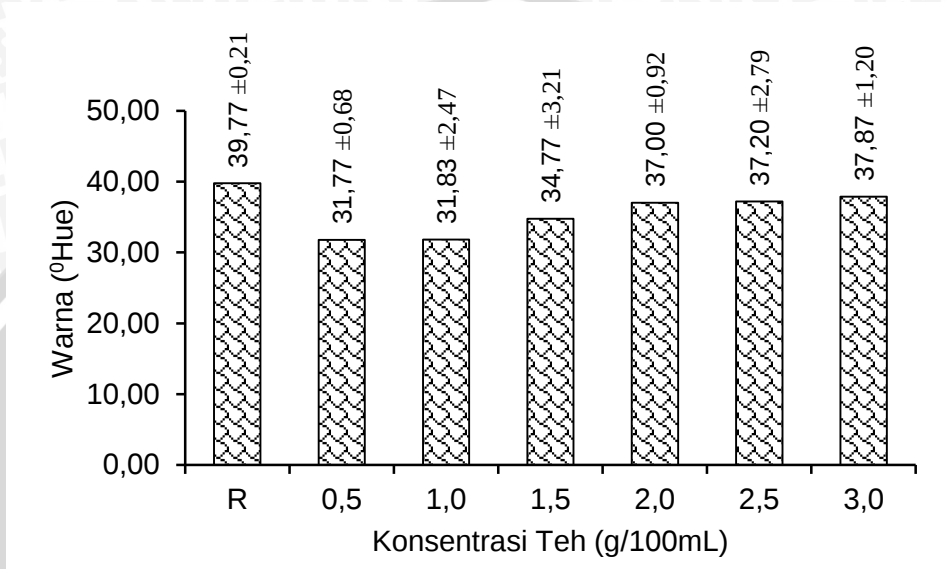
Rendemen merupakan persentase berat teh herbal kering *R. mucronata* yang dihasilkan dengan berat bahan baku yaitu buah bakau *R. mucronata* yang digunakan. Tujuan perhitungan rendemen yaitu untuk mengetahui persentase berat akhir teh herbal dari buah bakau yang dihasilkan. Dari hasil perhitungan, diketahui dari buah bakau segar beku diperoleh rendemen akhir sebanyak 43% . Data perhitungan rendemen teh herbal buah bakau dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil perhitungan kadar air dan rendemen teh herbal buah bakau dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji kadar air dan rendemen teh herbal buah bakau

Parameter	Jumlah (%)
Kadar air	7,02
Rendemen	43,00

4.1.2. Analisa Karakteristik Warna Teh Herbal (“L*”, “a*”, dan “b”*)

Warna minuman teh herbal buah bakau *R. mucronata* diukur dengan menggunakan *color reader*, parameter yang dibaca adalah L*, a*, dan b* dan selanjutnya nilai a* dan b* dikonversikan menjadi °Hue.



Gambar 6. Nilai warna dari seduhan teh herbal dengan konsentrasi yang berbeda

Keterangan:

- R merupakan seduhan teh hitam kontrol

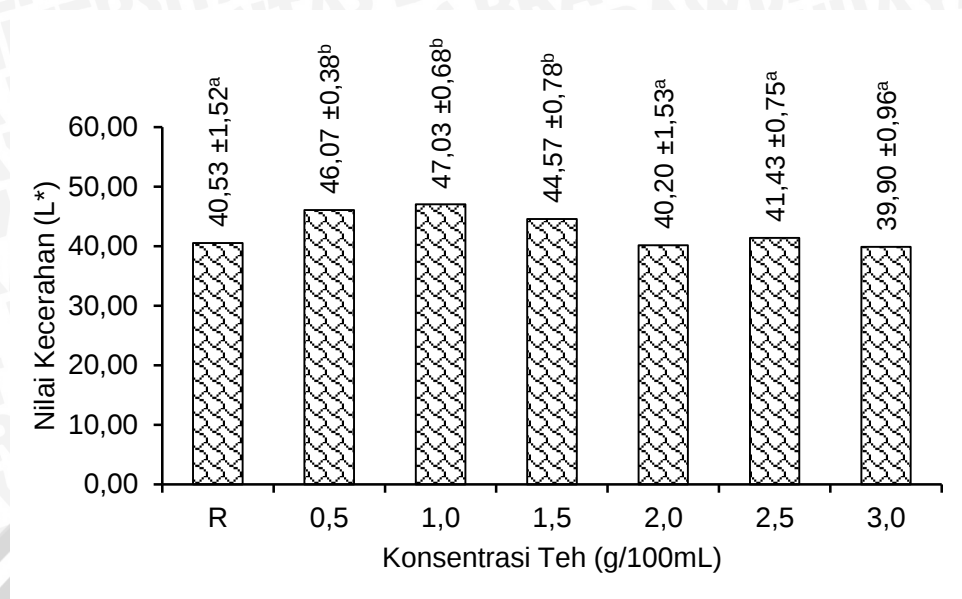
Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa °Hue dari teh perbandingan (R) adalah 39,8. Teh herbal dengan perbandingan teh dan air 3 g : 100 mL memiliki nilai °Hue tertinggi yaitu 37,9, sedangkan teh dengan perbandingan teh dan air 0,5 g dan 1 g dalam 100 mL air memiliki nilai °Hue terendah yaitu 31,8. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Bekhit *et al.*, (2011) yaitu diperoleh nilai °hue pada air seduhan teh herbal dari kulit buah anggur sebesar 36,3. Berdasarkan tabel deskripsi warna nilai °Hue sampel teh herbal ini masuk dalam kisaran 18 – 54 yang menunjukkan bahwa teh herbal ini memiliki warna merah (Tabel 10). Akan tetapi masing – masing konsentrasi teh memiliki tingkat kecerahan yang berbeda – beda.

Tabel 10. Deskripsi warna nilai $^{\circ}\text{Hue}$

$^{\circ}\text{Hue}$ [arc tan (b/a)]	Deskripsi Warna
18 – 54	<i>Red</i> (R)
54 – 90	<i>Yellow Red</i> (YR)
90 – 126	<i>Yellow</i> (Y)
126 – 162	<i>Yellow Green</i> (YG)
162 – 198	<i>Green</i> (G)
198 – 234	<i>Blue Green</i> (BG)
234 – 270	<i>Blue</i> (B)
270 – 306	<i>Blue Purple</i> (BP)
306 – 342	<i>Purple</i> (P)
342 – 18	<i>Red Purple</i> (RP)

Sumber : Hutchings, 1999.

Pada analisis keragaman (ANOVA) kecerahan (nilai L^*) teh herbal buah bakau dengan perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan teh berpengaruh nyata terhadap nilai L^* teh herbal ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD nilai L^* teh herbal dapat dilihat pada Lampiran 14 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik nilai kecerahan (L*) teh herbal dengan konsentrasi teh yang berbeda.

Keterangan:

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- R merupakan seduhan teh hitam kontrol

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa nilai L* terendah yaitu 39,9 adalah teh herbal dengan penyeduhan 3 g dalam 100 mL dan untuk nilai L tertinggi yaitu 40,2 adalah teh herbal dengan penyeduhan teh 2 g dalam 100 mL. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui nilai L* dipengaruhi oleh berat teh herbal yang diseduh. Semakin banyak *chip* teh nya maka nilai L* yang dihasilkan akan semakin rendah atau semakin gelap. Nilai L* yang hampir sama dengan nilai R sampel kontrol adalah penyeduhan 2 g dalam 100 mL air. Nilai L* pada penelitian ini menunjukkan bahwa seduhan teh herbal lebih gelap apabila dibandingkan hasil penelitian Bekhit *et al.*, (2011), yang menggunakan sampel kulit buah anggur dengan hasil L* yaitu 65,5.

4.1.3. Karakteristik Organoleptik Teh Herbal Buah Bakau

Evaluasi sensori memberikan beberapa teknik untuk pengukuran dari respon seseorang terhadap produk makanan dan meminimalkan potensi

efek bias untuk mengidentifikasi suatu merek dan informasi lain dari persepsi konsumen. Evaluasi sensori dapat memberikan informasi yang bermanfaat kepada pihak pengembang produk, ilmuwan pangan, dan manager mengenai karakteristik sensori produk mereka (Lawless dan Heymann, 1999). Oleh karena itu evaluasi sensori dapat digunakan untuk menentukan karakteristik organoleptik pada produk teh ini.

Pada tahap I ini pengujian organoleptik dilakukan dua macam uji yakni uji multiple comparison yaitu untuk mengetahui persamaan karakteristik dari perlakuan konsentrasi yang berbeda terhadap teh hitam yang sudah berada dipasaran, dan uji hedonik untuk mengetahui kesukaan panelis terhadap produk yang dihasilkan. Tujuan pengujian organoleptik ini adalah untuk mengetahui konsentrasi teh herbal buah bakau *R. mucronata* yang sesuai dengan teh hitam yang sudah ada dan disukai oleh panelis.

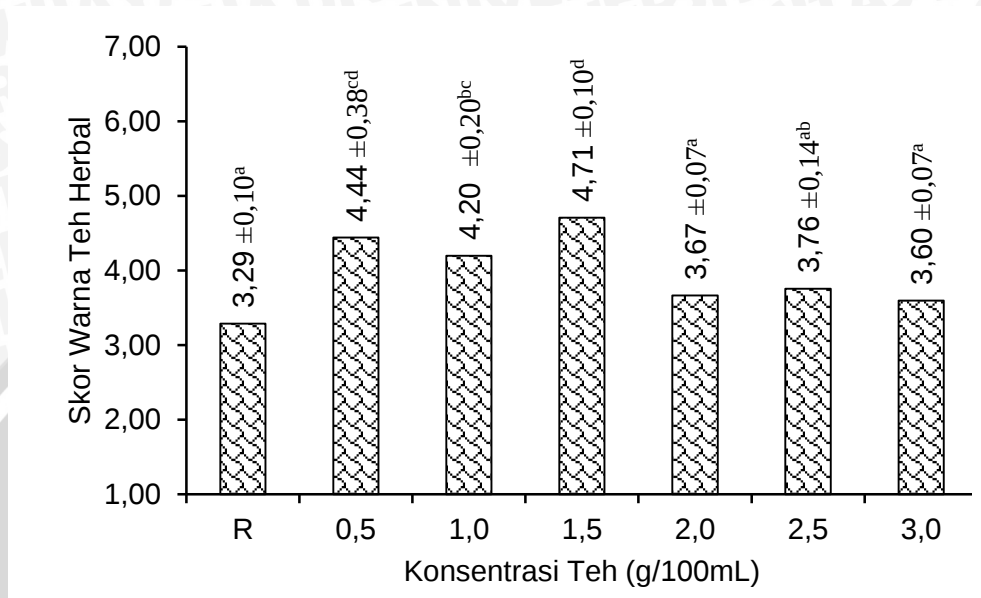
Uji hedonik digunakan untuk menentukan tingkat penerimaan atau kesukaan dari suatu sampel atau produk seperti suka dan tidak suka. Metode ini dipakai dalam pengujian untuk pengembangan suatu produk. Evaluasi ini bersifat spontan dan murni berdasarkan respon emosi (Heath, 1981). Sedangkan uji multiple comparison yang digunakan menggunakan subuah sampel kontrol sebagai standart untuk dibandingkan dengan perlakuan lainnya

4.1.2.1. Multiple Comparison

A. Warna

Pada analisis keragaman (ANOVA) warna teh herbal buah bakau dengan perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan menggunakan uji multiple comparison didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan teh berpengaruh nyata terhadap

multiple comparison warna ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD multiple comparison warna dapat dilihat pada Lampiran 7 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik multiple comparison warna teh herbal buah bakau

Keterangan :

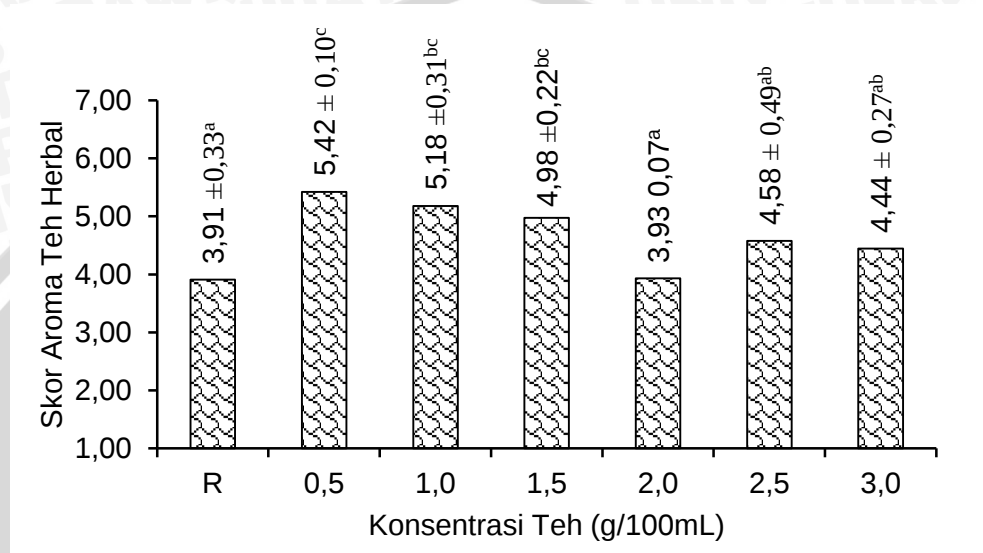
- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- R merupakan seduhan teh hitam kontrol
- Skor multiple comparison warna: 1 = sangat lebih merah kecoklatan; 7 = sangat kurang merah kecoklatan

Berdasarkan Gambar 8, hasil analisa menunjukkan perbedaan nyata terhadap multiple comparison warna teh herbal berdasarkan perlakuan konsentrasi penyeduhan. Sampel dengan perlakuan penyeduhan 2 g dan 3 g dalam 100 mL yang memiliki kemiripan warna dengan standard teh yang digunakan.

B. Aroma

Pada analisis keragaman (ANOVA) aroma teh herbal buah bakau dengan perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan menggunakan uji multiple comparison didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa

perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan teh berpengaruh nyata terhadap multiple comparison aroma ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD multiple comparison aroma dapat dilihat pada Lampiran 8 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik multiple comparison aroma teh herbal buah bakau

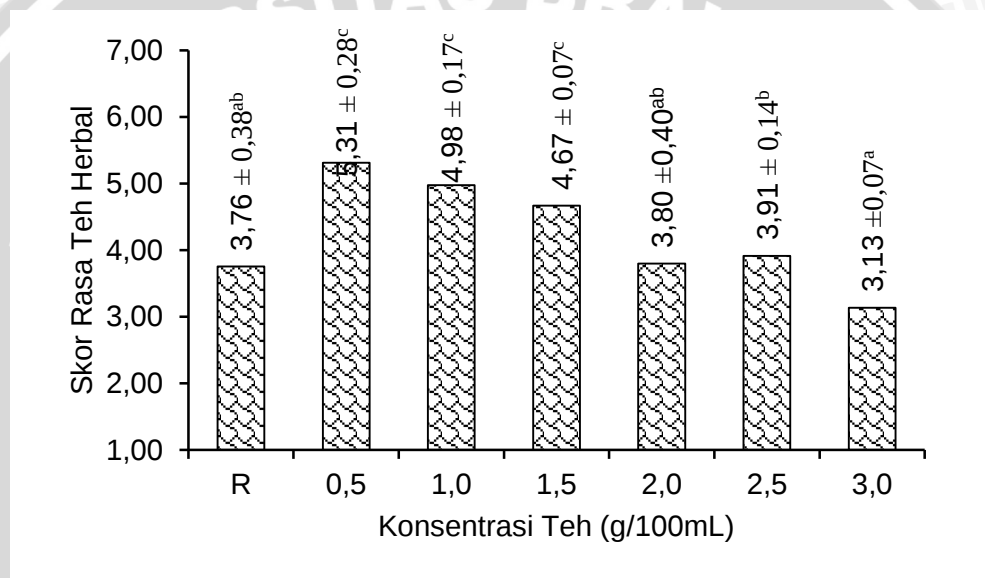
Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- R merupakan seduhan teh hitam kontrol
- Skor multiple comparison aroma: 1= sangat lebih beraroma teh; 7 = sangat kurang beraroma teh

Berdasarkan Gambar 9, hasil analisa menunjukkan perbedaan nyata terhadap multiple comparison aroma teh herbal buah bakau dengan perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan. Hanya pada sampel dengan perlakuan penyeduhan 2 g dalam 100 mL yang memiliki kemiripan warna dengan standard teh yang digunakan. Hal ini diduga karena semakin tinggi konsentrasi teh herbal buah bakau rasa sepat teh semakin terasa.

C. Rasa

Pada analisis keragaman (ANOVA) rasa teh herbal buah bakau dengan perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan menggunakan uji multiple comparison didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan teh berpengaruh nyata terhadap multiple comparison aroma ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD multiple comparison rasa dapat dilihat pada Lampiran 9 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik multiple comparison rasa teh herbal buah bakau

Keterangan :

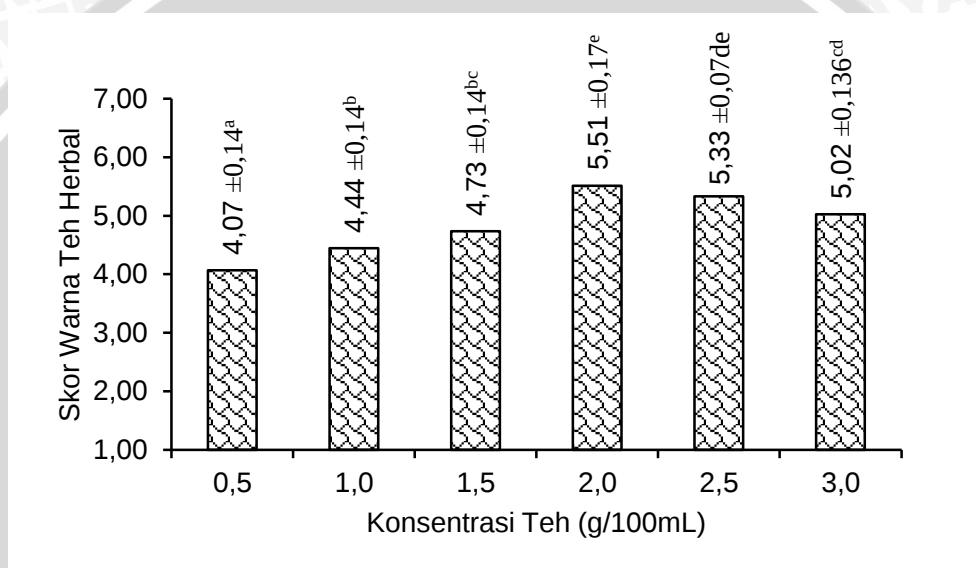
- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- R merupakan seduhan teh hitam sebagai kontrol
- Skor multiple comparison rasa: 1= sangat lebih sepat; 7 = sangat kurang sepat

Berdasarkan Gambar 10, hasil analisa menunjukkan perbedaan nyata terhadap multiple comparison rasa teh herbal buah bakau dengan perbedaan perlakuan konsentrasi penyeduhan. Hanya pada sampel dengan perlakuan penyeduhan 2 g dalam 100 mL yang memiliki kemiripan rasa dengan standard teh yang digunakan.

4.1.2.2. Hedonik

A. Warna

Pada analisa keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penyeduhan berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan (hedonik) warna teh herbal buah bakau ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD hedonik warna dapat dilihat pada Lampiran 10 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik hedonik warna teh herbal buah bakau

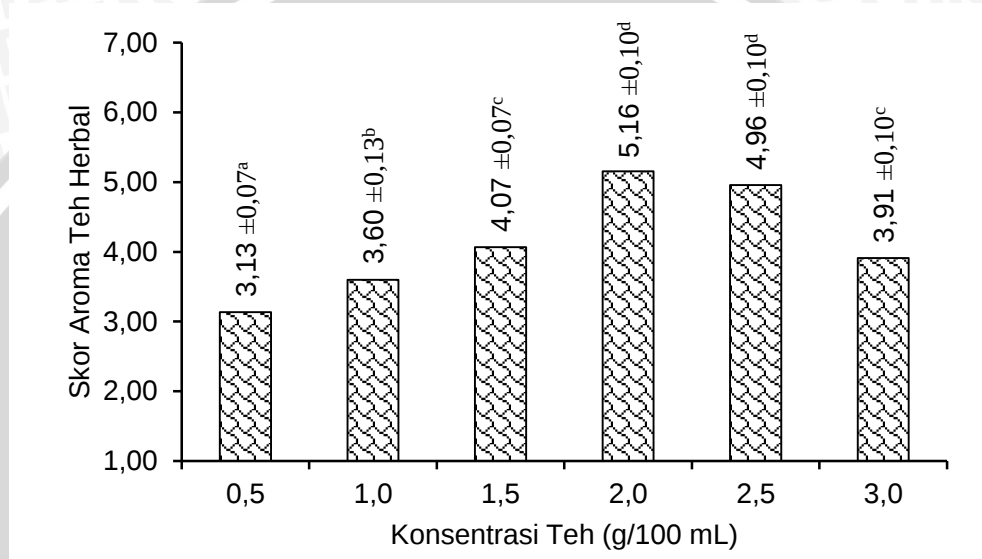
Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor hedonik warna: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

Berdasarkan Gambar 11, hasil analisis menunjukkan perlakuan konsentrasi penyeduhan memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis. Hal ini diduga karena panelis menyukai teh yang berwarna merah kecoklatan. Sehingga diketahui bahwa panelis menyukai warna teh herbal buah bakau dengan konsentrasi penyeduhan 2 g dalam 100 mL air.

B. Aroma

Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penyeduhan berbeda nyata terhadap tingkat kesukaan (hedonik) aroma teh herbal buah bakau ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD hedonik aroma dapat dilihat pada Lampiran 11 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik hedonik aroma teh herbal buah bakau

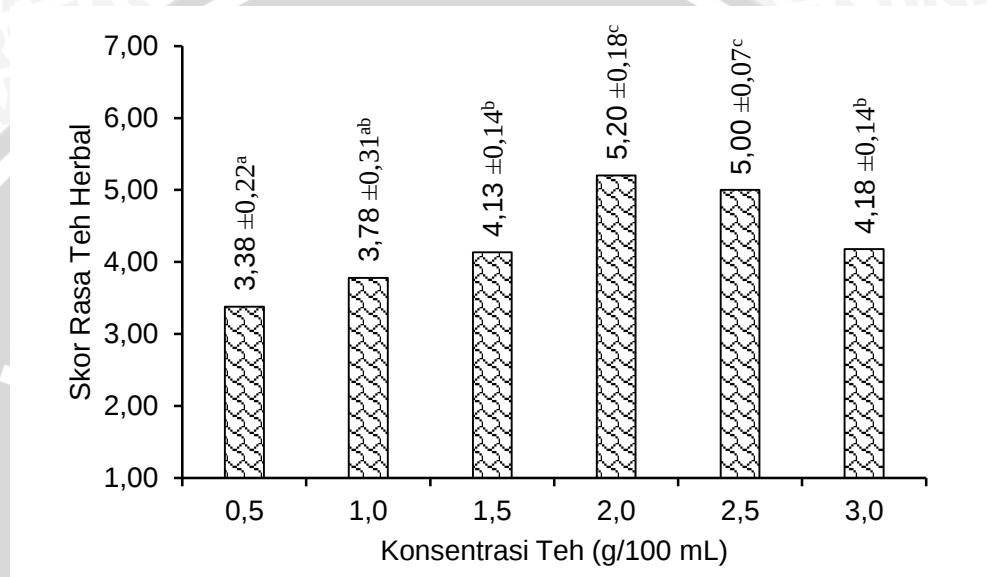
Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor hedonik aroma: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

Pada Gambar 11, menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan konsentrasi penyeduhan diduga karena aroma teh sangat terasa seiring dengan semakin tinggi konsentrasi penyeduhan, sehingga dapat diketahui bahwa panelis menyukai aroma teh herbal dengan konsentrasi penyeduhan 2 g dan 2,5 g dalam 100 mL.

C. Rasa

Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penyeduhan berbeda nyata terhadap tingkat kesukaan (hedonik) rasa teh herbal buah bakau ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD hedonik aroma dapat dilihat pada Lampiran 12 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik hedonik rasa teh herbal buah bakau

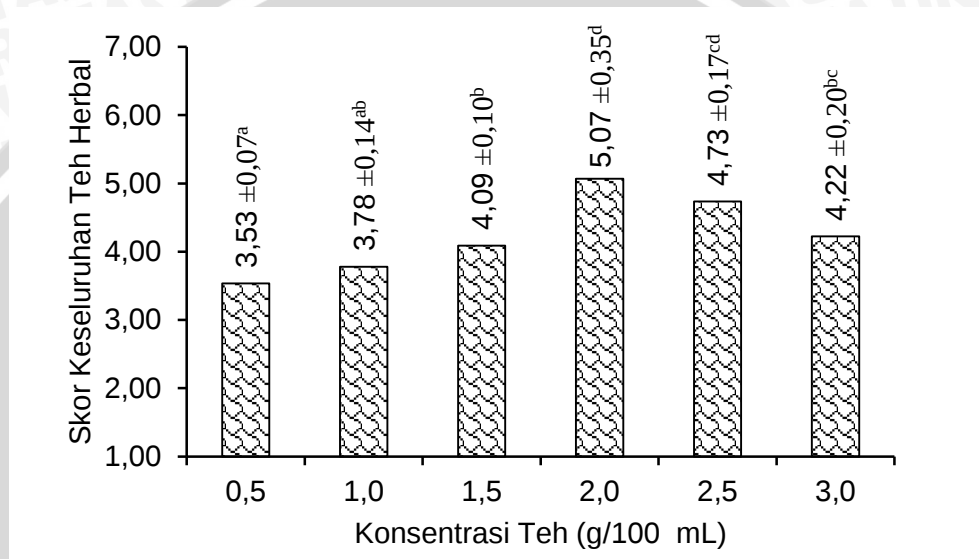
Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor hedonik rasa: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

Pada Gambar 13, menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan konsentrasi penyeduhan diduga karena rasa sepat teh sangat terasa seiring dengan semakin tinggi konsentrasi penyeduhan, sehingga dapat diketahui bahwa panelis menyukai aroma teh herbal dengan konsentrasi penyeduhan 2 g dan 2,5 g dalam 100 mL.

D. Hedonik Keseluruhan

Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penyeduhan berbeda nyata terhadap tingkat kesukaan (hedonik) keseluruhan teh herbal buah bakau ($p < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD hedonik keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 13 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik hedonik keseluruhan teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor hedonik keseluruhan: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

Pada Gambar 14, menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan konsentrasi penyeduhan terhadap keseluruhan teh. Sehingga dapat diketahui bahwa panelis menyukai keseluruhan teh herbal dengan konsentrasi penyeduhan 2 g dalam 100 mL.

4.1.3. Penentuan Perlakuan Terpilih

Berdasarkan ANOVA dan uji lanjut Tukey dapat dipilih perlakuan yang akan digunakan pada penelitian tahap kedua. Pada pengujian nilai kecerahan (nilai L^*), nilai $^{\circ}\text{Hue}$, dan uji organoleptik multiple comparison hasil yang didapat bisa dibandingkan dengan nilai dari sampel kontrol. Sedangkan untuk uji organoleptik hedonik diambil nilai hedonik (kesukaan) yang tertinggi.

Pada uji fisik kecerahan (nilai L^*) hasil yang hampir sama dengan sampel kontrol adalah pada perlakuan penyeduhan 2 g dalam 100 mL. Pada uji warna menggunakan $^{\circ}\text{Hue}$ hasil yang memiliki nilai yang hampir sama dengan sampel kontrol adalah penyeduhan teh 3 g dalam 100 mL air. Pada uji organoleptik multiple comparison nilai terbaik adalah yang memiliki karakteristik hampir sama dengan sampel kontrol. Pada multiple comparison warna nilai yang hampir sama dengan R adalah pada penyeduhan 2 g dan 3 g dalam 100 mL air. Pada multiple comparison aroma dan rasa nilai yang hampir sama dengan sampel kontrol adalah pada penyeduhan 2 g dalam 100 mL air.

Pada uji organoleptik hedonik (tingkat kesukaan) warna didapatkan hasil tertinggi yaitu pada penyeduhan 2 g dalam 100 mL air. Pada tingkat uji hedonik (kesukaan) aroma rasa dan keseluruhan didapatkan nilai tertinggi pada konsentrasi penyeduhan 2 g dalam 100 mL.

Berdasarkan hasil yang didapat secara keseluruhan dimana pada uji fisik meliputi kecerahan dan $^{\circ}\text{Hue}$ dan uji organoleptik multiple comparison dan hedonik, maka penelitian hasil tahap pertama yang akan digunakan untuk penelitian tahap kedua adalah penyeduhan 2 g dalam 100 mL air.

4.2. Penelitian Tahap II

4.2.1. Uji Kualitatif Fitokimia

Fitokimia adalah komponen bioaktif alami yang ditemukan dalam tanaman, seperti sayuran, buah – buahan, tanaman herbal, bunga, daun dan akar yang berkerja dengan nutrisi dan serat sebagai sistem pertahanan dari penyakit. Berdasarkan fungsinya dalam metabolisme tanaman, fitokimia dibagi kedalam dua kelompok, yaitu unsur primer dan sekunde. Unsur primer biasanya terdiri atas gula, asam amino, protein dan klorofil sedangkan unsur sekunder terdiri dari alkaloid, terpenoid dan komponen fenol dan masih banyak lagi seperti flavonoid, tanin dan sebagainya (Krishnaiah *et al.*, 2007).

Pengujian fitokimia dilakukan secara kualitatif yakni dengan mengidentifikasi ada tidaknya kandungan senyawa metabolit sekunder pada teh herbal buah bakau *R. mucronata*. Metabolit sekunder yang diuji dalam penelitian ini terdiri atas senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid dan steroid. Kandungan fitokimia pada teh herbal buah bakau *R. mucronata* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji kualitatif fitokimia teh herbal buah *R. mucronata*

Perlakuan	Jenis Uji						
	Alkaloid		Flavonoid	Tanin	Saponin	Triterpenoid	Steroid
	Mayer	Wagner					
80°C, 10'	+	-	+	+	+	+	-
80°C, 20'	+	-	+	+	+	+	-
80°C, 30'	+	-	+	+	+	+	-
90°C, 10'	+	-	+	+	+	+	-
90°C, 20'	+	-	+	+	+	+	-
90°C, 30'	+	-	+	+	+	+	-
100°C, 10'	+	-	+	+	+	+	-
100°C, 20'	+	-	+	+	+	+	-
100°C, 30'	+	-	+	+	+	+	-

Keterangan: (+) mengandung senyawa fitokimia

(-) tidak mengandung senyawa fitokimia

Tabel 11., menunjukkan bahwa teh herbal buah bakau *R. mucronata* positif mengandung senyawa metabolit sekunder antara lain flavonoid, tanin, saponin dan triterpenoid, sedangkan hasil uji negatif ditunjukkan pada senyawa steroid dan alkaloid.

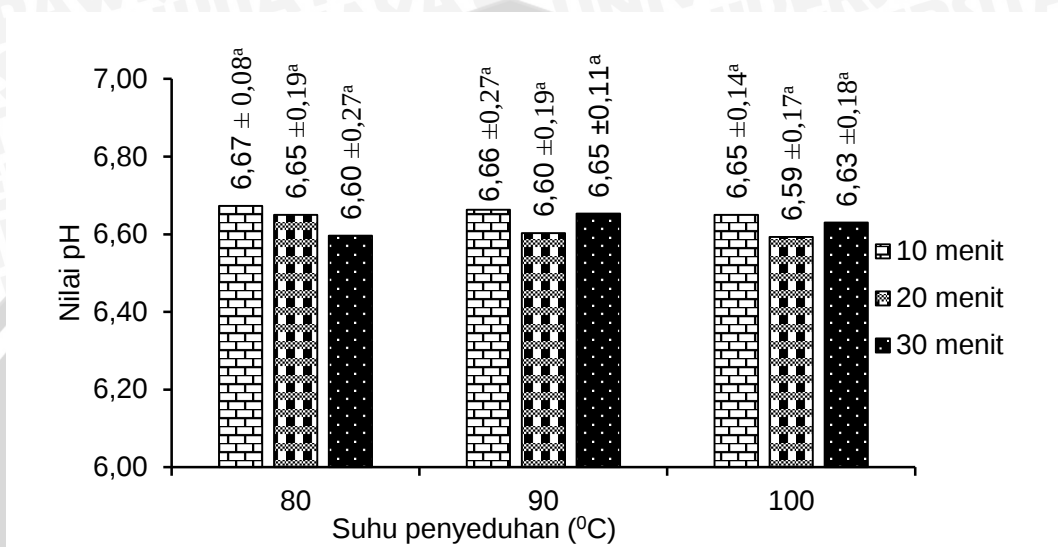
Saponin diketahui dapat menurunkan tekanan darah dan kadar kolesterol dalam darah, hal ini karena saponin mengikat kolesterol menjadi bentuk insolubel (tidak dapat terlarut) dan dikeluarkan melalui empedu. Hal ini mencegah dari absorpsi kembali dan mengakibatkan berkurangnya serum kolesterol (Krisnaiah *et al.*, 2009). Triterpenoid saponin diketahui mampu bekerja sebagai anti bakteri, anti-inflamantory, anti biotik, obat hemolitik, obat hipoglykemik, dan memiliki aktivitas citotoksik (Bandaranayake, 2002).

Flavonoid dapat digunakan sebagai antidiabetes dengan cara mengurangi level glukosa darah dan mengembalikan berat badan. Selain sebagai antidiabetes flavonoid juga diperkenalkan sebagai obat hypolipidemik dan sebagai antioksidan pada tikus yang diinduksi STZ (Keshari *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian Rahim *et al.*, (2008), tanin pada mangrove memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan pada standar BHT pada pengujian DPPH. Alkaloid diketahui memiliki kemampuan aktifitas sebagai spasmolitik, antifungi, anti bakteri dan anti tumor (Iqbal *et al.*, 2015).

4.2.2. Uji Nilai pH

Hasil uji nilai pH seduhan teh herbal buah bakau *R. mucronata* dengan perlakuan suhu dan lama penyeduhan berkisar antara pH 6,39 – 6,81. Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan tidak berpengaruh nyata terhadap

nilai pH ($p > 0,05$), dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH seduhan teh herbal ($p > 0,05$). Hasil uji Tukey HSD nilai pH dapat dilihat pada Lampiran dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Nilai pH teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

Berdasarkan gambar 15, menunjukkan bahwa nilai pH tertinggi pada penyeduhan teh herbal suhu 80°C selama 10 menit dan nilai pH terendah pada suhu penyeduhan 100°C selama 30 menit. Semakin tinggi suhu yang digunakan pH seduhan teh herbal semakin rendah. Akan tetapi pada penyeduhan 30 menit, semakin tinggi suhu yang digunakan pH teh herbal menurun. Perubahan nilai pH ini dimungkinkan dipengaruhi oleh migrasi kinetik dari katekin dalam elektromigrasi, karena keberadaan kelompok OH menunjukkan pada katekin menyiratkan adanya hubungan pada pH dan demikian terjadi ionisasi molekul (Labbe *et al.*, 2006).

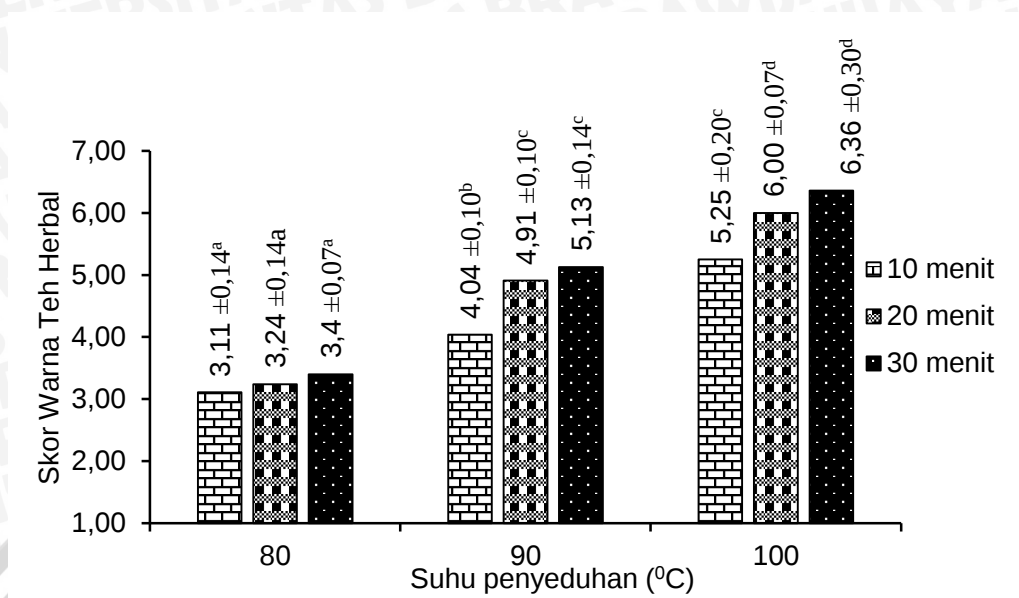
4.2.3. Karakteristik Organoleptik

4.2.3.1. Skoring

A. Warna Teh Herbal

Warna yang dimaksud dalam uji skoring ini adalah warna yang terdapat pada teh herbal buah bakau. Para panelis memberikan skor untuk tingkat warna dari kesembilan perlakuan. Skala skoring yang digunakan untuk warna adalah (1) sangat tidak merah kecoklatan, (2) tidak merah kecoklatan, (3) agak merah kecoklatan, (4) merah kecoklatan, (5) agak lebih merah kecoklatan, (6) sangat merah kecoklatan, (7) amat sangat merah kecoklatan.

Pada analisis keragaman (ANOVA) warna teh herbal buah bakau dengan konsentrasi penyeduhan yang berbeda menggunakan uji skoring didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata terhadap skoring warna teh herbal buah bakau ($<0,05$) dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga berpengaruh nyata ($p<0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD skoring warna dapat dilihat pada Lampiran 19 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik skoring warna teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor skoring warna: 1= sangat tidak merah kecoklatan; 7 = amat sangat merah kecoklatan

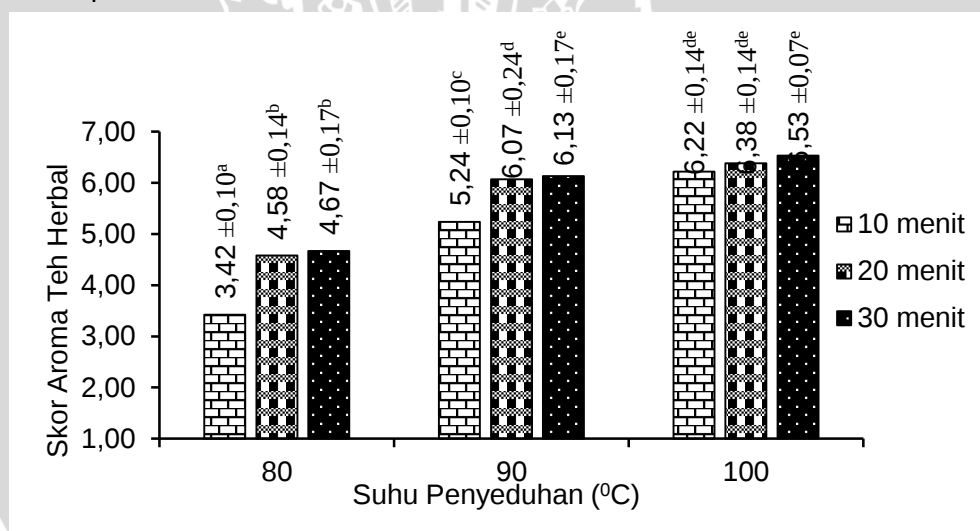
Berdasarkan Gambar 16, hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan suhu dan lama penyeduhan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring warna teh herbal buah bakau. Semakin tinggi suhu penyeduhan yang digunakan dan semakin lama waktu penyeduhan terjadi peningkatan skor warna dari teh herbal. Semakin meningkatnya skor warna teh herbal ini mungkin dikarenakan oleh komponen teh seperti thearubigin dan theaflavin yang dilaporkan dapat memberikan efek pada karakteristik sensori teh khususnya pada kecerahan warna teh (Owuor dan Obanda, 2001).

B. Aroma Teh Herbal

Aroma yang dimaksud dalam uji skoring ini adalah aroma yang terdapat pada teh herbal buah bakau. Para panelis memberikan skor

untuk tingkat aroma dari kesembilan perlakuan. Skala skoring yang digunakan untuk aroma adalah (1) sangat tidak beraroma teh, (2) tidak beraroma teh, (3) agak beraroma teh, (4) beraroma teh, (5) agak lebih beraroma teh, (6) sangat beraroma teh, (7) amat sangat beraroma teh.

Pada analisis keragaman (ANOVA) aroma teh herbal buah bakau dengan konsentrasi penyeduhan yang berbeda menggunakan uji skoring didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata terhadap skoring aroma teh herbal buah bakau ($p < 0,05$) dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD skoring aroma dapat dilihat pada Lampiran 20 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik skoring aroma teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor skoring aroma: 1= sangat tidak beraroma teh; 7 = amat sangat beraroma teh

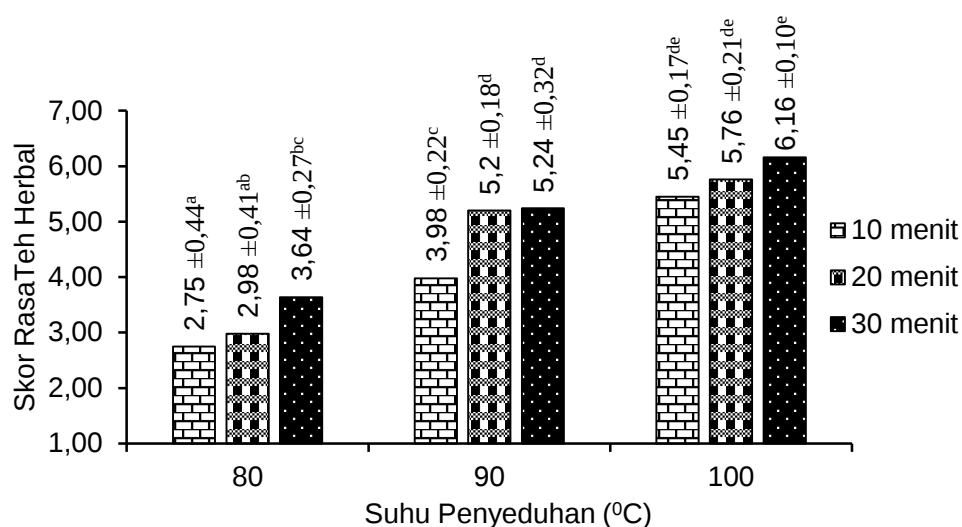
Berdasarkan Gambar 17, hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan suhu dan lama penyeduhan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring aroma teh herbal buah bakau. Semakin

tinggi suhu penyeduhan yang digunakan dan semakin lama waktu penyeduhan terjadi peningkatan skor aroma dari teh herbal. Perbedaan pada skor / nilai seduhan teh mungkin dikarenakan variasi pada komponen flavonoid seperti thearubigin, kafein dan katekin pada setiap suhu dan lama penyeduhan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Peterson *et al.*, (2004), dimana total katekin, theaflavin dan thearubigin semakin meningkat karena peningkatan jumlah teh yang digunakan dan lama waktu penyeduhan.

C. Rasa Teh Herbal

Rasa yang dimaksud dalam uji skoring ini adalah rasa yang terdapat pada teh herbal buah bakau. Para panelis memberikan skor untuk tingkat rasa dari kesembilan perlakuan. Skala skoring yang digunakan untuk rasa adalah (1) sangat tidak sepat, (2) tidak sepat, (3) agak sepat, (4) sepat, (5) agak lebih sepat, (6) sangat sepat, (7) amat sangat sepat.

Pada analisis keragaman (ANOVA) rasa teh herbal buah bakau dengan konsentrasi penyeduhan yang berbeda menggunakan uji skoring didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata terhadap skoring rasa teh herbal buah bakau ($<0,05$) dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga berpengaruh nyata ($p<0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD skoring rasa dapat dilihat pada Lampiran 21 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik skoring rasa teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor skoring rasa: 1= sangat tidak sepat; 7 = amat sangat sepat

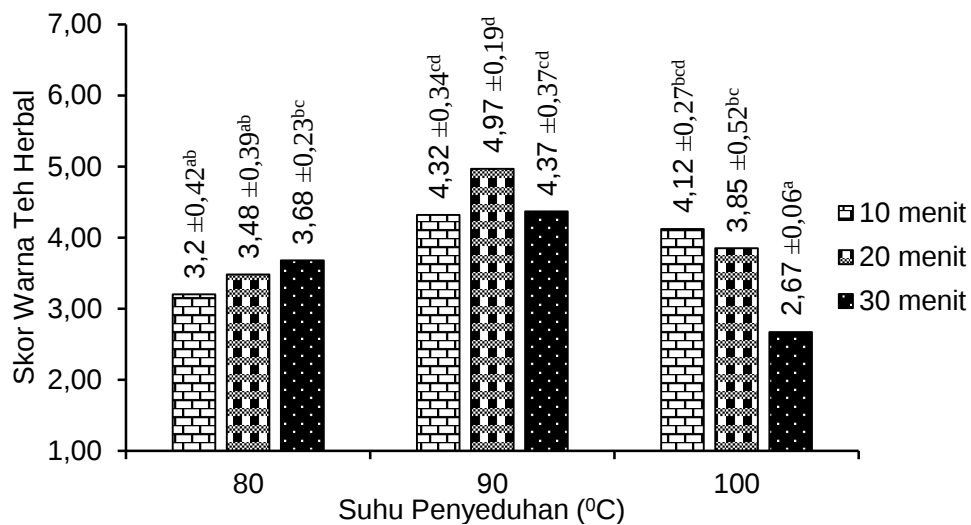
Berdasarkan Gambar 18, hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan suhu dan lama penyeduhan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap skoring rasa teh herbal buah bakau. Semakin tinggi suhu penyeduhan yang digunakan dan semakin lama waktu penyeduhan terjadi peningkatan skor rasa dari teh herbal. Kafein menurut Adnan *et al.*, (2013), merupakan parameter yang penting pada evaluasi sensori teh dimana kafein memiliki kontribusi dalam pengembangan rasa sari teh. Kualitas teh berhubungan erat dengan jumlah kafein yang terbentuk selama penyeduhan. Jumlah komponen lain seperti thearubigin, theaflavin, asam amino dan katekin juga memiliki kontribusi pada karakteristik sensori teh.

4.2.3.2. Hedonik

A. Warna Teh Herbal

Warna merupakan salah satu kualitas penting dalam makanan. Warna juga merupakan karakteristik organoleptik yang penting dalam makanan yang berkaitan dengan penerimaan pasar (Wu dan Sun, 2013). Warna yang dimaksud dalam uji ini adalah warna teh herbal buah bakau. Panelis memberikan nilai berdasarkan kesukaannya terhadap warna teh herbal.

Pada analisis keragaman (ANOVA) warna teh herbal buah bakau dengan perlakuan suhu dan lama penyeduhan yang berbeda menggunakan uji hedonik didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata terhadap hedonik warna teh herbal buah bakau ($<0,05$) dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga berpengaruh nyata ($p<0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD hedonik warna dapat dilihat pada Lampiran 15 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik hedonik warna teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor hedonik warna: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

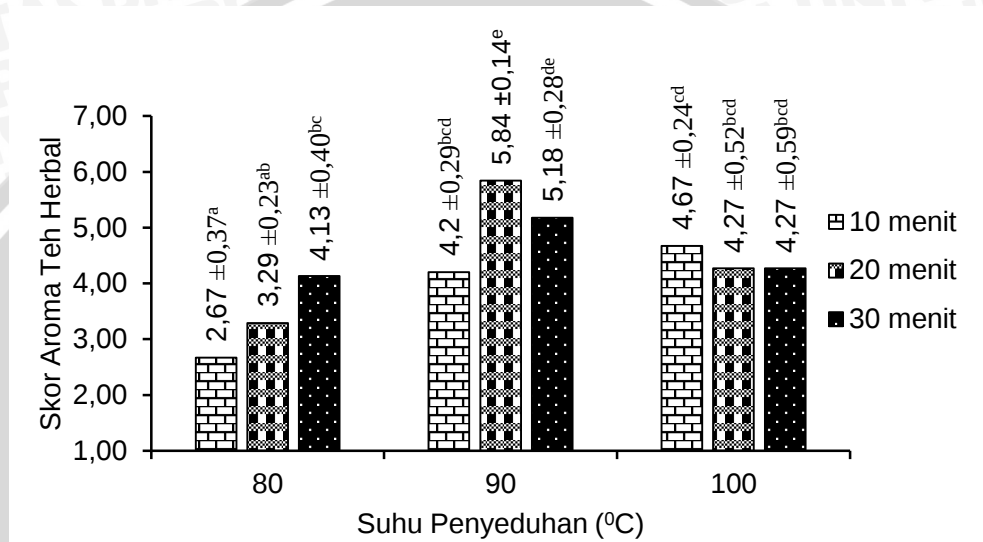
Berdasarkan Gambar 19, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama penyeduhan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai hedonik (kesukaan) warna teh herbal buah bakau. Diketahui bahwa panelis cenderung menyukai teh herbal pada perlakuan suhu penyeduhan 80°C selama 20 menit karena memiliki warna merah kecoklatan.

B. Aroma Teh Herbal

Aroma teh merupakan salah satu faktor penting yang menentukan karakter dan kualitas teh (Yang *et al.*, 2013). Aroma yang dimaksud dalam uji ini adalah aroma teh herbal buah bakau. Panelis memberikan nilai berdasarkan kesukaannya terhadap aroma teh herbal.

Pada analisis keragaman (ANOVA) aroma teh herbal buah bakau dengan perlakuan suhu dan lama penyeduhan yang berbeda menggunakan uji hedonik didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa

perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata terhadap hedonik aroma teh herbal buah bakau ($<0,05$) dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga berpengaruh nyata ($p<0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD hedonik aroma dapat dilihat pada Lampiran 16 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik hedonik aroma teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p<0,05$)
- Skor hedonik aroma: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

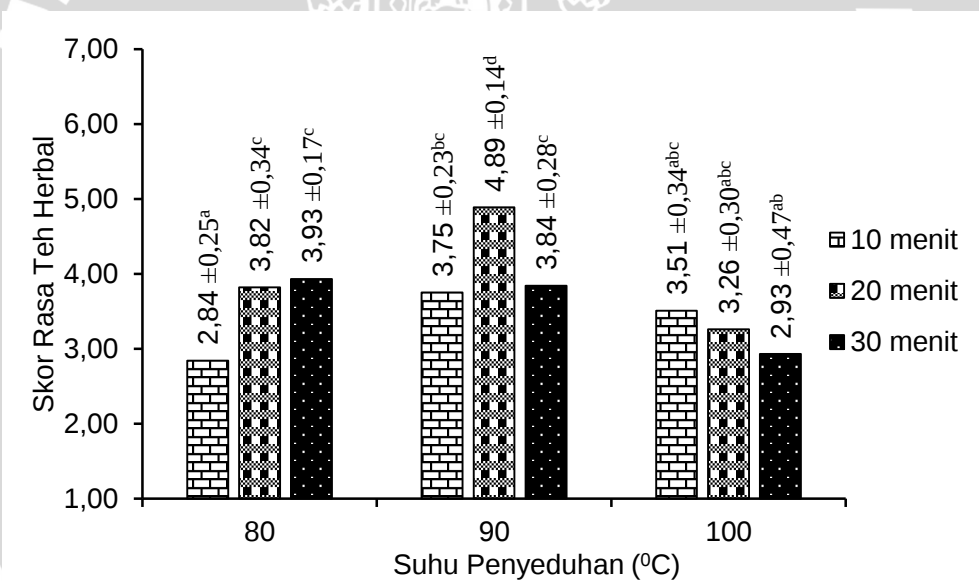
Berdasarkan Gambar 20, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama penyeduhan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai hedonik (kesukaan) aroma teh herbal buah bakau. Diketahui bahwa panelis cenderung menyukai aroma teh herbal pada perlakuan suhu penyeduhan 90°C selama 20 menit karena memiliki aroma teh.

C. Rasa Teh Herbal

Rasa merupakan salah satu faktor penting dalam memilih kualitas makanan. Rasa pahit / sepat merupakan faktor penting karakteristik rasa

teh. Rasa yang dimaksud dalam uji ini adalah rasa teh herbal buah bakau. Panelis memberikan nilai berdasarkan kesukaannya terhadap rasa teh herbal.

Pada analisis keragaman (ANOVA) rasa teh herbal buah bakau dengan perlakuan suhu dan lama penyeduhan yang berbeda menggunakan uji hedonik didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata terhadap hedonik rasa teh herbal buah bakau ($<0,05$) dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga berpengaruh nyata ($p<0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD hedonik rasa dapat dilihat pada Lampiran 17 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik hedonik rasa teh herbal buah bakau

Keterangan :

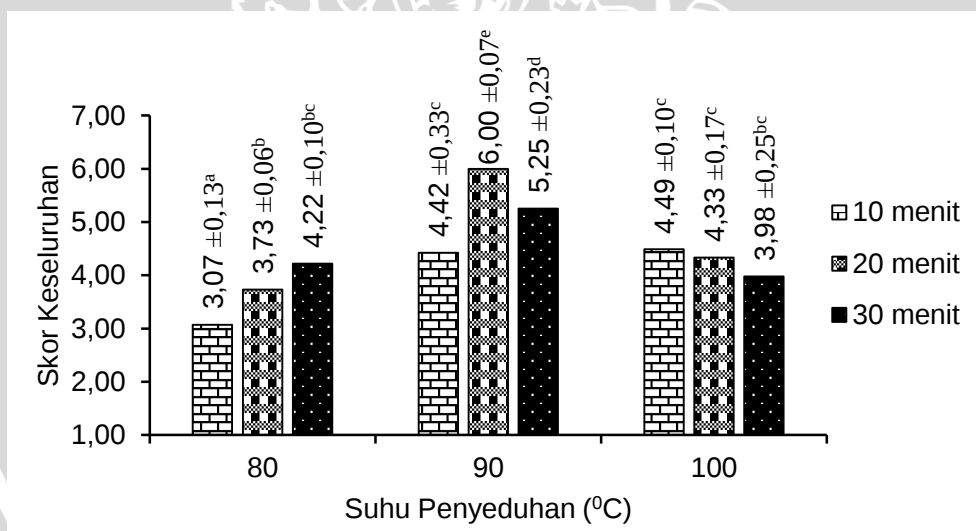
- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p<0,05$)
- Skor hedonik rasa: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

Berdasarkan Gambar 21, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama penyeduhan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai hedonik (kesukaan) rasa teh herbal buah bakau. Diketahui

bahwa panelis cenderung menyukai teh herbal pada perlakuan suhu penyeduhan 90°C selama 20 menit karena memiliki rasa sepat.

D. Keseluruhan Teh Herbal

Pada analisis keragaman (ANOVA) keseluruhan teh herbal buah bakau dengan perlakuan suhu dan lama penyeduhan yang berbeda menggunakan uji hedonik (kesukaan) didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata terhadap hedonik keseluruhan teh herbal buah bakau ($p < 0,05$) dan interaksi antara suhu dan lama penyeduhan juga berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD hedonik keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 18 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik hedonik keseluruhan teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)
- Skor hedonik warna: 1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka

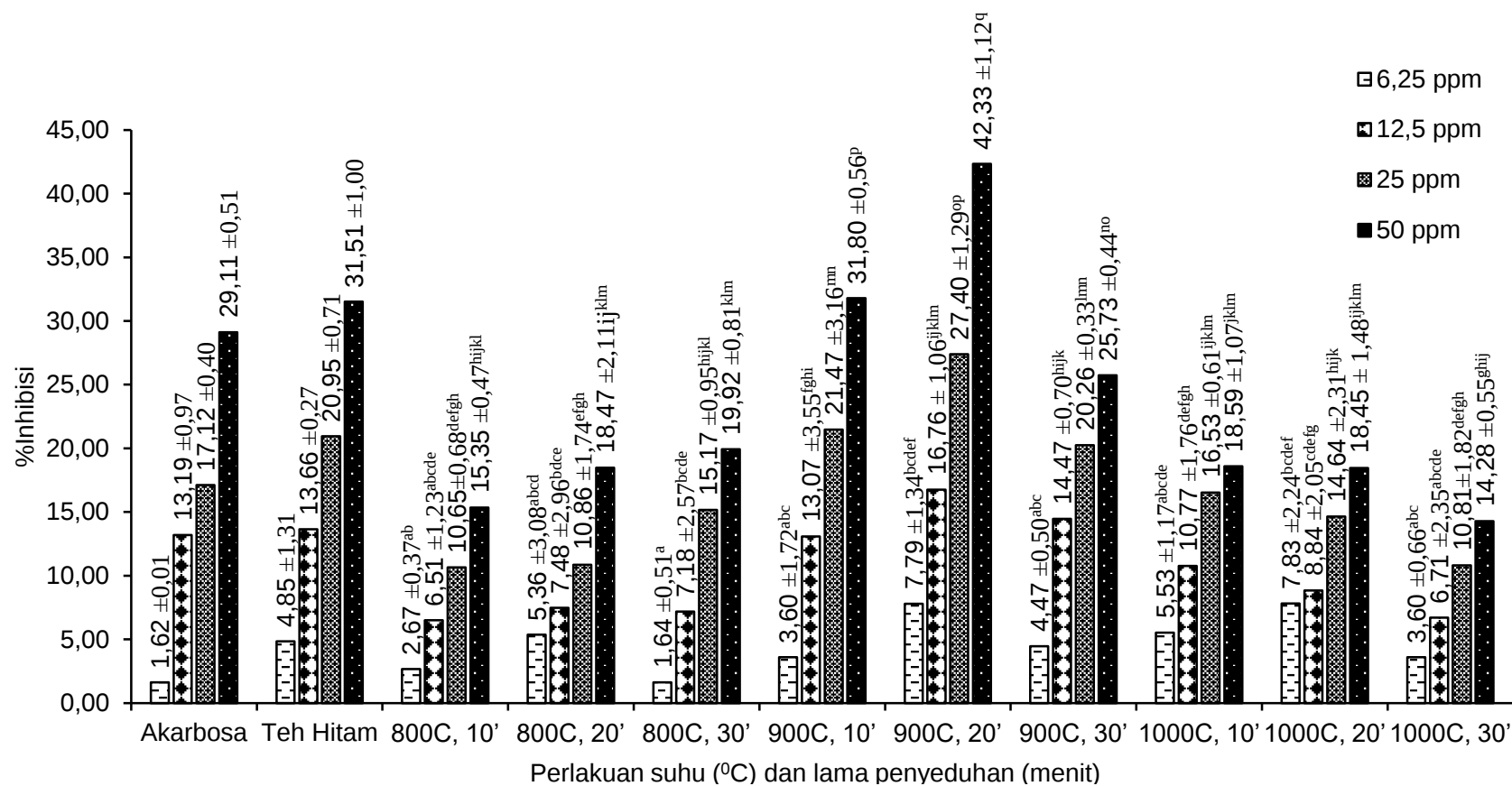
Berdasarkan Gambar 22, hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama penyeduhan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai hedonik (kesukaan) keseluruhan teh herbal buah bakau.

Diketahui bahwa panelis cenderung menyukai teh herbal pada perlakuan suhu penyeduhan 90°C selama 20 menit.

4.2.4. Pengaruh Suhu Dan Lama Penyeduhan Teh Herbal Buah *R. mucronata* terhadap Penghambatan Aktivitas Enzim α -Glukosidase

Pada penelitian ini, dilakukan uji inhibisi dari seduhan teh herbal buah bakau yang diberi perlakuan suhu dan lama penyeduhan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai IC₅₀ dari seduhan teh herbal buah bakau *R. mucronata* dalam menghambat aktivitas α -glukosidase. Pembanding yang digunakan dalam uji inhibisi adalah *akarbose* merk *Glucobay*. *Akarbose* merupakan obat yang umum digunakan dalam menghambat kerja α -glukosidase. Menurut Sugiwati *et al.*, (2009), *akarbose* adalah oligosakarida yang dihasilkan dari proses fermentasi mikroorganisme, *Actinoplanes utahensis*.

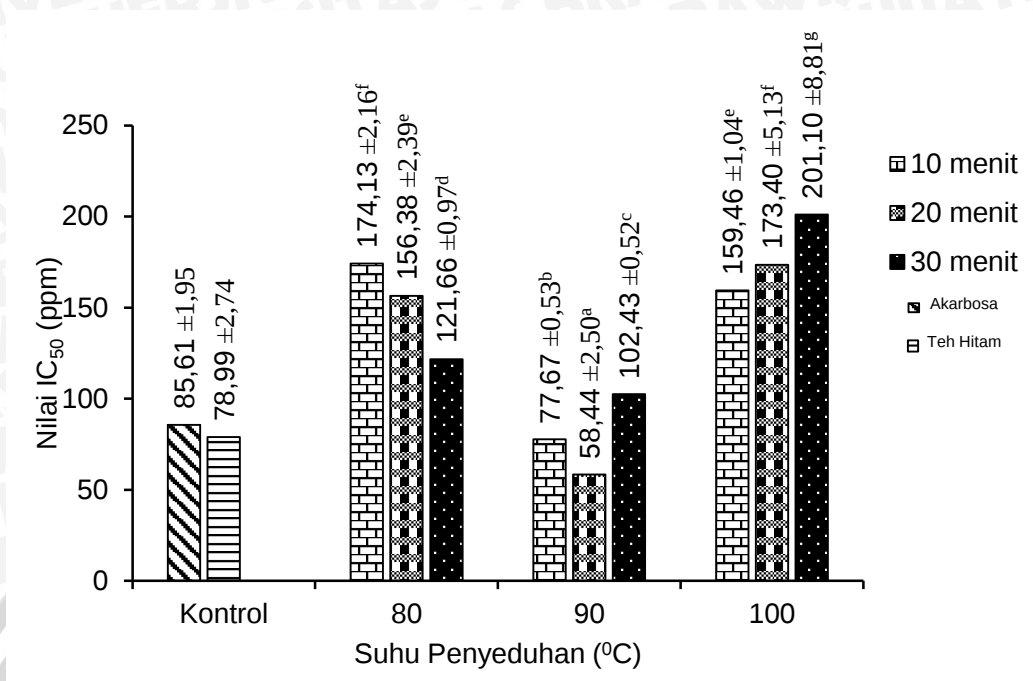
Pada pengujian aktivitas enzim α -glukosidase menggunakan konsentrasi inhibitor sebesar 6,25 ppm, 12,5 ppm, 25 ppm, dan 50 ppm. Pembuatan konsentrasi teh herbal buah bakau *R. mucronata* dalam uji inhibisi enzim α -glukosidase berdasarkan berat basah. Hal ini dikarenakan sampel yang digunakan untuk uji inhibisi adalah air seduhan teh. Perhitungan konsentrasi teh herbal buah bakau *R. mucronata* berdasarkan berat basah dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil analisis keragaman Inhibisi dapat dilihat pada Lampiran 22 dan secara singkat grafik hubungan nilai %inhibisi dengan konsentrasi teh herbal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 23. Hubungan konsentrasi teh herbal buah bakau terhadap %inhibisi α-glukosidase

Gambar 23., menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi konsentrasi maka nilai %inhibisi teh herbal pada perlakuan suhu dan lama penyeduhan mengalami peningkatan. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan jumlah inhibitor pada sampel, yaitu semakin tinggi konsentrasi maka jumlah inhibitor yang ditambahkan semakin besar. Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa penggunaan inhibitor dan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai inhibisi α -glukosidase yang dapat dilihat pada Lampiran 22. Pada gambar diatas dapat diketahui perlakuan penyeduhan suhu 90°C selama 20 menit memberikan nilai %inhibisi yang lebih tinggi dari yang lain yaitu sebesar $42,33\% \pm 1,2373$. Sedangkan pada sampel kontrol akarbosa diperoleh nilai %inhibisi tertinggi pada konsentrasi 50 ppm sebesar $29,11\% \pm 0,50966$. Hal ini menunjukkan bahwa sampel teh herbal memiliki aktivitas penghambatan yang lebih baik dibanding akarbosa.

Nilai IC_{50} merupakan suatu nilai yang menggambarkan besarnya konsentrasi dari teh herbal yang dapat menghambat 50% aktivitas α -glukosidase melalui persamaan regresi linier yang menyatakan hubungan antara konsentrasi teh herbal (x) dengan aktivitas penghambatan α -glukosidase (y). Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan lama penyeduhan teh herbal berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai IC_{50} enzim α -glukosidase. Dan interaksi keduanya juga berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai IC_{50} α -glukosidase. Hasil uji lanjut Tukey dapat dilihat pada Lampiran 23, dan secara singkat dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24. Nilai IC₅₀ teh herbal buah bakau

Keterangan :

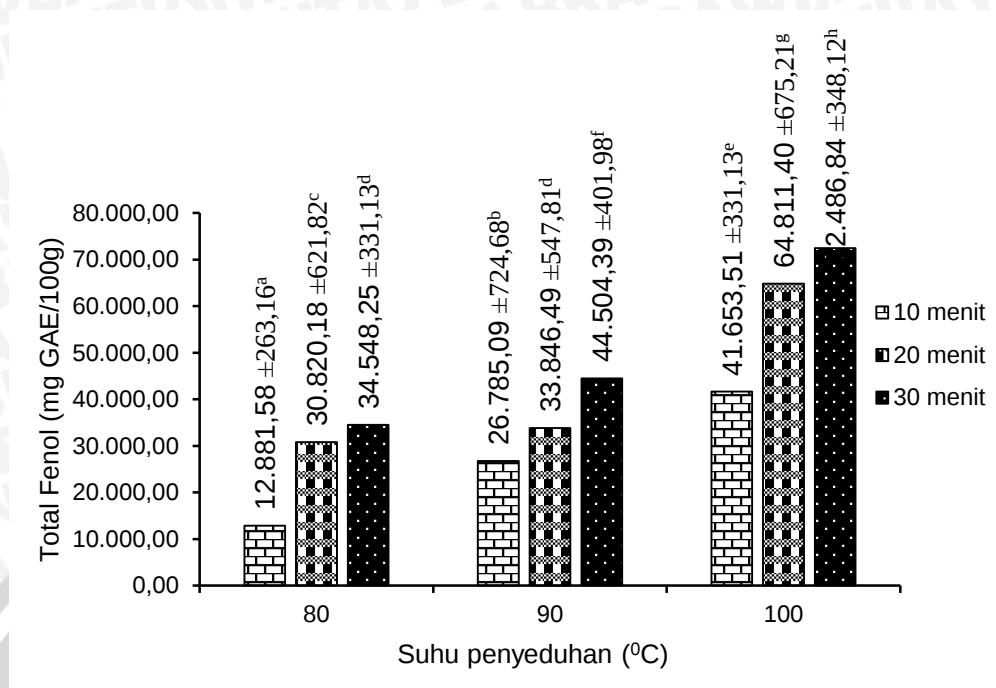
- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

Gambar 24. Menunjukkan bahwa rata – rata nilai IC₅₀ teh herbal buah bakau *R. mucronata* berkisar antara $58,437 \pm 2,50$ – $201,103 \pm 8,81$ ppm. Nilai IC₅₀ paling tinggi dihasilkan pada penyeduhan suhu 100°C selama 30 menit yaitu $201,103 \pm 8,81$ ppm dan nilai IC₅₀ paling kecil dihasilkan pada penyeduhan suhu 90°C selama 20 menit. Nilai IC₅₀ ini lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai IC₅₀ akarbosa yaitu $85,613 \pm 1,946$ dan teh hitam kontrol (Goalpara Black Tea) yaitu $78,99 \pm 2,74$ ppm. Nilai IC₅₀ yang rendah menandakan kemampuan penghambatan (inhibisi) yang besar. Shonisani (2010), menyatakan bahwa penyeduhan teh pada suhu 90°C selama 3 menit menghasilkan aktivitas antioksidan yang paling optimum. IC₅₀ beberapa teh herbal dalam menghambat enzim α -glukosidase pada mamalia telah dilaporkan oleh Lee *et al.*, (2010), IC₅₀ teh hitam, teh oolong dan teh hijau berturut turut adalah 0,56 mg/mL; 0,98 mg/mL; dan 2,8 mg/mL. IC₅₀ dari

inhibitor sangat tergantung pada kondisi pengujian seperti konsentrasi enzim dan keasliannya, jenis substrat dan konsentrasinya, lama waktu reaksi, suhu dan pH. Kemampuan teh hitam sebagai inhibitor dimungkinkan karena kandungan theaflavin pada teh hitam, meskipun konsentrasi theaflavin tidak mempengaruhi aktivitas teh hitam. Oleh karenanya kemampuan penghambatan dapat disebabkan juga karena komponen seluruh bioaktif.

4.2.5. Total Fenol

Fenol adalah suatu senyawa aromatik, yang struktur kimianya diturunkan dari benzena jika satu atau lebih atom hidrogen yang terikat pada inti benzena diganti dengan satu atau lebih gugus hidroksil (Sumardjo, 2006). Penentuan total fenol dilakukan dengan mereaksikan reagen Folin-Ciocalteu dengan sampel ekstrak yang membentuk warna ungu. Total fenol dihitung berdasarkan kurva standar asam galat (Lampiran 25). Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total fenol pada taraf kepercayaan 95%, dan interaksi keduanya juga berpengaruh nyata terhadap total fenol ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD total fenol dapat dilihat pada Lampiran 27 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Nilai total fenol teh herbal buah bakau

Keterangan :

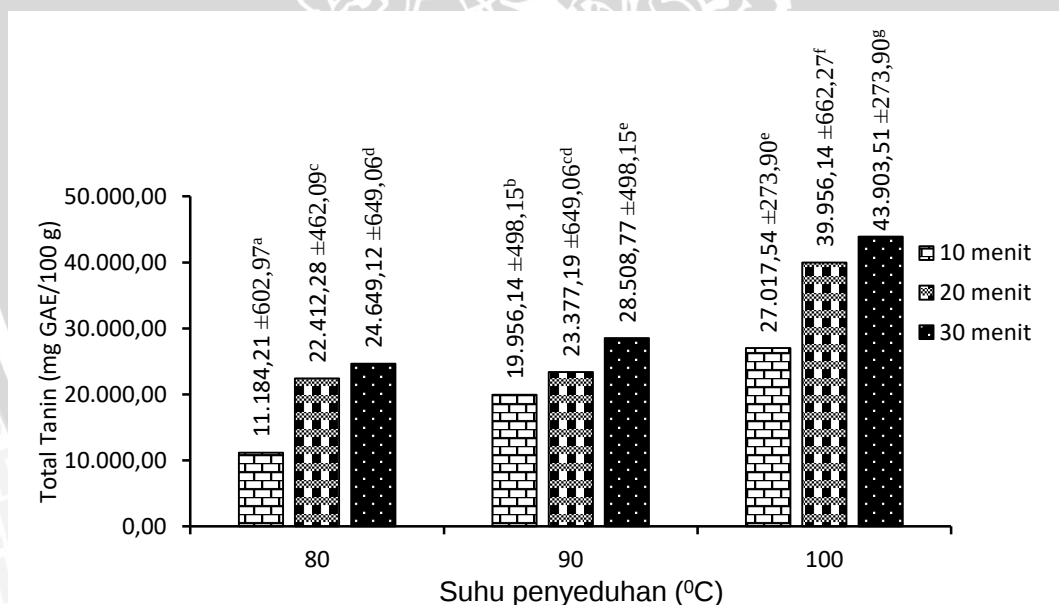
- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

Gambar 25., menunjukkan bahwa rata – rata total fenol sebesar 12881,579 ± 263,16 – 72486,842 ± 348,12. Semakin tinggi suhu penyeduhan total fenol yang diperoleh juga semakin meningkat dan pada lama waktu penyeduhan total fenol juga meningkat dengan semakin lama waktu penyeduhannya. Hal ini sesuai dengan Riehle *et al.*, (2012), yang menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara suhu perebusan, lama perebusan dan total fenol. Semakin lama waktu yang digunakan maka terjadi peningkatan total fenol, dan semakin tinggi suhu penyeduhan maka terjadi peningkatan total fenol mencapai 33%. Sehingga disarankan untuk melakukan ekstraksi total fenol sebaiknya akan lebih efektif bila menggunakan suhu tinggi. Korelasi IC_{50} dengan total fenol dalam penelitian ini menunjukkan hubungan yang negatif. Total fenol pada penyeduhan

suhu 100°C selama 30 menit menghasilkan total fenol tertinggi dibandingkan pada penyeduhan suhu 80°C dan 90°C, akan tetapi aktivitas inhibisinya rendah.

4.2.6. Total Tanin

Total tanin ditentukan dengan mengikat senyawa tanin dalam sampel teh herbal oleh senyawa PVPP sehingga didapatkan total fenol non tanin (Lampiran 28) . Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total tanin pada taraf kepercayaan 95%, dan interaksi keduanya juga berpengaruh nyata terhadap total tanin ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD total tanin dapat dilihat pada Lampiran 29 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Nilai total tanin teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

Gambar 26., menunjukkan bahwa rata – rata total tanin sebesar $11184,211 \pm 602,97 - 43903,50 \pm 273,90$. Semakin tinggi suhu penyeduhan total tanin yang diperoleh juga semakin meningkat dan pada lama waktu penyeduhan total tanin juga meningkat dengan semakin lama waktu penyeduhannya. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rehman *et al.*, (2002), yaitu semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan maka tanin yang terekstrak akan semakin banyak. Namun pada hasil penelitian tersebut total tanin yang didapatkan masih lebih sedikit dibandingkan dengan hasil penelitian ini, hal ini dapat disebabkan karena perbedaan sampel yang digunakan serta lama waktu penyeduhan yang berbeda.

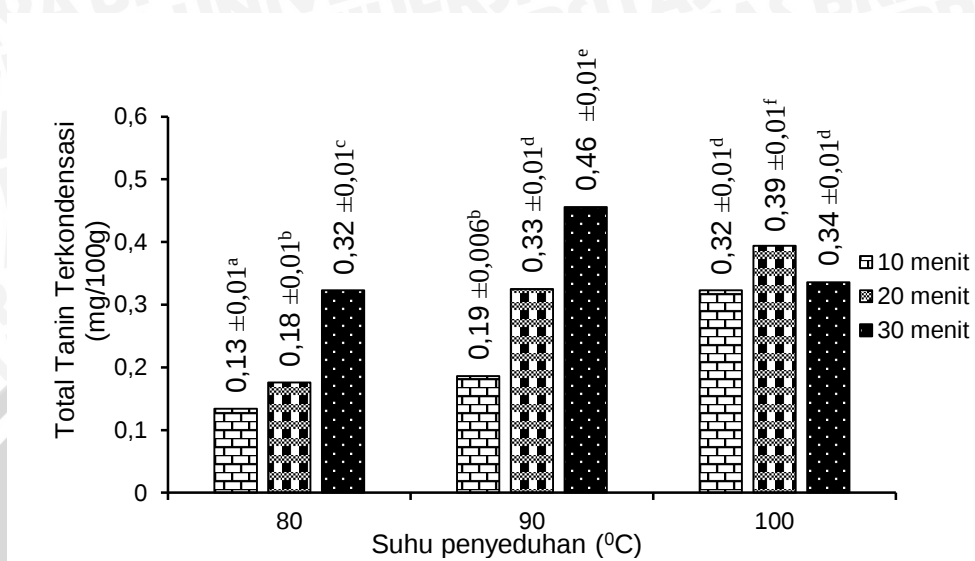
Korelasi IC_{50} dengan total tanin dalam penelitian ini menunjukkan hubungan yang negatif. Total tanin pada penyeduhan suhu $100^{\circ}C$ selama 30 menit menghasilkan total tanin tertinggi dibandingkan pada penyeduhan suhu $80^{\circ}C$ dan $90^{\circ}C$, akan tetapi aktivitas inhibisinya rendah.

4.2.7. Total Tanin Terkondensasi

Oligomer proantosianidin (tanin terkondensasi) merupakan salah satu kelompok yang paling banyak ditemui dari semua komponen fenolik pada tanaman. Tanin terkondensasi merupakan komponen turunan dari oligomerisasi flavan-3-ols seperti katekin dan/atau epikatekin dan epigalokatekin.

Total tanin terkondensasi ditentukan dengan metode Butanol-HCl. Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total tanin terkondensasi pada taraf kepercayaan 95%, dan interaksi keduanya juga berpengaruh nyata terhadap total tanin terkondensasi

($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD total tanin terkondensasi dapat dilihat pada Lampiran 31 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Nilai total tanin terkondensasi teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

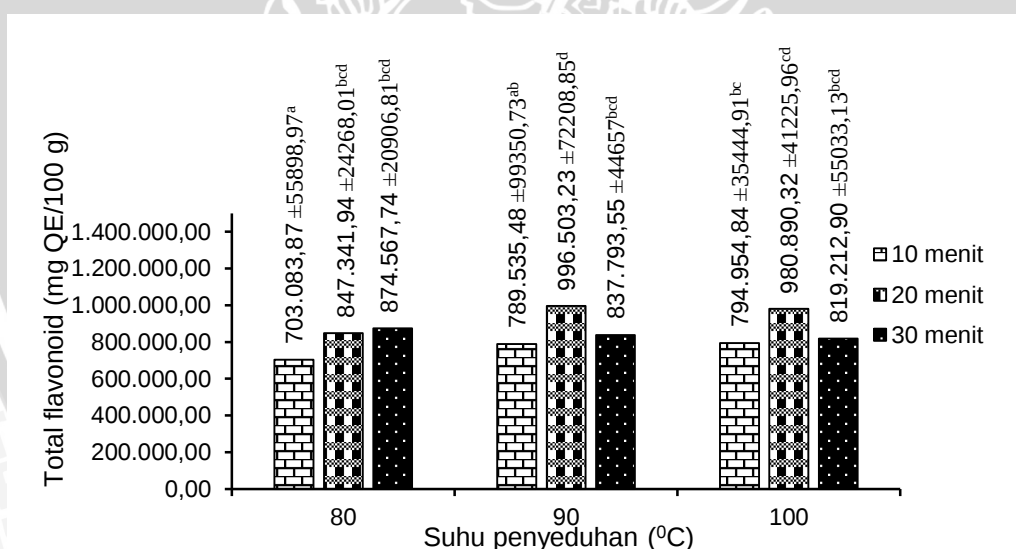
Gambar 27, menunjukkan bahwa rata – rata total tanin terkondensasi sebesar $0,134 \pm 0,009$ – $0,456 \pm 0,011$. Semakin tinggi suhu dan semakin lama penyeduhan total tanin terkondensasi yang diperoleh juga semakin meningkat, meskipun pada penyeduhan suhu 100°C dengan lama 30 menit terlihat terjadi penurunan total tanin terkondensasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Bijaksana (2013), dimana pada penyeduhan teh hitam dengan perlakuan kombinasi suhu dan lama waktu penyeduhan juga terjadi peningkatan nilai total tanin terkondensasi.

Korelasi IC_{50} dengan total tanin terkondensasi dalam penelitian ini menunjukkan hubungan yang negatif. Total tanin terkondensasi pada penyeduhan suhu 100°C selama 20 menit menghasilkan total tanin terkondensasi tertinggi dibandingkan pada penyeduhan suhu 80°C dan 90°C , akan tetapi aktivitas inhibisinya rendah.

4.2.8. Total Flavonoid

Secara epidemiologi komponen flavonoid pada teh berkaitan dengan pengurangan resiko penyakit kardiovaskular (jantung). Secara *in vitro* flavonoid memiliki efek antioksidan dan *vasodilator* dimana pasca meminum teh hijau atau teh hitam secara reguler mampu menurunkan tekanan darah (Hodgson *et al.*, 1999).

Total flavonoid dihitung berdasarkan kurva standar kuersetin (Lampiran 32). Pada analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total flavonoid pada taraf kepercayaan 95%, dan interaksi keduanya juga berpengaruh nyata terhadap total flavonoid ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Tukey HSD total flavonoid dapat dilihat pada Lampiran 41 dan secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Nilai total flavonoid teh herbal buah bakau

Keterangan :

- Notasi huruf yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

Gambar 28, menunjukkan bahwa rata – rata total fenol sebesar 703083,87 ± 55898,97 – 996503,23 ± 72208,85. Semakin tinggi suhu

penyeduhan total flavonoid yang diperoleh juga semakin meningkat akan tetapi semakin lama waktu penyeduhan maka total flavonoid akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Peterson *et al.*, (2004), diketahui bahwa nilai total flavonoid semakin meningkat dengan semakin lama dilakukan penyeduhan teh. Pada penelitian tersebut menggunakan lama waktu penyeduhan antara 2 – 4 menit.

Pemberian isolat flavonoid pada tikus wistar yang diinduksi STZ dapat menurunkan kadar glukosa darah secara drastis. Terjadi penurunan level glukosa darah dari 300 menjadi 185 mg/dL setelah *treatment* menggunakan flavonoid. Pada tikus kontrol (perlakuan dengan *Glibenclamide*) menunjukkan penurunan level glukosa darah mencapai 160 mg/dL (Keshari *et al.*, 2016).

Korelasi IC_{50} dengan total flavonoid dalam penelitian ini menunjukkan hubungan yang positif. Total flavonoid pada penyeduhan suhu 90°C selama 20 menit menghasilkan total flavonoid tertinggi dibandingkan pada perlakuan penyeduhan lainnya, dan juga memiliki aktivitas inhibisi tinggi. Hal ini dimungkinkan karena ada hubungannya dengan komponen flavonoid seperti kuersetin, katekin dan epikatekin.

4.2.9. Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik teh herbal diambil berdasarkan parameter nilai IC_{50} dan organoleptik (hedonik dan skoring). Berdasarkan nilai IC_{50} , teh herbal dengan nilai IC_{50} terendah merupakan teh herbal terpilih karena semakin rendah nilai IC_{50} maka kemampuan penghambatannya semakin besar, sedangkan untuk parameter organoleptik (hedonik) dipilih perlakuan yang paling disukai oleh panelis

selanjutnya dianalisis karakteristiknya berdasarkan organoleptik (skoring).

Penentuan perlakuan terbaik dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Penentuan perlakuan terbaik

Parameter	Perlakuan								
	80°C, 10'	80°C, 20'	80°C,3 0'	90°C, 10'	90°C, 20'	90°C, 30'	100°C, 10'	100°C, 20'	100°C, 30'
Skoring Warna									*
Skoring Aroma									*
Skoring Rasa									*
Hedonik Warna					*				
Hedonik Aroma					*				
Hedonik Rasa					*				
Hedonik Keseluruhan					*				
Nilai IC ₅₀					*				
Total	0	0	0	0	5	0	0	0	3

Berdasarkan ANNOVA dan uji lanjut Tukey untuk nilai IC₅₀ dapat dipilih perlakuan penyeduhan 90°C selama 20 menit memiliki nilai IC₅₀ terendah yaitu 58,44 ppm. Nilai ini lebih rendah dibandingkan sampel kontrol akarbosa yaitu 85,61 ppm.

Pada uji organoleptik untuk parameter warna diketahui bahwa panelis menyukai teh herbal hasil penyeduhan 90°C selama 20 menit, dan berwarna merah kecoklatan. Untuk parameter aroma, panelis menyukai teh herbal dengan penyeduhan 90°C selama 20 menit dimana ia sangat beraroma teh. Untuk parameter rasa, panelis menyukai teh herbal dengan penyeduha 90°C selama 20 menit dimana teh terasa agak lebih sepat. Dan secara keseluruhan panelis menyukai teh herbal dengan penyeduhan 90°C selama 20 menit. Untuk lebih penjelasan lebih lanjut mengenai karakteristik teh herbal dan perbandingannya dengan literatur yang ada dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Karakteristik teh terpilih

Komponen	Teh Herbal Terpilih	Teh Hitam ¹	Teh Daun Sirsak ²
pH	6,60		
Total Fenol	33.846,49 mg GAE/100g	191,97 GAE/100g	372,19 mg GAE/L
Total Tanin	23.377,19 mg GAE/100g	-	-
Total Tanin Terkondensasi	0,33 mg/100g	-	199,16 mg CE/L
Total Flavonoid	996.503,23 mg QE/100g.	0,122 mg/g	36,78 mg QE/L

Sumber : 1) Sudaryat *et al.*, (2015)

2) Hardoko *et al.*, (2015)

Berdasarkan hasil pemaparan diatas diketahui bahwa penyeduhan teh herbal 90°C selama 20 menit terpilih sebagai perlakuan terbaik pada penelitian ini. Berdasarkan penelitian pendukung yang dilakukan diketahui teh herbal terpilih memiliki kadar pH 6,60 dan kandungan bioaktif teh herbal terpilih yaitu total fenol 33.846.49 mg GAE/100g, total tanin 23.377,19 mg GAE/100g, total tanin terkondensasi 0,33 mg/100g, dan total flavonoid 996.503,23 mg QE/100g.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Perlakuan suhu dan lama penyeduhan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*) yang paling efektif dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase adalah suhu 90°C selama 20 menit dengan nilai IC₅₀ sebesar 58,437 $\pm$ 2,498 ppm, dengan kandungan biaktif total fenol 33.846,49 mg GAE/100g, total tanin 23.377,19 mg GAE/100g, total tanin terkondensasi 0,33 mg/100g dan total flavonoid 996.503.23 mg QE/100g.
2. Teh herbal buah bakau (*Rhizophora mucronata*) dapat digunakan sebagai inhibitor enzim α -glukosidase.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan peneliti pada penelitian berikutnya sebaiknya dilakukan penelitian pula mengenai ampas seduhan teh herbal apakah terdapat bioaktif yang mampu menghambat aktivitas enzim α -glukosidase. Dan diperlukan penelitian apakah kemampuan penghambatan enzim tidak berubah setelah ampas digunakan pada penyeduhan ke 2 kali.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., A. Ahmad, A. Ahmed, N. Khalid, I. Hayat and I. Ahmed. 2013. Chemical Composition and Sensory Evaluation of Tea (*Camellia sinesis*) Commercialized in Pakistan. *Pak. J. Bot.* **45**(3): 901-907.
- Anderson, R.A., dan M.M. Polansky. 2002. Tea Enhances Insulin Activity. *J. Agric. Food Chem.* **50**: 7182-7186.
- AOAC. 1994. Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemist. Washington D.C., USA.
- Arumugam, S., D. Palanisamy and R.T. Sambadam. 2014. Identification of Bioactive Compounds of *Rhizophora mucronata* Poir. Leaves Using Supercritical Fluid Extraction and GC-MS. *World J. of Pharm. And Pharmaceutical Scie.* **3**(10): 1621-1631.
- Bandaranayake, W.M. 2002. Bioactivities, Bioactive Compounds And Chemical Constituents of Mangrove Plants. *Wetl. Ecol. Manag.* **10**: 421-452.
- Bansal, S., S. Choudhary, M. Sharma, S.S. Kumar, S. Lohan, V. Bhardwaj, N. Syan, S. Jyoti. 2013. Tea: A Native Source of Antimicrobial Agents. *Food Research International.* **53**(2): 568-584.
- Bekhit, A.E.A., V.J. Cheng, M. McConnel, J.H. Zhao, R. Sedcole, dan R. Harrison. 2011. Antioxidant Activities, Sensory and Anti-Influenza Activity of Grape Skin Tea Infusion. *Food Chemist.* **129**(3): 837-845.
- Bijaksana, M.I. 2012. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan Teh Hitam (*Camelia sinensis*) Serta Proses Pencernaan In-Vitro Terhadap Aktivitas Inhibisi Lipase. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Ciulei, J. 1984. *Methodology for Analysis of Vegetables and Drugs*. Bucharest Rumania: Faculty of Pharmacy. Rumania p. 11-26.
- Dajanta, K., P. Janpum dan W. Leksing. 2013. Antioxidant Capacities, Total Phenolics And Flavonoids in Black and Yellow Soybeans Fermented by *Bacillus subtilis*: A Comparative Study of Thai Fermented Soybeans (*thua nao*). *International Food Research Journal* **20**(6): 3125 – 3132.
- Dennis, L. 2005. *Harrison's Principles of Internal Medicine. Volume II, 16th edition*. New York: Mc Graw Hill 2680 pp.
- Deusing, D. J., S. Winter, A. Kler, E. Kriesl, B. Bonnlander, U. Wenzel, E. Fitzenberger. 2015. A Catechin-Enriched in *Caenorhabditis elegans* Through Sir-2.1 and uba-1 Dependent Hormesis. *J. Fitoterapia* **102**: 163-170.
- Dewi, R.F. 2014. *Diabetes Bukan untuk Ditakuti Tetap Sehat dengan Pengaturan Pola Makan Bagi Penderita Diabetes Tipe 2*. Agromedia. Jakarta. 144 hlm

- Direktorat Bina Farmasi Komunitas dan Klinik. 2005. *Pharmaceutical Care untuk Penyakit Diabetes Melitus*. Direktorat Jenderal Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan Departemen Kesehatan RI. 89 hlm.
- Duke, N.C. 2006. *Rhizophora apiculate, R. mucronata, R. stylosa, R. x annamalai, R. x lamarckii* (Indo-West Pacific Stilt Mangrove). *Permanent Agriculture Resources* **2**(1).
- FAO. 2002. *Quantification of Tannin in Tree Foliage*. Working Document IAEA, VIENNA.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. *Mangrove of Asia 1980-2005: Country Reports*.
- Gao H., Y.N Huang, B. Kao, dan J. Kawabata. 2008. Chebulagic Acid Is a Potent α -Glucosidase Inhibitor. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **72**(2): 601-603.
- Greenfield, M., O. Kolterman, J.M. Olefsky, dan G.M. Reaven. 1978. The Effect of Ten Days of Fasting on Various Aspects of Carbohydrate Metabolism in Obese Diabetic Subjects with Significant Fasting Hyperglycemia. *Metabolism*. **27**(12): 1839-1852.
- Gurudeeban, S., S. Kaliyamurthi, H.S. Sheikh, dan R. Thiruganasambandam. 2014. Molecular Docking, Isolation and Biological Evaluation of *Rhizophora mucronata* Flavonoids as Anti-Nociceptive Agents. *Biomedicine & Preventive Nutrition*. **4**(4): 555-560.
- Handoko, T., G. Suhandjaja, dan H. Mulyana. 2012. Hidrolisis Selulosa dalam Buah Bintaro sebagai Sumber Bahan Baku Bioetanol. *J.Tek. Kim. Indon.* **11**(1): 26-33.
- Hardoko, E. Suprayitno, Y.E. Puspitasari and R. Amalia. 2015. Study of Ripe *Rhizophora mucronata* Fruit Flour as Functional Food for Antidiabetic. *International Food Research Journal*. **22**(3): 953-959.
- Hardoko, Y.E. Puspitasari dan E. Suprayitno. 2015. α -Glucosidase Inhibitory Activities of *Rhizophora mucronata* Fruit Powder. *International Journal of ChemTech Research*. **8**(1): 211-215.
- Hardoko, T.S. Putri, dan Eveline. 2015. In Vitro Anti-Gout Activity and Phenolic Content of "Black Tea" Soursop *Annona muricata* L.) Leaves Brew. *J. Chem. And Pharm Research*. **7**(11): 735 – 743.
- Haron, N dan N. Raob. 2014. Changes in Micronutrient, Total Phenolic and Anti Nutrient Contents during Preparation of Tempeh. *J. of Nutr. and Food Scie.* **4**(2): 25-38.
- Hartoyo, A. 2003. *Teh dan Khasiatnya Bagi Kesehatan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 46 hlm.
- Heath, H.B. 1981. Source Book of Flavors: (AVI Sourcebook and Handbook Series). Library of Congress Cataloging-in-Publication Data: New York. 865 hlm.

- Hodgson, J., L.J. Beilin dan I.B. Puddey. 1999. Effects on Blood Pressure of Drinking Green and Black Tea. *J. of Hypertension*. **17**(4):457-463.
- Hutchings, J.B. 1999. *Food Color and Appearance*. Aspen Publisher Inc. Marylan. 610 hlm
- International Diabetes Federation (IDF). 2014. IDF Diabetes Atlas Sixth Edition. Poster. <http://www.idf.org/diabetesatlas>. Diakses pada tanggal 7 Maret 2016.
- Iqbal, E., K. A. Salim, dan L. B. L. Lim. 2015. Phytochemical Screening, Total Phenolics and Antioxidant Activities of Bark and Leaf Extracts of *Goniothalamus velutinus* (Airy Shaw) from Brunei Darussalam. *J. of King Saud Univ.- Scie*. **27**(3): 224-232.
- Joubert, E., W.C.A. Gelderblom, A. Louw, dan D de Beer. 2008. South African Herbal Teas: *Aspalathus linearis*, *Cyclopia spp.* And *Athrixia phylicoides*- A Review. *J. Ethnopharm*. **119**: 376-412.
- Karmana, O. 2006. *Biologi : untuk kelas XI Semester 1 Sekolah Menengah Atas*. Grafindo Media Pratama. Bandung. 154 hlm.
- Keshari, A. K., G. Kumar, P. S. Kushwaha, M. Bhardwaj, P. Kumar, A. Rawat, D. Kumar, A. Prakash, B. Ghosh, dan S. Saha. 2016. Isolated Flavonoids from *Ficus racemosa* Stem Bark Possess Antidiabetic, Hypolipidemic and Protective Effects in Albino Wistar Rats. *J. of Ethnopharm*. **181**: 252-262.
- Koch, I.S., M. Muller, E. Joubert, M. van der Rijst, and T. Næs. 2012. Sensory Characterization of Rooibos Tea and the Development of a Rooibos Sensory Wheel and Lexicon. *J. Food Research International*. **46**(1): 217-228.
- Kosinska, A. dan W. Andlauer. 2014. *Antioxidant Capacity of Tea: Effect of Processing and Storage*. Elsevier Inc. p. 109 -120.
- Krishnaiah, D., R. Sarbatly dan A. Bono. 2007. Standard Review: Phytochemical Antioxidant for Health and Medicine – A move Toward Nature. *Biotech. And Mol. Bio. Review*. **1**(4): 097-104.
- Krishnaiah, D., T. Devi, A. Bono, dan R. Sarbatly. 2009. Studies on Phytochemical Constituents of Six Malaysian Medicinal Plants. *J. Biotechnol. Mol. Biol*. **1**: 097-104.
- Kuzuya, T., S. Nakagawa, J. Satoh, Y. Kanazawa, Y. Iwamoto, M. Kobayashi, K. Nanjo, A. Sasaki, Y. Seino, C. Ito, K. Shima, K. Nonaka, dan T. Kadowaki. 2002. Report of the Committee on the Classification and Diagnostic Criteria of Diabetes Mellitus. *Diabetes Researc and Clinical Practice*. **55**:65-85.
- Labbe, D., A. Tremblay dan L. Bazinet. 2006. Effect of Brewing Temperature and Duration on Green Tea Catechin Solubilization: Basis for Production of EGC and EGCG-Enriched Fractions. *Separation and Purification Technology*. **49**(1): 1-9.

- Lamarck. 1804. *Rhizophora mucronata* Taxonomy. Encycl. (6): 189. http://zipcodezoo.com/index.php/Rhizophora_mucronata. Diakses pada 7 Maret 2016.
- Lau, A and Harper, W. 2007. Thiazolidinediones and Their Effect on Bone Metabolism: A Review. *Canadian Journal Of Diabetes* **31**(4): 378-383.
- Lawless, H.T. dan H. Heymann. 1999. *Sensory Evaluation of Food : Principles and Practices*. New York: Springer Science. 827 pp.
- Lebovitz, H.E. 1992. Oral Antidiabetic Agents, The Emergence of α -Glucosidase Inhibitors. *Drugs*. **44**: 21-28.
- Lee, W.K., L.W. Lin, Y.L. Ying, S. Kasapis dan D. Huang. 2010. Evaluation of Different Teas Against Starch Digestibility by mammalian Glycosidases. *J. of Agri. And Food Chems.* **58**(1):148-154.
- Lin, C., dan J. Lin. 2008. Epigallocatechin Gallate (EGCG) Attenuates High Glucose-Induced Insulin Signaling Blockade in Human HepG2 Hepatoma Cells. *J. Mol. Nutr. Food. Res.* **52**(1): 930-939.
- Maiti, R., D. Jana, U.K. Das, D. Ghosh. 2004. Antidiabetic Effect of Aqueous Extract of Seed of *tamarindus indica* in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *J. of Ethnopharmacology*. **92**(1): 85-91.
- Mulyani, S.E.S. 2006. *Anatomi Tumbuhan*. Kanisius.Yogyakarta. 320 hlm.
- Murray R.K., D.K. Granner, P.A. Mayes, dan V.W. Rodwell. 2003. *Harper Illustrated Biochemistry*. 27th ed. Mc Graw Hill: United State. 703 pp.
- Nindiyasari, S. 2012. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan Teh Hijau (*Camellia sinensis*) Serta Proses Pencernaan *In Vitro* Terhadap Aktivitas Inhibisi Lipase. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Orwa, C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass, dan S. Anthony. 2009. Agroforestry Database : a tree reference and selection guide version 4.0, *Rhizophora mucronata*. (<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedatabases.asp>).
- Owuor, P.O., dan M. Obanda. 2000. Comparative Responses in Plain Black Tea Quality Parameters of Different Tea Clones to Fermentation Temperature and Duration. *Food Chemist.* **72**(3): 319-327.
- Ozturk, B., F. Seyhan, I.S. Ozdemir, B. Karadeniz, B. Bahar, E. Ertas, dan S. Ilgaz. 2016. Change of Enzyme Activity and Quality During the Processing of Turkish Green Tea. *LWT-Food Science and Technology*. **65**: 318-324.
- Patel, D.K., R. Kumar, D. Laloo, S. Hemalatha. 2012. Diabetes Melitus: An Overview on Its Pharmacological Aspects and Reported Medicinal Plants Having Antidiabetic Activity. Abstrak. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* **2**(5): 411-420.

- Paterson, J., J. Dwyer, P. Jacques, W. Rand, R. Prior dan K. Chui. 2004. Tea Variety and Brewing Techniques Influence Flavonoid Content of Black Tea. *J. of Food Compos. And Analysis*. **17**(3):397-495.
- Pomeranz, Y. Dan Clifton E. M. 1994. *Food Analysis: Theory and Practice*, Third Edition. Chapman and Hall. New York. 778 hlm
- Priyanto, R. A. 2012. Aktivitas Antioksidan dan Komponen Bioaktif pada Buah Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk.). Abstrak Skripsi. Fakultas Pertanian dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Puls, W., U. Keup, H.P. Krause, G. Thomas dan F. Hoffmeister. 1977. Glucosidase Inhibition: A New Approach to the treatment of Diabetes, Obesity, and Hyperlipoproteinaemia. *Naturwissenschaften*. **64**: 536-537.
- Purnobasuki, H. 2004. Potensi Mangrove Sebagai Tanaman Obat. *Biota*. **2**: 125-126.
- Purwaningsih, S., E. Salamah, A. Y. P. Sukarno dan E. Deskawati. 2013. Aktivitas Antioksidan dari Buah Mangrove (*Rhizophora mucronata* Lamk.) Pada Suhu yang Berbeda. *J. Pengolahan Hasil Perik. Indon*. **3**(16): 199-206.
- Purwatresna, E. 2012. Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Air dan Etanol Daun Sirsak Secara *In Vitro* Melalui Inhibisi Enzim α -Glukosidase. *Skripsi*. IPB. Bogor.
- Rahim, A. A., E. Rocca, J. Steinmetz, M. J. Kassim, M. S. Ibrahim, dan H. Osman. 2008. Antioxidant Activities of Mangrove *Rhizophora apiculata* Bark Extracts. *J. Food Chems*. **107**(1): 200-207.
- Ramachandran, S., A. Rajasekaran dan K.T.M. Kumar. 2011. Antidiabetic, Antihyperlipidemic and Antioxidant Potential of Methanol Extract of *Tectona grandis* Flowers in Streptozotocin Induced Diabetic Rats. *J. of Trop. Med*. **4**(8): 624-631.
- Ramadhani, N., Y.A. Purwanto, dan R. Poerwanto. 2015. Pengaruh Durasi Pemaparan Etilen dan Suhu *Degreening* untuk Membentuk Warna Jingga Jeruk Siam Banyuwangi. *J. Hort*. **25**(3): 277-286.
- Rehman, S.U., K. Almas, N. Shazadi, N. Bhatti, dan A. Saleem. 2002. Effect of Time and Temperature on Infusion of Tannins from Commercial Brands of Tea. *Int. J. Agri. Biol*. **4**(2):285-287.
- Ravikumar, C. 2014. Review on Herbal Teas. *J. Pharm. Sci. & Res*. **6**(5): 236-238.
- Riehle, P., M. Vollmer dan S. Rohn. 2012. Phenolic Compounds in *Cistus incanus* Herbal Infusions – Antioxidant Capacity and Thermal Stability During the Brewing Process. *J. Food Resc. International*. **30**: 1-9.
- Rohdiana, D. 2015. Teh : Proses, Karakteristik & Komponen Fungsionalnya. *Food Review Indonesia*. **10**: 34-37.
- Sasongko, W. T., Lies, M.Y., Zaenal, B., Mugiono. 2010. Optimalisasi Peningkatan Tanin Daun Nangka dengan Protein Bovine Serum Albumin. *Buletin Peternakan*. **34**(3): 154-158.

- Setiawan, E., R. Efendi, dan N. Herawati. 2016. Pemanfaatan Buah Pedada (*Soneratia caseolaris*) dalam Pembuatan Selai. *Jom. Faperta*. **3(1)**: 1-14.
- Singarimbun, M. dan S. Effendi. 1987. *Metode Penelitian Survey*. Edisi Revisi LP3ES. Jakarta.
- Shofiati, A., M.A.M. Andriani dan C. Anam. 2014. Kajian Kapasitas Antioksidan dan Penerimaan Sensoris Teh Celup Kulit Buah Naga (Pitaya Fruit) dengan Penambahan Kulit Jeruk Lemon dan Stevia. *J. Tek. Pang.* **3(2)**: 5-13.
- Shonisani, N. 2010. Effects of Brewing Temperature And Duration on Quality of Black Tea (*Camellia sinensis*) and Equal (50:50) Combination of Bush Tea (*Athrixia Phyllicoides* Dc.) and Black Tea. Mini-Dissertation. Faculty of Science and Agriculture. University of Limpopo.
- Soekarto, S.E. 1985. *Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bantara Karya Aksara: Jakarta. 121 hlm
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 3836:2013.. 2013. Teh Kering dalam Kemasan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sudarmaji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty : Yogyakarta.
- Sudaryat, Y., M. Kusmiyati, C.R. Pelangi, A. Rustamsyah, dan D. Rohdiana. 2015. Aktivitas Antioksidan Seduhan Sepuluh Jenis Mutu Teh Hitam (*Camellia sinensis* O. Kuntze) Indonesia. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*. **18(2)**: 95-100
- Sugiwati, S., S. Setiasih, dan E. Afifah. Antihyperglycemic Activity of the Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) iBoerl). Leaf extracts as An-Alpha-Glucosidase Inhibitor. *J. Makara Kesehatan*. **13(2)**: 74-78.
- Sumardjo, D. 2006. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Fakultas Bioeksata*. Penerbit EGC: Jakarta. 655 hlm.
- Sundari, D., B. Nuratmi, dan M.W. Winarno. 2009. Toksisitas Akut (LD50) dan Uji Gelagat Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis* Linn.) Kunze) pada Mencit. *Artikel Media Penelit. Dan Pengembang. Kesehat*. **19(4)**:198-203.
- Syah, A.N.A. 2006. *Taklukkan Penyakit dengan Teh Hijau*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.124 hlm.
- Tadera, K., Y. Minami, K. Takamatsu dan T. Matsuoka. 2006. Inhibition of α -Glucosidase and α -Amylase by Flavonoids. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*. **52(1)**: 149-153.
- Tang, W., S. Li, Y. Liu, M. T. Huang, dan C. T. Ho. 2013. Anti-diabetic Activity of Chemically Profiled Green Tea and Black Tea Extracts in a Type 2 Diabetes Mice Model Via Different Mechanisms. *J. of Funct. Food*. **5(4)**: 1784-1793.

- Timoteo, P., A. Karioti, S.G Leitao, F.F. Vincieri, A.R. Bilia. 2015. A Validated HPLC Method for the Analysis of Herbal Teas from Three Chemotypes of Brazilian *Lippia alba*. *J. Food Chem.* **175**(1): 366-373.
- Vitahealth. 2006. *Diabetes*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 152 hlm.
- Vuong, Q.V., J.B. Golding, C.E. Stathopoulos, and P.D. Roach. 2013. Effects of Aqueous Brewing Solution pH on the Extraction of the Major Green Tea Constituents. *J. Food Research International.* **53**: 713-719.
- Vuong, Q.V., J.B. Golding, C.E. Stathopoulos, M.H. Nguyen and P.D. Roach. 2011. Optimizing Conditions for the Extraction of Catechins from Green Tea Using Hot Water. *J. Sep. Sci.* **34**: 3099-3106.
- Wang, Y., S. Huang, S. Shao, L. Qian, dan P. Xu. 2012. Studies on Bioactivities of Tea (*Camelia sinesis* L.) Fruit Peel Ekstract : Antioxidant Activity and Inhibitory Potential Against α -Glucosidase and α -Amylase *In Vitro*. *Industrial Crop and Products.* **37**(1) : 520-526.
- WHO Departement of Noncommunicable Disease Surveillance Geneva. 1999. Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and Its Complications. *Report of a WHO Consultation*. Part 1: *Diagnosis and Classification of Diabetes Melitus*.
- WHO (World Health Organization). 1980. *The WHO expert committee on Diabetes Mellitus: Second Report*. Geneva: World Health Organization Technical Report Series 646. 80 hlm.
- Wu, D. dan D.W. Sun. 2013. Color Measurements by Computer Vision for Food Quality Control – A Review. *Trends in Food Scie. And Tech.* **29**: 5-20.
- Yang, Z., S. Baldermann dan N. Watanabe. 2013. Review: Recent Studies of the Volatile Compound in Tea. *J. Food Resch. International.* **53**: 585-599.
- Yuwono, S.S. dan T. Susanto. 2001. *Penguian Fisik Pangan*. UNESA University Press : Surabaya. 63 hlm.
- Zou, Y., Lu, Y. and Wei, D. 2004. Antioxidant Activity of Flavonoid-Rich Extract of *Hypericum perforatum* L. in Vitro. *J. Agri. and Food Chem.* **52**: 5032-5039.

Lampiran 1. Lembar uji organoleptik dengan uji multiple comparison

Tanggal : Nama Panelis :

Bahan yang diuji : Jenis Uji :

Instruksi

1. Dihadapan saudara disajikan enam macam sampel produk dengan kode yang berbeda, dan satu sampel standar (R). Bandingkan aroma, warna, dan rasa sampel dengan sampel standar dengan cara melihat, membau dan mencicipi sampel R terlebih dahulu kemudian sampel produk.
2. Sebelum saudara mencicipi sampel berikutnya, saudara diminta untuk berkumur menggunakan air putih yang telah disediakan dan tunggu sekitar 1-2 menit sebelum melanjutkan mencicipi sampel berikutnya.
3. Berikan penilaian untuk masing – masing sampel dihadapan anda dengan memberi tanda $\checkmark$.

Warna

	Kode					
	531	755	362	177	280	691
Lebih merah kecoklatan dari R						
Sama dengan R						
Kurang merah kecoklatan dari R						

Tingkat Perbedaan

	Kode						
	R	531	755	362	177	280	691
Sangat lebih merah kecoklatan							
Lebih merah kecoklatan							
Agak lebih merah kecoklatan							
Sama / tidak berbeda							
Agak kurang merah kecoklatan							
Kurang merah kecoklatan							
Sangat tidak merah kecoklatan							

Aroma

	Kode					
	531	755	362	177	280	691
Lebih beraroma dari R						
Sama dengan R						
Kurang beraroma dari R						

Tingkat perbedaan

	Kode						
	R	531	755	362	177	280	691
Sangat lebih tajam							
Lebih tajam							
Agak lebih tajam							
Sama / tidak berbeda							
Agak kurang tajam							
Kurang tajam							
Sangat tidak tajam (tak beraroma)							

Rasa

	Kode					
	531	755	362	177	280	691
Lebih sepat dari R						
Sama dengan R						
Kurang sepat dari R						

Tingkat perbedaan:

	Kode						
	R	531	755	362	177	280	691
Sangat lebih sepat							
Lebih sepat							
Agak lebih sepat							
Sama / tidak berbeda							
Agak kurang sepat							
Kurang sepat							
Sangat kurang sepat							

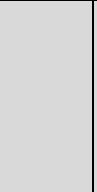
Lampiran 2. Lembar uji organoleptik dengan uji hedonik

Nama Panelis : Tanggal pengujian :

Produk :

Instruksi

1. Dihadapan saudara disajikan sembilan macam sampel produk dengan kode tertentu. Saudara diminta untuk memberikan penilaian terhadap keenam sampel sesuai dengan kesukaan saudara terhadap sampel tersebut.
2. Sebelum saudara mencicipi sampel berikutnya, saudara diminta untuk berkumur menggunakan air putih yang telah disediakan dan tunggu sekitar 1-2 menit sebelum melanjutkan mencicipi sampel berikutnya.
3. Berikan penilaian untuk masing – masing karakteristik dari sampel dihadapan anda berdasarkan skala nilai yang telah disediakan.

Karakteristik	Kode sampel the								
	543	615	576	398	819	421	730	881	962
Warna									
Aroma									
Rasa									
Keseluruhan									

Keterangan:

- 1 = Sangat tidak suka
- 2 = Tidak suka
- 3 = Agak tidak suka
- 4 = Agak suka
- 5 = Suka
- 6 = Sangat suka
- 7 = Amat sangat suka

Lampiran 3. Lembar uji organoleptik dengan uji skoring

Nama panelis : Tanggal pengujian :
 Produk :

Instruksi

1. Dihadapan saudara disajikan sembilan macam sampel produk dengan kode tertentu. Evaluasi kesembilan sampel tersebut berdasarkan warna, aroma, dan rasa sampel.
2. Sebelum saudara mencicipi sampel berikutnya, saudara diminta untuk berkumur menggunakan air putih yang telah disediakan dan tunggu sekitar 1-2 menit sebelum melanjutkan mencicipi sampel berikutnya.
3. Berikan penilaian untuk masing – masing sampel di hadapan anda dengan memberikan tanda v.

Penilaian	Kode Sampel Teh								
	543	615	576	398	819	421	730	881	962
Warna									
Aroma teh									
Rasa teh									

Keterangan:

Warna teh herbal buah *R. mucronata*:

1=sangat tidak merah kecoklatan; 2=tidak merah kecoklatan; 3=agak merah kecoklatan; 4=merah kecoklatan; 5=agak lebih merah kecoklatan; 6=sangat merah kecoklatan; 7=amat sangat merah kecoklatan

Aroma teh herbal buah *R. mucronata*:

1=sangat tidak beraroma teh; 2=tidak beraroma teh; 3=agak beraroma teh; 4=beraroma teh; 5=agak lebih beraroma teh; 6=sangat beraroma teh; 7=amat sangat beraroma teh

Rasa teh herbal buah *R. mucronata*

1=sangat tidak sepat; 2=tidak sepat; 3=agak sepat; 4=sepat; 5=agak lebih sepat; 6=sangat sepat; 7=amat sangat sepat.

Lampiran 4. Perhitungan pembuatan konsentrasi

- Konsentrasi penyeduhan teh herbal adalah 2 g/ 100 mL air

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

$$2 \text{ g} = 2000 \text{ mg}$$

$$x \text{ ppm} = \frac{2000 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

$$= \frac{20000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}}$$

$$= 20000 \text{ ppm}$$

- Pembuatan konsentrasi dari 20000 ppm ke 50 ppm

$$V1 \cdot m1 = V2 \cdot m2$$

$$V1 \cdot 20000 \text{ ppm} = 5000 \text{ mL} \cdot 50 \text{ ppm}$$

$$V1 = \frac{250000 \mu\text{L}}{20000}$$

$$V1 = 12,5 \mu\text{L} \text{ dalam } 5000 \mu\text{L DMSO} \text{ atau}$$

Artinya; dari air seduhan teh konsentrasi 20000 ppm, diambil 12,5 μL lalu diencerkan dalam 5000 μL (5 mL) DMSO.

Dari konsentrasi 50 ppm ini kemudian diencerkan ke konsentrasi 25 ppm, 12,5 ppm dan 6,25 ppm.

- Pembuatan konsentrasi dari 50 ppm ke 25 ppm

$$V1 \cdot m1 = V2 \cdot m2$$

$$V1 \cdot 50 \text{ ppm} = 100 \mu\text{L} \cdot 25 \text{ ppm}$$

$$V1 = 50 \mu\text{L} \text{ dari konsentrasi } 50 \text{ ppm} \text{ dilarutkan dalam } 100 \mu\text{L DMSO}$$

- Pembuatan konsentrasi dari 50 ppm ke 12,5 ppm

$$V1 \cdot m1 = V2 \cdot m2$$

$$V1 \cdot 50 \text{ ppm} = 100 \mu\text{L} \cdot 12,5 \text{ ppm}$$

$$V1 = 25 \mu\text{L} \text{ dari konsentrasi } 50 \text{ ppm dilarutkan dalam } 100 \mu\text{L DMSO}$$

- Pembuatan konsentrasi dari 500 ppm ke 6,25 ppm

$$V1 \cdot m1 = V2 \cdot m2$$

$$V1 \cdot 500 \text{ ppm} = 100 \mu\text{L} \cdot 6,25 \text{ ppm}$$

$$V1 = 12,5 \mu\text{L} \text{ dari konsentrasi } 500 \text{ ppm dilarutkan dalam } 100 \mu\text{L DMSO}$$



Lampiran 5. Data perhitungan rendemen

Perlakuan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Rendemen (%)
Beku	1000	1000	100,0
Pencucian dan thawing	1000	1050	105,0
Pemotongan	1050	1000	95,2
Pengeringan Sinar Matahari	1000	430	43,0

Rendemen = (Berat Akhir / Berat Awal) x 100%

$$\begin{aligned}\text{Beku} &= \frac{1000}{1000} \times 100\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pencucian} &= \frac{1050}{1000} \times 100\% \\ &= 105\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pemotongan} &= \frac{1000}{1050} \times 100\% \\ &= 95,2\%\end{aligned}$$

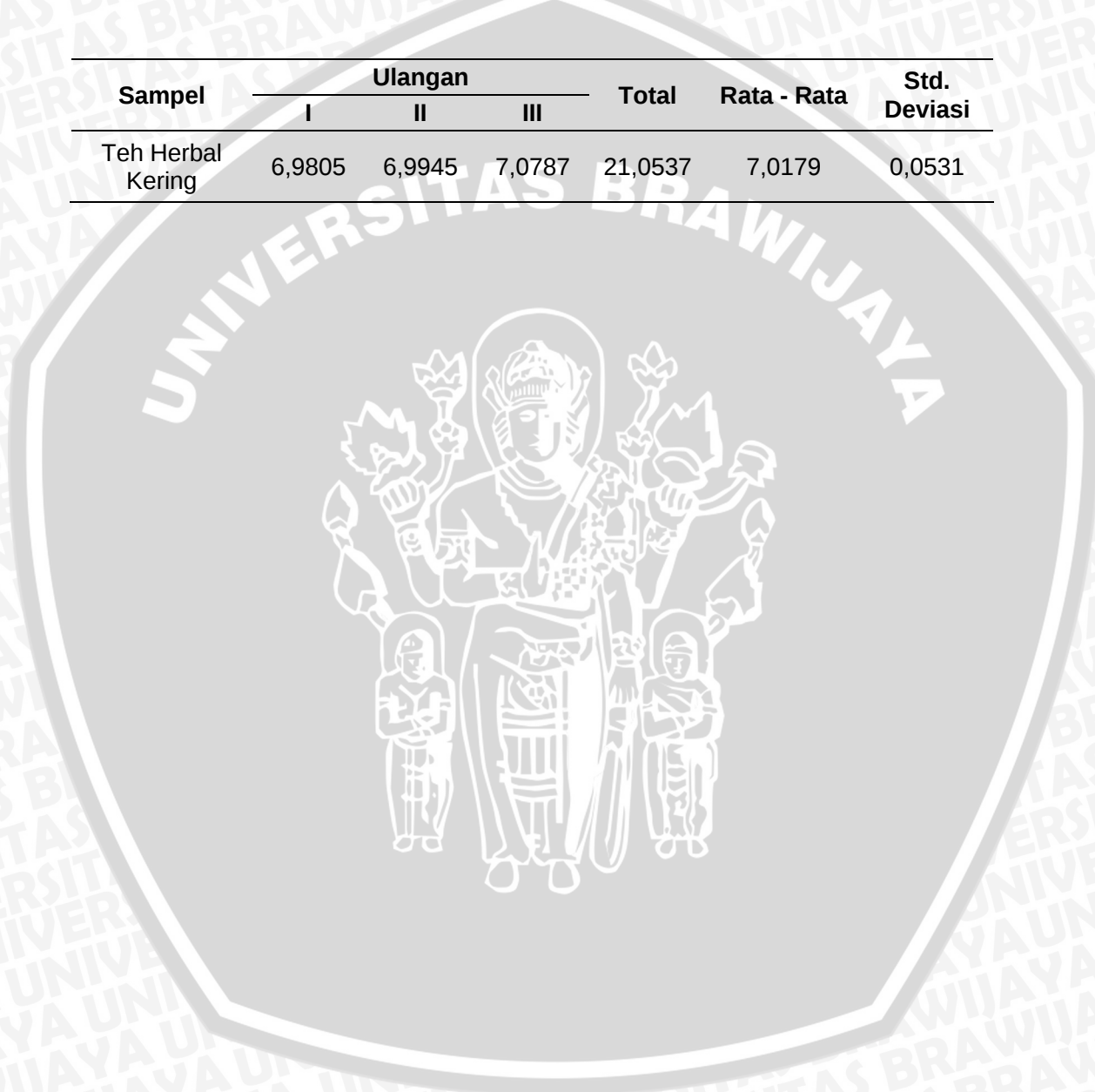
$$\begin{aligned}\text{Pengeringan} &= \frac{430}{1000} \times 100\% \\ &= 43\%\end{aligned}$$



Lampiran 6. Data perhitungan kadar air

No	Sampel	B.Botol Timbang (A)	Berat Sampel (B)	Berat Akhir (C)	% kadar Air (% wb)
1	Teh U1	18,3573	2,0013	20,2189	6,9805
2	Teh U2	21,1046	1,9687	22,9356	6,9945
4	Teh U3	18,2969	1,9806	20,1373	7,0787

Sampel	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
Teh Herbal Kering	6,9805	6,9945	7,0787	21,0537	7,0179	0,0531



Lampiran 7. Hasil analisis keragaman multiple comparison warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata – Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
K	3,20	3,40	3,27	9,87	3,29	0,10149
A	4,13	4,33	4,87	13,33	4,44	0,38280
B	4,00	4,20	4,40	12,60	4,20	0,20000
C	4,80	4,73	4,60	14,13	4,71	0,10149
D	3,67	3,60	3,73	11,00	3,67	0,06506
E	3,60	3,80	3,87	11,27	3,76	0,14012
F	3,60	3,53	3,67	10,80	3,60	0,07000

Descriptives

Warna								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K	3	3.2900	.10149	.05859	3.0379	3.5421	3.20	3.40
A (0,5)	3	4.4433	.38280	.22101	3.4924	5.3943	4.13	4.87
B (1)	3	4.2000	.20000	.11547	3.7032	4.6968	4.00	4.40
C (1,5)	3	4.7100	.10149	.05859	4.4579	4.9621	4.60	4.80
D (2)	3	3.6667	.06506	.03756	3.5050	3.8283	3.60	3.73
E (2,5)	3	3.7567	.14012	.08090	3.4086	4.1047	3.60	3.87
F (3)	3	3.6000	.07000	.04041	3.4261	3.7739	3.53	3.67
Total	21	3.9524	.50741	.11073	3.7214	4.1834	3.20	4.87

ANOVA

Warna	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.678	6	.780	23.133	.000
Within Groups	.472	14	.034		
Total	5.149	20			

Warna

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
Tukey HSD ^a K	3	3.2900			a
F (3)	3	3.6000			a
D (2)	3	3.6667			a
E (2,5)	3	3.7567	3.7567		ab
B (1)	3		4.2000	4.2000	bc
A (0,5)	3			4.4433	c
C (1,5)	3			4.7100	c
Sig.		.085	.111	.051	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 8. Hasil analisis keragaman multiple comparison aroma

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
K	4,07	3,53	4,13	11,73	3,91	0,33045
A	5,33	5,40	5,53	16,26	5,42	0,10149
B	5,07	5,53	4,93	15,53	5,18	0,31390
C	4,73	5,07	5,13	14,93	4,98	0,21572
D	4,00	3,87	3,93	11,80	3,93	0,06506
E	4,20	4,40	5,13	13,73	4,58	0,48952
F	4,20	4,40	4,73	13,33	4,44	0,26764

Descriptives

Aroma	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K	3	3.9100	.33045	.19079	3.0891	4.7309	3.53	4.13
A (0,5)	3	5.4200	.10149	.05859	5.1679	5.6721	5.33	5.53
B (1)	3	5.1767	.31390	.18123	4.3969	5.9564	4.93	5.53
C (1,5)	3	4.9767	.21572	.12454	4.4408	5.5125	4.73	5.13
D (2)	3	3.9333	.06506	.03756	3.7717	4.0950	3.87	4.00
E (2,5)	3	4.5767	.48952	.28263	3.3606	5.7927	4.20	5.13
F (3)	3	4.4433	.26764	.15452	3.7785	5.1082	4.20	4.73
Total	21	4.6338	.60883	.13286	4.3567	4.9109	3.53	5.53

ANOVA

Aroma					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.253	6	1.042	12.577	.000
Within Groups	1.160	14	.083		
Total	7.413	20			

Aroma

Konsentrasi		N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
			1	2	3	
Tukey HSD ^a	R	3	3.9100			a
	D (2)	3	3.9333			a
	F (3)	3	4.4433	4.4433		ab
	E (2,5)	3	4.5767	4.5767		ab
	C (1,5)	3		4.9767	4.9767	bc
	B (1)	3		5.1767	5.1767	bc
	A (0,5)	3			5.4200	c
	Sig.		.135	.084	.519	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 9. Hasil analisis keragaman multiple comparison rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
K	3,87	3,33	4,07	11,27	3,76	0,38280
A	5,40	5,00	5,53	15,93	5,31	0,27622
B	4,80	5,13	5,00	14,93	4,98	0,16623
C	4,67	4,73	4,60	14,00	4,67	0,06506
D	3,80	3,40	4,20	11,40	3,80	0,40000
E	3,80	3,87	4,07	11,74	3,91	0,14012
F	3,07	3,20	3,13	9,40	3,13	0,06506

Descriptives								
Rasa	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
R	3	3.7567	.38280	.22101	2.8057	4.7076	3.33	4.07
A (0,5)	3	5.3100	.27622	.15948	4.6238	5.9962	5.00	5.53
B (1)	3	4.9767	.16623	.09597	4.5637	5.3896	4.80	5.13
C (1,5)	3	4.6667	.06506	.03756	4.5050	4.8283	4.60	4.73
D (2)	3	3.8000	.40000	.23094	2.8063	4.7937	3.40	4.20
E (2,5)	3	3.9133	.14012	.08090	3.5653	4.2614	3.80	4.07
F (3)	3	3.1333	.06506	.03756	2.9717	3.2950	3.07	3.20
Total	21	4.2224	.76666	.16730	3.8734	4.5714	3.07	5.53

ANOVA					
Rasa	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.878	6	1.813	28.938	.000
Within Groups	.877	14	.063		
Total	11.755	20			

Rasa					
Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
Tukey HSD ^a F (3)	3	3.1333			a
R	3	3.7567	3.7567		ab
D (2)	3	3.8000	3.8000		ab
E (2,5)	3		3.9133		b
C (1,5)	3			4.6667	c
B (1)	3			4.9767	c
A (0,5)	3			5.3100	c
Sig.		.065	.985	.080	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 10. Hasil analisis keragaman hedonik warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
A	4,07	3,93	4,20	12,20	4,07	0,13503
B	4,60	4,40	4,33	13,33	4,44	0,14012
C	4,87	4,73	4,60	14,20	4,73	0,13503
D	5,53	5,67	5,33	16,53	5,51	0,17088
E	5,40	5,33	5,27	16,00	5,33	0,06506
F	4,87	5,07	5,13	15,07	5,02	0,13614

Descriptives

Hedonik_warna								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (0,5)	3	4.0667	.13503	.07796	3.7312	4.4021	3.93	4.20
B (1)	3	4.4433	.14012	.08090	4.0953	4.7914	4.33	4.60
C (1,5)	3	4.7333	.13503	.07796	4.3979	5.0688	4.60	4.87
D (2)	3	5.5100	.17088	.09866	5.0855	5.9345	5.33	5.67
E (2,5)	3	5.3333	.06506	.03756	5.1717	5.4950	5.27	5.40
F (3)	3	5.0233	.13614	.07860	4.6851	5.3615	4.87	5.13
Total	18	4.8517	.52534	.12382	4.5904	5.1129	3.93	5.67

ANOVA

Hedonik_warna					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.476	5	.895	49.697	.000
Within Groups	.216	12	.018		
Total	4.692	17			

Hedonik_warna

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05					Notasi	
		1	2	3	4	5		
Tukey HSD ^a	A (0,5)	3	4.0667					a
	B (1)	3		4.4433				b
	C (1,5)	3		4.7333	4.7333			bc
	F (3)	3			5.0233	5.0233		cd
	E (2,5)	3				5.3333	5.3333	de
	D (2)	3					5.5100	e
	Sig.		1.000	.159	.159	.119	.606	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 11. Hasil analisis keragaman hedonik aroma

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
A	3,20	3,07	3,13	9,40	3,13	0,06506
B	3,73	3,60	3,47	10,80	3,60	0,13000
C	4,00	4,13	4,07	12,20	4,07	0,06506
D	5,13	5,27	5,07	15,47	5,16	0,10263
E	4,93	5,07	4,87	14,87	4,96	0,10263
F	3,80	3,93	4,00	11,73	3,91	0,10149

Descriptives

Hedonik_aroma								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (0,5)	3	3.1333	.06506	.03756	2.9717	3.2950	3.07	3.20
B (1)	3	3.6000	.13000	.07506	3.2771	3.9229	3.47	3.73
C (1,5)	3	4.0667	.06506	.03756	3.9050	4.2283	4.00	4.13
D (2)	3	5.1567	.10263	.05925	4.9017	5.4116	5.07	5.27
E (2,5)	3	4.9567	.10263	.05925	4.7017	5.2116	4.87	5.07
F (3)	3	3.9100	.10149	.05859	3.6579	4.1621	3.80	4.00
Total	18	4.1372	.73982	.17438	3.7693	4.5051	3.07	5.27

ANOVA

Hedonik_aroma					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.191	5	1.838	194.410	.000
Within Groups	.113	12	.009		
Total	9.305	17			

Hedonik_aroma

Konsentrasi		N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
			1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	A (0,5)	3	3.1333				a
	B (1)	3		3.6000			b
	F (3)	3			3.9100		c
	C (1,5)	3			4.0667		c
	E (2,5)	3				4.9567	d
	D (2)	3				5.1567	d
Sig.			1.000	1.000	.409	.193	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 12. Hasil analisis keragaman hedonik rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata – Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
A	3,13	3,47	3,53	10,13	3,38	0,21572
B	3,53	3,67	4,13	11,33	3,78	0,31390
C	4,13	4,00	4,27	12,40	4,13	0,13503
D	5,00	5,33	5,27	15,60	5,20	0,17578
E	5,07	4,93	5,00	15,00	5,00	0,07000
F	4,13	4,33	4,07	12,53	4,18	0,13614

Descriptives								
Hedonik_rasa								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (0,5)	3	3.3767	.21572	.12454	2.8408	3.9125	3.13	3.53
B (1)	3	3.7767	.31390	.18123	2.9969	4.5564	3.53	4.13
C (1,5)	3	4.1333	.13503	.07796	3.7979	4.4688	4.00	4.27
D (2)	3	5.2000	.17578	.10149	4.7633	5.6367	5.00	5.33
E (2,5)	3	5.0000	.07000	.04041	4.8261	5.1739	4.93	5.07
F (3)	3	4.1767	.13614	.07860	3.8385	4.5149	4.07	4.33
Total	18	4.2772	.67885	.16001	3.9396	4.6148	3.13	5.33

ANOVA					
Hedonik_rasa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.399	5	1.480	40.796	.000
Within Groups	.435	12	.036		
Total	7.834	17			

Hedonik_rasa					
Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
Tukey HSD ^a A (0,5)	3	3.3767			a
B (1)	3	3.7767	3.7767		ab
C (1,5)	3		4.1333		b
F (3)	3		4.1767		b
E (2,5)	3			5.0000	c
D (2)	3			5.2000	c
Sig.		.178	.178	.787	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 13. Hasil analisis keragaman hedonik keseluruhan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
A	3,60	3,53	3,47	10,60	3,53	0,06506
B	3,73	3,93	3,67	11,33	3,78	0,13614
C	4,07	4,00	4,20	12,27	4,09	0,10149
D	5,20	5,33	4,67	15,20	5,07	0,34962
E	4,93	4,60	4,67	14,20	4,73	0,17388
F	4,27	4,00	4,40	12,67	4,22	0,20404

Descriptives

Hedonik_keseluruhan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (0,5)	3	3.5333	.06506	.03756	3.3717	3.6950	3.47	3.60
B (1)	3	3.7767	.13614	.07860	3.4385	4.1149	3.67	3.93
C (1,5)	3	4.0900	.10149	.05859	3.8379	4.3421	4.00	4.20
D (2)	3	5.0667	.34962	.20185	4.1982	5.9352	4.67	5.33
E (2,5)	3	4.7333	.17388	.10039	4.3014	5.1653	4.60	4.93
F (3)	3	4.2233	.20404	.11780	3.7165	4.7302	4.00	4.40
Total	18	4.2372	.56594	.13339	3.9558	4.5187	3.47	5.33

ANOVA

Hedonik_keseluruhan

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.991	5	.998	26.363	.000
Within Groups	.454	12	.038		
Total	5.445	17			

Hedonik_keseluruhan

Konsentrasi		N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
			1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	A (0,5)	3	3.5333				a
	B (1)	3	3.7767	3.7767			ab
	C (1,5)	3		4.0900			b
	F (3)	3		4.2233	4.2233		bc
	E (2,5)	3			4.7333	4.7333	cd
	D (2)	3				5.0667	d
Sig.			.653	.123	.064	.349	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 14. Hasil analisis keragaman warna color reader

a. Warna L (Kecerahan)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
R	38,9	40,8	41,9	121,6	40,5	1,51767
A (0,5)	45,8	46,5	45,9	138,2	46,1	0,37859
B (1)	46,8	46,5	47,8	141,1	47,0	0,68069
C (1,5)	45,2	43,7	44,8	133,7	44,6	0,77675
D (2)	41,6	39,7	39,3	120,6	40,2	1,22882
E (2,5)	42,0	40,5	41,8	124,3	41,4	0,81445
F (3)	40,2	39,4	40,1	119,7	39,9	0,43589

Descriptives

Kecerahan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
K	3	40.533	1.5177	.8762	36.763	44.303	38.9	41.9
A (0,5)	3	46.067	.3786	.2186	45.126	47.007	45.8	46.5
B (1)	3	47.033	.6807	.3930	45.342	48.724	46.5	47.8
C (1,5)	3	44.567	.7767	.4485	42.637	46.496	43.7	45.2
D (2)	3	40.200	1.2288	.7095	37.147	43.253	39.3	41.6
E (2,5)	3	41.433	.8145	.4702	39.410	43.457	40.5	42.0
F (3)	3	39.900	.4359	.2517	38.817	40.983	39.4	40.2
Total	21	42.819	2.9446	.6426	41.479	44.159	38.9	47.8

ANOVA

Kecerahan					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	161.659	6	26.943	32.093	.000
Within Groups	11.753	14	.840		
Total	173.412	20			

Kecerahan

Tukey HSD

Konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		Notasi
		1	2	
F (3)	3	39.900		a
D (2)	3	40.200		a
K	3	40.533		a
E (2,5)	3	41.433		a
C (1,5)	3		44.567	b
A (0,5)	3		46.067	b
B (1)	3		47.033	b
Sig.		.429	.062	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Derajat Hue ($^{\circ}$ Hue)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
R	39,6	39,7	40,0	119,3	39,8	0,20817
A	32,0	31,0	32,3	95,3	31,8	0,68069
B	33,0	29,0	33,5	95,5	31,8	2,46644
C	37,1	31,1	36,1	104,3	34,8	3,21455
D	36,0	37,8	37,2	111,0	37,0	0,91652
E	38,0	39,5	34,1	111,6	37,2	2,78747
F	37,8	39,1	36,7	113,6	37,9	1,20139

$^{\circ}$ Hue [arc tan (b/a)]	Deskripsi Warna
18 – 54	Red (R)
54 – 90	Yellow Red (YR)
90 – 126	Yellow (Y)
126 – 162	Yellow Green (YG)
162 – 198	Green (G)
198 – 234	Blue Green (BG)
234 – 270	Blue (B)
270 – 306	Blue Purple (BP)
306 – 342	Purple (P)
342 – 18	Red Purple (RP)

(Hutching, 1999)

$$^{\circ}\text{Hue} = \arctan (b^*/a^*)$$

Keterangan

a^* = koordinat warna merah atau hijau (+= merah ; -= hijau)

b^* = koordinat warna kuning atau biru (+= lebih kuning ; -= biru)

Lampiran 15. Hasil analisis keragaman hedonik warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata – Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	3,67	2,87	3,07	9,61	3,20	0,41633
A ₁ B ₂	3,93	3,25	3,27	10,45	3,48	0,38695
A ₁ B ₃	3,93	3,50	3,60	11,03	3,68	0,22502
A ₂ B ₁	4,53	4,50	3,93	12,96	4,32	0,33808
A ₂ B ₂	4,93	5,18	4,80	14,91	4,97	0,19313
A ₂ B ₃	4,80	4,18	4,13	13,11	4,37	0,37323
A ₃ B ₁	4,40	4,08	3,87	12,35	4,12	0,26690
A ₃ B ₂	4,27	3,27	4,00	11,54	3,85	0,51733
A ₃ B ₃	2,60	2,73	2,67	8,00	2,67	0,06506

Descriptive Statistics

Dependent Variable:Hedonik_Warna

Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 °C	10 menit	3.2033	.41633	3
	20 menit	3.4833	.38695	3
	30 menit	3.6767	.22502	3
	Total	3.4544	.36865	9
90 °C	10 menit	4.3200	.33808	3
	20 menit	4.9700	.19313	3
	30 menit	4.3700	.37323	3
	Total	4.5533	.41334	9
100 °C	10 menit	4.1167	.26690	3
	20 menit	3.8467	.51733	3
	30 menit	2.6667	.06506	3
	Total	3.5433	.72921	9
Total	10 menit	3.8800	.59584	9
	20 menit	4.1000	.75112	9
	30 menit	3.5711	.77383	9
	Total	3.8504	.71830	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hedonik_Warna

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.399 ^a	8	1.425	12.726	.000
Intercept	400.285	1	400.285	3.575E3	.000
Suhu_Penyeduhan	6.707	2	3.353	29.949	.000
Lama_Penyeduhan	1.271	2	.635	5.674	.012
Suhu_Penyeduhan * Lama_Penyeduhan	3.422	4	.856	7.641	.001
Error	2.015	18	.112		
Total	413.699	27			
Corrected Total	13.415	26			

a. R Squared = ,850 (Adjusted R Squared = ,783)

Hedonik warna

Interaksi (Suhu * Lama Penyeduhan)		N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
			1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	100 °C* 30 menit	3	2.6667				a
	80 °C* 10 menit	3	3.2033	3.2033			ab
	80 °C* 20 menit	3	3.4833	3.4833	3.4833		ab
	80 °C* 30 menit	3		3.6767	3.6767		bc
	100 °C* 20 menit	3		3.8467	3.8467		bc
	100 °C* 10 menit	3		4.1167	4.1167	4.1167	bcd
	90 °C* 10 menit	3			4.3200	4.3200	cd
	90 °C* 30 menit	3			4.3700	4.3700	cd
	90 °C* 20 menit	3				4.9700	D
Sig.			.131	.068	.082	.103	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 16. Hasil analisis keragaman hedonik aroma

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	2,27	2,73	3,00	8,00	2,67	0,36910
A ₁ B ₂	3,27	3,07	3,53	9,87	3,29	0,23065
A ₁ B ₃	4,13	3,73	4,53	12,39	4,13	0,40000
A ₂ B ₁	4,53	4,07	4,00	12,60	4,20	0,28792
A ₂ B ₂	5,73	6,00	5,80	17,53	5,84	0,14012
A ₂ B ₃	5,27	5,40	4,87	15,54	5,18	0,27622
A ₃ B ₁	4,73	4,40	4,87	14,00	4,67	0,24132
A ₃ B ₂	4,60	3,67	4,53	12,80	4,27	0,51791
A ₃ B ₃	4,73	3,60	4,47	12,80	4,27	0,59181

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: Hedonik_Aroma				
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 °C	10 menit	2.6667	.36910	3
	20 menit	3.2900	.23065	3
	30 menit	4.1300	.40000	3
	Total	3.3622	.70128	9
90 °C	10 menit	4.2000	.28792	3
	20 menit	5.8433	.14012	3
	30 menit	5.1800	.27622	3
	Total	5.0744	.74654	9
100 °C	10 menit	4.6667	.24132	3
	20 menit	4.2667	.51791	3
	30 menit	4.2667	.59181	3
	Total	4.4000	.45736	9
Total	10 menit	3.8444	.94364	9
	20 menit	4.4667	1.15333	9
	30 menit	4.5256	.62534	9
	Total	4.2789	.94984	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hedonik_Aroma

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21.047 ^a	8	2.631	19.650	.000
Intercept	494.340	1	494.340	3.692E3	.000
Suhu_Penyeduhan	13.391	2	6.695	50.008	.000
Lama_Penyeduhan	2.564	2	1.282	9.574	.001
Suhu_Penyeduhan * Lama_Penyeduhan	5.093	4	1.273	9.510	.000
Error	2.410	18	.134		
Total	517.797	27			
Corrected Total	23.457	26			

a. R Squared = ,897 (Adjusted R Squared = ,852)

Hedonik_aroma

Interaksi (Suhu * Lama Penyeduhan)		N	Subset for alpha = 0.05					Notasi
			1	2	3	4	5	
Tukey HSD ^a	80 °C* 10 menit	3	2.6667					a
	80 °C* 20 menit	3	3.2900	3.2900				ab
	80 °C* 30 menit	3		4.1300	4.1300			bc
	90 °C* 10 menit	3		4.2000	4.2000	4.2000		bcd
	100 °C* 20 menit	3		4.2667	4.2667	4.2667		bcd
	100 °C* 30 menit	3		4.2667	4.2667	4.2667		bcd
	100 °C* 10 menit	3			4.6667	4.6667		cd
	90 °C* 30 menit	3				5.1800	5.1800	de
	90 °C* 20 menit	3					5.8433	e
Sig.			.510	.079	.684	.077	.434	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 17. Hasil analisis keragaman hedonik rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	2,67	2,73	3,13	8,53	2,84	0,25007
A ₁ B ₂	3,53	3,73	4,20	11,46	3,82	0,34395
A ₁ B ₃	3,80	3,87	4,13	11,80	3,93	0,17388
A ₂ B ₁	3,73	3,53	4,00	11,26	3,75	0,23587
A ₂ B ₂	5,00	4,73	4,93	14,66	4,89	0,14012
A ₂ B ₃	4,07	3,53	3,93	11,53	3,84	0,28024
A ₃ B ₁	3,80	3,13	3,60	10,53	3,51	0,34395
A ₃ B ₂	3,53	2,93	3,33	9,79	3,26	0,30551
A ₃ B ₃	3,47	2,60	2,73	8,80	2,93	0,46929

Descriptive Statistics				
Dependent Variable:Hedonik_Rasa				
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 °C	10 menit	2.8433	.25007	3
	20 menit	3.8200	.34395	3
	30 menit	3.9333	.17388	3
	Total	3.5322	.56756	9
90 °C	10 menit	3.7533	.23587	3
	20 menit	4.8867	.14012	3
	30 menit	3.8433	.28024	3
	Total	4.1611	.57973	9
100 °C	10 menit	3.5100	.34395	3
	20 menit	3.2633	.30551	3
	30 menit	2.9333	.46929	3
	Total	3.2356	.41322	9
Total	10 menit	3.3689	.47496	9
	20 menit	3.9900	.75377	9
	30 menit	3.5700	.55837	9
	Total	3.6430	.64008	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hedonik_Rasa

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9.059 ^a	8	1.132	12.791	.000
Intercept	358.322	1	358.322	4.048E3	.000
Suhu_Penyeduhan	4.020	2	2.010	22.708	.000
Lama_Penyeduhan	1.808	2	.904	10.211	.001
Suhu_Penyeduhan *					
Lama_Penyeduhan	3.230	4	.808	9.123	.000
Error	1.593	18	.089		
Total	368.974	27			
Corrected Total	10.652	26			

a. R Squared = ,850 (Adjusted R Squared = ,784)

Hedonik_rasa							
Perlakuan (Suhu * Lama Penyeduhan)		N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
			1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	80 °C* 10 menit	3	2.8433				a
	100 °C* 30 menit	3	2.9333	2.9333			ab
	100 °C* 20 menit	3	3.2633	3.2633	3.2633		abc
	100 °C* 10 menit	3	3.5100	3.5100	3.5100		abc
	90 °C* 10 menit	3		3.7533	3.7533		bc
	80 °C* 20 menit	3			3.8200		c
	90 °C* 30 menit	3			3.8433		c
	80 °C* 30 menit	3			3.9333		c
	90 °C* 20 menit	3				4.8867	d
Sig.			.200	.064	.195	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 18. Hasil analisis keragaman hedonik keseluruhan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	2,93	3,20	3,07	9,20	3,07	0,13503
A ₁ B ₂	3,67	3,73	3,80	11,20	3,73	0,06506
A ₁ B ₃	4,13	4,20	4,33	12,66	4,22	0,10149
A ₂ B ₁	4,80	4,20	4,27	13,27	4,42	0,32808
A ₂ B ₂	5,93	6,07	6,00	18,00	6,00	0,07000
A ₂ B ₃	5,00	5,47	5,27	15,74	5,25	0,23587
A ₃ B ₁	4,47	4,60	4,40	13,47	4,49	0,10149
A ₃ B ₂	4,20	4,53	4,27	13,00	4,33	0,17388
A ₃ B ₃	4,27	3,80	3,87	11,94	3,98	0,25357

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: Hedonik_Rasa				
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 °C	10 menit	3.0667	.13503	3
	20 menit	3.7333	.06506	3
	30 menit	4.2200	.10149	3
	Total	3.6733	.50953	9
90 °C	10 menit	4.4233	.32808	3
	20 menit	6.0000	.07000	3
	30 menit	5.2467	.23587	3
	Total	5.2233	.71306	9
100 °C	10 menit	4.4900	.10149	3
	20 menit	4.3333	.17388	3
	30 menit	3.9800	.25357	3
	Total	4.2678	.27820	9
Total	10 menit	3.9933	.71965	9
	20 menit	4.6889	1.02190	9
	30 menit	4.4822	.60997	9
	Total	4.3881	.82673	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Hedonik_Rasa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17.159 ^a	8	2.145	63.133	.000
Intercept	519.908	1	519.908	1.530E4	.000
Suhu_Penyeduhan	11.007	2	5.503	161.989	.000
Lama_Penyeduhan	2.297	2	1.148	33.799	.000
Suhu_Penyeduhan * Lama_Penyeduhan	3.856	4	.964	28.372	.000
Error	.612	18	.034		
Total	537.678	27			
Corrected Total	17.771	26			

a. R Squared = ,966 (Adjusted R Squared = ,950)

Hedonik_keseluruhan

Perlakuan		N	Subset for alpha = 0.05					Notasi
			1	2	3	4	5	
Tukey HSD ^a	80 °C* 10 menit	3	3.0667					a
	80 °C* 20 menit	3		3.7333				b
	100 °C* 30 menit	3		3.9800	3.9800			bc
	80 °C* 30 menit	3		4.2200	4.2200			bc
	100 °C* 20 menit	3			4.3333			c
	90 °C* 10 menit	3			4.4233			c
	100 °C* 10 menit	3			4.4900			c
	90 °C* 30 menit	3				5.2467		d
	90 °C* 20 menit	3					6.0000	e
Sig.			1.000	.084	.063	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 19. Hasil analisis keragaman skoring warna

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	3,07	3,00	3,27	9,34	3,11	0,14012
A ₁ B ₂	3,40	3,20	3,13	9,73	3,24	0,14012
A ₁ B ₃	3,47	3,33	3,40	10,20	3,40	0,07000
A ₂ B ₁	4,13	3,93	4,07	12,13	4,04	0,10263
A ₂ B ₂	5,00	4,93	4,80	14,73	4,91	0,10149
A ₂ B ₃	5,00	5,27	5,13	15,40	5,13	0,13503
A ₃ B ₁	5,47	5,07	5,20	15,74	5,25	0,20404
A ₃ B ₂	6,07	5,93	6,00	18,00	6,00	0,07000
A ₃ B ₃	6,33	6,07	6,67	19,07	6,36	0,30089

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: Skoring_Warna				
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 °C	10 menit	3.1133	.14012	3
	20 menit	3.2433	.14012	3
	30 menit	3.4000	.07000	3
	Total	3.2522	.16277	9
90 °C	10 menit	4.0433	.10263	3
	20 menit	4.9100	.10149	3
	30 menit	5.1333	.13503	3
	Total	4.6956	.50833	9
100 °C	10 menit	5.2467	.20404	3
	20 menit	6.0000	.07000	3
	30 menit	6.3567	.30089	3
	Total	5.8678	.52452	9
Total	10 menit	4.1344	.93592	9
	20 menit	4.7178	1.20596	9
	30 menit	4.9633	1.29760	9
	Total	4.6052	1.16645	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Skoring warna

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	34.935 ^a	8	4.367	178.401	.000
Intercept	572.609	1	572.609	2.339E4	.000
Suhu_Penyeduhan	30.895	2	15.448	631.090	.000
Lama_Penyeduhan	3.263	2	1.631	66.650	.000
Suhu_Penyeduhan * Lama_Penyeduhan	.777	4	.194	7.932	.001
Error	.441	18	.024		
Total	607.984	27			
Corrected Total	35.375	26			

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,982)

Skoring_warna							
Interaksi (Suhu * Lama Penyeduhan)		N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
			1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	80 °C* 10 menit	3	3.1133				a
	80 °C* 20 menit	3	3.2433				a
	80 °C* 30 menit	3	3.4000				a
	90 °C* 10 menit	3		4.0433			b
	90 °C* 20 menit	3			4.9100		c
	90 °C* 30 menit	3			5.1333		c
	100 °C* 10 menit	3			5.2467		c
	100 °C* 20 menit	3				6.0000	d
	100 °C* 30 menit	3				6.3567	d
Sig.			.420	1.000	.238	.185	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 20. Hasil analisis keragaman skoring aroma

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	3,40	3,53	3,33	10,26	3,42	0,10149
A ₁ B ₂	4,73	4,47	4,53	13,73	4,58	0,13614
A ₁ B ₃	4,80	4,47	4,73	14,00	4,67	0,17388
A ₂ B ₁	5,13	5,27	5,33	15,73	5,24	0,10263
A ₂ B ₂	6,13	6,27	5,80	18,20	6,07	0,24132
A ₂ B ₃	6,33	6,07	6,00	18,40	6,13	0,17388
A ₃ B ₁	6,33	6,27	6,07	18,67	6,22	0,13614
A ₃ B ₂	6,53	6,27	6,33	19,13	6,38	0,13614
A ₃ B ₃	6,53	6,60	6,47	19,60	6,53	0,06506

Descriptive Statistics					
Dependent Variable:Skoring_Aroma					
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N	
Suhu 80 °C	10 menit	3.4200	.10149	3	
	20 menit	4.5767	.13614	3	
	30 menit	4.6667	.17388	3	
	Total	4.2211	.61424	9	
Suhu 90 °C	10 menit	5.2433	.10263	3	
	20 menit	6.0667	.24132	3	
	30 menit	6.1333	.17388	3	
	Total	5.8144	.45722	9	
Suhu 100 °C	10 menit	6.2233	.13614	3	
	20 menit	6.3767	.13614	3	
	30 menit	6.5333	.06506	3	
	Total	6.3778	.16836	9	
Total	10 menit	4.9622	1.23604	9	
	20 menit	5.6733	.84756	9	
	30 menit	5.7778	.86059	9	
	Total	5.4711	1.02731	27	

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Skoring_aroma

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27.041 ^a	8	3.380	152.586	.000
Intercept	808.193	1	808.193	3.648E4	.000
Suhu_Penyeduhan	22.522	2	11.261	508.350	.000
Lama_Penyeduhan	3.545	2	1.773	80.019	.000
Suhu_Penyeduhan * Lama_Penyeduhan	.974	4	.243	10.988	.000
Error	.399	18	.022		
Total	835.632	27			
Corrected Total	27.439	26			

a. R Squared = ,985 (Adjusted R Squared = ,979)

Skoring_aroma								
Interaksi (Suhu * Lama Penyeduhan)		N	Subset for alpha = 0.05					Notasi
			1	2	3	4	5	
Tukey HSD ^a	80 °C* 10 menit	3	3.4200					a
	80 °C* 20 menit	3		4.5767				b
	80 °C* 30 menit	3		4.6667				b
	90 °C* 10 menit	3			5.2433			c
	90 °C* 20 menit	3				6.0667		d
	90 °C* 30 menit	3				6.1333	6.1333	de
	100 °C* 10 menit	3				6.2233	6.2233	de
	100 °C* 20 menit	3				6.3767	6.3767	de
	100 °C* 30 menit	3					6.5333	e
Sig.			1.000	.997	1.000	.272	.075	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 21. Hasil analisis keragaman skoring rasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	2,73	2,33	3,20	8,26	2,75	0,43547
A ₁ B ₂	3,07	2,53	3,33	8,93	2,98	0,40808
A ₁ B ₃	3,93	3,40	3,60	10,93	3,64	0,26764
A ₂ B ₁	4,07	3,73	4,13	11,93	3,98	0,21572
A ₂ B ₂	5,33	5,27	5,00	15,60	5,20	0,17578
A ₂ B ₃	5,13	5,60	5,00	15,73	5,24	0,31565
A ₃ B ₁	5,27	5,47	5,60	16,34	5,45	0,16623
A ₃ B ₂	5,60	5,67	6,00	17,27	5,76	0,21362
A ₃ B ₃	6,07	6,13	6,27	18,47	6,16	0,10263

Descriptive Statistics					
Dependent Variable:Skoring_Rasa					
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N	
Suhu 80 °C	10 menit	2.7533	.43547	3	
	20 menit	2.9767	.40808	3	
	30 menit	3.6433	.26764	3	
	Total	3.1244	.51745	9	
Suhu 90 °C	10 menit	3.9767	.21572	3	
	20 menit	5.2000	.17578	3	
	30 menit	5.2433	.31565	3	
	Total	4.8067	.65736	9	
Suhu 100 °C	10 menit	5.4467	.16623	3	
	20 menit	5.7567	.21362	3	
	30 menit	6.1567	.10263	3	
	Total	5.7867	.34055	9	
Total	10 menit	4.0589	1.19578	9	
	20 menit	4.6444	1.29748	9	
	30 menit	5.0144	1.12220	9	
	Total	4.5726	1.22725	27	

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Skoring_rasa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	37.783 ^a	8	4.723	61.721	.000
Intercept	564.532	1	564.532	7.378E3	.000
Suhu_Penyeduhan	32.633	2	16.317	213.237	.000
Lama_Penyeduhan	4.179	2	2.089	27.304	.000
Suhu_Penyeduhan * Lama_Penyeduhan	.971	4	.243	3.172	.039
Error	1.377	18	.077		
Total	603.692	27			
Corrected Total	39.160	26			

a. R Squared = ,965 (Adjusted R Squared = ,949)

Skoring_rasa								
Interaksi (Suhu * Lama Penyeduhan)		N	Subset for alpha = 0.05					Notasi
			1	2	3	4	5	
Tukey HSD ^a	80 °C* 10 menit	3	2.7533					a
	80 °C* 20 menit	3	2.9767	2.9767				ab
	80 °C* 30 menit	3		3.6433	3.6433			bc
	90 °C* 10 menit	3			3.9767			c
	90 °C* 20 menit	3				5.2000		d
	90 °C* 30 menit	3				5.2433		d
	100 °C* 10 menit	3				5.4467	5.4467	de
	100 °C* 20 menit	3				5.7567	5.7567	de
	100 °C* 30 menit	3					6.1567	e
Sig.			.982	.140	.853	.310	.099	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 22. Hasil analisis keragaman %inhibisi

Perlakuan	Konsentrasi	Inhibisi			Total	Rerata	Std. Deviasi
		1	2	3			
Akarbosa	6,25	1,608	1,622	1,633	1,608	1,608	0,01253
	12,5	12,862	12,432	14,286	12,862	12,862	0,97039
	25	17,042	16,757	17,551	17,042	17,042	0,40223
	50	29,582	29,189	28,571	29,582	29,582	0,50966
A1B1	6,25	2,410	2,493	3,095	7,998	2,666	0,37384
	12,5	5,783	5,817	7,93	19,530	6,510	1,22987
	25	11,325	9,972	10,638	31,935	10,645	0,67653
	50	14,940	15,235	15,861	46,036	15,345	0,47031
A1B2	6,25	8,845	3,000	4,23	16,075	5,358	3,08154
	12,5	10,811	6,500	5,136	22,447	7,482	2,96229
	25	12,531	11,000	9,063	32,594	10,865	1,73796
	50	20,885	17,000	17,523	55,408	18,469	2,10831
A1B3	6,25	2,107	1,709	1,092	4,908	1,636	0,51142
	12,5	7,780	9,402	4,367	21,549	7,183	2,57004
	25	14,425	16,239	14,847	45,511	15,170	0,94924
	50	20,259	20,513	18,996	59,768	19,923	0,81250
A2B1	6,25	2,703	5,582	2,500	10,785	3,595	1,72378
	12,5	12,973	9,569	16,667	39,209	13,070	3,54999
	25	17,838	22,967	23,611	64,416	21,472	3,16357
	50	32,432	31,579	31,389	95,400	31,800	0,55551
A2B2	6,25	9,249	7,483	6,630	23,362	7,787	1,33576
	12,5	15,607	17,007	17,680	50,294	16,765	1,05753
	25	26,012	28,571	27,624	82,207	27,402	1,29382
	50	41,040	42,857	43,094	126,991	42,330	1,12373
A2B3	6,25	3,899	4,663	4,848	13,410	4,470	0,50308
	12,5	13,761	14,508	15,152	43,421	14,474	0,69614
	25	19,954	20,207	20,606	60,767	20,256	0,32871
	50	25,229	25,907	26,061	77,197	25,732	0,44265
A3B1	6,25	4,959	4,754	6,867	16,580	5,527	1,16528
	12,5	8,815	11,252	12,232	32,299	10,766	1,75951
	25	17,080	16,640	15,880	49,600	16,533	0,60707
	50	17,631	18,384	19,742	55,757	18,586	1,06985
A3B2	6,25	5,419	9,850	8,215	23,484	7,828	2,24071
	12,5	6,650	10,707	9,163	26,520	8,840	2,04770
	25	12,562	17,131	14,218	43,911	14,637	2,31314
	50	16,749	19,486	19,115	55,350	18,450	1,48474
A3B3	6,25	4,240	3,642	2,923	10,805	3,602	0,65943
	12,5	7,164	8,801	4,175	20,140	6,713	2,34570
	25	12,281	11,381	8,768	32,430	10,810	1,82478
	50	14,181	14,871	13,779	42,831	14,277	0,55229

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Inhibisi

Penyeduhan	Konsentrasi	Mean	Std. Deviation	N
80°C,10	6,25	2.6660	.37384	3
	12,5	6.5100	1.22987	3
	25	10.6450	.67653	3
	50	15.3453	.47031	3
	Total	8.7916	4.97273	12
80°C,20	6,25	5.3583	3.08154	3
	12,5	7.4823	2.96229	3
	25	10.8647	1.73796	3
	50	18.4693	2.10831	3
	Total	10.5437	5.63277	12
80°C,30	6,25	1.6360	.51142	3
	12,5	7.1830	2.57004	3
	25	15.1703	.94924	3
	50	19.9227	.81250	3
	Total	10.9780	7.47498	12
90°C,10	6,25	3.5950	1.72378	3
	12,5	13.0697	3.54999	3
	25	21.4720	3.16357	3
	50	31.6070	.74047	3
	Total	17.4359	11.01856	12
90°C,20	6,25	7.7873	1.33576	3
	12,5	16.7647	1.05753	3
	25	27.4023	1.29382	3
	50	42.3303	1.12373	3
	Total	23.5712	13.47660	12
90°C,30	6,25	4.4700	.50308	3
	12,5	14.4737	.69614	3
	25	20.2557	.32871	3
	50	25.7323	.44265	3
	Total	16.2329	8.23370	12
100°C,10	6,25	5.5267	1.16528	3
	12,5	10.7663	1.75951	3
	25	16.5333	.60707	3
	50	18.5857	1.06985	3
	Total	12.8530	5.43764	12
100°C,20	6,25	7.8280	2.24071	3
	12,5	8.8400	2.04770	3
	25	14.6370	2.31314	3
	50	18.4500	1.48474	3
	Total	12.4388	4.85302	12
100°C,30	6,25	3.6017	.65943	3
	12,5	6.7133	2.34570	3
	25	10.7890	1.79958	3
	50	14.2770	.55229	3
	Total	8.8452	4.42029	12
Total	6,25	4.7188	2.42379	27
	12,5	10.2003	4.06606	27
	25	16.4188	5.66642	27
	50	22.7466	8.77162	27
	Total	13.5211	8.82451	108

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Inhibisi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8128.864 ^a	35	232.253	82.195	.000
Intercept	19744.689	1	19744.689	6.988E3	.000
Penyeduhan	2218.389	8	277.299	98.136	.000
Konsentrasi	4914.419	3	1638.140	579.740	.000
Penyeduhan * Konsentrasi	996.056	24	41.502	14.688	.000
Error	203.447	72	2.826		
Total	28077.000	108			
Corrected Total	8332.311	107			

a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,964)



Nilai % Inhibisi

		Subset for alpha = 005																
Penyeduhan* Konsentrasi	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
800C,30 menit * 6,25 ppm	3	1.6360																
800C,10 menit * 6,25 ppm	3	2.6660	2.6660															
900C,10 menit * 6,25 ppm	3	3.5950	3.5950	3.5950														
1000C,30 menit * 6,25 ppm	3	3.6017	3.6017	3.6017														
900C,30 menit * 6,25 ppm	3	4.4700	4.4700	4.4700														
800C,20 menit * 6,25 ppm	3	5.3583	5.3583	5.3583	5.3583													
1000C,10 menit * 6,25 ppm	3	5.5267	5.5267	5.5267	5.5267	5.5267												
800C,10 menit * 12,5 ppm	3	6.5100	6.5100	6.5100	6.5100	6.5100												
1000C,30 menit * 12,5 ppm	3	6.7133	6.7133	6.7133	6.7133	6.7133												
800C,30 menit * 12,5 ppm	3		7.1830	7.1830	7.1830	7.1830												
800C,20 menit * 12,5 ppm	3		7.4823	7.4823	7.4823	7.4823												
900C,20 menit * 6,25 ppm	3		7.7873	7.7873	7.7873	7.7873	7.7873											
1000C,20 menit * 6,25 ppm	3		7.8280	7.8280	7.8280	7.8280	7.8280											
1000C,20 menit * 12,5 ppm	3			8.8400	8.8400	8.8400	8.8400	8.8400										
800C,10 menit * 25 ppm	3				10.6450	10.6450	10.6450	10.6450	10.6450									
1000C,10 menit * 12,5 ppm	3				10.7663	10.7663	10.7663	10.7663	10.7663									
1000C,30 menit * 25 ppm	3				10.7890	10.7890	10.7890	10.7890	10.7890									
800C,20 menit * 25 ppm	3					10.8647	10.8647	10.8647	10.8647									
900C,10 menit * 12,5 ppm	3						13.0697	13.0697	13.0697	13.0697								
1000C,30 menit * 50 ppm	3							14.2770	14.2770	14.2770	14.2770							
900C,30 menit *12,5 ppm	3								14.4737	14.4737	14.4737	14.4737						
1000C,20 menit * 25 ppm	3								14.6370	14.6370	14.6370	14.6370						
800C,30 menit * 25 ppm	3								15.1703	15.1703	15.1703	15.1703	15.1703					
800C,10 menit * 50 ppm	3								15.3453	15.3453	15.3453	15.3453	15.3453					
1000C,10 menit * 25 ppm	3									16.5333	16.5333	16.5333	16.5333	16.5333				
900C,20 menit * 12,5 ppm	3									16.7647	16.7647	16.7647	16.7647	16.7647				
1000C,20 menit * 50 ppm	3									18.4500	18.4500	18.4500	18.4500	18.4500				



800C,20 menit * 50 ppm	3							18.4693	18.4693	18.4693	18.4693	18.4693						
1000C,10 menit * 50 ppm	3								18.5857	18.5857	18.5857	18.5857						
800C,30 menit * 50 ppm	3									19.9227	19.9227	19.9227						
900C,30 menit * 25 ppm	3										20.2557	20.2557	20.2557					
900C,10 menit *25 ppm	3											21.4720	21.4720					
900C,30 menit * 50 ppm	3												25.7323	25.7323				
900C,20 menit * 25 ppm	3													27.4023	27.4023			
900C,10 menit * 50 ppm	3														31.6070			
900C,20 menit * 50 ppm	3																42.3303	
Sig.		.114	.097	.083	.057	.069	.077	.056	.220	.061	.386	.055	.113	.147	.052	1.000	.439	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 23. Hasil analisis keragaman IC₅₀

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Std. Deviasi
	I	II	III			
Akarbosa	83,99	85,08	87,77	83,99	83,990	1,94562
A ₁ B ₁	173,44	172,40	176,55	522,39	174,130	2,15933
A ₁ B ₂	159,13	155,25	154,76	469,14	156,380	2,39414
A ₁ B ₃	122,77	120,96	121,26	364,99	121,663	0,97007
A ₂ B ₁	77,13	77,71	78,18	233,02	77,673	0,52596
A ₂ B ₂	61,32	57,08	56,91	175,31	58,437	2,49849
A ₂ B ₃	103,03	102,09	102,18	307,30	102,433	0,51868
A ₃ B ₁	159,21	158,57	160,60	478,38	159,460	1,03783
A ₃ B ₂	172,58	178,89	168,72	520,19	173,397	5,13395
A ₃ B ₃	209,55	201,79	191,97	603,31	201,103	8,81009

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: IC_50				
SuhuPenyeduhan	LamaPenyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
suhu 80°C	10 menit	1.7413E2	2.15933	3
	20 menit	1.5638E2	2.39414	3
	30 menit	1.2166E2	.97007	3
	Total	1.5072E2	23.17254	9
suhu 90°C	10 menit	77.6733	.52596	3
	20 menit	58.4367	2.49849	3
	30 menit	1.0243E2	.51868	3
	Total	79.5144	19.14546	9
suhu 100°C	10 menit	1.5946E2	1.03783	3
	20 menit	1.7340E2	5.13395	3
	30 menit	2.0110E2	8.81009	3
	Total	1.7799E2	19.05965	9
Total	10 menit	1.3709E2	45.02803	9
	20 menit	1.2940E2	53.82254	9
	30 menit	1.4173E2	45.51639	9
	Total	1.3608E2	46.68507	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: IC_50

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	56420.546 ^a	8	7052.568	515.304	.000
Intercept	499944.313	1	499944.313	3.653E4	.000
SuhuPenyeduhan	46532.614	2	23266.307	1.700E3	.000
LamaPenyeduhan	697.849	2	348.924	25.495	.000
SuhuPenyeduhan * LamaPenyeduhan	9190.083	4	2297.521	167.871	.000
Error	246.352	18	13.686		
Total	556611.210	27			
Corrected Total	56666.898	26			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,994)

IC_50

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05							Notasi
		1	2	3	4	5	6	7	
Tukey HSD ^a 90°C,20	3	58.4367							a
90°C,10	3		77.6733						b
90°C,30	3			1.0243E2					c
80°C,30	3				1.2166E2				d
80°C,20	3					1.5638E2			e
100°C,10	3					1.5946E2			e
100°C,20	3						1.7340E2		f
80°C,10	3						1.7413E2		f
100°C,30	3							2.0110E2	g
								2	
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.979	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 24. Hasil analisis keragaman nilai pH

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	6,76	6,64	6,62	20,02	6,67	0,07572
A ₁ B ₂	6,87	6,53	6,55	19,95	6,65	0,19079
A ₁ B ₃	6,90	6,40	6,49	19,79	6,60	0,26652
A ₂ B ₁	6,97	6,55	6,47	19,99	6,66	0,26858
A ₂ B ₂	6,80	6,43	6,58	19,81	6,60	0,18610
A ₂ B ₃	6,75	6,67	6,54	19,96	6,65	0,10599
A ₃ B ₁	6,78	6,50	6,67	19,95	6,65	0,14107
A ₃ B ₂	6,73	6,64	6,41	19,78	6,59	0,16503
A ₃ B ₃	6,81	6,62	6,46	19,89	6,63	0,17521

Descriptive Statistics				
Dependent Variable:pH				
Suhu_Penyeduhan	Lama_Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 °C	10 menit	6.6733	.07572	3
	20 menit	6.6500	.19079	3
	30 menit	6.5967	.26652	3
	Total	6.6400	.17161	9
90 °C	10 menit	6.6633	.26858	3
	20 menit	6.6033	.18610	3
	30 menit	6.6533	.10599	3
	Total	6.6400	.17400	9
100 °C	10 menit	6.6500	.14107	3
	20 menit	6.5933	.16503	3
	30 menit	6.6300	.17521	3
	Total	6.6244	.14170	9
Total	10 menit	6.6622	.15667	9
	20 menit	6.6156	.15891	9
	30 menit	6.6267	.16985	9
	Total	6.6348	.15688	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent
Variable:pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.022 ^a	8	.003	.080	.999
Intercept	1188.561	1	1188.561	3.462E4	.000
Suhu_Penyeduhan	.001	2	.001	.021	.979
Lama_Penyeduhan	.011	2	.005	.156	.857
Suhu_Penyeduhan *					
Lama_Penyeduhan	.010	4	.002	.071	.990
Error	.618	18	.034		
Total	1189.201	27			
Corrected Total	.640	26			

a. R Squared = ,034 (Adjusted R Squared = -,395)

pH

Tukey HSD

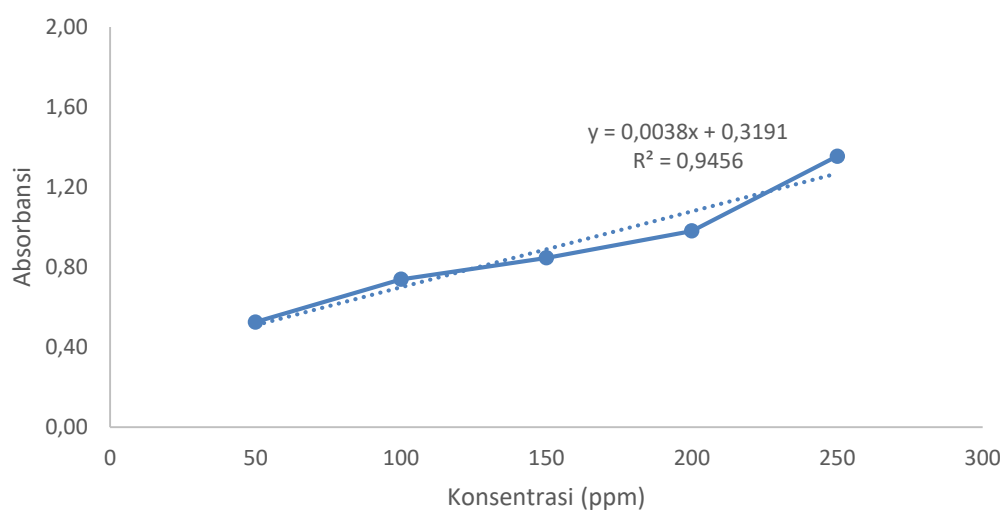
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		Notasi
		1		
100 ⁰ C* 20	3	6.5933	a	
80 ⁰ C* 30	3	6.5967	a	
90 ⁰ C* 20	3	6.6033	a	
100 ⁰ C* 30	3	6.6300	a	
80 ⁰ C* 20	3	6.6500	a	
100 ⁰ C* 10	3	6.6500	a	
90 ⁰ C* 30	3	6.6533	a	
90 ⁰ C* 10	3	6.6633	a	
80 ⁰ C* 10	3	6.6733	a	
Sig.		1.000		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 25. Absorbansi Standar Asam Galat

Konsentrasi	Absorbansi
50 ppm	0,525
100 ppm	0,739
150 ppm	0,846
200 ppm	0,980
250 ppm	1,354

Kurva Standar Asam Galat



Lampiran 26. Data total fenol teh herbal buah mangrove

Ulangan 1

Perlakuan	Absorbansi (y)	0,0038 (a)	0,3391 (b)	Kadar equivalen AG (µg GAE/mL)	Kadar equivalen AG untuk 5 mL (µg GAE)	Total fenol (µg GAE/g)	Total fenol (mg GAE/100g)
A1B1	0,435	0,0038	0,3391	25,237	126,184	126184,211	12618,421
A1B2	0,575	0,0038	0,3391	62,079	310,395	310394,737	31039,474
A1B3	0,599	0,0038	0,3391	68,395	341,974	341973,684	34197,368
A2B1	0,540	0,0038	0,3391	52,868	264,342	264342,105	26434,211
A2B2	0,601	0,0038	0,3391	68,921	344,605	344605,263	34460,526
A2B3	0,680	0,0038	0,3391	89,711	448,553	448552,632	44855,263
A3B1	0,656	0,0038	0,3391	83,395	416,974	416973,684	41697,368
A3B2	0,826	0,0038	0,3391	128,132	640,658	640657,895	64065,789
A3B3	0,892	0,0038	0,3391	145,500	727,500	727500,000	72750,000

Ulangan 2

A1B1	0,439	0,0038	0,3391	26,289	131,447	131447,368	13144,737
A1B2	0,577	0,0038	0,3391	62,605	313,026	313026,316	31302,632
A1B3	0,604	0,0038	0,3391	69,711	348,553	348552,632	34855,263
A2B1	0,549	0,0038	0,3391	55,237	276,184	276184,211	27618,421
A2B2	0,595	0,0038	0,3391	67,342	336,711	336710,526	33671,053
A2B3	0,678	0,0038	0,3391	89,184	445,921	445921,053	44592,105
A3B1	0,658	0,0038	0,3391	83,921	419,605	419605,263	41960,526
A3B2	0,836	0,0038	0,3391	130,763	653,816	653815,789	65381,579
A3B3	0,891	0,0038	0,3391	145,237	726,184	726184,211	72618,421

Ulangan 3

A1B1	0,437	0,0038	0,3391	25,763	128,816	128815,789	12881,579
A1B2	0,566	0,0038	0,3391	59,711	298,553	298552,632	29855,263
A1B3	0,602	0,0038	0,3391	69,184	345,921	345921,053	34592,105
A2B1	0,539	0,0038	0,3391	52,605	263,026	263026,316	26302,632
A2B2	0,593	0,0038	0,3391	66,816	334,079	334078,947	33407,895
A2B3	0,674	0,0038	0,3391	88,132	440,658	440657,895	44065,789
A3B1	0,653	0,0038	0,3391	82,605	413,026	413026,316	41302,632
A3B2	0,833	0,0038	0,3391	129,974	649,868	649868,421	64986,842
A3B3	0,887	0,0038	0,3391	144,184	720,921	720921,053	72092,105

Lampiran 27. Hasil analisis keragaman total fenol

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	12618,421	13144,737	12881,579	38644,737	12881,579	263,158
A ₁ B ₂	31039,474	31302,632	30118,421	92460,527	30820,176	621,818
A ₁ B ₃	34197,368	34855,263	34592,105	103644,736	34548,245	331,133
A ₂ B ₁	26434,211	27618,421	26302,632	80355,264	26785,088	724,680
A ₂ B ₂	34460,526	33671,053	33407,895	101539,474	33846,491	547,807
A ₂ B ₃	44855,263	44592,105	44065,789	133513,157	44504,386	401,980
A ₃ B ₁	41697,368	41960,526	41302,632	124960,526	41653,509	331,133
A ₃ B ₂	64065,789	65381,579	64986,842	194434,210	64811,403	675,211
A ₃ B ₃	72750,000	72618,421	72092,105	217460,526	72486,842	348,125

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: Total Fenol				
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 °C	10 menit	1.28816E4	263.158000	3
	20 menit	3.08202E4	621.818094	3
	30 menit	3.45482E4	331.133222	3
	Total	2.60833E4	1.003909E4	9
90°C	10 menit	2.67851E4	724.680050	3
	20 menit	3.38465E4	547.806501	3
	30 menit	4.45044E4	401.980485	3
	Total	3.50453E4	7741.134618	9
100°C	10 menit	4.16535E4	331.132692	3
	20 menit	6.48114E4	675.218586	3
	30 menit	7.24867E4	348.045826	3
	Total	5.96505E4	1.390709E4	9
Total	10 menit	2.71067E4	1.246801E4	9
	20 menit	4.31594E4	1.630059E4	9
	30 menit	5.05131E4	1.703763E4	9
	Total	4.02597E4	1.783514E4	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Total_Fenol

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.266E9 ^a	8	1.033E9	4.153E3	.000
Intercept	4.376E10	1	4.376E10	1.759E5	.000
SuhuPenyeduhan *					
LamaPenyeduhan	2.496E8	4	6.239E7	250.792	.000
SuhuPenyeduhan	5.437E9	2	2.719E9	1.093E4	.000
LamaPenyeduhan	2.579E9	2	1.289E9	5.183E3	.000
Error	4478210.857	18	248789.492		
Total	5.203E10	27			
Corrected Total	8.270E9	26			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,999)



Total Fenol

Interaksi		N	Subset for alpha = 0.05								Notasi
(Suhu * Lama Penyeduhan)			1	2	3	4	5	6	7	8	
Tukey HSD ^a	80°C*10 menit	3	1.2882E4								a
	90°C*10 menit	3		2.6785E4							b
	80°C*20 menit	3			3.0820E4						c
	90°C*20 menit	3				3.3846E4					d
	80°C *30 menit	3				3.4548E4					d
	100°C*10 menit	3					4.1654E4				e
	90°C*30 menit	3						4.4504E4			f
	100°C*20 menit	3							6.4811E4		g
	100°C* 30 menit	3								7.2487E4	h
Sig.			1.000	1.000	1.000	.726	1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 28. Data total fenol non tanin

Ulangan 1

Perlakuan	Total Fenol (mg GAE/100g)	Absorbansi (y)	(a)	(b)	Kadar equivalen AG (µg GAE/mL)	Kadar equivalen AG untuk 5 mL (µg GAE)	Total fenol non tanin (µg GAE/g)	Total fenol non tanin (mg GAE/100g)	Data total tanin (mg GAE/100g)
A1B1	12618,421	0,351	0,0038	0,3391	3,132	15,658	15657,895	1565,789	11052,632
A1B2	31039,474	0,405	0,0038	0,3391	17,342	86,711	86710,526	8671,053	22368,421
A1B3	34197,368	0,415	0,0038	0,3391	19,974	99,868	99868,421	9986,842	24210,526
A2B1	26434,211	0,390	0,0038	0,3391	13,395	66,974	66973,684	6697,368	19736,843
A2B2	34460,526	0,420	0,0038	0,3391	21,289	106,447	106447,368	10644,737	23815,789
A2B3	44855,263	0,466	0,0038	0,3391	33,395	166,974	166973,684	16697,368	28157,895
A3B1	41697,368	0,449	0,0038	0,3391	28,921	144,605	144605,263	14460,526	27236,842
A3B2	64065,789	0,523	0,0038	0,3391	48,395	241,974	241973,684	24197,368	39868,421
A3B3	72750,000	0,560	0,0038	0,3391	58,132	290,658	290657,895	29065,789	43684,211

Ulangan 2

A1B1	13144,737	0,349	0,0038	0,3391	2,605	13,026	13026,316	1302,632	11842,105
A1B2	31302,632	0,403	0,0038	0,3391	16,816	84,079	84078,947	8407,895	22894,737
A1B3	34855,263	0,411	0,0038	0,3391	18,921	94,605	94605,263	9460,526	25394,737
A2B1	27618,421	0,400	0,0038	0,3391	16,026	80,132	80131,579	8013,158	19605,263
A2B2	33671,053	0,415	0,0038	0,3391	19,974	99,868	99868,421	9986,842	23684,211
A2B3	44592,105	0,457	0,0038	0,3391	31,026	155,132	155131,579	15513,158	29078,947
A3B1	41960,526	0,452	0,0038	0,3391	29,711	148,553	148552,632	14855,263	27105,263
A3B2	65381,579	0,527	0,0038	0,3391	49,447	247,237	247236,842	24723,684	40657,895
A3B3	72618,421	0,558	0,0038	0,3391	57,605	288,026	288026,316	28802,632	43815,789

Ulangan 3

A1B1	12881,579	0,356	0,0038	0,3391	4,447	22,237	22236,842	2223,684	10657,895
A1B2	29855,263	0,399	0,0038	0,3391	15,763	78,816	78815,789	7881,579	21973,684
A1B3	34592,105	0,417	0,0038	0,3391	20,500	102,500	102500,000	10250,000	24342,105
A2B1	26302,632	0,383	0,0038	0,3391	11,553	57,763	57763,158	5776,316	20526,316
A2B2	33407,895	0,421	0,0038	0,3391	21,553	107,763	107763,158	10776,316	22631,579
A2B3	44065,789	0,460	0,0038	0,3391	31,816	159,079	159078,947	15907,895	28157,894
A3B1	41302,632	0,450	0,0038	0,3391	29,184	145,921	145921,053	14592,105	26710,527
A3B2	64986,842	0,534	0,0038	0,3391	51,289	256,447	256447,368	25644,737	39342,105
A3B3	72092,105	0,551	0,0038	0,3391	55,763	278,816	278815,789	27881,579	44210,526

Lampiran 29. Hasil analisis keragaman total tanin

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	Std. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	11052,632	11842,105	10657,895	33552,632	11184,211	602,97018
A ₁ B ₂	22368,421	22894,737	21973,684	67236,842	22412,281	462,09026
A ₁ B ₃	24210,527	25394,737	24342,105	73947,369	24649,123	649,06346
A ₂ B ₁	19736,843	19605,263	20526,316	59868,422	19956,141	498,14983
A ₂ B ₂	23815,789	23684,211	22631,579	70131,579	23377,193	649,06346
A ₂ B ₃	28157,895	29078,947	28289,473	85526,315	28508,772	498,14970
A ₃ B ₁	27236,842	27105,263	26710,527	81052,632	27017,544	273,90297
A ₃ B ₂	39868,421	40657,895	39342,105	119868,421	39956,140	662,26644
A ₃ B ₃	43684,211	43815,789	44210,526	131710,526	43903,509	273,90313

Descriptive Statistics					
Dependent Variable: Total_tanin					
Suhu Penyeduhan	Lama Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N	
80 C	10 menit	1.11842E4	602.970182	3	
	20 menit	2.24123E4	462.090262	3	
	30 menit	2.46491E4	649.063456	3	
	Total	1.94152E4	6268.708513	9	
90 C	10 menit	1.99561E4	498.149834	3	
	20 menit	2.33772E4	649.063456	3	
	30 menit	2.85088E4	498.149702	3	
	Total	2.39474E4	3758.646286	9	
100 C	10 menit	2.70175E4	273.902970	3	
	20 menit	3.99561E4	662.266443	3	
	30 menit	4.39035E4	273.903130	3	
	Total	3.69591E4	7659.161832	9	
Total	10 menit	1.93860E4	6881.843100	9	
	20 menit	2.85819E4	8556.623003	9	
	30 menit	3.23538E4	8832.575370	9	
	Total	2.67739E4	9586.830596	27	

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Total_tanin

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.385E9 ^a	8	2.981E8	1.071E3	.000
Intercept	1.935E10	1	1.935E10	6.955E4	.000
Suhu_Penyeduhan	1.493E9	2	7.464E8	2.682E3	.000
Lama_Penyeduhan	8.009E8	2	4.004E8	1.439E3	.000
Suhu_Penyeduhan * Lama_Penyeduhan	9.082E7	4	2.270E7	81.583	.000
Error	5009232.355	18	278290.686		
Total	2.174E10	27			
Corrected Total	2.390E9	26			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

Total_tanin									
Subset for alpha = 0.05									
Perlakuan	N	1	2	3	4	5	6	7	Notasi
Tukey HSD ^a	80,10	3	1.11842E4						a
	90,10	3		1.99561E4					b
	80,20	3			2.24123E4				c
	90,20	3			2.33772E4	2.33772E4			cd
	80,30	3				2.46491E4			d
	100,10	3					2.70175E4		e
	90,30	3					2.85088E4		e
	100,20	3						3.99561E4	f
	100,30	3							4.39035E4 f
Sig.		1.000	1.000	.423	.140	.054	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 30. Data total tanin terkondensasi

Ulangan 1								
Perlakuan	Absorbansi		S-B	78,26	Faktor Pengenceran	100%	% Total Tanin Terkondensasi (mg/mL - mg/g)	% Total Tanin Terkondensasi (mg/100 mL - mg/100 g)
	S	B						
A ₁ B ₁	0,342	0,172	0,170	78,260	0,001	100	1,330	0,133
A ₁ B ₂	0,453	0,241	0,212	78,260	0,001	100	1,659	0,166
A ₁ B ₃	0,582	0,298	0,284	78,260	0,001	100	2,223	0,222
A ₂ B ₁	0,369	0,131	0,238	78,260	0,001	100	1,863	0,186
A ₂ B ₂	0,758	0,343	0,415	78,260	0,001	100	3,248	0,325
A ₂ B ₃	0,750	0,233	0,517	78,260	0,001	100	4,046	0,405
A ₃ B ₁	0,731	0,325	0,406	78,260	0,001	100	3,177	0,318
A ₃ B ₂	1,195	0,601	0,594	78,260	0,001	100	4,649	0,465
A ₃ B ₃	0,896	0,466	0,430	78,260	0,001	100	3,365	0,337
Ulangan 2								
A ₁ B ₁	0,317	0,156	0,161	78,260	0,001	100	1,260	0,126
A ₁ B ₂	0,648	0,422	0,226	78,260	0,001	100	1,769	0,177
A ₁ B ₃	0,709	0,407	0,302	78,260	0,001	100	2,363	0,236
A ₂ B ₁	0,438	0,208	0,230	78,260	0,001	100	1,800	0,180
A ₂ B ₂	0,654	0,255	0,399	78,260	0,001	100	3,123	0,312
A ₂ B ₃	0,792	0,287	0,505	78,260	0,001	100	3,952	0,395
A ₃ B ₁	0,943	0,532	0,411	78,260	0,001	100	3,216	0,322
A ₃ B ₂	1,148	0,575	0,573	78,260	0,001	100	4,484	0,448
A ₃ B ₃	0,885	0,462	0,423	78,260	0,001	100	3,310	0,331
Ulangan 3								
A ₁ B ₁	0,774	0,591	0,183	78,26	0,001	100	1,432	0,143
A ₁ B ₂	0,742	0,504	0,238	78,26	0,001	100	1,863	0,186
A ₁ B ₃	0,942	0,634	0,308	78,26	0,001	100	2,410	0,241
A ₂ B ₁	0,771	0,525	0,246	78,26	0,001	100	1,925	0,193
A ₂ B ₂	0,860	0,427	0,433	78,26	0,001	100	3,389	0,339
A ₂ B ₃	0,939	0,450	0,489	78,26	0,001	100	3,827	0,383
A ₃ B ₁	1,065	0,642	0,423	78,26	0,001	100	3,310	0,331
A ₃ B ₂	1,259	0,677	0,582	78,26	0,001	100	4,555	0,455
A ₃ B ₃	1,029	0,593	0,436	78,26	0,001	100	3,412	0,341

Lampiran 31. Hasil analisis keragaman total tanin terkondensasi

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	0,133	0,126	0,143	0,402	0,134	0,00866
A ₁ B ₂	0,166	0,177	0,186	0,529	0,176	0,01018
A ₁ B ₃	0,222	0,236	0,241	0,700	0,233	0,00977
A ₂ B ₁	0,186	0,180	0,193	0,559	0,186	0,00626
A ₂ B ₂	0,325	0,312	0,339	0,976	0,325	0,01331
A ₂ B ₃	0,405	0,395	0,383	1,183	0,394	0,01099
A ₃ B ₁	0,318	0,322	0,331	0,970	0,323	0,00684
A ₃ B ₂	0,465	0,448	0,455	1,369	0,456	0,00825
A ₃ B ₃	0,337	0,331	0,341	1,009	0,336	0,00509

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Total_taninterkondensasi

Suhu_Penyeduhan	Lama_Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
80 C	10 menit	.13400	.008544	3
	20 menit	.17633	.010017	3
	30 menit	.23300	.009849	3
	Total	.18111	.043796	9
90 C	10 menit	.18633	.006506	3
	20 menit	.32533	.013503	3
	30 menit	.39433	.011015	3
	Total	.30200	.092221	9
100 C	10 menit	.32367	.006658	3
	20 menit	.45600	.008544	3
	30 menit	.33633	.005033	3
	Total	.37200	.063520	9
Total	10 menit	.21467	.085068	9
	20 menit	.31922	.121552	9
	30 menit	.32122	.071202	9
	Total	.28504	.104425	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tanin_terkondensasi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.282 ^a	8	.035	417.986	.000
Intercept	2.194	1	2.194	2.601E4	.000
Suhu Penyeduhan	.168	2	.084	995.206	.000
Lama Penyeduhan	.067	2	.033	396.462	.000
Suhu Penyeduhan * Lama Penyeduhan	.047	4	.012	140.137	.000
Error	.002	18	8.433E-5		
Total	2.477	27			
Corrected Total	.284	26			

a. R Squared = ,995 (Adjusted R Squared = ,992)

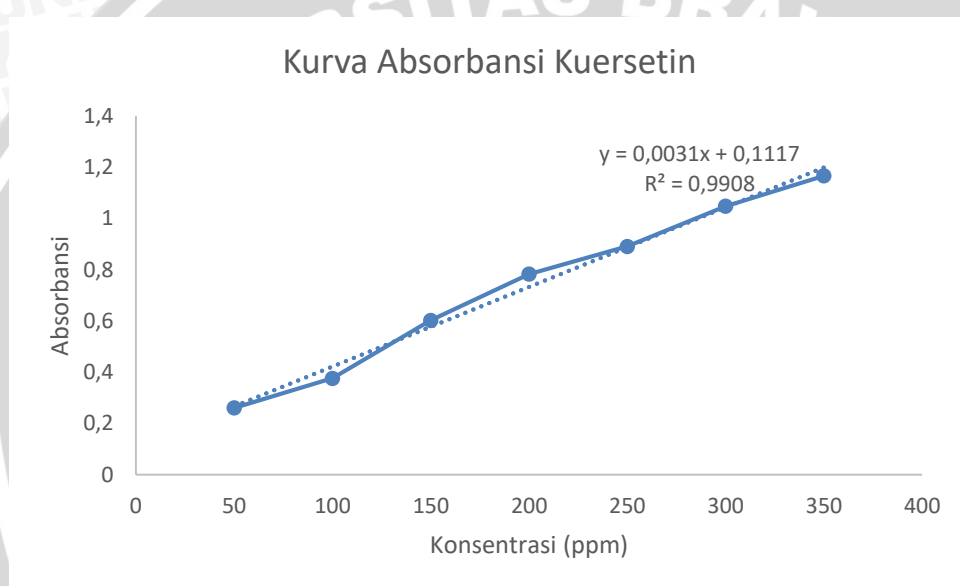
Tanin_terkondensasi

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05						Notasi
		1	2	3	4	5	6	
Tukey HSD ^a	80,10	3	.13400					a
	80,20	3		.17633				b
	90,10	3		.18633				b
	80,30	3			.23300			c
	100,10	3				.32367		d
	90,20	3				.32533		d
	100,30	3				.33633		d
	90,30	3					.39433	e
	100,20	3					.45600	f
Sig.			1.000	.908	1.000	.745	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 32. Absorbansi standar kuersetin

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
50	0,261
100	0,377
150	0,603
200	0,783
250	0,891
300	1,048
350	1,167



Lampiran 33. Data total flavonoid

Ulangan 1

Perlakuan	Absorbansi (y)	(a)	(b)	Kadar equivalen Kuersetin ($\mu\text{g QE/mL}$)	Kadar equivalen QE untuk 3 mL ($\mu\text{g QE}$)	Kadar QE (mg)	Total flavonoid (mg QE/100g)
A1B1	1,892	0,0031	0,1117	574,290	1722,871	1,723	6,891
A1B2	2,366	0,0031	0,1117	727,194	2181,581	2,182	8,726
A1B3	2,383	0,0031	0,1117	732,677	2198,032	2,198	8,792
A2B1	2,425	0,0031	0,1117	746,226	2238,677	2,239	8,955
A2B2	2,898	0,0031	0,1117	898,806	2696,419	2,696	10,786
A2B3	2,349	0,0031	0,1117	721,710	2165,129	2,165	8,661
A3B1	2,143	0,0031	0,1117	655,258	1965,774	1,966	7,863
A3B2	2,746	0,0031	0,1117	849,774	2549,323	2,549	10,197
A3B3	2,066	0,0031	0,1117	630,419	1891,258	1,891	7,565

Ulangan 2

A1B1	2,087	0,0031	0,1117	637,194	1911,581	1,912	7,646
A1B2	2,295	0,0031	0,1117	704,290	2112,871	2,113	8,451
A1B3	2,312	0,0031	0,1117	709,774	2129,323	2,129	8,517
A2B1	1,916	0,0031	0,1117	582,032	1746,097	1,746	6,984
A2B2	2,613	0,0031	0,1117	806,871	2420,613	2,421	9,682
A2B3	2,336	0,0031	0,1117	717,516	2152,548	2,153	8,610
A3B1	2,087	0,0031	0,1117	637,194	1911,581	1,912	7,646
A3B2	2,439	0,0031	0,1117	750,742	2252,226	2,252	9,810
A3B3	2,332	0,0031	0,1117	716,226	2148,677	2,149	8,595

Ulangan 3

A1B1	1,805	0,0031	0,1117	546,226	1638,677	1,639	6,555
A1B2	2,241	0,0031	0,1117	686,871	2060,613	2,061	8,242
A1B3	2,418	0,0031	0,1117	743,968	2231,903	2,232	8,928
A2B1	2,113	0,0031	0,1117	645,581	1936,742	1,937	7,747
A2B2	2,547	0,0031	0,1117	785,581	2356,742	2,357	9,427
A2B3	2,143	0,0031	0,1117	655,258	1965,774	1,966	7,863
A3B1	2,266	0,0031	0,1117	694,935	2084,806	2,085	8,339
A3B2	2,752	0,0031	0,1117	851,710	2555,129	2,555	9,396
A3B3	2,286	0,0031	0,1117	701,387	2104,161	2,104	8,417

Lampiran 34. Hasil analisis keragaman total flavonoid

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata - Rata	St. Deviasi
	I	II	III			
A ₁ B ₁	6,891	7,646	6,555	21,092	7,031	0,55875
A ₁ B ₂	8,726	8,451	8,242	25,419	8,473	0,24275
A ₁ B ₃	8,792	8,517	8,928	26,237	8,746	0,20938
A ₂ B ₁	8,955	6,984	7,747	23,686	7,895	0,99384
A ₂ B ₂	10,786	9,682	9,427	29,895	9,965	0,72235
A ₂ B ₃	8,661	8,610	7,863	25,134	8,378	0,44673
A ₃ B ₁	7,863	7,646	8,339	23,848	7,949	0,35447
A ₃ B ₂	10,197	9,810	9,396	29,427	9,809	0,69292
A ₃ B ₃	7,565	8,595	8,417	24,577	8,192	0,55053

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: Total_flavonoid				
Suhu_Penyeduhan	Lama_Penyeduhan	Mean	Std. Deviation	N
Suhu 80 °C	10 menit	6.03067	1.210868	3
	20 menit	8.47300	.242749	3
	30 menit	8.74567	.209381	3
	Total	7.74978	1.438250	9
Suhu 90 °C	10 menit	7.89533	.993837	3
	20 menit	9.96500	.722348	3
	30 menit	8.37800	.446731	3
	Total	8.74611	1.143088	9
Suhu 100 °C	10 menit	7.94933	.354475	3
	20 menit	9.80100	.400576	3
	30 menit	8.19233	.550528	3
	Total	8.64756	.952229	9
Total	10 menit	7.29178	1.240983	9
	20 menit	9.41300	.829073	9
	30 menit	8.43867	.442833	9
	Total	8.38115	1.235389	27

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Total_flavonoid

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	31.946 ^a	8	3.993	9.293	.000
Intercept	1896.578	1	1896.578	4.414E3	.000
Suhu_Penyeduhan	5.425	2	2.713	6.313	.008
Lama_Penyeduhan	20.293	2	10.146	23.613	.000
Suhu_Penyeduhan *	6.228	4	1.557	3.624	.025
Lama_Penyeduhan					
Error	7.734	18	.430		
Total	1936.259	27			
Corrected Total	39.681	26			

a. R Squared = ,805 (Adjusted R Squared = ,718)

Total_flavonoid							
	Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
			1	2	3	4	
Tukey HSD ^a	80,10	3	6.03067				a
	90,10	3	7.89533	7.89533			ab
	100,10	3		7.94933	7.94933		bc
	100,30	3		8.19233	8.19233	8.19233	bcd
	90,30	3		8.37800	8.37800	8.37800	bcd
	80,20	3		8.47300	8.47300	8.47300	bcd
	80,30	3		8.74567	8.74567	8.74567	bcd
	100,20	3			9.80100	9.80100	cd
	90,20	3				9.96500	d
	Sig.		.052	.799	.054	.072	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 35. Skema foto pembuatan teh herbal buah bakau (*R. mucronata*)



Penimbangan buah *R. mucronata*



Pencucian buah *R. mucronata*



Buah *R. mucronata* yang telah dicuci



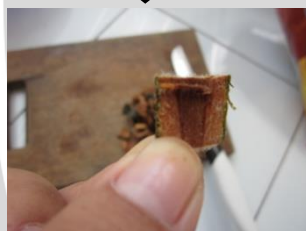
Dipotong tipis – tipis dengan ketebalan $\pm 1-2$ mm



Pemotongan buah *R. mucronata* beserta kulitnya



Penimbangan buah *R. mucronata* yang telah dicuci



Chip buah *R. mucronata*



Penjemuran chip buah *R. mucronata* dibawah sinar matahari



Pengemasan chip / teh kering buah *R. mucronata*

Lampiran 36. Skema foto penyeduhan teh herbal buah *R. mucronata* dengan perlakuan suhu dan lama penyeduhan



Menimbang teh herbal kering buah *R. mucronata*



Mengukur air sebanyak 100 mL



Masukkan dalam waterbath



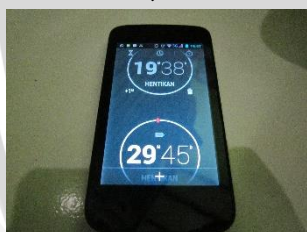
Pemantuan stabilitas suhu



Masukkan teh kering sebanyak 2 g ke dalam beakerglass



Ditunggu hingga mencapai suhu yang diinginkan



Ditunggu selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit



Dilakukan pengadukan agar bercampur rata



Teh herbal yang telah diseduh sesuai perlakuan diangkat



Seduhan teh siap untuk dilakukan pengujian selanjutnya



Hasil seduhan teh kemudian disaring untuk memisahkan air dengan ampasnya

Lampiran 37. Skema foto pengujian inhibisi teh herbal buah bakau terhadap enzim α -glukosidase



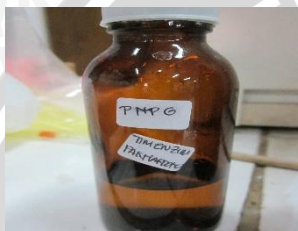
Disiapkan botol vial dan diisi dengan 5 mL DMSO



Dimasukkan sampel teh herbal dan dilakukan pengenceran dari 20.000 ppm menjadi 50, 25, 12,5 dan 6,25 ppm



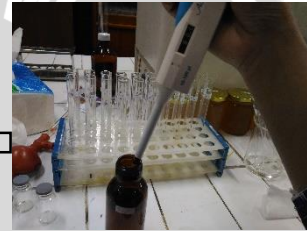
Selanjutnya diambil 10 μ L dari sampel yang telah diencerkan ke dalam tabung reaksi S0 dan Si



Diambil 250 μ L substrat p-NPG dan dimasukkan dalam semua tabung reaksi



Diambil 490 μ L buffer fosfat pH 7 dan dimasukkan ke dalam semua tabung reaksi



Diambil 10 μ L DMSO dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi B dan K



Sampel sebelum di waterbath



Diinkubasi dalam waterbath suhu 37°C selama 5 menit



Ditambahkan 250 μ L buffer fosfat pH 7 sebanyak



Ditambahkan 1000 μ L Na_2CO_3



Diinkubasi dalam waterbath suhu 37°C selama 15 menit



Ditambahkan 250 μ L enzim hasil pengenceran 20x



Sampel akhir proses ditandai dengan terbentuknya warna kuning



Pengukuran absorbansi sampel pada λ 400 nm

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

