

**PENGARUH SUBSTITUSI DAGING BUAH BAKAU
Rhizophora mucronata TERHADAP KARAKTERISTIK DAN
KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI BUBUK**

SKRIPSI

OLEH:

**MOH. A'INURROFIQIN
NIM. 135080300111001**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH SUBSTITUSI DAGING BUAH BAKAU
Rhizophora mucronata TERHADAP KARAKTERISTIK DAN
KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI BUBUK**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**MOH. A'INURROFIQIN
NIM. 135080300111001**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

SKRIPSI

PENGARUH SUBSTITUSI DAGING BUAH BAKAU
Rhizophora mucronata TERHADAP KARAKTERISTIK DAN
KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI BUBUK

Oleh:

MOH. A'INURROFIQIN
NIM. 135080300111001

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 9 November 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Hardoko, MS.
NIP. 19620108 198802 1 001

Tanggal: 12 DEC 2018

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS.
NIP. 19570119 198601 1 001

Tanggal: 12 DEC 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan



Dr. Ir. Muhammad Firdaus, MP.
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: 12 DEC 2018



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PENGARUH SUBSTITUSI DAGING BUAH BAKAU**
***Rhizophora mucronata* TERHADAP KARAKTERISTIK**
DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI BUBUK

Nama Mahasiswa : Moh. A'inurrofiqin

NIM : 135080300111001

Program Studi : Teknologi Hasil Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Hardoko, MS.

Dosen Pembimbing 2 : Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Anies Chamidah, MP.

Dosen Penguji 2 : Ir. Sri Dayuti, MP.

Tanggal Ujian : 9 November 2018

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya 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, November 2018

Mahasiswa

MOH. A'INURROFIQIN
NIM. 135080300111001

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak yang terkait. Oleh karena itu, rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah swt., Tuhan Yang Maha Esa atas segala rezeki, kekuatan, kesehatan, dan kecukupan mulai dari awal hingga berakhirnya perkuliahan;
2. Kedua orang tua, Bapak Sugito dan Ibu Siti Mahmudah, beserta kakak perempuan saya Siti Mukhollifah dan suami, dan keluarga besar yang senantiasa mendukung dan mendoakan selama menempuh pendidikan;
3. Dr. Ir. Hardoko, MS. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah membimbing dari saya sejak Praktik Kerja Magang hingga Skripsi, memberikan arahan dan masukan yang membangun hingga selesainya laporan skripsi;
4. Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan arahan dalam proses penyusunan skripsi;
5. Dr. Ir. Anies Chamidah, MP. selaku Dosen Penguji I dan Ir. Sri Dayuti, MP. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan saran yang membangun;
6. Keluarga besar THP 13, bimbingan Bapak Hardoko, seluruh rekan, sahabat, dan civitas akademika UB yang telah mendukung dan mendoakan.

Terima kasih atas segala dukungan moral maupun material yang telah diberikan. Harapan besar tulisan ini mampu hadir sebagai ilmu pengetahuan untuk semua pembaca. Atas perhatiannya, saya ucapkan terima kasih.

Malang, November 2018

Penulis

RINGKASAN

Moh. A'inurrofiqin (135080300111001). Skripsi tentang Pengaruh Substitusi Daging Buah Bakau *Rhizophora mucronata* Terhadap Karakteristik dan Kandungan Antioksidan Kopi Bubuk (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Hardoko, MS.** dan **Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS.**).

Kopi merupakan salah satu minuman penyegar yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan. Budaya meminum kopi orang Indonesia ini mampu dijadikan sebagai medium untuk menghadirkan zat baik yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh, yaitu antioksidan. Antioksidan dinilai penting sebagai zat tambahan mengingat kondisi lingkungan Indonesia yang bisa memicu radikal bebas seperti asap rokok, polusi udara, radiasi ultraviolet, obat-obatan, zat pemicu radikal bebas dalam makanan, dan polutan lain. Salah satu harapan sumber alternatif antioksidan alami adalah buah bakau. Komposisi kimia yang terkandung dalam buah bakau *Rhizophora mucronata* antara lain kadar air 46,63%, kadar lemak 1,96%, kadar protein 0,41%, kadar abu 1,25%, dan kadar karbohidrat 22,29%. Sementara aktivitas antioksidan yang terkandung dalam buah bakau *Rhizophora mucronata* memiliki nilai IC_{50} sebesar 58,61 ppm. Selama ini buah bakau *Rhizophora mucronata* juga belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat luas. Padahal buah bakau dapat diolah menjadi produk minuman yang bernilai ekonomis. Substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* diharapkan dapat memperbaiki karakteristik kopi bubuk yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan konsentrasi terbaik pada pembuatan kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* serta pengaruhnya terhadap karakteristik kopi bubuk dan menentukan karakteristik kopi bubuk hasil konsentrasi terbaik dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Malang pada bulan November 2017-Juni 2018.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental yang terdiri dari dua tahap. Tahap pertama untuk menentukan konsentrasi terbaik dari substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* (konsentrasi substitusi 0%, 10%, 20%, dan 30%). Tahap kedua untuk mengetahui secara detail pengaruh substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* (konsentrasi substitusi 5%, 10%, dan 15%). Penentuan terbaik pada tahap pertama dan kedua menggunakan metode pembobotan subjektif. Hasil terbaik pada tahap kedua dilakukan uji antioksidan dan uji kadar proksimat kopi bubuk. Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) sederhana dengan 4 perlakuan dan 5 kali ulangan pada tahap pertama dan 3 perlakuan dan 6 ulangan pada tahap kedua. Olah data menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), apabila terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% ($\alpha=0,05$).

Hasil penelitian substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik kopi bubuk yang dihasilkan. Konsentrasi perlakuan terbaik pada penelitian tahap pertama adalah perlakuan M2 (substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* 10%). Konsentrasi perlakuan terbaik pada penelitian tahap kedua adalah perlakuan N3 (substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* 15%). Pada penelitian tahap pertama diperoleh hasil rata-rata perlakuan terbaik pada konsentrasi M2 (substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* 10%) yaitu nilai warna L sebesar 30,02; nilai ⁰Hue sebesar 38,73; kadar TSS sebesar 0,0956 mg/ml; nilai organoleptik hedonik atribut warna, tekstur, aroma, dan rasa berturut-turut sebesar 3,54; 3,34; 3,64; dan 3,84; serta nilai pembobotan sebesar 1160,246. Pada penelitian tahap kedua diperoleh hasil rata-rata perlakuan terbaik pada konsentrasi N3 (substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* 15%) yaitu nilai warna L sebesar 40,92; nilai ⁰Hue sebesar 43,24; kadar TSS sebesar 0,092 mg/ml; nilai pH sebesar 5,51, kadar antioksidan sebesar 96 ppm, nilai organoleptik hedonik atribut warna, tekstur, aroma, dan rasa berturut-turut sebesar 3,81; 3,5; 3,73; dan 3,42; nilai organoleptik skoring atribut warna, tekstur, aroma, dan rasa berturut-turut sebesar 3,2; 3,39; 3,01; dan 2,91; nilai pembobotan sebesar 4573,01; kadar kafein sebesar 2,38%; dan nilai proksimat untuk kadar karbohidrat, protein, lemak, abu, dan air berturut-turut sebesar 72,54%; 13,13%; 2,24%; 3,23%, dan 8,85%.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah swt., Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan kuasa-Nya, penulis dapat menyelesaikan dan menyajikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Substitusi Daging Buah Bakau *Rhizophora mucronata* Terhadap Karakteristik dan Kandungan Antioksidan Kopi Bubuk”. Skripsi ini menyajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi proses pembuatan produk kopi bubuk yang disubstitusi dengan serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* dan beberapa uji terkait dalam menentukan karakteristik produk kopi bubuk yang dihasilkan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bimbingan serta kerja sama dari berbagai pihak yang terkait. Oleh karena itu, rasa hormat dan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dengan segala bantuan dan kemampuannya. Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi media belajar untuk siapa pun yang ingin mempelajari dan mengembangkannya.

Malang, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
IDENTITAS TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iiiv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Kegunaan	5
1.6 Waktu dan Tempat Penelitian.....	1
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bakau <i>Rhizophora mucronata</i>	6
2.1.1 Deskripsi.....	6
2.1.2 Klasifikasi	7
2.2 Tanaman Kopi <i>Coffea sp.</i>	8
2.3 Kopi Bubuk	9
2.3.1 Pengolahan Biji Kopi	11
2.3.2 Penyangraian	14
2.3.3 Penggilingan.....	18
2.4 Antioksidan.....	19
2.4.1 Mekanisme Antioksidan.....	20
2.4.2 Jenis-jenis Antioksidan	22
3. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	23
3.2 Metode Penelitian.....	23
3.2.1 Penelitian Tahap Pertama (Penelitian Pendahuluan).....	24
3.2.2 Penelitian Tahap Kedua (Penelitian Utama)	29
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Penelitian Tahap Pertama (Penelitian Pendahuluan).....	40
4.1.1 Karakteristik Fisik Kopi	40
4.1.2 Karakteristik Organoleptik Kopi.....	57
4.1.3 Penentuan Perlakuan Terbaik	70
4.2 Penelitian Tahap Kedua (Penelitian Utama)	72
4.2.1 Karakteristik Fisik Kopi	72

4.2.2	Karakteristik Kimia Kopi.....	88
4.2.3	Karakteristik Organoleptik Kopi.....	98
4.2.4	Penentuan Perlakuan Terbaik	121
4.2.5	Hasil Uji Perlakuan Terbaik.....	122
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	126
5.1	Kesimpulan.....	126
5.2	Saran.....	127
	DAFTAR PUSTAKA.....	128
	LAMPIRAN.....	136



DAFTAR GAMBAR

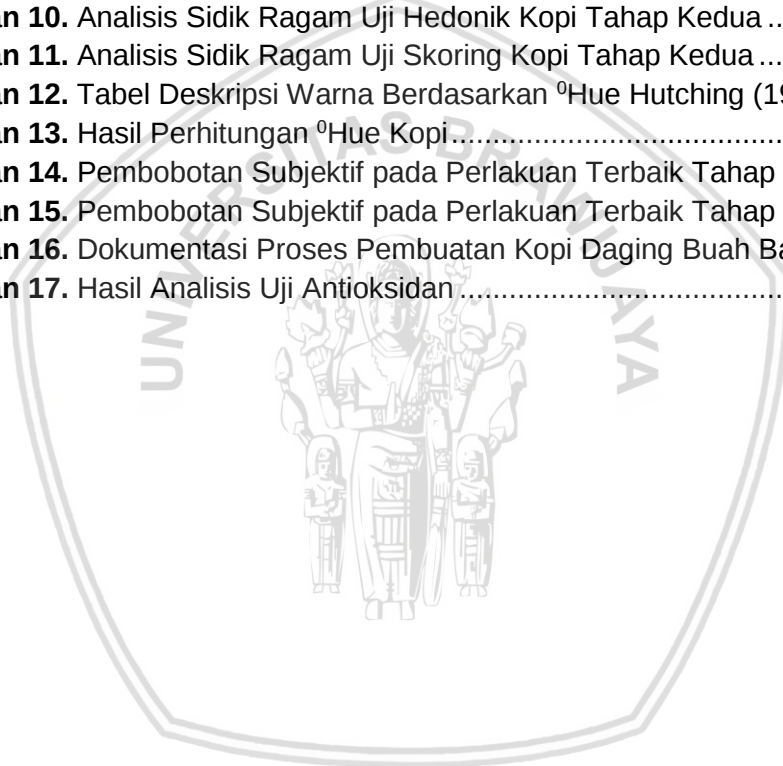
	Halaman
Gambar 1. Buah bakau <i>Rhizophora mucronata</i>	7
Gambar 2. Struktur buah bakau <i>Rhizophora mucronata</i>	7
Gambar 3. Susunan buah kopi.....	9
Gambar 4. Diagram alir pembuatan kopi bubuk	18
Gambar 5. Diagram alir preparasi daging buah bakau	26
Gambar 6. Diagram alir pembuatan serbuk buah bakau	27
Gambar 7. Diagram alir pembuatan serbuk kopi	28
Gambar 8. Diagram alir pembuatan kopi buah bakau tahap pertama.....	29
Gambar 9. Diagram alir pembuatan kopi buah bakau tahap kedua	32
Gambar 10. Substitusi daging buah bakau terhadap nilai L kopi bubuk.....	50
Gambar 11. Substitusi daging buah bakau terhadap kadar TSS kopi bubuk	55
Gambar 12. Substitusi daging buah bakau pada hedonik warna kopi bubuk	58
Gambar 13. Substitusi daging buah bakau pada hedonik tekstur kopi bubuk....	61
Gambar 14. Substitusi daging buah bakau pada hedonik aroma kopi bubuk.....	64
Gambar 15. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik rasa kopi bubuk..	68
Gambar 16. Substitusi daging buah bakau terhadap nilai L kopi bubuk.....	82
Gambar 17. Substitusi daging buah bakau terhadap kadar TSS kopi bubuk	87
Gambar 18. Substitusi daging buah bakau terhadap nilai pH kopi bubuk	89
Gambar 19. Substitusi daging buah bakau terhadap antioksidan kopi bubuk....	93
Gambar 20. Substitusi daging buah bakau pada hedonik warna kopi bubuk	99
Gambar 21. Substitusi daging buah bakau pada hedonik tekstur kopi bubuk..	102
Gambar 22. Substitusi daging buah bakau pada hedonik aroma kopi bubuk...	105
Gambar 23. Substitusi daging buah bakau pada hedonik rasa kopi bubuk.....	109
Gambar 24. Substitusi daging buah bakau pada skoring warna kopi bubuk....	112
Gambar 25. Substitusi daging buah bakau pada skoring tekstur kopi bubuk...	115
Gambar 26. Substitusi daging buah bakau pada skoring aroma kopi bubuk....	117
Gambar 27. Substitusi daging buah bakau pada skoring rasa kopi bubuk.....	120

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia buah bakau <i>Rhizophora mucronata</i>	8
Tabel 2. Syarat mutu kopi bubuk menurut SNI 01-3542-2004	11
Tabel 3. Syarat mutu biji kopi berdasarkan SNI 01-2907-2008.....	12
Tabel 4. Komponen kimia biji kopi sebelum dan sesudah disangrai	16
Tabel 5. Rancangan percobaan tahap pertama.....	25
Tabel 6. Formulasi kopi buah bakau <i>Rhizophora mucronata</i> tahap pertama	29
Tabel 7. Rancangan percobaan tahap kedua.....	31
Tabel 8. Formulasi kopi buah bakau <i>Rhizophora mucronata</i> tahap kedua.....	32
Tabel 9. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk bakau	41
Tabel 10. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk kopi.....	45
Tabel 11. Nilai derajat Hue kopi pada uji fisik warna.....	53
Tabel 12. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk bakau.....	73
Tabel 13. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk kopi.....	77
Tabel 14. Nilai derajat Hue kopi pada uji fisik warna.....	85
Tabel 15. Klasifikasi tingkat kekuatan antioksidan.....	94
Tabel 16. Perlakuan kontrol kopi bubuk dan daging buah bakau.....	94
Tabel 17. Perbandingan kadar kafein kopi.....	123
Tabel 18. Hasil analisis proksimat kopi.....	124

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Rendemen Kopi Buah Bakau Tahap Pertama	137
Lampiran 2. Data Rendemen Kopi Buah Bakau Tahap Kedua	144
Lampiran 3. Analisis Sidik Ragam Uji Warna Kopi Tahap Pertama	150
Lampiran 4. Analisis Sidik Ragam Kadar TSS Kopi Tahap Pertama.....	152
Lampiran 5. Analisis Sidik Ragam Hedonik Kopi Tahap Pertama	154
Lampiran 6. Analisis Sidik Ragam Uji Warna Kopi Tahap Kedua.....	161
Lampiran 7. Analisis Sidik Ragam Uji TSS Kopi Tahap Kedua	162
Lampiran 8. Analisis Sidik Ragam Uji pH Kopi Tahap Kedua	163
Lampiran 9. Analisis Sidik Ragam Uji Antioksidan Kopi Tahap Kedua.....	164
Lampiran 10. Analisis Sidik Ragam Uji Hedonik Kopi Tahap Kedua	165
Lampiran 11. Analisis Sidik Ragam Uji Skoring Kopi Tahap Kedua	171
Lampiran 12. Tabel Deskripsi Warna Berdasarkan °Hue Hutching (1999)	177
Lampiran 13. Hasil Perhitungan °Hue Kopi.....	178
Lampiran 14. Pembobotan Subjektif pada Perlakuan Terbaik Tahap Pertama	179
Lampiran 15. Pembobotan Subjektif pada Perlakuan Terbaik Tahap Kedua ..	181
Lampiran 16. Dokumentasi Proses Pembuatan Kopi Daging Buah Bakau.....	184
Lampiran 17. Hasil Analisis Uji Antioksidan	187



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan sebagian besar penduduknya mengonsumsi kopi sebagai minuman. Kopi merupakan bahan minuman yang terkenal tidak hanya di Indonesia, tetapi juga terkenal di seluruh dunia. Hal ini karena seduhan kopi memiliki aroma yang khas yang tidak dimiliki oleh bahan minuman lainnya. Selain itu, kopi juga memiliki nilai sejarah, budaya, dan ekonomi yang kuat. Kopi yang banyak dijumpai di pasaran diproduksi dari dua spesies tanaman yang berbeda, yakni *Coffea arabica* dan *Coffea robusta* (Ciptaningsih, 2012).

Kopi merupakan salah satu minuman penyegar yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan. Minuman kopi yang merupakan hasil pengolahan buah kopi ini memiliki cita rasa yang khas dan banyak digemari oleh semua lapisan masyarakat. Indonesia merupakan pengekspor kopi peringkat keempat dunia yang mana setiap daerah penghasil kopi Indonesia menghasilkan kopi dengan karakteristik yang berbeda (Pastiniasih, 2012).

Begitu banyak orang Indonesia yang mengonsumsi kopi sehingga telah menjadi kebiasaan rutin di tiap harinya. Budaya meminum kopi orang Indonesia ini mampu dijadikan sebagai medium untuk menghadirkan zat baik yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh, yaitu antioksidan (Beksono, 2014). Antioksidan dinilai penting sebagai zat tambahan mengingat kondisi lingkungan Indonesia yang bisa memicu radikal bebas seperti asap rokok, polusi udara, radiasi ultraviolet, obat-obatan, zat pemicu radikal bebas dalam makanan, dan polutan lain.

Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang mampu menunda, memperlambat, atau menghambat reaksi oksidasi (Pokorny *et al.*, 2001). Senyawa

antioksidan memegang peranan penting dalam pertahanan tubuh terhadap pengaruh buruk yang disebabkan radikal bebas. Radikal bebas diketahui dapat menginduksi penyakit kanker, arteriosclerosis, dan penuaan, disebabkan oleh kerusakan jaringan karena oksidasi (Kikuzaki dan Nakatani, 1993). Dengan demikian antioksidan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan yaitu memperkuat sistem imun tubuh, mencegah penyakit jantung, mencegah penyakit saraf, mencegah penyakit dan kerusakan mata, mencegah penyakit kanker, dan mencegah penuaan dini dan membuat awet muda (Irmawati, 2014).

Antioksidan umumnya diisolasi dari sumber alami kebanyakan berasal dari tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan. Menurut penelitian Lahucky *et al.* (2010), bahwa beberapa tanaman diketahui memiliki kandungan senyawa antioksidan dan mengandung senyawa fenolik yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Salah satu harapan sumber alternatif antioksidan alami adalah buah bakau. Dalam produk minuman, buah bakau sering digunakan sebagai alternatif bahan yang menguntungkan dan dapat meningkatkan nilai gizi.

Kadar antioksidan yang terdapat pada kopi dapat dikatakan rendah. Menurut penelitian Beksono (2014), aktivitas antioksidan kopi memiliki nilai IC_{50} sebesar 140,24 ppm. Sedangkan menurut penelitian Priyanto (2012), aktivitas antioksidan buah bakau memiliki nilai IC_{50} sebesar 58,61 ppm. Nilai IC_{50} didapatkan melalui persamaan regresi linear dengan menggunakan Microsoft Excel agar didapatkan persamaan regresi linear. Nilai IC_{50} yang semakin rendah menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi. Selain itu, diperlukan pula alternatif campuran bahan lain untuk mengurangi bahan baku utama biji kopi. Sehingga diperlukan penambahan bahan makanan yang memiliki kandungan gizi yang lain terutama antioksidan sebagai zat untuk mengatasi gangguan radikal bebas.

Selama ini pula, buah bakau *Rhizophora mucronata* juga belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat luas, buah bakau umumnya belum banyak diolah menjadi produk konsumsi publik. Padahal buah bakau dapat diolah menjadi produk minuman yang bernilai ekonomis. Buah bakau memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan tambahan produk yang mampu berdaya saing global di pasaran.

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* dalam proses pembuatan kopi bubuk agar didapat kopi bubuk dengan kualitas terbaik sebagai produk pangan lokal dan diharapkan akan diterima baik oleh masyarakat.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian terkait uraian tersebut di atas adalah:

- a. Berapa konsentrasi penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* pada kopi bubuk agar didapatkan kualitas terbaik?
- b. Berapa banyak kadar kafein yang dihasilkan dari proses penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap produk kopi bubuk?
- c. Berapa peningkatan kadar antioksidan yang dihasilkan dari proses penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap produk kopi bubuk?
- d. Bagaimana karakteristik mutu kopi bubuk yang didapatkan setelah penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* pada kopi bubuk?
- e. Bagaimana sifat organoleptik kopi bubuk yang didapatkan setelah penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* pada kopi bubuk?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini dilaksanakan adalah sebagai berikut:

- a. Mendapatkan konsentrasi terbaik pada pembuatan kopi bubuk dengan penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* agar didapatkan kopi bubuk yang berkualitas.
- b. Menentukan kadar kafein yang dihasilkan dari proses penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap produk kopi bubuk.
- c. Menentukan peningkatan kadar antioksidan yang dihasilkan dari proses penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap produk kopi bubuk.
- d. Mengetahui karakteristik mutu kopi bubuk yang didapatkan setelah penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* pada kopi bubuk.
- e. Mengetahui sifat organoleptik kopi bubuk yang didapatkan setelah penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* pada kopi bubuk.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap produk kopi bubuk menghasilkan kopi bubuk yang berkualitas
- b. Penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap produk kopi bubuk menurunkan kadar kafein
- c. Penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap produk kopi bubuk meningkatkan kadar antioksidan
- d. Penambahan daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap kopi bubuk meningkatkan karakteristik mutu kopi bubuk

- e. Penambahan daging buah buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap kopi bubuk memperbaiki sifat organoleptik kopi bubuk

1.5 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan ilmu pengetahuan terkait substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* serta pengaruhnya terhadap karakteristik dan kandungan antioksidan kopi bubuk.

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu penelitian tahap pertama dan penelitian tahap kedua. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 sampai Juni 2018 di Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bakau *Rhizophora mucronata*

2.1.1 Deskripsi

Nama daerah *Rhizophora mucronata* adalah bakau hitam. Bakau ini termasuk ke dalam famili *Rhizophoraceae* dan banyak ditemukan pada daerah berpasir serta daerah pasang surut air laut. Bakau hitam dapat tumbuh hingga ketinggian 35-40 m. Bakau hitam memiliki batang silindris, kulit luar berwarna coklat keabu-abuan sampai hitam, pada bagian luar kulit terlihat retak-retak. Bentuk akar tanaman ini menyerupai akar tunjang (akar tongkat). Akar tunjang digunakan sebagai alat pernapasan karena memiliki lentisel pada permukaannya. Akar tanaman tersebut tumbuh menggantung dari batang atau cabang yang rendah dan dilapisi semacam sel lilin yang dapat dilewati oksigen tetapi tidak tembus air (Murdiyanto, 2003).

Tanaman bakau memiliki daun melonjong, berwarna hijau, dan mengkilap dengan panjang tangkai 17-35 mm. Tanaman ini umumnya memiliki bunga berwarna kuning yang dikelilingi kelopak berwarna kuning-kecokelatan sampai kemerahan. Proses penyerbukan dibantu oleh serangga dan terjadi pada April sampai dengan Oktober. Penyerbukan menghasilkan buah berwarna hijau yang umumnya memiliki panjang 36-70 cm dan diameter 2 cm (Kusmana *et al.*, 2003). Daerah penyebaran tumbuhan ini meliputi Sri Lanka, seluruh Malaysia dan Indonesia hingga Australia dan Kepulauan Pasifik (Duke, 2006).

Buah bakau terdapat di bagian atas berwarna coklat dan berbentuk bulat lonjong, sementara propagulnya ada di bagian bawah berwarna hijau dan berbentuk tangkai memanjang. Struktur buah bakau meliputi biji buah, daging buah, dan kulit buah. Daging buah bakau ada di bagian atas, berbentuk bulat lonjong, dibungkus kulit buah, memiliki warna coklat, dan bertekstur keras.

2.1.2 Klasifikasi

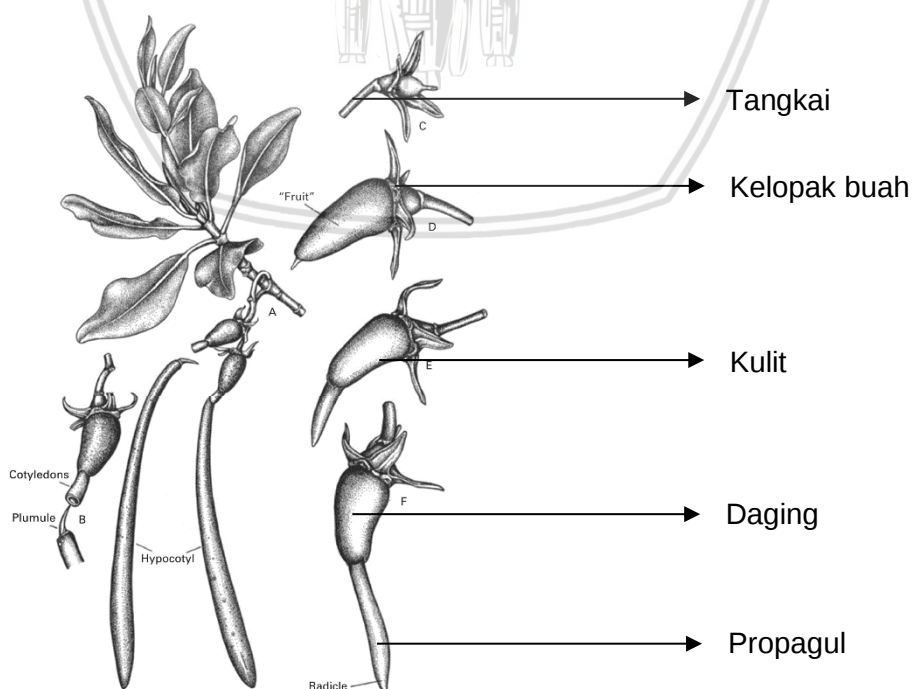
Klasifikasi tumbuhan bakau *Rhizophora mucronata* menurut Duke (2006) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Mytales
 Famili : Rhizophoraceae
 Genus : Rhizophora
 Spesies : *Rhizophora mucronata* Lamk.

Gambar buah bakau *Rhizophora mucronata* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Buah bakau *Rhizophora mucronata* (Ken Fern's Plant, 2014)



Gambar 2. Struktur buah bakau *Rhizophora mucronata* (Tomlinson, 2016)

Tabel 1. Komposisi kimia buah bakau *Rhizophora mucronata*

No	Komposisi	Nilai (%)
1	Kadar air	46,63
2	Kadar lemak	1,96
3	Kadar protein	0,41
4	Kadar abu	1,25
5	Karbohidrat (<i>by difference</i>)	22,29

Sumber: Bunyapraphatsara *et al.* (2002)

2.2 Tanaman Kopi *Coffea sp.*

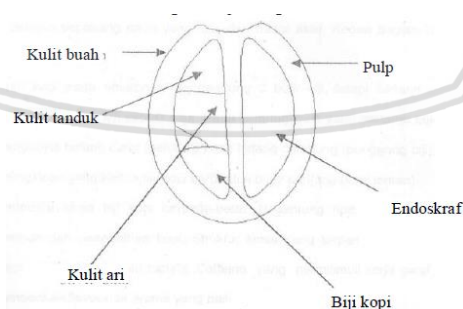
Kopi termasuk kelompok tanaman semak dengan genus *Coffea*. Kopi termasuk ke dalam famili *Rubiaceae*. Beberapa jenis kopi yang banyak dijumpai adalah kopi Arabika *Coffea arabica*, kopi Robusta *Coffea canephora*, dan kopi Liberika *Coffea liberica*. Di Indonesia jenis kopi yang paling banyak ditanam adalah jenis Robusta dan Arabika. Kopi Arabika sangat baik ditanam di daerah yang berketinggian 1.000-2.100 meter di atas permukaan laut (dpl). Semakin tinggi lokasi perkebunan kopi, cita rasa yang dihasilkan akan semakin baik. Kopi Robusta memiliki adaptasi yang lebih baik dibandingkan kopi Arabika. Sebagian besar kopi Indonesia merupakan kopi jenis Robusta karena lebih mudah ditanam dibandingkan kopi Arabika serta tingkat produktivitas yang tinggi. Kopi Arabika memiliki kelebihan tersendiri dibandingkan dengan kopi jenis lainnya. Kopi Arabika memiliki cita rasa yang khas dengan kandungan kafein yang tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan kopi Robusta. Kopi jenis Liberika sudah tidak ditanam lagi oleh petani Indonesia karena rendemen biji kopi yang dihasilkan hanya 10% dari bobot kopi basah (Panggabean, 2011).

Tanaman kopi dapat tumbuh dengan baik apabila faktor-faktor yang mempengaruhinya dapat dioptimalkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kopi terdiri atas, tanah, curah hujan, ketinggian tempat, dan pemeliharaan. Untuk dapat tumbuh dengan baik kopi harus ditanam pada tanah yang subur dan memiliki pH berkisar 5-7. Curah hujan yang masih dapat ditolerir oleh tanaman kopi adalah 2.000-3.000 mm/tahun. Curah hujan mempengaruhi

pembentukan bunga sampai menjadi buah. Berbeda jenis kopi yang ditanam berbeda pula ketinggian tempat yang dipersyaratkan, kopi Arabika tumbuh pada ketinggian diatas 1000 meter dpl sedangkan kopi Robusta dapat tumbuh pada ketinggian 800 meter dpl (Ridwansyah, 2003).

Pemanenan kopi dilakukan ketika buah kopi sudah berwarna merah hingga merah tua. Kopi mulai menghasilkan buah ketika berumur empat tahun. Proses pemanenan dilakukan secara manual. Kopi dipetik satu persatu menggunakan tangan. Kopi kering yang luluh ke tanah dipanen secara terpisah yang disebut dengan panen lelesan. Pada akhir masa panen, semua buah dipanen sampai habis yang disebut dengan panen rampasan untuk memutus daur hidup hama (Panggabean, 2011).

Menurut Ridwansyah (2003), buah kopi atau sering juga disebut kopi gelondongan basah adalah buah kopi hasil panen dari kebun, kadar airnya masih berkisar antara 60-65% dan biji kopinya masih terlindung oleh kulit buah, daging buah, lapisan lendir, kulit tanduk, dan kulit ari. Buah kopi terdiri atas tiga bagian, yaitu lapisan kulit luar (*exocarp*), lapisan daging (*mesocarp*), dan lapisan kulit tanduk (*endoscarp*). Adapun susunan buah kopi disajikan pada **Gambar 3** berikut:



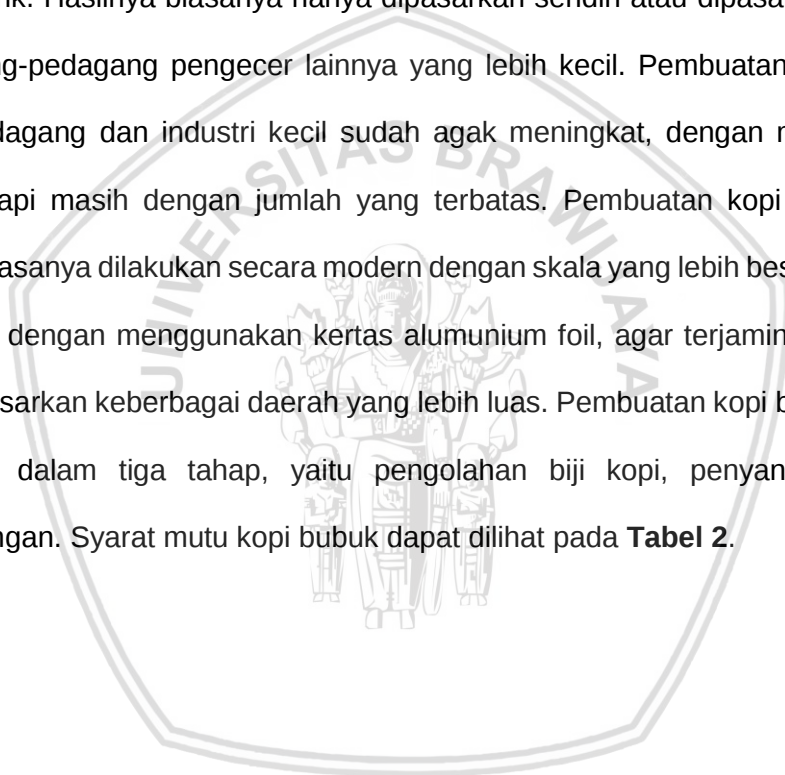
Gambar 3. Susunan buah kopi (Ridwansyah, 2003)

2.3 Kopi Bubuk

Pengolahan kopi adalah merubah bentuk bahan baku buah kopi menjadi produk yang dikehendaki baik berupa produk setengah jadi yaitu kopi biji atau kopi beras, maupun produk yang siap dikonsumsi seperti kopi bubuk. Faktor yang

memegang peranan penting yaitu pengadaan bahan baku untuk diolah menjadi produk selanjutnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam kualitas produk setengah jadi dan produk akhir adalah mulai dari sistem pemetikan, pascapanen, dan sistem pengolahan bahan baku termasuk pengawasan mutu dan penyimpanan (Setyani, 2002).

Pembuatan kopi bubuk di Indonesia seperti Bengkulu, Sumatera Selatan, Sulawesi, dan Lampung banyak dilakukan oleh petani, pedagang, industri kecil, dan pabrik. Hasilnya biasanya hanya dipasarkan sendiri atau dipasarkan kepada pedagang-pedagang pengecer lainnya yang lebih kecil. Pembuatan kopi bubuk oleh pedagang dan industri kecil sudah agak meningkat, dengan mesin cukup baik, tetapi masih dengan jumlah yang terbatas. Pembuatan kopi bubuk oleh pabrik biasanya dilakukan secara modern dengan skala yang lebih besar. Hasilnya dikemas dengan menggunakan kertas aluminium foil, agar terjamin kualitasnya dan dipasarkan ke berbagai daerah yang lebih luas. Pembuatan kopi bubuk bisa dibagi ke dalam tiga tahap, yaitu pengolahan biji kopi, penyangraian, dan penggilingan. Syarat mutu kopi bubuk dapat dilihat pada **Tabel 2**.



Tabel 2. Syarat mutu kopi bubuk menurut SNI 01-3542-2004

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			I	II
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Rasa	-	Normal	Normal
1.3	Warna	-	Normal	Normal
2	Air	% b/b	Maks. 7	Maks. 7
3	Abu	% b/b	Maks. 5	Maks. 5
4	Kealkalian abu	<u>mlxN.NaOH</u> 100 g	57-64	Min. 35
5	Sari kopi	% b/b	20-36	Maks. 60
6	Kafein (anhidrat)	% b/b	0,9-2	0,45-2
7	Bahan-bahan lain	-	Tidak boleh ada	Boleh ada
8	Cemaran logam:			
8.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
8.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 30,0	Maks. 30,0
8.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0	Maks. 40,0
8.4	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40/250	Maks. 40/250
8.5	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03
9	Arsen	mg/kg	Maks. 1,0	Maks. 1,0
10	Cemaran mikroba:			
10.1	Angka lempeng total	koloni/g	Maks. 10 ⁶	Maks. 10 ⁶
10.2	Kapang	koloni/g	Maks. 10 ⁴	Maks. 10 ⁴

Sumber: BSN (2004)

2.3.1 Pengolahan Biji Kopi

Buah kopi yang telah masak sempurna akan dipanen untuk diolah menjadi kopi beras (biji kopi kering). Pengolahan buah kopi yang dilakukan mempengaruhi cita rasa alohan kopi yang nantinya dihasilkan. Pengolahan buah kopi menjadi kopi beras dapat dilakukan dengan dua cara pengolahan cara kering (*Oost Indische Bereiding*) atau pengolahan cara basah (*Wash Indichi Bereiding*).

Pengolahan buah kopi dengan metode kering banyak dilakukan oleh petani Indonesia karena relatif pendek dan sederhana. Proses pengolahan kering dilakukan dengan langsung mengeringkan buah kopi yang baru dipanen. Pengeringan dapat menggunakan pengeringan matahari atau dengan pengeringan buatan. Pengeringan dengan bantuan sinar matahari pada umumnya berlangsung 10-15 hari, sangat bergantung pada keadaan cuaca. Pengeringan dengan cara ini membutuhkan lokasi yang luas dan bersih. Pengeringan buatan

dapat dilakukan dengan mesin-mesin pengering yang banyak ditawarkan di pasaran, seperti mesin pengering statik, mesin pengering drum yang berputar atau mesin pengering vertikal. Dengan pengeringan buatan, suhu pengeringan dapat diatur sehingga dapat mempertahankan kualitas kopi. Setelah buah kopi kering kulit kopi dikupas hingga diperoleh biji kopi kering yang bersih (Siswoputranto, 1993). Syarat mutu biji kopi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Syarat mutu biji kopi berdasarkan SNI 01-2907-2008

No	Kriteria	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup	-	Tidak ada
2	Biji berbau busuk/berbau kapang	-	Tidak ada
3	Kadar air	% fraksi massa	Maks. 12,5
4	Warna	% fraksi massa	Maks. 0,5

Sumber: BSN (2008)

Buah kopi yang diolah dengan metode basah pada umumnya memiliki kualitas yang baik dan seragam. Namun, jika pengolahannya tidak tepat, berisiko merusak cita rasa kopi menjadi *fermented* (biji kopi terfermentasi berlebihan). Menurut Panggabean (2011), tahapan proses pengolahan kopi secara basah adalah sebagai berikut:

a. Sortasi

Sortasi buah kopi dilakukan secara manual dengan alat berupa bak penampung yang berisi air. Buah kopi hasil panen dimasukkan ke dalam bak kemudian diberi air. Buah kopi yang mengambang menandakan buah tersebut jelek atau rusak. Buah yang tenggelam merupakan buah berisi dan dapat diolah pada tahap selanjutnya.

b. Pengupasan kulit buah

Buah kopi yang telah disortasi dimasukkan ke mesin *pulper* yang akan mengupas kulit buah kopi. Pada prinsipnya pengupasan kulit metode basah sama dengan pengupasan kulit pada metode kering. Pengupasan kulit buah

berlangsung di antara permukaan silinder yang berputar (*rotor*) dan permukaan pisau yang diam (*stator*) di dalam alat *pulper*.

c. Fermentasi

Fermentasi bertujuan untuk menghilangkan senyawa lendir yang tersisa dari kulit tanduk. Fermentasi merupakan proses penguraian senyawa-senyawa yang terdapat di lapisan lendir dengan bantuan mikroorganisme. Proses fermentasi dilakukan dengan merendam biji kopi dengan air pada bak fermentasi. Biji kopi dibiarkan terendam selama 10 jam. Setelah 10 jam air rendaman dibuang sambil diaduk. Bak kembali diisi air bersih dan dilakukan perendaman lagi. Setiap 3-4 jam air rendaman diganti sambil diaduk. Perendaman dihentikan setelah 30 jam difermentasi. Fermentasi yang baik ditandai dengan mengelupasnya lapisan lendir dari kulit tanduk. Selain dengan fermentasi basah, fermentasi kopi juga dapat dilakukan dengan fermentasi kering. Fermentasi kering dilakukan tanpa menggunakan air. Fermentasi kering dilakukan dengan menutup biji kopi dengan kain atau karung goni basah. Waktu yang diperlukan fermentasi kering lebih lama dibandingkan fermentasi basah.

d. Pencucian

Pencucian dilakukan untuk menghilangkan sisa lendir yang masih menempel setelah proses fermentasi. Pencucian menggunakan air mengalir pada bak yang memanjang, kopi diaduk dengan tangan atau kaki untuk melepaskan sisa lendir yang masih melekat.

e. Pengeringan

Pengeringan yang dilakukan pada metode basah tidak berbeda dengan pengeringan pada metode kering. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air biji kopi. Pengeringan dapat dilakukan dengan cara mekanis atau tradisional. Pengeringan mekanis menggunakan alat atau mesin pengering. Pengeringan

dengan cara tradisional dilakukan dengan memanfaatkan sinar matahari (penjemuran).

f. Pengupasan kulit tanduk

Setelah proses pengeringan, biji kopi dihilangkan kulit tanduknya dengan menggunakan mesin *huller*. Dengan mesin *huller* akan diperoleh kopi beras yang siap disortasi untuk diklasifikasikan mutunya. Biji kopi kering yang dihasilkan dari pengolahan metode kering atau basah dikemas dengan menggunakan karung untuk kemudian dijual atau disimpan. Penyimpanan dilakukan pada ruangan yang mempunyai ventilasi udara yang memadai, disusun baik, dan tidak dicampur dengan komoditas pertanian lainnya. Ketahanan penyimpanan biji kopi yang diolah dengan metode kering sama dengan biji kopi yang diolah dengan metode basah.

2.3.2 Penyangraian

Roasting merupakan proses penyangraian biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu yang ditandai dengan perubahan kimiawi yang signifikan. Terjadi kehilangan berat kering terutama gas CO₂ dan produk pirolisis mudah menguap lainnya. Kebanyakan produk pirolisis ini sangat menentukan cita rasa kopi. Kehilangan berat kering terkait erat dengan suhu penyangraian. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi sangrai dibedakan atas 3 golongan, yaitu *ligh roast* suhu yang digunakan 193-199°C, *medium roast* suhu yang digunakan 204°C, dan *dark roast* suhu yang digunakan 213-221°C. Menurut Varnam dan Sutherland (1994), *ligh roast* menghilangkan kadar air 3-5%, *medium roast* 5-8%, dan *dark roast* 8-14%.

Penyangraian sangat menentukan warna dan cita rasa produk kopi yang akan dikonsumsi, perubahan warna biji dapat dijadikan dasar untuk sistem klasifikasi sederhana. Perubahan fisik terjadi termasuk kehilangan densitas ketika

pecah. Penyangrai bisa berupa oven yang beroperasi secara *batch* atau kontinyu. Pemanasan dilakukan pada tekanan atmosfer dengan media udara panas atau gas pembakaran. Pemanasan dapat juga dilakukan dengan melakukan kontak dengan permukaan yang dipanaskan, pada beberapa desain pemanas, hal ini merupakan faktor penentu pada pemanasan. Desain paling umum yang dapat disesuaikan baik untuk penyangraian secara *batch* maupun kontinyu merupakan drum horizontal yang dapat berputar. Umumnya biji kopi dicurahkan sealiran dengan udara panas melalui drum ini, kecuali pada beberapa *roaster*, di mana dimungkinkan terjadi aliran silang dengan udara panas. Udara yang digunakan langsung dipanaskan menggunakan gas atau bahan bakar, dan pada desain baru digunakan sistem udara daur ulang yang dapat menurunkan polusi di atmosfer serta menekan biaya operasional (Nasriati, 2006).

Tahap awal roasting adalah membuang uap air pada suhu penyangraian 100°C dan berikutnya tahap pirolisis pada suhu 180°C. Pada tahap pirolisis terjadi perubahan-perubahan komposisi kimia dan pengurangan berat sebanyak 10%. Perubahan sifat fisik dan kimia terjadi selama proses penyangraian, seperti *swelling*, penguapan air, terbentuknya senyawa mudah menguap, karamelisasi karbohidrat, pengurangan serat kasar, denaturasi protein, terbentuknya gas CO₂ sebagai hasil oksidasi dan terbentuknya aroma yang karakteristik pada kopi. *Swelling* selama penyangraian disebabkan karena terbentuknya gas-gas yang sebagian besar terdiri dari CO₂ kemudian gas-gas ini mengisi ruang dalam sel atau pori-pori kopi (Buffo dan Cardelli-Freire, 2004).

Biji kopi secara alami mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk cita rasa dan aroma khas kopi antara lain asam amino dan gula. Selama penyangraian beberapa senyawa gula akan terkaramelisasi menimbulkan aroma khas. Senyawa yang menyebabkan rasa sepat atau rasa asam seperti tanin dan asam asetat akan hilang dan sebagian lainnya akan bereaksi dengan asam

amino membentuk senyawa melansidin yang memberikan warna cokelat. Perubahan komponen kimia biji kopi yang telah melalui proses *roasting* dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut ini:

Tabel 4. Komponen kimia biji kopi sebelum dan sesudah disangrai

Komponen (%)	Arabika		Robusta	
	Kopi Beras	Kopi Sangrai	Kopi Beras	Kopi Sangrai
Mineral	3,0-4,2	3,5-4,5	4,0-4,5	4,6-5,0
Kafein	0,9-1,2	1,0	1,6-2,4	2,0
Trigonelin	1,0-1,2	0,5-1,0	0,6-0,75	0,3-0,6
Lemak	12,0-18,0	14,5-20,0	9,0-13,0	11,0-16,0
Asam klorogenat	5,5-8,0	1,2-2,3	7,0-10,0	3,9-4,6
Asam alifatis	1,5-2,0	1,0-1,5	1,5-1,2	1,0-1,5
Oligosakarida	6,0-8,0	0-3,5	5,0-7,0	0-3,5
Polisakarida	50,0-55,0	24,0-39,0	37,0-47,0	-
Asam amino	2,0	0,0		
Protein	11,0-13,0	13,0-15,0		13,0-15,0
Asam humat	-	16,0-17,0		16,0-17,0

Sumber: Clarke dan Macrae (1987)

Di dalam proses penyangraian sebagian kecil dari kafein akan menguap dan terbentuk komponen-komponen lain yaitu aseton, furfural, amonia, trimetilamin, asam formiat, dan asam asetat. Kafein di dalam kopi terdapat baik sebagai senyawa bebas maupun dalam bentuk kombinasi dengan klorogenat sebagai senyawa kalium kafein klorogenat (Franca *et al.*, 2005).

Perubahan kimiawi biji kopi selama penyangraian dapat dimonitor dengan perubahan nilai pH. Biji kopi secara alami mengandung berbagai jenis senyawa mudah menguap seperti aldehida, furfural, keton, alkohol, ester, asam format, dan asam asetat yang mempunyai sifat mudah menguap. Makin lama dan makin tinggi suhu penyangraian, jumlah ion H⁺ bebas di dalam seduhan makin berkurang secara signifikan (Sulistyowati, 2002).

Senyawa trigonelin dalam kopi akan mengalami degradasi selama proses penyangraian menjadi beberapa komponen heterosiklik piridin yang menimbulkan aroma kopi yang telah disangrai. Namun, trigonelin yang tidak terdegradasi sempurna menimbulkan rasa pahit yang mempengaruhi cita rasa

kopi. Kadar trigonelin pada biji Arabika 0,6-1,3%, sedangkan Robusta mencapai 0,3-0,9% (Panggabean, 2011).

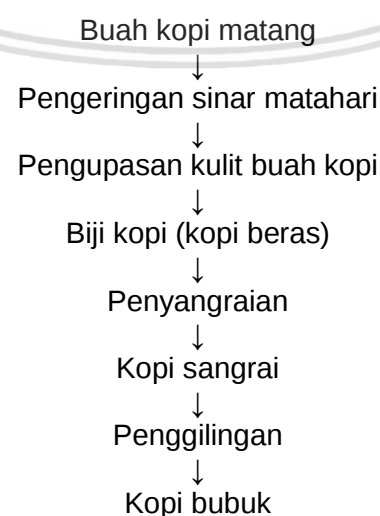
Senyawa mudah menguap yang menciptakan aroma kopi terbentuk pada menit-menit terakhir penyangraian karena terjadinya pirolisis gula, karbohidrat, dan protein dalam struktur sel biji. Karbohidrat akan mengalami degradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana (Arya dan Rao, 2007). Selama proses pirolisis terbentuk karamelisasi gula dan karbohidrat, asetat dan berbagai jenis asam lainnya, aldehida dan keton, furfural, ester, asam lemak, CO₂, sulfide, dan senyawa lainnya. Komponen mudah menguap pada biji Arabika dan Robusta hampir sama, walaupun komponen turunannya dan aroma dari biji Arabika mempunyai beberapa perbedaan terhadap biji Robusta. Pembentukan senyawa mudah menguap melibatkan reaksi Maillard antara asam amino, protein, trigonelin, serotonin dengan karbohidrat, asam-asam hidroksilat, fenol, dan lain-lain. Reaksi-reaksi yang terjadi selama penyangraian akan mempengaruhi warna dan cita rasa kopi (Belitz *et al.*, 2009).

Karbohidrat di dalam biji kopi berupa senyawa larut air atau tidak larut air. Jenis karbohidrat yang terdapat dalam kopi di antaranya arabinosa, fruktosa, mannanosa, galaktosa, dan glukosa. Polisakarida berupa selulosa dan hemiselulosa dijumpai pada dinding sel biji kopi (Panggabean, 2011). Kandungan karbohidrat pada Arabika adalah sekitar 6-8,3% basis kering dan Robusta 3,1-4,1%. Glukosa berkorelasi negatif dengan tingkat aroma, tetapi berkorelasi positif dengan kemanisan. Karbohidrat berpengaruh terhadap warna cokelat pada kopi yang sudah disangrai, membentuk cita rasa, dan berperan kepada pembentukan senyawa mudah menguap. Selama penyangraian, karbohidrat berubah menjadi polisakarida larut air, oligosakarida, melanoidin, karamel, dan senyawa mudah menguap (Varnam dan Sutherland, 1994).

2.3.3 Penggilingan

Kopi yang telah disangrai lalu digiling untuk mendapatkan kopi bubuk. Penggilingan dilakukan dengan alat pengiling (*grinder*). Mekanisme penghalusan terjadi karena adanya gaya gesek antara permukaan biji kopi sangrai dengan permukaan piringan dan sesama biji kopi sangrai. Tingkat kehalusan bubuk kopi ditentukan oleh kerapatan piringan dan ayakan yang dipasang pada bagian dalam mesin pembubuk. Semakin kecil ukuran ayakan di dalam silinder pembubuk ukuran partikel kopi bubuk semakin halus (Najiyati dan Danarti, 2001).

Penggilingan bertujuan untuk membuka permukaan kopi sangrai. Dengan permukaan yang semakin luas akan meningkatkan jumlah koloid yang larut dalam air ketika penyeduhan. Penggilingan yang lebih halus tidak hanya meningkatkan efisiensi hasil ekstrak tetapi juga merubah sifat *soluble* dan koloidal yang mengakibatkan rasa berubah sesuai dengan hasil gilingan. Semakin halus hasil gilingan semakin baik cita rasa yang dihasilkan dari seduhannya. Menurut Yeretizian *et al.* (2012), semakin halus partikel kopi semakin mudah melepas komponen kopi saat penyeduhan. Kehalusan penggilingan mempengaruhi lepasnya komponen kopi selama penyimpanan. Diagram alir pembuatan kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Diagram alir pembuatan kopi bubuk (Maulana, 2016)

2.4 Antioksidan

Secara kimia, pengertian senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron atau reduktan. Senyawa ini memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya radikal bebas melalui reaksi oksidasi. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksigen sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat (Winarsi, 2007).

Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sifatnya sangat tidak stabil dan tidak memiliki pasangan elektron pada orbit terluarnya. Ketidakstabilan ini disebabkan atom tersebut hanya memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Pembentukan senyawa radikal bebas tidak hanya terjadi dari proses kimia dalam tubuh, akan tetapi bisa terbentuk dari senyawa lain yang sebenarnya bukan radikal namun sifatnya dapat berubah menjadi radikal. Kelompok senyawa ini sering disebut *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan *Reactive Nitrogen Species* (RNS) (Winarsi, 2007).

Reactive Oxygen Species dan *Reactive Nitrogen Species* akan mencapai kestabilan dengan menerima elektron dari molekul lain atau mentransfer elektron tidak berpasangan ke molekul lain. Senyawa ini cenderung mengambil partikel dari molekul lain, misalnya DNA, membran/selaput sel, membran liposom (bagian sel yang mengandung enzim hidrolitik), mitokondria (tempat produksi energi sel), enzim-enzim, lemak, protein, serta komponen jaringan lainnya. Secara alami, ROS dan RNS terbentuk dari hasil metabolisme tubuh. Sel-sel tubuh telah memiliki beberapa mekanisme untuk mengeluarkan senyawa tersebut. Mekanisme ini menggunakan molekul yang disebut dengan antioksidan (Winarno, 2008).

Persen inhibisi adalah kemampuan suatu bahan untuk menghambat aktivitas radikal bebas, yang berhubungan dengan konsentrasi suatu bahan. Menurut Zheng *et al.* (2011), aktivitas antioksidan dinyatakan dengan persentase

penghambatan (inhibisi) yang diperoleh dari nilai absorbansi blanko dikurangi absorbansi sampel. Persen inhibisi ini didapatkan dari perbedaan serapan antara absorbansi DPPH dengan serapan yang diukur dengan spektrofotometer. Parameter yang dipakai untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah *Inhibitor Concentration* (IC_{50}). Suratmo (2009) menyatakan bahwa IC_{50} adalah konsentrasi suatu zat antioksidan yang memberikan persen penghambatan 50%. Nilai IC_{50} yang semakin kecil menandakan bahwa sampel yang digunakan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan penggunaan ekstrak dalam menghambat 50% aktivitas radikal bebas semakin sedikit. Pendapat ini diperkuat oleh pernyataan Molyneux (2004) bahwa semakin kecil nilai IC_{50} berarti aktivitas antioksidannya semakin tinggi.

2.4.1 Mekanisme Antioksidan

Antioksidan digunakan untuk melindungi komponen-komponen makanan yang bersifat tidak jenuh (mempunyai ikatan rangkap), terutama lemak dan minyak. Penambahan ini untuk mencegah terjadinya ketengikan pada makanan yang disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa yang merupakan produk akhir dari reaksi autooksidasi. Menurut Rita *et al.* (2009), bahwa reaksi autooksidasi merupakan suatu reaksi berantai di mana inisiator dan propagatornya adalah radikal bebas.

Proses autooksidasi melalui tiga tahap reaksi yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi. Inisiasi ditandai dengan terlepasnya atom hidrogen dari molekul asam lemak (LH) sehingga terbentuk radikal bebas alkil (L). Tahap propagasi yaitu saat radikal bebas alkil yang terbentuk pada tahap inisiasi bereaksi dengan oksigen atmosfer membentuk radikal bebas peroksil ($LOO\cdot$). Radikal bebas peroksil yang terbentuk bereaksi dengan atom hidrogen yang terlepas dari asam lemak tidak jenuh lain membentuk hidroperoksida ($LOOH$). Antioksidan (AH) memberikan atom oksigen pada radikal bebas peroksil ($LOO\cdot$) dan membentuk radikal lemak

yang stabil (LOOH). Hasil produk dari reaksi tersebut adalah terbentuknya senyawa-senyawa lain misalnya: aldehid, keton, alkohol, asam, dan alkali.

Proses penambahan antioksidan dapat menghalangi reaksi oksidasi pada tahap inisiasi maupun propagasi. Antioksidan akan mengurangi peroksida yang dapat merangsang terjadinya proses ketengikan yang terbentuk pada permulaan autooksidasi. Antioksidan akan dioksidasi secara langsung dengan peroksida sehingga mencegah reaksi oksidasi langsung atau tidak langsung dengan memutuskan rantai reaksi pembentukan gugusan peroksida tersebut. Molekul aktif dari lemak bereaksi dengan oksigen menghasilkan peroksida aktif. Peroksida aktif memberikan energinya kepada molekul lemak lain sehingga terbentuk reaksi rantai. Adanya antioksidan, menyebabkan sejumlah peroksida yang aktif dipisahkan dari rantai reaksi dengan memindahkan energinya kepada antioksidan. Molekul aktif dari antioksidan akan teroksidasi dan menjadi tidak aktif lagi karena lemahnya pemindahan energi kepada molekul lemak tersebut (Goutara *et al.*, 1980).

Antioksidan berdasarkan fungsinya, menurut Siagian (2002) dibagi menjadi 3 tipe, yaitu:

- a. Tipe pemutus rantai reaksi pembentuk radikal bebas dengan cara menyumbangkan atom H, contohnya vitamin E dan vitamin C.
- b. Tipe pengikat logam yang mampu mengikat zat prooksidan (Fe^{2+} dan Cu^{2+}), contohnya flavonoid, asam sitrat dan *Ethylene Diamine Tetra Acetat* (EDTA).
- c. Antioksidan seluler yang mampu mendekomposisi hidroperoksida menjadi bentuk stabil, contohnya pada manusia dikenal *Super Oksida Dismutase* (SOD), katalase, glutathion peroksidase.

Hasil penelitian Mustafa *et al.* (2000) menunjukkan bahwa antioksidan mempunyai dampak positif dalam menghambat komplikasi dari penyakit diabetes mellitus serta penyakit aterosklerosis yang sangat berperan dalam terjadinya

penyakit jantung koroner. Valko *et al.* (2006) menyatakan bahwa produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan *Reactive Nitrogen Species* (RNS) yang berlebihan dapat berubah menjadi radikal bebas yang dapat merusak lipid, protein dan DNA pada sel normal.

2.4.2 Jenis-jenis Antioksidan

Secara umum, antioksidan dibedakan menjadi dua kategori dasar, yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Saat ini, ketertarikan masyarakat pada antioksidan alami meningkat tajam baik untuk digunakan dalam bahan pangan ataupun sebagai material obat menggantikan antioksidan sintetis. Wang (2006) menyatakan bahwa antioksidan sintetis berbahaya bagi kesehatan karena berpotensi menyebabkan penyakit kanker.

Antioksidan alami banyak ditemukan pada sayuran dan buah-buahan. Antioksidan alami antara lain tokoferol, lesitin, fosfatida, sesamol, gosipol, karoten, dan asam askorbat yang banyak dihasilkan oleh tumbuhan. Antioksidan alami yang paling banyak ditemukan dalam minyak nabati adalah tokoferol yang terdapat dalam bentuk α , β , γ , δ -tokoferol (Winarno, 2008).

Antioksidan sintetis yang banyak digunakan adalah senyawa-senyawa fenol. Penambahan antioksidan ini harus memenuhi beberapa syarat, misalnya tidak berbahaya bagi kesehatan, tidak menimbulkan warna yang tidak diinginkan, efektif pada konsentrasi rendah, mudah didapat, dan ekonomis. Antioksidan sintetis yang sering digunakan adalah *butylated hydroxyanisole* (BHA) dan *butylated hydroxytoluene* (BHT) (Winarno, 2008).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain daging buah bakau *Rhizophora mucronata*, biji kopi Robusta, metanol (pelarut polar), etil asetat (pelarut semi-polar), dan n-heksana (pelarut nonpolar), aquades, kjeltab jenis selenium, larutan H_2SO_4 p.a. pekat, asam borat (H_3BO_3) 2% yang mengandung indikator *bromcherosol green-methyl red*, larutan HCl 0,1N, pelarut lemak (n-heksana p.a.), pereaksi Wagner, pereaksi Meyer, kloroform, anhidrat asetat, serbuk magnesium, air panas, H_2SO_4 , etanol 95%, kristal *1,1-diphenyl-2-2-picrylhydrazyl* (DPPH), etanol p.a. sebagai pelarut, twen 20, asam asetat glasial, kalium iodida (KI), natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), KIO_3 , HCl , FeCl_2 .

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi talenan, pisau, baskom, mesin penggiling, kompor dan tabung gas, cawan porselen, oven model DV-41, tanur pengabuan model FM-38, tabung reaksi, erlenmeyer, timbangan analitik, *aluminium foil*, desikator, kertas saring Whatman 42, kapas bebas lemak, labu lemak, kondensator, tabung Soxhlet, labu Kjeldahl, destilator, *rotary vacuum evaporator*, *multipipette*, *micropipette*, EpochTM Microplate Spectrophotometer, incubator, vortex, ayakan 80 mesh, loyang, neraca analitik Ohaus, peralatan gelas, penggaris, botol timbang, desikator, buret, labu ukur, alat suling, spektrofotometer, kuesioner.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang meliputi dua tahap yaitu menentukan konsentrasi terbaik dari substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* (kadar substitusi 0%, 10%, 20%, dan 30%) dan setelah didapatkan konsentrasi terbaik (X%) maka dilanjutkan dengan penelitian lanjutan (kadar substitusi X%, X-5%, dan X+5%) guna untuk mengetahui

secara detail pengaruh substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap karakteristik dan kandungan antioksidan kopi bubuk. Olah data menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), apabila terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% ($\alpha=0,05\%$). Menurut Sugiono (2011), metode eksperimental merupakan metode yang dapat dilakukan jika data yang ingin diperoleh belum tersedia sehingga variabel yang akan diukur harus dibangkitkan datanya melalui suatu percobaan.

3.2.1 Penelitian Tahap Pertama (Penelitian Pendahuluan)

Penelitian dilakukan terhadap masing-masing substitusi konsentrasi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* pada kopi bubuk. Penelitian tahap pertama dikategorikan sebagai Penelitian Pendahuluan (PP). Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* yang terbaik untuk menghasilkan karakteristik dan antioksidan kopi bubuk.

3.2.1.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Pada penelitian tahap pertama, jumlah perlakuan yang akan diterapkan adalah substitusi daging buah bakau yang terdiri dari 4 taraf yaitu M_1 (100% serbuk kopi : 0% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), M_2 (90% serbuk kopi : 10% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), M_3 (80% serbuk kopi : 20% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), dan M_4 (70% serbuk kopi : 30% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*) dari total campuran kopi dan buah bakau. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu substitusi konsentrasi daging buah bakau *Rhizophora mucronata*. Ulangan yang dilakukan sebanyak 5 kali sehingga jumlah satuan percobaan pada penelitian ini adalah 20 unit percobaan. Model statistika menurut Sugiyono (2009), yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = nilai pengamatan respons karena pengaruh konsentrasi substitusi daging buah bakau terhadap kopi bubuk taraf ke-I pada percobaan ke-j

μ = rata-rata sebenarnya

I = banyaknya taraf tingkat substitusi daging buah bakau (0%, 10%, 20%, 30%)

j = banyaknya ulangan ($j= 1,2,3$)

τ_i = pengaruh tingkat substitusi daging buah bakau ke-i

ϵ_{ij} = galat pada komposisi kopi level ke-i pada ulangan ke j

Jumlah ulangan pada penelitian tahap pertama dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$4(r-1) \geq 15$$

$$r \geq 4,75 \sim 5$$

Keterangan: n = perlakuan

r = ulangan

Adapun desain penelitian tahap pertama dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rancangan percobaan tahap pertama

Perlakuan	Ulangan					Rerata
	1	2	3	4	5	
0% (M_1)	M1.1	M1.2	M1.3	M1.4	M1.5	
10% (M_2)	M2.1	M2.2	M2.3	M2.4	M2.5	
20% (M_3)	M3.1	M3.2	M3.3	M3.4	M3.6	
30% (M_4)	M4.1	M4.2	M4.3	M4.4	M4.7	

Keterangan perlakuan:

M_1 = substitusi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* 0%

M_2 = substitusi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* 10%

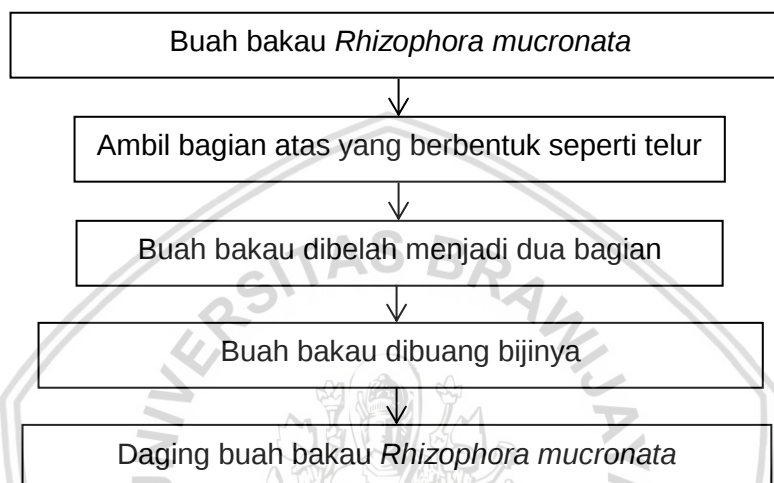
M_3 = substitusi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* 20%

M_4 = substitusi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* 30%

3.2.1.2 Prosedur Percobaan

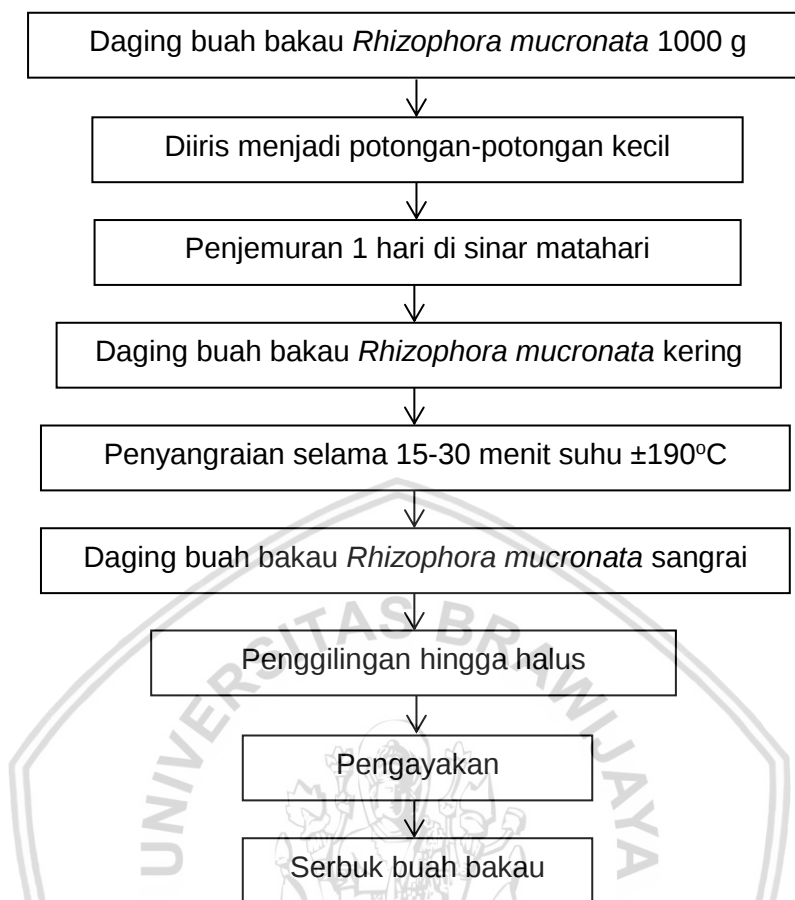
3.2.1.2.1 Pembuatan Serbuk Buah Bakau

Buah bakau *Rhizophora mucronata* yang masih muda diambil bagian atas yang bulat lonjong seperti telur. Buah kemudian dibelah dan dibuang bijinya, daging buah bakau digunakan sebagai bahan baku. Preparasi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram alir preparasi daging buah bakau

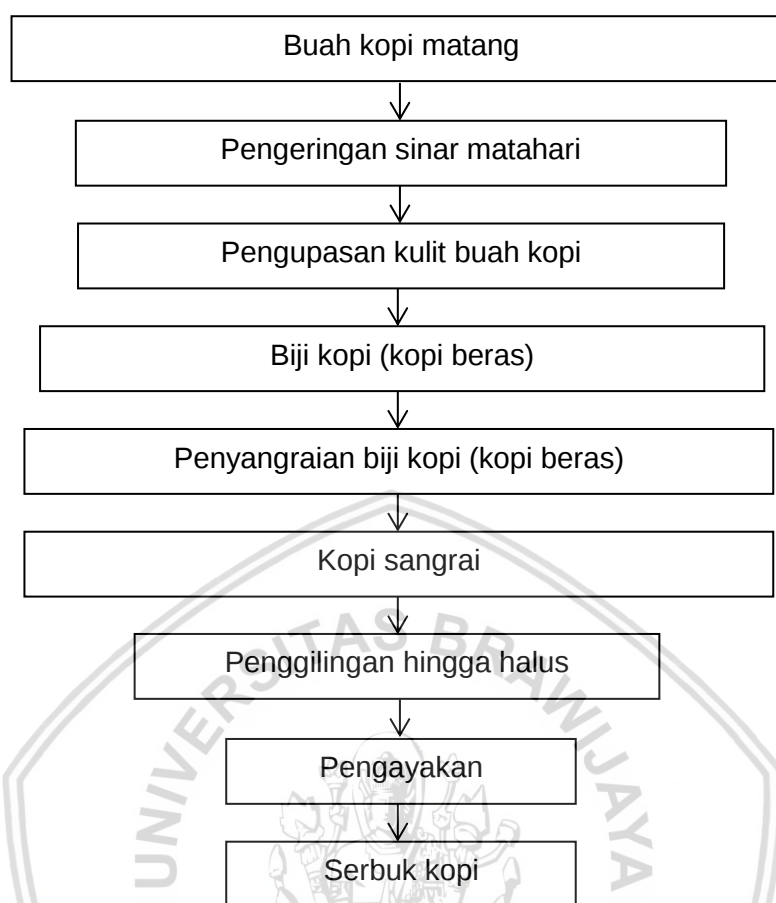
Daging buah bakau lalu dicuci untuk menghilangkan getahnya dan dibersihkan dari kotoran yang menempel. Daging buah bakau bersih 1000 g lalu dipotong kecil-kecil. Irisan daging buah bakau lalu dijemur 1 hari hingga kering. Setelah kering, irisan buah bakau kemudian disangrai dengan penggorengan sekitar 15-30 menit dengan api konstan. Buah baku diangkat ditandai dengan warnanya yang coklat kehitaman. Setelah matang, dilakukan penggilingan hingga halus. Setelah digiling kemudian diayak dengan menggunakan saringan konvensional. Proses pembuatan serbuk buah bakau dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Diagram alir pembuatan serbuk buah bakau

3.2.1.2.2 Pembuatan Serbuk Kopi

Buah kopi matang, dikeringkan dengan sinar matahari selama 10-15 hari. Lalu kulit buah kopi dikupas, sehingga didapatkan biji kopi mentah. Lakukan penyangraian selama 15-30 menit dengan suhu $\pm 190^{\circ}\text{C}$, hingga didapat biji kopi hasil sangrai. Biji kopi yang telah disangrai lalu dilakukan penggilingan dan pengayakan hingga mendapatkan serbuk kopi halus. Diagram alir pembuatan serbuk kopi dapat dilihat pada **Gambar 7**.

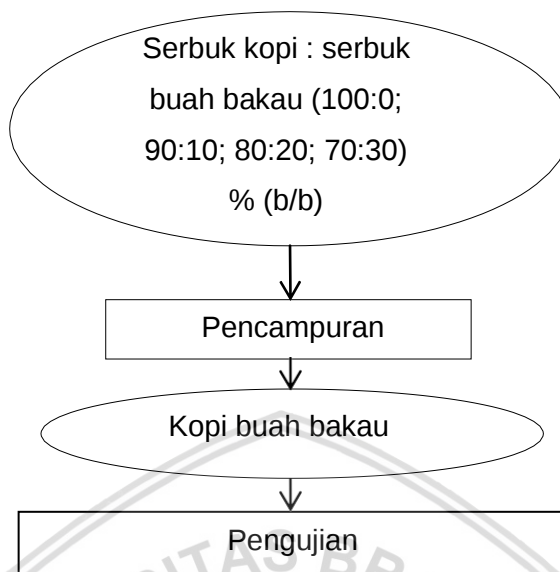


Gambar 7. Diagram alir pembuatan serbuk kopi

3.2.1.2.3 Pembuatan Kopi Buah Bakau *Rhizophora mucronata*

Serbuk kopi dan serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* hasil sangrai yang telah halus dicampur dengan perbandingan antara serbuk kopi dan serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* yaitu antara lain perlakuan M_1 (100% serbuk kopi : 0% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), perlakuan M_2 (90% serbuk kopi : 10% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), perlakuan M_3 (80% serbuk kopi : 20% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), dan perlakuan M_4 (70% serbuk kopi : 30% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*) dari campuran kopi dan buah bakau. Berdasarkan rancangan penelitian tahap pertama, maka selanjutnya dibuat formulasi produk kopi buah bakau *Rhizophora mucronata*

seperti pada **Tabel 6**. Diagram alir pembuatan kopi buah bakau dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Diagram alir pembuatan kopi buah bakau tahap pertama

Tabel 6. Formulasi kopi buah bakau *Rhizophora mucronata* tahap pertama

Formulasi	Perlakuan			
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Serbuk kopi	100 g	90 g	80 g	70 g
Serbuk buah bakau	0 g	10 g	20 g	30 g

3.2.1.3 Parameter Uji

Parameter uji yang akan dilakukan pada penelitian tahap pertama yaitu uji rendemen, uji karakteristik mutu kopi bubuk secara fisik (warna dan *Total Suspended Solid*), dan uji hedonik.

3.2.2 Penelitian Tahap Kedua (Penelitian Utama)

Penelitian tahap kedua adalah pembuatan kopi buah bakau *Rhizophora mucronata* dengan konsentrasi terbaik (10%) yang dihasilkan pada penelitian tahap pertama sebagai acuan. Penelitian tahap kedua dikategorikan sebagai Penelitian Utama (PU). Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih detail dan rinci pengaruh substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* terhadap karakteristik dan antioksidan kopi bubuk.

3.2.2.1 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Setelah didapatkan hasil terbaik pada penelitian tahap pertama (X), selanjutnya dibuat perlakuan substitusi dengan range yang lebih sempit dengan perbandingan konsentrasi serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berturut-turut sebesar (X-5), (X), dan (X+5). Pada penelitian tahap kedua, perlakuan adalah daging buah bakau yang terdiri dari 3 taraf yaitu N₁ (X% konsentrasi terbaik substitusi serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* penelitian tahap pertama, N₂ (X-5% substitusi serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* penelitian tahap pertama), dan N₃ (X+5% substitusi serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* penelitian tahap pertama) dari total campuran kopi dan buah bakau. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu substitusi konsentrasi daging buah bakau *Rhizophora mucronata*. Ulangan yang dilakukan sebanyak 6 kali sehingga jumlah satuan percobaan pada penelitian ini adalah 18 unit percobaan. Model statistika menurut Sugiyono (2009), yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = nilai pengamatan respons karena pengaruh konsentrasi substitusi daging buah bakau terhadap kopi bubuk taraf ke-I pada percobaan ke-j

μ = rata-rata sebenarnya

I = banyak taraf tingkat substitusi daging buah bakau (X%, X-5%, X+5%)

j = banyaknya ulangan ($j = 1, 2, 3$)

τ_i = pengaruh tingkat substitusi daging buah bakau ke-i

ε_{ij} = galat pada komposisi kopi bubuk level ke-i pada ulangan ke j

Jumlah ulangan pada penelitian tahap kedua dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

$$(3-1)(r-1) \geq 15$$

$$3(r-1) \geq 15$$

$$r \geq 6$$

Keterangan: n = perlakuan r = ulangan

Adapun desain penelitian tahap kedua dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rancangan percobaan tahap kedua

Perlakuan	Ulangan						Rerata
	1	2	3	4	5	6	
X% (N₁)	N1.1	N1.2	N1.3	N1.4	N1.5	N1.6	
X-5% (N₂)	N2.1	N2.2	N2.3	N2.4	N2.5	N2.6	
X+5% (N₃)	N3.1	N3.2	N3.3	N3.4	N3.5	N3.6	

Keterangan perlakuan:

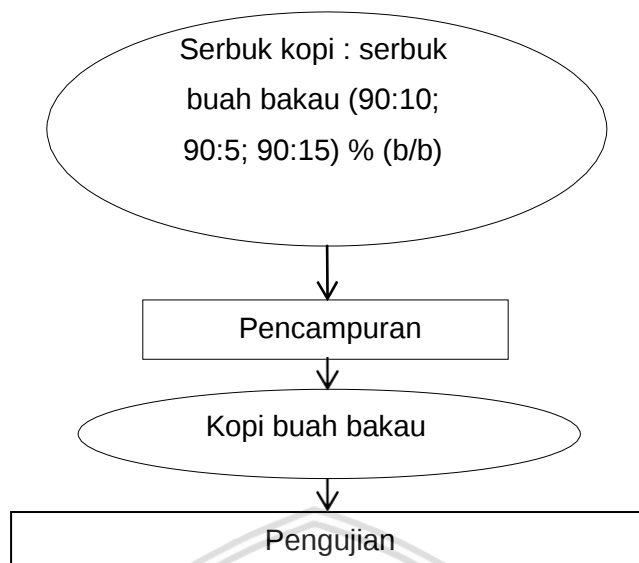
N₁ = substitusi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* X%

N₂ = substitusi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* X-5%

N₃ = substitusi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* X+5%

3.2.2.2 Prosedur Penelitian

Serbuk kopi dan serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* hasil sangrai dicampur dengan perbandingan antara serbuk kopi dan serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* yaitu antara lain perlakuan N₁ (90% serbuk kopi : 10% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), perlakuan N₂ (90% serbuk kopi : 5% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*), dan perlakuan N₃ (90% serbuk kopi : 15% serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata*) dari campuran kopi dan buah bakau. Berdasarkan rancangan penelitian tahap kedua, maka selanjutnya dibuat formulasi produk kopi buah bakau *Rhizophora mucronata* seperti pada **Tabel 8**. Diagram alir pembuatan kopi buah bakau dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Diagram alir pembuatan kopi buah bakau tahap kedua

Tabel 8. Formulasi kopi buah bakau *Rhizophora mucronata* tahap kedua

Formulasi	Perlakuan		
	N ₁	N ₂	N ₃
Serbuk kopi	90% g	90% g	90% g
Serbuk buah bakau	10% g	5% g	15% g

3.2.2.3 Parameter Uji

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian tahap kedua yaitu uji rendemen, uji karakteristik mutu kopi bubuk secara fisik (warna dan *Total Suspended Solid*), uji pH, uji antioksidan, uji hedonik, uji skoring, uji kafein, dan uji proksimat (kadar air, protein, karbohidrat, lemak, dan abu).

3.2.2.3.1 Analisis Warna (Yuwono dan Susanto, 1998)

Penentuan parameter fisik kopi buah bakau dalam hal ini analisis warna dilakukan dengan bantuan *color reader*. Langkah pertama adalah sampel diletakkan dalam wadah plastik bening. Kemudian *color reader* dihidupkan dan ditekan tombol pembacaan. Sebelumnya diatur pada L*, a*, b* lalu tekan tombol target. Kemudian hasil pembacaan dicatat.

3.2.2.3.2 Analisis *Total Suspended Solid* (TSS) (Pastiniasih, 2012)

Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai

berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji.

Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut dan padatan total.

$$\text{TSS (mg/L)} = (A-B) \times 1000 / V$$

Keterangan:

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

C = volume contoh (mL)

3.2.2.3.3 Analisis pH (Suwetja, 2007)

Penentuan pH dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter, dengan urutan kerja sebagai berikut: a) Timbang sampel yang telah dirajang kecil-kecil sebanyak 10 g dihomogenkan menggunakan mortar dengan 20 ml aquades selama 1 menit, b) Tuangkan kedalam beaker glass 10 ml, kemudian diukur pH-nya dengan menggunakan pH meter, c) Sebelum pH meter digunakan, harus ditera kepekaan jarum penunjuk dengan larutan buffer pH 7, d) Besarnya pH adalah pembacaan jarum penunjuk pH setelah jarum skala konstan kedudukannya.

3.2.2.3.4 Analisis Antioksidan (Blois, 1958)

a. Pembuatan larutan uji ekstrak air kopi buah bakau dan pembanding

Ekstrak air kopi dan pembanding ditimbang sebanyak 25 mg dimasukkan ke dalam labu ukur volume 2 ml dan dilarutkan dengan MeOH sampai batas volume untuk membuat konsentrasi induk sebesar 1000 µg/ml. Larutan disonikasi selama 15 menit. Ke dalam vial berwarna gelap, larutan sampel dipipet sejumlah

volume tertentu dan ditambahkan methanol sejumlah tertentu sehingga volume akhir pada masing-masing vial adalah 4 ml dan konsentrasi sampel terdiri dari 100, 80, 60, 20, 1, 0,5 µg/ml.

b. Pembuatan larutan DPPH

Larutan DPPH 100 ppm dibuat dengan cara ditimbang sebanyak 25 mg serbuk DPPH (BM=394,32) dimasukkan ke dalam labu ukur volume 25 ml lalu dilarutkan dengan metanol sampai tanda batas.

c. Penetapan panjang gelombang maksimum DPPH

Sebelum pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dulu penentuan panjang gelombang maksimum dengan menggunakan larutan kontrol yang sudah ditambahkan DPPH dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Serapan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis yang telah diatur panjang gelombangnya dari 400-600 nm.

d. Pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak air kopi buah bakau

Larutan uji dibuat dengan cara 1 ml dari masing-masing konsentrasi ditambahkan 1 ml DPPH 100 ppm dan ditambahkan 2 ml MeOH. Campiran divorteks selama 20 detik kemudian larutan uji dan larutan kontrol diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Kuersetin digunakan sebagai pembanding atau kontrol positif.

Uji antioksidan bahan uji dilakukan dengan metode DPPH yang menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Serapan atau absorbansi larutan uji diukur pada panjang gelombang maksimum. Untuk menghasilkan pengukuran yang baik, larutan yang diukur memberikan serapan sebesar 0,2-0,8 di daerah ultraviolet atau cahaya tampak. Persentase penghambatan inhibisi dihitung rumus:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

IC₅₀ dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear, konsentrasi sampel sebagai sumbu x dan persen penghambatan (% inhibisi) sebagai sumbu y. Dari persamaan $y=a+bx$ dapat dihitung nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ didapatkan dari nilai X setelah mengganti $y=50$.

3.2.2.3.5 Analisis Kafein (SNI 01-3542-2004)

a. Persiapan larutan uji

Sampel kopi yang akan diuji ditimbang 1 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Kopi dilarutkan dengan 40 ml aquades, ditambahkan 1 ml Pb aasetat. Dipanaskan dalam penangas air pada suhu 100°C selama 15 menit, kemudian didinginkan pada suhu kamar. Sampel dipindahkan ke dalam labu ukur 100 ml, erlenmeyer dibilas dengan aquades minimal 3 kali, kemudian ditepatkan sampai tanda garis. Sampel disaring dengan kertas saring Whatman No. 1 ke dalam gelas piala 100 ml. Filtrat dipipet 10 ml ke dalam labu ukur 50 ml, ditambahkan aquades sampai tanda garis. Filtrat disaring menggunakan *syringe* dengan *membrane filter* (*pore size: 0,45 μm, diameter 13 mm*) ke dalam tabung reaksi.

b. Persiapan fase gerak

Solvent yang digunakan sebagai fase gerak (*mobile phase*) untuk pemeriksaan kadar kafein dengan alat HPLC adalah 70% aquadest filter dan 30% methanol (*gradient grade for liquid chromatography*). Solvent harus difilter terlebih dahulu menggunakan vakum filter dengan *membrane filter* (*pore size : 0,45 μm, diameter 47 mm*) sebelum digunakan untuk pemeriksaan.

c. Pengujian

Larutan standar maupun larutan uji masing-masing sebanyak 10 μl diinjeksikan dengan menggunakan *syringe* 50 μl ke alat HPLC, di mana kondisi alat HPLC pada saat analisis:

Kolom (<i>column</i>)	: Hypersil ODS C 18,5 UM, 100 x 4,6 mm
Fase gerak (<i>mobile phase</i>)	: <i>Aquadest</i> filter; metanol (70% : 30%)
Kecepatan aliran (<i>flow</i>)	: 0,75 ml/menit
Temperatur	: 35°C
Detektor	: VWD dengan UV 272 nm

3.2.2.3.6 Analisis Kadar Air (Wellyalina *et al.*, 2013)

Penentuan kadar air dilakukan menggunakan metode *thermogravimetri*. Cawan kosong beserta tutupnya dikeringkan selama 10 menit dalam oven kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 10 menit. Setelah itu cawan dan beserta tutup ditimbang. Sampel seberat 5 gram diletakkan dalam cawan secara merata dan tutup kembali. Kemudian keringkan dalam oven selama 6 jam dan setelah itu dinginkan dalam desikator. Sampel kemudian ditimbang hingga memperoleh berat konstan. Perhitungan kadar air menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

3.2.2.3.7 Analisis Kadar Abu (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan metode langsung. Kurs porselin dikeringkan dalam oven selama 15 menit, didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang (a gram). Sampel yang sudah dihaluskan dan dihomogenkan dalam krus porselin tersebut selanjutnya ditimbang sebanyak 2 gram (b gram). Kurs porselin dipanaskan dalam tanur (suhu mencapai 30°C-80°C) sampai diperoleh abu berwarna putih keabu-abuan. Kurs porselin tersebut kemudian didinginkan selama 12 jam. Kurs porselin yang telah dingin, dipindahkan kedalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang berulang-ulang sampai berat konstan (c gram). Perhitungan kadar abu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat kurs kosong (gram)

b = berat kurs dan sampel (gram)

c = berat botol timbang dan sampel setelah dioven (gram)

3.2.2.3.8 Analisis Kadar Lemak (Legowo *et al.*, 2007)

Penentuan kadar lemak dapat dianalisis dengan menggunakan metode *goldfish*. Sampel yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam *thimble* dan dipasang dalam tabung penyangga yang pada bagian bawahnya berlubang. Bahan pelarut yang digunakan ditempatkan dalam *beaker glass* di bawah tabung penyangga. Bila *beaker glass* dipanaskan uap pelarut akan naik dan didinginkan oleh kondensor sehingga akan mengembun dan menetes pada sampel demikian terus menerus sehingga bahan akan dibasahi oleh pelarut dan lipida akan terekstraksi dan selanjutnya akan tertampung ke dalam *beaker glass* kembali. Setelah ekstraksi selesai (3-4 jam), pemanas dimatikan dan sampel berikut penyangganya diambil dan diganti dengan *beaker glass* yang ukurannya sama dengan tabung penyangga. Pemanas dihidupkan kembali sehingga pelarut akan diuapkan lagi dan diembunkan serta tertampung ke dalam *beaker glass* yang terpasang di bagian bawah kondensor. Dengan demikian pelarut yang tertampung ini dapat dimanfaatkan untuk ekstraksi yang lain. Residu yang ada dalam *beaker glass* yang dipasang pada pemanas selanjutnya dikeringkan dalam oven 100°C sampai berat konstan. Berat residu ini dinyatakan sebagai minyak atau lemak yang ada dalam bahan. Selisih bobot sampel sebelum dan bobot residu sesudah diekstraksi dan sudah dikeringkan merupakan lemak yang ada dalam bahan.

3.2.2.3.9 Analisis Kadar Protein (Wellyalina et al., 2013)

Penentuan kadar protein dilakukan dengan metode semimikro kjeldahl. Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan dalam labu kjeldahl, lalu ditambahkan larutan asam sulfat pekat 25 ml (H_2SO_4) dan selenium mix. Sampel kemudian didestruksi di dalam lemari asam dengan api kecil dengan dikocok sesekali hingga berubah warna menjadi hijau jernih. Setelah itu larutan diencerkan dengan aquades dalam labu kjeldahl 300 ml lalu dibilas dengan aquades sampai dengan garis batas dan dihomogenkan. Kemudian alat penyuling dipasang dan pada labu destilat diberi batu didih. Labu penampung 10 ml dipasang, dimasukkan dalam labu destilat dan aquades 75 ml dan ditambahkan 25 ml NaOH 30% teknis melalui tecter. Penyulingan dilakukan sampai 2/3 dari cairan telah tersuling dan selanjutnya dibilas dengan aquades ke dalam labu penyulingan. Setelah itu dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N dengan mikro buret sampai terjadi perubahan warna. Untuk titran blanko menggunakan 25 ml H_2SO_4 0,05 N ditambah 5 tetes indikator MM lalu dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N.

$$\text{Kadar protein} = \frac{(\text{volume blanko} - \text{volume titrasi (ml)}) \times 0,014 \times 0,1 \times 6,25 \times \text{f.p}}{\text{berat sampel (gr)}} \times 100\%$$

3.2.2.3.10 Analisis Kadar Karbohidrat (Winarno, 2004)

Penentuan kadar karbohidrat *by difference* dihitung dengan selisih 100 dikurangi kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak. Rumus perhitungan kadar karbohidrat adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar karbohidrat} = 100\% - (\% \text{Protein} + \% \text{Lemak} + \% \text{Air} + \% \text{Abu})$$

3.2.2.3.11 Uji Organoleptik (Setyaningsih, 2010)

Sifat organoleptik diuji dengan menggunakan uji hedonik dan uji skoring. Pengujian organoleptik secara hedonik meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa. Jumlah panelis yang diambil untuk uji organoleptik ini adalah 20 orang. Panelis

kemudian diminta memberikan kesan pengamatan terhadap warna, tekstur, aroma, dan rasa dari sampel dengan skala numerik sebagai berikut:

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

Sedangkan pengujian organoleptik secara skoring akan memberikan angka nilai atau menetapkan nilai mutu sensori terhadap bahan yang diuji pada jenjang atau tingkat skala mutu. Uji skoring dilakukan terhadap warna, tekstur, aroma, dan rasa menggunakan skala angka 1 sebagai nilai terendah dan angka 5 sebagai nilai tertinggi dengan skala numerik sebagai berikut:

Warna

- | | | |
|-------------------------|----------------------|------------------------|
| 1 = sangat cokelat muda | 3 = agak cokelat tua | 5 = sangat cokelat tua |
| 2 = cokelat muda | 4 = cokelat tua | |

Tekstur

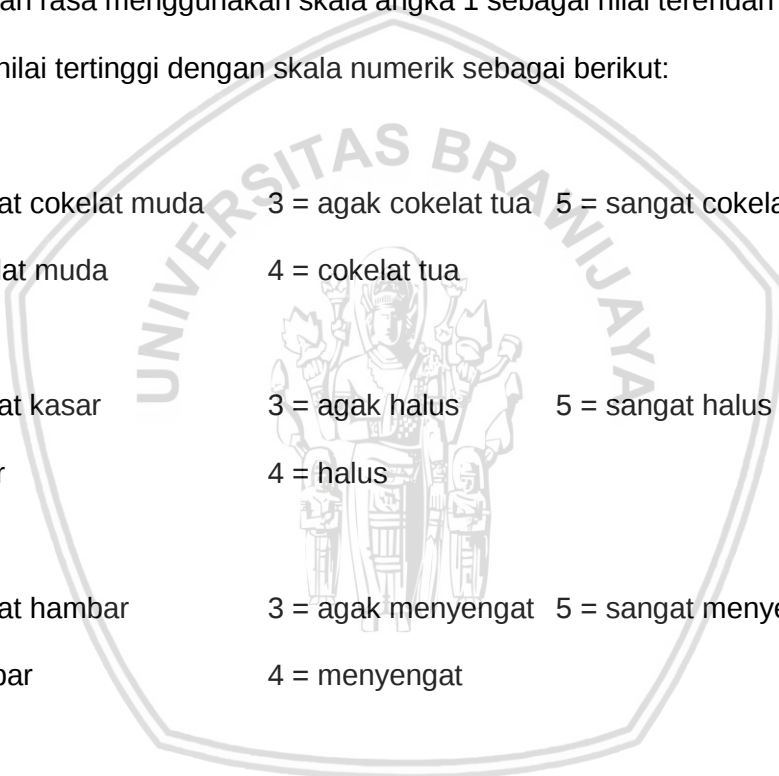
- | | | |
|------------------|----------------|------------------|
| 1 = sangat kasar | 3 = agak halus | 5 = sangat halus |
| 2 = kasar | 4 = halus | |

Aroma

- | | | |
|-------------------|--------------------|----------------------|
| 1 = sangat hambar | 3 = agak menyengat | 5 = sangat menyengat |
| 2 = hambar | 4 = menyengat | |

Rasa

- | | | |
|-------------------|--------------------|----------------------|
| 1 = sangat hambar | 3 = agak khas kopi | 5 = sangat khas kopi |
| 2 = hambar | 4 = khas kopi | |



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Tahap Pertama (Penelitian Pendahuluan)

Pada penelitian tahap pertama, terdapat beberapa pengujian terhadap kopi buah bakau *Rhizophora mucronata* yang dihasilkan, mulai dari uji rendemen, uji karakteristik mutu kopi secara fisik (warna dan *Total Suspended Solid*), dan uji organoleptik.

4.1.1 Karakteristik Fisik Kopi

Karakteristik fisik kopi yang dilakukan pada penelitian tahap pertama meliputi hasil rendemen kopi, uji warna kopi, dan *Total Suspended Solid* kopi.

4.1.1.1 Rendemen Kopi

Rendemen kopi didapatkan mulai dari tahap awal hingga tahap akhir pada proses pembuatan kopi buah bakau. Terdapat dua pembagian rendemen, yaitu rendemen daging buah bakau dan rendemen biji kopi itu sendiri. Pada rendemen daging buah bakau, terdapat tujuh perubahan berat pada proses pembuatannya, di antaranya adalah pemotongan, fermentasi, pencucian, pengeringan, penyangraian, penggilingan, dan pengayakan.

Buah bakau *Rhizophora mucronata* yang masih muda diambil bagian atas yang bulat lonjong seperti telur. Buah kemudian dibelah dan dibuang bijinya, daging buah bakau digunakan sebagai bahan baku. Daging buah bakau lalu dicuci untuk menghilangkan getahnya dan dibersihkan dari kotoran yang menempel. Daging buah bakau bersih 1000 g lalu dipotong kecil-kecil. Irisan daging buah bakau lalu dijemur 2-3 hari hingga kering. Setelah kering, irisan buah bakau kemudian disangrai dengan penggorengan sekitar 40 menit dengan api konstan. Buah baku diangkat ditandai dengan warnanya yang coklat kehitaman. Setelah matang, dilakukan penggilingan hingga halus. Setelah digiling kemudian diayak dengan menggunakan saringan konvensional.

Hasil perhitungan rendemen daging buah bakau dan perubahan berat dari setiap tahap pada proses pembuatan serbuk buah bakau dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Nilai rendemen pada proses pembuatan serbuk buah bakau dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk buah bakau

No	Tahap	Rerata (gram)
1	Daging buah bakau utuh	1000
2	Pemotongan	994,70
3	Fermentasi	1245,45
4	Pencucian	1241,02
5	Pengeringan	265,60
6	Penyangraian	210,79
7	Penggilingan	208,97
8	Pengayakan	207,76
Rendemen		20,78%

Pada proses pembuatan serbuk daging buah bakau, dibutuhkan sekitar ± 57 buah bakau *Rhizophora mucronata*. Pada tahap pemotongan daging buah bakau, didapatkan perubahan berat sebesar 99,43%. Nilai perubahan berat tidak sama dengan 100% dikarenakan buah bakau mengalami pemotongan dan pembuangan isi buah yang sebelumnya telah dibelah menjadi dua. Fermentasi menghasilkan perubahan berat produk sebesar 125,21%, nilai ini didapatkan dari total hasil fermentasi dibagi dengan buah bakau yang telah dipotong kecil-kecil. Nilai tersebut melebihi angka 100% dikarenakan daging buah bakau direndam di dalam 2 liter air selama 3 hari. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), fermentasi basah dilakukan dengan perendaman selama 12 jam dan setiap 3 jam airnya diganti. Dari proses itu terjadi penyerapan air oleh daging buah bakau yang telah dipotong kecil-kecil sehingga kadar air meningkat dan berat daging buah bakau bertambah. Hal ini sejalan menurut Rejo *et al.* (2011), bahwa peningkatan kadar air kopi mengakibatkan kopi mengembang, pori-pori jaringan biji menjadi terbuka dan dimanfaatkan oleh molekul air masuk ke dalamnya, perbedaan konsentrasi antara permukaan dan di dalam biji mengakibatkan

terjadinya peristiwa *osmose*, molekul air masuk ke dalam kopi sehingga kadar air menjadi meningkat.

Prinsip fermentasi adalah peruraian senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Proses fermentasi dapat dilakukan secara basah (merendam biji kopi di dalam genangan air) dan secara kering (tanpa rendaman air) (Hayati *et al.*, 2012).

Tahap pencucian menghasilkan perubahan berat sebesar 99,59%. Nilai ini mendekati angka 100% karena dari hanya sedikit kotoran yang terbang dari proses fermentasi daging buah bakau. Pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan seluruh lapisan lendir dan kotoran lainnya yang masih tertinggal setelah difermentasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pencucian dilakukan pada baskom dengan air mengalir, kopi diaduk dengan tangan untuk melepaskan sisa lendir yang masih melekat dan apabila sudah bersih dan tidak licin kopi diangkat dan ditiriskan. Dalam tahap pengeringan, didapatkan perubahan berat produk sebesar 21,40%. Pada proses ini, terdapat penyusutan berat yang sangat besar dikarenakan daging buah bakau dijemur di bawah terik matahari selama 1 hari penuh dan panas matahari menyerap kadar air yang terkandung di dalam daging buah bakau. Seperti yang diungkapkan oleh Mangiwa *et al.* (2018), pengeringan dilakukan dengan cara mengangin-anginkan dan menjemur biji kopi di bawah sinar matahari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pengeringan dilakukan dengan cara menjemur biji kopi di lantai semen yang telah dilapisi plastik, lalu kopi dihamparkan di lantai, setiap 1-2 jam hamparan kopi dibolak-balik agar proses pengeringan sempurna, penjemuran berlangsung selama 17 hari agar didapatkan kopi beras dengan kadar air $\pm 12\%$.

Pada tahap penyangraian, didapatkan perubahan berat produk sebesar 79,36%. Penurunan berat tidak begitu jauh karena daging buah bakau benar-

benar telah kering dan dimasak di atas wajan tanah liat selama 15-30 menit. Pada proses ini terjadi penurunan kadar air sebagaimana yang dijelaskan oleh Syah *et al.* (2013), bahwa penurunan kadar air kopi terjadi pada proses penyangraian, di mana pada proses tersebut berpindah dari bahan karena pengaruh panas, selain itu proses pengecilan ukuran juga dapat menurunkan kadar air karena air yang terdapat pada jaringan dan serat bahan ikut terbuang pada saat penghancuran jaringan-jaringan tersebut.

Semakin tinggi suhu dan lama penyangraian maka semakin rendah rendemen yang dihasilkan, rendemen juga dipengaruhi oleh susut berat biji kopi selama penyangraian, makin tinggi kadar air biji kopi semakin lama waktu penyangraian sehingga rendemen menjadi kecil (Kaswindi *et al.*, 2017). Selama penyangraian terjadi proses pirolisa yang menyebabkan tekstur kopi menjadi rapuh, pada penyangraian dengan suhu lebih tinggi maka tekstur kopi akan lebih rapuh, semakin rapuh biji akan memudahkan pelarut untuk berpenetrasi ke dalam biji kopi sehingga dapat mengekstrak minyak kopi lebih tinggi (Yuwanti *et al.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Yusianto *et al.* (2007), mengatakan bahwa rerata rendemen sangrai kopi asal pasar domestik 84,6%, dengan kisaran 80,4 sampai 91,4. Susut sangrai terjadi karena penguapan air dan pirolisis bahan-bahan organik, umumnya berkisar antara 10-25%. Nilai penyusutan tergantung pada waktu penyangraian dan derajat sangrai. Semakin gelap derajat sangrai, semakin tinggi penyusutan. Susut sangrai pada aras penyangraian ringan sekitar 12%, aras sedang 14-16%, dan aras berat/gelap 18-20%. Waktu penyangraian ditentukan juga oleh ukuran dan kadar air biji kopi. Nilai susut sangrai sering dipergunakan sebagai ukuran lamanya penyangraian, karena hubungan keduanya sangat erat.

Daging buah bakau hasil sangraian kemudian langsung digiling, hasil

rendemennya hampir mendekati nilai 100% yaitu 99,14% karena cenderung tidak ada bahan yang terbangun dan seluruh daging buah bakau sangraian tergiling secara sempurna. Sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Syah *et al.* (2013), kehilangan hasil pada proses penggilingan terjadi karena bubuk kopi yang halus beterbangan pada saat bukaan (lubang produk) pada mesin dibuka, selain itu ada juga bubuk yang jatuh ke lantai, namun secara umum mesin penggiling mampu menggiling kopi dengan rendemen yang tinggi.

Tahap terakhir adalah pengayakan, dalam tahap ini didapatkan hasil perubahan berat sebesar 99,42%, nilai yang hampir sama dengan 100%. Hal ini didapatkan karena pada proses pengayakan, serbuk buah bakau hasil gilingan bertekstur halus sehingga hampir seluruhnya tersaring dengan baik. Tujuan dari pengayakan tentu untuk mendapatkan tekstur serbuk yang halus agar didapatkan hasil yang baik.

Sedangkan pada rendemen biji kopi, terdapat tujuh perubahan berat pada proses pembuatannya, di antaranya adalah fermentasi, pencucian, pengeringan, *hulling*, penyangraian, penggilingan, dan pengayakan.

Buah kopi matang, dikeringkan dengan sinar matahari selama 10-15 hari. Lalu kulit buah kopi dikupas, sehingga didapatkan biji kopi mentah. Lakukan penyangraian selama 40 menit dengan suhu $\pm 190^{\circ}\text{C}$, hingga didapat biji kopi hasil sangrai. Biji kopi yang telah disangrai lalu dilakukan penggilingan dan pengayakan hingga mendapatkan serbuk kopi halus.

Hasil perhitungan rendemen biji kopi dan perubahan berat dari setiap tahap pada proses pembuatan serbuk kopi dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Nilai rendemen pada proses pembuatan serbuk kopi dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk kopi

No	Tahap	Rerata (gram)
1	Biji kopi utuh	1000
2	Fermentasi	1215,80
3	Pencucian	1208,58
4	Pengeringan	252,63
5	<i>Hulling</i>	250,64
6	Penyangraian	184,30
7	Penggilingan	185,72
8	Pengayakan	182,48
Rendemen		18,25%

Pada proses pembuatan serbuk biji kopi, biji kopi mentah yang telah dipisahkan dari kulit luarnya langsung dilakukan fermentasi dengan perendaman air. Pada tahap fermentasi biji kopi, didapatkan perubahan berat sebesar 121,58%. Nilai perubahan berat melebihi angka 100% dikarenakan biji kopi direndam di dalam air, terjadi penyerapan air oleh biji kopi sehingga kadar air meningkat dan berat biji kopi bertambah. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), fermentasi basah dilakukan dengan perendaman selama 12 jam dan setiap 3 jam airnya diganti. Dari proses itu terjadi penyerapan air oleh biji kopi sehingga kadar air meningkat dan berat biji kopi bertambah. Hal ini sejalan menurut Rejo *et al.* (2011), bahwa peningkatan kadar air kopi mengakibatkan kopi mengembang, pori-pori jaringan biji menjadi terbuka dan dimanfaatkan oleh molekul air masuk ke dalamnya, perbedaan konsentrasi antara permukaan dan di dalam biji mengakibatkan terjadinya peristiwa *osmose*, molekul air masuk ke dalam kopi sehingga kadar air menjadi meningkat.

Prinsip fermentasi adalah peruraian senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Proses fermentasi dapat dilakukan secara basah (merendam biji kopi di dalam genangan air) dan secara kering (tanpa rendaman air) (Hayati *et al.*, 2012).

Tahap pencucian menghasilkan perubahan berat sebesar 99,41%. Nilai ini mendekati angka 100% karena dari hanya sedikit kotoran yang terbuang dari

proses fermentasi biji kopi. Pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan seluruh lapisan lendir dan kotoran lainnya yang masih tertinggal setelah difermentasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pencucian dilakukan pada baskom dengan air mengalir, kopi diaduk dengan tangan untuk melepaskan sisa lendir yang masih melekat dan apabila sudah bersih dan tidak licin kopi diangkat dan ditiriskan. Dalam tahap pengeringan, didapatkan perubahan berat produk sebesar 20,90%. Pada proses ini, terdapat penyusutan berat yang sangat besar dikarenakan biji kopi dijemur di bawah terik matahari dan panas matahari menyerap kadar air yang terkandung di dalam biji kopi basah. Seperti yang diungkapkan oleh Mangiwa *et al.* (2018), pengeringan dilakukan dengan cara mengangin-anginkan dan menjemur biji kopi di bawah sinar matahari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pengeringan dilakukan dengan cara menjemur biji kopi di lantai semen yang telah dilapisi plastik, lalu kopi dihamparkan di lantai, setiap 1-2 jam hamparan kopi dibolak-balik agar proses pengeringan sempurna, penjemuran berlangsung selama 17 hari agar didapatkan kopi beras dengan kadar air $\pm 12\%$.

Setelah itu dilakukan proses pemisahan kulit tanduk dan kulit ari dari biji kopi menggunakan alat pengupas kulit sehingga dihasilkan biji kopi yang berwarna hijau. Pada tahap *hulling* atau pelepasan biji kopi dari kulit arinya, didapatkan perubahan berat sebesar 99,21%. Nilai perubahan berat hampir sama dengan 100% dikarenakan kulit ari yang ada pada biji kopi kering cenderung sangat tipis dan ringan, sehingga rendemen produk masih cukup tinggi.

Pada tahap penyangraian, didapatkan perubahan berat produk sebesar 73,53%. Penurunan berat tidak begitu jauh karena biji benar-benar telah kering dan dimasak di atas wajan tanah liat. Pada proses ini terjadi penurunan kadar air sebagaimana yang dijelaskan oleh Syah *et al.* (2013), bahwa penurunan kadar air

kopi terjadi pada proses penyangraian, di mana pada proses tersebut berpindah dari bahan karena pengaruh panas, selain itu proses pengecilan ukuran juga dapat menurunkan kadar air karena air yang terdapat pada jaringan dan serat bahan ikut terbang pada saat penghancuran jaringan-jaringan tersebut.

Semakin tinggi suhu dan lama penyangraian maka semakin rendah rendemen yang dihasilkan, rendemen juga dipengaruhi oleh susut berat biji kopi selama penyangraian, makin tinggi kadar air biji kopi semakin lama waktu penyangraian sehingga rendemen menjadi kecil (Kaswinda *et al.*, 2017). Selama penyangraian terjadi proses pirolisa yang menyebabkan tekstur kopi menjadi rapuh, pada penyangraian dengan suhu lebih tinggi maka tekstur kopi akan lebih rapuh, semakin rapuh biji akan memudahkan pelarut untuk berpenetrasi ke dalam biji kopi sehingga dapat mengekstrak minyak kopi lebih tinggi (Yuwanti *et al.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Yusianto *et al.* (2007), mengatakan bahwa erata rendemen sangrai kopi asal pasar domestik 84,6%, dengan kisaran 80,4 sampai 91,4. Susut sangrai terjadi karena penguapan air dan pirolisis bahan-bahan organik, umumnya berkisar antara 10-25%. Nilai penyusutan tergantung pada waktu penyangraian dan derajat sangrai. Semakin gelap derajat sangrai, semakin tinggi penyusutan. Susut sangrai pada aras penyangraian ringan sekitar 12%, aras sedang 14-16%, dan aras berat/gelap 18-20%. Waktu penyangraian ditentukan juga oleh ukuran dan kadar air biji kopi. Nilai susut sangrai sering dipergunakan sebagai ukuran lamanya penyangraian, karena hubungan keduanya sangat erat.

Biji kopi hasil sangraian kemudian langsung digiling, hasil perubahan beratnya hampir mendekati nilai 100% yaitu 99,41% karena cenderung tidak ada bahan yang terbang dan seluruh biji kopi sangraian tergiling secara sempurna. Sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Syah *et al.* (2013), kehilangan hasil

pada proses penggilingan terjadi karena bubuk kopi yang halus beterbangan pada saat bukaan (lubang produk) pada mesin dibuka, selain itu ada juga bubuk yang jatuh ke lantai, namun secara umum mesin penggiling mampu menggiling kopi dengan rendemen yang tinggi.

Tahap terakhir adalah pengayakan, dalam tahap ini didapatkan hasil perubahan berat sebesar 99,60%, nilai yang hampir sama dengan 100%. Hal ini didapatkan karena pada proses pengayakan, serbuk biji kopi hasil gilingan bertekstur halus sehingga hampir seluruhnya tersaring dengan baik. Tujuan dari pengayakan tentu untuk mendapatkan tekstur serbuk yang halus agar didapatkan hasil yang baik.

Rendemen merupakan presentase perbandingan antara berat bagian bahan yang dapat dimanfaatkan dengan berat total bahan. Nilai rendemen digunakan untuk mengetahui keefektifan suatu bahan. Nilai rendemen yang semakin besar, maka semakin efektif bagian yang dapat dimanfaatkan. Rendemen buah kakao dihitung berdasarkan presentase perbandingan bobot daging buah terhadap buah kakao utuh (Priyanto, 2012).

Rendemen merupakan faktor yang menunjukkan seberapa banyak produk yang dihasilkan dari bahan mentah pembentuk adonan yang telah mengalami proses pengolahan. Produk yang telah mengalami proses pengolahan dapat menyebabkan bobotnya menjadi menyusut. Semakin tinggi rendemen yang dihasilkan, maka semakin rendah proses penyusutan yang terjadi selama pengolahan (Kartika, 2010).

4.1.1.2 Uji Warna

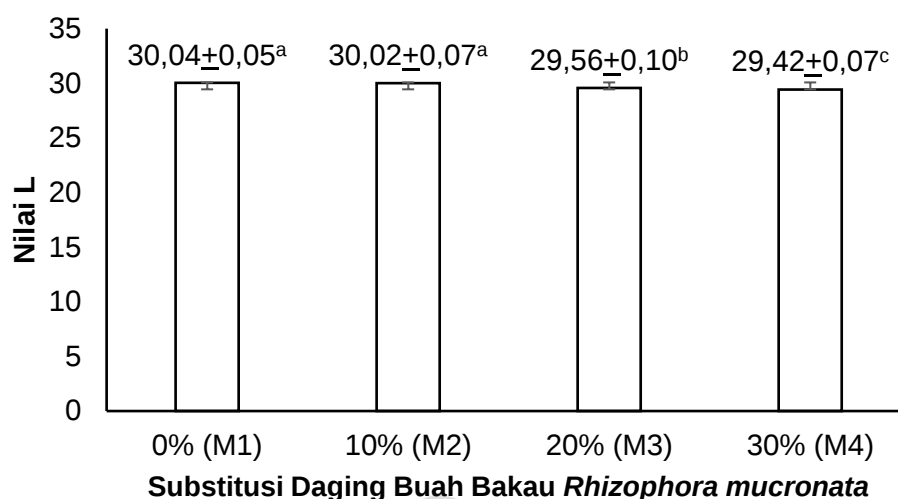
Pengujian warna pada uji karakteristik fisik kopi meliputi uji warna nilai a, nilai b, dan nilai L. Nilai a dan b digunakan untuk menentukan $^{\circ}$ Hue dari produk kopi. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

4.1.1.2.1 Nilai L

Warna mempunyai peranan penting pada komoditas pangan, yaitu daya tarik, tanda pengenal, dan atribut mutu. Di antara sifat-sifat produk pangan, warna merupakan faktor mutu yang paling menarik perhatian konsumen dan paling cepat memberikan kesan disukai atau tidak disukai (Hayati *et al.*, 2012). Penentuan parameter fisik kopi dalam hal ini analisis warna dilakukan dengan bantuan *color reader* menggunakan metode Yuwono dan Susanto (1998). Nilai L (*Lightness*) yang diperoleh menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Skala nilai L mulai dari 0 untuk sampel paling gelap hingga 100 untuk sampel paling cerah (Ramadhan, 2009). Nilai L (*Lightness*) merupakan jumlah sinar yang dipantulkan ulang oleh suatu benda berwarna gelap saat diberi penyinaran dengan sumber cahaya pada gelombang tertentu, sehingga semakin gelap warna biji maka semakin sedikit cahaya yang dipantulkan (Afriliana, 2016).

Penggunaan alat sesuai dengan penjelasan Nurulkharmah (2016), bahwa pengukuran dilakukan dengan menekan tombol “power” kemudian ujung lensa *color reader* ditempelkan pada sampel secara tegak lurus dan menekan tombol “target” hingga muncul nilai L, a, b pada layar. Selanjutnya tekan tombol “target” sekali lagi di tempat yang sama untuk memperoleh nilai dE, dL, da, dan db pada layar. Pada pengukuran warna yang diamati adalah nilai kecerahan warna (L), di mana semakin tinggi nilai L maka semakin cerah bahan tersebut.

Hasil ANOVA (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai L pada warna kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji warna nilai L kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Substitusi daging buah bakau terhadap nilai L kopi bubuk

Keterangan: Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji warna nilai L kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai L pada perlakuan M1 tidak berbeda nyata dengan M2 namun berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai L semakin menurun seiring dengan serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* yang ditambahkan pada kopi bubuk. Hal ini diduga karena adanya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil warna produk akhir kopi bubuk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka warna kopi bubuk akan semakin gelap dan mendekati warna coklat tua kehitaman sehingga kecerahan warnanya akan semakin menurun. Penurunan kecerahan pada kopi bubuk dapat diakibatkan oleh adanya pigmen warna yang terdapat pada serbuk daging buah bakau. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), mengatakan bahwa warna yang terbentuk pada bubuk kopi juga sangat ditentukan oleh reaksi Maillard, karena dari reaksi ini terjadi kondensasi antara asam amino atau protein dengan adanya jumlah gula.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Wiranata (2016), menyebut bahwa warna pada bubuk kopi dipengaruhi oleh tingkat penyangraian kopi. Waktu penyangraian yang lama akan menghasilkan warna bubuk kopi yang lebih hitam pekat dan berpengaruh terhadap warna ekstrak kopi. Proses penyangraian kopi berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap nilai kecerahan (L). Dapat dilihat bahwa tingkat kecerahan (L) *green* (52.48 ± 1.68), *brown* (41.62 ± 0.04), *city roast* (23.88 ± 0.06), dan *dark* (17.87 ± 0.14) pada skala 100. Hal ini menunjukkan kecerahan dari setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Semakin lama proses penyangraian menyebabkan tingkat kecerahan bubuk kopi semakin kecil atau warnanya semakin gelap.

Nilai L pada hasil penelitian berkisar antara 29,42-30,04. Nilai L tertinggi terdapat pada perlakuan M1 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 100% : 0%) sebesar 30,04; sedangkan nilai L terendah terdapat pada perlakuan perlakuan M4 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 70% : 30%) sebesar 29,42. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Yusianto *et al.*, (2007), bahwa rerata nilai L kopi sangrai berkisar antara 17,76 hingga 26,05. Sedangkan dalam penelitian Pittia *et al.* (2007), sampel-sampel biji kopi digolongkan menjadi tiga yaitu *light*, *medium*, dan *dark* dengan nilai L sebesar 31,1; 26,0; dan 24,3 berturut-turut. Studi terkait tingkatan sangrai juga dilakukan oleh Wieland *et al.* (2012), tingkatan sangrai *light*, *medium*, dan *dark* berkisar antara 41,36-41,40; 40,28-40,31; dan 39,54-39,56 berturut-turut. Standar nilai L yang digunakan pada tingkatan sangrai ringan (*light*) antara 44-45, tingkat medium (*medium*) antara 38-40, dan tingkat sangrai gelap (*dark*) antara 34-35 (Sutarsi *et al.*, 2016).

Secara laboratoris, tingkat kecerahan warna sangrai diukur dengan pembeda warna yang disebut *lovibond*. Biji kopi dengan penyangraian ringan (*light*) memiliki nilai 44-45 warna kecokelat-cokelatan dan nilai *lovibond*-nya (L)

turun karena kurang kuat dalam pemantulan sinar. Untuk tingkat medium, nilai L semakin turun ke kisaran 38-40. Pada penyangraian gelap, warna biji kopi makin mendekati hitam karena senyawa hidrokarbon terpilolisis menjadi unsur karbon. Sedangkan senyawa gula mengalami karamelisasi dan akhirnya nilai L tinggal 34-35 (Khusna dan Susanto, 2015).

Hasil penyangraian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan, maka aroma dan warna kopi yang dihasilkan semakin kuat. Hal ini disebabkan karena ketika proses penyangraian dilakukan terjadi pelepasan air dan penguraian senyawa-senyawa dalam biji kopi tersebut. Proses pelepasan air dan penguraian protein mulai terjadi pada suhu 50°C. Biji kopi yang disangrai pada suhu 75°C belum menunjukkan perubahan warna yang berarti. Perubahan warna biji kopi dari biji kopi menjadi cokelat mulai terjadi ketika biji kopi disangrai pada suhu 150°C, hal ini disebabkan karena pada suhu di atas 100°C terjadi pirolisis dari senyawa-senyawa organik dalam biji kopi. Aroma semakin kuat dan warna kopi semakin cokelat ketika disangrai pada suhu 225°C karena pada suhu 200°C, biji kopi mulai mengalami dekomposisi dan pelepasan aroma (Mangiwa *et al.*, 2018).

Penyangraian dengan suhu 160°C dan 180°C, menunjukkan nilai L yang tidak berubah banyak. Akan tetapi penyangraian dengan suhu 200°C dan 220°C menunjukkan kecenderungan penurunan nilai L. Hal ini terjadi karena adanya reaksi Maillard yang mengakibatkan munculnya senyawa bergugus karbonil (gugus reduksi) dan bergugus amino. Reaksi Maillard adalah reaksi browning nonenzimatik yang menghasilkan senyawa kompleks dengan berat molekul tinggi. Ketidakseragaman warna biji kopi sebelum penyangraian mengakibatkan pada saat penyangraian warna yang diperoleh tidak seragam. Hal ini mengakibatkan tingkat kecerahan (*lightness*) yang diperoleh tidak stabil. Namun secara umum

data yang diperoleh dapat menggambarkan adanya perubahan warna kecerahan pada biji kopi selama penyangraian (Nugroho dan Lumbunbatu, 2009).

4.1.1.2.2 Derajat Hue ($^{\circ}$ Hue)

Derajat Hue menunjukkan warna dari suatu produk yang dihasilkan. Warna yang dihasilkan oleh derajat Hue adalah penggabungan dari nilai a^* dan b^* (Hutching, 1999). Pembacaan nilai a^* dan b^* pada produk menggunakan bantuan alat yang disebut *color reader* (Yuwono dan Susanto, 1998).

Hasil perhitungan derajat Hue ($^{\circ}$ Hue) produk kopi dapat dilihat pada **Lampiran 13**. Nilai derajat Hue produk kopi dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Nilai derajat Hue kopi pada uji fisik warna

Perlakuan	Hasil Penelitian*
100:0 (M_1)	45,00
90:10 (M_2)	38,73
80:20 (M_3)	41,72
70:30 (M_4)	41,70

Keterangan: *Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya

Tabel di atas menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai derajat Hue hasil penelitian berkisar antara 38,73-45,00. Nilai derajat Hue ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Wijaya dan Yuwono (2015) yang memiliki nilai derajat Hue sebesar 53,74.

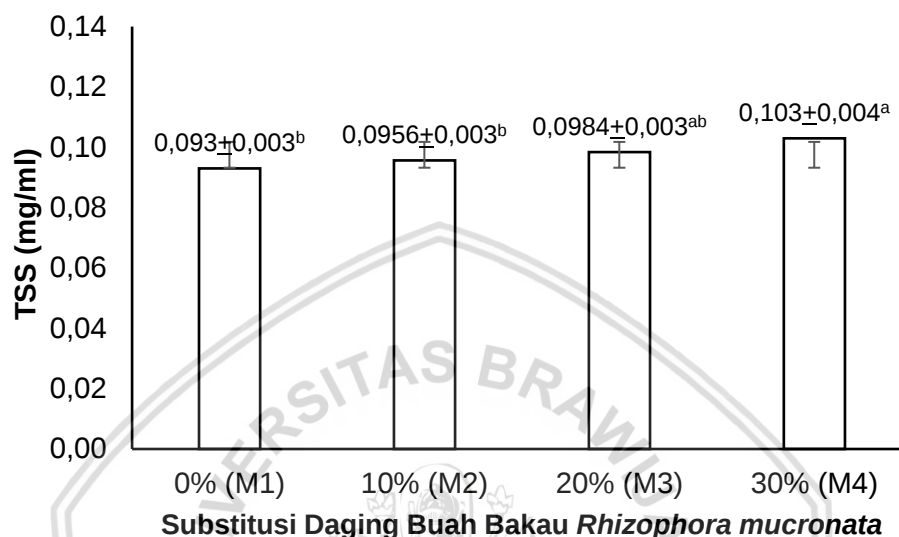
Mengacu pada pembagian deskripsi warna berdasarkan $^{\circ}$ Hue Hutching (1999) yang dapat dilihat pada **Lampiran 12**, maka didapatkan data bahwa derajat Hue pada perlakuan M_1 , M_2 , M_3 , dan M_4 yang nilainya berturut-turut sebesar 45,00; 38,73; 41,72; dan 41,70; keseluruhannya termasuk ke dalam deskripsi warna *Red* (R) karena nilainya berada pada kisaran warna 18-54. Sedangkan untuk derajat Hue pembanding yang nilainya sebesar 53,74 juga termasuk ke dalam deskripsi warna *Red* (R) karena nilai tersebut berada pada kisaran warna 18-54.

Perbedaan nilai derajat Hue pada hasil penelitian dan literatur pembandingan diduga akibat kandungan komposisi bahan yang digunakan, baik bahan baku utama maupun bahan substitusi/bahan tambahan, dalam hal ini adalah serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil nilai derajat Hue produk akhir kopi bubuk. Sebagaimana dikatakan oleh Ramadhan (2009), bahwa mutu produk sangat dipengaruhi oleh mutu bahan baku yang digunakan saat proses pembuatan. Pada pembuatan kopi bubuk hasil penelitian, serbuk daging buah bakau digunakan sebagai bahan substitusi. Sedangkan pembuatan kopi bubuk pembandingan tidak menggunakan bahan substitusi. Hal inilah yang membuat warna kopi hasil penelitian termasuk ke dalam deskripsi warna *Red* (R), meskipun warna kopi literatur pembandingan termasuk ke dalam deskripsi warna yang sama, hanya saja berbeda nilai derajat Hue-nya. Ditambahkan oleh Hayati *et al.* (2012), bahwa warna yang terbentuk pada bubuk kopi juga sangat ditentukan oleh reaksi Maillard, karena dari reaksi ini terjadi kondensasi antara asam amino atau protein dengan adanya jumlah gula.

4.1.1.3 Uji TSS (*Total Suspended Solid*)

Uji TSS (*Total Suspended Solid*) bertujuan untuk mengetahui jumlah padatan yang tersuspensi dalam setiap liter larutan. Nilai TSS mempengaruhi tingkat hidroskopis kopi yang dihasilkan setelah pengeringan. Nilai TSS yang kecil menunjukkan jumlah padatan yang terlarut dalam air juga kecil. Semakin kecil nilai TSS, kopi yang dihasilkan semakin bersifat hidroskopis. Jika dalam ruangan kelembabannya tinggi maka kopi akan menyerap uap air dari udara. Hal tersebut menyebabkan peningkatan kadar air pada kopi (Pastiniasih, 2012). *Total Suspended Solid* adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Afandi *et al.*, 2017).

Hasil ANOVA (**Lampiran 4**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar TSS kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji kadar TSS kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Substitusi daging buah bakau terhadap kadar TSS kopi bubuk
Keterangan: Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji kadar TSS kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai TSS pada perlakuan M1 tidak berbeda nyata dengan M2 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya; M2 tidak berbeda nyata dengan M3 namun berbeda nyata dengan M4; M3 tidak berbeda nyata dengan M4 namun berbeda nyata dengan M1.

Gambar di atas menunjukkan bahwa kadar TSS produk mengalami kenaikan seiring dengan konsentrasi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* yang ditambahkan pada kopi bubuk. Hal ini diduga karena adanya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil TSS produk akhir kopi bubuk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka kopi bubuk akan semakin halus dan

padatan tersuspensi akan semakin sedikit sehingga nilai TSS akan semakin meningkat. Nilai TSS yang besar menandakan padatan tersuspensinya semakin kecil. Sesuai dengan pernyataan Afandi *et al.* (2017), bahwa hubungan antara bentuk padatan terhadap efisiensi penurunan *Total Suspended Solid* yang didapatkan semakin besar, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya kecilnya partikel, sehingga reaksi berjalan cepat untuk mendegradasi gumpalan-gumpalan (*flok*) yang menyebabkan semakin berkurangnya *Total Suspended Solid* pada cairan. *Total Suspended Solid* sebenarnya merupakan padatan tersuspensi yang mampu mengendap sendiri tanpa bantuan zat tambahan (koagulan) namun membutuhkan waktu yang relatif lama.

Kadar TSS pada hasil penelitian berkisar antara 0,093-0,103. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan M4 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 70% : 30%) sebesar 0,103; sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan perlakuan M1 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 100% : 0%) sebesar 0,0930. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Pastiniasih (2012), bahwa nilai TSS dari perlakuan perbandingan kopi : air (g/ml) sebesar 1 : 8 yaitu pada ulangan 1 sebesar 0,41 mg/ml dan pada ulangan 2 sebesar 0,43 mg/ml sehingga rata-rata sebesar 0,42 mg/ml.

Padatan terlarut kopi dari jenis Robusta lebih tinggi daripada kopi jenis Arabika. Hal ini dapat terjadi karena padatan kopi Robusta yang terekstrak pada proses ekstraksi lebih banyak daripada padatan yang terekstrak dari kopi Arabika. Pernyataan ini sesuai dengan pernyataan Nurhayati (2017), bahwa kopi instan yang beredar di pasaran Indonesia merupakan jenis Robusta, mempunyai rendemen hasil ekstraksi yang tinggi, sementara kopi Arabika biasanya digunakan untuk memperbaiki cita rasa dan aroma.

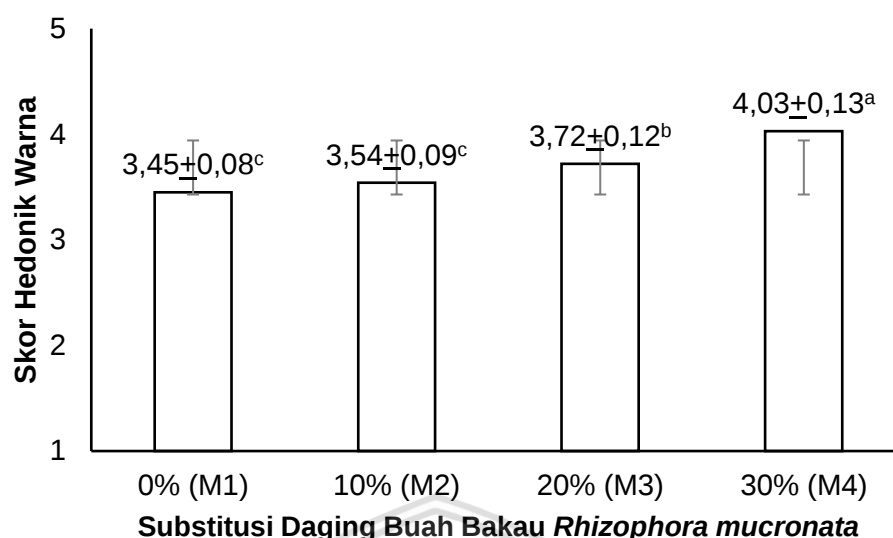
4.1.2 Karakteristik Organoleptik (Hedonik) Kopi

Uji organoleptik yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan uji kesukaan (rating hedonik). Uji rating hedonik dilakukan untuk mengetahui formula yang menghasilkan kopi terbaik meliputi beberapa parameter yaitu rasa, tekstur, aroma, dan warna. Pengujian dilakukan kepada 20 orang panelis semi terlatih. Kisaran penilaian yang diberlakukan adalah mulai angka 1 sampai 5. Nilai 5 diberikan untuk sampel yang disukai dan nilai 1 adalah untuk sampel yang tidak sangat disukai. Pengolahan data hasil panelis diolah menggunakan Microsoft Excel 2016 dan IBM SPSS Statistics 22.

4.1.2.1 Warna

Warna merupakan visualisasi suatu produk yang langsung terlihat terlebih dahulu dibandingkan dengan variabel lainnya. Warna secara langsung akan mempengaruhi persepsi panelis. Menurut Winarno (2002), menyatakan bahwa secara visual faktor warna akan tampil terlebih dahulu dan seringkali menentukan nilai suatu produk. Warna kopi dapat mempengaruhi keputusan pada konsumen untuk menerima atau menolak suatu produk. Kopi Arabika Gayo dengan penampakan yang kurang menarik akan ditolak oleh panelis, karena itu pengujian terhadap warna sangat perlu diperhatikan (Kaswinda *et al.*, 2017).

Hasil ANOVA (**Lampiran 5**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik warna pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik warna kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik warna kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka
 - Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik warna kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik warna pada perlakuan M1 tidak berbeda nyata dengan M2 namun berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik warna bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut warna kopi bubuk yaitu 3,45 sampai dengan 4,03 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis ada yang agak suka pada perlakuan M1, serta suka secara biasa pada perlakuan M2, M3, dan M4.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut warna kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil warna produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat kesukaan warna panelis terhadap produk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka warna kopi bubuk akan semakin gelap dan mendekati

warna coklat tua kehitaman. Sesuai dengan penelitian Utami *et al.* (2018), bahwa perlakuan dengan tingkat kesukaan warna tertinggi disebabkan oleh komposisi penambahan bubuk kopi yang paling tinggi yaitu pada penambahan bubuk kopi 25%, menyebabkan warna kopi semakin gelap, sehingga meningkatkan respons kesukaan panelis terhadap minuman. Ditambahkan pula oleh Lestari *et al.* (2017), bahwa hasil substitusi bubuk biji salak terhadap bubuk kopi Arabika diperoleh rata-rata warna kopi agak hitam hingga hitam. Hal ini disebabkan karena perbandingan bubuk kopi Arabika yang lebih banyak menghasilkan warna yang lebih pekat. Hal tersebut terjadi karena adanya proses karamelisasi pada bahan yaitu biji salak dan biji kopi Arabika yang mengandung gula. Faktor lama penyangraian juga mempengaruhi warna kopi. Lama penyangraian 16 menit menghasilkan produk kopi yang lebih tua. Semakin lama proses penyangraian, maka warna akan semakin tua.

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik warna tertinggi untuk perlakuan M4 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 70% : 30%). Hal ini diduga karena warna yang terdapat pada perlakuan M4 memiliki warna yang cenderung coklat dan mendekati gelap karena pengaruh dari substitusi 30% serbuk daging buah bakau yang memiliki warna yang lebih gelap daripada serbuk kopi komersial.

Warna bubuk kopi dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan kopi. Warna bubuk kopi dapat dikelompokkan berdasarkan penambahan bahan pengisi dalam pembuatan kopi itu sendiri. Kopi murni memiliki warna lebih pekat dibandingkan dengan kopi yang dibuat dengan penambahan bubuk *chicory* atau maltodekstrin. Penambahan bahan pengisi dilakukan untuk perbedaan kelas ekonomi. Bahan pengisi seperti maltodekstrin mengurangi tingkat kecokelatan bubuk kopi yang dihasilkan (Pastiniasih, 2012).

Semakin pekat warna kopi maka warna akan semakin menarik. Perubahan warna disebabkan adanya reaksi Maillard yang melibatkan senyawa bergugus karbonil (gula reduksi) dan bergugus amino (asam amino). Reaksi Maillard merupakan reaksi *browning* non enzimatis yang menghasilkan senyawa kompleks dengan berat molekul yang tinggi (Rejo *et al.*, 2011).

Perlakuan A3 merupakan perlakuan yang warnanya paling disukai oleh panelis karena menghasilkan warna kopi yang tepat yaitu dengan warna kopi coklat kehitaman. Hal ini disebabkan oleh proses penyangraian biji pepaya yang maksimal sehingga menghasilkan biji kopi pepaya yang tersangrai dengan warna coklat kehitaman. Karena proses penyangraian itu sendiri dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik pada biji kopi tersebut, yaitu dapat mempercepat perubahan warna (Angelia, 2018).

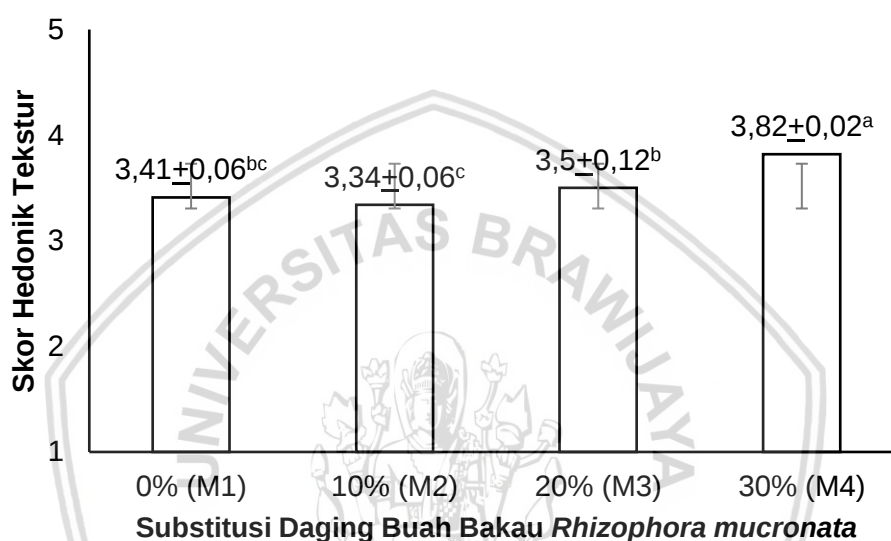
Bubuk kopi instan yang berwarna coklat akan berwarna hitam ketika diseduh. Warna seduhan dapat berbeda-beda dikarenakan pengaruh pengolahan terhadap sifat fisik dan kimia pigmen alami tanaman yang mudah mengalami perubahan kimia dan peka terhadap panas. Warna kopi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh proses penyangraian. Selama proses penyangraian akan terjadi perubahan senyawa-senyawa kimia seperti karamelisasi gula yang menyebabkan timbulnya warna coklat tua (Pastiniasih, 2012).

4.1.2.2 Tekstur

Tekstur merupakan ciri suatu bahan sebagai akibat perpaduan dari beberapa sifat fisik yang meliputi antara lain ukuran, bentuk, jumlah, dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa, termasuk indera mulut dan penglihatan. Produk pangan dibuat dan diolah tidak semata-mata untuk tujuan peningkatan nilai gizi saja, tetapi juga untuk mendapatkan karakteristik fungsional produk yang memenuhi selera organoleptik bagi konsumen. Karakteristik fungsional tersebut di antaranya berhubungan

dengan sifat tekstural produk pangan olahan seperti kerenyahan, keliatan, dan lain sebagainya (Midayanto dan Yuwono, 2014).

Hasil ANOVA (**Lampiran 5**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik tekstur pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik tekstur kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik tekstur kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka

- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik tekstur kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik tekstur pada perlakuan M1 tidak berbeda nyata dengan M2 dan M3 namun berbeda nyata dengan M4; M2 berbeda nyata dengan M3 dan M4; M3 berbeda nyata dengan M4.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik tekstur bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut tekstur kopi bubuk yaitu 3,34 sampai dengan 3,82 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis ada yang agak suka pada perlakuan M1 dan M2, serta suka secara biasa pada perlakuan M3 dan M4.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut tekstur kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil tekstur produk kopi bubuk dan mempengaruhi tingkat kesukaan tekstur panelis. Secara teori, semakin tinggi konsentrasi serbuk daging buah bakau yang diberikan pada produk, maka semakin tinggi pula nilai tekstur yang didapatkan oleh produk, dan semakin rendah konsentrasi serbuk daging buah bakau yang diberikan, maka semakin rendah pula nilai tekstur yang didapatkan oleh produk. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pastiniasih (2012), bahwa tekstur bubuk kopi yang disukai konsumen adalah kopi dari perbandingan Robusta : Arabika 60 : 40 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 4, sedangkan yang paling tidak disukai adalah kopi instan perbandingan Robusta : Arabika 70 : 30 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 8. Penilaian konsumen terhadap tekstur bubuk kopi dipengaruhi oleh tingkat kehalusan bubuk itu sendiri. Tekstur kopi di pasaran pada umumnya dibuat bergranula untuk mengurangi tingkat hidroskopisnya. Proses granulasi dapat dilakukan dengan aglomerasi. Aglomerasi merupakan proses penggabungan partikel-partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Dengan bergabungnya partikel kecil ini akan menyebabkan tekstur menjadi kasar. Teknik aglomerasi untuk kopi dapat dilakukan dengan metode basah yang kemudian dikeringkan dengan *fluidized bed* atau pengeringan vakum.

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik tekstur tertinggi untuk perlakuan M4 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 70% : 30%). Hal ini diduga karena tekstur yang terdapat pada perlakuan M4 memiliki tekstur yang halus karena pengaruh dari substitusi 30% serbuk daging buah bakau yang memiliki tekstur yang lebih halus daripada serbuk kopi komersial. Dimungkinkan juga bahwa

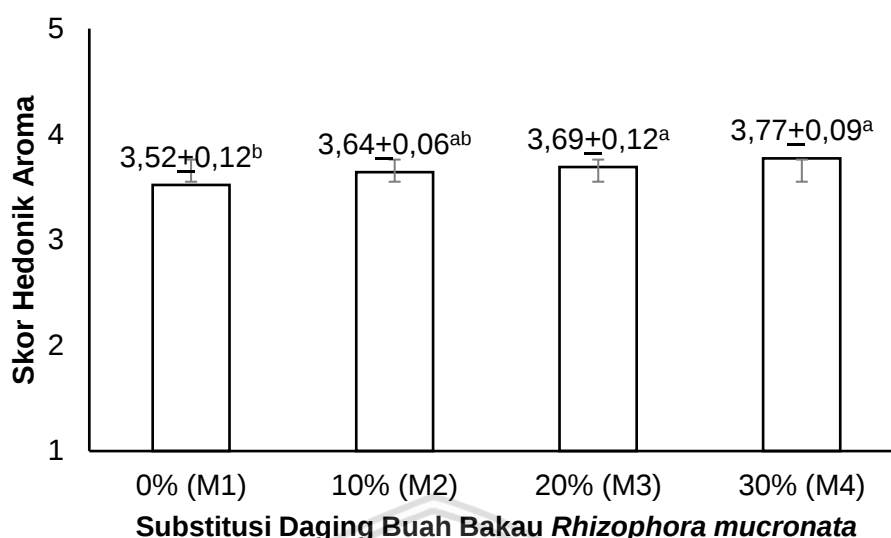
panelis masih belum bisa membedakan tekstur antara kopi bubuk kontrol dengan kopi bubuk yang sudah disubstitusi oleh serbuk daging buah bakau.

Tekstur kopi terbentuk karena proses pengeringan yang menggunakan *spray dryer*. Proses pengeringan dengan menyemprotkan ekstrak kopi ke tabung pemanas menghasilkan bubuk yang halus. Bubuk kopi akan lengket satu dengan lainnya ketika kontak dengan uap air karena bubuk yang bersifat hidroskopis. Apabila kontak dengan udara lembab, bubuk kopi akan berubah menjadi granula-granula yang lebih besar dan teksturnya menjadi kasar (Pastiniasih, 2012).

4.1.2.3 Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan dari rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung (Negara *et al.*, 2016). Aroma merupakan salah satu variabel kunci pada produk. Karena pada umumnya cita rasa konsumen terhadap produk makanan sangat ditentukan oleh aroma (Lestari dan Susilawati, 2015).

Hasil ANOVA (**Lampiran 5**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik aroma pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik aroma kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 14**.



Gambar 14. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik aroma kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka
- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik aroma kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik aroma pada perlakuan M1 tidak berbeda nyata dengan M2 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya; M2 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya; M3 tidak berbeda nyata dengan M4.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik aroma bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut aroma kopi bubuk yaitu 3,52 sampai dengan 3,77 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis suka secara biasa pada seluruh perlakuan, yaitu M1, M2, M3, dan M4.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut aroma kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil aroma produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat kesukaan aroma panelis terhadap produk. Aroma kopi buah bakau yang dihasilkan memiliki

bau khas seperti kopi pada umumnya. Hal ini sesuai hasil penelitian Prayogo *et al.* (2018), bahwa aroma kopi muncul akibat dari senyawa volatil yang tertangkap oleh indera penciuman manusia. Senyawa volatil yang berpengaruh pada aroma kopi sangrai dibentuk dari reaksi Maillard atau reaksi browning nonenzimatis, degradasi asam amino bebas, degradasi trigonelin, degradasi gula, dan degradasi senyawa fenolik hal ini disebabkan karena, aroma khas pada kopi secara perlahan akan muncul setelah biji salak yang disangrai didinginkan. Penambahan bubuk jahe tidak terlalu berpengaruh terhadap aroma kopi biji salak jahe. Hal ini disebabkan karena perbandingan kopi biji salak dan penambahan bubuk jahe tidak seimbang, yang menyebabkan aroma jahe tidak terlalu dominan.

Aroma merupakan salah satu atribut terpenting dalam menilai kualitas seduhan kopi. Aroma kopi yang ditangkap oleh indera penciuman merupakan hasil penguapan senyawa organik volatil. Terbentuknya aroma pada granula *effervescent* bubuk kopi Toraja diduga diperoleh dari hasil bubuk kopi yang memiliki aroma yang khas. Semakin banyak penggunaan bubuk kopi, maka aroma yang dihasilkan lebih khas. Aroma khas dari kopi dipengaruhi oleh tingkat penyangraian (Utami *et al.*, 2018).

Terbentuknya aroma yang khas pada kopi disebabkan oleh kafeol dan senyawa-senyawa komponen pembentuk aroma kopi lainnya. Asam-asam organik yang terdapat dalam kopi merupakan komponen yang membentuk aroma kopi saat diseduh. Sebagian senyawa pembentuk aroma merupakan senyawa yang mudah menguap yang rentan terhadap panas yang terlalu tinggi (Pastiniasih, 2012).

Aroma bubuk kopi timbul karena adanya senyawa-senyawa yang mudah menguap. Senyawa mudah menguap dari kopi terbentuk selama proses penyangraian. Dalam pembuatan kopi senyawa mudah menguap tersebut dilarutkan dalam air panas agar ikut terekstrak dan membentuk aroma kopi instan

yang dihasilkan. Sebagian besar senyawa mudah menguap yang tidak tahan terhadap panas akan mengalami kerusakan selama proses ekstraksi dan pengeringan. Aroma kopi yang terbentuk adalah aroma *fishy* (aroma ikan). Aroma ini dapat dengan mudah dikenali ketika bubuk kopi keluar dari *spray dryer* (Pastiniasih, 2012).

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik aroma tertinggi untuk perlakuan M4 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 70% : 30%). Hal ini diduga karena aroma yang terdapat pada perlakuan M4 memiliki aroma yang lebih khas karena pengaruh dari substitusi 30% serbuk daging buah bakau yang memiliki aroma khas.

Dari ketiga perlakuan, A3 (lama penyangraian 80 menit) adalah yang disukai oleh panelis, karena masih memiliki bau khas biji pepaya. Sedangkan pada perlakuan A1 dan A2 menurut panelis aromanya biasa/netral. Hal ini disebabkan pada perlakuan A3 kopi yang dihasilkan lebih dominan khas aroma kopi sangrai. Karena semakin lama proses penyangraian maka aroma khas kopi dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas akan terbentuk (Angelia, 2018).

Berdasarkan uji organoleptik menunjukkan hasil substitusi bubuk biji salak, menurut angket yang diisi oleh 25 panelis diperoleh rata-rata aroma yang kurang tajam hingga aroma yang tajam/khas kopi pada umumnya. Hal ini disebabkan karena jika semakin banyak perbandingan bubuk kopi arabika maka aroma yang dihasilkan semakin tajam/khas, bubuk kopi Arabika mengandung asam amino dan gula jika disangrai akan menghasilkan aroma yang khas (Lestari *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil uji organoleptik aroma pada masing-masing perlakuan yang menunjukkan bahwa aroma yang paling disukai oleh panelis adalah pada suhu 180°C dan 170°C dengan lama penyangraian 25 menit tingkat penerimaan konsumen 2 (suka). Dengan demikian aroma dari kopi yang dihasilkan juga

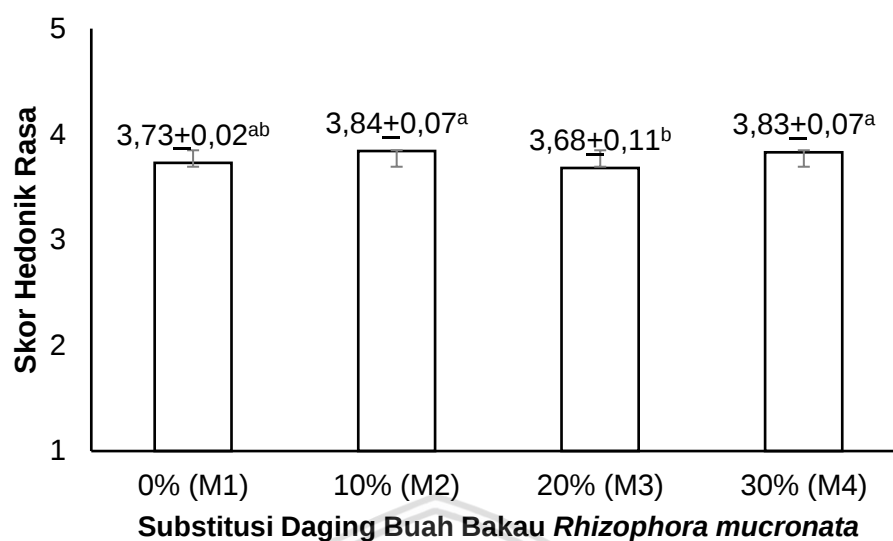
dipengaruhi oleh proses penyangraian biji kopi. Proses penyangraian ini merupakan proses tahapan pembentukan aroma dan cita rasa khas kopi dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas. Senyawa yang membentuk aroma di dalam biji kopi adalah golongan fenol asam tidak mudah menguap yaitu asam kafeat, asam klorogenat, asam ginat dan riboflavin (Kaswindi *et al.*, 2017).

Sampel kopi dari perbandingan Robusta : Arabika 70 : 30 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 4 memiliki aroma yang paling disukai konsumen dibandingkan dengan sampel kopi lainnya. Aroma yang timbul dipengaruhi oleh jumlah senyawa mudah menguap dan total asam. Selain senyawa mudah menguap, total asam juga mempengaruhi aroma bubuk kopi. Asam yang terdapat pada kopi dapat berupa asam yang mudah menguap. Asam yang mudah menguap akan memberikan aroma khas pada kopi (Pastiniasih, 2012).

4.1.2.4 Rasa

Rasa adalah sensasi yang diterima oleh indera perasa (lidah) saat mengonsumsi makanan. Rasa merupakan tanggapan atas adanya rangsangan kimiawi yang sampai di indera pengecap lidah, khususnya jenis rasa dasar yaitu manis, asin, asam, dan pahit (Meilgaard *et al.*, 2000). Ditambahkan oleh Negara *et al.* (2016), bahwa yang dinamakan rasa pada sebuah produk adalah tingkat kesukaan dari sebuah produk yang diamati dengan indera perasa yang dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu kurang enak, enak, dan sangat enak.

Hasil ANOVA (**Lampiran 5**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik rasa pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik rasa kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 15**.



Gambar 15. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik rasa kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka
 - Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik rasa kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik rasa pada perlakuan M1 tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya; M2 berbeda nyata dengan M3 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya; M3 berbeda nyata dengan M4.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik rasa bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut rasa kopi bubuk yaitu 3,68 sampai dengan 3,84 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis suka secara biasa pada seluruh perlakuan, yaitu M1, M2, M3, dan M4.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut rasa kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil rasa produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat kesukaan rasa panelis terhadap produk. Rasa kopi buah bakau yang dihasilkan memiliki rasa

khas seperti kopi komersial pada umumnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Lestari *et al.* (2017), bahwa substitusi bubuk biji salak terhadap bubuk kopi Arabika diperoleh rata-rata rasa kopi yang kurang pahit hingga pahit. Proses penyangraian membentuk aroma dan cita rasa khas kopi karena perlakuan panas. Sehingga semakin lama penyangraian, maka semakin didapatkan cita rasa kopi yang baik. Sebagian besar panelis menyebutkan bahwa pada perlakuan A lebih cenderung terasa pahit, hal ini dikarenakan perbandingan bubuk biji salak lebih sedikit dibanding bubuk kopi Arabika (25% : 75%).

Ukuran biji kopi akan mempengaruhi rasa yang terdapat pada kopi, semakin kecil ukuran biji kopi maka akan semakin menurun rasa pada biji kopi dikarenakan proses ekstraksi yang berlangsung lebih cepat (Rejo *et al.*, 2018). Penambahan bubuk jahe tidak terlalu berpengaruh dalam rasa kopi biji salak jahe, hal ini disebabkan karena perbandingan kopi biji salak dan penambahan bubuk jahe tidak seimbang, maka yang lebih dominan adalah rasa pahit pada kopi biji salak (Prayogo *et al.*, 2018).

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik tekstur tertinggi untuk perlakuan M2 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 10%). Hal ini diduga karena rasa yang terdapat pada perlakuan M2 memiliki rasa yang mendekati dengan rasa kopi kontrol/komersial.

Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap rasa kopi bubuk biji pepaya menunjukkan bahwa tingkat penerimaan panelis rata-rata 3,30-4,00 artinya masih pada taraf biasa/netral sampai suka. Dari ketiga perlakuan ini, perlakuan A3 yang paling disukai panelis. Karena semakin lama penyangraian maka cita rasa khas kopi sangrai semakin terbentuk dan menurut panelis rasa dari perlakuan dari A3 sudah memiliki cita rasa kopi sangrai yang diinginkan (Angelia, 2018).

Hasil pengujian panelis diperoleh bahwa beberapa kopi instan yang sangat disukai panelis, yaitu kopi instan perbandingan Robusta : Arabika 70 : 30 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 6 dan 1 : 8 serta kopi instan perbandingan Robusta : Arabika 60 : 40 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 4 dan 1 : 6. Rasa seduhan dipengaruhi oleh karakteristik fisiko kimia kopi instan. Total asam menunjukkan jumlah asam-asam pembentuk cita rasa. Asam-asam tersebut akan memberikan cita rasa asam yang khas pada kopi. Hal ini menyebabkan kopi dengan perlakuan ini memiliki rasa yang paling disukai konsumen (Pastiniasih, 2012).

Cita rasa pada kopi dipengaruhi oleh hasil degradasi beberapa senyawa seperti karbohidrat, alkaloid, asam klorogenat, senyawa mudah menguap, dan trigonelin. Karbohidrat terdegradasi membentuk sukrosa dan gula-gula sederhana yang menghasilkan rasa manis. Alkaloid berupa kafein mengalami sublimasi menjadi kafeol. Kafein bersama dengan asam klorogenat dan trigonelin memberikan rasa pahit pada kopi. Asam klorogenat terdekomposisi sebanyak 50% selama penyangraian. Penyangraian yang baik akan menghilangkan kandungan asam klorogenat. Senyawa trigonelin terdekomposisi hanya 15% untuk semua derajat penyangraian. Senyawa mudah menguap terbentuk pada akhir penyangraian. Dekomposisi senyawa ini terjadi pada tahap pirolisis (Pastiniasih, 2012).

4.1.3 Penentuan Perlakuan Terbaik

Pada penelitian tahap pertama dilakukan beberapa uji, yakni uji rendemen, uji karakteristik mutu kopi secara fisik (warna dan *Total Suspended Solid*), dan uji organoleptik. Pada uji karakteristik organoleptik menggunakan uji kesukaan (uji hedonik) dengan empat atribut yang diamati yaitu warna, tekstur, aroma, dan rasa.

Penentuan terbaik pada penelitian tahap pertama menggunakan metode pembobotan secara subjektif. Pembobotan ini dilakukan dengan

mempertimbangkan parameter-parameter yang memiliki pengaruh besar terhadap produk kopi bubuk yang dihasilkan. Setiap parameter diberikan bobot nilai yang berbeda satu dengan lainnya, disesuaikan dengan seberapa besar pengaruhnya terhadap produk kopi bubuk yang dihasilkan. Terdapat tiga parameter yang menjadi dasar pertimbangan dalam metode pembobotan ini yaitu uji organoleptik, uji warna, dan uji *Total Suspended Solid*. Menurut Ma'arif dan Tanjung (2003), penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan memberikan nilai dari skala 1 sampai 5 berdasarkan nilai kepentingannya pada setiap parameter uji yang dilakukan. Nilai 5 diberikan jika parameter uji tersebut dianggap sangat penting, 4 penting, 3 jika biasa, 2 jika tidak penting, dan 1 jika sangat tidak penting. Nilai kepentingan kemudian dibobotkan ke dalam persen.

Hasil pembobotan setiap perlakuan secara berturut-turut mulai dari nilai yang terendah hingga tertinggi adalah sebagai berikut: M3 sebesar 1147,094; M4 sebesar 1149,805; M1 sebesar 1159,505; dan M2 sebesar 1160,246. Berdasarkan kesimpulan dari data yang didapatkan, maka hasil terbaik dari penelitian tahap pertama adalah perlakuan M2 (penambahan serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* 10%) dengan jumlah 1160,246 sekaligus menjadi nilai tertinggi dari hasil pembobotan yang diberikan pada setiap masing-masing uji. Perhitungan dan dasar pertimbangan pembobotan ketiga parameter tersebut dapat dilihat pada **Lampiran 14**.

Menurut Dyahwarni (2006), pemilihan konsentrat terbaik diperoleh dari hasil pembobotan secara subjektif. Pemilihan ini dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang memberikan pengaruh terhadap produk konsentrat protein yang dihasilkan. Pembobotan merupakan faktor yang sangat penting karena konsentrat protein belum memiliki standar mutu SNI.

4.2 Penelitian Tahap Kedua (Penelitian Utama)

Pada penelitian tahap kedua terdapat beberapa pengujian terhadap kopi buah bakau yang dihasilkan, mulai dari uji karakteristik fisik kopi (uji warna dan *Total Suspended Solid*), karakteristik kimia kopi (pH, antioksidan, kafein, dan proksimat), dan karakteristik organoleptik (hedonik dan skoring).

4.2.1 Karakteristik Fisik Kopi

Karakteristik fisik kopi bubuk yang dilakukan pada penelitian tahap kedua meliputi hasil rendemen kopi, uji warna kopi, dan uji *Total Suspended Solid* kopi.

4.2.1.1 Rendemen Kopi

Rendemen kopi didapatkan mulai dari tahap awal hingga tahap akhir pada proses pembuatan kopi buah bakau. Terdapat dua pembagian rendemen, yaitu rendemen daging buah bakau dan rendemen biji kopi itu sendiri. Pada rendemen daging buah bakau, terdapat tujuh perubahan berat pada proses pembuatannya, di antaranya adalah pemotongan, fermentasi, pencucian, pengeringan, penyangraian, penggilingan, dan pengayakan.

Buah bakau *Rhizophora mucronata* yang masih muda diambil bagian atas yang bulat lonjong seperti telur. Buah kemudian dibelah dan dibuang bijinya, daging buah bakau digunakan sebagai bahan baku. Daging buah bakau lalu dicuci untuk menghilangkan getahnya dan dibersihkan dari kotoran yang menempel. Daging buah bakau bersih 1000 g lalu dipotong kecil-kecil. Irisan daging buah bakau lalu dijemur 2-3 hari hingga kering. Setelah kering, irisan buah bakau kemudian disangrai dengan penggorengan sekitar 40 menit dengan api konstan. Buah baku diangkat ditandai dengan warnanya yang coklat kehitaman. Setelah matang, dilakukan penggilingan hingga halus. Setelah digiling kemudian diayak dengan menggunakan saringan konvensional.

Hasil perhitungan rendemen daging buah bakau dan perubahan berat dari setiap tahap pada proses pembuatan serbuk buah bakau dapat dilihat pada

Lampiran 2. Nilai rendemen pada proses pembuatan serbuk buah bakau dapat dilihat pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk buah bakau

No	Tahap	Rerata (gram)
1	Daging buah bakau utuh	1000
2	Pemotongan	994,77
3	Fermentasi	1245,39
4	Pencucian	1240,51
5	Pengeringan	265,70
6	Penyangraian	210,80
7	Penggilingan	208,25
8	Pengayakan	207,31
Rendemen		20,73%

Pada proses pembuatan serbuk daging buah bakau, dibutuhkan sekitar ± 57 buah bakau *Rhizophora mucronata*. Pada tahap pemotongan daging buah bakau, didapatkan perubahan berat sebesar 99,48%. Nilai perubahan berat tidak sama dengan 100% dikarenakan buah bakau mengalami pemotongan dan pembuangan isi buah yang sebelumnya telah dibelah menjadi dua. Fermentasi menghasilkan rendemen produk sebesar 125,20%, nilai ini didapatkan dari total hasil fermentasi dibagi dengan buah bakau yang telah dipotong kecil-kecil. Nilai tersebut melebihi angka 100% dikarenakan daging buah bakau direndam di dalam 2 liter air selama 3 hari, sehingga terjadi penyerapan air oleh daging buah bakau yang telah dipotong kecil-kecil sehingga kadar air meningkat dan berat daging buah bakau bertambah. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), fermentasi basah dilakukan dengan perendaman selama 12 jam dan setiap 3 jam airnya diganti. Dari proses itu terjadi penyerapan air oleh daging buah bakau yang telah dipotong kecil-kecil sehingga kadar air meningkat dan berat daging buah bakau bertambah. Hal ini sejalan menurut Rejo *et al.* (2011), bahwa peningkatan kadar air kopi mengakibatkan kopi mengembang, pori-pori jaringan biji menjadi terbuka dan dimanfaatkan oleh molekul air masuk ke dalamnya, perbedaan konsentrasi antara permukaan dan di dalam biji mengakibatkan

terjadinya peristiwa *osmose*, molekul air masuk ke dalam kopi sehingga kadar air menjadi meningkat.

Prinsip fermentasi adalah peruraian senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Proses fermentasi dapat dilakukan secara basah (merendam biji kopi di dalam genangan air) dan secara kering (tanpa rendaman air) (Hayati *et al.*, 2012).

Tahap pencucian menghasilkan perubahan berat sebesar 99,61%. Nilai ini mendekati angka 100% karena dari hanya sedikit kotoran yang terbang dari proses fermentasi daging buah bakau. Pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan seluruh lapisan lendir dan kotoran lainnya yang masih tertinggal setelah difermentasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pencucian dilakukan pada baskom dengan air mengalir, kopi diaduk dengan tangan untuk melepaskan sisa lendir yang masih melekat dan apabila sudah bersih dan tidak licin kopi diangkat dan ditiriskan. Dalam tahap pengeringan, didapatkan perubahan berat produk sebesar 21,42%. Pada proses ini, terdapat penyusutan berat yang sangat besar dikarenakan daging buah bakau dijemur di bawah terik matahari selama 1 hari penuh dan panas matahari menyerap kadar air yang terkandung di dalam daging buah bakau. Seperti yang diungkapkan oleh Mangiwa *et al.* (2018), pengeringan dilakukan dengan cara mengangin-anginkan dan menjemur biji kopi di bawah sinar matahari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pengeringan dilakukan dengan cara menjemur biji kopi di lantai semen yang telah dilapisi plastik, lalu kopi dihamparkan di lantai, setiap 1-2 jam hamparan kopi dibolak-balik agar proses pengeringan sempurna, penjemuran berlangsung selama 17 hari agar didapatkan kopi beras dengan kadar air $\pm 12\%$.

Pada tahap penyangraian, didapatkan perubahan berat produk sebesar 79,34%. Penurunan berat tidak begitu jauh karena daging buah bakau benar-

benar telah kering dan dimasak di atas wajan tanah liat selama 15-30 menit. Pada proses ini terjadi penurunan kadar air sebagaimana yang dijelaskan oleh Syah *et al.* (2013), bahwa penurunan kadar air kopi terjadi pada proses penyangraian, di mana pada proses tersebut berpindah dari bahan karena pengaruh panas, selain itu proses pengecilan ukuran juga dapat menurunkan kadar air karena air yang terdapat pada jaringan dan serat bahan ikut terbuang pada saat penghancuran jaringan-jaringan tersebut.

Semakin tinggi suhu dan lama penyangraian maka semakin rendah rendemen yang dihasilkan, rendemen juga dipengaruhi oleh susut berat biji kopi selama penyangraian, makin tinggi kadar air biji kopi semakin lama waktu penyangraian sehingga rendemen menjadi kecil (Kaswindi *et al.*, 2017). Selama penyangraian terjadi proses pirolisa yang menyebabkan tekstur kopi menjadi rapuh, pada penyangraian dengan suhu lebih tinggi maka tekstur kopi akan lebih rapuh, semakin rapuh biji akan memudahkan pelarut untuk berpenetrasi ke dalam biji kopi sehingga dapat mengekstrak minyak kopi lebih tinggi (Yuwanti *et al.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Yusianto *et al.* (2007), mengatakan bahwa rerata rendemen sangrai kopi asal pasar domestik 84,6%, dengan kisaran 80,4 sampai 91,4. Susut sangrai terjadi karena penguapan air dan pirolisis bahan-bahan organik, umumnya berkisar antara 10-25%. Nilai penyusutan tergantung pada waktu penyangraian dan derajat sangrai. Semakin gelap derajat sangrai, semakin tinggi penyusutan. Susut sangrai pada aras penyangraian ringan sekitar 12%, aras sedang 14-16%, dan aras berat/gelap 18-20%. Waktu penyangraian ditentukan juga oleh ukuran dan kadar air biji kopi. Nilai susut sangrai sering dipergunakan sebagai ukuran lamanya penyangraian, karena hubungan keduanya sangat erat.

Daging buah bakau hasil sangraian kemudian langsung digiling, hasil perubahan beratnya hampir mendekati nilai 100% yaitu 98,79% karena cenderung tidak ada bahan yang terbuang dan seluruh daging buah bakau sangraian tergiling secara sempurna. Sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Syah *et al.* (2013), kehilangan hasil pada proses penggilingan terjadi karena bubuk kopi yang halus beterbangan pada saat bukaan (lubang produk) pada mesin dibuka, selain itu ada juga bubuk yang jatuh ke lantai, namun secara umum mesin penggiling mampu menggiling kopi dengan rendemen yang tinggi.

Tahap terakhir adalah pengayakan, dalam tahap ini didapatkan hasil perubahan berat sebesar 99,55%, nilai yang hampir sama dengan 100%. Hal ini didapatkan karena pada proses pengayakan, serbuk buah bakau hasil gilingan bertekstur halus sehingga hampir seluruhnya tersaring dengan baik. Tujuan dari pengayakan tentu untuk mendapatkan tekstur serbuk yang halus agar didapatkan hasil yang baik.

Sedangkan pada rendemen biji kopi, terdapat tujuh perubahan berat pada proses pembuatannya, di antaranya adalah fermentasi, pencucian, pengeringan, *hulling*, penyangraian, penggilingan, dan pengayakan.

Buah kopi matang, dikeringkan dengan sinar matahari selama 10-15 hari. Lalu kulit buah kopi dikupas, sehingga didapatkan biji kopi mentah. Lakukan penyangraian selama 40 menit dengan suhu $\pm 190^{\circ}\text{C}$, hingga didapat biji kopi hasil sangrai. Biji kopi yang telah disangrai lalu dilakukan penggilingan dan pengayakan hingga mendapatkan serbuk kopi halus.

Hasil perhitungan rendemen biji kopi dan perubahan berat dari setiap tahap pada proses pembuatan serbuk kopi dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Nilai rendemen pada proses pembuatan serbuk kopi dapat dilihat pada **Tabel 13**.

Tabel 13. Rendemen dan perubahan berat pada pembuatan serbuk kopi

No	Tahap	Rerata (gram)
1	Biji kopi utuh	1000
2	Fermentasi	1215,67
3	Pencucian	1208,37
4	Pengeringan	252,58
5	<i>Hulling</i>	250,62
6	Penyangraian	184,29
7	Penggilingan	186,28
8	Pengayakan	182,57
Rendemen		18,26%

Pada proses pembuatan serbuk biji kopi, biji kopi mentah yang telah dipisahkan dari kulit luarnya langsung dilakukan fermentasi dengan perendaman air. Pada tahap fermentasi biji kopi, didapatkan perubahan berat sebesar 121,53%. Nilai rendemen melebihi angka 100% dikarenakan biji kopi direndam di dalam air, terjadi penyerapan air oleh biji kopi sehingga kadar air meningkat dan berat biji kopi bertambah. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), fermentasi basah dilakukan dengan perendaman selama 12 jam dan setiap 3 jam airnya diganti. Dari proses itu terjadi penyerapan air oleh biji kopi sehingga kadar air meningkat dan berat biji kopi bertambah. Hal ini sejalan menurut Rejo *et al.* (2011), bahwa peningkatan kadar air kopi mengakibatkan kopi mengembang, pori-pori jaringan biji menjadi terbuka dan dimanfaatkan oleh molekul air masuk ke dalamnya, perbedaan konsentrasi antara permukaan dan di dalam biji mengakibatkan terjadinya peristiwa *osmose*, molekul air masuk ke dalam kopi sehingga kadar air menjadi meningkat.

Prinsip fermentasi adalah peruraian senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Proses fermentasi dapat dilakukan secara basah (merendam biji kopi di dalam genangan air) dan secara kering (tanpa rendaman air) (Hayati *et al.*, 2012).

Tahap pencucian menghasilkan perubahan berat sebesar 99,45%. Nilai ini mendekati angka 100% karena dari hanya sedikit kotoran yang terbuang dari

proses fermentasi biji kopi. Pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan seluruh lapisan lendir dan kotoran lainnya yang masih tertinggal setelah difermentasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pencucian dilakukan pada baskom dengan air mengalir, kopi diaduk dengan tangan untuk melepaskan sisa lendir yang masih melekat dan apabila sudah bersih dan tidak licin kopi diangkat dan ditiriskan. Dalam tahap pengeringan, didapatkan perubahan berat produk sebesar 20,91%. Pada proses ini, terdapat penyusutan berat yang sangat besar dikarenakan biji kopi dijemur di bawah terik matahari dan panas matahari menyerap kadar air yang terkandung di dalam biji kopi basah. Seperti yang diungkapkan oleh Mangiwa *et al.* (2018), pengeringan dilakukan dengan cara mengangin-anginkan dan menjemur biji kopi di bawah sinar matahari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), pengeringan dilakukan dengan cara menjemur biji kopi di lantai semen yang telah dilapisi plastik, lalu kopi dihamparkan di lantai, setiap 1-2 jam hamparan kopi dibolak-balik agar proses pengeringan sempurna, penjemuran berlangsung selama 17 hari agar didapatkan kopi beras dengan kadar air $\pm 12\%$.

Setelah itu dilakukan proses pemisahan kulit tanduk dan kulit ari dari biji kopi menggunakan alat pengupas kulit sehingga dihasilkan biji kopi yang berwarna hijau. Pada tahap *hulling* atau pelepasan biji kopi dari kulit arinya, didapatkan perubahan berat sebesar 99,09%. Nilai perubahan berat hampir sama dengan 100% dikarenakan kulit ari yang ada pada biji kopi kering cenderung sangat tipis dan ringan, sehingga rendemen produk masih cukup tinggi.

Pada tahap penyangraian, didapatkan perubahan berat produk sebesar 73,71%. Penurunan berat tidak begitu jauh karena biji benar-benar telah kering dan dimasak di atas wajan tanah liat. Pada proses ini terjadi penurunan kadar air sebagaimana yang dijelaskan oleh Syah *et al.* (2013), bahwa penurunan kadar air

kopi terjadi pada proses penyangraian, di mana pada proses tersebut berpindah dari bahan karena pengaruh panas, selain itu proses pengecilan ukuran juga dapat menurunkan kadar air karena air yang terdapat pada jaringan dan serat bahan ikut terbangun pada saat penghancuran jaringan-jaringan tersebut.

Semakin tinggi suhu dan lama penyangraian maka semakin rendah rendemen yang dihasilkan, rendemen juga dipengaruhi oleh susut berat biji kopi selama penyangraian, makin tinggi kadar air biji kopi semakin lama waktu penyangraian sehingga rendemen menjadi kecil (Kaswinda *et al.*, 2017). Selama penyangraian terjadi proses pirolisa yang menyebabkan tekstur kopi menjadi rapuh, pada penyangraian dengan suhu lebih tinggi maka tekstur kopi akan lebih rapuh, semakin rapuh biji akan memudahkan pelarut untuk berpenetrasi ke dalam biji kopi sehingga dapat mengekstrak minyak kopi lebih tinggi (Yuwanti *et al.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Yusianto *et al.* (2007), mengatakan bahwa rerata rendemen sangrai kopi asal pasar domestik 84,6%, dengan kisaran 80,4 sampai 91,4. Susut sangrai terjadi karena penguapan air dan pirolisis bahan-bahan organik, umumnya berkisar antara 10-25%. Nilai penyusutan tergantung pada waktu penyangraian dan derajat sangrai. Semakin gelap derajat sangrai, semakin tinggi penyusutan. Susut sangrai pada aras penyangraian ringan sekitar 12%, aras sedang 14-16%, dan aras berat/gelap 18-20%. Waktu penyangraian ditentukan juga oleh ukuran dan kadar air biji kopi. Nilai susut sangrai sering dipergunakan sebagai ukuran lamanya penyangraian, karena hubungan keduanya sangat erat.

Biji kopi hasil sangraian kemudian langsung digiling, hasil perubahan beratnya hampir mendekati nilai 100% yaitu 99,12% karena cenderung tidak ada bahan yang terbangun dan seluruh biji kopi sangraian tergiling secara sempurna. Sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Syah *et al.* (2013), kehilangan hasil

pada proses penggilingan terjadi karena bubuk kopi yang halus beterbangan pada saat bukaan (lubang produk) pada mesin dibuka, selain itu ada juga bubuk yang jatuh ke lantai, namun secara umum mesin penggiling mampu menggiling kopi dengan rendemen yang tinggi.

Tahap terakhir adalah pengayakan, dalam tahap ini didapatkan hasil perubahan berat sebesar 99,79%, nilai yang hampir sama dengan 100%. Hal ini didapatkan karena pada proses pengayakan, serbuk biji kopi hasil gilingan bertekstur halus sehingga hampir seluruhnya tersaring dengan baik. Tujuan dari pengayakan tentu untuk mendapatkan tekstur serbuk yang halus agar didapatkan hasil yang baik.

Rendemen merupakan presentase perbandingan antara berat bagian bahan yang dapat dimanfaatkan dengan berat total bahan. Nilai rendemen digunakan untuk mengetahui keefektifan suatu bahan. Nilai rendemen yang semakin besar, maka semakin efektif bagian yang dapat dimanfaatkan. Rendemen buah kakao dihitung berdasarkan presentase perbandingan bobot daging buah terhadap buah kakao utuh (Priyanto, 2012).

Rendemen merupakan faktor yang menunjukkan seberapa banyak produk yang dihasilkan dari bahan mentah yang telah mengalami proses pengolahan. Produk yang telah mengalami proses pengolahan dapat menyebabkan bobotnya menjadi menyusut. Semakin tinggi rendemen yang dihasilkan, maka semakin rendah proses penyusutan yang terjadi selama pengolahan (Kartika, 2010).

4.2.1.2 Uji Warna

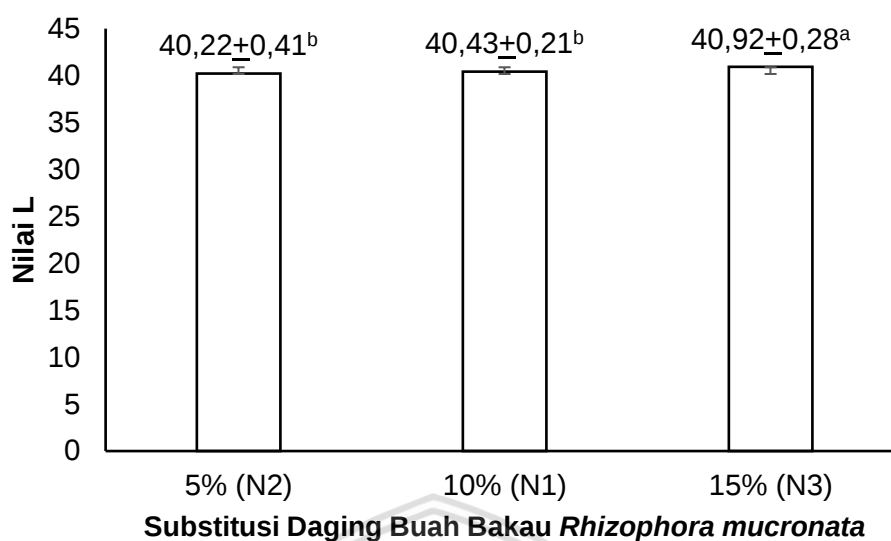
Pengujian warna pada uji karakteristik fisik kopi meliputi uji warna nilai a, nilai b, dan nilai L. Nilai a dan b digunakan untuk menentukan ⁰Hue dari produk kopi. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

4.2.1.2.1 Nilai L

Warna mempunyai peranan penting pada komoditas pangan, yaitu daya tarik, tanda pengenal, dan atribut mutu. Di antara sifat-sifat produk pangan, warna merupakan faktor mutu yang paling menarik perhatian konsumen dan paling cepat memberikan kesan disukai atau tidak disukai (Hayati *et al.*, 2012). Penentuan parameter fisik kopi dalam hal ini analisis warna dilakukan dengan bantuan *color reader* menggunakan metode Yuwono dan Susanto (1998). Nilai L (*Lightness*) yang diperoleh menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Skala nilai L mulai dari 0 untuk sampel paling gelap hingga 100 untuk sampel paling cerah (Ramadhan, 2009). Nilai L (*Lightness*) merupakan jumlah sinar yang dipantulkan ulang oleh suatu benda berwarna gelap saat diberi penyinaran dengan sumber cahaya pada gelombang tertentu, sehingga semakin gelap warna biji maka semakin sedikit cahaya yang dipantulkan (Afriliana, 2016).

Penggunaan alat sesuai dengan penjelasan Nurulkharmah (2016), bahwa pengukuran dilakukan dengan menekan tombol “power” kemudian ujung lensa *color reader* ditempelkan pada sampel secara tegak lurus dan menekan tombol “target” hingga muncul nilai L, a, b pada layar. Selanjutnya tekan tombol “target” sekali lagi di tempat yang sama untuk memperoleh nilai dE, dL, da, dan db pada layar. Pada pengukuran warna yang diamati adalah nilai kecerahan warna (L), di mana semakin tinggi nilai L maka semakin cerah bahan tersebut.

Hasil ANOVA (**Lampiran 6**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai L pada warna kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji warna nilai L kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 16**.



Gambar 16. Substitusi daging buah bakau terhadap nilai L kopi bubuk

Keterangan: Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji warna nilai L kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai L pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai L semakin meningkat seiring serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata* yang ditambahkan pada kopi bubuk. Hal ini diduga karena adanya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil warna produk akhir kopi bubuk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka warna kopi bubuk akan semakin gelap dan mendekati warna coklat tua kehitaman sehingga kecerahan warnanya akan semakin menurun. Penurunan kecerahan pada kopi bubuk dapat diakibatkan oleh adanya pigmen warna yang terdapat pada serbuk daging buah bakau. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati *et al.* (2012), mengatakan bahwa warna yang terbentuk pada bubuk kopi

juga sangat ditentukan oleh reaksi Maillard, karena dari reaksi ini terjadi kondensasi antara asam amino atau protein dengan adanya jumlah gula.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Wiranata (2016), menyebut bahwa warna pada bubuk kopi dipengaruhi oleh tingkat penyangraian kopi. Waktu penyangraian yang lama akan menghasilkan warna bubuk kopi yang lebih hitam pekat dan berpengaruh terhadap warna ekstrak kopi. Proses penyangraian kopi berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap nilai kecerahan (L). Dapat dilihat bahwa tingkat kecerahan (L) *green* (52.48 ± 1.68), *brown* (41.62 ± 0.04), *city roast* (23.88 ± 0.06), dan *dark* (17.87 ± 0.14) pada skala 100. Hal ini menunjukkan kecerahan dari setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Semakin lama proses penyangraian menyebabkan tingkat kecerahan bubuk kopi semakin kecil atau warnanya semakin gelap.

Nilai L pada hasil penelitian berkisar antara 40,22-40-92. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan M1 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 100% : 0%) sebesar 30,04. Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Yusianto *et al.*, (2007), bahwa rerata nilai L kopi sangrai berkisar antara 17,76 hingga 26,05. Sedangkan dalam penelitian Pittia *et al.* (2007), sampel-sampel biji kopi digolongkan menjadi tiga yaitu *light*, *medium*, dan *dark* dengan nilai L sebesar 31,1; 26,0; dan 24,3 berturut-turut. Studi terkait tingkatan sangrai juga dilakukan oleh Wieland *et al.* (2012), tingkatan sangrai *light*, *medium*, dan *dark* berkisar antara 41,36-41,40; 40,28-40,31; dan 39,54-39,56 berturut-turut. Standar nilai L yang digunakan pada tingkatan sangrai ringan (*light*) antara 44-45, tingkat medium (*medium*) antara 38-40, dan tingkat sangrai gelap (*dark*) antara 34-35 (Sutarsi *et al.*, 2016).

Secara laboratoris, tingkat kecerahan warna sangrai diukur dengan pembeda warna yang disebut *lovibond*. Biji kopi dengan penyangraian ringan (*light*) memiliki nilai 44-45 warna kecokelat-cokelatan dan nilai *lovibond*nya (L)

turun karena kurang kuat dalam pemantulan sinar. Untuk tingkat medium, nilai L semakin turun ke kisaran 38-40. Pada penyangraian gelap, warna biji kopi makin mendekati hitam karena senyawa hidrokarbon terpilolisis menjadi unsur karbon. Sedangkan senyawa gula mengalami karamelisasi dan akhirnya nilai L tinggal 34-35 (Khusna dan Susanto, 2015).

Hasil penyangraian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka aroma dan warna kopi yang dihasilkan semakin kuat. Hal ini disebabkan karena ketika proses penyangraian dilakukan terjadi pelepasan air dan penguraian senyawa-senyawa dalam biji kopi tersebut. Proses pelepasan air dan penguraian protein mulai terjadi pada suhu 50°C. Biji kopi yang disangrai pada suhu 75°C belum menunjukkan perubahan warna yang berarti. Perubahan warna biji kopi dari biji kopi menjadi cokelat mulai terjadi ketika biji kopi disangrai pada suhu 150°C, hal ini disebabkan karena pada suhu diatas 100°C terjadi pirolisis dari senyawa-senyawa organik dalam biji kopi. Aroma semakin kuat dan warna kopi semakin cokelat ketika disangrai pada suhu 225°C karena pada suhu 200°C, biji kopi mulai mengalami dekomposisi dan pelepasan aroma (Mangiwa *et al.*, 2018).

Penyangraian dengan suhu 160°C dan 180°C, menunjukkan nilai L yang tidak berubah banyak. Akan tetapi penyangraian dengan suhu 200°C dan 220°C menunjukkan kecenderungan penurunan nilai L. Hal ini terjadi karena adanya reaksi Maillard yang mengakibatkan munculnya senyawa bergugus karbonil (gugus reduksi) dan bergugus amino. Reaksi Maillard adalah reaksi browning nonenzimatik yang menghasilkan senyawa kompleks dengan berat molekul tinggi. Ketidakseragaman warna biji kopi sebelum penyangraian mengakibatkan pada saat penyangraian warna yang diperoleh tidak seragam. Hal ini mengakibatkan tingkat kecerahan (*lightness*) yang diperoleh tidak stabil. Namun secara umum data yang diperoleh dapat menggambarkan adanya perubahan warna kecerahan pada biji kopi selama penyangraian (Nugroho dan Lumbunbatu, 2009).

4.2.1.2.2 Derajat Hue ($^{\circ}\text{Hue}$)

Derajat Hue menunjukkan warna dari suatu produk yang dihasilkan. Warna yang dihasilkan oleh derajat Hue adalah penggabungan dari nilai a^* dan b^* (Hutching, 1999). Pembacaan nilai a^* dan b^* pada produk menggunakan bantuan alat yang disebut *color reader* (Yuwono dan Susanto, 1998).

Hasil perhitungan derajat Hue ($^{\circ}\text{Hue}$) produk kopi dapat dilihat pada **Lampiran 13**. Nilai derajat Hue produk kopi dapat dilihat pada **Tabel 14**.

Tabel 14. Nilai derajat Hue kopi pada uji fisik warna

Perlakuan	Hasil Penelitian*
90:10 (N_1)	42,16
90:5 (N_2)	42,59
90:15 (N_3)	43,24

Keterangan: *Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya

Tabel di atas menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai derajat Hue hasil penelitian berkisar antara 42,16-43,24. Nilai derajat Hue ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Wijaya dan Yuwono (2015) yang memiliki nilai derajat Hue sebesar 53,74.

Mengacu pada pembagian deskripsi warna berdasarkan $^{\circ}\text{Hue}$ Hutching (1999) yang dapat dilihat pada **Lampiran 12**, maka didapatkan data bahwa derajat Hue pada perlakuan N_1 , N_2 , dan N_3 yang nilainya berturut-turut sebesar 42,16; 42,59; dan 43,24; keseluruhannya termasuk ke dalam deskripsi warna *Red* (R) karena nilainya berada pada kisaran warna 18-54. Sedangkan untuk derajat Hue pembanding yang nilainya sebesar 53,74 juga termasuk ke dalam deskripsi warna *Red* (R) karena nilai tersebut berada pada kisaran warna 18-54.

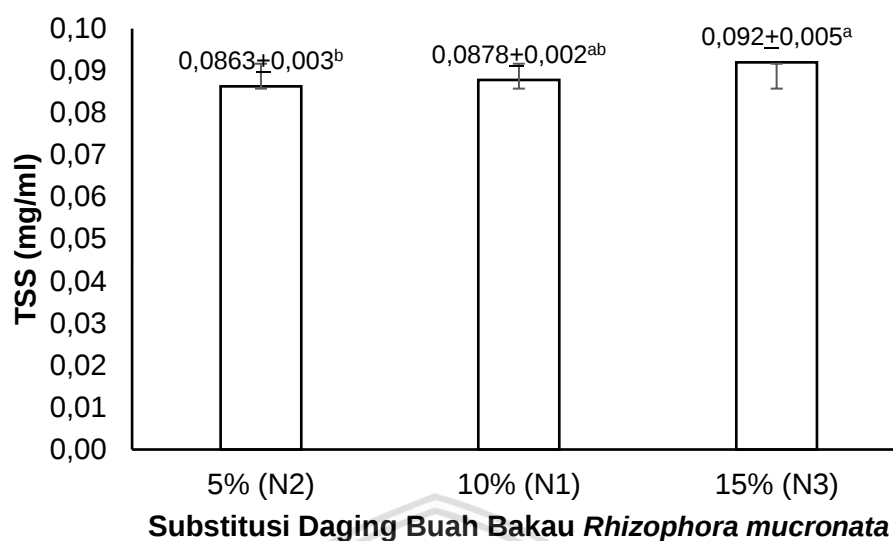
Perbedaan nilai derajat Hue pada hasil penelitian dan literatur pembanding diduga akibat kandungan komposisi bahan yang digunakan, baik bahan baku utama maupun bahan substitusi/bahan tambahan, dalam hal ini adalah serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi

serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil nilai derajat Hue produk akhir kopi bubuk. Sebagaimana dikatakan oleh Ramadhan (2009), bahwa mutu produk sangat dipengaruhi oleh mutu bahan baku yang digunakan saat proses pembuatan. Pada pembuatan kopi bubuk hasil penelitian, serbuk daging buah bakau digunakan sebagai bahan substitusi. Sedangkan pembuatan kopi bubuk pembanding tidak menggunakan bahan substitusi. Hal inilah yang membuat warna kopi hasil penelitian termasuk ke dalam deskripsi warna *Red* (R), meskipun warna kopi literatur pembanding termasuk ke dalam deskripsi warna yang sama, hanya saja berbeda nilai derajat Hue-nya. Ditambahkan oleh Hayati *et al.* (2012), bahwa warna yang terbentuk pada bubuk kopi juga sangat ditentukan oleh reaksi Maillard, karena dari reaksi ini terjadi kondensasi antara asam amino atau protein dengan adanya jumlah gula.

4.2.1.3 Uji TSS (*Total Suspended Solid*)

Uji TSS (*Total Suspended Solid*) bertujuan untuk mengetahui jumlah padatan yang tersuspensi dalam setiap liter larutan. Nilai TSS mempengaruhi tingkat hidroskopis kopi yang dihasilkan setelah pengeringan. Nilai TSS yang kecil menunjukkan jumlah padatan yang terlarut dalam air juga kecil. Semakin kecil nilai TSS, kopi yang dihasilkan semakin bersifat hidroskopis. Jika dalam ruangan kelembabannya tinggi maka kopi akan menyerap uap air dari udara. Hal tersebut menyebabkan peningkatan kadar air pada kopi (Pastiniasih, 2012). *Total Suspended Solid* adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Afandi *et al.*, 2017).

Hasil ANOVA (**Lampiran 7**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar TSS kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji kadar TSS kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 17**.



Gambar 17. Substitusi daging buah bakau terhadap kadar TSS kopi bubuk

Keterangan: Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji kadar TSS kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai TSS pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 dan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Gambar di atas menunjukkan bahwa kadar TSS produk mengalami kenaikan seiring dengan konsentrasi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* yang ditambahkan pada kopi bubuk. Hal ini diduga karena adanya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil TSS produk akhir kopi bubuk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka kopi bubuk akan semakin halus dan padatan tersuspensi akan semakin sedikit sehingga nilai TSS akan semakin meningkat. Nilai TSS yang besar menandakan padatan tersuspensinya semakin kecil. Sesuai dengan pernyataan Afandi *et al.* (2017), bahwa hubungan antara bentuk padatan terhadap efisiensi penurunan *Total Suspended Solid* yang didapatkan semakin besar, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya kecilnya partikel, sehingga reaksi berjalan cepat untuk mendegradasi gumpalan-gumpalan

(flok) yang menyebabkan semakin berkurangnya *Total Suspended Solid* pada cairan. *Total Suspended Solid* sebenarnya merupakan padatan tersuspensi yang mampu mengendap sendiri tanpa bantuan zat tambahan (koagulan) namun membutuhkan waktu yang relatif lama.

Kadar TSS pada hasil penelitian berkisar antara 0,0863-0,0920. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Pastiniasih (2012), bahwa nilai TSS dari perlakuan perbandingan kopi : air (g/ml) sebesar 1 : 8 yaitu pada ulangan 1 sebesar 0,41 mg/ml dan pada ulangan 2 sebesar 0,43 mg/ml sehingga rata-rata sebesar 0,42 mg/ml.

Padatan terlarut kopi dari jenis Robusta lebih tinggi daripada kopi jenis Arabika. Hal ini dapat terjadi karena padatan kopi Robusta yang terekstrak pada proses ekstraksi lebih banyak daripada padatan yang terekstrak dari kopi Arabika. Pernyataan ini sesuai dengan pernyataan Nurhayati (2017), bahwa kopi instan yang beredar di pasaran Indonesia merupakan jenis Robusta, mempunyai rendemen hasil ekstraksi yang tinggi, sementara kopi Arabika biasanya digunakan untuk memperbaiki cita rasa dan aroma.

4.2.2 Karakteristik Kimia Kopi

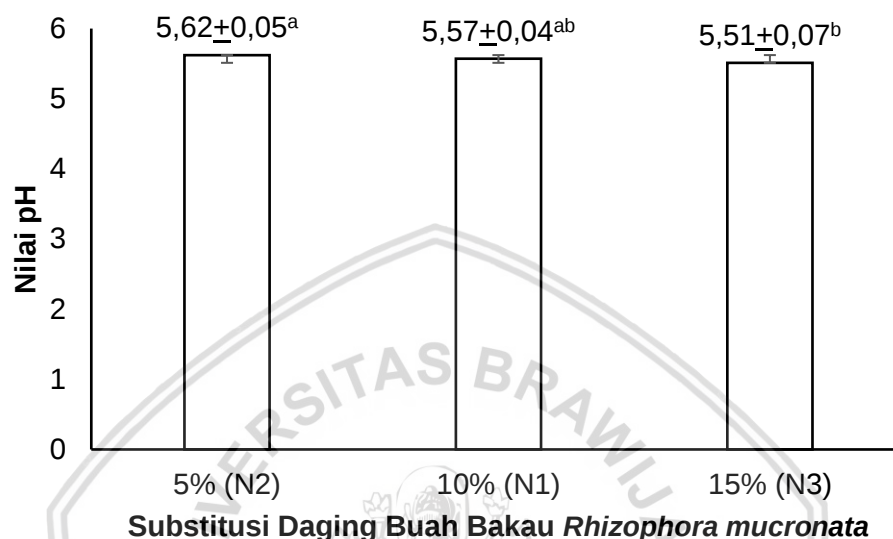
Karakteristik kimia kopi yang dilakukan pengujian pada penelitian tahap pertama adalah sebagai berikut.

4.2.2.1 Uji pH

Kopi mengandung asam-asam pembentuk aroma dan cita rasa yang mempengaruhi derajat keasamannya. Keasaman yang tinggi memberikan kualitas aroma yang baik karena terdapat senyawa asam yang bersifat mudah menguap seperti asam format, asam asetat, asam propanoat, dan asam heksanoat. Asam yang membentuk cita rasa berupa asam asetat, asam malat, asam sitrat, dan asam fosfat. Pada proses penyangraian, berbagai jenis asam mengalami perubahan (Panggabean, 2011).

Hasil ANOVA (**Lampiran 8**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai pH kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji pH kopi bubuk dapat dilihat pada

Gambar 18.



Gambar 18. Substitusi daging buah bakau terhadap nilai pH kopi bubuk

Keterangan: Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji warna nilai L kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai L pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 dan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Gambar di atas menunjukkan bahwa nilai pH produk mengalami penurunan seiring dengan konsentrasi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* yang ditambahkan pada kopi bubuk. Hal ini diduga karena adanya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil nilai pH produk akhir kopi bubuk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka pH kopi bubuk akan turun sehingga mengindikasikan kopi menjadi semakin asam. Sesuai dengan pernyataan Panggabean (2011), bahwa nilai pH yang lebih rendah menunjukkan kandungan

asam yang lebih banyak dalam pembentukan cita rasa dan aroma. Keasaman kopi juga dipengaruhi oleh cara pengolahan. Pengolahan kopi secara basah menyebabkan keasamannya tinggi, sedangkan pengolahan kering menyebabkan keasamannya rendah.

pH seduhan mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi cita rasa kopi. Ukuran biji dan lama penyangraian berpengaruh nyata pada pH seduhan. Selama penyangraian terjadi dekomposisi karbohidrat menjadi asam organik dan CO₂, yang diikuti dengan pemecahan dan penguapan asam-asam organik tersebut. Oleh sebab itu, pH akan turun di awal penyangraian, kemudian naik lagi. Asam-asam organik ini mempunyai sifat penyangga pH (*buffer effect*). Di lain pihak, keasaman total menurun secara linear dengan bertambahnya waktu penyangraian. Akan tetapi karena asam-asam organik tersebut punya derajat disosiasi lemah, maka perbedaan asam belum tentu berbeda pH-nya (Yusianto *et al.*, 2007).

Nilai pH pada hasil penelitian berkisar antara 5,51-5,62. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Panggabean (2011), bahwa nilai derajat keasaman (pH) kopi bubuk Robusta dan Arabika tidak berbeda jauh berkisar antara pH 5-6,1, dengan kadar asam yang terdapat pada biji kopi Arabika rata-rata 1,7% dan Robusta 1,6%. Sedangkan Andari *et al.* (2014) menyebut bahwa derajat keasaman larutan kopi Robusta sebesar 5,8-5,9. Penelitian lain yang dilakukan oleh Praptiningsih *et al.* (2012), menyebut bahwa kopi Robusta mempunyai pH 5,8 dan Arabika 5,2, yang keasaman kopinya antara lain ditentukan oleh jenis kopi biji sebagai bahan dasar dan gula yang digunakan.

Nilai pH yang kopi Arabika Gayo yang telah disangrai berkisar antara 4,95-5,91 dengan nilai pH rata-rata keseluruhan yaitu 5,35. Derajat keasaman tertinggi yang dihasilkan terdapat pada suhu 160°C dengan waktu 15 menit sedangkan derajat keasaman terendah pada suhu 180°C dengan waktu 25 menit. Semakin

meningkat suhu dan lama penyangraian kopi, nilai keasaman (pH) semakin menurun. Nilai pH kopi yang disangrai pada suhu 160°C selama 15 menit diperoleh sebesar 4,95, dimana nilai ini meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyangraian, yaitu 4,96 (penyangraian selama 20 menit) dan 5,23 (penyangraian selama 25 menit) (Kaswindi *et al.*, 2017).

Suhu penyangraian berpengaruh terhadap peningkatan nilai keasaman kopi yang telah disangrai yakni penyangraian biji kopi pada suhu 160°C selama 40 menit dengan nilai pH 6,04, pada suhu 180°C selama 40 menit dengan nilai pH 6,13, dan pada suhu 200°C selama 40 menit dengan nilai pH 6,88 (Yusdiali, 2008).

Kandungan kopi seperti asam klorogenat, asetat, format, malikat, sitrat, laktat, dan quinat menghasilkan kopi dengan pH rata-rata 5,60. Ion H⁺ pada asam yang terkandung dalam kopi akan menyebabkan terjadinya degradasi ikatan polimer sehingga beberapa ikatan akan melepaskan diri. Adanya pelepasan ini akan menyebabkan ruang-ruang kosong diantara matriks polimer bertambah banyak sehingga memudahkan terjadinya difusi cairan dari luar menuju ke dalam resin. Cairan dari kopi tersebut menembus ikatan polimer dan menempati posisi diantara rantai polimer sehingga rantai polimer tersebut terganggu dan terpisah (Sundari *et al.*, 2016).

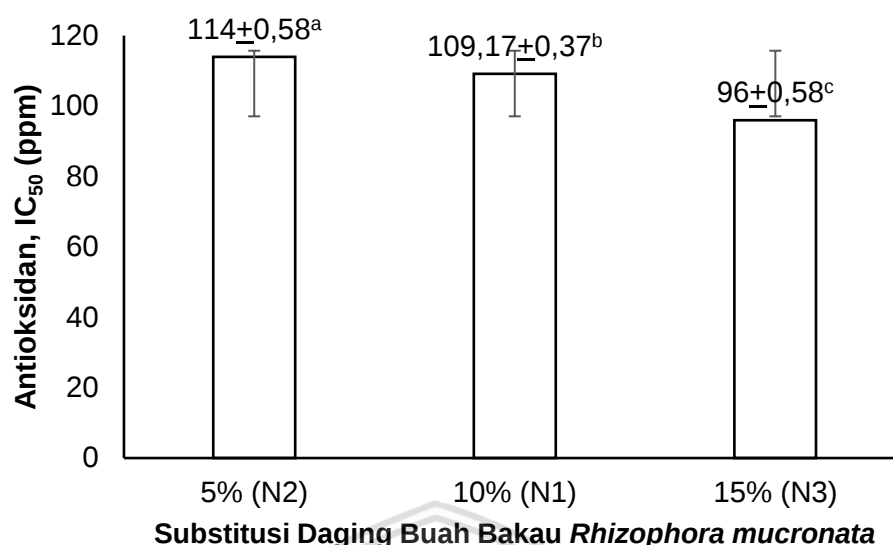
4.2.2.2 Uji Antioksidan

Kopi memiliki cita rasanya yang khas dan berkhasiat menyegarkan badan, kopi juga memiliki manfaat-manfaat salah satu di antaranya yaitu dapat melindungi tubuh dari radikal bebas karena adanya antioksidan serta kopi mengandung polifenol yang merangsang kinerja otak. Menurut Edwan Giovanucci, salah satu peneliti dari Harvard menunjukkan bahwa kopi memiliki antioksidan yang ternyata lebih banyak dari pada kebanyakan sayur dan buah, kopi merupakan sumber antioksidan nomor satu untuk dan paling tinggi dari semua jenis makanan (Tertia dan Garnida, 2016). Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang memiliki

kandungan senyawa antioksidan cukup tinggi. Kemampuan antioksidan pada kopi tergolong tinggi, bahkan melebihi kemampuan antioksidan pada buah-buahan dan sayuran. Kopi mengandung tingkat oksidan empat kali lebih besar dibandingkan teh dan sumber kaya antioksidan lainnya. Senyawa polifenol merupakan senyawa kimia yang bekerja sebagai antioksidan kuat di dalam kopi (Nurulkharomah, 2016).

Menurut Zheng *et al.* (2011), aktivitas antioksidan dinyatakan dengan persentase penghambatan (inhibisi) yang diperoleh dari nilai absorbansi blanko dikurangi absorbansi sampel. Persen inhibisi ini didapatkan dari perbedaan serapan antara absorban DPPH dengan serapan yang diukur dengan spektrofotometer. Parameter yang dipakai untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah *Inhibitor Concentration* (IC_{50}). Suratmo (2009) menyatakan bahwa IC_{50} adalah konsentrasi suatu zat antioksidan yang memberikan persen penghambatan 50%. Nilai IC_{50} yang semakin kecil menandakan bahwa sampel yang digunakan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan penggunaan ekstrak dalam menghambat 50% aktivitas radikal bebas semakin sedikit. Pendapat ini diperkuat oleh pernyataan Molyneux (2004), bahwa semakin kecil nilai IC_{50} berarti aktivitas antioksidannya semakin tinggi. Uji DPPH merupakan salah satu metode uji pengukuran kapasitas antioksidan di dalam bahan pangan. Uji DPPH tidak spesifik menguji suatu komponen antioksidan, tetapi digunakan untuk pengukuran kapasitas antioksidan total pada bahan pangan. Pengukuran total kapasitas antioksidan akan membantu untuk memahami sifat-sifat fungsional bahan pangan. Uji DPPH juga merupakan uji yang sederhana, cepat dan murah (Prasetyo, 2015).

Hasil ANOVA (**Lampiran 9**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji aktivitas antioksidan kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 19**.



Gambar 19. Substitusi daging buah bakau terhadap antioksidan kopi bubuk
Keterangan: Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji warna nilai L kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa kadar antioksidan pada semua perlakuan (N1, N2, dan N3) berbeda nyata.

Gambar di atas menunjukkan bahwa kadar antioksidan produk mengalami peningkatan seiring dengan konsentrasi serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* yang ditambahkan pada kopi bubuk. Hal ini diduga karena adanya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil kadar antioksidan produk akhir kopi bubuk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka kadar antioksidan kopi bubuk akan naik dengan adanya indikasi nilai IC₅₀ mengalami penurunan. Nilai IC₅₀ yang semakin kecil menandakan bahwa produk kopi bubuk memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, artinya semakin kecil nilai IC₅₀ berarti aktivitas antioksidannya semakin tinggi. Tingkat kekuatan aktivitas antioksidan dapat dilihat pada **Tabel 15**.

Tabel 15. Klasifikasi tingkat kekuatan antioksidan

Intensitas	Nilai IC ₅₀
Sangat aktif	< 50 ppm
Aktif	50-100 ppm
Sedang	101-150 ppm
Lemah	151-200 ppm

Sumber: Zuhra *et al.* (2008)

Aktivitas antioksidan pada hasil penelitian berkisar antara 96-114 ppm. Aktivitas tertinggi terdapat pada perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%) sebesar 96 ppm. Dari data tersebut, dapat dikatakan bahwa intensitas aktivitas antioksidan pada perlakuan N3 adalah aktif, sedangkan pada perlakuan N1 dan N2 adalah lemah.

Perlakuan kontrol, yaitu kopi bubuk murni tanpa substitusi daging buah bakau serta serbuk daging buah bakau murni menunjukkan hasil aktivitas antioksidan yang dapat dilihat pada **Tabel 16**.

Tabel 16. Perlakuan kontrol kopi bubuk dan daging buah bakau

Sampel	Nilai IC ₅₀ *
Kopi bubuk	118 ppm
Bubuk daging buah bakau	71 ppm

Keterangan: *Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Muhammadiyah Malang

Dari hasil penelitian, jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol, antioksidan mengalami kenaikan seiring penambahan bubuk daging buah bakau. Nilai IC₅₀ kopi bubuk murni sebesar 118 ppm, sedangkan nilai IC₅₀ kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* sebesar 96-114 ppm, sedangkan nilai IC₅₀ bubuk daging buah bakau murni sendiri sebesar 71 ppm. Semakin kecil nilai IC₅₀, maka aktivitas antioksidannya semakin kuat.

Aktivitas antioksidan hasil penelitian cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Beksono (2014), bahwa aktivitas antioksidan kopi memiliki nilai IC₅₀ sebesar 140,24 ppm. Nilai IC₅₀ yang semakin rendah menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi. Ditambahkan oleh Priyanto (2012), bahwa nilai IC₅₀ asam askorbat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 5,59 ppm. Hasil

tersebut menunjukkan bahwa antioksidan asam askorbat merupakan antioksidan dengan aktivitas sangat kuat, bahwa suatu bahan dengan nilai $IC_{50} < 50$ ppm merupakan antioksidan yang sangat kuat.

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kasar buah bakau yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula persen inhibisi yang dihasilkan. Presentase inhibisi tertinggi dihasilkan oleh larutan yang mengandung konsentrasi ekstrak kasar terbanyak, yaitu larutan dengan konsentrasi 500 ppm pada masing-masing ekstrak kasar. Persen inhibisi terendah dihasilkan oleh larutan yang mengandung konsentrasi ekstrak kasar terkecil yaitu larutan dengan konsentrasi 15,62 ppm. Persentase penghambatan ekstrak kasar terhadap aktivitas radikal bebas meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak (Priyanto, 2012).

Semakin tinggi perbandingan biji pepaya dibandingkan buah nangka, maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidan kopi. Hal tersebut dikarenakan kandungan senyawa antioksidan pada biji pepaya lebih tinggi dibandingkan pada buah nangka. Biji pepaya memiliki kandungan antioksidan yang sangat tinggi. Ekstrak biji pepaya dengan bobot 25,7 mg mengandung daya peredaman terhadap radikal bebas (DPPH) sebesar 80,99%. Kandungan antioksidan ekstrak buah nangka sebesar 36,62% (Norfitriyani, 2016).

Jenis kopi dan derajat pemanggangan berpengaruh pada aktivitas antioksidan kopi. Kopi hijau Robusta memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibanding kopi Arabika, namun setelah mengalami pemanggangan hal ini tidak lagi signifikan. Dalam hal ini kopi dengan kelarutan lebih besar memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi (Bhara, 2009).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Rizkiani (2009), menyebut bahwa antioksidan yang terdapat di dalam kopi ini merupakan kandungan antioksidan terbanyak yaitu kurang lebih 200-550 mg/cangkir dengan aktivitas 26% dibandingkan dengan beta karoten (0,1%), alfa tokoferol (0,3%), vitamin C (8,5%),

serta antioksidan lainnya. Sementara itu Hasanah *et al.* (2017), menyebut bahwa aktivitas antioksidan ekstrak daun kopi robusta (*Coffea robusta*) berupa daya hambat radikal bebas 1,1 diphenyl-2-pikrilhidrazil pada konsentrasi terkecil, yaitu 10 ppm menunjukkan daya hambat sebesar 79,43%.

Wiranata (2016) menyebut bahwa penyangraian pada suhu antara 180-210°C memberikan hasil aktivitas antioksidan yang berbeda nyata pada setiap perlakuan. Semakin lama proses penyangraian berlangsung menyebabkan nilai aktivitas antioksidan akan semakin menurun sehingga dibutuhkan ekstrak kopi yang semakin banyak untuk bisa setara dengan perlakuan kontrol. Ditambahkan oleh Kadapi (2015), bahwa aktivitas antioksidan produk yang dimiliki lebih rendah daripada kopi asli, hal ini disebabkan karena pengaruh suhu dan lama penyangraian, semakin tinggi suhu penyangraian maka semakin rendah tingkatan aktivitas antioksidan yang terkandung. Walaupun antioksidan terdapat pada bahan pangan secara alami, tetapi jika bahan tersebut dimasak dengan suhu yang semakin tinggi, maka kandungan antioksidannya akan berkurang akibat terjadinya degradasi kimia dan fisik.

Dilihat dari faktor lama penyangraian menunjukkan bahwa faktor tersebut berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan kopi biji pepaya dengan kombinasi buah nangka ($\text{Sig} < 0,05$). Semakin lama proses penyangraian, maka semakin rendah aktivitas antioksidan pada kopi. Proses pengolahan dengan panas tinggi dan waktu yang cukup lama akan mengakibatkan senyawa antioksidan terdegradasi. Antioksidan alami mempunyai struktur kimia dan stabilitas ketahanan yang berbeda-beda terhadap panas. Senyawa antioksidan yang tidak tahan lama terhadap panas akan terdegradasi lebih cepat. Antioksidan dalam kopi sebagian besar berkurang disebabkan oleh proses oksidasi dalam proses penyangraian. Sehingga semakin lama waktu sangria, maka akan semakin

menurun kadar antioksidannya, begitu pula sebaliknya semakin rendah lama penyangraian penurunan aktivitas antioksidan semakin rendah (Norfitriyani, 2016).

Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman yang mengandung antioksidan tinggi. Biji kopi mengandung senyawa polifenol, di antaranya adalah asam kafeat, asam klorogenat, asam feurat, asam sinapat, dan asam koumarat. Kandungan kimia terbesar biji kopi sebagai antioksidan adalah asam klorogenat yang dipercaya dapat mengobati epilepsi, hiperaktivitas, dan masalah tidur. Di Indonesia, terdapat dua jenis kopi yang dikenal masyarakat, yaitu kopi Arabika dan Robusta. Kedua jenis kopi tersebut mengandung senyawa aktif tinggi seperti asam quinolinat, asam pirogalat, asam tanat, trigonelin, asam nikotinat, dan terutama kafein (Ciptaningsih, 2012).

Kopi memiliki aktivitas antioksidan dikarenakan memiliki senyawa fenol di dalamnya. Kandungan kimia terbesar kopi sebagai antioksidan adalah asam klorogenat selain itu kadar polifenol kopi robusta sebesar 10%. Aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan total fenol, semakin tinggi kandungan fenol dalam suatu bahan semakin tinggi pula aktivitasnya sebagai antioksidan. Nilai korelasi antara kandungan total fenol dengan aktivitas antioksidan pada berbagai penelitian telah menunjukkan adanya korelasi yang kuat dan searah (Arrosyadi *et al.*, 2018).

Asam klorogenat merupakan antioksidan dominan yang terdapat pada biji kopi yaitu berupa ester yang terbentuk dari asam *trans-sinamat* dan asam *quinat*. Asam klorogenat merupakan senyawa penting yang mempengaruhi dalam pembentukan rasa, aroma, dan flavor pada kopi saat pemanggangan kopi. Aroma, rasa, dan flavor merupakan parameter yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas kopi, dan juga senyawa-senyawa tersebut merupakan dikenal sebagai zat antikanker dan dapat melindungi sel untuk melawan mutasi somatik (Tertia dan Garnida, 2016).

4.2.3 Karakteristik Organoleptik Kopi

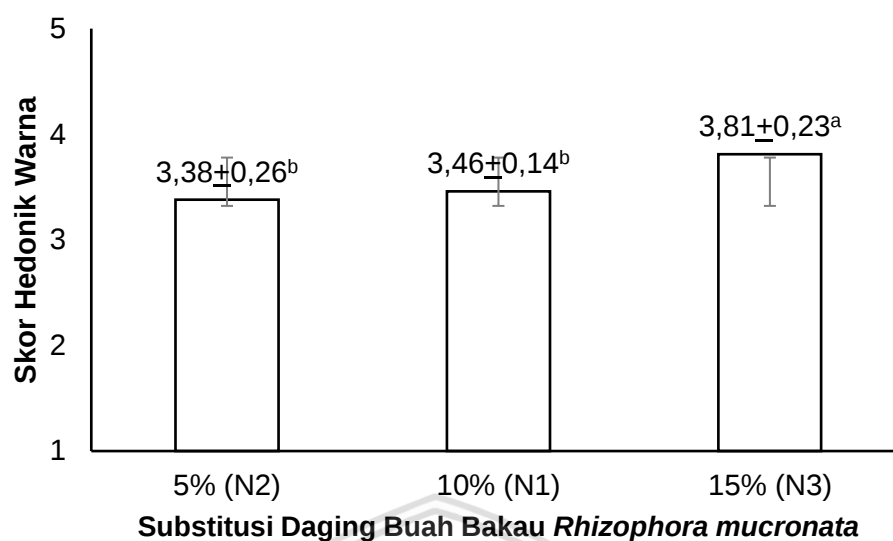
Uji organoleptik yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan uji hedonik dan skoring. Uji rating hedonik dan skoring dilakukan untuk mengetahui formula yang menghasilkan kopi terbaik meliputi beberapa parameter yaitu warna, tekstur, aroma, dan rasa. Pengujian dilakukan kepada 20 orang panelis semi terlatih. Kisaran penilaian yang diberlakukan adalah mulai angka 1 sampai 5. Nilai 5 diberikan untuk sampel yang disukai dan nilai 1 adalah untuk sampel yang tidak sangat disukai. Pengolahan data hasil panelis diolah menggunakan Microsoft Excel 2016 dan IBM SPSS Statistics 22.

4.2.3.1 Uji Hedonik

4.2.3.1.1 Warna

Warna merupakan visualisasi suatu produk yang langsung terlihat terlebih dahulu dibandingkan dengan variabel lainnya. Warna secara langsung akan mempengaruhi persepsi panelis. Menurut Winarno (2002), menyatakan bahwa secara visual faktor warna akan tampil terlebih dahulu dan seringkali menentukan nilai suatu produk. Warna kopi dapat mempengaruhi keputusan pada konsumen untuk menerima atau menolak suatu produk. Kopi Arabika Gayo dengan penampakan yang kurang menarik akan ditolak oleh panelis, karena itu pengujian terhadap warna sangat perlu diperhatikan (Kaswindi *et al.*, 2017).

Hasil ANOVA (**Lampiran 10**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik warna pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik warna kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 20**.



Gambar 20. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik warna kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka
- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik warna kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik warna pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik warna bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut warna kopi bubuk yaitu 3,38 sampai dengan 3,81 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis suka secara biasa pada semua perlakuan, yaitu N1, N2, dan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut warna kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil warna produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat kesukaan warna panelis terhadap produk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka warna kopi bubuk akan semakin gelap dan mendekati

warna cokelat kehitaman. Sesuai dengan penelitian Utami *et al.* (2018), bahwa perlakuan dengan tingkat kesukaan warna tertinggi disebabkan oleh komposisi penambahan bubuk kopi yang paling tinggi yaitu pada penambahan bubuk kopi 25%, menyebabkan warna kopi semakin gelap, sehingga meningkatkan respons kesukaan panelis terhadap minuman. Ditambahkan pula oleh Lestari *et al.* (2017), bahwa hasil substitusi bubuk biji salak terhadap bubuk kopi Arabika diperoleh rata-rata warna kopi agak hitam hingga hitam. Hal ini disebabkan karena perbandingan bubuk kopi Arabika yang lebih banyak menghasilkan warna yang lebih pekat. Hal tersebut terjadi karena adanya proses karamelisasi pada bahan yaitu biji salak dan biji kopi Arabika yang mengandung gula. Faktor lama penyangraian juga mempengaruhi warna kopi. Lama penyangraian 16 menit menghasilkan produk kopi yang lebih tua. Semakin lama proses penyangraian, maka warna akan semakin tua.

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik warna tertinggi untuk perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%). Hal ini diduga karena warna yang terdapat pada perlakuan N3 memiliki warna yang cenderung cokelat dan mendekati gelap karena pengaruh dari substitusi 15% serbuk daging buah bakau yang memiliki warna yang lebih gelap daripada serbuk kopi komersial.

Warna bubuk kopi dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan kopi. Warna bubuk kopi dapat dikelompokkan berdasarkan penambahan bahan pengisi dalam pembuatan kopi itu sendiri. Kopi murni memiliki warna lebih pekat dibandingkan dengan kopi yang dibuat dengan penambahan bubuk *chicory* atau maltodekstrin. Penambahan bahan pengisi dilakukan untuk perbedaan kelas ekonomi. Bahan pengisi seperti maltodekstrin mengurangi tingkat kecokelatan bubuk kopi yang dihasilkan (Pastiniasih, 2012).

Semakin pekat warna kopi maka warna akan semakin menarik. Perubahan warna disebabkan adanya reaksi Maillard yang melibatkan senyawa bergugus karbonil (gula reduksi) dan bergugus amino (asam amino). Reaksi Maillard merupakan reaksi *browning* nonenzimatik yang menghasilkan senyawa kompleks dengan berat molekul yang tinggi (Rejo *et al.*, 2011).

Perlakuan A3 merupakan perlakuan yang warnanya paling disukai oleh panelis karena menghasilkan warna kopi yang tepat yaitu dengan warna kopi coklat kehitaman. Hal ini disebabkan oleh proses penyangraian biji pepaya yang maksimal sehingga menghasilkan biji kopi pepaya yang tersangrai dengan warna coklat kehitaman. Karena proses penyangraian itu sendiri dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik pada biji kopi tersebut, yaitu dapat mempercepat perubahan warna (Angelia, 2018).

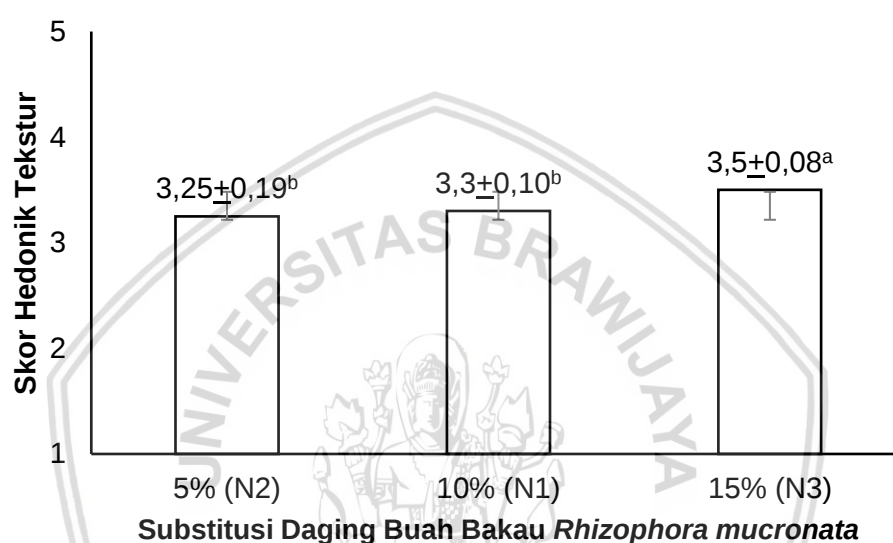
Bubuk kopi instan yang berwarna coklat akan berwarna hitam ketika diseduh. Warna seduhan dapat berbeda-beda dikarenakan pengaruh pengolahan terhadap sifat fisik dan kimia pigmen alami tanaman yang mudah mengalami perubahan kimia dan peka terhadap panas. Warna kopi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh proses penyangraian. Selama proses penyangraian akan terjadi perubahan senyawa-senyawa kimia seperti karamelisasi gula yang menyebabkan timbulnya warna coklat tua (Pastiniasih, 2012).

4.2.3.1.2 Tekstur

Tekstur merupakan ciri suatu bahan sebagai akibat perpaduan dari beberapa sifat fisik yang meliputi antara lain ukuran, bentuk, jumlah, dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa, termasuk indera mulut dan penglihatan. Produk pangan dibuat dan diolah tidak semata-mata untuk tujuan peningkatan nilai gizi saja, tetapi juga untuk mendapatkan karakteristik fungsional produk yang menuruti selera organoleptik bagi konsumen. Karakteristik fungsional tersebut di antaranya berhubungan

dengan sifat tekstural produk pangan olahan seperti kerenyahan, keliatan, dan lain sebagainya (Midayanto dan Yuwono, 2014).

Hasil ANOVA (**Lampiran 10**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik tekstur pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik tekstur kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 21**.



Gambar 21. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik tekstur kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka

- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik tekstur kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik tekstur pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik tekstur bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut tekstur kopi bubuk yaitu 3,25 sampai dengan 3,50 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis ada yang agak suka pada perlakuan N1 dan N2, serta suka secara biasa pada perlakuan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut tekstur kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil tekstur produk kopi bubuk dan mempengaruhi tingkat kesukaan tekstur panelis. Secara teori, semakin tinggi konsentrasi serbuk daging buah bakau yang diberikan pada produk, maka semakin tinggi pula nilai tekstur yang didapatkan oleh produk, dan semakin rendah konsentrasi serbuk daging buah bakau yang diberikan, maka semakin rendah pula nilai tekstur yang didapatkan oleh produk. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pastiniasih (2012), bahwa tekstur bubuk kopi yang disukai konsumen adalah kopi dari perbandingan Robusta : Arabika 60 : 40 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 4, sedangkan yang paling tidak disukai adalah kopi instan perbandingan Robusta : Arabika 70 : 30 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 8. Penilaian konsumen terhadap tekstur bubuk kopi dipengaruhi oleh tingkat kehalusan bubuk itu sendiri. Tekstur kopi di pasaran pada umumnya dibuat bergranula untuk mengurangi tingkat hidroskopisnya. Proses granulasi dapat dilakukan dengan aglomerasi. Aglomerasi merupakan proses penggabungan partikel-partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Dengan bergabungnya partikel kecil ini akan menyebabkan tekstur menjadi kasar. Teknik aglomerasi untuk kopi dapat dilakukan dengan metode basah yang kemudian dikeringkan dengan *fluidized bed* atau pengeringan vakum.

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik tekstur tertinggi untuk perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%). Hal ini diduga karena tekstur yang terdapat pada perlakuan N3 memiliki tekstur yang halus karena pengaruh dari substitusi 15% serbuk daging buah bakau yang memiliki tekstur yang lebih halus daripada serbuk kopi komersial. Dimungkinkan juga bahwa

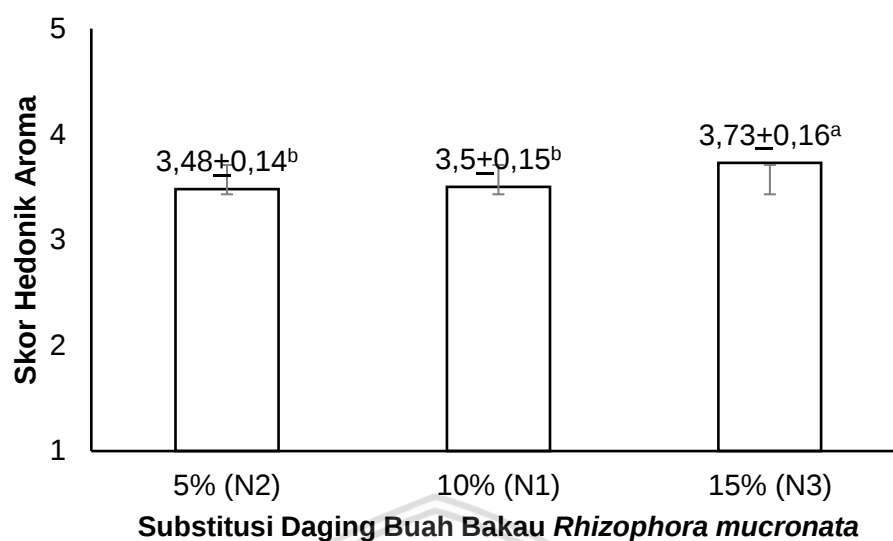
panelis masih belum bisa membedakan tekstur antara kopi bubuk kontrol dengan kopi bubuk yang sudah disubstitusi oleh serbuk daging buah bakau.

Tekstur kopi terbentuk karena proses pengeringan yang menggunakan *spray dryer*. Proses pengeringan dengan menyemprotkan ekstrak kopi ke tabung pemanas menghasilkan bubuk yang halus. Bubuk kopi akan lengket satu dengan lainnya ketika kontak dengan uap air karena bubuk yang bersifat hidroskopis. Apabila kontak dengan udara lembab, bubuk kopi akan berubah menjadi granula-granula yang lebih besar dan teksturnya menjadi kasar (Pastiniasih, 2012).

4.2.3.1.3 Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan dari rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung (Negara *et al.*, 2016). Aroma merupakan salah satu variabel kunci pada produk. Karena pada umumnya cita rasa konsumen terhadap produk makanan sangat ditentukan oleh aroma (Lestari dan Susilawati, 2015).

Hasil ANOVA (**Lampiran 10**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik aroma pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik aroma kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 22**.



Gambar 22. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik aroma kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka
 - Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik aroma kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik aroma pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik aroma bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut aroma kopi bubuk yaitu 3,48 sampai dengan 3,73 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis agak suka pada perlakuan N2, serta suka secara biasa pada perlakuan N1 dan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut aroma kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil aroma produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat kesukaan aroma panelis terhadap produk. Aroma kopi buah bakau yang dihasilkan memiliki bau khas seperti kopi pada umumnya. Hal ini sesuai hasil penelitian Prayogo *et al.*

(2018), bahwa aroma kopi muncul akibat dari senyawa volatil yang tertangkap oleh indera penciuman manusia. Senyawa volatil yang berpengaruh pada aroma kopi sangrai dibentuk dari reaksi Maillard atau reaksi browning nonenzimatik, degradasi asam amino bebas, degradasi trigonelin, degradasi gula dan degradasi senyawa fenolik hal ini disebabkan karena, aroma khas pada kopi secara perlahan akan muncul setelah biji salak yang disangrai didinginkan. Penambahan bubuk jahe tidak terlalu berpengaruh terhadap aroma kopi biji salak jahe. Hal ini disebabkan karena perbandingan kopi biji salak dan penambahan bubuk jahe tidak seimbang, yang menyebabkan aroma jahe tidak terlalu dominan.

Aroma merupakan salah satu atribut terpenting dalam menilai kualitas seduhan kopi. Aroma kopi yang ditangkap oleh indera penciuman merupakan hasil penguapan senyawa organik volatile. Terbentuknya aroma pada granul *effervescent* bubuk kopi Toraja diduga diperoleh dari hasil bubuk kopi yang memiliki aroma yang khas. Semakin banyak penggunaan bubuk kopi, maka aroma yang dihasilkan lebih khas. Aroma khas dari kopi dipengaruhi oleh tingkat penyangraian (Utami *et al.*, 2018).

Terbentuknya aroma yang khas pada kopi disebabkan oleh kafeol dan senyawa-senyawa komponen pembentuk aroma kopi lainnya. Asam-asam organik yang terdapat dalam kopi merupakan komponen yang membentuk aroma kopi saat diseduh. Sebagian senyawa pembentuk aroma merupakan senyawa yang mudah menguap yang rentan terhadap panas yang terlalu tinggi (Pastiniasih, 2012).

Aroma bubuk kopi timbul karena adanya senyawa-senyawa yang mudah menguap. Senyawa mudah menguap dari kopi terbentuk selama proses penyangraian. Dalam pembuatan kopi senyawa mudah menguap tersebut dilarutkan dalam air panas agar ikut terekstrak dan membentuk aroma kopi instan yang dihasilkan. Sebagian besar senyawa mudah menguap yang tidak tahan

terhadap panas akan mengalami kerusakan selama proses ekstraksi dan pengeringan. Aroma kopi yang terbentuk adalah aroma *fishy* (aroma ikan). Aroma ini dapat dengan mudah dikenali ketika bubuk kopi keluar dari *spray dryer* (Pastiniasih, 2012).

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik aromaa tertinggi untuk perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%). Hal ini diduga karena aroma yang terdapat pada perlakuan N3 memiliki aroma yang lebih khas karena pengaruh dari substitusi 15% serbuk daging buah bakau yang memiliki aroma khas.

Dari ketiga perlakuan, A3 (lama penyangraian 80 menit) adalah yang disukai oleh panelis, karena masih memiliki bau khas biji pepaya. Sedangkan pada perlakuan A1 dan A2 menurut panelis aromanya biasa/netral. Hal ini disebabkan pada perlakuan A3 kopi yang dihasilkan lebih dominan khas aroma kopi sangrai. Karena semakin lama proses penyangraian maka aroma khas kopi dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas akan terbentuk (Angelia, 2018).

Berdasarkan uji organoleptik menunjukkan hasil substitusi bubuk biji salak, menurut angket yang diisi oleh 25 panelis diperoleh rata-rata aroma yang kurang tajam hingga aroma yang tajam/khas kopi pada umumnya. Hal ini disebabkan karena jika semakin banyak perbandingan bubuk kopi Arabika maka aroma yang dihasilkan semakin tajam/khas, bubuk kopi Arabika mengandung asam amino dan gula jika disangrai akan menghasilkan aroma yang khas (Lestari *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil uji organoleptik aroma pada masing-masing perlakuan yang menunjukkan bahwa aroma yang paling disukai oleh panelis adalah pada suhu 180°C dan 170°C dengan lama penyangraian 25 menit tingkat penerimaan konsumen 2 (suka). Dengan demikian aroma dari kopi yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh proses penyangraian biji kopi. Proses penyangraian ini

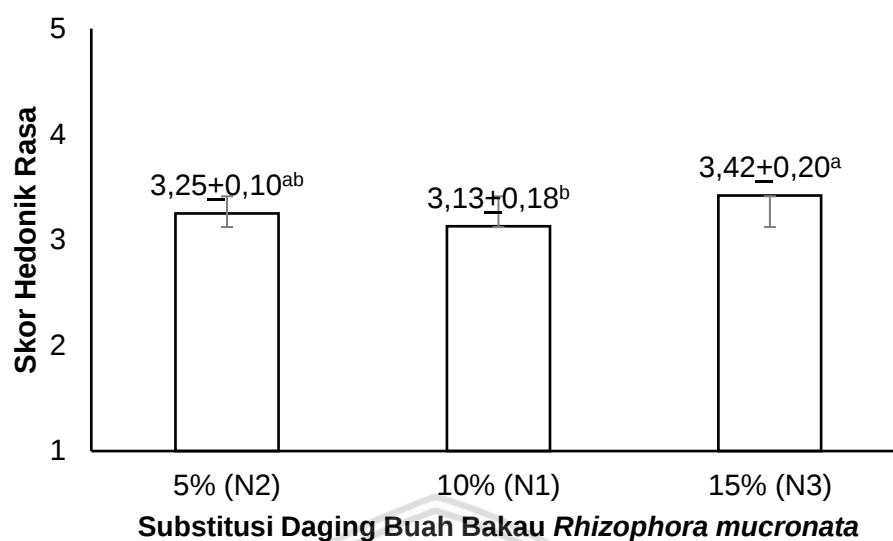
merupakan proses tahapan pembentukan aroma dan cita rasa khas kopi dari dalam biji kopi dengan perlakuan panas. Senyawa yang membentuk aroma di dalam biji kopi adalah golongan fenol asam tidak mudah menguap yaitu asam kafeat, asam klorogenat, asam ginat, dan riboflavin (Kaswindi *et al.*, 2017).

Sampel kopi dari perbandingan Robusta : Arabika 70 : 30 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 4 memiliki aroma yang paling disukai konsumen dibandingkan dengan sampel kopi lainnya. Aroma yang timbul dipengaruhi oleh jumlah senyawa mudah menguap dan total asam. Selain senyawa mudah menguap, total asam juga mempengaruhi aroma bubuk kopi. Asam yang terdapat pada kopi dapat berupa asam yang mudah menguap. Asam yang mudah menguap akan memberikan aroma khas pada kopi (Pastiniasih, 2012).

4.2.3.1.4 Rasa

Rasa adalah sensasi yang diterima oleh indera perasa (lidah) saat mengonsumsi makanan. Rasa merupakan tanggapan atas adanya rangsangan kimiawi yang sampai di indera pengecap lidah, khususnya jenis rasa dasar yaitu manis, asin, asam, dan pahit (Meilgaard *et al.*, 2000). Ditambahkan oleh Negara *et al.* (2016), bahwa yang dinamakan rasa pada sebuah produk adalah tingkat kesukaan dari sebuah produk yang diamati dengan indera perasa yang dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu kurang enak, enak, dan sangat enak.

Hasil ANOVA (**Lampiran 10**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai hedonik rasa pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji hedonik rasa kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 23**.



Gambar 23. Substitusi daging buah bakau terhadap hedonik rasa kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak suka; 4 = Suka; 5 = Sangat suka

- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji hedonik rasa kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai hedonik rasa pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 tidak berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data hedonik rasa bahwa rerata nilai kesukaan panelis terhadap atribut rasa kopi bubuk yaitu 3,13 sampai dengan 3,42 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis agak suka pada seluruh perlakuan, yaitu N1, N2, dan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut rasa kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil rasa produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat kesukaan rasa panelis terhadap produk. Rasa kopi buah bakau yang dihasilkan memiliki rasa khas seperti kopi komersial pada umumnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Lestari *et al.*

(2017), bahwa substitusi bubuk biji salak terhadap bubuk kopi Arabika diperoleh rata-rata rasa kopi yang kurang pahit hingga pahit. Proses penyangraian membentuk aroma dan cita rasa khas kopi karena perlakuan panas. Sehingga semakin lama penyangraian, maka semakin didapatkan cita rasa kopi yang baik. Sebagian besar panelis menyebutkan bahwa pada perlakuan A lebih cenderung terasa pahit, hal ini dikarenakan perbandingan bubuk biji salak lebih sedikit dibanding bubuk kopi Arabika (25% : 75%).

Ukuran biji kopi akan mempengaruhi rasa yang terdapat pada kopi, semakin kecil ukuran biji kopi maka akan semakin menurun rasa pada biji kopi dikarenakan proses ekstraksi yang berlangsung lebih cepat (Rejo *et al.*, 2018). Penambahan bubuk jahe tidak terlalu berpengaruh dalam rasa kopi biji salak jahe, hal ini disebabkan karena perbandingan kopi biji salak dan penambahan bubuk jahe tidak seimbang, maka yang lebih dominan adalah rasa pahit pada kopi biji salak (Prayogo *et al.*, 2018).

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan respons suka dengan nilai hedonik rasa tertinggi untuk perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%). Hal ini diduga karena rasa yang terdapat pada perlakuan N3 memiliki rasa yang mendekati dengan rasa kopi kontrol/komersial.

Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap rasa kopi bubuk biji pepaya menunjukkan bahwa tingkat penerimaan panelis rata-rata 3,30-4,00 artinya masih pada taraf biasa/netral sampai suka. Dari ketiga perlakuan ini, perlakuan A3 yang paling disukai panelis. Karena semakin lama penyangraian maka cita rasa khas kopi sangrai semakin terbentuk dan menurut panelis rasa dari perlakuan dari A3 sudah memiliki cita rasa kopi sangrai yang diinginkan (Angelia, 2018).

Hasil pengujian panelis diperoleh bahwa beberapa kopi instan yang sangat disukai panelis, yaitu kopi instan perbandingan Robusta : Arabika 70 : 30 yang

diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 6 dan 1 : 8 serta kopi instan perbandingan Robusta : Arabika 60 : 40 yang diekstrak dengan perbandingan kopi : air 1 : 4 dan 1 : 6. Rasa seduhan dipengaruhi oleh karakteristik fisiko kimia kopi instan. Total asam menunjukkan jumlah asam-asam pembentuk cita rasa. Asam-asam tersebut akan memberikan cita rasa asam yang khas pada kopi. Hal ini menyebabkan kopi dengan perlakuan ini memiliki rasa yang paling disukai konsumen (Pastiniasih, 2012).

Cita rasa pada kopi dipengaruhi oleh hasil degradasi beberapa senyawa seperti karbohidrat, alkaloid, asam klorogenat, senyawa mudah menguap, dan trigonelin. Karbohidrat terdegradasi membentuk sukrosa dan gula-gula sederhana yang menghasilkan rasa manis. Alkaloid berupa kafein mengalami sublimasi menjadi kafeol. Kafein bersama dengan asam klorogenat dan trigonelin memberikan rasa pahit pada kopi. Asam klorogenat terdekomposisi sebanyak 50% selama penyangraian. Penyangraian yang baik akan menghilangkan kandungan asam klorogenat. Senyawa trigonelin terdekomposisi hanya 15% untuk semua derajat penyangraian. Senyawa mudah menguap terbentuk pada akhir penyangraian. Dekomposisi senyawa ini terjadi pada tahap pirolisis (Pastiniasih, 2012).

4.2.3.2 Uji Skoring

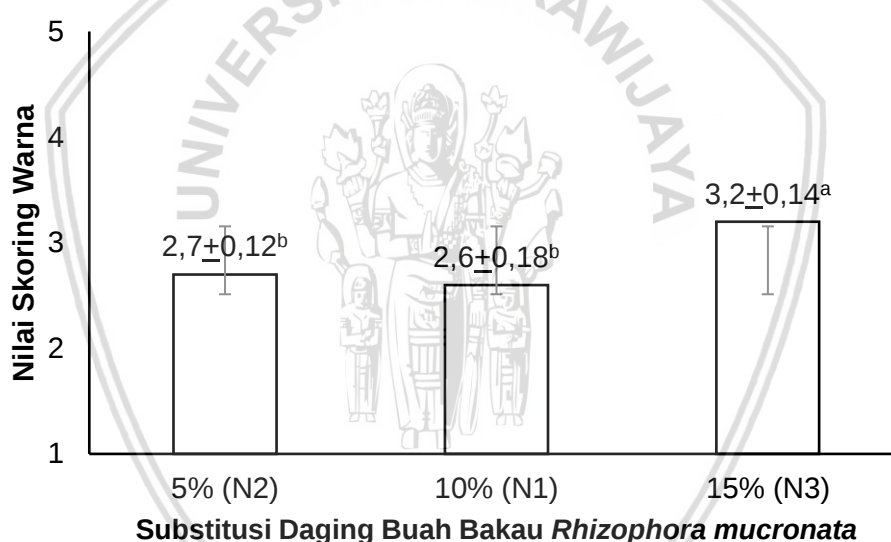
Mutu sensori atau penerimaan konsumen terhadap kopi dilakukan menggunakan metode analisis mutu skoring pembedaan. Analisis mutu skoring merupakan analisis mutu dengan meminta panelis untuk menilai penampilan sampel berdasarkan intensitas atribut atau sifat yang dinilai dengan menggunakan skala angka yang dicantumkan dalam kuesioner (Nurhayati, 2017).

4.2.3.2.1 Warna

Warna merupakan visualisasi suatu produk yang langsung terlihat terlebih dahulu dibandingkan dengan variabel lainnya. Warna secara langsung akan

mempengaruhi persepsi panelis. Menurut Winarno (2002), menyatakan bahwa secara visual faktor warna akan tampil terlebih dahulu dan seringkali menentukan nilai suatu produk. Warna kopi dapat mempengaruhi keputusan pada konsumen untuk menerima atau menolak suatu produk. Kopi Arabika Gayo dengan penampakan yang kurang menarik akan ditolak oleh panelis, karena itu pengujian terhadap warna sangat perlu diperhatikan (Kaswinda *et al.*, 2017).

Hasil ANOVA (**Lampiran 11**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai skoring warna pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji skoring warna kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 24**.



Gambar 24. Substitusi daging buah bakau terhadap skoring warna kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat coklat muda; 2 = Cokelat muda;
3 = Agak coklat muda; 4 = Cokelat tua; 5 = Sangat coklat tua
- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji skoring warna kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai skoring warna pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data skoring warna bahwa rerata nilai skoring panelis terhadap atribut warna kopi bubuk yaitu 2,60 sampai dengan 3,20 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis memberikan nilai agak cokelat tua pada semua perlakuan, yaitu N1, N2, dan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut skoring warna kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil warna produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat penilaian skor warna oleh panelis terhadap produk. Semakin bertambahnya konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan, maka warna kopi bubuk akan semakin gelap dan mendekati warna cokelat tua. Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati (2017) mengatakan bahwa proses penyangraian yang dilakukan pada biji kopi Robusta maupun kopi Arabika dapat mempengaruhi warna bubuk kopi yang dihasilkan. Selama proses penyangraian terjadi perubahan-perubahan warna yang dapat dibedakan secara visual. Bubuk kopi Robusta instan yang berwarna cokelat akan berwarna hitam ketika diseduh. Di dalam kopi terkandung protein, dan protein dari kopi Robusta cenderung lebih tinggi. Adanya gula-gula reduksi, gugus amina dari protein dan kadang suhu tinggi mendukung terjadinya reaksi Maillard. Reaksi Maillard ini menghasilkan perubahan bahan menjadi cokelat dan lebih gelap. Sementara itu pada proses pembuatan kopi celup ialah ekstraksi bubuk kopi dengan air panas. Jika dibandingkan antara kopi celup dan instan yang memiliki warna paling gelap yaitu kopi instan. Hal ini dapat disebabkan karena pada proses pembuatan kopi instan melalui proses karamelisasi yang menyebabkan kandungan gula berubah akibat pemanasan dan pada kopi celup tidak mengalami karamelisasi sehingga warna yang dihasilkan kurang kuat. Suhu yang tinggi mampu mengeluarkan sebuah molekul air dari setiap molekul gula sehingga

terjadilah glukosan, suatu molekul yang analog dengan fruktosan. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi yang menghasilkan warna kecokelatan.

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan nilai agak colekat tua dengan nilai skoring warna tertinggi untuk perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%). Hal ini diduga karena warna yang terdapat pada perlakuan N3 memiliki warna yang cenderung cokelat tua dan mendekati gelap karena pengaruh dari substitusi 15% serbuk daging buah bakau yang memiliki warna yang lebih gelap daripada serbuk kopi komersial.

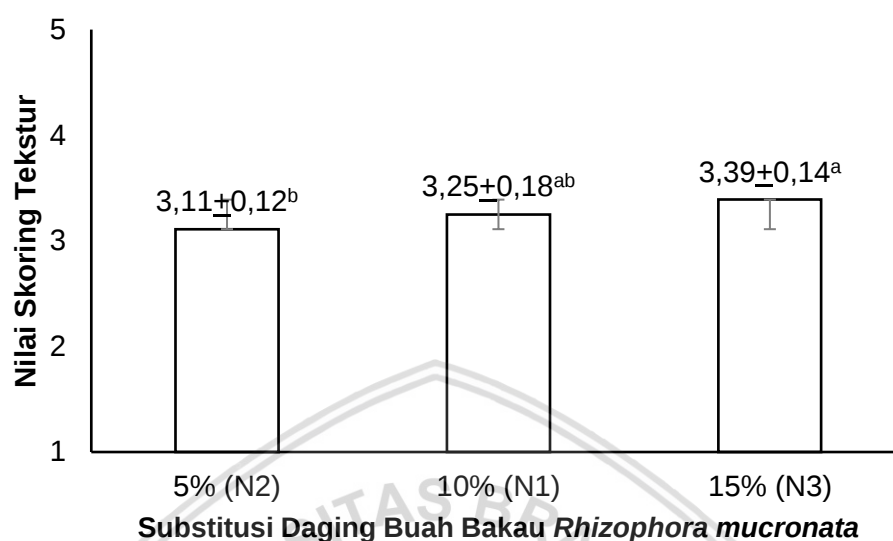
Mutu sensori warna seduhan tertinggi ialah seduhan kopi Robusta instan ($4,26 \pm 0,86$), diikuti seduhan kopi Arabika instan ($4,13 \pm 0,78$), seduhan kopi Robusta celup ($2,58 \pm 0,86$), dan seduhan kopi Arabika celup ($2,34 \pm 0,63$). Skor mutu warna tertinggi adalah seduhan kopi Robusta instan ($4,26 \pm 0,86$). Hal ini menunjukkan bahwa warna seduhan kopi instan lebih gelap daripada kopi celup (Nurhayati, 2017).

4.2.3.2.2 Tekstur

Tekstur merupakan ciri suatu bahan sebagai akibat perpaduan dari beberapa sifat fisik yang meliputi antara lain ukuran, bentuk, jumlah, dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa, termasuk indera mulut dan penglihatan. Produk pangan dibuat dan diolah tidak semata-mata untuk tujuan peningkatan nilai gizi saja, tetapi juga untuk mendapatkan karakteristik fungsional produk yang menuruti selera organoleptik bagi konsumen. Karakteristik fungsional tersebut di antaranya berhubungan dengan sifat tekstural produk pangan olahan seperti kerenyahan, keliatan, dan lain sebagainya (Midayanto dan Yuwono, 2014).

Hasil ANOVA (**Lampiran 11**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai skoring

tekstur pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji skoring tekstur kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 25**.



Gambar 25. Substitusi daging buah bakau terhadap skoring tekstur kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat kasar; 2 = Kasar; 3 = Agak halus; 4 = Halus; 5 = Sangat halus
 - Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji skoring tekstur kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai skoring tekstur pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 dan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data skoring tekstur bahwa rerata nilai skoring panelis terhadap atribut tekstur kopi bubuk yaitu 3,11 sampai dengan 3,39 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis memberikan nilai agak halus pada semua perlakuan, yaitu N1, N2, dan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut skoring tekstur kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil tekstur produk kopi bubuk dan mempengaruhi tingkat penilaian skor tekstur oleh panelis terhadap produk. Secara teori, semakin tinggi konsentrasi serbuk daging buah bakau yang diberikan

pada produk, maka semakin tinggi pula nilai tekstur yang didapatkan oleh produk, dan semakin rendah konsentrasi serbuk daging buah bakau yang diberikan, maka semakin rendah pula nilai tekstur yang didapatkan oleh produk. Nurhayati (2017), menyatakan bahwa penilaian hasil analisis mutu organoleptik dari segi tekstur pada kopi ini bertujuan untuk menganalisis preferensi konsumen terhadap atribut kopi bubuk dan kopi instan, bagaimana korelasi antara atribut-atribut kopi bubuk dan kopi instan.

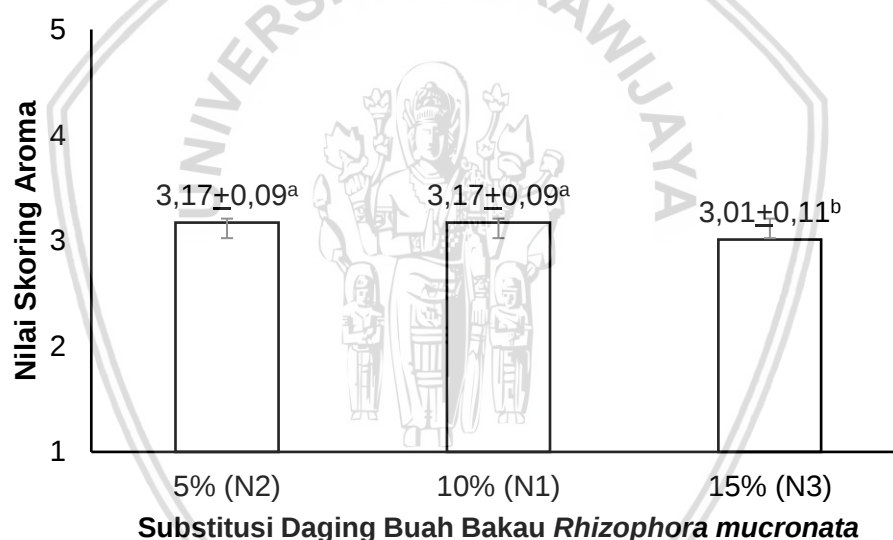
Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan nilai agak halus dengan nilai skoring tekstur tertinggi untuk perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%). Hal ini diduga karena tekstur yang terdapat pada perlakuan N3 memiliki tekstur yang halus karena pengaruh dari substitusi 15% serbuk daging buah bakau yang memiliki tekstur yang lebih halus daripada serbuk kopi komersial. Dimungkinkan juga bahwa panelis masih belum bisa membedakan tekstur antara kopi bubuk kontrol dengan kopi bubuk yang sudah disubstitusi oleh serbuk daging buah bakau.

Pada tabel menunjukkan mutu sensori tingkat tekstur kopi Robusta celup sebesar 2,37, kopi Robusta instan sebesar 3,61, kopi Arabika celup sebesar 2,74, dan kopi Arabika instan 3,63. Tingkat tekstur kopi instan lebih kental daripada kopi Robusta celup baik untuk kopi jenis Robusta maupun jenis Arabika. Hal ini dikarenakan pada pengolahan instan seluruh kopi diseduh tanpa menghasilkan residu (ampas), sedangkan pada pengolahan celup menghasilkan residu (ampas) sehingga hasil seduhan akan lebih encer. Kekentalan atau viskositas pada kopi mendeskripsikan kandungan protein dan serat yang terlarut pada kopi. Semakin kental kopi tersebut, konsumen akan menyukai kopi tersebut karena hal ini akan mempengaruhi cita rasa yang kuat pada kopi tersebut (Nurhayati, 2017).

4.2.3.2.3 Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan dari rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung (Negara *et al.*, 2016). Aroma merupakan salah satu variabel kunci pada produk. Karena pada umumnya cita rasa konsumen terhadap produk makanan sangat ditentukan oleh aroma (Lestari dan Susilawati, 2015).

Hasil ANOVA (**Lampiran 11**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai skoring aroma pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji skoring aroma kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 26**.



Gambar 26. Substitusi daging buah bakau terhadap skoring aroma kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat hambar; 2 = Hambar; 3 = Agak menyengat;
4 = Menyengat; 5 = Sangat menyengat
- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji skoring aroma kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai skoring aroma pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data skoring aroma bahwa rerata nilai skoring panelis terhadap atribut aroma kopi bubuk yaitu 3,01 sampai dengan 3,17 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis memberikan nilai agak menyengat (khas kopi) pada semua perlakuan, yaitu N1, N2, dan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut skoring aroma kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil aroma produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat penilaian skor aroma oleh panelis terhadap produk. Aroma kopi buah bakau yang dihasilkan memiliki bau khas seperti kopi pada umumnya. Hal ini sesuai hasil penelitian Nurhayati (2017), yang menyatakan bahwa aroma mempengaruhi cita rasa dan tingkat favorit dari para panelis. Aroma bubuk kopi timbul karena adanya senyawa-senyawa yang mudah menguap. Dalam pembuatan kopi senyawa mudah menguap tersebut dilarutkan dalam air panas agar ikut terekstrak dan membentuk aroma kopi yang dihasilkan.

Namun pada hasil penelitian kali ini, panelis memberikan nilai agak menyengat (khas kopi) dengan nilai skoring aroma tertinggi masing-masing untuk perlakuan N1 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 10%) dan N2 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 5%). Hal ini diduga karena aroma yang terdapat pada perlakuan N1 dan N2 memiliki aroma khas kopi karena konsentrasi pengaruh dari substitusi 10% dan 5% serbuk daging buah bakau yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan substitusi 15% serbuk daging buah bakau.

Pada tabel menunjukkan rata-rata mutu aroma seduhan kopi celup adalah lemah sedangkan kopi instan adalah kuat. Mutu kopi celup adalah 2,37 (lemah) untuk jenis Robusta dan 2,34 (lemah) untuk jenis Arabika. Mutu kopi instan adalah

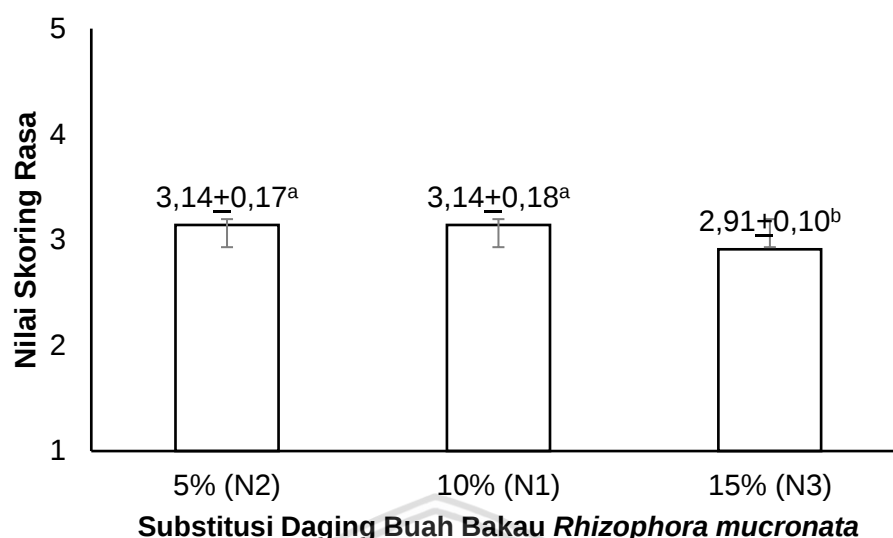
3,61 (agak kuat) untuk jenis Robusta dan 3,89 (mendekati kuat) untuk jenis Arabika. Berdasarkan data tersebut baik pada kopi Robusta maupun kopi Arabika, aroma yang paling kuat dimiliki oleh kopi dengan pengolahan instan. Hal ini dikarenakan pada pengolahan kopi instan seluruh komponen kopi diseduh tanpa menghasilkan ampas sehingga seluruh komponen volatil yang terdapat pada kopi tidak ada yang terbangun dan membuat aroma kopi instan lebih kuat dibandingkan dengan kopi celup yang diseduh dengan menyisakan ampas kopi (Nurhayati, 2017).

Terbentuknya aroma yang khas pada kopi disebabkan oleh kafeol dan senyawa-senyawa komponen pembentuk aroma kopi lainnya. Asam-asam organik yang terdapat dalam kopi merupakan komponen yang membentuk aroma kopi saat diseduh. Sebagian senyawa pembentuk aroma merupakan senyawa yang mudah menguap yang rentan terhadap panas yang terlalu tinggi. Semakin banyak senyawa mudah menguap yang larut dalam air ketika penyeduhan semakin tajam aroma yang dihasilkan (Baggenstoss *et al.*, 2010).

4.2.3.2.4 Rasa

Rasa adalah sensasi yang diterima oleh indera perasa (lidah) saat mengonsumsi makanan. Rasa merupakan tanggapan atas adanya rangsangan kimiawi yang sampai di indera pengecap lidah, khususnya jenis rasa dasar yaitu manis, asin, asam, dan pahit (Meilgaard *et al.*, 2000). Ditambahkan oleh Negara *et al.* (2016), bahwa yang dinamakan rasa pada sebuah produk adalah tingkat kesukaan dari sebuah produk yang diamati dengan indera perasa yang dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu kurang enak, enak, dan sangat enak.

Hasil ANOVA (**Lampiran 11**) menunjukkan bahwa substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai skoring rasa pada kopi bubuk. Hasil uji lanjut dengan BNT pada uji skoring rasa kopi bubuk dapat dilihat pada **Gambar 27**.



Gambar 27. Substitusi daging buah bakau terhadap skoring rasa kopi bubuk

Keterangan: - 1 = Sangat hambar; 2 = Hambar; 3 = Agak khas kopi;
4 = Khas kopi; 5 = Sangat khas kopi
- Notasi huruf *superscript* menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji skoring rasa kopi bubuk dengan substitusi daging buah bakau *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa nilai skoring rasa pada perlakuan N1 tidak berbeda nyata dengan N2 namun berbeda nyata dengan N3, dan N2 tidak berbeda nyata dengan N3.

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan data skoring rasa bahwa rerata nilai skoring panelis terhadap atribut rasa kopi bubuk yaitu 2,91 sampai dengan 3,14 dari rentang 1 sampai 5, berarti panelis memberikan nilai agak sedap (khas kopi) pada semua perlakuan, yaitu N1, N2, dan N3.

Respons panelis yang berbeda terhadap nilai atribut skoring rasa kopi bubuk diduga karena perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan pada produk kopi bubuk. Perbedaan konsentrasi serbuk daging buah bakau yang disubstitusikan mempengaruhi hasil rasa produk akhir kopi bubuk. Pengaruh tersebut juga mempengaruhi tingkat penilaian skor rasa oleh panelis terhadap produk. Rasa kopi buah bakau yang dihasilkan memiliki rasa khas seperti kopi komersial pada umumnya. Namun pada hasil penelitian kali ini,

panelis memberikan respons suka dengan nilai skoring rasa tertinggi masing-masing untuk perlakuan N1 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 10%) dan N2 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 5%). Hal ini diduga karena rasa yang terdapat pada perlakuan N1 dan N2 memiliki rasa yang mendekati dengan rasa kopi kontrol/komersial.

Pada tabel menunjukkan mutu rasa kopi Robusta celup adalah 2,79; kopi Robusta instan 3,84; kopi Arabika celup 2,74; dan kopi Arabika instan 3,63. Kopi Robusta instan memiliki mutu sensori rasa lebih tinggi dibandingkan kopi Robusta celup, begitu pula pada hasil analisis mutu kopi Arabika. Hal ini dikarenakan rasa pada kopi instan jenis Robusta maupun Arabika lebih kuat. Kopi Robusta instan dalam penyajiannya semua kopi diseduh tanpa menghasilkan residu, sedangkan pada kopi Robusta celup hanya diambil ekstraknya saja dan dipisahkan ampasnya. Terseduhnya seluruh kopi (tanpa ampas) pada kopi instan akan menghasilkan rasa kopi yang lebih kuat daripada kopi celup yang menyisakan ampas (Nurhayati, 2017).

4.2.4 Penentuan Perlakuan Terbaik

Pada penelitian tahap kedua (penelitian utama) dilakukan beberapa uji, yakni uji karakteristik mutu kopi secara fisik (warna dan *Total Suspended Solid*), uji pH, uji antioksidan, dan uji organoleptik. Pada uji karakteristik organoleptik menggunakan uji hedonik dan uji skoring dengan empat atribut yang diamati yaitu warna, tekstur, aroma, dan rasa.

Penentuan terbaik pada penelitian tahap kedua menggunakan metode pembobotan secara subjektif. Pembobotan ini dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang memiliki pengaruh besar terhadap produk kopi bubuk yang dihasilkan. Setiap parameter diberikan bobot nilai yang berbeda satu dengan lainnya, disesuaikan dengan seberapa besar pengaruhnya

terhadap produk kopi bubuk yang dihasilkan. Terdapat enam parameter yang menjadi dasar pertimbangan dalam metode pembobotan ini yaitu uji hedonik, uji skoring, uji warna, uji *Total Suspended Solid*, uji pH, dan uji antioksidan. Menurut Ma'arif dan Tanjung (2003), penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan memberikan nilai dari skala 1 sampai 5 berdasarkan nilai kepentingannya pada setiap parameter uji yang dilakukan. Nilai 5 diberikan jika parameter uji tersebut dianggap sangat penting, 4 penting, 3 jika biasa, 2 jika tidak penting, dan 1 jika sangat tidak penting. Nilai kepentingan kemudian dibobotkan ke dalam persen.

Hasil pembobotan setiap perlakuan secara berturut-turut mulai dari nilai yang terendah hingga tertinggi adalah sebagai berikut: N2 sebesar 3964,46; N1 sebesar 4397,70; dan N3 sebesar 4573,01. Berdasarkan kesimpulan dari data yang didapatkan, maka hasil terbaik dari penelitian tahap kedua adalah perlakuan N3 (kopi bubuk 90% : penambahan serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* 15%) dengan jumlah 4573,01 sekaligus menjadi nilai tertinggi dari hasil pembobotan yang diberikan pada setiap masing-masing uji. Perhitungan dan dasar pertimbangan pembobotan keenam parameter tersebut dapat dilihat pada **Lampiran 15**.

Menurut Dyahwarni (2006), pemilihan konsentrat terbaik diperoleh dari hasil pembobotan secara subjektif. Pemilihan ini dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang memberikan pengaruh terhadap produk konsentrat protein yang dihasilkan. Pembobotan merupakan faktor yang sangat penting karena konsentrat protein belum memiliki standar mutu SNI.

4.2.5 Hasil Uji Perlakuan Terbaik

Setelah didapatkan perlakuan terbaik pada tahap kedua dengan menggunakan metode pembobotan secara subjektif, maka hasil kopi dengan perlakuan N3 (kopi bubuk 90% : penambahan serbuk buah bakau *Rhizophora mucronata* 15%) diuji lanjut untuk mengetahui kadar kafein dan proksimatnya.

4.2.5.1 Kadar Kafein

Kandungan kafein dalam kopi memiliki efek positif dan efek negatif pada tubuh. Kafein kopi bermanfaat dalam stimulasi otak dan sistem syaraf serta mempertinggi denyut jantung, karena itu setelah meminum kopi akan terasa sensasi kesegaran psikis. Kandungan kafein yang tinggi dapat menyebabkan jantung berdebar, pusing, dan tekanan darah meningkat serta menyebabkan susah tidur (Pastiniasih, 2012). Kafein dapat meningkatkan sekresi asam lambung, memperbanyak produksi urine, memperlebar pembuluh darah, dan meningkatkan kerja otot. Kopi bubuk murni mengandung 100 mg kafein. Kadar kafein yang mulai membahayakan kesehatan bila konsumsinya 1000 mg/hari atau konsumsi kopi lebih dari 5 cangkir per hari (Winarno, 2004).

Tabel 17. Perbandingan kadar kafein kopi

Kafein (%)	Kadar
Hasil Penelitian*	2,38
Clarke dan Macrae (1987)	2,4

Keterangan: *Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Brawijaya

Berdasarkan tabel diatas, kadar kafein kopi mempunyai nilai sebesar 2,38%, lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar kafein kopi hasil penelitian Clarke dan Macrae (1987) sebesar 2,4%.

Perbedaan kadar kafein pada kopi substitusi daging buah bakau dan kopi dari biji kopi diduga karena perbedaan bahan baku yang digunakan pada proses pembuatan kopi. Pada kopi buah bakau terdapat daging buah bakau yang memiliki kandungan kafein yang cukup rendah atau bahkan tidak ada. Kopi yang tidak menggunakan serbuk daging buah bakau sebagai bahan tambahannya akan memiliki kandungan kafein yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kopi yang menggunakan biji kopi saja. Hal ini berarti semakin banyak konsentrasi substitusi serbuk daging buah bakau, maka konsentrasi serbuk biji kopi pun semakin sedikit, sehingga hitungan kadar kafein yang terkandung juga semakin rendah. Begitu

sebaliknya, tanpa substitusi serbuk daging buah bakau, maka konsentrasi serbuk biji kopi semakin besar sehingga kadar kafein yang terkandung juga semakin besar jika dibandingkan dengan kopi bubuk dengan substitusi serbuk daging buah bakau.

Kandungan kafein dari kopi sangat penting untuk diketahui karena kafein, senyawa stimulan yang terdapat dalam kopi, mempengaruhi cita rasa kopi yang dihasilkan. Kafein memberikan rasa pahit pada kopi, semakin rendah kandungan kafeinnya, semakin enak rasa seduhan kopi. Berdasarkan penelitian Ling *et al.* (2000), menyatakan bahwa kopi Robusta memiliki konsentrasi kafein (2,26 g/100 g) lebih tinggi dibandingkan kopi Arabika (1,61 g/100 g). Tinggi rendahnya kadar kafein kopi, selain dipengaruhi oleh varietas juga dipengaruhi oleh proses penyangraian. Pada proses penyangraian, sebagian kafein akan menyublim menjadi kafeol (Panggabean, 2011). Apabila proses sublimasi tidak berjalan sempurna akan menyebabkan kadungan kafein yang tinggi pada kopi bubuk.

4.2.5.2 Kadar Proksimat

Data hasil uji proksimat kopi buah bakau *Rhizophora mucronata* dan perbandingannya dapat dilihat pada **Tabel 18**.

Tabel 18. Hasil analisis proksimat kopi

No	Kadar	Hasil Penelitian*	SNI 01-3542-2004
1	Karbohidrat (%)	72,54	-
2	Protein (%)	13,13	-
3	Lemak (%)	2,24	-
4	Abu (%)	3,23	Maks. 5
5	Air (%)	8,85	Maks. 7

Keterangan: *Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Muhammadiyah Malang

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa kandungan gizi kopi hasil penelitian jika dibandingkan dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) 01-3542-2004 tentang kopi bubuk yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) tahun 2004, parameter proksimat karbohidrat, protein, dan lemak, tidak ditentukan oleh SNI, parameter proksimat abu sudah sesuai dengan SNI, dan

parameter proksimat air nilainya lebih tinggi dari SNI dikarenakan proses substitusi serbuk daging buah bakau yang sifatnya cenderung hidroskopis.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian pembanding, hasil penelitian ini sudah memenuhi standar. Kadar karbohidrat sebesar 72,54% dari hasil penelitian lebih tinggi dengan kadar karbohidrat hasil penelitian Clarke and Macre (1987) pada kopi Robusta yang nilainya sebesar 0-3,5%. Sementara untuk kadar protein sebesar 13,13%, hasilnya sesuai jika dibandingkan dengan kadar protein literatur pembanding yaitu sebesar 13,0-15,0%. Kemudian untuk kadar lemak sebesar 2,24%, hasilnya lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar lemak literatur pembanding yaitu sebesar 11,0-16,0%. Untuk kadar abu pada hasil penelitian didapatkan sebesar 3,23%, nilai ini sudah sesuai dengan kadar abu SNI yang besarnya di bawah 5%. Sedangkan kadar air pada hasil penelitian didapatkan sebesar 8,85%, nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan kadar air SNI yang besarnya di bawah 7%, dikarenakan proses substitusi serbuk daging buah bakau yang sifatnya cenderung hidroskopis. Berdasarkan hal tersebut, kopi serbuk buah bakau memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dibandingkan dengan kopi Robusta, sehingga nilai gizi ini akan bermanfaat sebagai sumber energi sebagai penikmat kopi. Dengan kadar lemak yang rendah dan protein yang tinggi tentunya kopi ini memiliki keunggulan tersendiri jika dibandingkan dengan kopi bubuk komersial.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Konsentrasi perlakuan terbaik pada penelitian tahap pertama adalah perlakuan M2 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 10%). Konsentrasi perlakuan terbaik pada penelitian tahap kedua adalah perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%).

Pada penelitian tahap pertama diperoleh hasil rata-rata perlakuan terbaik pada perlakuan M2 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 10%) dengan nilai warna L sebesar 30,02; nilai ⁰Hue sebesar 38,73; kadar TSS sebesar 0,0956 mg/ml; nilai organoleptik hedonik atribut warna, tekstur, aroma, dan rasa berturut-turut sebesar 3,54; 3,34; 3,64; dan 3,84; serta nilai pembobotan sebesar 1160,246.

Pada penelitian tahap kedua diperoleh hasil rata-rata perlakuan terbaik pada perlakuan N3 (serbuk kopi : serbuk daging buah bakau *Rhizophora mucronata*; 90% : 15%) dengan nilai warna L sebesar 40,92; nilai ⁰Hue sebesar 43,24; kadar TSS sebesar 0,092 mg/ml; nilai pH sebesar 5,51, kadar antioksidan sebesar 96 ppm, nilai organoleptik hedonik atribut warna, tekstur, aroma, dan rasa berturut-turut sebesar 3,81; 3,5; 3,73; dan 3,42; nilai organoleptik skoring atribut warna, tekstur, aroma, dan rasa berturut-turut sebesar 3,2; 3,39; 3,01; dan 2,91; nilai pembobotan sebesar 4573,01; kadar kafein sebesar 2,38%; dan nilai proksimat untuk kadar karbohidrat, protein, lemak, abu, dan air berturut-turut sebesar 72,54%; 13,13%; 2,24%; 3,23%, dan 8,85%.

5.2 Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode pembobotan secara subjektif. Metode ini dirasa kurang efektif untuk menentukan perlakuan terbaik pada penelitian. Diharapkan agar ada metode yang tepat untuk menentukan perlakuan terbaik.

