

BUDI SANTOSO
ALDILA DIN PANGAWIKAN



Teknologi Pengolahan Gambir

A photograph of a gambir plant, showing large green leaves and a cluster of small, reddish-brown flowers. The image is framed by a white, torn-edge border.

PEMANFAATAN GAMBIR
PADA INDUSTRI PANGAN

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. **Setiap Orang** yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

TEKNOLOGI PENGOLAHAN GAMBIR

**Pemanfaatan Gambir pada
Industri Pangan**

**Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.
Dr. Aldila Din Pangawikan, S.TP., M.Sc.**



TEKNOLOGI PENGOLAHAN GAMBIR

Pemanfaatan Gambir pada Industri Pangan

Diterbitkan pertama kali oleh CV Amerta Media
Hak cipta dilindungi oleh undang-undang *All Rights Reserved*
Hak penerbitan pada Penerbit Amerta Media
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa seizin tertulis dari Penerbit

Anggota IKAPI
Cetakan Pertama: Februari 2022
15,5 cm x 23 cm
ISBN:
978-623-419-054-0

Penulis:
Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.
Dr. Aldila Din Pangawikan, S.TP., M.Sc.

Editor:
Nur Asih Wulandari, M. Pd.

Desain Cover:
Moushawi Almahi

Tata Letak:
Ladifa Nanda

Diterbitkan Oleh:
CV. Amerta Media

NIB. 0220002381476

Jl. Raya Sidakangen, RT 001 RW 003, Kel, Kebanggan, Kec. Sumbang,
Purwokerto, Banyumas 53183, Jawa Tengah. Telp. 081-356-3333-24
Email: mediaamerta@gmail.com
Website: amertamedia.co.id
Whatsapp: 081-356-3333-24

Isi di luar tanggung jawab penerbit Amerta Media

PRAKATA

Tanaman gambir dengan nama latin *Uncaria gambir* Roxb dikenal dengan daunnya yang dapat diekstrak sehingga menghasilkan produk berupa padatan kering bernama gambir. Sejak dahulu gambir telah dimanfaatkan masyarakat Indonesia khususnya suku Jawa (masyarakat pulau Jawa) dan Melayu (masyarakat pulau Sumatera) sebagai bahan tambahan/campuran kinang (proses menginang) dan dijadikan sebagai bahan tambahan untuk membatik. Selain itu, gambir juga dikenal sebagai obat alami yang digunakan secara tradisional untuk meredakan flu pada bayi, obat diare, dan lain sebagainya. Seiring dengan berkembangnya zaman, penelitian mengenai tanaman ini telah banyak dilakukan, mulai dari teknologi efisiensi proses pengolahan daun tanaman gambir menjadi produk gambir dengan tujuan memaksimalkan hasil yang diperoleh khususnya zat aktif didalam bahan tersebut yaitu senyawa katekin hingga pemanfaatan produk gambir sebagai sumber katekin dan berbagai kemungkinan pemanfaatannya pada pangan.

Senyawa katekin yang dikandung gambir bersifat fungsional baik sebagai antioksidan maupun antibakteri khususnya bakteri Gram-positif salah satunya adalah *Streptococcus mutans*. Penggunaan senyawa katekin sebagai antioksidan maupun antibakteri terus dikembangkan baik pada produk pangan maupun produk non-pangan. Penambahan gambir dalam produk pangan dalam bentuk ekstrak *crude* katekin gambir dimana gambir diekstraksi terlebih dahulu sebelum digunakan dengan menggunakan metode maserasi. Ekstrak *crude* katekin gambir telah ditambahkan pada produk pangan seperti *edible film*, kopi bubuk, dan lain sebagainya dengan tujuan agar produk tersebut memiliki tambahan sifat fungsional (*biological value*) berbahan alami. Selain itu, ekstrak *crude* katekin gambir juga telah banyak digunakan sebagai bahan pengawet alami pada produk pangan seperti baso, tahu, ikan, dan lain sebagainya.

Topik tentang ekstrak gambir saat ini mendapat perhatian besar dari para peneliti terutama potensinya sebagai salah satu bahan pengawet alami untuk produk pangan. Di beberapa

perguruan tinggi di Indonesia, baik program sarjana maupun pascasarjana, pengolahan gambir/ekstrak gambir telah menjadi salah satu pokok bahasan dalam beberapa mata kuliah pada bidang ilmu dan teknologi pangan maupun bidang industri pangan. Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat membantu para mahasiswa agar lebih mudah memahami tentang bahan ekstrak gambir dan aplikasinya dalam produk pangan. Selain itu, buku ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi para peneliti, praktisi bidang pangan/industri pangan, hingga masyarakat umum yang memiliki ketertarikan dalam pemanfaatan produk gambir.

Buku ini disusun dari beberapa sumber pustaka yang relevan berupa hasil-hasil penelitian yang disitasi dari jurnal internasional, nasional, prosiding seminar, dan buku referensi, termasuk dari hasil-hasil penelitian penulis. Disamping itu juga, buku ini juga diinspirasi dari pengalaman penulis selama mengerjakan skripsi S1 mengenai pemanfaatan ekstrak gambir untuk pengawetan tahu, thesis S2 mengenai pembuatan ekstrak sari gambir instan sebagai bahan dasar minuman antioksidan, dan disertasi S3 tentang penggunaan ekstrak gambir dalam *edible film* serta hasil diskusi dengan beberapa kolega yang juga meneliti tentang bahan ekstrak gambir.

Penulis menyampaikan terima kasih secara khusus kepada Bapak Prof. Dr. Ir. H. Rindit Pambayun, M.P. (Rahimahullah) yang telah menginisiasi buku ini. Semoga ilmu yang bermanfaat dari buku ini juga mengalir pahalanya untuk Beliau, aamiin. Ucapan terima juga kepada Rektor Universitas Sriwijaya melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat yang telah memberikan dukungan finansial pada penulisan buku ini dengan program insentif karya ilmu bagi dosen Universitas Sriwijaya dan berbagai pihak telah memberi bantuan bentuk apapun sehingga buku ini bisa diterbitkan.

Akhir kata dari penulis, buku ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca yang budiman sangat diharapkan untuk perbaikan kedepan.

Palembang, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TENTANG BUKU	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
BAB 1	
Pendahuluan.....	1
BAB 2	
Sekilas Tentang Tanaman Gambir.....	3
BAB 3	
Daun Gambir Sebagai Bahan Baku Pengolahan Gambir	11
BAB 4	
Teknologi Pengolahan Gambir.....	23
BAB 5	
Kandungan Kimiawi Gambir.....	41
BAB 6	
Pemanfaatan Gambir	53
BAB 7	
Pemanfaatan Gambir dalam Produk Pangan	83
BAB 8	
Potensi Pemanfaatan Gambir di Bidang Industri.....	149
BAB 9	
Penutup	161
DAFTAR PUSTAKA	162
INDEKS	187
PROFIL PENULIS	190

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	[A] Tanaman gambir dalam satu rumpun dan [B] daun dan ranting gambir	7
Gambar 3.1.	Petikan daun gambir yang terdiri dari enam pasang daun.....	12
Gambar 3.2.	Kerangka dasar struktur kimia flavonoid.....	15
Gambar 3.3.	Kerangka dasar struktur kimia katekin.....	17
Gambar 3.4.	Senyawa dimer gambirin yang terdapat dalam produk gambir.....	18
Gambar 3.5.	Bahan terekstrak dari produk gambir komersial dengan metode [A] maserasi dan [B] <i>Soxhlet</i> menggunakan pelarut etil asetat. Metode <i>Soxhlet</i> menghasilkan warna ekstrak lebih tua.....	19
Gambar 3.6.	Senyawa Kuersetin termasuk dalam golongan flavonol dari flavonoid.....	20
Gambar 4.1.	Diagram alir pengolahan daun gambir menjadi ekstrak gambir kering.....	24
Gambar 4.2.	Oksidasi katekin menjadi o-kuinon.....	26
Gambar 4.3.	[A]. Praperebusan daun gambir, daun terlebih dulu dimasukkan dan dipadatkan dalam suatu wadah yang menyerupai keranjang bambu, [B]. Perebusan daun gambir.....	27
Gambar 4.4.	Pembongkaran daun gambir pascaperebusan dalam keadaan panas.....	28
Gambar 4.5.	Penggilingan daun gambir pascaperebusan dalam keadaan hangat.....	29
Gambar 4.6.	Pengepresan sari daun gambir dengan alat hidrolik berkekuatan 3 ton.....	30
Gambar 4.7.	Pengendapan sari daun gambir dalam <i>pasu</i> , alat pengendap yang terbuat dari kayu menyerupai perahu ceper.....	31

Gambar 4.8.	Pencetakan dan pengirisan gambir dalam bentuk balok atau batangan [A] dan pencetakan dalam bentuk silindris [B]	32
Gambar 4.9.	Penataan di atas <i>trays</i> sebelum gambir dikeringkan [A] dan proses pengeringan di bawah sinar matahari [B]	33
Gambar 4.10.	Produk gambir dalam bentuk batangan atau balok [A] dan produk gambir dalam bentuk silindris [B]	34
Gambar 4.11.	Contoh kemasan gambir dalam satuan <i>jaras</i> , kurang lebih 0,5 kg per <i>jaras</i>	34
Gambar 4.12.	Contoh kemasan gambir dalam kemasan sekunder, kurang lebih 50 <i>jaras</i>	39
Gambar 5.1.	Kromatogram katekin (10) pada analisis dengan HPLC dari ekstrak daun gambir dengan pengolahan cara basah. Puncak nomor 10 tidak mengalami pemecahan	44
Gambar 5.2.	Profil katekin pada analisis dengan HPLC dari ekstrak daun gambir dengan pengolahan cara kering (Puncak No 11 dan 12) adalah katekin, mengalami pemecahan puncak)	44
Gambar 5.3.	Bahan terekstrak dari produk gambir komersial dengan berbagai jenis pelarut (A = kloroform-etil asetat 1:1, B = etil asetat, C = etil asetat-etanol 1:1, D = etanol, dan E = etanol-air 1:1)	45
Gambar 5.4.	Fraksi katekin gambir no 12 yang dipindai dengan spektrofotometri panjang gelombang 200-280 nm	48
Gambar 5.5.	Hasil TLC berbagai ekstrak yang telah di preparasi dengan kromatografi kolom menggunakan Sephadex LH-20	49
Gambar 5.6.	Kromatogram HPLC ekstrak produk gambir komersial menggunakan etil asetat sebagai pelarut yang sudah difraksinasi dengan kromatografi kolom Sephadex LH-20 (A) dan yang belum (B)	51

Gambar 6.1.	Metabolisme Polifenol (Katekin) dalam Tubuh	56
Gambar 6.2.	Struktur membran sel bakteri Gram-positif.....	61
Gambar 6.3.	Struktur membran sel bakteri Gram-negatif	62
Gambar 6.4.	Model molekuler pengikatan oleh <i>n</i> (+)-katekin pada unit peptida penghubung (penta peptida) antar tetrapeptida dalam molekul peptidoglikan	65
Gambar 6.5.	Model molekuler pengikatan oleh <i>n</i> (+)-katekin pada tetrapeptida dalam molekul peptidoglikan	66
Gambar 6.6.	Hubungan antara karsinogenik dengan oksigen aktif	73
Gambar 6.7.	Diagram alir mekanisme pembentukan karies pada gigi	75
Gambar 7.1.	Diagram alir pembuatan <i>edible film</i> dengan inkorporasi ekstrak gambir	84
Gambar 7.2.	Diagram alir pembuatan <i>edible film</i> dengan inkorporasi dan ekstrak protein dan ekstrak gambir	85
Gambar 7.3.	Pengaruh penambahan ekstrak gambir terhadap peningkatan persen pemanjangan (elongasi) <i>edible film</i>	87
Gambar 7.4.	Pengaruh penambahan ekstrak gambir terhadap penurunan laju transmisi uap air <i>edible film</i>	87
Gambar 7.5.	Pengaruh penambahan ekstrak gambir terhadap peningkatan kuat tekan <i>edible film</i>	88
Gambar 7.6.	Diagram alir teknologi pembuatan <i>edible film</i> dengan penambahan ekstrak gambir dan modifikasi pH.....	89
Gambar 7.7.	Diagram alir teknologi pembuatan <i>edible film</i> berbasis pati jagung yang diinkorporasikan dengan filtrat gambir.....	91
Gambar 7.8.	Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan metode pemisahan campuran terhadap nilai IC ₅₀ <i>edible film</i>	92

Gambar 7.9.	Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan metode pemisahan campuran terhadap nilai DDH <i>edible film</i>	93
Gambar 7.10.	Diagram alir teknologi pembuatan <i>edible film</i> berbasis pati ganyong yang diinkorporasikan dengan filtrat gambir dan minyak sawit merah.....	94
Gambar 7.11.	Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan minyak sawit merah terhadap sifat antioksidan <i>edible film</i>	95
Gambar 7.12	Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan minyak sawit merah terhadap nilai DDH <i>edible film</i>	96
Gambar 7.13.	Diagram alir teknologi pengolahan <i>edible film</i> yang diinkorporasi dengan filtrat gambir dan ekstrak daun salam	97
Gambar 7.14.	Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam terhadap sifat antioksidan <i>edible film</i>	98
Gambar 7.15.	Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam terhadap sifat antioksidan <i>edible film</i>	98
Gambar 7.16.	Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam terhadap sifat antioksidan <i>edible film</i>	99
Gambar 7.17.	Permen <i>jelly</i> kinang dalam kemasan hermetis.....	102
Gambar 7.18.	Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap tekstur permen <i>jelly</i> gambir	104
Gambar 7.19.	Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap daya larut permen <i>jelly</i> gambir	105
Gambar 7.20.	Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap total fenol permen <i>jelly</i> gambir	106
Gambar 7.21.	Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap nilai IC ₅₀ permen <i>jelly</i> gambir	107

Gambar 7.22.	Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap nilai DDH bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	108
Gambar 7.23.	Uji hedonik permen <i>jelly</i> gambir.....	109
Gambar 7.24.	Diagram alir proses pembuatan bubuk kinang	111
Gambar 7.25.	Diagram alir proses pembuatan permen <i>marshmallow</i>	112
Gambar 7.26.	Diagram alir proses pembuatan permen keras gambir	114
Gambar 7.27.	Diagram alir pembuatan <i>crude</i> katekin gambir.....	117
Gambar 7.28.	Diagram alir pembuatan kopi gambir	118
Gambar 7.29.	Produk kopi gambir dalam kemasan saset dan kotak.....	119
Gambar 7.30.	Pengaruh formulasi terhadap kadar air kopi hijau instan fungsional.....	123
Gambar 7.31.	Pengaruh formulasi terhadap kecepatan larut kopi hijau instan fungsional	124
Gambar 7.32.	Pengaruh formulasi bahan pembentuk terhadap total fenol kopi hijau instan fungsional.....	125
Gambar 7.33.	Pengaruh formulasi bahan terhadap nilai IC ₅₀ kopi hijau instan fungsional.....	126
Gambar 7.34.	Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap kadar air	129
Gambar 7.35.	Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap nilai Ph	130
Gambar 7.36.	Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap kecepatan larut.....	131
Gambar 7.37.	Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap aktivitas antioksidan (IC ₅₀)	132
Gambar 7.38.	Buah kopi petik merah [A] dan alat refraktometer [B]	134
Gambar 7.39.	Proses sortasi rambang	135
Gambar 7.40.	Proses fermentasi kopi <i>wine</i>	136
Gambar 7.41.	[A] Warna buah kopi hasil proses fermentasi selama [A] 7 hari, [B] 21 hari, dan [C] 28 hari.....	136

Gambar 7.42.	Buah kopi hasil pengeringan [A] awal [B] akhir	137
Gambar 7.43.	[A] proses huller dan [B] <i>green beans</i>	138
Gambar 7.44.	Persen kelarutan kopi wine instan fungsional	140
Gambar 7.45.	Derajat keasaman (pH) kopi wine instan fungsional	140
Gambar 7.46.	Total fenol kopi wine instan fungsional.....	141
Gambar 7.47.	Nilai IC ₅₀ kopi wine fungsional	142
Gambar 7.48.	Persentase kelarutan kopi instan fungsional	144
Gambar 7.49.	Kadar air kopi instan fungsional.....	145
Gambar 7.50.	Derajat keasaman (pH) kopi instan fungsional.....	146
Gambar 7.51.	Total fenol kopi instan fungsional.....	146
Gambar 7.52.	Nilai IC ₅₀ kopi instan fungsional	147
Gambar 8.1.	Jumlah mikrobia (angka lempeng total) pada tahu tanpa pengawet yang disimpan di suhu ruang selama 0, 2, 4, dan 6 hari.....	151
Gambar 8.2.	Perbandingan pertambahan jumlah mikrobia (angka lempeng total) pada tahu tanpa pengawet (0%) dengan tahu yang direndam dalam larutan ekstrak gambir (2 – 6% b/v) yang disimpan di suhu ruang selama 0, 2, 4, dan 6 hari.....	153
Gambar 8.3.	Penampakan tahu yang direndam selama 2 hari (48 jam) dengan berbagai konsentrasi ekstrak gambir A: 0%; B: 2%; C: 4%; dan D: 6%.....	154
Gambar 8.4.	[A] proses perendaman bakso dalam larutan ekstrak gambir [B] penirisan bakso yang telah direndam dalam larutan ekstra gambir selama 1 jam.....	155
Gambar 8.5.	[A] Perbandingan bakso yang direndam dengan larutan ekstrak gambir dengan tanpa direndam [B] uji sensoris bakso terhadap bakso yang direndam dan yang tidak direndam dalam larutan ekstrak gambir	156

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1.	Persentasi bahan terekstrak dan fenolik total dari produk gambir yang diperoleh dengan pengolahan cara basah (B) dan cara kering (K) untuk daun muda (m), sedang (s), dan tua (t).....	42
Tabel 5.2.	Kandungan fenolik total pada bahan terekstrak dari gambir dengan metode maserasi dan Soxhlet menggunakan berbagai jenis pelarut (A=kloroform-etil asetat 1:1, B= etil asetat, C=etil asetat-etanol 1:1, D=etanol, dan E=etanol-air 1:1).....	47
Tabel 5.3.	Waktu retensi komponen berbagai jenis katekin standar (Sigma).....	50
Tabel 6.1.	Konsentrasi penghambatan minimum (ppm) polifenol terhadap spora dan sel vegetatif <i>Clostridium botulinum</i>	60
Tabel 6.2.	Pengaruh berbagai polifenol terhadap lukosiltransferase dari <i>Streptococcus sobrinus</i>	76
Tabel 7.1.	Uji BNJ pengaruh konsentrasi filtrat gambir terhadap ketebalan, persen pemanjangan, laju transmisi uap air, dan aktivitas antioksidan <i>edible film</i>	100
Tabel 7.2.	Karakteristik fisik, kimia, organoleptik, dan fungsional permen marshmallow bubuk kinang.....	113
Tabel 7.3.	Formulasi kopi robusta hijau fungsional.....	122
Tabel 7.4.	Formulasi kopi instan fungsional.....	139
Tabel 7.5.	Syarat Mutu Biji Kopi Berdasarkan SNI 01-2907:2008.....	143
Tabel 7.6.	Formulasi kopi instan fungsional.....	144
Tabel 8.1.	Standar mutu tahu berdasarkan SNI Nomor 01-3142-1992.....	150
Tabel 8.2.	Pengaruh konsentrasi katekin gambir dan lama penyimpanan terhadap total bakteri koloni ikan teri awet dengan katekin.....	157

BAB 1

PENDAHULUAN

Tanaman gambir dengan nama latin *Uncaria gambir* Roxb dikenal dengan daunnya yang dapat diekstrak sehingga menghasilkan produk berupa padatan kering bernama gambir. Sejak dahulu gambir telah dimanfaatkan masyarakat Indonesia khususnya suku Jawa (masyarakat pulau Jawa) dan Melayu (masyarakat pulau Sumatera) sebagai bahan tambahan/campuran kinang (proses menginning) dan dijadikan sebagai bahan tambahan untuk membatik. Selain itu, gambir juga dikenal sebagai obat alami yang digunakan secara tradisional untuk meredakan flu pada bayi, obat diare, dan lain sebagainya. Seiring dengan berkembangnya zaman, penelitian mengenai tanaman ini telah banyak dilakukan, mulai dari teknologi efisiensi proses pengolahan daun tanaman gambir menjadi produk gambir dengan tujuan memaksimalkan hasil yang diperoleh khususnya zat aktif didalam bahan tersebut yaitu senyawa katekin hingga pemanfaatan produk gambir sebagai sumber katekin dan berbagai kemungkinan pemanfaatannya pada pangan.

Senyawa katekin yang dikandung gambir bersifat fungsional baik sebagai antioksidan maupun antibakteri khususnya bakteri Gram-positif salah satunya adalah *Streptococcus mutans*. Penggunaan senyawa katekin sebagai antioksidan maupun antibakteri terus dikembangkan baik pada produk pangan maupun produk non-pangan. Penambahan gambir dalam produk pangan dalam bentuk ekstrak *crude* katekin gambir dimana gambir diekstraksi terlebih dahulu sebelum digunakan dengan menggunakan metode maserasi. Ekstrak *crude* katekin gambir telah ditambahkan pada produk pangan seperti *edible film*, kopi bubuk, dan lain sebagainya dengan tujuan agar produk tersebut memiliki tambahan sifat fungsional (*biological value*) berbahan alami. Selain itu, ekstrak *crude* katekin

gambir juga telah banyak digunakan sebagai bahan pengawet alami pada produk pangan seperti baso, tahu, ikan, dan lain sebagainya.

Topik tentang ekstrak gambir saat ini mendapat perhatian besar dari para peneliti terutama terutama potensinya sebagai salah satu bahan pengawet alami untuk produk pangan. Di beberapa perguruan tinggi di Indonesia, baik program sarjana maupun pascasarjana, pengolahan gambir/ekstrak gambir telah menjadi salah satu pokok bahasan dalam beberapa mata kuliah pada bidang ilmu dan teknologi pangan maupun bidang industri pangan. Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat membantu para mahasiswa agar lebih mudah memahami tentang bahan ekstrak gambir dan aplikasinya dalam produk pangan. Selain itu, buku ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi para peneliti, praktisi bidang pangan/industri pangan, hingga masyarakat umum yang memiliki ketertarikan dalam pemanfaatan produk gambir.

BAB 2

SEKILAS TENTANG TANAMAN GAMBIR

SEJARAH ASAL-USUL DAN PERKEMBANGAN GAMBIR DI INDONESIA

Tanaman gambir mulai dikenal sebagai tanaman budidaya sekitar abad ke 15 setelah dirancukan dengan suatu jenis tanaman akasia. Sekitar tahun 1514, dari beberapa sumber, ada seorang pedagang rempah-rempah dari Cambay mengenalkan sari tanaman *Acacia catechu* ke seluruh dunia. Sejak saat itu, istilah *katechu* mulai dikenal. *Chu* merupakan istilah dari kata *chuana* yang berarti sari pati yang diperoleh melalui proses penyulingan atau destilasi. Beberapa pendapat mengemukakan bahwa gambir dan akasia sama-sama menghasilkan *katechu*. Dari akar kata *katechu* ini lalu muncul istilah katekin yang mungkin memiliki korelasi makna yang berarti “diperoleh dengan cara penyulingan”. Akan tetapi pada tahun 1685 diketahui secara ilmiah bahwa, cara pembuatan produk gambir berbeda sekali dari *katech*. Produk gambir yang selanjutnya dikenal sebagai sumber katekin diperoleh bukan melalui proses destilasi tetapi diperoleh dengan cara ekstraksi dan pengendapan.

Di akhir abad ke 16, orang India yang berdagang ke Indonesia mengenalkan *khadir* untuk suatu jenis tanaman yang pertama kali diekstrak menghasilkan zat penyamak dari tanaman *Uncaria*, bukan *Acasia*. Orang Kai dekat daerah Tanibar menyebut produk yang sama dengan sebutan *ngamir*. Seiring dengan menyebarnya gambir di Indonesia, beberapa suku di nusantara (terutama di Sumatera), menyebut *ngamir* sebagai *gambir*. Karena rancu dengan *katechu*, sampai sekarang beberapa publikasi ilmiah populer menyebut

gambir sebagai *pale catechu* (untuk mengindikasikan suatu produk yang warnanya lebih pucat dari *catechu*). Pada akhirnya, gambir (*pale catechu*) menggantikan *catechu* yang dihasilkan dari tanaman akasia (*Acacia catechu*). Jadi, istilah "gambir" adalah sebutan pertama dari Indonesia untuk tanaman *Uncaria*. Dalam taksonomi, *Uncaria* terdiri dari beberapa spesies, salah satunya adalah *Uncaria gambir*.

Kalau dipelajari asal-usulnya, tanaman gambir berarti berasal dari Daratan India Timur terutama daerah Benggala, pantai Coromandel, dan Malabar. Tanaman ini ditanam secara intensif di tempat-tempat tersebut, kemudian disebarkan secara luas di berbagai negara tropis, terutama di daratan Asia Timur. Setelah diketahui manfaatnya, di Pulau Bintang Singapura gambir ditanam secara luas, dan sampai sekarang di pulau tersebut kemungkinan masih ada perkebunan gambir.

Berdasarkan pada distribusinya, sebagian sumber menyatakan bahwa tanaman ini berasal dari Indonesia, khususnya Sumatera. Sumber lain menyatakan, selain Sumatera, gambir dapat dijumpai di daratan Malaka dan di bagian lain Asia Timur. Di Jepang, ada tanaman sejenis gambir yang menghasilkan *catechu* juga, yakni *Terra japonica*. Tanaman ini banyak dipublikasikan karena kandungan salah satu senyawa utamanya sama dengan kandungan tanaman *Uncaria gambir*, yakni senyawa katekin.

Di Indonesia saat ini diketahui ada beberapa propinsi yang masyarakatnya memiliki perkebunan gambir, yakni di Sumatera Barat, di sebagian Riau, di Sumatera Selatan, dan di Bangka Belitung. Dari keempat propinsi tersebut, Sumatera Barat merupakan propinsi yang memiliki perkebunan gambir rakyat paling luas. Dari beberapa sumber diketahui bahwa di propinsi tersebut sudah ada perkebunan gambir rakyat sejak abad ke 16. Saat itu, produk gambir hanya diperlukan untuk kebutuhan domestik sebagai pelengkap makan sirih. Perkembangan gambir di Sumatera Barat cukup pesat. Pada abad ke 19, beberapa pedagang dari propinsi ini diketahui telah berhasil memasarkan produk gambir hingga ke India. Pada abad ke 20, tepatnya pada tahun 1928 gambir Sumatera Barat telah menjangkau hingga mencapai pasar Eropa Barat.

Sebelum Perang Dunia ke II, hampir semua kabupaten di Propinsi Sumatera Barat sudah terdapat perkebunan gambir rakyat. Perkebunan gambir terluas ada di dua kabupaten, yakni Kabupaten Pesisir Selatan dan Kabupaten Limapuluh Kota. Bahkan pada tahun

1993, luas perkebunan gambir di Sumatera Barat telah mencapai 9.730 Ha, dimana 7.487 Ha atau sekitar 76 persennya terdapat di Kabupaten Limapuluh Kota. Luas tanaman itu terus bertambah sesuai dengan meningkatnya permintaan pasar akan kebutuhan dan perkembangan pemanfaatan gambir di berbagai bidang.

Di Propinsi Riau, tanaman gambir banyak terdapat di tepi Barat Riau atau pada Kabupaten yang berdekatan dengan Kabupaten Limapuluh Kota. Luas areal tanaman gambir di propinsi ini belum bisa ditaksir dengan pasti, tetapi diperkirakan, Riau merupakan propinsi yang memiliki perkebunan gambir rakyat terluas setelah Sumatera Barat.

Di Sumatera Selatan, tanaman gambir terdapat di Kabupaten Musi Banyuasin, tepatnya di Kecamatan Babat Toman. Pada tahun 1988 di Sumatera Selatan memiliki perkebunan rakyat dengan luas sekitar 800 Ha dengan produksi sekitar 132 ton per tahun (Daud, 1998). Pada tahun 2004, luas tanaman gambir di daerah ini telah mencapai 1000 Ha dengan produksi ditaksir mencapai 150 ton per tahun. Perkembangan gambir di Sumatera Selatan kurang optimal, sebab lahan yang cocok dan tersedia untuk tanaman ini banyak ditanami komoditas tanaman karet.

Di Propinsi Bangka Belitung, gambir diproduksi di Desa Puding Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka. Dibanding dengan kedua propinsi sebelumnya, gambir di daerah ini masih relatif sedikit. Namun demikian, produsen yang ada di propinsi ini dapat mensuplai kebutuhan gambir masyarakat Bangka Belitung untuk keperluan tradisional, terutama untuk pelengkap makan sirih.

Di Aceh, Kalimantan, Jawa dan beberapa daerah lain juga cocok untuk tanaman gambir. Namun demikian, perkebunan yang diusahakan oleh pemerintah belum pernah ada. Diharapkan, dengan perkembangan penggunaan dan peningkatan pemanfaatan gambir, tanaman yang termasuk langka ini dapat terus berkembang di bumi tercinta, Indonesia, sebagai salah satu komoditas penyumbang devisa bagi negara seiring dengan diungkapkannya berbagai manfaat gambir di berbagai bidang industri.

TANAMAN GAMBIR

Tanaman gambir adalah tanaman semak belukar atau tanaman perdu yang merambat atau membelit apabila dibiarkan tumbuh

terus, bercabang dan melingkar. Daunnya bertangkai pendek, berwarna hijau muda berbentuk lonjong dan runcing diujungnya. Bunganya berwarna putih, berbentuk seperti *corolla*.

Masyarakat Indonesia mengenal tanaman gambir dengan tiga varietas (jenis). Pertama adalah varietas Cubadak, daunnya hijau muda. Kedua, varietas Riau, daunnya berwarna hijau sedikit lebih tua, dan ketiga, varietas udang, daunnya berwarna hijau tua campur kemerah-merahan. Belum banyak penelitian yang mengungkap tentang deskripsi dan karakteristik tentang ketiga varietas (jenis) gambir di Indonesia.

Tanaman gambir bisa tumbuh di tanah datar atau agak miring dan cukup mendapatkan sinar matahari, dari dataran rendah sampai dataran relatif tinggi. Untuk ketinggian optimum, biasanya tanaman gambir tumbuh di daerah dengan ketinggian antara 200-900m di atas permukaan laut. Semakin tinggi dari kisaran tadi, biasanya tanaman ini semakin tumbuh subur. Namun demikian, ada beberapa varietas yang tumbuh optimal pada ketinggian sekitar 200m di atas permukaan laut, dengan produktivitas relatif tinggi.

Tanaman gambir dapat diperbanyak menggunakan stek atau dari biji. Perbanyak dengan stek dilakukan dengan memotong ranting yang telah tua dan distek secara langsung dalam tanah atau media sementara yang disediakan. Perbanyak dengan stek relatif mudah dilakukan dengan hasil yang sama dari induk steknya namun memiliki beberapa kelemahan, biasanya perakarannya kurang kuat dan daun yang tumbuh kurang subur. Oleh sebab itu, perbanyak tanaman gambir lebih sering dilakukan dari bijinya.

Perbanyak dengan biji diawali dengan cara penyemaian terlebih dulu. Karena bijinya sangat lembut mudah tertiuip oleh angin, penyemaian dilakukan dengan bantuan tanah liat yang lengket yang dilakukan dengan dua cara. Cara pertama yaitu dengan cara penaburan biji pada permukaan tanah liat basah yang telah disiapkan sebelumnya. Penggunaan tanah liat yang lengket bertujuan agar biji gambir tidak berhamburan jika terkena angin. Biasanya, biji gambir yang telah ditaburkan akan segera membentuk kecambah dan tumbuh. Jika telah mencapai pertumbuhan kurang lebih dua sentimeter, bibit baru dapat dipindahkan ke lubang yang telah disediakan sebelumnya. Penyiapan lubang akan lebih baik jika diberi pupuk kandang.

Cara yang kedua yaitu biji gambir dicampurkan pada gumpalan tanah liat yang dibentuk bulatan kecil-kecil berukuran kurang lebih satu genggam tangan. Tanah liat yang ada bijinya, dengan hati-hati diletakkan pada sisi lubang yang disediakan sebelumnya. Dengan cara demikian, biji gambir akan segera tumbuh, dan tidak perlu dipindah lagi sampai besar. Kelebihan cara ini dibanding cara sebelumnya adalah jumlah biji yang tumbuh lebih banyak dibandingkan jumlah biji yang tumbuh pada cara pertama. Kekurangannya, preparasi awal cara pertama lebih praktis dibandingkan dengan cara kedua.

Baik cara pertama maupun cara kedua, keduanya sama-sama sering dipraktikkan oleh para petani gambir. Cara pertama lebih sering dilakukan oleh petani gambir di daerah Propinsi Sumatera Barat dan Riau. Cara kedua lebih banyak dipilih dan dipraktikkan oleh para petani gambir di daerah Propinsi Sumatera Selatan, Bangka Belitung, dan beberapa propinsi lain di Indonesia. Di Sumatera Selatan, cara ini paling banyak dipraktikkan oleh petani khususnya di Kecamatan Babat Toman.



[A]



[B]

Gambar 2.1. [A] Tanaman gambir dalam satu rumpun dan [B] daun dan ranting gambir

TAKSONOMI TANAMAN GAMBIR

Berdasarkan taksonominya, tanaman gambir termasuk dalam Kingdom *Plantae*, Subkingdom *Tracheobionta* (tanaman *bervascular* atau berpembuluh), Superdivisi *Spermatophyta* (tanaman berbiji), Divisi *Magnoliophyta* (berbunga), Kelas *Magnoliopsida* (dikotiledon), Famili *Rubiaceae*, Genus *Uncaria*, dan Spesies *gambir*. Tanaman ini memiliki nama ilmiah *Uncaria gambir* (Hunter) Roxb. Atau *Uncaria gambir* Roxb (Anonymous, 2005). Dari taksonomi tersebut dapat diketahui bahwa tanaman gambir memiliki sistem jaringan pembuluh pada batangnya, berbiji, berbunga, dikotil, dan dapat menghasilkan zat warna merah. Tanaman ini masih satu famili dengan tanaman kopi. Perbedaannya dengan tanaman kopi, tanaman gambir memiliki tunas yang jika tidak dipetik ujungnya, menjadi ranting memanjang dan bisa merambat. Tanaman gambir lebih banyak dimanfaatkan daunnya untuk berbagai keperluan, seperti makan sirih dan memiliki khasiat sebagai obat-obatan tradisional.

Ada beberapa spesies dari genus *Uncaria*, paling sedikit ada 35 spesies (Laus, 2004) yang dikategorikan sebagai sumber alkaloid, terpenoid, dan flavonoid. Spesies yang termasuk sumber alkaloid di antaranya adalah *U. attenuata* Korth, *U. bornensis* Havil, *U. elliptica* R. Br., *U. guianensis* Gmel, *U. homomalla* Miq, *U. lanosa* Ridsd, *U. rhyncophylla* Miq, *U. sinensis* Havil, *U. tomentosa* Willd., dan *U. yunnanensis* Hsia K.C.

Beberapa spesies *Uncaria* yang merupakan sumber terpenoid, antara lain; *U. elliptica* R. Br., *U. gambir* Roxb., *U. guianensis* Gmel, *U. hirsuta* Havil, *U. bornensis* Havil, *U. macrophylla* Wall., *U. rhyncophylla* Miq, *U. tomentosa* Willd., dan *U. yunnanensis* Hsia K.C.

Spesies dari genus *Uncaria* yang mengandung senyawa golongan flavonoid, di antaranya adalah; *U. elliptica* R. Br., *U. gambir* Roxb, *U. hirsuta* Havil, *U. lanosa* Ridsd, *U. macrophylla* Wall., *U. rhyncophylla* Miq, dan *U. tomentosa* Willd., dan *U. yunnanensis* Hsia K.C.

Spesies tertentu dijumpai di beberapa negara, seperti *Uncaria tomentosa* dijumpai di daerah tertentu di pegunungan Andes Peru. Spesies ini digunakan sebagai obat-obatan tradisional untuk menyembuhkan penyakit degeneratif dan infeksi seperti kanker, AIDS, gejala kelelahan kronis, infeksi candida, dan radang sendi.

Spesies lain seperti *U. rhyncophylla*, *U. macrophylla*, *U. hirsuta*, *U. sessifructus*, *U. formosana*, dan *U. scandens* dijumpai di China dan digunakan sebagai penghambatan syaraf karena komponen alkaloid yang terdapat di dalamnya. Aplikasi ekstrak tanaman-tanaman tersebut digunakan sebagai obat pereda nyeri dan penenang (*sedative*), obat sakit kepala, *anticonvulsant*, *hypotensive* dan *analgesic*. Di Negara Vietnam, *Uncaria tonkinensis* banyak dijumpai dan biasa digunakan untuk menurunkan demam. Sedangkan gambir, paling banyak tumbuh di daerah tropis, terutama di Indonesia dan beberapa negara bagian di Malaysia.

BAB 3

DAUN GAMBIR SEBAGAI BAHAN BAKU PENGOLAHAN GAMBIR

Gambir adalah produk antara yang merupakan ekstrak dari daun gambir (*Uncaria gambir* Roxb). Gambir diperoleh melalui suatu proses pengolahan daun tanaman gambir hingga menghasilkan produk gambir, karena gambir berasal dari ekstrak daun maka komponen utamanya adalah senyawa utama yang terdapat dalam daun gambir.

POTENSI DAUN GAMBIR

Tanaman gambir adalah jenis tanaman yang memberi manfaat bagi kehidupan manusia karena daunnya. Daun gambir bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia karena mengandung berbagai senyawa yang bermanfaat, diantaranya senyawa polifenol yang tergolong flavonoid, terutama katekin dan tanin.

Daun gambir berbentuk elips agak oval, bertulang menyerupai sirip ikan, dengan ujung meruncing. Warna daun muda adalah hijau muda, semakin tua, warna hijau daun semakin gelap. Serupa dengan tanaman teh, semakin muda daun, semakin tinggi senyawa katekin yang ada di dalamnya. Oleh sebab itu, pemetikan daun hanya dilakukan terhadap daun muda. Biasanya, satu petikan ranting mengandung sekitar empat sampai enam pasang daun muda. Daun dan ranting muda ini mengandung katekin dan bisa dijadikan sebagai bahan baku pengolahan gambir.

Tanaman gambir yang telah cukup umur (biasanya ± 1 tahun) dapat diambil daunnya dengan cara dipetik rantingnya dengan panjang sekitar 10 cm. Ranting hasil petikan mengandung beberapa

lembar daun muda, biasanya empat sampai enam pasang daun (Gambar 2.1). Daun yang telah dipetik harus segera diekstrak getahnya agar produk gambir yang dihasilkan dapat mengandung berbagai senyawa bermanfaat tadi.



Sumber: Dokumen Penulis dari Petani gambir Desa Babat Toman
Gambar 3.1. Petikan daun gambir yang terdiri dari enam pasang daun

Pengambilan daun dilakukan dengan cara pemetikan. Pemetikan perdana biasanya dilakukan setelah tanaman gambir mencapai usia sembilan bulan sampai satu tahun. Tanaman yang masih muda, selain belum cukup memiliki tunas, daunnya masih diperlukan untuk pertumbuhan tanaman agar menjadi lebih rimbun dan menghasilkan tunas lebih banyak. Pemetikan dilakukan dengan alat menyerupai sabit. Pemetikan yang baik dilakukan pada pagi hari. Dari satu rumpun tanaman gambir dapat diperoleh sekitar 10 kg daun tergantung pada umur tanaman dan kesuburan tanaman atau kelembatan daunnya.

Daun yang telah dipetik harus segera diproses menjadi gambir dengan cara ekstraksi getahnya melalui perebusan dan pengepresan. Setelah pemetikan, tanaman gambir sebaiknya dibiarkan selama kurang lebih tiga bulan untuk dapat dipetik kembali. Selama tanaman gambir mengalami proses pertumbuhan (regenerasi daun setelah pemetikan) sebaiknya dilakukan pemupukan dengan pupuk organik atau pupuk NPK.

Potensi pemanfaatan daun gambir disebabkan karena adanya senyawa metabolit sekunder yang terdapat di dalamnya, yakni golongan flavonoid atau fenolik. Senyawa itu bisa diambil dengan cara pengolahan daun gambir menjadi produk yang disebut gambir. Untuk dapat memperoleh produk dengan kualitas dan kuantitas memadai, pengetahuan tentang sifat kimiawi, sifat fisik daun gambir, serta proses pengolahan daunnya menjadi sangat penting untuk diketahui.

SIFAT KIMIAWI DAUN GAMBIR

Tanaman pada umumnya menghasilkan tiga metabolit sekunder; alkaloida, terpenoid, dan flavonoid (Hagerman, 2002 dan Laus, 2004). Senyawa metabolit itu diketahui tidak berfungsi untuk metabolisme primer seperti biosintesa, degradasi, dan energi konversi lainnya dari metabolisme intermediet, tetapi memiliki aktivitas biologis. Di antara tiga metabolit sekunder, yang terkandung secara dominan dalam tanaman gambir adalah golongan flavonoid (Cowan, 1999). Meskipun demikian, gambir juga diketahui mengandung beberapa senyawa golongan terpenoid.

Golongan senyawa flavonoid dalam tanaman gambir yang paling utama adalah katekin dan asam kateku tanat (Das, 1967). Beberapa sumber menyatakan bahwa gambir mengandung zat penyamak untuk mewakili kedua senyawa itu (Heyne, 1987). Dalam perdagangan, salah satu komponen mutu gambir ditentukan berdasarkan pada kandungan katekinnya. Untuk gambir Mutu I, II, dan III kandungan katekin minimal secara berurut-urut adalah 60 persen, 50 persen, dan 40 persen (Risfaheri *et al.*, 1993). Dalam daun gambir, biasanya kadar katekin dipengaruhi oleh tingkat ketuaan daun, daun muda memiliki kadar katekin relatif lebih tinggi dari pada kadar katekin dalam daun tua. Oleh karena itu, untuk mendapatkan produk gambir dengan kualitas baik, bahan yang digunakan dipetik dari daun relatif masih muda, biasanya merupakan ranting dengan daun 8-12 lembar (empat sampai enam pasang daun). Sebagai contoh, ekstraksi katekin dari daun muda, daun tua, dan campuran daun muda dan daun tua, memberikan rendemen dan kadar katekin secara berurut-urut sebesar 9,71 persen dan 48,82 persen, 8,44 dan 33,73 persen, dan 9,16 dan 39,51 persen (Hasan *et al.*, 2000).

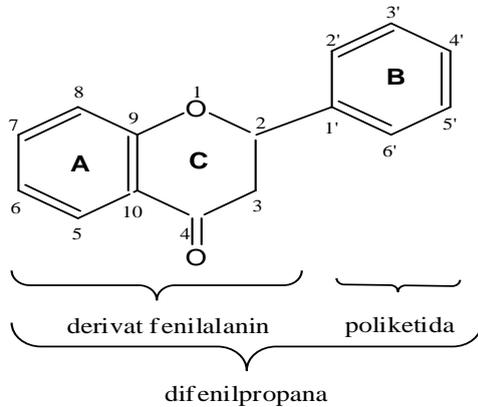
Selain katekin, daun gambir mengandung senyawa lain seperti fenolik, protein, abu, dan air. Fenolik lain dalam gambir di antaranya adalah kuersetin, tanin, dan terpenoid yang terdiri dari 7 α -acetoxydihydronomilin (Laus, 2004).

SENYAWA KATEKIN

Katekin adalah senyawa polifenol alami yang merupakan metabolit sekunder tanaman tertentu, termasuk dalam penyusun golongan tanin. Tanin adalah senyawa fenolik kompleks yang memiliki berat molekul 500-3000. Tanin dibagi menjadi dua kelompok atas dasar tipe struktur dan aktivitasnya terhadap senyawa hidrolitik terutama asam, tanin terkondensasi (*condensed tannin*) dan tanin yang dapat dihidrolisis (*hydrolyzable tannin*) (Naczki *et al.*, 1994).

Tanin terkondensasi disebut juga sebagai proantosianidin, yang merupakan polimerik flavoloid. Flavonoid adalah senyawa yang mempunyai cincin heterosiklik yang disintesis dalam tumbuhan dari turunan asam amino fenilalanin dan poliketida. Kedua senyawa itu membentuk satu molekul difenilpropana ($C_6 + C_3 + C_6$) (Shahidi dan Naczki, 1995; Smith *et al.*, 2003), yang selanjutnya disebut sebagai flavonoid. Kerangka dasar struktur senyawa flavonoid dan sistem pemberian nomor atom karbonnya (Ge *et al.*, 2003 dan Kajiya *et al.*, 2004) dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Dari Gambar 3.2 dapat diketahui bahwa senyawa flavonoid memiliki dua cincin fenol, cincin fenol A, dan cincin fenol B. Kedua cincin fenol itu dihubungkan oleh propana siklis C melalui karbon 2 dan 1'. Suatu senyawa flavonoid bisa bergabung dengan flavonoid lain membentuk dimer, oligomer, polimer, hingga terbentuk tanin terkondensasi. Unit konsekutif dari tanin terkondensasi dihubungkan melalui ikatan antarflavonoid melalui C_4 pada flavonoid pertama dengan C_8 atau C_6 pada flavonoid berikutnya (Hagerman, 2002; Abrahams *et al.*, 2002; dan Ge *et al.*, 2003).



Gambar 3.2. Kerangka dasar struktur kimia flavonoid
(Shahidi dan Nacz, 1995; Ge *et al.*, 2003; dan Kajiya *et al.*, 2004)

SIFAT KIMIAWI KATEKIN

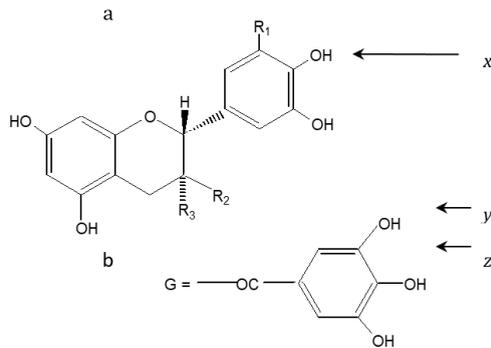
Katekin sendiri termasuk dalam kelompok penyusun tanin terkondensasi dan merupakan senyawa paling populer di antara senyawa penyusun tanin terkondensasi lainnya (Hagerman, 2002). Kepopuleran senyawa ini tidak lain adalah karena besarnya manfaat katekin di berbagai bidang baik pangan maupun farmasi dan kesehatan, terutama karena sifat antioksidannya. Senyawa ini dikenal sebagai famili flavan-3-ols (Paveto *et al.*, 2004), terdiri dari (+)-katekin dan isomernya, (-)-epikatekin. Masing-masing senyawa itu dapat membentuk enansiomer, yakni (-)- katekin dan (+)-epikatekin. Tetapi, kedua senyawa terakhir jarang dijumpai di alam (Veluri, 2004).

Rumus molekul katekin adalah $C_{15}H_{14}O_6$ dengan komposisi unsur C = 62,07 persen, unsur H = 4,86 persen, dan unsur O = 33,07 persen. Berat molekul senyawa katekin adalah 290,27. Konformasi struktur kimia katekin (K) dan epikatekin (EK) adalah berbentuk *cis*. Masing-masing katekin dan isomernya memiliki tiga jenis turunannya, katekin galat (KG), galokatekin (GK), galokatekin galat (GKG), epikatekin galat (EKG), epigalokatekin (EGK), dan epigalokatekin galat (EGKG). Jenis-jenis katekin disusun berdasarkan pada kerangka dasar struktur senyawa katekin dan epimernya (Ko *et*

al., 2004, Gambar 2.3.a). Katekin dalam gambir adalah (+)-katekin (Pambayun *et al.*, 2007).

Katekin atau epimernya dengan asam galat mengalami reaksi esterifikasi membentuk ester (3-O-galat) (Nakai *et al.*, 2005). Dalam bentuk terkombinasi dengan asam galat (bentuk ester), katekin dan epimernya menjadi bersifat lebih reaktif, seperti katekin galat, galokatekin galat, epikatekin galat, dan epigalokatekin galat. Peningkatan reaktivitas ini antara lain dipengaruhi oleh penambahan gugus hidroksil yang terdapat pada asam galatnya (Gambar 2.3.b).

Senyawa katekin sangat stabil pada kondisi asam dan kurang stabil pada kondisi alkalin. Dalam suasana alkalin, stabilitas epikatekin kurang stabil dibanding stabilitas katekin (Zhu *et al.*, 2002). Stabilitas katekin dalam suasana asam dapat dimengerti, karena katekin sendiri mampu menerima sepasang elektron sehingga berdasarkan pada teori asam-basa Lewis, senyawa yang demikian bersifat sebagai asam dan stabil dalam larutan asam (Morrison dan Boyd, 1983). Pada teori lain disebutkan, meskipun memiliki banyak gugus hidroksil (yang merupakan ciri senyawa basa Arrhenius), jika gugus-gugus itu langsung terikat pada cincin fenol, maka senyawa yang terbentuk bersifat sebagai asam, dan oleh karenanya stabil dalam kondisi asam (Sastrohamidjojo, 1996). Dengan demikian dapat diketahui bahwa katekin adalah senyawa yang bersifat asam.



Keterangan:

- a = katekin
- b = asam galat

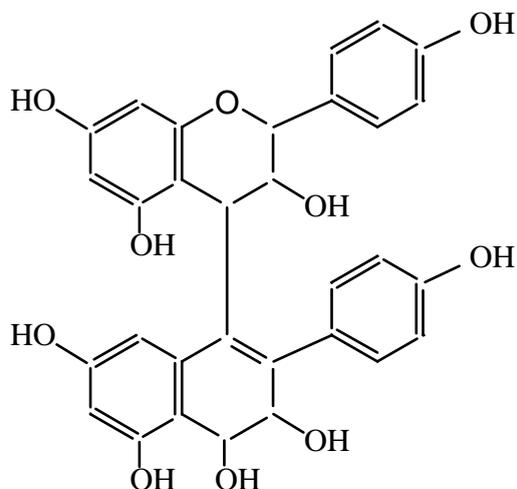
Nama Senyawa	R ₁	R ₂	R ₃
Katekin	H	OH	H
Katekin Galat	H	OG	H
Galo Katekin	OH	OH	H
Galo Katekin Galat	OG	OG	H
Epikatekin	H	H	OH
Epikatekin Galat	H	H	OG
Epigalo Katekin	OH	H	OH
Epigalokatekin	OH	H	OG

Galat

Gambar 3.3. Kerangka dasar struktur kimia katekin (Paveto *et al.*, 2004).

Reaktivitas senyawa katekin sangat menentukan aktivitas biologis senyawanya. Reaktivitas senyawa ini dipengaruhi oleh jumlah dan konfigurasi gugus hidroksil pada posisi *ortho* dari senyawa fenolik (Smith *et al.*, 2003). Dengan demikian, pada senyawa katekin (ada dua gugus hidroksil), gugus hidroksil (OH) yang bersifat reaktif adalah OH pada posisi *ortho* (nomor *x*). Dalam bentuk ester galat (katekin yang berikatan dengan asam galat), senyawa katekin memiliki lima gugus hidroksil, tiga gugus diantaranya bersifat reaktif pada posisi *x*, *y*, dan *z* (Gambar 3.3). Jadi, bentuk ester galat bisa lebih reaktif dari pada bentuk katekin dasarnya.

Katekin juga bisa membentuk senyawa dimer sehingga diperoleh senyawa prosianidin dan senyawa gambirin (Gambar 3.4), yaitu senyawa yang terdiri dari dua katekin yang berikatan melalui atom C₄ dari senyawa katekin pertama dengan atom C₈ dari senyawa katekin berikutnya (Taniguchi *et al.*, 2007). Selain dimer, katekin bisa membentuk oligomer dan polimer. Ada indikasi bahwa dalam gambir terdapat oligomer dan polimer, yang jumlahnya bisa meningkat selama proses pengolahan gambir.



Gambar 3.4. Senyawa dimer gambirin yang terdapat dalam produk gambir (Laus, 2004 dan Taniguchi *et al.*, 2007).

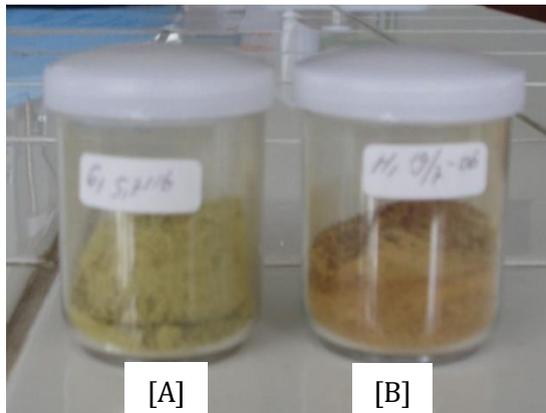
SIFAT FISIK KATEKIN

Beberapa sifat fisik katekin yang penting antara lain; titik leleh, warna kristal, kelarutan, dan kemampuan berotasi pada bidang sinar terpolarisasi. Titik leleh katekin ada pada suhu 93 - 96°C atau 175 - 177 °C jika dalam bentuk anhidrat. Katekin merupakan kristal tak berwarna atau sedikit berwarna krem atau kuning kecoklatan (Gambar 2.5.), mudah larut dalam pelarut polar seperti etil asetat, metanol, dan etanol yang memiliki indeks polaritas secara berurutan 4,4, 5,1, dan 5,2 (Palleros, 1993). Katekin tidak mudah larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas. Pada pelarut semipolar seperti etil asetat, katekin larut secara sempurna. Ini berarti bahwa tingkat polaritas katekin adalah medium, seperti polaritas etil asetat. Kemampuan berotasi senyawa ini adalah +16° sampai +18,4°.

Ekstraksi katekin menggunakan pelarut etil asetat dan dapat dilakukan dengan metode sederhana, yaitu dengan metode maserasi dan metode Soxhlet. Metode maserasi dilakukan dengan cara perendaman bubuk gambir dalam pelarut etil asetat selama 24 jam. Sedangkan metode Soxhlet, bubuk gambir diekstraksi dengan

menggunakan satu unit alat ekstraktor Soxhlet, dengan suhu pemanasan sesuai titik didih pelarut etil asetat.

Ekstraksi menggunakan Soxhlet memberikan hasil ekstrak yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode maserasi meskipun bedanya tidak signifikan. Alasannya karena pada metode Soxhlet dilakukan pemanasan pada suhu sesuai dengan titik didih pelarut yang diduga dapat memperbaiki kelarutan bahan terekstrak (katekin). Namun demikian, ekstrak yang diperoleh dengan menggunakan metode Soxhlet berwarna lebih tua (lebih gelap) dari pada warna ekstrak yang diperoleh dengan metode maserasi (Gambar 2.5). Warna yang lebih tua menunjukkan terjadinya reaksi oksidasi pada senyawa yang terdapat dalam bahan terekstrak yang berdampak pada proses pencoklatan sebagai akibat dari pemanasan. Dengan demikian, ekstraksi gambir menggunakan metode maserasi menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan hasil yang diperoleh dari ekstraksi dengan metode Soxhlet, meskipun metode Soxhlet menghasilkan rendemen yang lebih tinggi.



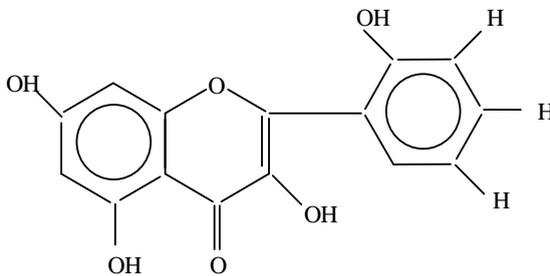
Gambar 3.5. Bahan terekstrak dari produk gambir komersial dengan metode [A] maserasi dan [B] Soxhlet menggunakan pelarut etil asetat.

Metode Soxhlet menghasilkan warna ekstrak lebih tua (Pambayun et al., 2007).

KUERSETIN

Senyawa kuersetin juga terdapat dalam daun gambir. Senyawa ini mirip dengan katekin dan memiliki sifat antioksidan. Kuersetin termasuk dalam golongan senyawa flavonol. Meskipun jumlahnya tidak signifikan jika dibandingkan dengan katekin, keberadaannya dalam gambir dapat meningkatkan kemampuan sifat antioksidan gambir.

Secara kimiawi, senyawa kuersetin meningkatkan aktivitas antioksidatif beberapa asam amino yang bersifat sebagai antioksidan. Asam amino yang secara sinergis ditingkatkan sifat antioksidannya oleh kuersetin adalah metionin. Dengan demikian, jika kedua senyawa tersebut terdapat dalam suatu sistem yang sama maka akan bekerja secara sinergistik kemampuan antioksidannya. Struktur senyawa kimia kuersetin dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 3.6. Senyawa Kuersetin termasuk dalam golongan flavonol dari flavonoid (Sahidi, 1997)

KEGUNAAN DAUN GAMBIR

Tanaman ini dapat bertahan selama berabad-abad karena kegunaannya terutama bagi kesehatan. Secara tradisional, daun gambir banyak dimanfaatkan sebagai obat-obatan; antara lain obat anti diare, obat flu (meredakan pilek/hidung tersumbat), anti infeksi, obat sakit perut, obat sakit gigi, anti jerawat, pelengkap makan sirih, dan lain-lain. Pada masa sekarang, seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, produk gambir yang berasal dari ekstraksi daun gambir banyak dimanfaatkan di berbagai bidang antara lain bidang

pangan dan industri. Dalam bidang pangan, ekstrak gambir dapat dimanfaatkan sebagai pengawet pangan seperti bakso, tahu, dan juga minuman penyegar. Dalam bidang industri, ekstrak gambir dimanfaatkan dalam bidang industri farmasi, industri kecantikan, *food additives*, industri bahan pewarna, dan lain-lain.

Kebermanfaatan tersebut sangat erat hubungannya dengan komponen kimia yang terkandung dalam produk gambir. Komponen utama dalam produk gambir adalah katekin dan tanin. Katekin dan tanin yang tergolong dalam senyawa flavonoid yang disintesa oleh tanaman ini dalam daun. Katekin dan tanin antara lain bersifat sebagai antioksidan dan antibakteri.

Gambir banyak dimanfaatkan untuk obat-obatan dan kecantikan dikarenakan sifat antioksidannya. Di dalam tubuh manusia paling tidak terdapat ribuan reaksi oksidasi yang mengarah pada proses penuaan dan menginisiasi kemungkinan terjadinya penyakit degeneratif. Reaksi oksidasi tubuh berhubungan erat dengan asupan makanan yang berpotensi mengandung radikal bebas, seperti makanan berlemak dan makanan lain yang mengandung senyawa yang mudah mengalami oksidasi. Reaksi oksidasi dapat dihindari atau ditekan jika dalam kesehariannya manusia memperhatikan asupan makanannya dan mulai mengkonsumsi makanan yang mengandung senyawa antioksidan.

Dengan adanya asupan senyawa antioksidan, reaksi oksidasi dalam tubuh dapat ditekan, penyakit degeneratif dapat dicegah, sehingga prevalensi munculnya penyakit degeneratif pada manusia dapat dicegah bahkan dapat cenderung membuatnya menjadi awet muda dan sehat.

Gambir memiliki rasa pahit dan sepat (*astringen*) dan ada yang memiliki *after taste* manis. Sifat manis yang timbul perlahan-lahan apabila gambir dikunyah karena terlepasnya senyawa gula dari tanin melalui reaksi hidrolisa enzimatik pada mulut manusia. Enzim yang terlibat adalah amilase yang terdapat dalam cairan mulut (air liur). Sifat senyawa yang mudah terhidrolisa ini menunjang gambir untuk dimanfaatkan sebagai *food additives*, bahan pangan tambahan dengan berbagai aspek positifnya.

Selain sebagai antioksidan, katekin juga dapat berfungsi sebagai antibakteri, penghambat pertumbuhan bakteri, dan anti virus. Sifat antibakteri ini telah dibuktikan melalui penelitian Pambayun (2007) dengan menggunakan bakteri Gram-positif,

Streptococcus mutans, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis*. Atas dasar itu, gambir banyak digunakan sebagai obat luka, obat diare, obat antiinfeksi, dan obat sakit perut terutama yang diakibatkan oleh makanan yang tidak higienis (*food borne disease*). Lebih jauh, gambir sangat tepat dimanfaatkan sebagai bahan untuk obat kumur sehingga mampu mencegah terbentuknya plak pada gigi dan kerusakan gigi karena karies.

Sifat lain gambir adalah sebagai absorben. Senyawa katekin mudah mengikat zat-zat organik seperti protein, karbohidrat, dan lipida melalui ikatan hidrogen. Jadi, sifat pengikatannya adalah lemah dan mudah terputus kembali. Inilah yang merupakan salah satu faktor bahwa gambir bisa bersifat sebagai absorben. Sifat absorben dari gambir yang telah dikeringkan, sangat bagus digunakan untuk bahan penjernih pada pengolahan bir dan minuman fermentasi lain. Dalam hal ini, gambir tidak merubah flavor bir atau bahan minuman lain yang difermentasi.

Karena dapat mengikat protein, gambir juga sering digunakan sebagai bahan pengikat (*chelating agen*). Sebagai bahan pengikat, gambir sering digunakan untuk menyamak kulit. Tetapi, belakangan, fungsi gambir sebagai penyamak digantikan dengan kulit batang akasia, yang memiliki harga lebih murah.

Pada bab tersendiri, akan dibahas manfaat gambir secara mendalam dan mekanisme senyawa utama gambir serta hubungannya dengan kesehatan tubuh manusia. Disamping itu, prospek pemanfaatan gambir dalam berbagai bidang juga dikemukakan untuk membuka wacana bahwa tanaman yang menuju kelangkaan ini ternyata memiliki fungsi dan manfaat yang luar biasa.

BAB 4

TEKNOLOGI PENGOLAHAN GAMBIR

PRINSIP PENGOLAHAN GAMBIR

Pengolahan gambir pada prinsipnya adalah pengambilan getah yang mengandung katekin sebanyak mungkin dari daun dan ranting gambir muda. Pengolahan dapat dilakukan menggunakan beberapa metode, yakni metode fisis, mekanis, biologis, dan gabungan di antaranya.

Metode fisis biasanya dilakukan dengan pengeringan. Daun gambir segar dikeringkan sampai kadar air mencapai 5-7 persen, daun diremas atau dijadikan bubuk. Daun kering selanjutnya diseduh dengan air panas. Seduhan daun diendapkan, dan endapan yang diperoleh selanjutnya dikeringkan. Endapan kering inilah yang kemudian disebut sebagai ekstrak daun gambir dari cara pengolahan kering atau metode fisis.

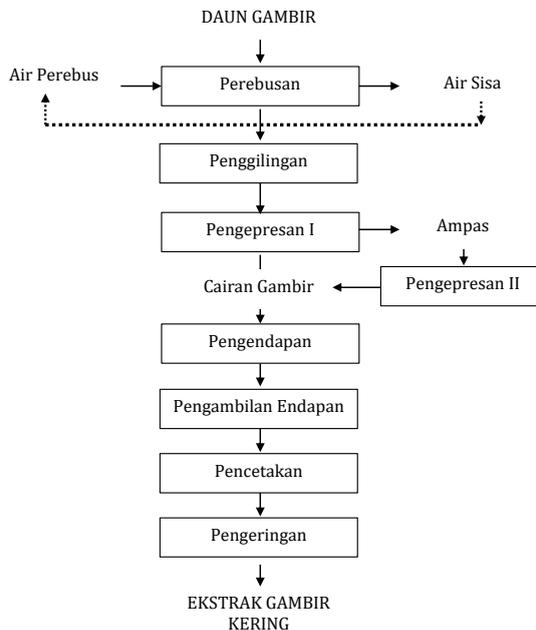
Metode mekanis biasanya dilakukan dengan perajangan atau pengecilan ukuran, penggulungan, dan pengepresan setelah daun direbus terlebih dulu. Tujuannya agar sari daun gambir dapat diambil sebanyak mungkin. Metode ini banyak dilakukan oleh petani gambir di Indonesia.

Diketahui, katekin tidak larut dalam air dingin tetapi larut dalam air panas. Apabila daun gambir direbus, maka sebagian katekin akan terlarut ke dalam air. Pada saat larutan diendapkan, akan terjadi pemisahan antara supernatan dan endapan. Supernatan dibuang, endapan diambil untuk dicetak dan dikeringkan menjadi produk bernama gambir.

Metode biologis biasanya dilakukan dengan cara membebaskan katekin tanpa pemanasan, dengan merusak sistem jaringan daun atau selular secara enzimatik oleh mikrobia, sehingga katekin terbebaskan dari sistem jaringan atau sistem selular. Tetapi, untuk industri pengolahan gambir skala kecil, cara ini sulit dilakukan terutama pada tahap pemurnian produknya. Dari ketiga metode ini, metode mana yang menghasilkan jumlah katekin terbanyak, hal ini masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

TAHAP-TAHAP PENGOLAHAN GAMBIR

Tahap-tahap pengolahan gambir terdiri dari sortasi daun hasil pemetikan, pemanasan, penggilingan, pengepresan, pengendapan hasil pengepresan, penirisan, pencetakan, dan pengeringan. Cara pengolahan bervariasi antar daerah satu dengan lainnya, namun pada prinsipnya sama. Diagram alir pengolahan gambir dapat dilihat pada Gambar 4.1.



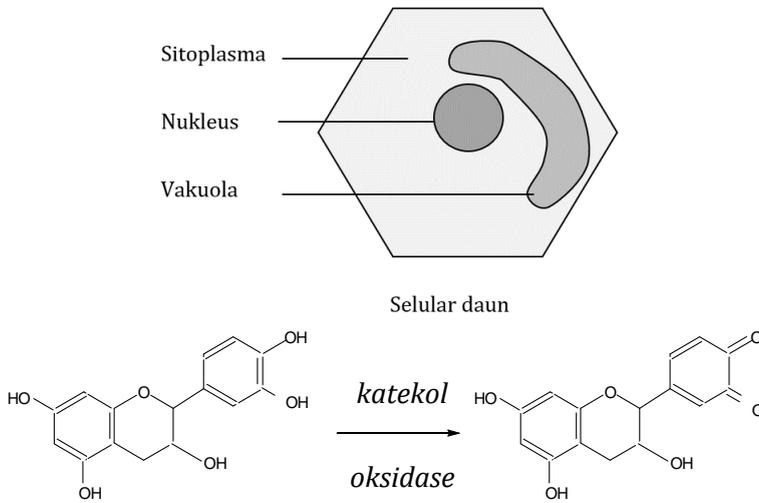
Gambar 4.1. Diagram alir pengolahan daun gambir menjadi ekstrak gambir kering

PENERIMAAN DAUN DAN SORTASI

Daun yang dipetik dikumpulkan dalam wadah yang terbuat dari rotan. Sesampai di unit pengolahan, daun gambir biasanya langsung dipanaskan dengan cara perebusan. Penundaan proses diperbolehkan asal daun disimpan dalam ruang yang sejuk supaya daun segar tidak mengalami perubahan fisik sebelum pengolahan. Jika terjadi penundaan pengolahan, kualitas daun harus tetap dijaga dengan cara dilakukan penyimpanan pucuk dalam tempat yang disediakan secara khusus, bebas sinar matahari, bebas kotoran yang dapat menyebabkan meningkatnya impuritis, dan bebas kerusakan mekanis.

Perajangan

Perajangan adalah suatu tahap yang bertujuan untuk pengecilan pucuk atau daun sehingga memudahkan saat dilakukan perebusan. Perajangan dilakukan dengan cara pencacahan pucuk secara acak (*random chopping*). Hasil perajangan menyebabkan ranting hasil petikan ukurannya menjadi lebih pendek, sehingga mudah diikat dan dimasukkan wadah dan kualiti rebus. Di beberapa unit pengolahan gambir, perajangan tidak dilakukan karena dapat menyebabkan turunnya kualitas gambir. Perajangan menyebabkan kerusakan selular daun, sehingga memfasilitasi kontak antara fenol dengan polifenol oksidase, sehingga terjadi reaksi enzimatis. Akibat reaksi enzimatis, katekin mengalami derivatisasi atau mengalami perubahan menjadi orto-kuinon (Gambar 4.2). Karena yang ingin diekstrak adalah katekin, jika katekin mengalami perubahan, maka produk gambir yang diperoleh mengalami penurunan mutu. Disamping itu, perajangan menambah waktu pengolahan sehingga prosesnya menjadi lebih lama. Oleh sebab itu, perajangan atau pengecilan ukuran yang merupakan preparasi pendahuluan terkadang jarang dilakukan.



Gambar 4.2. Oksidasi katekin menjadi o-kuinon (Sahidi dan Naczk, 2004)

Perebusan pucuk daun

Perebusan pucuk daun (hasil petikan) mempunyai dua tujuan, menginaktifkan enzim katekol oksidase dan merusak struktur dinding sel daun sehingga daun lebih lunak dan mempermudah ekstraksi katekin. Inaktifasi enzim katekol oksidase penting, agar katekin terekstrak tidak mengalami reaksi oksidasi enzimatis menjadi o-kuinon (Gambar 3.2). Katekin yang telah berubah menjadi o-kuinon, menandakan mutu produk gambir yang dihasilkan menjadi menurun.

Untuk mengekstrak katekin, struktur dinding sel maupun dinding vakuola harus dirusak. Dengan demikian, pada saat dilakukan pengepresan katekin mudah dikeluarkan. Di beberapa tempat, untuk membantu ekstraksi dilakukan penggilingan daun, sehingga proses ekstraksi lebih mudah lagi dan katekin lebih mudah dikeluarkan.

Sebelum dilakukan perebusan, daun gambir dikemat (dimasukkan) dalam keranjang rebus (Gambar 4.3A). Perebusan biasanya dilakukan dalam kualii yang dipanaskan di atas tungku. Air yang dipakai dalam perebusan biasanya sebanding dengan daun

yang direbus. Contoh cara perebusan dapat dilihat pada Gambar 4.3B.



[A]



[B]

Gambar 4.3. [A]. Praperebusan daun gambir, daun terlebih dulu dimasukkan dan dipadatkan dalam suatu wadah yang menyerupai keranjang bambu, [B]. Perebusan daun gambir

Waktu perebusan sangat tergantung pada besarnya kebatan atau keranjang rebus. Namun, sebagai tolok ukur dihentikannya perebusan adalah apabila daun gambir sudah berubah menjadi layu (mengalami pelayuan) atau kondisinya agak lumat. Pada keadaan demikian, sari daun yang mengandung katekin mudah diekstraksi dengan pengepresan atau pengempaan.

Selesai perebusan, daun dibongkar dari keranjang perebusan (Gambar 4.4) untuk dilakukan penggilingan dan pengepresan. Pembongkaran dilakukan saat daun masih panas, tujuannya agar saat dilakukan penggilingan atau pengepresan keadaan daun juga masih panas. Diketahui, bahwa katekin larut dalam air panas, tidak larut dalam air dingin. Oleh sebab itu, cara mengeluarkan katekin juga pada saat daun masih dalam keadaan relatif panas.



Gambar 4.4. Pembongkaran daun gambir pascaperebusan dalam keadaan panas.

Penggilingan

Di beberapa tempat pengolahan gambir, sebelum dilakukan pengepresan, daun gambir digiling terlebih dahulu. Tujuannya agar katekin dapat terekstrak sebanyak mungkin. Namun demikian, derajat penggilingan tidak boleh terlalu tinggi sehingga mengakibatkan daun menjadi hancur seperti bubur. Jika terjadi demikian, banyak bahan lain non-katekin dalam daun ikut terekstrak, seperti selulosa, protein, klorofil, dan mineral. Terikutnya substansi lain meningkatkan impuritis (bagian non-katekin) pada produk, yang dapat menurunkan mutu produk. Atas dasar itu, ada beberapa unit pengolahan gambir yang tidak melakukan penggilingan sebelum daun dipres.

Penggilingan dilakukan dengan menggunakan mesin penggiling (Gambar 4.5). Daun gambir hasil rebusan dimasukkan dalam alat penggiling melalui corong pemasukan dan digiling dalam alat itu sehingga begitu keluar dari alat, ukuran partikel daun sudah menjadi kecil. Ukuran kecil partikel daun memudahkan keluarnya cairan sel saat daun dilakukan pengepresan.



Gambar 4.5. Penggilingan daun gambir pascaperebusan dalam keadaan hangat

Pengepresan

Pengepresan adalah tahap pengeluaran sari daun gambir yang mengandung senyawa katekin. Daun gambir yang telah direbus, struktur daunnya berubah menjadi lunak dan enzim oksidase telah mengalami inaktivasi. Pada kondisi demikian, daun telah siap diekstraksi kandungan polifenolnya, khususnya katekin.

Pengepresan dilakukan dengan alat sederhana, yang dibuat dari alat hidraulik berkekuatan 3-5 ton (Gambar 4.6). Daun yang telah siap dipres dimasukkan dalam wadah karung plastik atau dikebat (dimasukkan wadah). Pengepresan dilakukan dengan cara hati-hati, tekanan ditambah perlahan-lahan hingga cairan menetes. Cairan yang menetes dialirkan ke dalam penampung yang telah disediakan, selanjutnya dilakukan *setling* atau pengendapan.



Gambar 4.6. Pengepresan sari daun gambir dengan alat hidrolik berkekuatan 3 ton

Pengendapan

Hasil pengepresan berupa cairan yang mengandung sari daun gambir. Untuk memisahkan antara air sebagai pelarut dan katekin sebagai zat terlarut, dilakukan pengendapan dalam suatu alat yang disebut *pasu*. Alat itu terbuat dari kayu, menyerupai bentuk perahu (Gambar 4.7). Pengendapan dilakukan selama satu malam atau kurang lebih selama 10 - 12 jam. Dalam kurun waktu itu, diharapkan semua ekstrak daun telah terendapkan. Indikasi telah sempurnanya proses pengendapan adalah air yang ada di bagian atas *pasu* menjadi lebih jernih, dan dibagian bawah telah terbentuk endapan.

Bagian yang mengendap adalah bagian terekstrak dari dalam daun gambir. Air sebagai pelarut terdapat di bagian atasnya. Untuk mengambil endapan, air yang berada di bagian atas dibuang dengan cara hati-hati. Endapan ditampung dalam wadah karung plastik, selanjutnya ditiriskan. Jika air tidak menetes lagi, pasta sari gambir sudah siap dicetak sesuai dengan ukuran yang dikehendaki.



Gambar 4.7. Pengendapan sari daun gambir dalam *pasu*, alat pengendap yang terbuat dari kayu menyerupai perahu ceper.

Pencetakan

Sari gambir yang telah menjadi pasta siap dicetak sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Pencetakan dilakukan dengan menggunakan papan pencetak yang terdiri dari papan dasar dan papan cetakan, seperti pencetakan batu merah (Gambar 3.8A). Hasil cetakan selanjutnya diiris-iris menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Ukuran irisan biasanya adalah 12x4x3 cm per batang. Ukuran ini selanjutnya disusun menjadi *jaras* (satu *jaras* terdiri dari 140 batang), beratnya bervariasi, antara 0,4-0,5 kg. Biasanya, satuan yang dipakai untuk menentukan harga ditingkat petani tertentu adalah *jaras*.

Pencetakan versi lain dilakukan dengan menggunakan bumbung yang terbuat dari bambu (Gambar 3.8B). Gambir yang sudah dalam bentuk pasta dicetak dalam bentuk silindris. Ukuran penentuan harga gambir bentuk silindris adalah kilogram. Pencetakan dalam bentuk balok dengan satuan *jaras* biasanya dilakukan oleh pengrajin gambir dari Sumatera Selatan, sedang dalam bentuk silindris dengan satuan kilogram dilakukan oleh pengrajin gambir Sumatera Barat. Namun demikian, beberapa pengrajin gambir juga ada yang mencetak dalam bentuk lain, seperti bentuk kubus, dan bentuk lainnya.



[A]



[B]

Gambar 4.8. Pencetakan dan pengirisan gambir dalam bentuk balok atau batangan [A] dan pencetakan dalam bentuk silindris [B].

Pengeringan

Gambir yang sudah dicetak harus segera dilakukan pengeringan. Pengeringan bisa dilakukan dengan tiga cara, pengasapan, sinar matahari, dan pengeringan dengan oven. Pengasapan biasanya dilakukan dengan meletakkan gambir di atas *tray* bambu (Gambar 3.9A) dan selanjutnya diletakkan di atas tungku perebusan. Pengeringan dengan cara ini memberikan keuntungan yakni gambir menjadi awet dan tidak ditumbuhi jamur saat dilakukan penyimpanan. Kelemahannya, gambir sering mengalami *casehardening*, bagian permukaan kering dan keras tetapi bagian dalamnya masih basah. Selain itu, komponen asap seperti aerosol bisa bereaksi dengan katekin membentuk senyawa kompleks yang dicirikan pada sudut blok gambir berwarna lebih gelap dari sisi lainnya.

Pengeringan yang baik adalah di bawah sinar matahari selama 2-3 hari (Gambar 3.9B). Tetapi, pengeringan dengan cara ini sangat tergantung pada cuaca. Jika cuaca bagus, hasil pengeringan akan bagus. Sebaliknya, jika cuaca tidak mendukung (intensitas cahaya matahari tidak tinggi), gambir yang sedang dikeringkan kadang ditumbuhi oleh jamur, yang dapat merusak mutu (flavor) gambir. Untuk mengatasinya, biasanya pengeringan dilakukan dengan oven pengering dengan sumber panas berasal dari tungku perebusan.

Senyawa kompleks ini menyebabkan warna gambir semakin gelap bahkan coklat kehitam-hitaman.



[A]



[B]

Gambar 4.9. Penataan di atas *trays* sebelum gambir dikeringkan [A] dan proses pengeringan di bawah sinar matahari [B].

Pengemasan

Gambir yang telah kering sebaiknya segera dikemas. Gambir kering memiliki sifat higroskopis (mudah menyerap air) dan rapuh (mudah hancur). Bentuk dan ukuran kemasan biasanya dilakukan sesuai dengan bentuk dan ukuran produk gambir. Produk dengan bentuk balok atau batangan (Gambar 3.10A) dikemas dalam plastik dengan satuan *jaras*. Satu *jaras* adalah satuan tradisional yang terdiri dari batangan gambir dengan berat total sekitar 0,5 kg. Sedang produk dalam bentuk silindris (Gambar 3.10B) dikemas dalam karung dengan satuan kilogram.

Pengemasan gambir batangan dilakukan dengan menggunakan plastik polipropilen (PP) tahan air sebagai pelapis primer dan mampu melindungi produk dari kerusakan karena sifat higroskopis, dan kotak berbahan kertas (kardus) sebagai pengemas sekunder (Gambar 3.11) untuk menjaga gambir tidak mudah hancur selama dalam transportasi. Ukuran kemasan biasanya tergantung pada pesanan konsumen.



[A]



[B]

Gambar 4.10. Produk gambir dalam bentuk batangan atau balok [A] dan produk gambir dalam bentuk silindris [B].



Gambar 4.11. Contoh kemasan gambir dalam satuan *jaras*, kurang lebih 0,5 kg per *jaras*

PENGENDALIAN PROSES

Prinsip pengendalian proses

Selain terhadap kualitas, teknologi proses pengolahan gambir sangat berpengaruh terhadap kuantitas produk gambir. Tahap-tahap proses yang mempengaruhi kuantitas adalah tahap perajangan atau pengecilan ukuran, metode perebusan, penggilingan, dan pengeringan. Keempat tahap tersebut dapat mempengaruhi

rendemen dan kadar katekin, serta kualitasnya. Dari kenyataan yang ada di lapangan, tahap-tahap proses tersebut kurang mendapat perhatian serius oleh petani gambir.

TAHAPAN YANG HARUS DIKENDALIKAN

Perajangan

Dalam sistem seluler daun gambir, katekin terdapat di dalam vakuola, dan enzim katekol oksidase terdapat di dalam sitoplasma. Secara alami keduanya senyawa tersebut (katekol oksidase sebagai enzim dan katekin sebagai substrat) tidak akan bertemu. Apabila daun gambir segar dirusak, secara seluler, sel akan mengalami kerusakan, sehingga isi vakuola dan sitoplasma saling kontak (bercampur), dengan bantuan oksigen dari udara terjadilah reaksi enzimatik (Gambar 4.2).

Tahap perajangan sebelum pemanasan dapat menyebabkan kontak enzim golongan oksidase dengan katekin sehingga terjadi reaksi enzimatik menghasilkan senyawa turunan katekin yakni *o*-kuinon, yang memiliki sifat kimia berbeda dengan katekin (Gambar 4.2). Dengan demikian, kadar katekin dari pengolahan yang dihasilkan melalui tahap perajangan menjadi berkurang (tidak optimal). Perajangan daun gambir praolah sebaiknya dihindari. Daun gambir pascapanen seharusnya dijaga jangan sampai mengalami kerusakan sebelum dilakukan pemanasan atau perebusan.

Tahap Perebusan

Prinsip perebusan adalah menggunakan panas serendah mungkin, sehingga enzim katekol oksidase inaktif, dan lembaran daun gambir telah berubah menjadi layu. Diketahui, suhu inaktivasi enzim berkisar antara 60 sampai 80°C dalam waktu 10-30 menit. Oleh sebab itu, saat perebusan dianjurkan untuk menggunakan suhu serendah mungkin, tetapi bisa mencapai dua sasaran tadi. Perebusan yang terlalu lama dengan suhu tinggi memberikan setidaknya tiga kelemahan yaitu; adanya kemungkinan katekin mengalami kerusakan oksidatif; tidak hemat energi, dan daun menjadi lumat (saat dilakukan penggilingan daun menjadi bubuk).

Perebusan dalam proses pengolahan gambir memiliki arti menginkatiskan enzim katekol oksidase dan memutus reaksi enzimatik. Jika enzim katekol oksidase telah inaktif, walaupun antara enzim dan substrat saling kontak saat perebusan atau penggilingan, pertemuannya tidak memfasilitasi terjadinya reaksi enzimatik lagi, dan tidak menyebabkan terjadinya perubahan senyawa katekin menjadi *o*-kuinon.

Perebusan bisa dilakukan dengan metode terputus (*batch*) atau metode kontinyu. Perebusan metode terputus adalah perebusan dengan sekali proses dan air perebusan langsung dibuang. Sebaliknya, perebusan kontinyu berarti, perebusan yang menggunakan air terus menerus tanpa melakukan pembuangan air, meskipun daun gambir telah diambil. Air perebusan yang sudah digunakan dipakai lagi untuk merebus daun berikutnya.

Perebusan dengan metode terputus (*batch*) dapat menurunkan kadar katekin. Telah diketahui sebelumnya bahwa katekin tidak larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas. Pada saat daun gambir dipanaskan atau direbus, struktur daun berubah, sistem sel menjadi lisis (pecah), dan sebagian katekin terekstrak keluar dari sel dan larut dalam air panas. Perebusan metode terputus menyebabkan katekin yang larut dalam air panas (perebus) ikut terbuang saat air perebus dibuang. Selain menurunkan kadar katekin gambir, perebusan dengan metode terputus lebih boros air. Metode ini menyebabkan pemborosan air dan tidak ramah lingkungan.

Penggilingan

Tahap penggilingan dilakukan dengan tujuan mendapatkan ekstrak gambir sebanyak-banyaknya. Akan tetapi, yang terjadi bisa sebaliknya. Dengan penghancuran yang dilakukan menggunakan alat yang tidak didesain berdasarkan prinsip proses yang benar, mutu gambir yang dihasilkan menjadi kurang optimal, terutama densitas produk yang rendah (impuritas tinggi).

Daun gambir yang telah hancur, apabila dipres dengan pengepres hidraulik, yang terekstrak bukan hanya cairan sel saja (yang kaya katekin), tetapi juga hancuran partikel daun, yang mengandung senyawa-senyawa lain seperti selulosa, protein, klorofil, dan mineral. Semakin banyak senyawa lain terekstrak, semakin tinggi impuritasnya (ketidak murniannya), dan pada saat gambir dikeringkan densitas produk semakin menurun. Oleh karena

itu, produk gambir yang dihasilkan dengan metode penggilingan yang salah bersifat memakan tempat (*bulky*) serta dari segi kualitas menjadi rendah.

Jadi, tahap penggilingan yang salah dapat menurunkan kualitas kemurnian kadar katekin. Terbentuknya senyawa turunan katekin, hilangnya katekin akibat terbuang bersama air pemanas, dan adanya senyawa lain selain katekin seperti selulosa, protein, klorofil, dan mineral yang semakin besar, semua hal tersebut menyebabkan kemurnian katekin menjadi rendah, akibatnya kualitas gambir menurun. Selain tahap-tahap tadi, tahapan proses berikutnya yang sangat mempengaruhi kualitas gambir adalah tahap proses pengeringan.

Pengeringan

Pada awalnya pengeringan yang dilakukan dengan kombinasi metode pengeringan sinar matahari dan pengasapan. Pengeringan dengan panas matahari sebenarnya sudah cukup baik. Tetapi, pada saat intensitas cahaya matahari berkurang, gambir sangat mudah mengalami kerusakan. Kerusakan yang muncul biasanya ditandai dengan tumbuhnya mikroorganisme golongan jamur. Gambir yang telah terkontaminasi jamur menyebabkan penyimpangan aroma (*off-flavor*) dari aroma khas gambir menjadi apek (*rancid*).

Pertumbuhan jamur terjadi jika aktivitas air (a_w) $>0,3$. Pada kondisi ini, gambir belum kering. Salah satu senyawa yang memicu pertumbuhan jamur pada produk gambir adalah selulosa yang ikut terekstrak saat proses pengolahan sehingga jamur golongan selulolitik dapat tumbuh.

Petani gambir kadang mengeringkan gambir dengan cara pengasapan. Pengasapan dapat menekan pertumbuhan jamur pada permukaan gambir karena adanya kompleks katekin-aerosol dari asap. Kelemahannya, senyawa kompleks tersebut menimbulkan warna coklat kehitam-hitaman yang selain menurunkan kualitas warna produk gambir, katekin pada bagian permukaan juga mengalami kerusakan karena terbentuk kompleks tadi. Selain itu, suhu pengasapan tidak bisa dikendalikan hingga memicu terbentuknya *case hardening* yang menyebabkan bagian luar atau permukaan kering tetapi bagian dalam belum kering. Saat gambir diiris, bagian tengah tampak berkadar air lebih tinggi, $a_w > 0,3$,

keadaan ini memfasilitasi pertumbuhan jamur perusak dari bagian dalam gambir.

Untuk mengatasinya, pengeringan sebaiknya dilakukan kombinasi antara penjemuran dengan sinar matahari atau dengan oven pengeringan. Oven pengering bisa dilakukan dengan alat pengering *Waste Heating Unit (WHU)*. Dengan alat ini, selain menggunakan bahan bakar yang tersedia, malproses yang dapat menyebabkan penyimpangan warna dan *case-hardening* dapat dihindari.

Perbaikan Ukuran

Setelah sebelumnya dibicarakan mengenai perbaikan kualitas warna, kimia, fisik, dan mikrobiologis produk gambir, berikutnya perlu juga dilakukan perbaikan kualitas ke arah penyeragaman ukuran. Dengan penyeragaman ukuran gambir, selain menunjang standar mutu juga dapat memudahkan proses pengemasan. Penyeragaman ukuran tidak begitu krusial apabila gambir diarahkan untuk pasar dalam negeri. Tetapi, hal itu menjadi sangat penting jika produk gambir diarahkan untuk ekspor.

Perbaikan Sistem Pengemasan

Gambir yang sudah kering bersifat sangat mudah rusak karena teksturnya amorf (mudah hancur), higroskopis (mudah menyerap air), dan *sticky* (lengket) jika terjadi perubahan suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Jika tidak dikemas dengan baik, terutama pada kemasan sekunder, produk gambir sangat mudah mengalami kerusakan karena mudah hancur atau kadar air meningkat. Jika terjadi demikian, kemungkinan besar harga gambir di pasar akan jatuh, meskipun untuk pasar lokal. Oleh sebab itu, memperhatikan aspek pengemasan gambir sangat diperlukan untuk distribusi maupun pemasaran.

Sampai saat ini, gambir Indonesia belum pernah dikemas dengan cara yang baik, terutama untuk pasar lokal. Salah satu resiko dari pengemasan yang asal-asalan adalah timbulnya anggapan bahwa gambir merupakan produk yang hampir selalu mengalami kerusakan fisik saat didistribusikan. Kenyataan yang terjadi di lapangan, setelah sampai di grosir atau di pasar, produk gambir yang semula berbentuk batangan sebagian besar telah menjadi bubuk karena hancur dan lengket satu dengan lainnya. Untuk konsumen yang

menggunakan gambir sebagai salah satu bahan pewarna atau bahan pembatik, keadaan hancur dan lengket tidak jadi masalah. Tetapi, konsumen yang membutuhkan gambir dalam bentuk utuh kenyataan itu menjadi masalah serius dan berkaitan dengan harga jual.

Untuk mengatasi hal tersebut, beberapa produsen gambir telah berhasil mengemas gambir dengan menggunakan kemasan berbahan karton meskipun masih dalam bentuk sederhana. Desain pengemasan disesuaikan dengan satuan jual terkecil, yaitu jaras. Satu jaras terdiri dari 165 keping gambir (ukuran per keping adalah 1 x 1,5 x 8,5 cm) dengan bobot $\pm 4,3$ ons. Kemasan untuk satu jaras adalah kemasan primer, yaitu plastik polipropilen (PP). Kemasan sekunder menggunakan karton berbentuk kotak yang berukuran 40 x 50 x 60 cm dan dapat diisi 50 jaras gambir.



Gambar 4.12. Contoh kemasan gambir dalam kemasan sekunder, kurang lebih 50 jaras

Contoh kemasan primer untuk satu jaras dan kemasan sekunder berisi 50 jaras gambir dapat dilihat pada Gambar 4.12. Kemasan sekunder tersebut terbuat dari karton atau dari kardus yang relatif kuat. Sebaiknya, gambir segera didistribusikan sesaat dikemas dengan pengemas sekunder. Masalah yang akan terjadi jika dilakukan penundaan distribusi adalah terjadinya peningkatan kadar air karena gambir bersifat higroskopis, sehingga gambir menjadi lembab, a_w meningkat hingga sehingga mudah ditumbuhi jamur. Hal ini dapat merusak produk gambir, terutama kerusakan fisik yaitu terjadinya perubahan warna, aroma, (*off-flavor*), kerusakan kimiawi, dan kerusakan mikrobiologis.

BAB 5

KANDUNGAN KIMIAWI GAMBIR

BAHAN TEREKSTRAK DAN FENOLIK TOTAL DIPENGARUHI OLEH TINGKAT KETUAAN DAUN GAMBIR

Kandungan senyawa kimia terutama fenol, sangat tergantung pada tingkat ketuaan daun. Dalam satu petikan saat panen, biasanya terdapat enam pasang daun. Jika dikelompokkan, dua pasang pertama dari ujung adalah daun muda, dua pasang di tengah adalah daun sedang, dan dua pasang daun berikutnya adalah daun tua, masing-masing pasangan tersebut memiliki hasil analisis fenol pada produk gambir menunjukkan perbedaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada tingkat ketuaan tertentu, produk gambir yang diolah secara basah maupun kering, memiliki persentase bahan terekstrak dan kadar fenolnya paling tinggi. Sebagai contoh, produk gambir yang diolah secara basah dan diekstraksi menggunakan etil asetat (sebagai pelarut fenol), menghasilkan persentase bahan terekstrak dari daun muda, daun sedang, dan daun tua secara berurut-urut adalah 64,66%; 64,96%; dan 63,97%, sedangkan untuk kadar fenolnya secara beurut-urut adalah 50,96%; 51,08%; dan 50,01%. Demikian juga persentase bahan terekstrak dan kadar fenol pada produk gambir yang dihasilkan dengan cara kering, persentase bahan terekstrak dengan etil asetat untuk daun muda, sedang, dan tua, secara berurut-urut adalah 63,97%; 62,73%; dan 59,99% dengan kadar fenol 49,49%; 50,10%; dan 49,52% (Tabel 4.1). Secara statistik, kadar bahan terekstrak dan fenol pada daun muda dan daun sedang menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Namun demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa urutan daun pada ranting yang dipetik memiliki kandungan fenol yang berbeda-beda (Pambayun, 2008).

Pada pengolahan cara kering, bahan terekstrak dan fenolik total menunjukkan konsentrasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan gambir pengolahan cara basah pada dua tingkat ketuaan daun (muda dan tua). Pada pengolahan cara kering, penetrasi air penyeduh ke dalam jaringan daun kering relatif lebih sulit dibandingkan penetrasi air ke dalam jaringan daun segar yang diolah dengan cara basah. Dengan demikian, komponen yang terlarut saat proses penyeduhan pada pengolahan gambir cara kering, jumlahnya lebih sedikit dibanding dengan komponen terlarut pada pengolahan gambir cara basah.

Tabel 5.1. Persentasi bahan terekstrak dan fenolik total dari produk gambir yang diperoleh dengan pengolahan cara basah (B) dan cara kering (K) untuk daun muda (m), sedang (s), dan tua (t).

Sampel	Bahan Terekstrak (%)	Fenolik Total (%)
Bm	64,66±0,97 ^a	50,96±0,17 ^a
Bs	64,96±0,41 ^a	51,08±0,17 ^a
Bt	61,98±0,44 ^b	50,01±0,10 ^b
Km	63,97±0,59 ^a	49,49±0,34 ^c
Ks	62,73±1,14 ^b	50,10±0,17 ^b
Kt	59,99±0,49 ^c	49,52±0,10 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata, dan angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata, dengan BNT 5%=1,30 (untuk polifenol) dan 0,34 (untuk fenol)

Selama proses ekstraksi gambir dalam bentuk solid menggunakan pelarut, solut yang ada dalam sistem solid akan terlepas dalam kondisi nonstasioner (*nonsteady conditions*) sebagai larutan yang tergantung pada beberapa faktor (Agulera, 2003 dalam Tzia dan Liadakis, 2003), antara lain; masuknya pelarut dalam matriks solid, pelarutan komponen, pemindahan solut ke dalam permukaan solid, migrasi solut terlarut dalam sistem larutan, pergerakan ekstrak (sistem larutan) dari sistem solid, dan pemisahan ekstrak dari solidnya.

Sebagai contoh, pada daun teh (Hasan *et al.*, 2000), semakin muda daun semakin tinggi fenolik total dan katekinnya. Namun demikian, pada produk gambir dari daun muda, senyawa fenolik total yang dinyatakan sebagai katekin memiliki kandungan lebih rendah

dari pada senyawa fenolik total pada produk gambir dari daun yang lebih tua sampai pada batas umur daun tertentu (Das dan Griffiths, 1967).

Sebagai produk metabolit sekunder, flavonoid terbentuk bukan pada awal terjadinya suatu organ tanaman, tetapi pada fase umur jaringan tanaman tertentu. Kenyataan ini menunjukkan bahwa sintesa polifenol yang optimal terjadi pada tingkat umur daun tertentu.

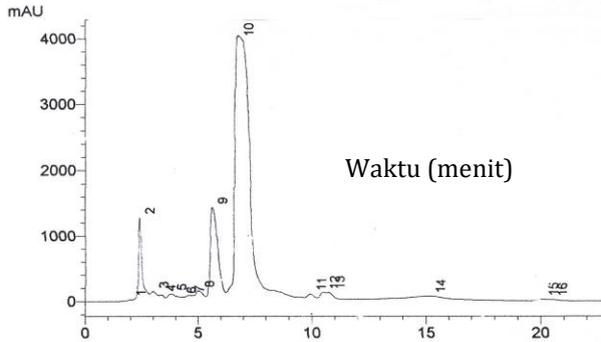
Fenomena Menarik Tentang Kandungan Katekin Gambir Dari Pengolahan Cara Basah dan Kering

Berbeda dari pengolahan cara basah, produk gambir yang diolah cara kering histogram katekinnya mengalami pemecahan puncak (Gambar 5.1 dan 5.2). Kenyataan ini dapat dimengerti karena pada proses pengolahan gambir cara kering, katekin dapat mengalami perubahan akibat panas pengeringan dengan membentuk derivatnya. Pada proses pengolahan basah, gugus hidroksil pada katekin relatif lebih stabil dengan adanya air sebagai media perebusan. Kenyataan yang sama juga dijumpai pada produk hasil seduhan teh, yang menunjukkan bahwa katekin dalam teh mengalami kerusakan akibat pengeringan (Koketsu, 1999) dalam Yamamoto *et al.*, 2000)). Jadi dapat disimpulkan, proses pengolahan cara kering dapat memicu terjadinya kerusakan katekin secara molekular yang menurunkan mutu produk gambir.

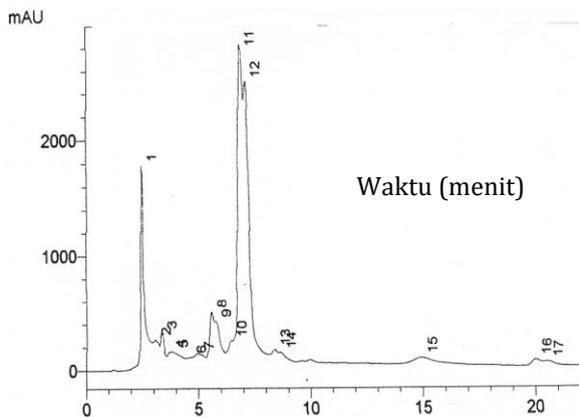
Dari fenomena itu juga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan pada data rendemen, ekstrak polifenol, dan fenolik total, produk gambir pengolahan cara basah lebih baik dari pada produk gambir pengolahan cara kering. Lebih lanjut diketahui, pada gambir dari pengolahan cara basah, senyawa katekinnya tidak mengalami kerusakan atau derivatisasi. Pengolahan daun gambir menjadi produk gambir pada prinsipnya adalah pengambilan ekstrak daun gambir yang memiliki kadar katekin setinggi-tingginya dengan kondisi dimana katekin tidak mengalami kerusakan atau berubah menjadi senyawa turunannya.

Untuk parameter yang sama, daun muda dan daun sedang menunjukkan hasil perbedaan yang tidak nyata, oleh sebab itu pada proses pengolahan gambir tidak perlu dipisah-pisahkan antara daun muda, sedang, dan tua. Pemisahan kelompok berdasarkan kriteria umur daun saat proses pemetikan yang dilakukan petani hanya

menambah ketidak-efisienan pada proses pengolahan gambir. Atas dasar itu, dapat dikatakan bahwa bahan baku berupa daun gambir yang biasa digunakan oleh petani untuk proses pengolahan gambir komersial sudah memenuhi standar dan bisa direkomendasikan untuk dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan gambir seperti yang telah dilakukan sebelumnya.



Gambar 5.1. Kromatogram katekin (10) pada analisis dengan HPLC dari ekstrak daun gambir dengan pengolahan cara basah. Puncak nomor 10 tidak mengalami pemecahan (Pambayun et al., 2007)

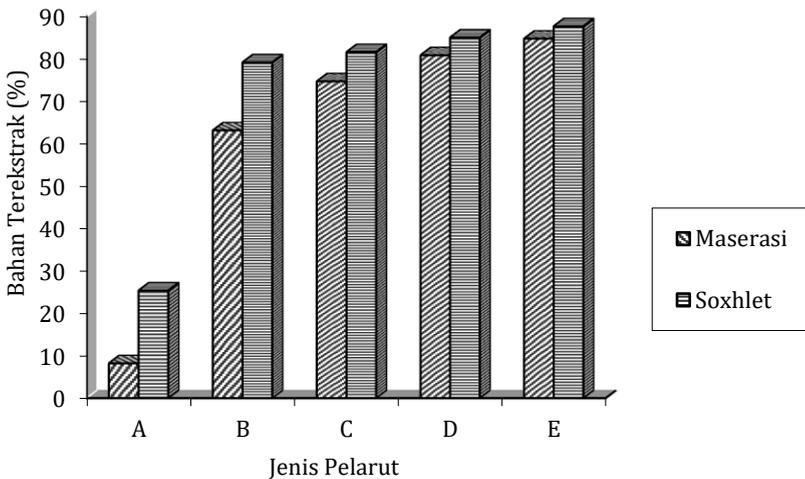


Gambar 5.2. Profil katekin pada analisis dengan HPLC dari ekstrak daun gambir dengan pengolahan cara kering (Puncak No 11 dan 12) adalah katekin, mengalami pemecahan puncak). (Pambayun et al., 2007)

Analisis Produk Gambir Komersial

Ekstraksi produk gambir komersial dengan berbagai pelarut menunjukkan hasil yang berbeda-beda tergantung pada pelarut yang digunakan. Yang menarik, meski suatu pelarut dapat menghasilkan ekstrak rendemen paling tinggi, belum tentu kandungan fenol totalnya paling tinggi. Kenyataan ini menunjukkan bahwa dalam gambir, selain senyawa fenol juga terdapat berbagai senyawa lain yang larut dalam pelarut yang digunakan, meskipun senyawa dominannya adalah fenol.

Kadar bahan terekstrak yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan metode Soxhlet dan maserasi menunjukkan bahwa semakin polar pelarut yang digunakan semakin besar jumlah bahan terekstrak yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa terekstrak dari produk gambir komersial bersifat polar. Bahan terekstrak tertinggi dalam hal ini diperoleh dengan menggunakan pelarut campuran etanol dan air pada perbandingan 1:1, masing-masing 84,77 % pada metode maserasi dan 87,69 % pada metode Soxhlet (Gambar 5.3).



Gambar 5.3. Bahan terekstrak dari produk gambir komersial dengan berbagai jenis pelarut (A = kloroform-etil asetat 1:1, B = etil asetat, C = etil asetat-etanol 1:1, D = etanol, dan E = etanol-air 1:1). (Pambayun et al., 2007)

Dari Gambar 5.3 dapat diketahui bahwa semakin polar pelarut (kecuali pada pelarut A), kadar bahan terekstrak yang diperoleh akan semakin tinggi meskipun tidak signifikan perbedaannya pada kedua metode ekstraksi yang dilakukan. Dengan demikian, bahan terlarut dalam gambir berada pada tingkat polaritas medium, mulai dari etil asetat, campuran etil asetat-etanol (1:1, v/v), etanol, dan campuran etanol-air (1:1, v/v). Bahan terekstrak tersebut terlihat tidak sesuai dengan pelarut yang cenderung non polar seperti campuran kloroform-etil asetat (1:1, v/v) yang memiliki indeks polaritas 4,25.

Ekstraksi menggunakan Soxhlet memberikan kadar bahan terekstrak yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode maserasi meskipun bedanya tidak signifikan. Alasannya, ekstraksi menggunakan metode Soxhlet diawali dengan dilakukan pemanasan pada suhu sesuai dengan titik didih pelarut yang diduga dapat memperbaiki kelarutan bahan terekstrak. Namun demikian, bahan terekstrak yang diperoleh dengan menggunakan metode Soxhlet berwarna lebih tua dari pada warna bahan terekstrak yang diperoleh dengan metode maserasi (Gambar 3.5). Warna lebih tua menunjukkan terjadinya reaksi oksidasi pada senyawa yang terdapat dalam bahan terekstrak yang berdampak pada proses pencoklatan akibat dari pemanasan.

Dari kenyataan ini diketahui bahwa dari kedua metode ekstraksi yang digunakan, direkomendasikan menggunakan metode maserasi untuk memperoleh bahan terekstrak, mengingat cara ini lebih sederhana dan tidak memerlukan energi untuk pemanasan. Selain itu, warna ekstrak yang diperoleh dengan metode maserasi lebih baik, artinya tidak terjadi oksidasi pada bahan terekstrak. Dari sisi penggunaan pelarut, campuran etanol dan air dapat dipilih jika ingin memperoleh jumlah bahan terekstrak yang lebih banyak. Namun demikian, bahan terekstrak lebih banyak belum tentu memiliki kandungan senyawa fenolik total lebih banyak. Mutu bahan terekstrak tergantung pada kandungan fenolik total dalam suatu bahan, oleh sebab itu kandungan fenolik total dalam bahan terekstrak digunakan sebagai pertimbangan pemilihan metode ekstraksi yang digunakan dalam ekstraksi bahan berfenol, bukan hanya berdasarkan jumlah bahan terekstrak yang diperoleh.

SENYAWA FENOLIK TOTAL PADA GAMBIR KOMERSIAL

Sebagaimana pada kadar bahan terekstrak, metode ekstraksi berpengaruh tidak nyata terhadap kadar fenolik total. Kadar fenolik total tertinggi didapatkan dari proses ekstraksi menggunakan pelarut etil asetat, baik pada metode maserasi maupun Soxhlet, masing-masing sebesar 88,30% dan 90,85% (Tabel 5.2.). Berdasarkan pada sifat *like dissolves like*, senyawa polar akan larut dalam pelarut polar, senyawa nonpolar larut dalam pelarut nonpolar. Senyawa fenolik larut paling optimal dengan pelarut yang memiliki indeks polaritas 4,4, yaitu etil asetat.

Dalam ekstrak produk gambir komersial, senyawa fenolik total merupakan komponen terpenting terkait dengan kualitas produk. Dalam hal ini, meskipun bahan terekstrak paling tinggi didapat dari ekstraksi menggunakan campuran pelarut etanol dan air, mengingat komponen fenolik total tertinggi didapat dari ekstraksi menggunakan etil asetat (88,30% dengan metode maserasi), maka untuk ekstraksi direkomendasikan melalui metode maserasi dengan menggunakan etil asetat sebagai pelarut.

Tabel 5.2. Kandungan fenolik total pada bahan terekstrak dari gambir dengan metode maserasi dan Soxhlet menggunakan berbagai jenis pelarut (A=kloroform-etil asetat 1:1, B= etil asetat, C=etil asetat-etanol 1:1, D=etanol, dan E=etanol-air 1:1).

Metode Ekstraksi Pelarut	Senyawa Fenolik Total (%)	
	Maserasi	Soxhlet
A	60,02±6,01	66,42±1,70
B	88,30±0,99	90,85±0,59
C	79,93±2,58	81,45±0,74
D	76,66±2,56	79,04±2,60
E	73,40±2,45	75,82±0,19

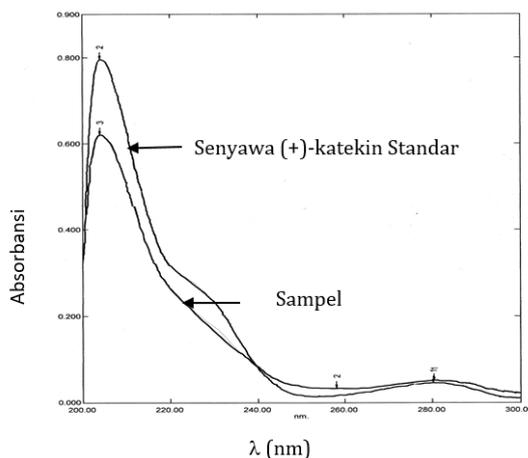
Sumber : Pambayun et al., 2007

IDENTIFIKASI KOMPONEN FENOLIK DARI PRODUK GAMBIR KOMERSIAL

Identifikasi senyawa golongan fenolik dilakukan dengan menggunakan beberapa metode analisis; kolom kromatografi dengan bahan pengisi Sephadex LH-20, TLC, dan HPLC, Hasilnya menunjukkan bahwa senyawa golongan fenol yang ada dalam gambir adalah katekin, dan telah diketahui bahwa jenis katekin dalam gambir adalah (+)-katekin.

Hasil Identifikasi dengan Kromatografi Kolom

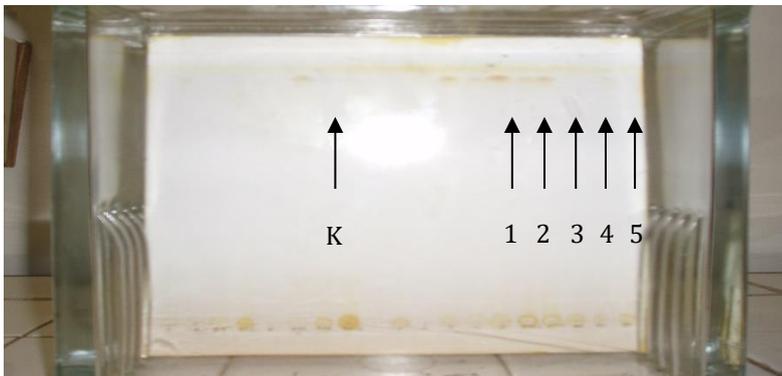
Ekstrak gambir dengan etil asetat dianalisis dengan kromatografi kolom menggunakan Sephadex LH-20 menghasilkan 20 fraksi. Semua fraksi yang diperoleh ditera absorbansinya pada panjang gelombang 200-280 nm dengan Spektrofotometer UV-VIS. Spektra menunjukkan bahwa fraksi no 12 memiliki panjang gelombang maksimum antara 200-210 nm. Bila dibandingkan dengan panjang gelombang senyawa katekin standar, menunjukkan bahwa senyawa yang diperoleh sesuai dengan (+)-katekin standar. Dengan demikian, senyawa utama dalam ekstrak produk gambir komersial adalah (+)-katekin (Gambar 5.4.).



Gambar 5.4. Fraksi katekin gambir no 12 yang dipindai dengan spektrofotometri panjang gelombang 200-280 nm. (Pambayun et al., 2007)

Hasil identifikasi dengan analisis *Thin Layer Chromatography* (TLC)

Hasil tetesan fraksi no 12 dari kromatografi kolom selanjutnya dianalisis dengan menggunakan TLC, untuk mendeteksi jenis senyawa katekin apa yang terdapat dalam gambir komersial. Hasilnya menunjukkan bahwa, R_f dari semua *spot* sama dengan R_f dari senyawa (+)-katekin standar. Kenyataan ini memperkuat dugaan jika hasil dari spektra kromatografi kolom menunjukkan bahwa dalam ekstrak produk gambir komersial senyawa utamanya adalah (+)-katekin (Gambar 5.5).



Keterangan Gambar:

K adalah *spot* katekin standar, spot 1= sampel fraksi nomor 12 yang belum dikromatografi kolom, 2= ekstrak gambir dengan pelarut etil asetat, 3= sampel fraksi nomor 12 yang telah dikromatografi kolom, 4= ekstrak gambir pengolahan kering, dan 5= produk gambir.

Gambar 5.5. Hasil TLC berbagai ekstrak yang telah di preparasi dengan kromatografi kolom menggunakan Sephadex LH-20 (Pambayun et al., 2007).

Dari Gambar 5.5 diketahui bahwa dari semua sampel yang digunakan, baik hasil ekstraksi maupun bubuk dari produk gambir komersial dari pengolahan secara basah dan kering dengan metode maserasi juga menunjukkan (+)-katekin sebagai senyawa dominan dalam produk gambir komersial. Dengan demikian, jelas sudah

bahwa dari beberapa katekin yang ada, yang terdapat dalam gambir berbeda dari katekin yang terdapat dalam daun teh.

Hasil Identifikasi dengan Menggunakan HPLC

Identifikasi senyawa katekin dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) diawali dengan menginjeksi semua standar katekin. Hasilnya ditampilkan dalam bentuk kromatogram dan waktu retensi (Tabel 5.3). Masing-masing standar menghasilkan kromatogram dan waktu retensi berbeda. Saat diinjeksikan sebagai campuran, dari tujuh standar hanya keluar lima puncak atau dari lima senyawa keluar tiga puncak.

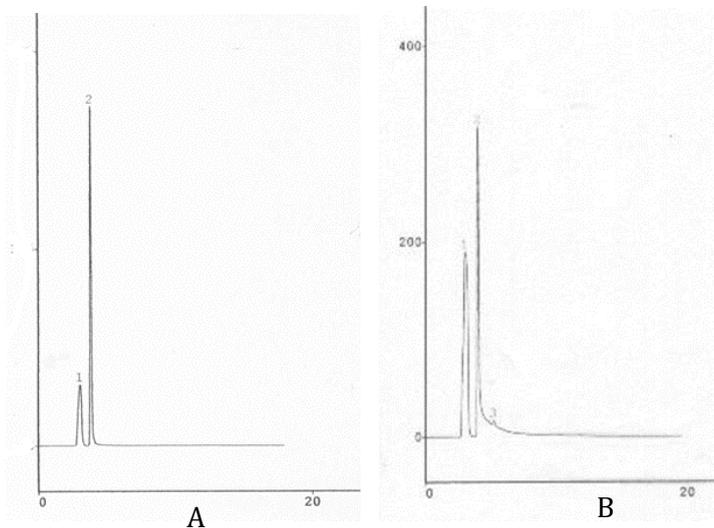
Tabel 5.3. Waktu retensi komponen berbagai jenis katekin standar (Sigma)

Komponen Standar	Waktu Retensi
(+)-Katekin	3,879
(-)-Galokatekin	4,101
(-)-Katekin Galat	4,601
(-)-Epigalokatekin Galat	5,293
(-)-Epikatekin	5,416
(-)-Galokatekin Galat	5,661
(-)-Epikatekin Galat	7,976
Sampel fraksi no 12 etil asetat	3,901

Sumber: Pambayun et al., 2007

Upaya pemisahan puncak telah dilakukan sesuai penelitian Kumamoto *et al.*, (2000) dengan pengaturan porsi pelarut A, B, dan C (87:12:1) dengan suhu operasi 40°C, tetapi hasilnya tetap sama, puncak berkurang dari jumlah standar yang diinjeksikan. Dari proses ini diduga bahwa berkurangnya puncak disebabkan karena adanya dua senyawa standar yang menyatu dan mengalami kondensasi membentuk satu senyawa. Kenyataan ini sesuai dengan hasil penelitian Laus, (2004) dan Taniguchi *et al.*, (2007) yang menunjukkan bahwa pada saat di analisis dengan HPLC senyawa gabungan tadi membentuk satu kromatogram. Identifikasi dilakukan berdasarkan pada waktu retensi katekin standar sesuai dengan data yang disajikan pada Tabel 5.3.

Hasil kromatografi kolom pada fraksi 12 menggunakan Sephadex LH-20 sebagai sampel dan ekstrak yang tidak dikromatografi kolom terlebih dulu menunjukkan bahwa semua ekstrak memiliki kromatogram dengan waktu retensi yang hampir sama dengan waktu retensi senyawa (+)-katekin standar (Gambar 5.6 dan Tabel 5.3). Hasil menunjukkan bahwa kromatogram ekstrak yang telah difraksinasi dengan kromatografi kolom lebih baik dari pada kromatogram ekstrak yang belum dikromatografi kolom (Gambar 5.7 A dan B). Dengan demikian dapat diyakini bahwa senyawa utama dalam gambir komersial adalah (+)-katekin.



Gambar 5.6. Kromatogram HPLC ekstrak produk gambir komersial menggunakan etil asetat sebagai pelarut yang sudah difraksinasi dengan kromatografi kolom Sephadex LH-20 (A) dan yang belum (B) (Pambayun et al., 2007).

Bukti ini memperjelas hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Laus (2004) yang menyatakan bahwa golongan katekin adalah senyawa utama dalam gambir, meskipun belum dijelaskan jenis katekinnya. Demikian juga hasil penelitian Taniguchi *et al.*, (2007) yang mengemukakan bahwa dalam gambir terdapat senyawa golongan katekin sebagai komponen utama.

BAB 6

PEMANFAATAN GAMBIR

NUTRACEUTICAL GAMBIR

Secara tradisional, gambir telah dimanfaatkan sejak tahun 1660-an, dan banyak bukti menunjukkan bahwa dengan menggunakan gambir, tidak hanya mengurangi resiko terkena penyakit tetapi juga berkontribusi positif pada kesehatan manusia. Secara tradisional pemanfaatan gambir antara lain digunakan sebagai obat luar seperti antiinfeksi, anti hidung tersumbat karena pilek (flu), obat luka, dan obat-obatan lainnya. Selain itu, gambir juga dimanfaatkan sebagai obat dalam antara lain adalah obat antidiare, antiperadangan, dan obat sakit perut. Secara teori, semua hal itu dapat terjadi karena gambir mengandung senyawa polifenol.

Secara nutritif, manfaat senyawa polifenol bagi tubuh manusia belum banyak diketahui. Tetapi, secara teori senyawa polifenol dapat memberikan efek yang baik pada sistem pencernaan manusia karena memberikan oligosakarida dalam kolon. Oligosakarida dapat dimanfaatkan oleh mikroflora pada usus untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek seperti asetat, propionat, dan butirat yang berkontribusi terhadap kesehatan kolon manusia. Polifenol sendiri dalam sistem pencernaan akan mengalami metabolisme membentuk asam hidroksipenilpropionat (Gambar 6.1). Meski polifenol tidak secara langsung memberikan nilai nutritif, senyawa ini dapat memberikan nilai nutritif karena komponen lain seperti protein, karbohidrat, lipida, vitamin, dan mineral.

Polifenol yang masuk dalam tubuh sebagian akan diabsorpsi dan sebagian lagi masuk dalam usus besar. Satu sampai dua jam setelah dikonsumsi, polifenol akan diserap usus halus dan diedarkan ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Polifenol yang tidak terserap

dalam usus halus, mampu menghambat beberapa enzim seperti amilase, sehingga tidak semua amilum dicerna dalam usus halus, sebagian amilum yang berbentuk oligosakarida masuk ke usus besar. Kondisi ini menguntungkan untuk mengendalikan glukosa (gula) darah bagi penderita diabetes atau untuk diet bagi orang yang memiliki kelebihan berat badan.

Selanjutnya, polifenol juga diketahui dapat meningkatkan kandungan senyawa kolesitokinin yaitu senyawa yang merangsang sel pankreas untuk mensekresi enzim dan cairan empedu sehingga cairan pankreas dan empedu dapat ditingkatkan. Proses ini dapat meningkatkan aktivitas tripsin, sehingga kemampuan tubuh dalam mencerna protein menjadi lebih baik. Dalam hal ini, senyawa polifenol sangat membantu meningkatkan nilai penyerapan protein.

Satu jam setelah penyerapan polifenol, radioaktivitas dalam ginjal, hati, kulit, paru-paru, dan jantung meningkat, tetapi tidak demikian halnya dengan otak, kelenjar adrenal, hati, otot, testis, dan *ovary*. Keadaan demikian terjadi juga setelah 24 jam konsumsi polifenol. Tetapi setelah 48 jam, radioaktivitas tak terdeteksi. Kenyataan ini menunjukkan bahwa polifenol dari sumber apapun tidak memiliki sifat organotropisme spesifik.

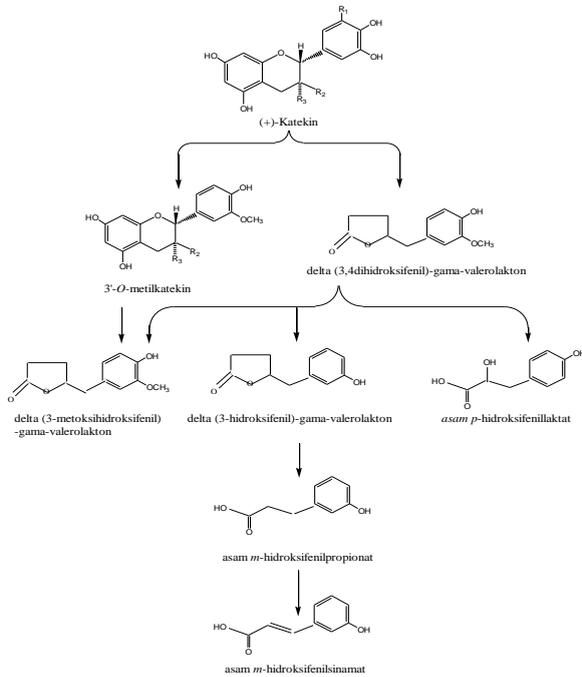
Senyawa (-)-epikatekin yang dikonsumsi melalui oral akan dikeluarkan sebanyak 25% melalui sekresi feses/urin. Senyawa yang dikeluarkan masih dalam bentuk (-)-epikatekin, tidak mengalami perubahan. Tetapi dalam penelitian menggunakan babi guinea menunjukkan bahwa senyawa (+)-katekin tidak mengalami perubahan hingga 65%, ini berarti sekitar 35% senyawa (+)-katekin mengalami perubahan saat melalui saluran pencernaan. Penelitian lain, sebanyak 50 mg (+)-katekin yang diberikan ke tikus ternyata mampu meningkatkan asam *m*-hidroksifenilpropionat dan asam *m*-hidroksipurat dalam urin. Metabolit ini dihasilkan oleh mikroflora usus besar, karena pemberian antibiotika dapat menurunkan kedua senyawa metabolit itu.

Kenyataan bahwa (-)-epikatekin dalam feses lebih rendah dari yang dikeluarkan melalui urin menunjukkan bahwa senyawa (-)-epikatekin mengalami absorpsi melalui intestin dan diedarkan ke bagian-bagian tubuh yang memerlukan. Senyawa yang merupakan asam *m*-hidroksifenilpropionat, δ -(3-hidroksifenil)- γ -valerolakton, dan δ -(3,4-dihidroksifenil)- γ -valerolakton dikenal sebagai metabolit tambahan.

Dalam usus besar, (+)-katekin dimetabolisme oleh bakteri membentuk asam *m*-hidroksifenilpropionat dan asam *m*-hidroksipurat. Kedua asam tersebut diabsorpsi oleh usus besar. Buktinya adalah pada orang yang mengkonsumsi polifenol, jumlah kedua jenis asam itu dalam feses sangat kecil. Bahkan telah diketahui melalui uji *in vitro* intestin bahwa (+)-katekin dimetabolisme menjadi asam hidroksifenilvalerat.

Secara metabolik, katekin yang tidak terserap oleh usus halus memberikan dampak keuntungan yakni memfasilitasi terbentuknya oligosakarida hingga masuk usus besar yang dapat dimanfaatkan oleh mikroflora sehingga terbentuk asam organik rantai pendek seperti asetat, propionat, dan butirat. Ketiga jenis asam organik itu sangat penting bagi kesehatan tubuh, membuat suasana asam usus sehingga usus besar terhindar dari kanker kolon. Selain itu, polifenol yang lolos sampai usus besar juga dimetabolisme oleh mikroflora tertentu hingga menghasilkan asam. Baik asam yang dihasilkan dari substrat oligosakarida maupun yang dihasilkan dari substrat polifenol berkontribusi menurunkan pH usus besar. Keadaan ini dapat mencegah terbentuknya kanker usus besar dan membantu mempercepat proses pembuangan feses oleh rektum.

Dengan demikian, meskipun polifenol tidak memberikan dampak langsung terhadap nilai gizi, senyawa ini mampu memberikan kontribusi kesehatan bagi tubuh orang yang mengkonsumsinya. Tidak berlebihan jika untuk meningkatkan kesehatan tubuh, manusia dianjurkan mengkonsumsi makanan atau minuman yang mengandung polifenol (terutama katekin) atau mengkonsumsi katekin sebagai makanan tambahan (*food supplement*).



Gambar 6.1. Metabolisme Polifenol (Katekin) dalam Tubuh

ANTIMIKROBIA GAMBIR

Kemampuan Antimikrobia

Senyawa antimikrobia adalah senyawa yang dapat membunuh sel vegetatif dan spora atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Antimikrobia diklasifikasikan sebagai antibiotik, antiseptik, dan disinfektan. Antibiotik adalah molekul yang diproduksi oleh suatu mikroorganisme yang dapat membunuh (bakterisida) atau menghambat (bakteriostatik) bakteri. Antiseptik dan disinfektan adalah senyawa yang dipreparasi secara komersial sebagai antimikrobia. Bedanya, antiseptik bisa diberikan pada permukaan jaringan mukosa minimal dalam waktu singkat, sedangkan disinfektan tidak bisa karena senyawa ini bersifat merusak jaringan.

Senyawa antimikrobia banyak diaplikasikan dalam bidang ilmu pangan, ilmu perkayuan, ilmu tanah, patologi tanaman, farmakologi, dan gizi manusia serta nutrisi hewan (Smith *et al.*, 2003). Dalam bidang pangan, antimikrobia digunakan sebagai *food additives* untuk memproteksi kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme. Pemanfaatan bahan antimikrobia sintetis sekarang tidak direkomendasikan lagi. Meskipun demikian, industri pangan dan masyarakat di Indonesia masih banyak yang menggunakan antimikrobia sintetis bahkan yang berdampak terhadap kesehatan dan bersifat karsinogenik, terbukti dengan merebaknya kasus formalin dan borak akhir-akhir ini.

Antimikrobia sintetis yang biasa dipakai dalam proses pangan seperti borak, formalin, nitrit dan nitrat, *butylated hydroxytoluene* (BHT), *butylated hydroxyanisole* (BHA), dan *tert-butylhydroquinone* (TBHQ), sudah dilarang. BHA dilaporkan merupakan senyawa beracun yang dapat meningkatkan sekresi enzim-enzim mikrosoma hati dan organ ekstra hepatis (Shahidi dan Naczki, 1995). Lebih lanjut dilaporkan, BHA dan BHT telah terbukti menyebabkan kerusakan pada hati dan bersifat karsinogenik pada hewan percobaan, dan dikhawatirkan berakibat serupa pada manusia (Wang *et al.*, 2000 dan Karpinska *et al.*, 2001). Bahkan, pada tahun 1985, Amerika Serikat melalui *Food and Drug Administration* (FDA) secara resmi telah menghapus BHA dari daftar bahan aman (GRAS, *generally recognized as safe*), disusul dengan penghapusan BHT. Selanjutnya, TBHQ telah dilarang penggunaannya untuk pangan di Eropa, Jepang, dan Kanada. Alasannya, senyawa-senyawa tersebut telah terbukti bersifat toksik dan karsinogenik. Sebagai salah satu alternatif pemecahannya yaitu dianjurkan menggunakan antimikrobia alami yang berasal dari bahan alami. Oleh sebab itu, antimikrobia alami menjadi populer pada akhir-akhir ini dan penelitian ke arah eksplorasi senyawa-senyawa itu mulai banyak dilakukan.

Akhir-akhir ini, eksplorasi bahan antimikrobia alami banyak difokuskan pada senyawa polifenol. Beberapa senyawa polifenol seperti katekin dari tanaman dikenal sebagai senyawa antimikrobia alami yang berpotensi, baik dari sudut pandang ilmiah maupun komersial. Aktivitas senyawa polifenol atau katekin dari suatu tanaman sangat tergantung pada jenis senyawa, konsentrasi, kombinasi antar jenis, dan stabilitasnya (Benavente-Garcia *et al.*,

2000). Selain itu, aktivitas antimikrobiana ditentukan oleh jenis dan jumlah sel mikroorganisme (Mahon dan Manuselis, 1997).

Jenis komponen senyawa polifenol dari tanaman diperoleh dengan metode ekstraksi, fraksinasi, purifikasi, dan identifikasi. Atas dasar itu, jenis solven (pelarut) dan cara ekstraksi sangat menentukan senyawa antimikrobia yang diperoleh dan pada akhirnya menentukan aktivitas antimikrobiana (Simanjuntak, 2003). Pratiwi dan Harapini (2004) telah berhasil membandingkan aktivitas antimikrobia dan bioavailabilitas beberapa macam antimikrobia berdasarkan jenis pelarutnya. Lebih lanjut, Zhu *et al.* (2005) membandingkan beberapa jenis senyawa antimikrobia berdasarkan pada asal bagian tanamannya, daun, bunga, dan batang *Cynara scolymus* L. Hasilnya menunjukkan perbedaan yang signifikan, senyawa yang diekstrak dari daun paling kuat sebagai antimikrobia baik untuk bakteri gram positif maupun gram negatif, dan juga untuk fungi, diikuti oleh senyawa dari bunga, dan ekstrak batang.

Kekuatan aktivitas antimikrobia juga tidak memberikan efek yang sama untuk setiap mikrobia yang diuji. Cowan *et al.* (1999) menyatakan, meskipun katekin teh berperan sebagai antimikrobia bagi *Vibrio cholerae*, *Streptococcus mutans*, dan *Shigella*, kekuatan antimikrobiana berbeda-beda. Lebih lanjut, Smith *et al.* (2001) melaporkan bahwa katekin lebih efektif sebagai antimikrobia untuk bakteri gram-positif dari pada sebagai antimikrobia bakteri gram-negatif.

Tanaman yang menjadi subjek utama penelitian adalah yang mengandung katekin sebagai senyawa polifenol. Lebih dari 20 tahun terakhir, penelitian tentang kemampuan katekin sebagai antimikrobia terfokus pada katekin teh, khususnya (-)-epigallocatekin galat dan (-)-epikatekin galat. Selama kurun waktu itu juga, katekin teh diketahui dapat menghambat bakteri gram-positif dan gram-negatif (Taylor *et al.*, 2006).

Toda *et al.* (1992), mengemukakan bahwa katekin teh dapat mencegah infeksi *Vibrio cholerae*. Cowan (1999) menyatakan bahwa katekin yang termasuk dalam senyawa polifenol menghambat mikrobia pada umumnya, terutama *Shigella* sp, *Vibrio* sp, *Streptococcus mutans*, dan fungi. Selain mencegah infeksi oleh *V. cholerae*, katekin teh mampu bersifat sebagai antimikrobia untuk *Helicobacter pylori* (Mabe *et al.*, 1999) dan *Staphylococcus aureus*

(Hamilton-Miller dan Shah, 2000; dan Akiyama *et al.*, 2001). Pada tahun itu juga (Yamamoto, *et al.*, 2000) melaporkan bahwa katekin teh mampu menghambat pertumbuhan *Alternaria alternata*. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa katekin teh hijau memiliki sifat menekan berbagai gram-positif dan gram-negatif (Anonymous, 2000). Penelitian yang serupa dilanjutkan oleh Pretorius *et al.*, (2003) yang melaporkan bahwa pertumbuhan *Streptococcus pneumoniae* dan *Haemophilus influenza* dapat dihambat oleh katekin teh. Sementara itu, Hirasawa dan Takada (2004) menyatakan bahwa katekin teh (khususnya epigalo katekin galat) memiliki sifat antifungi bagi *Candida albicans*, dengan konsentrasi 31,2-250 mg/L (tergantung pada strain) pada pH 7. Lebih lanjut dikemukakan bahwa katekin teh hijau memiliki kemampuan sebagai antimikrobia oral, intestinal, antimikrobia penyebab kerusakan pangan, dan antivirus (Hirasawa dan Takada, 2004). Berikutnya, Zhu *et al.*, 2005 menggunakan ekstrak katekin dari tanaman *Cynara scolymus* untuk antimikrobia bakteri, yeast, dan fungi. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak katekin dengan etanol memiliki sifat efektif sebagai antimikrobia untuk ketiga golongan mikroorganisme tersebut.

Dari perkembangan hasil penelitian dapat diketahui bahwa kemampuan sebagai antimikrobia tergantung pada jenis senyawa polifenol dan kemungkinan asosiasi secara sinergi dengan senyawa lain (Pretorius *et al.*, 2003). Kemampuan senyawa katekin sebagai senyawa aktif juga berhubungan dengan kombinasi cincin aromatik dan gugus hidroksil yang menyusun strukturnya.

Meskipun mekanismenya belum diketahui secara jelas, katekin teh hijau secara signifikan dapat meningkatkan aktivitas laktobasilus dan bifidobakteri yaitu bakteri yang bermanfaat bagi manusia dan banyak digunakan sebagai probiotik, tetapi juga mampu menurunkan mikrobia yang bersifat patogen. Polifenol teh telah terbukti dapat berperan sebagai antibakteri untuk *Clostridium botulinum*. Penelitian terhadap spora dan sel vegetatif *C. botulinum* menunjukkan bahwa polifenol teh (yang terdiri dari katekin, katekin galat, dan teaflavin), dapat menghambat pertumbuhan *C. botulinum* (Tabel 6.1).

Tabel 6.1. Konsentrasi penghambatan minimum (ppm) polifenol terhadap spora dan sel vegetatif *Clostridium botulinum*

Polifenol	Spora	Sel vegetative
Katekin kasar	300	<100
Epigalokatekin	>1000	300
Epikatekin	>1000	>1000
Epigalokatekin galat	200	<100
Epikatekin galat	200	200
Teaflavin kasar	200	200
TF1	250	150
TF2	150	250
TF3	100	200

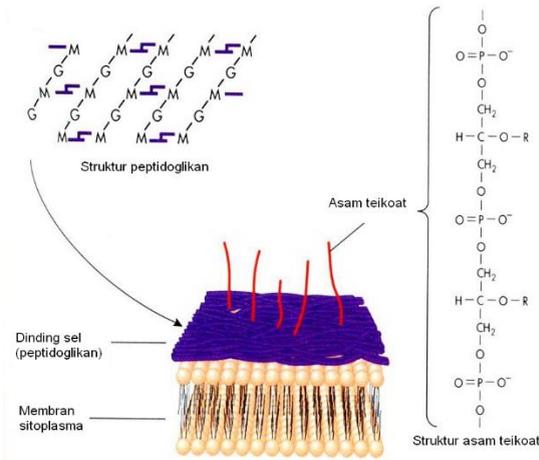
Sumber: Teranishi dan Hornstein, 1995.

MEKANISME AKSI ANTIMIKROBIA KATEKIN GAMBIR

Mekanisme aksi senyawa antibakteri dapat diklasifikasikan sebagai berikut: (1) bereaksi dengan dinding dan membran sel, (2) inaktivasi enzim esensial, dan (3) destruksi atau inaktivasi sifat fungsional dari material genetik (Davidson dan Branen, 1993). Mekanisme itu tidak lepas dari kemampuan aksi katekin antara lain; mudah mengikat logam dan bereaksi dengan senyawa organik lain seperti lipida, karbohidrat, dan protein. Secara umum dikemukakan bahwa tanin terkondensasi diketahui dapat mengikat atau mempresipitasi protein (Shahidi dan Neczk, 1995) dan mengikat senyawa organik lain.

Ekstrak gambir dapat menghambat sel bakteri Gram-positif karena menyebabkan kebocoran sel. Kebocoran sel terjadi karena adanya kontak antara katekin dengan membran sel bakteri dan terjadi reaksi pengikatan antara keduanya. Diketahui, katekin sangat mudah berikatan dengan asam amino, peptida, dan protein. Jadi sasaran utama katekin sebagai fungsi penghambat pertumbuhan sel bakteri adalah komponen yang mengandung salah satu dari tiga senyawa tersebut (asam amino, peptida, atau protein), baik yang bersifat struktural maupun fungsional. Organel sel bakteri yang memiliki salah satu dari tiga senyawa tadi adalah dinding sel. Komponen yang dimaksud adalah peptidoglikan. Katekin membentuk senyawa kompleks pada unit peptidoglikan dan

menyebabkan kebocoran sel. Jadi, katekin menyebabkan kebocoran sel karena berikatan dengan peptidoglikan.



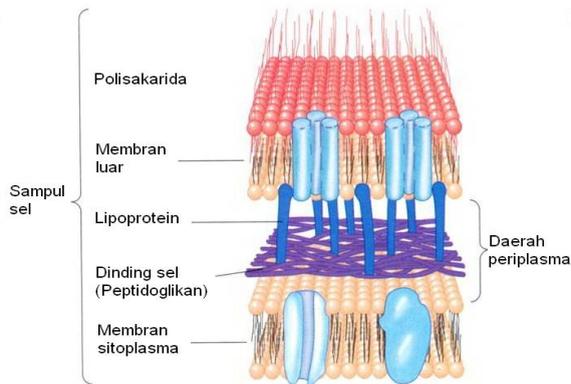
Sumber: Beveridge (1999)

Gambar 6.2. Struktur membran sel bakteri Gram-positif

Pada bakteri Gram-negatif (Gambar 6.2), katekin tidak mungkin menjangkau posisi peptidoglikan sebelum melewati membran luar (*outer membrane*), lipopolisakarida. Lipopolisakarida, selain secara struktural posisinya berada paling luar dari sistem dinding sel Gram-negatif (sifat penghambatan pertama), senyawa itu juga bermuatan negatif yang dapat menjadi "*barrier*" masuknya komponen kimia dari luar (sifat penghambatan kedua). Dari keadaan itu, seperti pagar sebuah bangunan yang dialiri aliran listrik, lipopolisakarida berfungsi sebagai perisai bagi sel. Atas keadaan seperti itu, bakteri Gram-negatif dapat bertahan dari intervensi senyawa dari luar, seperti (+)-katekin.

Pada bakteri Gram-positif (Gambar 6.3), katekin langsung dapat berinteraksi dengan sasarannya, yakni unit peptida dari komponen peptidoglikan pada sistem dinding sel bakteri Gram-positif tadi. Yang lebih menarik untuk dikaji lebih lanjut adalah; mengapa resistensi antar bakteri uji Gram-positif satu berbeda dengan yang lain? Pendekatan penjelasannya adalah; hampir dapat

dipastikan bahwa sasaran pengikatan dari senyawa katekin berbeda-beda.



Sumber: Beveridge (1999)

Gambar 6.3. Struktur membran sel bakteri Gram-negatif

Secara umum, peptidoglikan disusun dari dua bagian senyawa sama, derivat karbohidrat dan dua tetrapeptida yang dihubungkan oleh peptida "penghubung" kedua tetrapeptida tadi. Perbedaan yang paling mendasar di antara peptidoglikan adalah terletak pada bagian peptida penghubung. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Madigan *et al.*, (1997), bahwa lebih dari 100 tipe peptidoglikan yang berbeda telah diketahui. Variasi terbesar terjadi pada bagian peptida penghubung (ikatan silang peptida antara dua tetrapeptida). Jadi, dapat dipastikan bahwa perbedaan resistensi di antara bakteri uji Gram-positif antara lain ditentukan oleh peptida penghubung tersebut. Perbedaan lain juga ditentukan oleh unit tetrapeptida dan sifat lain sel itu sendiri.

Begitu kontak antar katekin dan sub-unit peptida penghubung terjadi, dengan sifat kelator katekin terhadap peptida, terbentuklah kompleks katekin-peptida. Pembentukan kompleks ini dapat berlangsung melalui ikatan hidrogen, ikatan ionik, dan atau interaksi hidrofilik (Shahidi dan Nacz, 1995). Pembentukan kompleks ini jelas menjadi penyebab terganggunya sifat integritas dinding sel, dan menyebabkan dinding sel terbuka. Terbukanya dinding sel belum menjamin terjadinya kebocoran sel, karena masih ada lapisan

pertahanan kedua, yakni membran sel. Namun demikian, terbukanya dinding sel berarti membuka dinding sel hingga katekin lain masuk dan kontak dengan membran.

Kontak antar katekin dan membran jelas dapat merusak matriks membran lipida lapis ganda (*lipid bilayers*) dan mengganggu sifat permeabilitasnya. Jika (+)-katekin mengalami kontak dengan membran maka akan terjadi interaksi pembentukan jembatan hidrogen antara gugus kepala polar dari lipida dengan (+)-katekin yang bersifat lebih hidrofobik pada bagian antar muka membran (*membrane interface*). Kenyataan ini telah dibuktikan oleh Smith *et al.*, (2003) bahwa epikatekin galat dan epigalokatekin galat dapat berinteraksi dengan zona polar luar dari *lipid bilayers* dalam liposoma sel. Interaksi itu menyebabkan perubahan tingkat polaritas membran, dan kekacauan integritas membran, hingga sifat permeabilitasnya hilang dan terjadilah kebocoran sel.

Bakteri, sebagai sel prokariotik, tidak memiliki sistem organel sebagaimana sel eukariotik. Semua matriks sel terbungkus dalam kemasannya membran sebagai "kemasan primer" dan dinding sel sebagai "kemasan sekunder". Protein, yang merupakan komponen dominan matriks sel tersebar di seluruh bagian dalam sel, demikian juga asam nukleatnya, terdapat dalam "kemasan yang sama". Jika "kemasannya" mengalami kerusakan, isi kemasan dipastikan segera keluar dari sistem kemasan dan memasuki sistem lain.

Dalam sistem kultur sel, sel berada dalam media pertumbuhan. Jika sel mengalami kebocoran, sudah pasti isi sel akan dikeluarkan dan masuk ke media. Sistem pengeluaran sel mengikuti hukum difusi-plasmolisa. Protein dan asam nukleat yang dalam konsentrasi relatif lebih pekat di bagian dalam sel dari pada di dalam media akan segera terdifusi masuk ke dalam sistem media. Konsentrasi protein dan asam nukleat dalam media pertumbuhan segera meningkat. Sebaliknya, cairan media masuk ke dalam sel. Keluar dan masuk senyawa tadi tidak lagi terkontrol oleh sifat selektif-permiabel sel, sel mengalami gangguan luar biasa (*disruption*). Akibat dari itu semua adalah sel segera mengalami kematian.

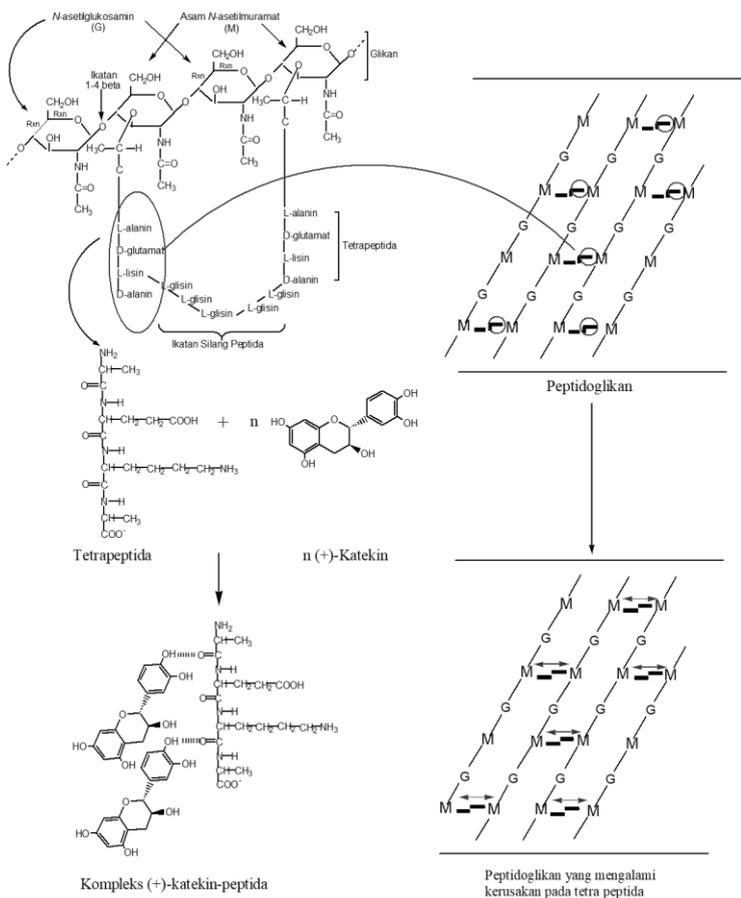
Meskipun ditumbuhkan dalam media baru pada saat fase pertumbuhan berada di fase log, sel itu tidak mampu lagi tumbuh. Penambahan $MgSO_4$, senyawa yang sangat penting dalam sistem membran dan berperan dalam sistem transport, tetap tidak dapat membantu sel untuk dapat tumbuh kembali. Akhirnya dapat ditarik

kesimpulan bahwa: senyawa (+)-katekin dari gambir ternyata memberikan aksi penghambatan terhadap bakteri Gram-positif yang bersifat sebagai bakterisida.

Secara molekuler, pengikatan molekul (+)-katekin dengan unit ikatan silang peptida dan tetrapeptida pada molekul peptidoglikan yang menyebabkan kebocoran dinding sel bakteri Gram-positif dapat dijelaskan seperti pada Gambar 6.2 dan Gambar 6.3.

Penambahan ekstrak gambir yang mengandung (+)-katekin pada sistem inokulat bakteri Gram-positif, menyebabkan terbentuknya kompleks (+)-katekin-peptida pada peptida penghubung (ikatan silang peptida). Ikatan tersebut terjadi pada ikatan peptida gugus antara karbon-oksigen membentuk jembatan hidrogen. Kenyataan sesuai dengan yang dikemukakan oleh Shahidi dan Naczki, (1995), jika senyawa yang memiliki gugus hidroksil berinteraksi dengan protein, maka akan terjadi interaksi antara karbon-oksigen pada peptida dengan gugus hidroksil. Interaksi ini menyebabkan putusannya ikatan peptida (Gambar 6.2). Dengan demikian rantai polimer yang merupakan rantai pokok penyusun peptidoglikan yang disusun dari senyawa *N*-asetilglukosamin dan asam *N*-asetilmuramat (dalam bentuk rantai ...-G-M-G-M-...) dapat lepas satu dari lainnya. Akibatnya, integritas dinding sel terganggu dan sel bakteri dinding sel mengalami kebocoran (*lysis*).

Kebocoran juga bisa terjadi jika senyawa (+)-katekin berikatan dengan unit tetrapeptida (Gambar 6.4). Reaksi terjadi antara (+)-katekin dengan unit tetrapeptida sehingga terjadi pemutusan ikatan peptida pada tetrapeptida dan menyebabkan kerusakan pada dinding sel. Kerusakan dinding sel dapat memicu kebocoran sel.



Gambar 6.5. Model molekuler pengikatan oleh $n(+)$ -katekin pada tetrapeptida dalam molekul peptidoglikan (Pambayun et al., 2007)

Penelitian Hoshino *et al.* (1999) menunjukkan bahwa senyawa katekin-Cu (II) memiliki aktivitas bakterisidal karena mampu membuat kerusakan pada membran sitoplasma. Hasil temuan itu mendorong peneliti lain untuk meneliti lebih lanjut tentang aktivitas katekin sebagai antibakteri dan interaksinya dengan membran sel. Aktivitas katekin dan peranannya sebagai antibakteri berhubungan dengan afinitas membran sel, khususnya *lipid bilayers* dalam sistem liposom (Hashimoto *et al.*, 1999). Afinitas tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni 1) jumlah gugus hidroksil yang dimiliki pada cincin B (Gambar 6.4), 2) adanya gugus galoiil (Gambar 6.5, dan Gambar 3) struktur stereokimia dari setiap jenis senyawa katekin (Anonimous, 2000).

Afinitas katekin terhadap *lipid bilayers* juga dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti konsentrasi garam, muatan elektrik, dan senyawa katekin lain. Sebagai contoh, afinitas EGCG dan ECG terhadap membran akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi garam dalam larutan, menurun dengan meningkatnya muatan elektrik negatif, dan meningkat dengan adanya epikatekin (Kajiva *et al.*, 2002 dan Kumazawa *et al.*, 2003).

Alasan hampir sama dikemukakan oleh Oteiza *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa interaksi antara flavonoid dengan *lipid bilayers* selain dipengaruhi oleh distribusi gugus hidroksil juga dipengaruhi oleh derajat polimerisasi (mulai dari dimer, oligomer, dan polimer) dan adanya gugus lain seperti metoksi yang bisa terikat pada cincin C. Selanjutnya disebutkan bahwa dua kemungkinan bentuk interaksi antara flavonoid dengan *lipid bilayers* adalah partisi dari senyawa yang lebih non-polar dalam interior hidrofobik membran dan pembentukan jembatan hidrogen antara gugus kepala polar dari lipida dengan flavonoid yang bersifat lebih hidrofilik pada bagian antarmuka membran (*membrane interface*).

Senyawa katekin dan epimernya seperti epikatekin galat dan epigalokatekin galat dapat berinteraksi dengan zona polar luar dari *lipid bilayers* dalam liposoma sel (Smith *et al.*, 2003). Indikasi interaksi katekin dengan lipida tersebut adalah terjadinya perubahan tingkat polaritas suatu membran sel, dan interaksi itu dapat menyebabkan kekacauan integritas membran di tingkat seluler. Karena dapat mengacaukan integritas membran, katekin dapat menyebabkan kebocoran liposom atau kebocoran sel. Hal itu bisa dideteksi dengan lepasnya senyawa protein, atau DNA sel (Bunduki

et al., 1995). Gangguan pada membran sel juga menyebabkan terganggunya proses-proses metabolisme dalam membran seperti penyerapan nutrisi, produksi energi, dan transport elektron. Dari hal tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perubahan hidrofobisitas membran dapat dikaitkan dengan tingkat kerusakan membran atau kebocoran sel yang akhirnya dapat mengganggu metabolisme sel secara keseluruhan.

Selain hidrofobisitas, kerusakan membran ditandai dengan perubahan reologis membran. Perubahan reologis menyebabkan beberapa perubahan, antara lain; aktivitas dengan enzim tertentu, transport substrat dan metabolit, sinyal transduksi, reseptor membran, endo dan ekso-sitosis, dan interaksi komponen membran dengan sitoskeleton (Oteiza *et al.*, 2005).

Studi mengenai katekin teh menunjukkan bahwa bakteri gram-positif lebih sensitif terhadap katekin dibandingkan dengan bakteri gram-negatif (Smith *et al.*, 2003). Pada bakteri gram-positif, membran sitoplasma relatif kurang bermuatan negatif dibanding dengan membran sitoplasma dari bakteri gram-negatif. Akibatnya, katekin lebih mudah melakukan aksi interaksi dengan membran pada bakteri gram-positif. Aktivitas interaksinya menjadi turun dengan adanya lipida bermuatan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa resistensi katekin pada bakteri gram-negatif terjadi karena adanya muatan negatif dari lipopolisakarida, atau *lipid-bilayers*.

Penelitian lain menunjukkan bahwa kerusakan membran oleh flavonoid seperti katekin dan epigalokatekin galat disebabkan oleh sifat afinitas jenis katekin atau kemampuan berinteraksinya senyawa itu dengan bagian polar sebelah luar *lipid bilayers* dalam liposom. Epikatekin galat memiliki afinitas tertinggi diikuti oleh epigalokatekin galat, epikatekin, dan epigalokatekin (Hashimoto *et al.*, 1999). Oleh sebab itu, epikatekin galat dan epigalokatekin galat paling berpengaruh sebagai pengacau integritas membran sel. Penelitian Caturia *et al.* (2003) juga membuktikan bahwa katekin tergaloilasi berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik membran *lipid bilayers* fosfatidilkolin dan fosfatidiletanolamin. Hal senada dikemukakan oleh Kajiya *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa aktivitas antibakteri senyawa katekin tanpa galoil adalah lemah.

Akan tetapi, peran kedua senyawa itu mengalami peningkatan luar biasa dengan adanya senyawa epikatekin dan epigalokatekin (Stapleton *et al.*, 2006). Jadi, dari kenyataan itu dapat diketahui

bahwa ada sifat sinergistik antara senyawa jenis katekin sebagai antibakteri dalam suatu sistem yang mekanismenya belum bisa diketahui dengan jelas.

Selain berinteraksi dengan membran sel, komponen *condensed tannin* diketahui mampu pengikat protein dan menghambat aktivitas enzim seperti aktivitas protease. Nakahara *et al.* (1993) melaporkan bahwa polifenol dari teh oolong memberikan pengaruh penghambatan pada glukosiltransferase. Naczka *et al.* (1994) juga menyatakan bahwa tanin terkondensasi dapat menghambat enzim karena membentuk kompleks dengan enzim tersebut. Mekanisme pengaktifan enzim ini dapat terjadi karena adanya kemampuan senyawa tanin terkondensasi atau katekin dalam mempresipitasi protein (Shahidi dan Naczka, 1995).

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa katekin, epimernya, dan dalam bentuk tanin terkondensasi dapat menghambat bakteri melalui beberapa mekanisme, antara lain mengganggu sistem integritas membran, mengikat senyawa atau metabolit yang diperlukan dan dihasilkan di tingkat seluler seperti enzim-enzim dan protein, dan mengikat senyawa organik lainnya.

PHARMACEUTICAL GAMBIR

Senyawa polifenol dikenal memiliki sifat farmakologis, seperti antioksidatif, antimutagenik, antikarsinogenik, antitopoisomerase, antiobesitas, dan memiliki sifat hipokolesterolemik (Nakai *et al.*, 2005). Oleh sebab itu, minuman teh, baik teh hijau, teh oolong, maupun teh hitam sering digunakan untuk pencegahan dan pengobatan suatu penyakit yang berhubungan dengan sifat-sifat tadi.

Antioksidatif

Katekin teh hijau diketahui memiliki sifat antioksidatif, termasuk sebagai *scavenging* spesies oksigen reaktif seperti superoksida, radikal hidroksil dan peroksil, pencegahan peroksidasi lipida, penghambatan oksidasi 2'-deoksiganosin dalam DNA menjadi 8-hidroksi-2'-deoksiganosin dan penghambatan oksidasi lipoprotein densitas rendah. EGCG memiliki kemampuan sebagai antioksidan paling kuat dibanding dengan semua katekin dari teh hijau. Dalam beberapa penelitian, diketahui bahwa EGCG memiliki

potensi antioksidan lebih tinggi dari pada asam askorbat dan glutathion tereduksi.

Antioksidatif polifenol teh juga lebih cocok diaplikasikan pada minyak makan, khususnya lemak babi, dibandingkan dengan tokoferol. Data menunjukkan bahwa polifenol teh lebih bersifat antioksidatif dibandingkan dengan sifat antioksidatif tokoferol. Sifat antioksidatif polifenol sangat bergantung pada konsentrasi, sedang tokoferol tidak, ini adalah fenomena yang menarik. Artinya, semakin tinggi konsentrasi polifenol yang diberikan pada suatu sistem, maka semakin bersifat protektif terhadap reaksi oksidasi lemak.

Antioksidatif polifenol juga dicobakan pada minyak kedelai pada kondisi yang sama dengan lemak babi. Hasilnya menunjukkan bahwa sifat antioksidatif polifenol pada minyak kedelai sangat tinggi, sedangkan tokoferol tidak dapat mencegah proses ransiditas minyak kedelai. Sementara itu sifat antioksidatif polifenol teh bergantung pada konsentrasi.

Antimutagenik dan Antikarsinogenik

Dari data epidemiologi ditunjukkan adanya pengaruh konsumsi teh hijau terhadap insiden penyakit kanker yang membuktikan bahwa meminum teh hijau dapat mencegah kebanyakan kanker. Bukti yang dapat dilihat adalah prevalensi kanker prostat paling rendah ada di China yang merupakan negara dengan konsumsi teh paling tinggi. Resiko kanker esophageal dapat berkurang hingga 60% bagi yang mengkonsumsi teh dua hingga tiga cangkir per hari. Perokok di Jepang dilaporkan hanya sedikit yang terkena kanker paru-paru apabila dibarengi dengan meminum teh secara regular setiap hari.

Sebuah penelitian terhadap 8.552 orang Jepang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara mengkonsumsi teh hijau dengan insiden penyakit kanker. Wanita yang mengkonsumsi lebih dari 10 cangkir teh hijau setiap hari menunjukkan adanya pencegahan penyakit kanker dibandingkan dengan mereka yang mengkonsumsi teh hijau lebih sedikit. Konsumsi teh hijau juga mempunyai hubungan dengan pencegahan penyakit kanker payudara. Konsumsi teh hijau yang lebih banyak (rata-rata 8 cangkir per hari), jika dibandingkan dengan yang hanya mengkonsumsi 2 cangkir per hari dapat menurunkan penyakit kanker payudara, terutama stadium I dan II.

Pada penelitian lebih lanjut, teh hijau yang mengandung senyawa utama berupa katekin, menunjukkan kemampuan untuk menghambat kanker pada hewan model yang mengalami karsinogenesis dalam uji *in vitro*. Epigallocatekin-3-galate (EGCG) mempunyai kemampuan mencegah kanker payudara, kanker kolon, prostat, pankreatik, kulit, paru-paru, perut, ovarian, leukemik, dan kanker liver. EGCG juga diketahui dapat menginduksi apoptosis pada beberapa kanker tadi dan sel normal tidak terpengaruh. EGCG juga dapat menghambat kerja enzim urokinase, suatu enzim proteolitik yang sering dibutuhkan untuk pertumbuhan kanker. Selanjutnya, EGCG juga terbukti dapat menghambat angiogenesis. Penelitian terbaru mengenai EGCG menunjukkan bahwa senyawa ini memiliki kemampuan untuk menghambat aktivitas androgen dalam lini sel *androgen-responsive prostate*.

Mekanisme antimutagenik dan antikarsinogenik polifenol teh bisa terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Aksi secara langsung telah dikemukakan oleh Cheng *et al.*, (1988) dalam Ho *et al.*, (1996), antara lain sebagai berikut: Polifenol teh menginduksi aktivitas detoksifikasi dari enzim-enzim seperti glutation-S-transferase, mereduksi aktivitas ornitin dekarboksilase yang terinduksi TPA, dan menghambat promosi tumor, memblokir karsinogen tertentu dari pengikatannya dengan DNA, dan mempunyai kemampuan memperangkap dan mencegah oksidasi lipida.

Kemampuan antikarsinogen dari polifenol teh hijau dapat dikemukakan melalui beberapa mekanisme. Kebanyakan penelitian difokuskan pada jenis polifenol epigallocatekin galat karena senyawa jenis polifenol ini memiliki sifat antioksidatif dan antikarsinogenik paling kuat. EGCG dan juga EGC dan ECG terbukti mampu menginduksi apoptosis dalam sel tumor. EGCG juga telah menunjukkan mampu menghambat angiogenesis. EGCG dan ECG terbukti mampu menghambat tirosin fosforilasi dari receptor tirosin kinase PDGF-Rbeta (*platelet-derived growth factor receptor-beta*) akhirnya dapat menghambat transformasi sel glioblastoma manusia. Yang menarik adalah hanya kelompok katekin galat teh hijau yang memiliki kemampuan ini. Katekin teh hijau juga diketahui mampu mengatur sintesis enzim hepatik fase II yang terlibat dalam proses detoksikasi (detoksifikasi) dari beberapa senyawa xenobiotik, termasuk yang bersifat karsinogenik.

Lebih lanjut, kemampuan pencegahan transformasi malignan dan pencegahan pertumbuhan tumor katekin teh hijau mempunyai sifat potensial antimetastatik. Dalam hal ini, EGCG diketahui mampu menghambat enzim proteolitik urokinase. Urokinase adalah enzim yang dapat digunakan oleh sel kanker untuk menyerang jaringan normal dari metastase. EGCG dan ECG dapat menghambat metaloproteinase-2(MMP-2) (juga diketahui sebagai gelatinase A) dan metaloproteinase-9(MMP-9) (juga diketahui sebagai gelatinase B). Enzim-enzim ini tampak memegang peranan serangan tumor dan metastase. Akhirnya, EGCG diketahui memiliki kemampuan mengatur reseptor androgen dalam sel kanker prostat manusia, dengan kata lain menghambat aksi androgen. Penghambatan dari 5-alfa reduktase dapat menyebabkan EGCG bersifat memberikan efek antiproliferative pada sel kanker prostat.

Secara tidak langsung, polifenol diketahui dapat menghambat amilase dari mulut atau dari intestin. Dengan terhambatnya amilase, maka amilum yang dikonsumsi manusia akan dicerna secara parsial, dan yang tidak tercerna dan tidak terserap usus halus, masuk kedalam usus besar. Di dalam usus besar, sisa amilum akan dimanfaatkan oleh mikroflora sehingga meningkatkan populasi mikroflora yang bermanfaat seperti bakteribifido dan bakteri laktobasili. Kedua genus bakteri itu adalah genus yang menguntungkan bagi tubuh, karena selain merepresi populasi bakteri lain bersifat patogen, bakteri itu menghasilkan metabolit asal lemak rantai pendek, terutama asetat, propionat, dan butirat.

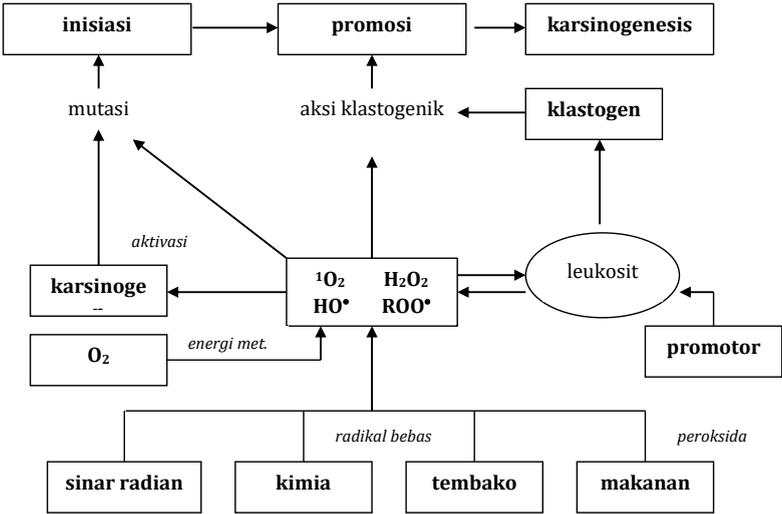
Asam lemak rantai pendek pada usus besar memberikan keuntungan bagi kesehatan manusia, antara lain; 1) membuat suasana usus besar menjadi asam, sehingga mencegah terbentuknya kanker usus, 2) menekan sintesis kolesterol sehingga mencegah hiperkolesterolemik, dan 3) memberikan energi untuk tubuh, 4) menekan lipida darah dan indeks glikemik, 5) meningkatkan absorpsi elektrolit dan fluida.

Pada mekanisme lain, ada hubungan sifat polifenol sebagai antioksidan dengan antikarsinogenitas. Ternyata, sifat karsinogenitas suatu senyawa sangat dipacu oleh senyawa-senyawa oksigen aktif seperti superoksida (1O_2), radikal hidroksi (HO^*), radikal dari hidrogen peroksida (H_2O_2). Senyawa-senyawa itu dapat merusak sel membran dan DNA. Senyawa itu juga memacu penuaan dan melakukan inisiasi promosi terbentuknya tumor (Gambar 5.2).

Untuk mengantagonis pengaruh aktivitas toksik senyawa-senyawa radikal itu, organisme hidup perlu disuplai dengan superoksida dismutase (SOD) dan juga dengan peroksida glutation, vitamin E, dan beberapa antioksidan yang berperan sebagai penyeimbang antara potensi oksidasi-reduksi. Polifenol diketahui mampu berperan sebagai senyawa penyeimbangan tersebut dengan mengendalikan pengaruh oksidasi, mencegah sel hidup dari oksidasi sehingga dapat bersifat sebagai antikarsinogenik.

Tampak bahwa sebenarnya, sifat antioksidan dari polifenol berhubungan erat dengan sifat-sifat lain seperti antikarsinogenik, antiobesitas, antihiperkolesterol, dan anti penyakit degeneratif lainnya. Oleh sebab itu, senyawa polifenol yang memiliki sifat antioksidatif kuat, dipastikan mempunyai sifat protektif atau mengobati kuat terhadap penyakit-penyakit degeneratif tadi.

Pada tahun 1994, Namiki dan Osawa menemukan pengaruh polifenol sebagai antioksidan terhadap pembentukan radikal oksigen. Di antara senyawa polifenol teh, epigalokatekin galat (EGCG) memiliki kemampuan sebagai antioksidan terkuat, diikuti oleh epikatekin galat (ECG). Aktivitas kedua senyawa tersebut sangat superior dibandingkan dengan sifat antioksidatif α -tokoferol (Yamamoto *et al.*, 1994).



Gambar 6.6. Hubungan antara karsinogenik dengan oksigen aktif

Antiobesitas

Obesitas atau kegemukan disebabkan oleh ketidak seimbangan antara energi yang masuk dan energi yang digunakan oleh tubuh sehingga terjadi kelebihan energi yang disimpan dalam tubuh dalam bentuk lemak. Kelebihan energi disimpan dalam sel lemak sehingga memperbesar dan menambah jumlah sel. Obesitas merupakan faktor paling beresiko terhadap timbulnya berbagai penyakit, seperti hipertensi, hiperlipidemia, arteriosklerosis, dan diabetes. Oleh sebab itu, obesitas harus dicegah. Cara paling efektif untuk pencegahan obesitas adalah dengan mencegah/mengurangi penyerapan lemak berlebihan dari intestin atau mempercepat laju metabolik dan oksidasi lemak.

Enzim yang paling berperan dalam penyerapan lemak adalah lipase pankreatik. Diketahui bahwa minyak dalam makanan tidak langsung diserap dari intestin jika tidak ada aktivitas dari enzim lipase pankreatik. Sehingga untuk mencegah penambahan berat badan secara efektif adalah dengan mereduksi penyerapan minyak dengan cara menghambat enzim lipase pankreatik. Salah satu cara pencegahan aksi enzim ini adalah dengan senyawa alami, yaitu polifenol.

Dari beberapa polifenol monomerik (flavan-3-ol), yang dijumpai dalam teh oolong, diketahui bahwa epigalokatekin galat (EGCG) dan epikatekin galat (ECG) yang memiliki ikatan ester dengan asam galat dan jenis pirogalol dalam cincin B dari struktur, paling kuat sebagai penghambat enzim lipase secara in vitro (Nakai et al, 2005). EGCG misalnya, memiliki nilai konsentrasi penghambatan (*inhibitory concentration*) pada 50 persen, $IC_{50} = 0,349 \mu M$. Selanjutnya, flavan-3-ol ester digalat seperti (-)-epigalokatekin-3,5-digalat memiliki penghambatan yang lebih tinggi, $IC_{50} = 0,098 \mu M$. Sebaliknya, flavan-3ol tak teresterifikasi seperti (+)-katekin, (-)-epikatekin, (+)-galokatekin, dan (-)epigalokatekin menunjukkan penghambatan rendah terhadap lipase pankreatik ($IC_{50} > 20 \mu M$).

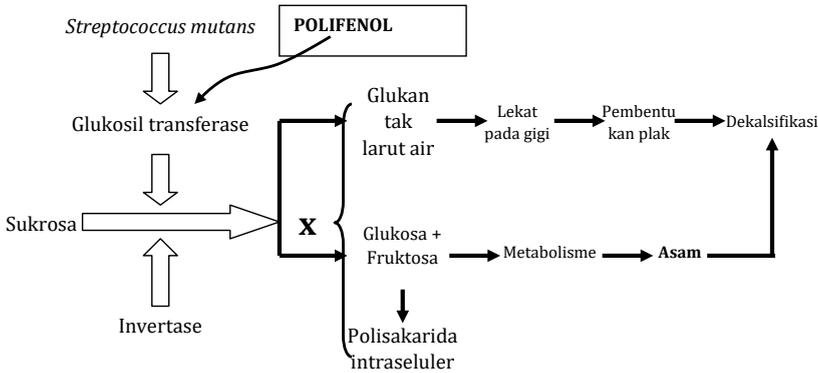
Anti Plak dan Karies pada Gigi

Pembentukan plak pada gigi merupakan hasil aktivitas bakteri golongan asam laktat, yakni *streptococci*, yang banyak terdapat pada mulut manusia. Bakteri ini mampu menghasilkan enzim yang dapat mensintesis bahan plak dan akhirnya menyebabkan karies gigi dengan metabolit asam yang dihasilkan. Peranan polifenol dalam

penghambatan plak gigi didasarkan pada kemampuannya mengikat enzim dan menghambat pertumbuhan sel bakteri. Berikut ini diuraikan mekanisme pembentukan plak dan karies dan mekanisme penghambatannya dengan polifenol.

Pembentukan Plak dan Caries Gigi

Plak pada gigi disebabkan oleh aktivitas bakteri jenis *streptococci*, khususnya *Streptococcus mutans*. Menurut Nakahara *et al.* (1993) dan Katsura *et al.* (2001) *streptococci* dapat membentuk koloni pada permukaan gigi dan melakukan aktivitas sebagai inisiasi pembentukan plak. Dengan kemampuannya memanfaatkan sukrosa dari sisa-sisa makanan, bakteri ini melakukan aktivitasnya dengan menggunakan enzim glukosiltransferase yang dihasilkan. Dengan enzim itu, bakteri *S. mutans* mampu mensintesis polisakarida ekstraseluler terutama glukon tidak larut air. Senyawa terakhir akan membentuk lapisan pada permukaan enamel gigi. Sejalan dengan itu, saat mengkonsumsi gula invert untuk menghasilkan energi ATP, bakteri ini menghasilkan asam laktat intraseluler yang akhirnya dikeluarkan untuk menjaga alkalinitas intraseluler. Lapisan glukon akan memerangkap asam laktat pada permukaan gigi, membentuk lapisan tipis dan kuat sebagai plak. Asam laktat akan mendegradasi kalsium menyebabkan dekalsifikasi pada lapisan enamel gigi, sehingga gigi mengalami kekurangan kalsium dan terjadi karies gigi. Diagram alir mekanisme pembentukan plak dan karies pada gigi dapat dilihat pada Gambar 6.7.



Gambar 6.7. Diagram alir mekanisme pembentukan karies pada gigi

Peranan Polifenol pada Pencegahan Pembentukan Plak dan Karies Gigi

Untuk pencegahan terbentuknya plak dan karies pada gigi, dapat digunakan senyawa polifenol. Polifenol dari teh oolong terbukti dapat menghambat enzim glukosiltransferase dengan cara mengikatnya menjadi kompleks polifenol-enzim sehingga enzim menjadi inaktif. Enzim yang telah inaktif tidak lagi bisa berperan membentuk senyawa glukon tak larut air, sehingga tidak terbentuk plak. Karena plak tidak terbentuk, asam akan mudah dilarutkan dalam air saat orang berkumur. Dengan demikian, karies juga tidak terbentuk.

Setiap jenis polifenol tertentu memiliki kemampuan mengikat enzim tertentu pula. Kemampuan tentang pengikatan enzim glukosiltransferase oleh polifenol teh dapat dilihat pada Tabel 6.2. Dari Tabel 6.2 dapat diketahui bahwa katekin dalam bentuk ester dengan asam galat, lebih menghambat enzim glukosiltransferase dari pada katekin tanpa ester galat. Dengan demikian, epikatekin galat dan epigalokatekin galat memiliki kemampuan menghambat enzim lebih besar dari pada kemampuan yang dimiliki oleh epikatekin dan epigalokatekin. Lebih lanjut diketahui, jika terjadi kondensasi atau polimerisasi antar katekin, kemampuan penghambatannya jauh lebih besar dibandingkan dengan kemampuan katekin secara individu. Oleh sebab itu, teaflavin lebih bersifat menghambat glukosiltransferase dibandingkan dengan polifenol lainnya. Teaflavin lebih banyak dijumpai pada teh hitam dari pada teh hijau maupun teh oolong. Jadi, mengkonsumsi teh, terutama teh hitam memberikan keuntungan pada kesehatan gigi, sehingga tidak mengalami plak dan karies.

Tabel 6.2. Pengaruh berbagai polifenol terhadap glukosiltransferase dari *Streptococcus sobrinus*.

Polifenol	Konsentrasi Polifenol		Penghambatan (%)
	Mg/ml	mM	
(+)-Katekin	0,250	0,862	13
(-)-Epikatekin	0,250	0,862	9
(-)-Epigalokatekin	0,250	0,817	8
(-)-Epikatekin galat	0,250	0,566	28

Polifenol	Konsentrasi Polifenol		Penghambatan
(-)-Epigallocatekin galat	0,250	0,546	23
Teaflavin	0,008	0,010	50

Sumber: Nakahara et al., 1993.

Mekanisme lain pencegahan pembentukan plak dengan polifenol adalah dengan menghambat pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri *Streptococcus mutans* penghasil enzim glukosiltransferase. Diketahui, katekin teh mampu berikatan dengan membran sel bakteri membentuk kompleks katekin-membran. Akibatnya, sistem permeabilitas sel mengalami gangguan, sehingga sel mati. Sehingga polifenol mampu melindungi terbentuknya lapisan plak yang terdiri dari glukosa tidak larut air.

Penelitian menarik tentang pencegahan pembentukan plak dan karies telah dilakukan terhadap 26 orang laki-laki dewasa dengan kisaran umur 23-35 tahun (umur rata-rata 26,5 tahun). Semua gigi volunteer dihilangkan plaknya. Perlakuan yang dilakukan adalah, setiap hari berkumur tiga kali setelah makan, dengan 15 ml air sebagai kontrol dan dengan air yang mengandung polifenol teh dengan konsentrasi 0,05-0,5% selama 20 detik. Selama periode pengujian, subjek penelitian tidak diperbolehkan menyikat gigi dengan pasta gigi apapun. Selain kontrol, subjek dibagi menjadi empat kelompok dan mencuci giginya dengan cara berkumur dengan larutan polifenol 0,05, 0,1, 0,2, dan 0,5%, selama tiga hari berturut-turut. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa kemampuan polifenol menghambat pembentukan plak melalui prosedur penelitian itu adalah 30-43%.

Anti Virus

Virus mengandung salah satu DNA atau RNA, tetapi kedua senyawa itu tidak pernah dijumpai secara bersama dalam satu virus. Virus ber-DNA yang berbahaya bagi kesehatan manusia antara lain virus hepatitis, poliovirus, virus adeno, herpes, virus pox, dan parvo. Sedangkan virus ber-RNA adalah virus picorna, enterovirus, calicivirus, togavirus, flavivirus, orthomyxovirus, paramyxovirus, coronavirus, bunyavirus, retrovirus, rhabdovirus, dan reovirus. Virus-virus ini menyerang manusia melalui kulit, organ seksual, organ respiratori, dan saluran pencernaan jika jaringan tersebut

terluka. Gejala umum yang disebabkan oleh inveksi viris adalah toksemia, demam, lemas, dan diminishing appetite. Beberapa dari virus netro dan herpes adalah karsinogenik.

Hubungan polifenol teh dengan antivirus dibahas dalam bagian ini. Green (1949) melaporkan bahwa ekstrak teh hitam dapat menghambat multiplikasi virus influenza A dalam embrio telur ayam. Ekstrak teh hijau juga menunjukkan sifat antivirus pada virus influenza, vaccinia, herpes, Coxsackie B6, dan virus polio. Epigalokatekin galat dari teh hijau dan teaflavin galat dari teh hitam dapat menghambat multiplikasi virus rota dan entero. Juga diketahui bahwa epigalokatekin galat dan teaflavin memiliki kemampuan menghambat aktivitas haemaglutinaasi virus influenza. Kenyataan ini membuktikan bahwa epigalokatekin galat dan teaflavin dapat mengikat haemaglutinin dari virus influenza, sehingga virus ini tidak mampu mengalami multiplikasi.

Temuan lain menunjukkan bahwa polifenol teh hijau dapat menghambat propagasi virus rota, yang menyebabkan gastroenteritis pada bayi dan anak-anak hingga menyebabkan diare. Diketahui, (-)-epikatekin galat dan (-)-epigalokatekin galat adalah sangat efektif, dan pada konsentrasi 1 mg/ ml, mereka secara berurut-urut menghambat propagasi virus rota 84,4 dan 96,2%. Asam galat tidak begitu efektif, menunjukkan bahwa bentuk katekin teresterifikasi dengan galoil adalah penting untuk aktivitas antivirus.

Di China, teh hijau digunakan sebagai obat diare. Hal ini juga menunjukkan bahwa komponen tertentu dalam teh hijau sangat efektif untuk pencegahan dan pengobatan diare yang disebabkan oleh virus rota dan atau bakteri. Penelitian lain menyatakan bahwa polifenol tertentu dari teh dan flavonoid lain menghambat transkriptase reverse virus HIV (human immunodeficiency virus) dan beberapa polimerase DNA dan RNA.

HIV adalah termasuk virus retro dan transkriptase reverse-nya sangat penting bagi HIV untuk berkembangbiak dalam sel inang. Epikatekin galat dan epigalokatekin galat dijumpai dapat menghambat dengan kuat terhadap transkriptase reverse HIV, sedang epikatekin, epigalokatekin, dan asam galat tidak efektif. Konsentrasi penghambatan sebesar 50 % bagi epigalo katekin dan epigalokatekin galat secara berurut-urut adalah 0,017mg/mL dan 0,012mg/mL. Sangat mungkin bahwa polifenol tersebut

dikembangkan untuk pencegahan dan pengobatan penyakit yang disebabkan oleh karena virus.

Polifenol Untuk Pencegahan Dan Penyembuhan Penyakit Ginjal

Dari hasil penelitian, tanin teh hijau mempunyai kemampuan yang dapat diandalkan untuk pencegahan dan penyembuhan penyakit ginjal. Senyawa polifenol dalam daun teh yang juga dikenal dengan katekin, terdiri dari epikatekin, epikatekin galat, epigalokatekin, dan epigalokatekin galat.

Pada daun teh segar, senyawa-senyawa tadi secara berurutan semakin kecil konsentrasinya, sedang pada teh hijau terdapat sebaliknya. Meskipun semua komponen polifenol yang digunakan dalam percobaan diketahui mempunyai kemampuan dalam penyembuhan penyakit ginjal, namun polifenol dalam bentuk epigalokatekin galat-yang merupakan polifenol predominan dari teh hijau paling berkhasiat.

Salah satu tolok ukur penderita penyakit ginjal adalah meningkatnya metilguanidin dalam darah atau urin. Metilguanidin merupakan racun uremik yang potensial menyebabkan indek kesalahan metabolik dan kondisi patologis uremia.

Dengan eksperimen *in vitro* (menggunakan hati tikus) maupun *in vivo* (menggunakan tikus percobaan) diketahui metilguanidin diproduksi dari protein kreatin melalui kratol (5-hidroksi kreatinin) oleh oksigen aktif atau hidroksil radikal. Rupanya oksigen aktif dan hidroksil radikal adalah yang menjadi biang penyebab kesalahan metabolik uremia tadi. Keterlibatan oksigen aktif dan hidroksil radikal pada beberapa penyakit ginjal dan kerusakan histologis juga telah diketahui dari para pasien penderita ginjal.

Kemampuan polifenol menyembuhkan penyakit ginjal mula-mula dicobakan pada tikus. Dari hasil percobaan, tanin tanaman rhubarb dan ekstrak ompi-to (wen-pi-tang), resep medis oriental atau semacam resep tradisional Cina yang diberikan pada tikus yang dirusak ginjalnya dengan induksi adenin, dapat menurunkan metilguanidin urin. Hasil yang menakjubkan ini menunjukkan bahwa polifenol dapat “beraksi” menetralkan hidroksil radikal (radical scavenging action).

Yang lebih “hebat” lagi adalah kemampuan ekstrak polifenol daun teh hijau, epigalo katekin galat sebagai penetrasi hidroksil radikal. Bila diberikan dalam jumlah yang sama dengan jumlah tanin

rhubarb, ekstrak tanin teh hijau dapat menurunkan metilguanidin dalam tempo lebih cepat.

Pada penelitian lain, pemberian 2 mg ekstrak tanin campuran dari teh hijau setiap hari pada tikus menunjukkan bahwa pada hari ketujuh terjadi penurunan nyata metilguanidin urin. Sedang hanya dengan 0,25 mg ekstrak epigalokatekin galat setiap hari dapat menurunkan metilguanidin pada hari keenam. Hal ini menunjukkan bahwa yang paling berpengaruh sebagai penetral hidroksil radikal adalah komponen epigalokatekin galat (komponen polifenol dominan dalam teh hijau). Berarti, polifenol teh hijau mempunyai khasiat lebih baik untuk mencegah dan menyembuhkan penyakit ginjal dibanding tanin dari sumber lain.

Meskipun penelitian itu baru diujikan pada hewan percobaan tikus, namun hasil yang memuaskan tersebut merupakan suatu indikasi teh hijau dapat mencegah dan mengobati penyakit ginjal atau keadaan patologis uremia pada manusia. Dari segi kandungan polifenol, semua jenis teh mempunyai kemampuan menetralkan hidroksil radikal atau mencegah dan mengobati penyakit ginjal dengan urutan tingkat khasiatnya adalah teh hijau, teh oolong (pouchong), dan teh hitam.

Fungsi Lain Polifenol Khususnya Katekin Untuk Kesehatan

Selain berfungsi sebagai antioksidan, antimikrobia, antivirus, dan antikarsinogenik, polifenol teh juga berperan sebagai anti peradangan (anti-inflammatory), anti aterogenik dan anti termogenik (anti-atherogenic, dan tehrmogenic).

Aktivitas anti peradangan senyawa katekin disebabkan kemampuannya sebagai antioksidan. EGKG diketahui dapat menghambat faktor transkripsi AP-1 dan NF-kappa B, keduanya dikenal sebagai mediasi terjadinya proses peradangan, yang diaktivasi oleh spesies oksigen reaktif. Aktivitas antioksidan EGKG dapat menghambat reaktivitas spesies oksigen aktif.

Sedikit berbeda dengan mekanisme aktivitas anti-aterogenik dari katekin teh hijau. PDGF-R beta, yang didiskusikan sebelumnya dapat terlibat pada proliferasi otot halus. Proliferasi otot halus terlibat dalam proses patogenik dari arteriosklerosis. EGKG dan EKG diketahui menghambat tirosin fosforilasi PDGF-Rbeta dan menandakan penghambatan perkembangbiakan otot halus.

Penghambatan low-density lipoproteins (LDL) merupakan mekanisme anti-aterogenik yang lain. Katekin teh hijau dapat juga memiliki aktivitas sebagai anti-trombotik dan dapat membantu menurunkan kolesterol total dan tingkat LDL-kolesterol. Pengaruh anti-trombotik tampak menghambat ADP dan pembentukan penyumbatan. Mekanisme penurunan kolesterol diduga karena katekin dapat menstimuli sekresi garam empedu dan ekskresi kolesterol melalui fesal.

Insiden penyakit kardiofaskular di China kurang lebih 80% lebih rendah dibandingkan dengan insiden penyakit yang sama di negara-negara maju. Konsumsi tinggi teh hijau di China ada dihubungkan dengan penurunan resiko penyakit kardiofaskular. Studi epidemiologi dihubungkan dengan peningkatan konsumsi teh hijau dengan penurunan resiko aterogenesis di Jepang dan tempat lain. Uji in vitro dan hewan menunjukkan bahwa teh hijau dan katekinnya, terutama epigalokatekin galat dapat membantu pencegahan oksidasi LDL-kolesterol. Akhir-akhir ini, studi dengan manusia menunjukkan bahwa EGKG menghambat hidroperoksidasi fosfolipida dalam plasma. Beberapa penelitian telah dilaporkan tentang kemampuan teh hijau secara signifikan menurunkan osikadsi LDL-kolesterol dalam manusia. Penelitian terakhir menunjukkan bahwa konsumsi tujuh sampai delapan cangkir teh hijau dapat menurunkan oksidasi LDL-kolesterol sudah cukup untuk menurunkan resiko penyakit kardiofaskular. Dalam in vitro dan hewan teh hijau dan katekinnya dapat menurunkan kolesterol total dan tingkat LDL-kolesterol, menunjukan pengaruh sebagai antitrombosit dan menghambat perkembangbiakan otot halus, suatu aktivitas yang menunjukkan sifat anti-aterogenik.

Penelitian lain menunjukkan bahwa teh hijau meningkatkan pemanfaatan energi dan oksidasi lemak. Pengaruh termogenik ini disebabkan adanya sinergime antara katekin dengan kafein dalam ekstrak teh. Pemasukan secara oral, 90 mg EGKG dan 50 mg kafein menghasilkan peningkatan secara signifikan 4% pemanfaatan energi dalam 24 jam dan secara signifikan menurunkan indeks (respirasi respiratory) dalam 24 jam pada manusia sehat. Suplemen dengan 50 mg kafein secara individu tidak memberikan pengaruh termogenik.

Gambir dan kandungannya juga menunjukkan pengaruh antiperadangan, memberikan harapan baru penyakit kulit seperti artritis, dermatitis, dan peradangan lainnya. Polifenol yang

dikonsumsi dapat mencegah peradangan kulit akibat sengatan sinar matahari.

Obat Tradisional

Gambir digunakan sebagai obat tradisional, antara lain obat diare, obat perut mulas, eksema, disentri, radang gusi, radang tenggorokan, melegakan hidung tersumbat, demam-kuning, dan batuk. Selain itu, gambir juga digunakan sebagai obat luka.

Lulur Kecantikan

Sifat astringen (menciutkan), menghaluskan, dan antioksidan gambir memberikan peluang bahwa gambir bisa dipakai untuk lulur kecantikan kulit, khususnya kulit muka. Menyempitkan pori-pori, menghaluskan kulit dan mencegah lapisan lipoprotein kulit terlindung dari oksidasi yang dapat menyebabkan kerusakan pada kulit.

Pantangan

Teh merupakan pantangan bagi orang yang hipersensitif terhadap senyawa yang terkandung dalam gambir. Wanita hamil dan menyusui sebaiknya menghindari mengkonsumsi gambir atau senyawa yang terkandung di dalamnya, katekin. Katekin dapat menurunkan agregasi platelet. Suplemen katekin teh hijau harus dihentikan sebelum prosedur operasi dilakukan.

BAB 7

PEMANFAATAN GAMBIR DALAM PRODUK PANGAN

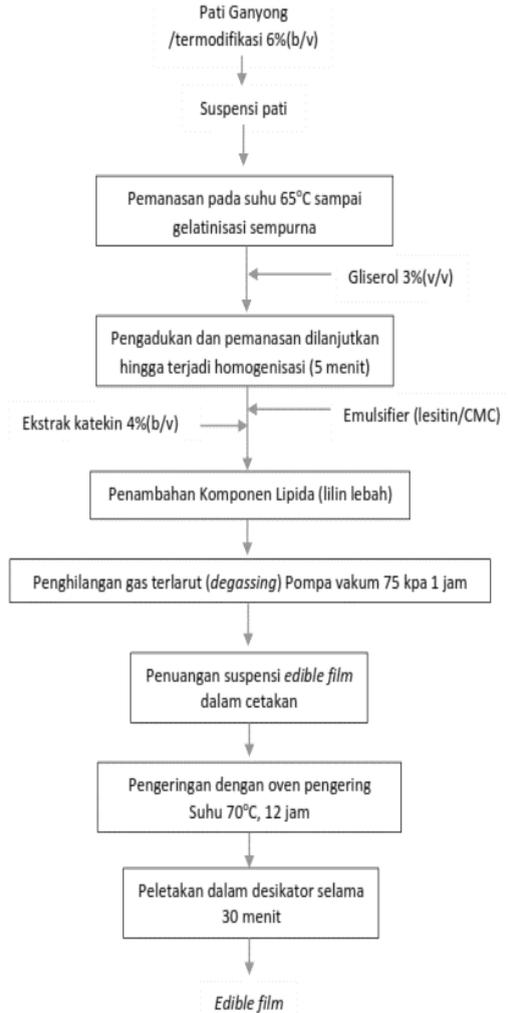
GAMBIR DALAM *EDIBLE PACKAGING*

Edible packaging merupakan bahan kemasan yang bersifat ramah lingkungan dan aman untuk dikonsumsi oleh manusia. *Edible packaging* terbagi 2 yaitu *edible film* dan *edible coating*. *Edible film* adalah lembaran tipis menyerupai plastik yang berfungsi sebagai bahan kemasan untuk produk pangan. *Edible coating* diaplikasikan dengan pencelupan atau penyemprotan pada produk pangan.

Edible film dibentuk dari bahan biopolimer seperti karbohidrat, protein, dan lipida. Sumber karbohidrat yang sering digunakan adalah pati, selulosa, alginat dan lain sebagainya. Sumber protein yang sering digunakan adalah protein susu, protein dari ikan, dan protein-protein dari nabati seperti protein kacang kedelai. Sumber lipida meliputi lilin lebah (*beeswax*). Bahan pembentuk *edible film* dari karbohidrat dan protein dikenal dengan bahan hidrokoloid. Bahan hidrokoloid memiliki keunggulan dan kelemahan terhadap karakteristik *edible film*. Keunggulan bahan ini adalah mempunyai daya lengket yang baik terhadap produk dan memiliki sifat elastisitas baik sedangkan kelemahannya adalah mudah ditembus oleh uap air. Lipida termasuk bahan pembentuk *edible film* yang berperan dalam menahan laju transmisi uap air, tetapi bersifat kaku.

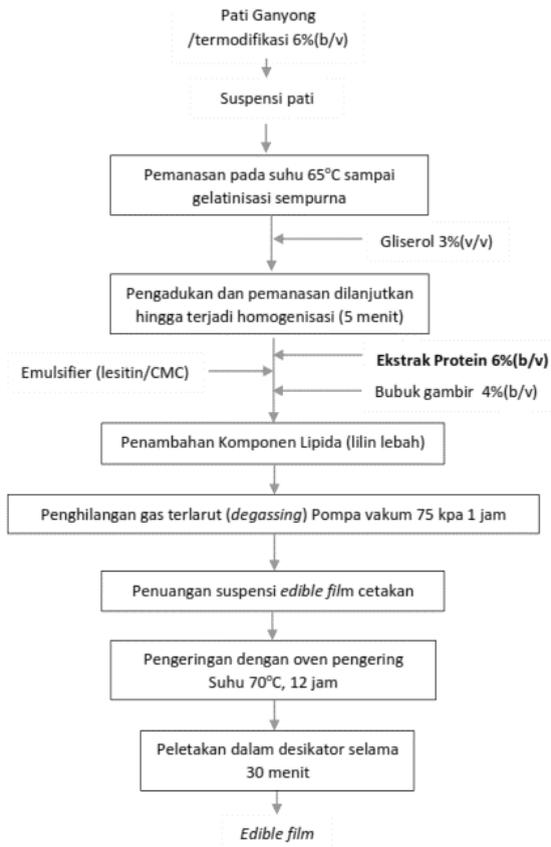
Seiring dengan perkembangan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, fungsi *edible film* tidak hanya menghambat laju transmisi gas dan uap air, tetapi juga bersifat antimikrobia dan antioksidan. Beberapa bahan yang mengandung senyawa antimikrobia maupun antioksidan telah banyak digunakan baik yang berasal dari bahan sintetis maupun alami. Salah satu bahan alami

yang telah digunakan sebagai *edible film* adalah gambir. Telah diketahui bahwa gambir mengandung senyawa katekin yang bersifat antibakteri dan antioksidan.



Sumber: Santoso (2011)

Gambar 7.1. Diagram alir pembuatan *edible film* dengan inkorporasi ekstrak gambir



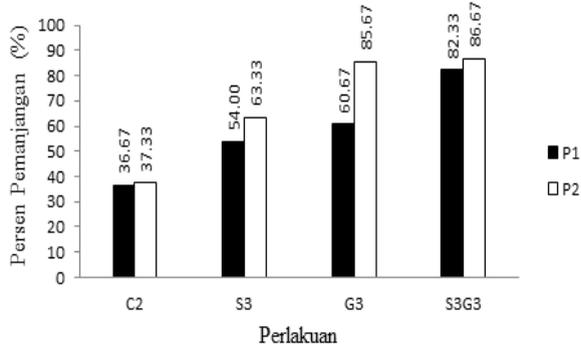
Sumber: Santoso (2011)
Gambar 7.2. Diagram alir pembuatan *edible film* dengan inkorporasi dan ekstrak protein dan ekstrak gambir

Inkorporasi ekstrak gambir dalam *edible film* berbasis pati ganyong

Penelitian Santoso (2011) menyatakan bahwa penambahan ekstrak gambir dapat membentuk *edible film* berbasis pati ganyong bersifat antibakteri khusus bakteri Gram-positif. Sifat antibakteri yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh komponen pembentuk *edible film*. *Edible film* dengan formulasi "pati ganyong-gliserol-ekstrak gambir-CMC-lilin lebah" menghasilkan laju penghambatan

terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus aureus* sebesar 0,025 persatuan waktu (Gambar 6.1). Daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *edible film* ini lebih rendah dibanding formulasi "pati ganyong-glisierol-protein-ekstrak gambir-CMC-lilin lebah yaitu sebesar 0.035 persatuan waktu (Gambar 6.2). Hal yang menarik untuk dijelaskan adalah bagaimana kemampuan senyawa katekin dalam gambir sebagai antibakteri ternyata bergantung dengan senyawa lain. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa sifat antibakteri senyawa katekin terletak pada seberapa banyak jumlah gugus hidroksil (OH) yang bebas dalam suatu sistem pangan. Formulasi seperti pada Gambar 6.1 senyawa katekin berikatan dengan gliserol melalui ikatan hidrogen sehingga menyebabkan gugus OH senyawa katekin dalam posisi bebas akan berkurang sedangkan formulasi pada Gambar 6.2 gugus OH gliserol berikatan terlebih dahulu dengan gugus NH₃ pada protein, sehingga gugus OH bebas dalam sistem *edible film* lebih sedikit sebelum dilakukan penambahan senyawa katekin. Hal ini tentu berpengaruh terhadap peningkatan jumlah gugus OH senyawa katekin.

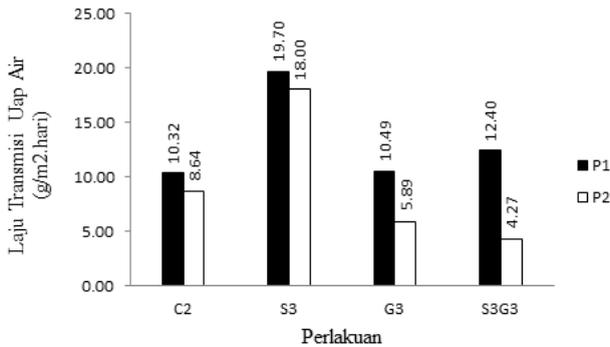
Selain berpengaruh terhadap sifat antibakteri, penambahan senyawa katekin juga berpengaruh terhadap peningkatan elastisitas dan penurunan laju transmisi uap air *edible film* seperti pada Gambar 6.3 dan Gambar 6.4. Hal ini dapat dikaitkan dengan gugus OH yang terdapat dalam senyawa katekin. Makin tinggi konsentrasi senyawa katekin maka makin banyak gugus OH dalam matrik *edible film*. Gugus OH ini dapat mengikat air sehingga jumlah air yang terikat atau air yang terperangkap dalam matrik *edible film* meningkat dan peristiwa ini yang menyebabkan elastisitas meningkat. Penambahan ekstrak gambir dalam *edible film* berpengaruh terhadap penurunan laju transmisi uap air, hal ini disebabkan ekstrak gambir dapat membentuk ikatan kompleks yang berdampak pada terbentuknya matrik *edible film* menjadi rapat. Matrik *edible film* yang rapat menyebabkan uap air mengalami kesulitan untuk menembusnya.



Keterangan: G3= ekstrak gambir

Sumber: Santoso (2011)

Gambar 7.3. Pengaruh penambahan ekstrak gambir terhadap peningkatan persen pemanjangan (elongasi) *edible film*

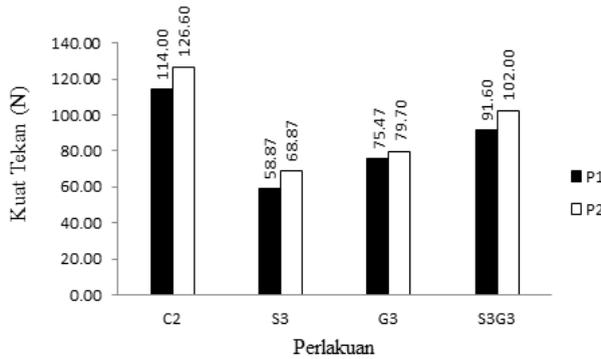


Keterangan: G3= ekstrak gambir

Sumber: Santoso (2011)

Gambar 7.4. Pengaruh penambahan ekstrak gambir terhadap penurunan laju transmisi uap air *edible film*

Keberadaan ekstrak gambir dalam *edible film* tidak hanya berpengaruh terhadap persen elongasi dan laju transmisi uap air tetapi juga kuat tekan. Kuat tekan *edible film* mengalami peningkatan dengan penambahan ekstrak gambir (Gambar 6.5).



Keterangan: G3= ekstrak gambir, P2= pati ganyong termodifikasi

Sumber: Santoso (2011)

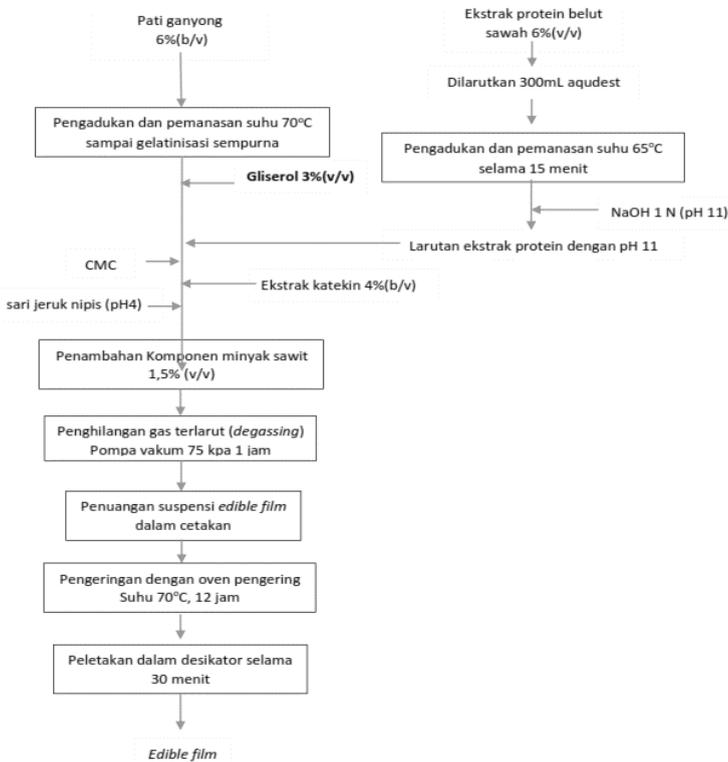
Gambar 7.5. Pengaruh penambahan ekstrak gambir terhadap peningkatan kuat tekan *edible film*

Peningkatan kuat tekan *edible film* dengan penambahan ekstrak gambir dapat dijelaskan secara fisik maupun kimia. Secara fisik, diketahui bahwa pati ganyong termodifikasi merupakan penyusun utama matrik *edible film* yang memiliki struktur terbuka dan kuat sedangkan ekstrak gambir bertindak sebagai bahan pengisi (*filler*). Dengan demikian ekstrak gambir lebih mudah untuk mengisi matrik tersebut sehingga terbentuk *edible film* yang padat dan rapat, hal ini tentu berpengaruh terhadap sifat fisiknya yaitu meningkatkan kuat tekan. Secara kimia, ikatan pati-gliserol-protein-gambir-CMC-lilin lebah membentuk ikatan kompleks sehingga membentuk matrik *edible film* yang kuat. Mekanisme terbentuknya ikatan kompleks ini adaah gugus -OH molekul amilosa pada atom C nomor 2 yang tidak disubstitusi oleh gugus fosfat dari senyawa $POCl_3$ berikatan dengan gugus -OH gliserol. Gugus -OH gliserol lainnya berikatan dengan gugus $-NH_2$ molekul protein sedangkan gugus $-COOH$ nya mengikat gugus -OH senyawa katekin dalam ekstrak gambir. Gugus -OH

senyawa katekin yang lain membentuk ikatan dengan gugus hidroksil dari sisi polar molekul CMC sedangkan sisi non-polarnya berikatan dengan lilin lebah.

Penambahan ekstrak gambir dan modifikasi pH dalam meningkatkan sifat antibakteri *edible film* berbasis pati ganyong

Telah diketahui bahwa senyawa katekin gambir sangat stabil pada pH 2,8-4,9. Kestabilan senyawa katekin sangat penting untuk dipertimbangkan dalam meningkatkan sifat fungsional senyawa ini. Teknologi pembuatan *edible film* dengan penambahan ekstrak gambir dan modifikasi pH seperti pada Gambar 7.6.



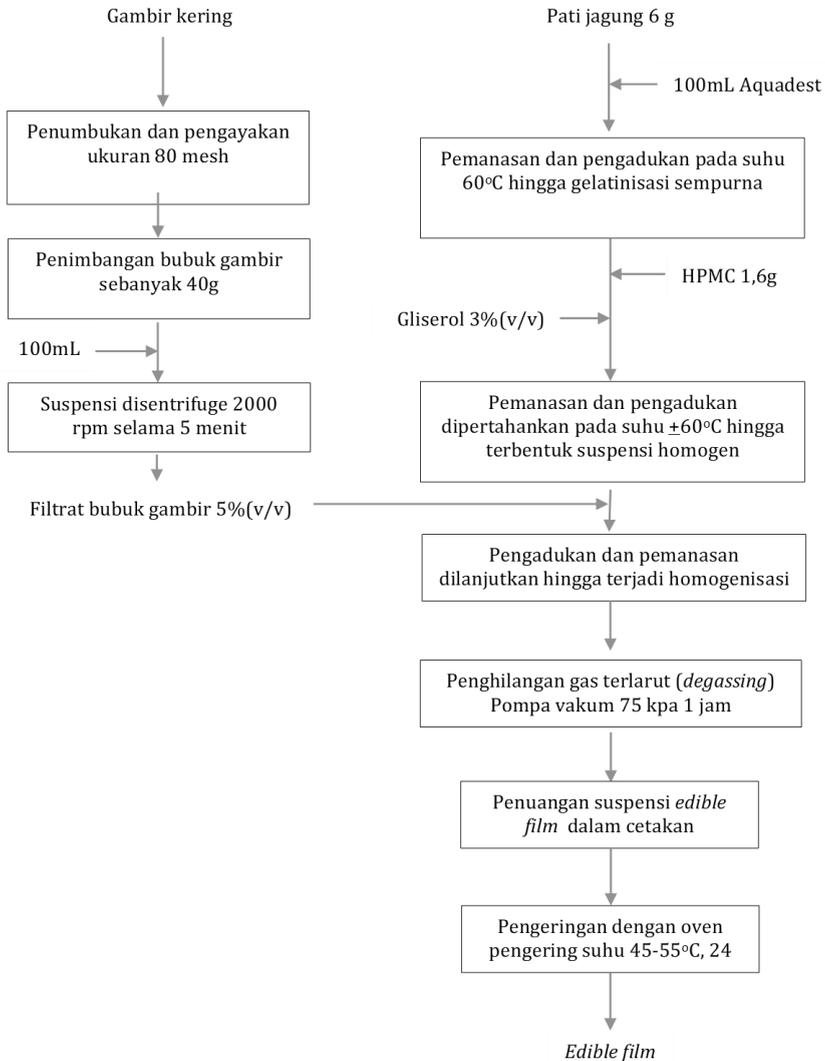
Sumber: Santoso *et al.* (2014)

Gambar 7.6. Diagram alir teknologi pembuatan *edible film* dengan penambahan ekstrak gambir dan modifikasi pH

Edible film yang dibentuk seperti Gambar 7.6. menghasilkan matrik *edible film* dengan ikatan kompleks pati ganyong-glisierol-ekstrak protein-CMC-ekstrak gambir-sari jeruk nipis-minyak sawit dengan nilai daya hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 2,79 mm. Nilai daya hambat *edible film* ini lebih besar dibanding formulasi pada Gambar 7.1 dan 7.2. Diketahui bahwa ekstrak protein pada kondisi pH isoelektris (pH 11) akan mengalami presipitasi yang berdampak pada berkurangnya afinitas protein terhadap senyawa katekin. Dengan demikian dalam ikatan kompleks pati-protein-katekin maka protein lebih cenderung berikatan dengan pati dibanding dengan katekin sehingga gugus OH katekin bebas dalam matrik *edible film* lebih banyak tersedia. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa sifat antibakteri senyawa katekin terletak pada gugus OH terutama pada posisi orto. Selain efek dari pH isoelektris protein, peningkatan daya hambat terhadap bakteri *edible film* ini adalah modifikasi pH yang disesuaikan dengan pH optimal senyawa katekin.

Inkorporasi filtrat gambir dalam formulasi *edible film* berbasis pati jagung

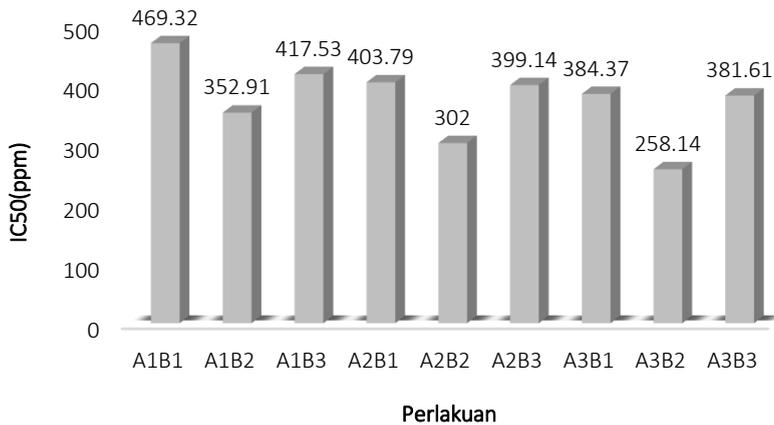
Telah dijelaskan sebelum bahwa daya hambat *edible film* terhadap pertumbuhan bakteri yang menggunakan ekstrak gambir masih relatif rendah, jika konsentrasi ekstrak gambir ditingkatkan maka berpengaruh negatif terhadap ketebalan, rasa, warna, dan opasitas *edible film* yang dihasilkan. Penggunaan filtrat gambir dapat dijadikan untuk meningkatkan konsentrasi senyawa katekin dalam formulasi *edible film*. Filtrat gambir dibuatkan dengan melarutkan ekstrak gambir dalam air pada suhu 60°C selama kurang lebih 10 menit dan dilanjutkan dengan proses sentrifuge sampai terbentuk larutan warna bening. Filtrat gambir dapat ditambah dalam konsentrasi lebih tinggi dibanding ekstrak gambir karena filtrat gambir hampir tidak mengandung total padatan sehingga pengaruhnya terhadap sifat fisik *edible film* dapat diminimalisir. *Edible film* yang diinkorporasikan dengan filtrat gambir menghasilkan *edible film* yang tidak hanya bersifat antibakteri tetapi juga bersifat antioksidan yang ditandai nilai IC₅₀ yang relatif tinggi. Diagram alir teknologi pembuatan *edible film* berbasis pati jagung yang diinkorporasikan dengan filtrat gambir seperti yang disajikan pada Gambar 7.7.



Sumber: Santoso *et al.* (2019)

Gambar 7.7. Diagram alir teknologi pembuatan *edible film* berbasis pati jagung yang diinkorporasikan dengan filtrat gambir

Inkorporasi filtrat gambir dalam *edible film* berbasis pati jagung menghasilkan *edible film* yang bersifat antioksidan dan antibakteri. Sifat antioksidan *edible film* ditunjukkan nilai IC_{50} berkisar 258,14 - 469,32 ppm. Pengaruh penambahan filtrat gambir dalam *edible film* pati jagung terhadap nilai IC_{50} seperti yang disajikan pada Gambar 6.8.

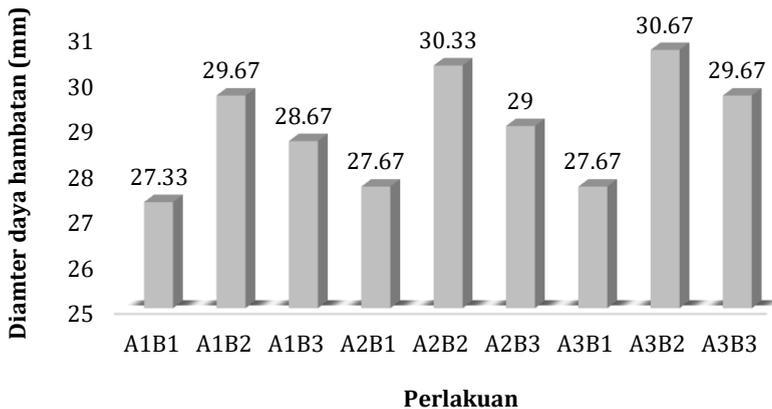


Keterangan: konsentrasi filtrat gambir (A): A₁ = 20%, A₂ = 30%, dan A₃ = 40% (b/v) dan metode pemisahan campuran (B): B₁ = kertas saring, B₂ = *Sentrifuge* 1000 rpm, dan B₃ = *Sentrifuge* 2000 rpm.

Gambar 7.8. Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan metode pemisahan campuran terhadap nilai IC_{50} *edible film* (Santoso *et al.* 2019)

Gambar 7.8 menunjukkan bahwa perlakuan A3B2 memiliki nilai IC_{50} paling rendah, hal ini berarti perlakuan ini memiliki antioksidan tertinggi. Dapat dijelaskan bahwa selain pengaruh filtrat gambir peningkatan antioksidan juga dipengaruhi oleh metode pemisahan campuran dalam memperoleh filtrat gambir itu sendiri. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh senyawa katekin maksimum dalam filtrat gambir maka harus dilakukan adalah metode sentrifugasi 1000 rpm.

Selain bersifat antioksidan, penambahan filtrat gambir dalam *edible film* pati jagung juga bersifat antibakteri yang ditandai dengan nilai daerah daya hambat (DDH) terhadap bakteri uji *Streptococcus aureus* yang berkisar 27,33 - 30,67 mm. Pengaruh penambahan filtrat gambir dan metode pemisahan campuran seperti yang disajikan pada Gambar 7.9.



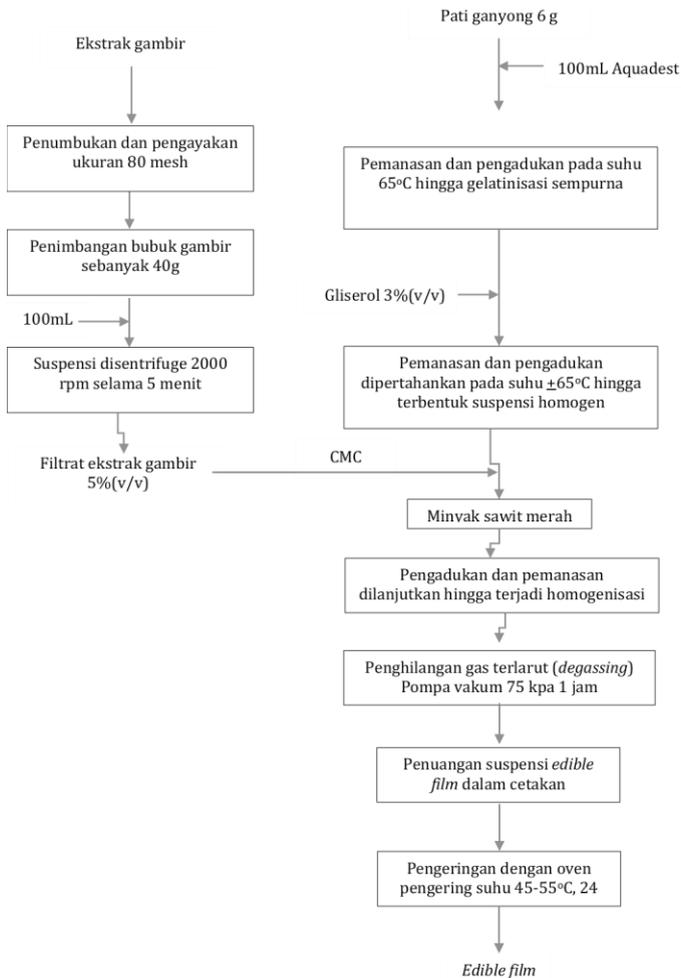
Keterangan: konsentrasi filtrat gambir (A): A₁ = 20%, A₂ = 30%, dan A₃ = 40%(b/v) dan metode pemisahan campuran (B): B₁ = kertas saring, B₂ = *Sentrifuge* 1000 rpm, dan B₃ = *Sentrifuge* 2000 rpm.

Gambar 7.9. Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan metode pemisahan campuran terhadap nilai DDH *edible film* (Santoso *et al.* 2019)

Gambar 7.9. menunjukkan bahwa perlakuan A3B2 menghasilkan nilai DDH tertinggi yang berarti memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri paling tinggi hal ini berbanding lurus dengan sifat antioksidan pada perlakuan ini juga tertinggi. Hubungan antara sifat antioksidan dan antibakteri ini berkaitan dengan senyawa katekin dalam filtrat gambir yang sebelumnya telah dijelaskan bahwa senyawa katekin bersifat antioksidan dan antibakteri.

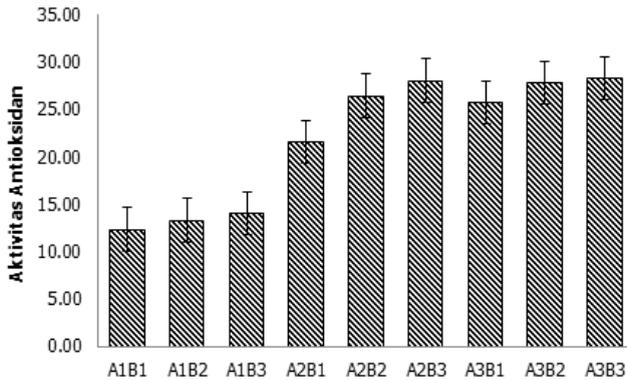
Inkorporasi filtrat gambir dan minyak sawit merah dalam *edible film* berbasis pati ganyong

Edible film berbasis pati ganyong yang diinkorporasikan dengan filtrat gambir dan minyak sawit merah menghasilkan sifat antioksidan dan antibakteri (Gambar 6.10).



Gambar 7.10. Diagram alir teknologi pembuatan *edible film* berbasis pati ganyong yang diinkorporasikan dengan filtrat gambir dan minyak sawit merah (Santoso, 2011)

Sifat antioksidan *edible film* yang dihasilkan termasuk kategori kuat dengan nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm yaitu 12,40 - 28,30 ppm. Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan minyak sawit merah terhadap sifat antioksidan *edible film* (IC_{50}) seperti yang disajikan pada Gambar 7.11.



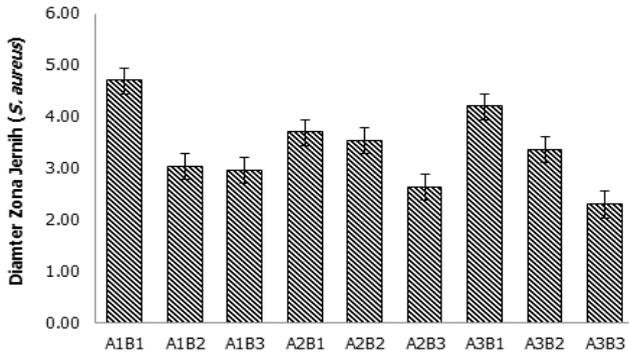
Keterangan: A = filtrat gambir (A1=20%, A2=30%, dan A3=40%) dan B = minyak sawit merah (B1=1%, B2=1,5%, dan B3=2%)

Gambar 7.11. Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan minyak sawit merah terhadap sifat antioksidan *edible film* (Santoso *et al.* 2019)

Nilai daerah daya hambat (DDH) *edible film* inkorporasi filtrat gambir dan minyak sawit terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 2,30 - 4,70 mm. Pengaruh penambahan *filtrate* gambir dan minyak sawit merah terhadap nilai DDH seperti yang disajikan pada Gambar 7.12.

Gambar 7.12 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak sawit merah pada konsentrasi filtrat gambir yang konstan menyebabkan sifat antibakteri *edible film* mengalami penurunan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa peningkatan minyak sawit merah menyebabkan sifat non polar *edible film* meningkatkan. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa membran sel bakteri Gram-positif bersifat polar sehingga terjadi perbedaan sifat kelarutan *edible film* dengan membran sel. Perbedaan ini menyebabkan *edible film*

mengalami kesulitan untuk melakukan interaksi dengan membran sel yang pada akhir kerusakan membran sel sulit terjadi. Mekanisme ini didukung hasil penelitian Santoso *et al.* (2018) yang mengungkapkan bahwa penggunaan filtrat gambir dalam *edible film* berbasis pati jagung tanpa menggunakan senyawa lipida memiliki sifat antibakteri lebih tinggi dengan nilai DDH sebesar 6,67 - 7,67 mm.

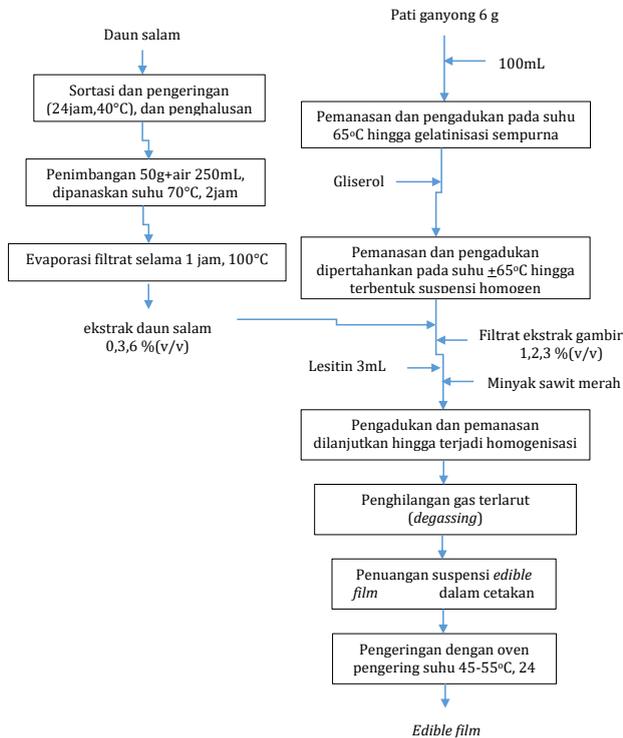


Keterangan: A = filtrat gambir (A1=20%, A2=30%, dan A3=40%) dan B= minyak sawit merah (B1=1%, B2=1,5%, dan B3=2%)

Gambar 7.12 Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan minyak sawit merah terhadap nilai DDH *edible film* (Santoso *et al.* 2019)

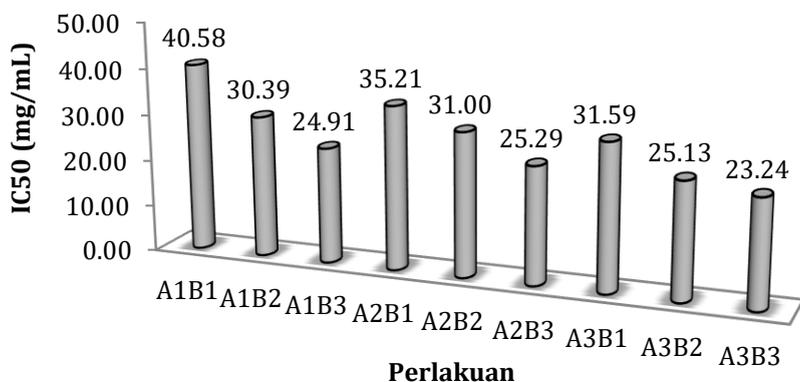
Inkorporasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam dalam *edible film* berbasis pati ganyong

Teknologi pengolahan *edible film* yang diinkorporasi dengan filtrat gambir dan ekstrak daun salam seperti yang disajikan pada Gambar 6.13. *Edible film* yang diinkorporasi dengan filtrat gambir dan ekstrak daun salam bersifat antioksidan dan antibakteri (nilai DDH) dengan masing-masing IC₅₀ sebesar 23,24 - 40,58mg/mL dan 1,33 - 1,83 mm. Pengaruh inkorporasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam terhadap sifat antioksidan *edible film* seperti yang sajikan pada Gambar 7.13.



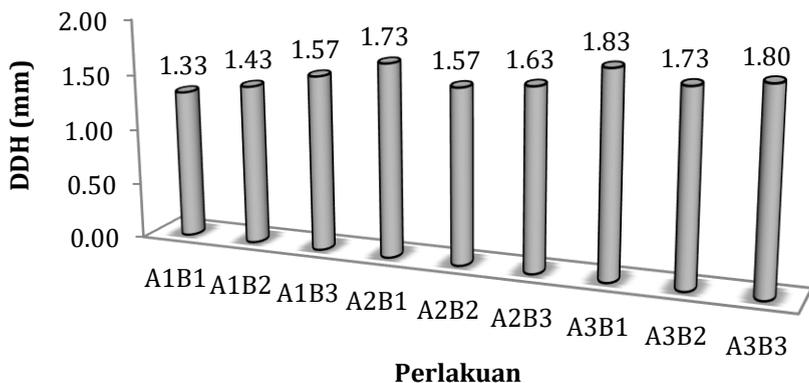
Gambar 7.13. Diagram alir teknologi pengolahan *edible film* yang diinkorporasi dengan filtrat gambir dan ekstrak daun salam (Santoso et al., 2020)

Gambar 7.14 menunjukkan bahwa inkorporasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam dalam *edible film* menghasilkan *edible film* bersifat antioksidan dengan nilai IC_{50} berkisar 23,24 - 40,58 ppm. Telah diketahui bahwa baik filtrat gambir maupun ekstrak daun salam mengandung senyawa yang bersifat antioksidan.



Keterangan: A = filtrat gambir (A1=20%, A2=30%, dan A3=40%) dan B= ekstrak daun salam (B1=0%, B2=3%, dan B3=6%)

Gambar 7.14. Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam terhadap sifat antioksidan *edible film* (Santoso *et al.* 2019)

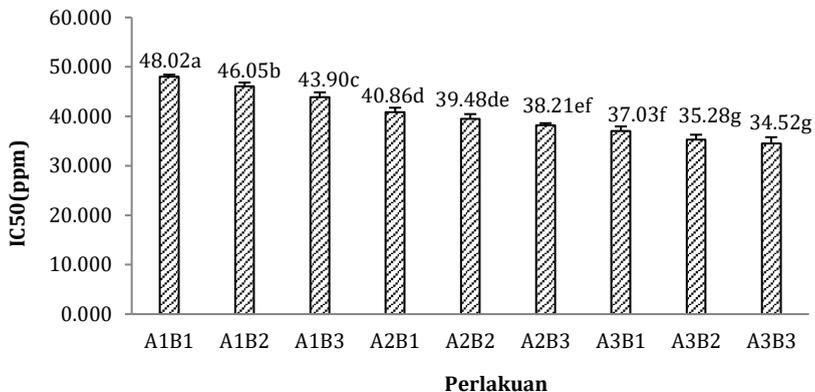


Gambar 7.15. Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam terhadap sifat antioksidan *edible film* (Santoso *et al.* 2019)

Edible film yang terbuat dari inkorporasi filtrat gambir dengan ekstrak daun salam bersifat antibakteri dengan nilai DDH berkisar 1,33 - 1,83 mm seperti yang disajikan pada Gambar 7.15. Namun sifat antibakteri *edible film* termasuk lemah karena menurut Nazri *et al.* (2011) yang menjelaskan bahwa nilai DDH 0 - 9 mm tergolong dalam aktivitas lemah; 10 - 14 mm tergolong kategori sedang, dan 15 - 20 mm tergolong kategori kuat.

Inkorporasi filtrat gambir dan ekstrak kelopak bunga rosella dalam *edible film* berbasis pati ganyong

Edible film memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 34,53 - 48,02 ppm. Nilai IC₅₀ berbanding terbalik dengan aktivitas antioksidan, jika IC₅₀ tinggi berarti aktivitas antioksidan rendah dan belaku sebaliknya. Aktivitas antioksidan *edible film* tertinggi terdapat pada perlakuan A₁B₁ dan terendah pada perlakuan A₃B₃. Pengaruh inkorporasi filtrate gambir dan ekstrak kelopak bunga rosella terhadap nilai IC₅₀ *edible film* seperti yang sajikan pada Gambar 6.16.



Gambar 4. Nilai rerata aktivitas antioksidan edible film

Keterangan: A = filtrat gambir (A₁=3, A₂=4, dan A₃=5 %v/v) dan B= kelopak bunga rosella (B): B₁=2, B₃=4, dan B₃=6 (%v/v)

Gambar 7.16. Pengaruh konsentrasi filtrat gambir dan ekstrak daun salam terhadap sifat antioksidan *edible film* (Santoso *et al.* 2021)

Secara umum nilai IC_{50} *edible film* ini serupa dengan yang diperoleh Bojorges *et al.* (2020) yang melaporkan aktivitas 38,28 ppm untuk *edible film* yang dinkorporasikan dengan ekstrak kunyit, Ma *et al.* (2017) mencatat bahwa *edible film* polivinil alkohol yang ditambahkan kurkumin memiliki aktivitas antioksidan sebesar 35,16 ppm dan Kim *et al.* (2018) juga menjelaskan bahwa aktivitas antioksidan sebesar 32,96 ppm dalam *edible film alginate* yang diinkorporasikan ekstrak *chokeberry* hitam. Namun, lebih rendah dengan hasil penelitian Pirouzifard *et al.* (2019) yang mengungkapkan aktivitas 68,35 ppm untuk *edible film* pati kentang yang dinkorporasikan dengan minyak atsiri *Salvia officinalis*.

Tabel 7.1. Uji BNJ pengaruh konsentrasi filtrat gambir terhadap ketebalan, persen pemanjangan, laju transmisi uap air, dan aktivitas antioksidan *edible film*

Konsentrasi filtrate gambir	Ketebalan (mm)	Persen pemanjangan (%)	Laju transmisi uap air (g.m ⁻² .hari ⁻¹)	Aktivitas antioksidan (IC ₅₀) ppm
3%v/v	0.101±0.006a	17.94±2.94a	16.50±0.22a	45.99±2.06a
4%v/v	0.107±0.007b	22.85±2.58b	15.32±2.19ab	39.51±1.33b
5%v/v	0.113±0.010c	32.00±6.86c	14.27±2.08b	35.61±1.29c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata ($p > 0.05$)

Nilai IC_{50} *edible film* dipengaruhi signifikan oleh perlakuan filtrat gambir, ekstrak kelopak bunga rosella, dan interaksi kedua perlakuan tersebut. Seiring meningkatnya konsentrasi filtrat gambir makin meningkat aktivitas antioksidan *edible film* dan hal ini terlihat pada Tabel 6.1 dimana nilai IC_{50} mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya konsentrasi filtrat gambir. Peningkatan aktivitas antioksidan disebabkan oleh kandungan senyawa katekin yang ada dalam filtrat gambir. Saad *et al.* (2020) menjelaskan bahwa ekstrak gambir berpotensi sebagai obat yang mengandung antioksidan, anthelmintik, antibakteri, dan antidiabetes.

SOFT DAN HARD CANDY

Permen Jelly Kinang

Permen *jelly* merupakan suatu produk olahan berbentuk padat dengan tekstur relatif lunak bila dikunyah, jernih, dan elastis. Dengan tekstur lunak, rasa manis, dan warna yang bervariasi, permen ini disukai oleh anak-anak, remaja, hingga dewasa. Selain kadar gula tinggi, permen *jelly* juga lengket dan kenyal sehingga perlu waktu relatif lama untuk mengunyahnya yang berakibat sisa permen ini tertinggal di sela-sela gigi yang pada akhirnya menyebabkan gigi rusak seperti berlubang. Permen *jelly* telah banyak diteliti, Mutlu *et al* (2018) memanfaatkan senyawa bioaktif di dalam madu untuk menghasilkan permen *jelly* fungsional. Charoen *et al* (2015) membuat permen *jelly* antioksidan dengan memanfaatkan senyawa bioaktif dalam ekstrak daun jambu biji. Moura *et al.* (2019) membuat permen *jelly* antioksidan dengan memanfaatkan senyawa bioaktif dari ekstrak bunga kembang sepatu. Ali dan Wulan (2018) memanfaatkan ekstrak bunga rosella dalam membentuk permen *jelly* dengan kadar vitamin C tinggi. Dewi *et al.* (2018) melakukan penambahan ekstrak spirulina untuk menghasilkan warna biru alami permen *jelly*. Salanta *et al.* (2015) menambahkan ekstrak wortel dan buah strawberry dalam membentuk permen *jelly* sehat. Berdasarkan pengalaman di atas maka dibuatlah permen *jelly* kinang yang bersifat antioksidan dan antibakteri, namun secara fisik maupun sensoris yang tetap diterima oleh konsumen.

Permen *jelly* kinang merupakan permen lunak yang diinkorporasi dalam formulasinya dengan kinang. Kinang pada umumnya digunakan oleh nenek-nenek di pedesaan yang dikenal dengan istilah menyirih. Kinang dibentuk dari campuran beberapa bahan yaitu ekstrak gambir, daun sirih, buah pinang, dan kapur sirih. Bahan-bahan ini ditempatkan dalam suatu wadah yang sering disebut dengan *tepak*, dicampur pada saat akan digunakan untuk menginning. Hasil pengamatan terhadap nenek-nenek yang rutin menginning mempunyai gigi sehat dan kuat. Hal ini secara teori dapat dijelaskan bahwa bahan-bahan kinang mengandung antioksidan dan antibakteri khususnya bakteri *Streptococcus mutans*. Diketahui bahwa *Streptococcus mutans* merupakan bakteri utama yang merusak gigi. Dibalik keunggulan kinang ini ada beberapa

kekurangan yaitu preparasi yang kurang praktis dan terkesan kurang higienes.

Proses pembuatan permen jelly kinang dimulai dengan membuat ekstrak kinang. Ekstrak kinang terbuat dari formulasi daun sirih 2g, buah pinang 0,5g, kapur sirih 0,5g, dan ekstrak gambir 0,25g. Semua bahan dicampurkan dan ditambahkan air sebanyak 100 mL selanjutnya diblender hingga rata dan berwarna merah tua. Kemudian disaring menggunakan kain kasa untuk memperoleh ekstrak kinang.

Tahap berikutnya pembuatan permen *jelly* kinang. Ekstrak kinang sebanyak 6% v/v dipanaskan selama 7 menit pada suhu 70 °C sambil dilakukan pengadukan. Selanjutnya ditambahkan *beef gelatin* sebanyak 20% b/v dan HFS sebanyak 50mL dengan pengadukan tetap dilakukan. Kemudian adonan permen *jelly* kinang dituangkan ke dalam cetakan dengan ukuran 1 x 1 x 1cm. Seterusnya didiamkan pada kamar selama 1 jam dan dilanjutkan dengan proses pendinginan dalam lemari es pada suhu 5°C selama 24 jam, setelah itu permen *jelly* didiamkan lagi pada suhu kamar selama 1 jam.



Gambar 7.17. Permen *jelly* kinang dalam kemasan hermetis

Karakteristik permen *jelly* kinang seperti pada Gambar 6.17 memiliki lightness 22,50%; chroma 3,47%; hue 21,97%; tekstur 1431,20gf; kadar air 20%; kadar abu 0,25%; total fenol 61,67 mg/L; aktivitas antioksidan 1172,38 ppm; dan aktivitas antibakteri *Streptococcus mutans* dengan nilai daya meter daya hambar sebesar 16,00 mm.

Permen *Jelly* Gambir

Permen *jelly* gambir merupakan permen *jelly* fungsional yang bersifat antioksidan dan antibakteri. Proses pembuatan permen *jelly* ini sama seperti pembuatan permen *jelly* pada umumnya hanya ada perbedaan pada penambahan ekstrak gambir.

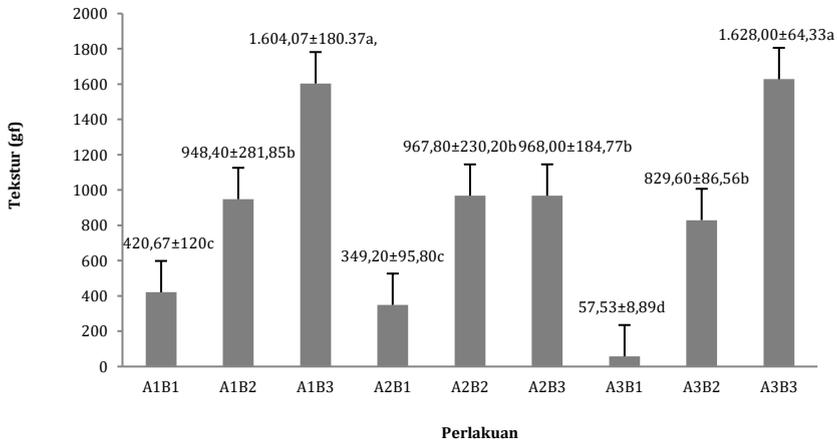
Proses pembuatan permen *jelly* gambir sebagai berikut: 1) ekstrak gambir kering diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh selanjutnya ditimbang sesuai perlakuan ($A_1 = 2$, $A_2 = 3$, dan $A_3 = 4$ (%b/v); 2) ekstrak gambir dimasukkan ke dalam gelas ukur dengan ukuran 250mL dan dituangkan air sampai tanda batas 100 mL; 3) suspensi ekstrak gambir dan air dipanaskan dengan *hot plate* selama ± 7 menit pada suhu 90 °C sambil terus diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*; 4) suspensi ditambahkan 125 mg asam sitrat, gelatin sesuai perlakuan ($B_1 = 15$, $B_2 = 20$, dan $B_3 = 25$ (%b/v), HFS 50ml, dan pektin 0.2 mg kemudian diaduk perlahan lahan sampai rata; 5) adonan permen jeli dituang ke dalam cetakan loyang aluminium dengan ukuran 1 x 1 x 1cm; 6) adonan permen jeli dalam cetakan didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang selanjutnya dimasukkan kedalam lemari pendingin selama 24 jam pada suhu 5 °C; 7) Permen jeli dalam cetakan yang telah dikeluarkan dari lemari es didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang 37 °C; dan 8) Permen jeli dilepaskan dari cetakan.

Sub bab ini selain menjelaskan cara pembuatan permen *jelly* gambir tapi juga menjelaskan pengaruh penambahan ekstrak gambir dan *beef gelatin* terhadap karakteristik fisik, kimia, organoleptik, dan fungsional permen *jelly* gambir.

Tekstur

Tekstur rerata permen *jelly* gambir yang dihasilkan berkisar 57,5 - 1.628 gf. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap tekstur permen *jelly* gambir seperti pada Gambar 7.18.

Gambar 7.18 menunjukkan bahwa permen *jelly* dengan konsentrasi ekstrak gambir 2% dan beef gelatin 25% memiliki tekstur paling tinggi hal ini juga terjadi dengan permen *jelly* dengan kadungan ekstrak gambir 4% dan beef gelatin 25%. Secara ilmiah hal terjadi karena terbentuknya ikatan kompleks antara senyawa katekin dalam ekstrak gambir dengan protein dalam gelatin. Diketahui bahwa senyawa katekin mempunyai afinitas yang sangat tinggi terhadap protein dimana gugus hidroksil (OH⁻) dari senyawa katekin berikatan dengan gugus NH₃ molekul protein. Selain itu, tekstur permen *jelly* juga dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi gelatin. Semakin tinggi konsentrasi gelatin maka semakin banyak terjadinya interaksi antar polimer satu dengan yang lainnya dan antar polimer dengan pelarut yang menyebabkan agregasi protein.



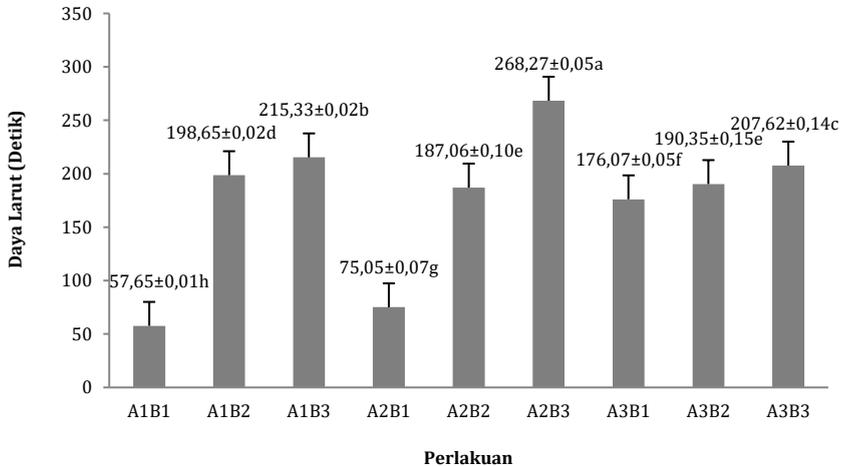
Keterangan: A₁= ekstrak gambir 2%, A₂=ekstrak gambir 3%, A₃=ekstak gambir 4% (b/v), B₁=beef gelathin 15%, B₂=beef gelathin 20%, dan B₃=beef gelathin 25% (b/v).

Gambar 7.18. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap tekstur permen *jelly* gambir (Santoso et al., 2021)

Daya Larut

Daya larut permen *jelly* gambir berkisar antara 57,66 - 268,33 detik. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap daya larut permen *jelly* gambir seperti pada Gambar 7.19.

Gambar 7.19 menunjukkan permen *jelly* dengan kandungan ekstrak gambir sebesar 3% (b/v) dan *beef gelatin* sebesar 25% (b/v) menghasilkan daya larut paling tinggi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa ekstrak gambir mengandung senyawa katekin dan senyawa ini bersifat semipolar sedangkan gelatin merupakan polimer protein yang tersusun dari monomer asam amino yang lebih bersifat polar dengan demikian jika sifat polar lebih dominan dibanding non-polar dalam suatu sistem maka dapat dipastikan kelarutan sistem tersebut makin tinggi.



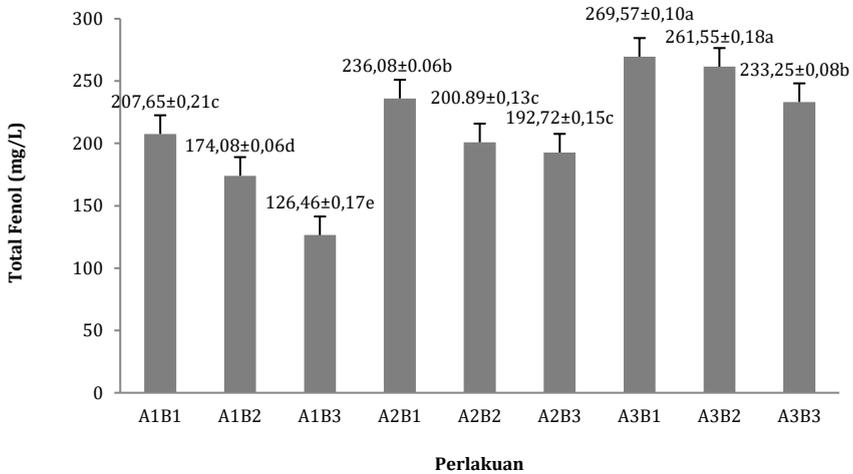
Gambar 7.19. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap daya larut permen *jelly* gambir (Santoso et al., 2021)

Total Fenol

Total fenol permen *jelly* gambir yang dihasilkan berkisar antara 126,50 - 269,61 mg/L. Total fenol permen *jelly* ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan permen *jelly* yang dihasilkan oleh Pambayun *et al.* (2019) dan Pamungkas *et al.* (2014) masing-masing yaitu sebesar 41,39 - 61,83 mg/L dan 106 mg/L. Pengaruh perlakuan ekstrak

gambir dan gelatin terhadap total fenol permen *jelly* gambir seperti pada Gambar 6.20.

Gambar 7.20 menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi gelatin pada setiap konsentrasi ekstrak gambir yang sama total fenol permen *jelly* gambir mengalami penurunan. Diketahui bahwa total fenol yang berasal dari senyawa katekin dalam ekstrak gambir. Semakin banyak gugus hidroksil (-OH) senyawa katekin bebas dalam permen *jelly* maka nilai total fenol semakin tinggi. Dalam hal ini senyawa katekin membentuk ikatan kompleks dengan gelatin melalui gugus OH dalam senyawa katekin dengan NH₃ dalam asam amino dari gelatin, sehingga makin tinggi konsentrasi gelatin maka makin banyak terjadi ikatan gugus OH senyawa katekin dengan gelatin. Dengan demikian, gugus OH senyawa katekin bebas berkurang dalam permen *jelly* gambir yang menyebabkan penurunan total fenol.

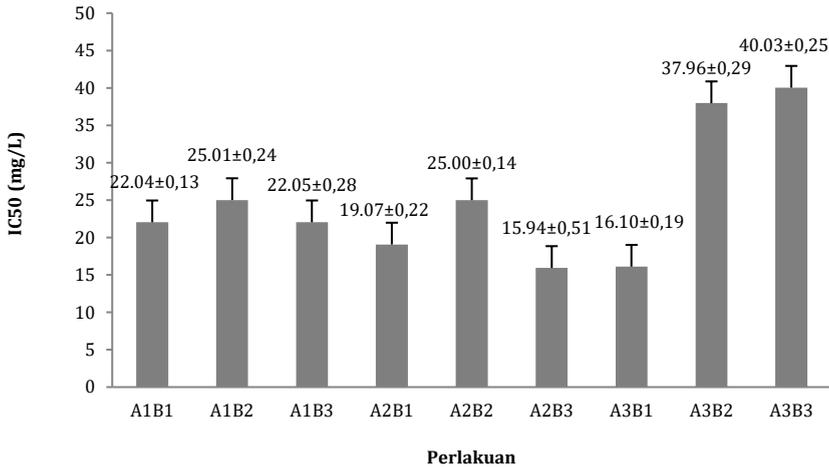


Gambar 7.20. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap total fenol permen *jelly* gambir (Santoso et al., 2021)

Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan permen *jelly* gambir dengan mengukur nilai IC₅₀, semakin tinggi nilai IC₅₀ makin rendah aktivitas antioksidan. Nilai IC₅₀ permen *jelly* berkisar 16 - 40 mg/L, berdasarkan teori nilai IC₅₀ dibawah 50 mg/L dikategorikan bersifat

antioksidan kuat. Surjanto *et al.* (2019) menjelaskan bahwa nilai standar kategori tingkat kekuatan antioksidan terdiri atas 4 tingkatan, yaitu sangat kuat: < 50 mg/L, kuat: 50 – 100mg/L, sedang: 101 – 150mg/L, dan lemah: 151 – 200 mg/L. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap nilai IC₅₀ permen *jelly* gambir seperti pada Gambar 7.21.



Gambar 7.21. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap nilai IC₅₀ permen *jelly* gambir (Santoso *et al.*, 2021)

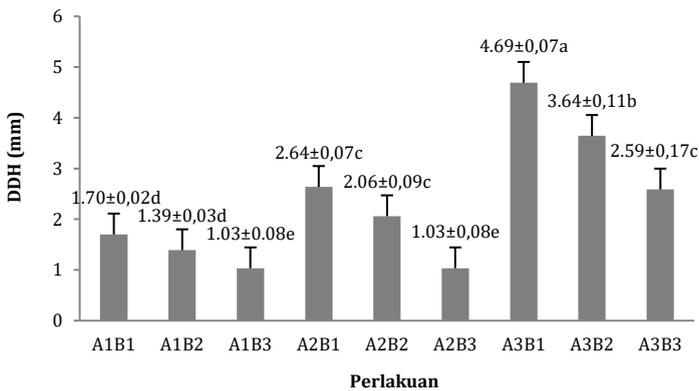
Aktivitas antioksidan permen *jelly* gambir lebih tinggi dibanding permen *jelly* dihasilkan oleh Dari *et al.* (2020), Miranti *et al.* (2017), Susanti *et al.* (2019), dan Apriyanto *et al.* (2020) yang ditandai nilai IC₅₀ lebih tinggi yaitu berturut turut sebesar 67,34 mg/L; 77,255 - 97,178 mg/L; 764,716 mg/L; dan 40,39 mg/L. Jika dibanding permen *jelly* ekstrak buah naga dan angkak (Afifah *et al.* 2017) serta permen *jelly* ekstrak rosemary (Cedeno-Pinos *et al.* 2020), aktivitas antioksidan permen *jelly* gambir lebih rendah.

Aktivitas Antimikrobia

Pengujian aktivitas antimikrobia permen *jelly* gambir dengan mengukur diameter daya hambat (DDH) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Nilai DDH permen *jelly* gambir berkisar antara

1,00 - 4,66 mm. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap nilai DDH permen *jelly* gambir seperti pada Gambar 7.22.

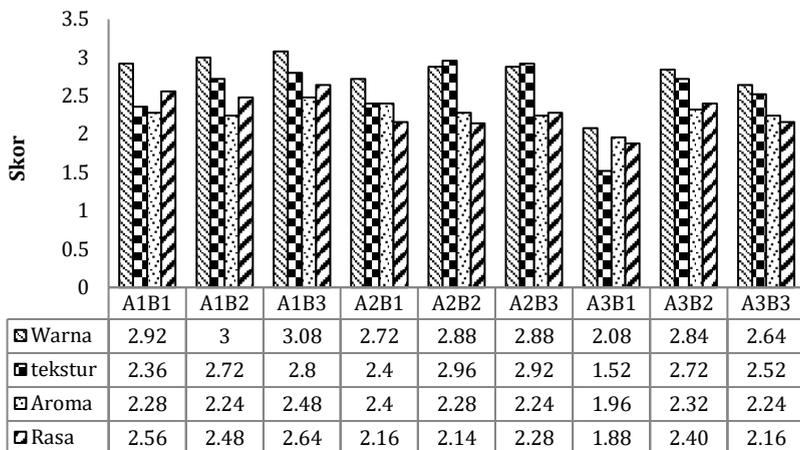
Gambar 7.22 menunjukkan bahwa ekstrak gambir dan gelatin berpengaruh secara signifikan terhadap kenaikan nilai DDH. Hal ini disebabkan terbentuknya ikatan kompleks antara senyawa katekin dengan gelatin yang mengakibatkan jumlah gugus aktif OH bebas dalam permen *jelly* dari senyawa katein berkurang. Nilai DDH Permen *Jelly* gambir lebih rendah jika dibandingkan permen *jelly* kinang dengan nilai DDH sebesar 9,67 - 16,67 mm (Pambayun *et al.*, 2019).



Gambar 7.22. Pengaruh perlakuan ekstrak gambir dan gelatin terhadap nilai DDH bakteri *Streptococcus mutans* (Santoso *et al.*, 2021)

Uji Sensoris

Pengujian rasa, tekstur, aroma, dan warna permen *jelly* gambir menggunakan uji hedonik dengan 25 panelis semi terlatih. Hasil uji hedonik permen *jelly* gambir seperti pada Gambar 7.23.



Gambar 7.23. Uji hedonik permen *jelly* gambir

Gambar 7.23 dapat disimpulkan bahwa hampir semua perlakuan disukai oleh panelis, namun konsentrasi ekstrak gambir 4% (b/v) tidak disukai oleh konsumen karena rasa sepet (astringen) atau agak pahit (bitter) sudah mulai terasa oleh panelis. Rasa permen *jelly* gambir sepet ini disebabkan oleh tanin dalam ekstrak gambir.

Permen *Marshmallow* Kinang

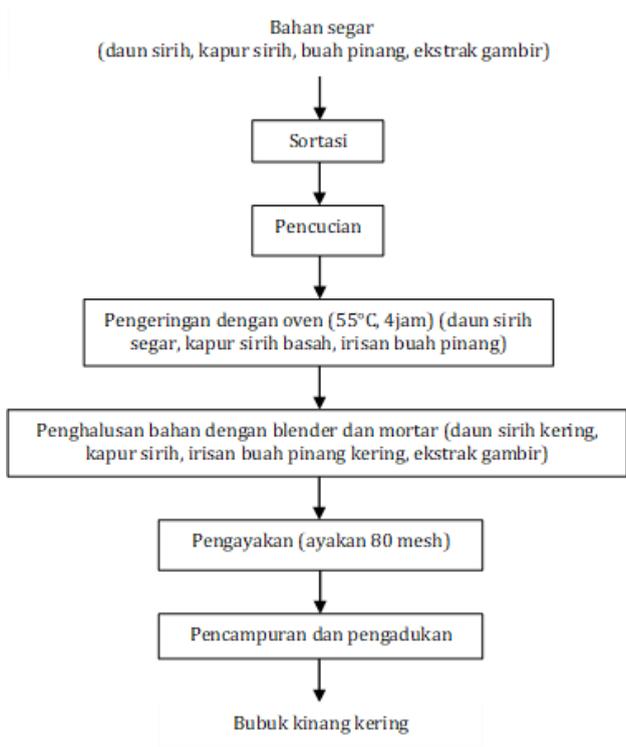
Telah dijelaskan sebelumnya bahwa kinang dipercaya dapat membersihkan gigi dan mulut sehingga secara tradisional masyarakat Indonesia terutama nenek-nenek dipedesaan menggunakan kinang sebagai *snack*. Kinang merupakan produk yang dibentuk dari kombinasi 4 bahan alami, yaitu: daun sirih, kapur sirih, buah pinang, dan ekstrak gambir.

Daun sirih mengandung minyak atsiri terdiri atas fenol dan senyawa katekin yang dapat menghambat aktivitas enzim *glukosiltransferase* dari bakteri *Streptococcus mutans*. Kapur sirih diketahui mengandung kalsium yang sangat tinggi dan bersifat alkalis sehingga dapat mencegah proses demineralisasi gigi dan menjaga keseimbangan pH mulut. Biji buah pinang mengandung proantosiadin yang merupakan tanin terkondensasi termasuk golongan flavonoid. Proantosiadin mempunyai fungsi sebagai antibakteri, antivirus, antikarsinogenik, anti-inflamasi, dan anti

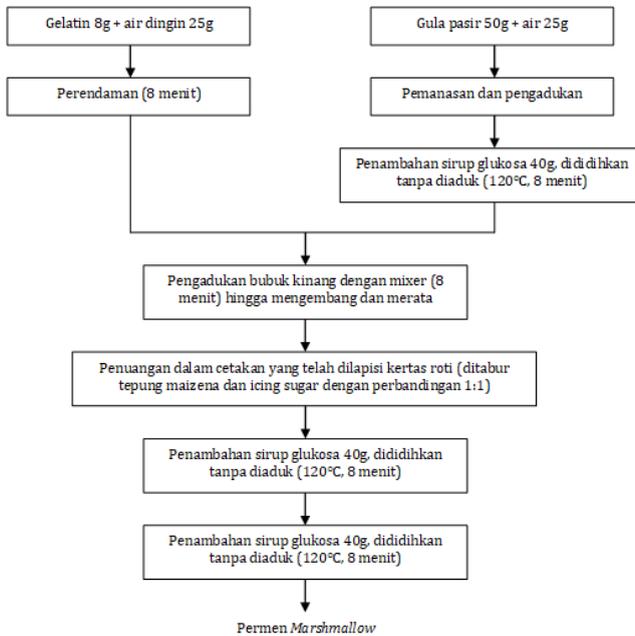
alergi. Telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya bahwa ekstrak gambir mengandung senyawa katekin yang bersifat antioksidan dan antibakteri. Khusus antibakteri, ekstrak gambir bersifat bakterisidal lebih dominan pada bakteri Gram-positif.

Aspek historis dan bahan-bahan dalam kinang, bahwa konsumsi kinang dapat dikatakan aman dan menyehatkan terutama untuk gigi dan mulut, namun sangat sedikit masyarakat yang ingin menggunakan kinang karena dianggap tidak memiliki nilai estetika dan rasa yang kurang disukai oleh sebagian orang. Dari kelemahan ini perlu dilakukan inovasi pengembangan produk berbasis kinang salah satu permen *marshmallow*. *Marshmallow* salah satu jenis permen lunak (*soft candy*) yang memiliki tekstur seperti busa yang lembut, ringan, kenyal dalam berbagai bentuk aroma, rasa, dan warna. Saat dikunyah didalam mulut permen *marshmallow* membutuhkan waktu cukup lama dibanding permen jenis lain. Dengan demikian jika permen *marshmallow* mengandung kinang maka sangat bermanfaat bagi kesehatan gigi dan mulut.

Proses pembuatan permen *marshmallow* melalui 2 tahap, yaitu penyiapan bubuk kinang bahan baku kering dan pembuatan *marshmallow* kinang (bubuk kering bahan baku kering). Tahapan kerja penyiapan bubuk kinang bahan baku kering (Verawati *et al.*, 2012): a) bahan baku kinang (daun sirih, kapur sirih, buah pinang, dan ekstrak gambir) dibersihkan, b) daun sirih segar dan biji pinang diiris tipis dan dihaluskan dengan blender serta ekstrak gambir kering dihaluskan dengan mortar, c) kapur sirih basah dikeringkan dengan menggunakan oven pengering selama 4 jam pada suhu 55°C, d) bahan-bahan kinang yang telah dipreparasi diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh, e) masing-masing bahan baku ini ditimbang dengan neraca analitik (bubuk daun sirih 8g, bubuk kapur sirih 2g, bubuk pinang 3,5g, dan bubuk gambir 2,5g); dan f) bahan-bahan ini selanjutnya dicampur menjadi satu menjadi bubuk kinang.



Gambar 7.24. Diagram alir proses pembuatan bubuk kinang



Gambar 7.25. Diagram alir proses pembuatan permen *marshmallow*

Tahapan kerja pembuatan permen *marshmallow* yaitu sebagai berikut: a) gelatin seberat 8 g direndam dalam air dingin sebanyak 25 g selama 8 menit, b) Gula pasir sebanyak 50 g dimasukkan dalam air sebanyak 25 g dan dipanaskan hingga terbentuk larutan, c) larutan gula ditambahkan sirup glukosa sebanyak 40 g dan dipanaskan pada suhu 120 °C selama 8 menit hingga terbentuk sirup gula, d) sirup gula didinginkan hingga tidak terdapat gelembung, e) sirup gula dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah berisi gelatin yang telah disiapkan sebelumnya dan dicampur dengan mixer dengan kecepatan tinggi selama 4 menit, f) bubuk kinang bahan baku kering ditambahkan ke dalam adonan point "d" yang mulai mengembang sambil terus di mixer selama 4 menit, g) adonan *marshmallow* yang mengembang 2-3 kali dari volume awal dituangkan ke dalam loyang yang telah dilapisi kertas roti dan ditaburi tepung maizena dan *icing sugar* 1:1 pada permukaannya, h) adonan ini diratakan dengan menggunakan sendok dengan tebal 2 cm dan didiamkan selama 4 jam pada suhu ruang, hingga terbentuk

permen *marshmallow*, dan h) permen *marshmallow* dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm.

Karakteristik permen *marshmallow* terhadap sifat fisik, kimia, organoleptik, dan fungsional menunjukkan adanya perbedaan secara signifikan dengan perbedaan konsentrasi bubuk kinang bahan baku kering. Permen *marshmallow* dengan kandungan bubuk kinang bahan baku kering 2% lebih disukai oleh panelis, namun sifat fungsional lebih rendah dibanding permen *marshmallow* kandungan bubuk kinang bahan baku kering 6%. Secara detail permen *marshmallow* dengan bubuk kinang 2% dan 6% seperti yang disajikan pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2. Karakteristik fisik, kimia, organoleptik, dan fungsional permen marshmallow bubuk kinang

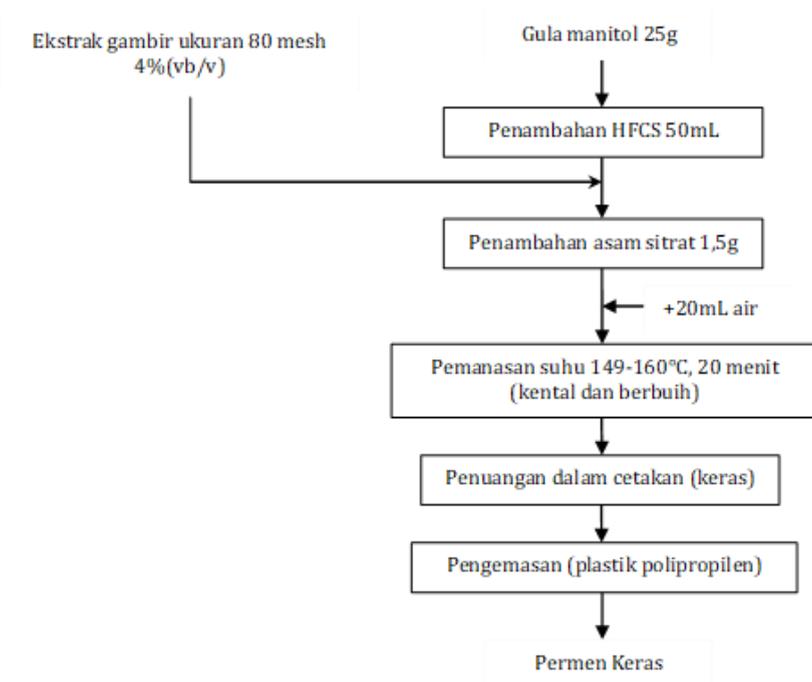
No	Karakteristik permen marshmallow	Bubuk kinang 2% (b/v)	Bubuk kinang 6% (b/v)
1	lightness	51,81%	43,45%
2	redness	+13,62	+13,11
3	yellowness	+24,48	+18,29
4	tekstur	114,40gf	80,37gf
5	kadar air	21,31%	23,25%
6	kadar abu	0,79%	2,48%
7	total fenol	29,13 mg/L	80,82 mg/L
8	aktivitas antioksidan	1687,15 ppm	1233,28 ppm
9	Aktivitas antibakteri <i>Streptococcus mutans</i>	5mm	7mm
10	Organoleptik	warna 2,80 aroma 2,84 rasa 3,08	warna 2,48 aroma 2,36 rasa 2,12

Permen Keras (*Hard Candy*) Gambir

Permen keras merupakan salah satu permen non-kristalin yang memiliki tekstur keras, penampakan mengkilat, dan bening. Bahan utama pembentuk permen ini terdiri atas: sukrosa, air, dan sirup glukosa serta bahan tambahan lain seperti flavor, warna, dan zat pengasam. Telah diketahui bahwa konsumsi permen mempunyai

resiko terhadap kerusakan gigi. Permen mengandung kadar gula tinggi jika orang yang mengkonsumsi permen tidak rutin membersihkan gigi maka ada gula yang tertinggal dalam gigi. Gula ini akan dihidrolisis oleh enzim *glukosiltransferase* dari bakteri *Streptococcus mutans* yang pada akhirnya akan berdampak pada pembentukan karies gigi. Efek negatif dari permen keras ini secara dapat diatasi dengan menambahkan bahan yang bersifat antibakteri *Streptococcus mutans* dalam formulasi permen tersebut. Adapun bahan yang dapat dimanfaatkan untuk hal ini adalah ekstrak gambir.

Ekstrak gambir berasal dari ekstraksi daun tanaman gambir. Beberapa penelitian menyatakan bahwa ekstrak gambir mengandung senyawa katekin yang bersifat antioksidan dan antibakteri. Pambayun *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa ekstrak katekin gambir bersifat antibakteri khusus bakteri Gram-positif, salah satunya bakteri *Streptococcus mutans*. Proses pembuatan permen keras gambir seperti Gambar 7.26.



Gambar 7.26. Diagram alir proses pembuatan permen keras gambir

Karakteristik fisik, kimia, sensoris, dan fungsional permen keras gambir dengan formulasi seperti pada Gambar 6.26 yaitu: *lightness* 26,54%; *croma* 1,20%, *Hue* 54,20°; lama kelarutan 18,45 menit; kadar air 0,58%; pH 2,50; total padatan terlarut 16,33 °Brix; total fenol 168,43 mg/L; sensoris (warna 2,6; aroma 2,3; dan rasa 3,2) dan aktivitas antibakteri (DDH) 10,33 mm. Berdasarkan karakteristik yang telah dijelaskan menunjukkan bahwa permen ini bersifat fungsional. Hal ini dapat dilihat dari nilai DDH dimana yang melebihi dari 5,00 mm terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

KOPI-GAMBIR

Sifat fungsional dan sensorik merupakan dua faktor utama yang mempengaruhi daya tarik konsumen terhadap minuman kopi. Sifat fungsional kopi dipengaruhi oleh asam klorogenat sedangkan sifat sensorik dipengaruhi oleh kadar kafein. Asam klorogenat dan kafein merupakan komponen yang paling dominan dalam kopi dan keduanya mempengaruhi kesehatan tubuh manusia. Namun, kadar kafein tinggi dapat berdampak negatif bagi kesehatan manusia. Skowron *et al.* (2020) mengungkapkan bahwa asam klorogenat merupakan senyawa bioaktif utama dalam kopi yang bersifat antioksidan dimana kopi robusta mengandung antioksidan lebih tinggi dibanding kopi arabika berturut-turut 43,63% dan 36,18% (Wolska *et al.*, 2017). Bobkova *et al.* (2020) dan Kuncoro *et al.* (2018) melaporkan proses penyangraian kopi dengan suhu 100, 110, dan 120 °C berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan sifat antioksidan dan kandungan kafein berturut-turut sebesar 37, 50, 59% dan 13, 18, 25%.

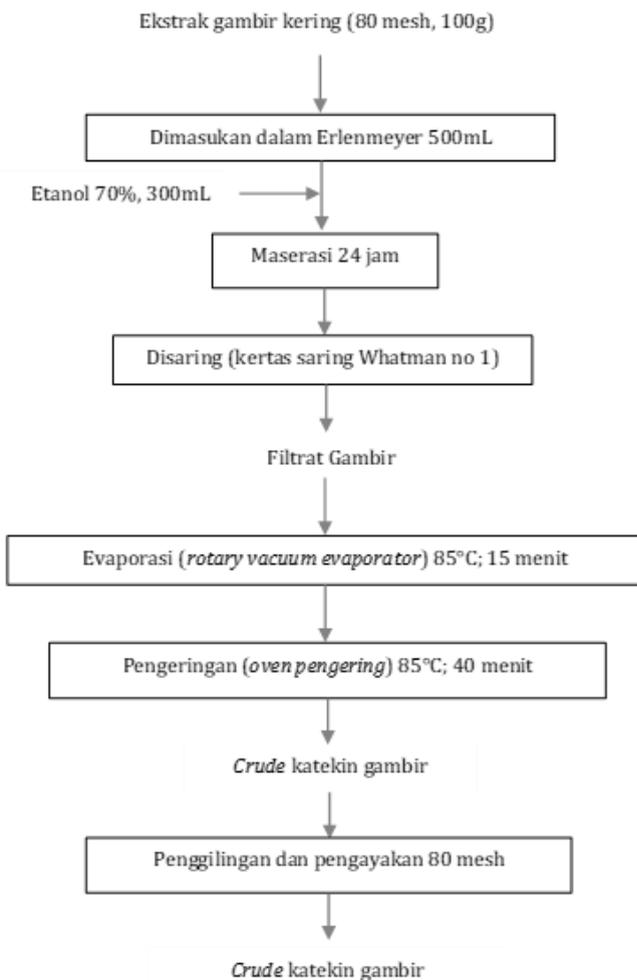
Beberapa tahun terakhir telah banyak dilakukan penelitian untuk mempertahankan sifat antioksidan dalam minuman kopi seperti yang dilakukan oleh Isac-Torrente *et al.* (2020) Skowron *et al.* (2021) melakukan inkapsulasi dan fermentasi secara alami terhadap biji kopi. Selain itu Haile and Kang (2020) dan Cheng *et al.* (2019) melakukan fermentasi dengan bantuan mikrobial *Wickerhamomyces anomali* (KNU18Y3) dan pengeringan vakum dengan microwave terhadap kopi hijau. Hasil beberapa penelitian yang telah dijelaskan belum mampu mempertahankan sifat antioksidan dalam minuman kopi secara signifikan.

Diketahui bahwa asam klorogenat dan kafein merupakan senyawa bioaktif utama dalam kopi yang berinteraksi satu sama lain untuk menghasilkan beberapa efek menguntungkan bila dikombinasikan dengan senyawa bioaktif lainnya. Beberapa peneliti telah melakukan hal ini seperti Samsonowicz *et al.* (2019) dan Bajaj dan Ballal (2021) yang masing-masing melaporkan bahwa penambahan herbal sereal dan bubuk ekstrak *Ganoderma lucidum* dalam kopi bubuk dapat meningkatkan sifat antioksidan.

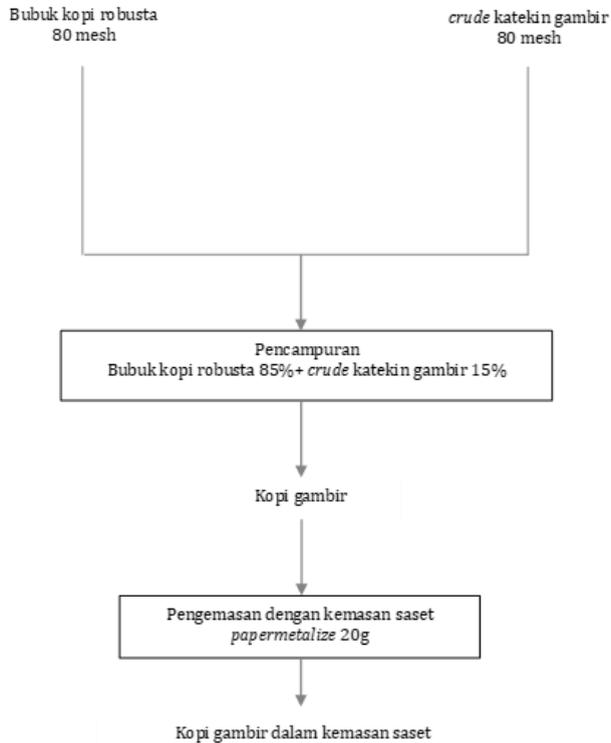
Salah satu senyawa bioaktif yang berpotensi untuk diinkorporasikan kedalam bubuk kopi robusta adalah senyawa ekstrak *crude* katekin yang berasal dari tanaman gambir. Pambayun *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa ekstrak gambir yang dihasilkan dari tanaman gambir asal Desa Babat Toman Sumatera Selatan mengandung *crude* katekin sebesar 84,89% dan Yeni *et al.* (2014) menambahkan bahwa *crude* katekin mengandung senyawa katekin yang bersifat antioksidan dan antibakteri.

Diketahui bahwa *crude* katekin gambir mengandung senyawa katekin, senyawa ini dapat berikatan dengan senyawa kafein sehingga terbentuk ikatan kompleks katekin-kafein yang berdampak pada penurunan kadar kafein, namun peningkatan pada sifat antioksidan. Penambahan *crude* katekin gambir dalam bubuk kopi robusta sangat potensial untuk menghasilkan kopi yang mengandung senyawa antioksidan tinggi dengan kadar kafein relatif rendah.

Produk kopi gambir dibuat melalui 2 tahap yaitu: 1) persiapan bubuk kopi robusta yang dihasilkan dari buah kopi robusta petik merah yang telah dikeringkan, disangrai tingkat *medium to dark*, dan digiling, 2) pembuatan *crude* katekin gambir dari ekstrak gambir yang berasal dari daun tanaman gambir, dan 3) pembuatan minuman kopi gambir. Secara rinci proses pembuatan *crude* katekin gambir dan minuman kopi gambir seperti pada Gambar 7.27 dan Gambar 7.28.



Gambar 7.27. Diagram alir pembuatan *crude* katekin gambir



Gambar 7.28. Diagram alir pembuatan kopi gambir

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan kopi gambir adalah bubuk kopi robusta dengan tingkat sangrai *medium to dark* yang berasal dari Desa Tanjung Menang, Kota Pagaralam, Sumatera Selatan dan ekstrak gambir kering yang berasal dari Desa Babat Toman, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Ekstrak gambir kering diproses untuk menghasilkan *crude* katekin.



Gambar 7.29. Produk kopi gambir dalam kemasan saset dan kotak

Kopi gambir merupakan produk bubuk kopi robusta dengan tipe sangrai *medium to dark* yang diinkorporasikan dengan *crude* katekin gambir dengan formulasi 85% kopi bubuk dan 15% *crude* katekin gambir. Kopi gambir ini termasuk produk kopi konvensional atau non-instan dengan persentase kelarutan sebesar 28,79% dan pH 5,45. Kelebihan utama kopi ini mengandung sifat antioksidan kategori kuat dengan nilai IC_{50} dibawah 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ yaitu sebesar 45,12 $\mu\text{g}/\text{mL}$ dengan nilai total fenol sebesar 89,03 mg/mL GAE.

Senyawa antioksidan yang digunakan berasal dari bahan alami, yaitu *crude* katekin dari ekstrak gambir yang berasal dari Desa Babat Toman, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Penambahan *crude* katekin gambir dalam kopi robusta tidak menghilangkan kafein, namun hanya menurunkan kadar kafein sehingga cita rasa khas kopi masih terpelihara dan efek negatif kafein dapat dihindari. Selain itu, kopi yang diinkorporasikan dengan *crude* katekin gambir dengan formulasi 85%: 15% tidak merubah cita rasa kopi secara signifikan.

KOPI HIJAU ROBUSTA-GAMBIR-PASAK BUMI

Seiring dengan banyak informasi yang berkembang tentang efek kopi terhadap kesehatan tubuh maka kopi tidak hanya diterima dari aspek sensoris, namun juga aspek fungsional. Secara umum baik kopi robusta maupun arabika mengandung senyawa yang bersifat fungsional yaitu asam klorogenat. Skowron *et al.* (2020) mengungkapkan bahwa kopi mengandung asam klorogenat yang bersifat antioksidan. Wolska *et al.* (2017) menambahkan bahwa kopi robusta mengandung asam klorogenat lebih tinggi dibanding arabika

berturut-turut 43,63% dan 36,18%. Kuncoro *et al.* (2018) menjelaskan bahwa proses sangrai terhadap kopi robusta dapat menurunkan kadar kafein dan asam klorogenat berturut-turut sebesar 13-25% dan 37-59%. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mempertahankan sifat antioksidan dalam kopi antara lain Samsonowicz *et al.* (2019) melakukan penambahan serealial herbal, Herawati *et al.* (2019) dan Bobkova *et al.* (2020) optimalisasi suhu sangrai untuk mengurangi kerusakan senyawa asam klorogenat, dan Haile dan Kang (2020) melakukan fermentasi secara spontan dengan *Wickerhamomyces anomalus* (Strain KNU18Y3) terhadap biji kopi hijau.

Kopi hijau atau *green coffee* saat ini tengah meraih popularitas di kalangan pencinta kopi dunia. Hal utama yang membedakan kopi ini dengan jenis kopi biasa adalah proses pengolahan dari biji kopi yang mempengaruhi sifat fungsional dan aroma dari kopi hijau. Menurut Gornas *et al.* (2016) kopi robusta hijau mempunyai sifat fungsional lebih baik dibanding kopi sangrai dengan kandungan total fenol berturut-turut sebesar 208,89 mg/L dan 119,22 mg/L. Masek *et al.* (2020) menginformasikan bahwa kopi hijau robusta mengandung senyawa bersifat antioksidan sebesar 81,6%. Disamping sifat antioksidan tinggi, namun kadar kafein kopi hijau lebih tinggi dibanding kopi sangrai. Untuk itu, perlu dilakukan penambahan bahan yang mengandung senyawa bioaktif yang tidak hanya meningkatkan antioksidan tetapi juga dapat menurunkan kadar kafein. Salah satu bahan sumber senyawa bioaktif yang dapat digunakan adalah ekstrak katekin dan pasak bumi.

Ekstrak katekin merupakan hasil dari ekstraksi dari produk gambir. Gambir adalah produk dari ekstrak air daun dan ranting tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb). Widiyarti *et al.* (2020) menjelaskan bahwa produk gambir mengandung senyawa katekin lebih dari 52,25%. Ismail *et al.* (2021) menambahkan ekstrak katekin produk gambir bersifat antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 2,74 µg/mL. Santoso *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa penggunaan ekstrak gambir dapat membentuk *edible film* berbasis ganyong bersifat antioksidan. Menurut Khanam *et al.* (2015) dan Triawanti *et al.* (2020) bagian akar tanaman pasak bumi mengandung senyawa eurikomanon, kuasinoid, flavonoid, fenolik, dan terpenoid yang berpotensi sebagai antioksidan.

Proses pembuatan kopi hijau fungsional instan terdiri atas 4 tahap kerja yaitu 1) pembuatan kopi hijau instan, 2) pembuatan *crude* katekin gambir, 3) pembuatan pasak bumi instan, dan 4) pembuatan minuman kopi hijau fungsional instan.

Kopi hijau robusta instan. Biji kopi hijau dikeringkan hingga mencapai kadar air 12% kemudian digiling menggunakan alat penggiling kopi. Bubuk kopi disaring menggunakan ayakan 80 mesh kemudian ditambah air dengan suhu 100°C sebanyak 1: 2 (bubuk kopi: air) selanjutnya diaduk dan didiamkan selama 10 menit. Kopi yang telah didiamkan disaring menggunakan kain saring sehingga didapatkan filtrat kopi. Filtrat kopi ditambahkan dengan maltodekstrin (10% b/b) dan putih telur (20% b/b), kemudian dicampurkan menggunakan *mixer* selama 10 menit dengan kecepatan tinggi hingga membentuk busa. Filtrat kopi yang telah dicampurkan maltodekstrin dan putih telur diratakan pada loyang alumunium yang telah dilapisi oleh plastik *polypropylene*. Campuran selanjutnya dikeringkan di dalam pengering karbinet pada suhu pengeringan 60°C selama 4 jam. Campuran yang telah kering kemudian diblender dan disaring menggunakan saringan 80 mesh sehingga didapatkan bubuk kopi hijau.

Crude katekin gambir. Ekstrak katekin dibuat dengan metode maserasi (Damanik *et al.*, 2014). Gambir kering batangan diblender hingga halus dan diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh. Kemudian bubuk gambir seberat 100g dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol selama 1 hari (24jam) dengan perbandingan bubuk gambir dan etanol (3:1). Ekstrak katekin gambir yang diperoleh disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 41 dan dilanjutkan evaporasi pada suhu 85°C dengan *rotary vacuum evaporator* sampai seluruh etanol menguap (tidak ada aroma etanol). Selanjutnya, ekstrak katekin gambir dikeringkan menggunakan oven pengering pada suhu 85 °C selama kurang lebih 20 jam. Ekstrak katekin gambir kering diblender dan diayak kembali seperti semula.

Pembuatan bubuk pasak bumi instan. Pembuatan bubuk pasak bumi instan dengan menggunakan metode Abidin *et al.* (2019) yang telah dimodifikasi. Bubuk pasak bumi disaring menggunakan saringan berukuran 80 mesh dan ditambahkan air dengan suhu 100 °C dengan perbandingan 1: 2 (bubuk pasak bumi: air), kemudian diaduk dan didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya disaring dengan

menggunakan kain saring sehingga didapatkan filtrat pasak bumi. Filtrat pasak bumi kemudian ditambahkan dengan maltodekstrin (10% b/b) dan putih telur (20% b/b), kemudian dicampurkan menggunakan *mixer* selama 10 menit dengan kecepatan tinggi hingga membentuk busa. Filtrat pasak bumi yang telah dicampurkan maltodekstrin dan putih telur diratakan pada loyang aluminium yang telah dilapisi oleh plastik *polypropylene*. Campuran dikeringkan didalam pengering karbinet pada suhu pengeringan 60 °C selama 4 jam kemudian diblender dan disaring menggunakan saringan 80 mesh sehingga didapatkan bubuk pasak bumi instan.

Minuman kopi hijau instan fungsional. Pembuatan minuman kopi hijau instan menggunakan metode Fibrianto *et al.* (2015). Bubuk kopi hijau instan, *crude* katekin gambir, dan bubuk pasak bumi instan masing-masing berukuran 80 mesh dicampur sesuai formulasi (Tabel 6.3). Setiap formulasi dimasukkan kedalam cangkir kemudian diseduh dengan air panas dengan suhu 80°C sebanyak 100 mL dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Kopi hijau fungsional siap untuk diminum.

Tabel 7.3. Formulasi kopi robusta hijau fungsional

Bahan	F1	F2	F3	F4	F5
Bubuk kopi hijau (b/v)	100%	80%	70%	60%	50%
<i>Crude</i> katekin gambir (b/v)	0%	15%	20%	25%	30%
Bubuk pasak bumi (b/v)	0%	5%	10%	15%	20%

Keterangan: Formulasi dibuat dalam berat total 20g (kopi hijau instan:*crude* katekin gambir: pasak bumi instan) berdasarkan jumlah takaran saji yang biasa dikonsumsi.

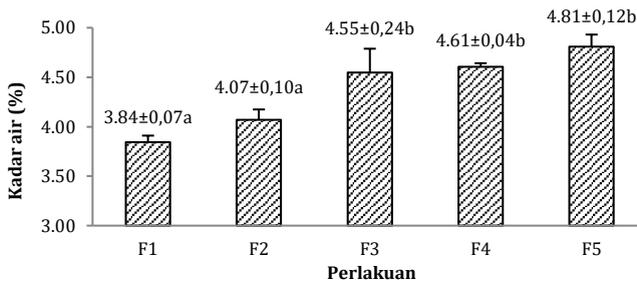
Pengaruh formulasi bahan-bahan pembentuk kopi robusta hijau fungsional terhadap karakteristik fisik, kimia, fungsional kopi yang dihasilkan sebagai berikut:

Kadar Air

Kadar air kopi hijau instan fungsional yang dihasilkan berkisar antara 3,84 - 4,81%. Formulasi F5 mengandung kadar air tertinggi dan terendah pada formulasi F1. Pengaruh formulasi kopi hijau

instan fungsional terhadap kadar air seperti yang disajikan pada Gambar 6.30. Formulasi bahan-bahan pembentuk berpengaruh nyata terhadap kadar air kopi hijau instan fungsional. Formulasi F3 dengan *crude* katekin gambir sebesar 20% dan pasak bumi 10% menunjukkan peningkatan kadar air. Hal ini disebabkan *crude* katekin gambir dan pasak bumi mengandung senyawa fenol yang memiliki gugus hidroksil (OH). Gugus OH ini dapat mengikat air sehingga makin banyak gugus OH makin banyak air yang dapat diikat dan diketahui bahwa kadar air meliputi air terikat dan air bebas.

Kadar air kopi fungsional instan ini memenuhi syarat mutu kopi instan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 2983 tahun 2014 yang menyatakan bahwa kadar air kopi instan maksimal 5%. Kadar air kopi ini lebih tinggi jika dibanding dengan Mursalin *et al.* (2019) yang menyatakan kadar air kopi instan yang berasal dari Tungkal Jambi sebesar 1,57 - 1,61% dan Varelziz *et al.* (2020) yang menjelaskan bahwa kopi instan yang terbuat dari kopi seduh dingin mengandung kadar sebesar 2,34%. Kadar air kopi fungsional instan ini sama jika dibanding penelitian Ko *et al.* (2017) yang mengungkapkan bahwa kopi instan yang terbuat kopi ukuran mikro yang diinkorporasi dengan bakteri *Bacillus coagulans* sebesar 4,4%.



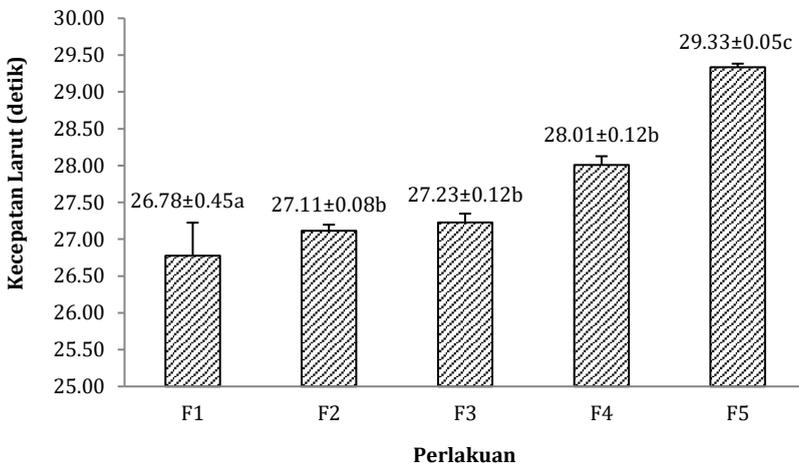
Keterangan:

- F₁ = kopi hijau 100%: *crude* katekin gambir 0%: pasak bumi 0%
- F₂ = kopi hijau 80%: *crude* katekin gambir 15%: pasak bumi 5%
- F₃ = kopi hijau 70%: *crude* katekin gambir 20%: pasak bumi 10%
- F₄ = kopi hijau 60%: *crude* katekin gambir 25%: pasak bumi 15%
- F₅ = kopi hijau 50%: *crude* katekin gambir 30%: pasak bumi 20%

Gambar 7.30. Pengaruh formulasi terhadap kadar air kopi hijau instan fungsional

Kecepatan Larut

Kecepatan larut kopi instan fungsional berkisar 26,78 - 29,33 detik dan telah memenuhi SNI dimana syarat mutu kopi instan menurut SNI No 2983 tahun 2014 maksimal 30 detik. Kecepatan larut kopi instan ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan Matanari *et al.* (2019) yang menjelaskan bahwa kecepatan larut kopi instan yang terbuat dari kopi robusta yang diinkorporasi dengan maltodekstrin sebesar 152,26 detik dan lebih rendah dibanding penelitian Praptiningsih *et al.* (2012) yang mengungkapkan bahwa kecepatan larut kopi instan robusta formulasi rasio gula kelapa dan gula pasir sebesar 11,48 - 13,95 detik. Pengaruh formulasi kopi hijau instan fungsional terhadap kelarutan seperti yang disajikan pada Gambar 6.31.



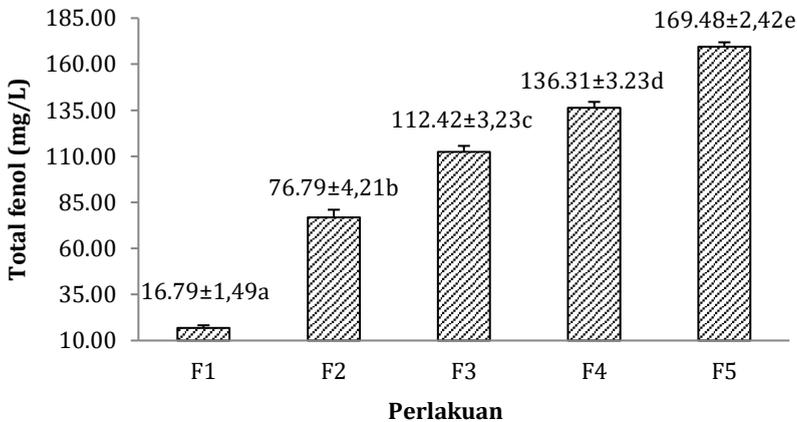
Gambar 7.31. Pengaruh formulasi terhadap kecepatan larut kopi hijau instan fungsional

Gambar 7.31 menunjukkan bahwa formulasi bahan kopi hijau instan fungsional berpengaruh nyata terhadap kecepatan larut dimana semakin tinggi konsentrasi *crude* katekin gambir maka makin rendah kecepatan larut. Hal ini dipengaruhi oleh senyawa katekin dalam *crude* katekin gambir bersifat semipolar sehingga makin tinggi konsentrasi *crude* katekin gambir maka kelarutan kopi ini makin rendah.

Total Fenol

Formulasi bahan berpengaruh nyata terhadap total fenol kopi hijau instan fungsional dimana semua formulasi kopi ini menghasilkan total berkisar antara 16,79 - 169,48 mg/L. Pengaruh formulasi bahan terhadap total fenol kopi hijau instan fungsional seperti yang disajikan pada Gambar 7.32.

Gambar 7.32 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *crude* katekin gambir dan pasak bumi dalam formulasi semakin tinggi total fenol. Hal ini disebabkan *crude* katekin gambir maupun pasak bumi sama-sama mengandung senyawa polifenol. Yeni *et al.* (2017) menambahkan bahwa produk gambir mengandung senyawa fenol yaitu katekin dan tanin berturut-turut sebesar 65,6 - 74,2% dan 11,32 - 17,76%. Menurut Irawati *et al.* (2014) pasak bumi mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder diantaranya alkaloids, terpenoid, sterpenoid, steroid, flavonoid (fenol), dan saponin.



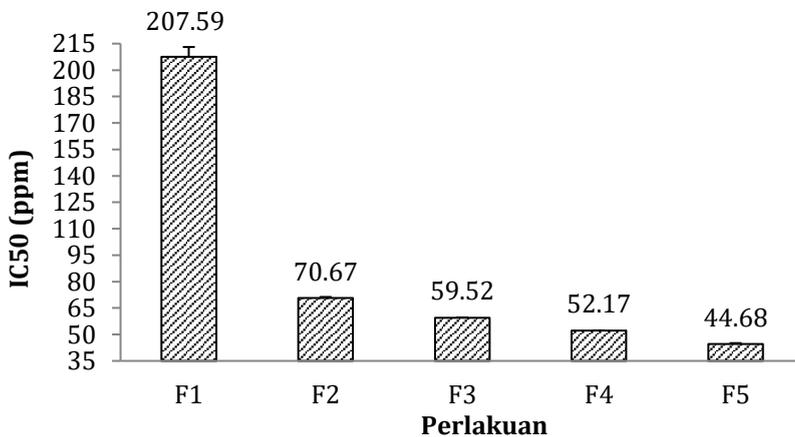
Gambar 7.32. Pengaruh formulasi bahan pembentuk terhadap total fenol kopi hijau instan fungsional

Kopi hijau fungsional instan ini memiliki total fenol yang mirip dengan hasil penelitian Ibtisam dan Karim (2013) yang menjelaskan bahwa kopi hijau instan mengandung total berkisar antara 29,23 - 158,19 mg/L. Nilai total fenol kopi ini lebih rendah jika dibanding dengan hasil penelitian Christianty *et al.* (2020) yaitu sebesar

171,633mg/L dan lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Siva *et al.* (2016) dan Dong *et al.* (2019) yang mengungkapkan bahwa biji kopi hijau robusta mengandung total fenol berturut-turut berkisar 16,26 - 30,65mg/L dan 42,4 - 59,8 mg/L.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan kopi hijau instan fungsional diukur menggunakan IC_{50} dimana semakin tinggi nilai IC_{50} makin rendah aktivitas antioksidan dan sebaliknya. Pengaruh formulasi bahan terhadap nilai IC_{50} kopi hijau instan fungsional seperti yang disajikan pada Gambar 6.33.



Gambar 7.33. Pengaruh formulasi bahan terhadap nilai IC_{50} kopi hijau instan fungsional

Nilai IC_{50} kopi hijau instan fungsional yang dihasilkan berkisar antara 44,68 - 207,59 ppm. Nilai IC_{50} kopi ini mirip dengan Pranowo *et al.* (2020) dan Wolska *et al.* (2017) yang berturut-turut menyatakan bahwa enkapsulasi ekstrak kopi hijau mengandung IC_{50} sebesar 87,65 ppm dan kopi hijau yang diseduh air dingin memiliki nilai IC_{50} sebesar 71,97 - 83,21 ppm. Lebih tinggi dibanding hasil penelitian Pranowo *et al.* (2021) yang menjelaskan bahwa ekstrak kopi hijau yang dikeringkan dengan metode *foam mat drying* memiliki nilai IC_{50} sebesar 25.187 ppm dan lebih rendah dibanding

penelitian Tasew *et al.* (2020) yang mengungkapkan bahwa kopi hijau dari Ethiopia berkisar antara 167,426 - 294,710 ppm.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa formulasi berpengaruh nyata terhadap nilai IC_{50} kopi hijau instan fungsional yang dihasilkan. Gambar 6.33 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *crude* katekin gambir dan bubuk pasak bumi nilai IC_{50} semakin rendah atau aktivitas antioksidan semakin meningkat. Diketahui bahwa *crude* katekin gambir maupun bubuk pasak bumi mengandung senyawa flavonoid yang bersifat antioksidan.

KOPI INSTAN FUNGSIONAL (KOPI-GAMBIR-GINSENG)

Telah jelaskan sebelumnya bahwa kopi bukan hanya dinikmati dari aspek citarasanya, namun juga aspek kesehatannya terutama kandungan antioksidan. Di dalam kopi, senyawa yang bersifat antioksidan adalah asam klorogenat. Beberapa penelitian menjelaskan bahwa asam klorogenat mengalami penurunan secara signifikan akibat proses penyangraian. Inkorporasi bahan yang mengandung senyawa antioksidan dalam kopi bubuk merupakan salah satu langkah untuk mempertahankan sifat antioksidan dalam kopi. Salah satu bahan-bahan yang dapat digunakan untuk ini adalah *crude* katekin gambir dan ginseng.

Diketahui bahwa *crude* katekin gambir mengandung senyawa katekin yang bersifat antioksidan dan aman digunakan dalam pengolahan pangan. Hilmi dan Rahayu (2018) menjelaskan bahwa kekuatan aktivitas antioksidan dalam gambir sama kuat dengan asam askorbat. Seo *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa ginseng mengandung saponin berupa ginsenosida. Ginsenosida memiliki kandungan antioksidatif, *vasorelaxation*, antinyeri, dan antikanker (Kim *et al.*, 2019).

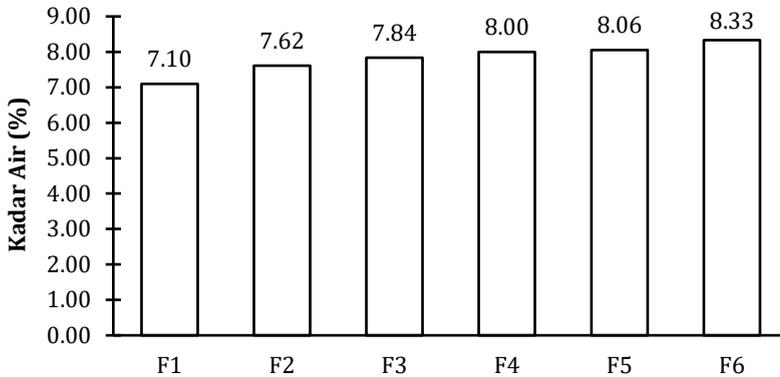
Proses pembuatan kopi instan fungsional dilakukan dengan pencampuran kopi dan ginseng instan yang dibuat dengan metode *foam mat drying* dan *crude* katekin gambir yang diproduksi melalui ekstraksi metode maserasi dimana masing-masing bahan tersebut berukuran 80 mesh. Prosedur pembuatan kopi instan fungsional yang dimaksud sebagai berikut:

1. Bubuk kopi robusta dan ginseng dicampur dengan perbandingan 90: 10 dan dimasukkan ke dalam *mixer* untuk diaduk hingga homogen;

2. Campuran kopi-ginseng diseduh dengan air panas pada suhu 90°C dengan rasio 1:18 dan disaring dengan kertas saring setelah campuran tidak terlalu panas;
3. Seduhan kopi-ginseng ditambahkan *Tween* 80 sebanyak 1%(v/v) dan maltodekstrin sebanyak 10%(b/v) diaduk dalam *mixer* selama 10 menit ± 1 menit hingga homogen dan terbentuk busa;
4. Campuran bahan kemudian dituang ke dalam loyang yang sudah dilapisi plastik PP dan dikeringkan dengan oven selama 8 jam pada suhu 60 °C ± 2 °C.
5. Kopi-ginseng yang telah kering kemudian dihaluskan dengan *blender* dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh;
6. Bubuk instan kopi-ginseng dan *crude* katekin gambir dengan formulasi %(b/b) (F₁=97,5:2,5; F₂=95:5; F₃= 92,5:7,5; F₄=90:10%; F₅=87,5:12,5; dan F₆=85:15)
7. Formulasi dihaluskan menggunakan *blender* dan selanjutnya diayak dengan ayakan 80 mesh; dan
8. Kopi bubuk fungsional instan siap dikemas.

Kadar air kopi instan fungsional yang dihasilkan berkisar 7,10 - 8,33%. Kadar air kopi ini belum sesuai dengan SNI. Kadar air kopi instan berdasarkan SNI 2983: 2014 maksimal 4%, sedangkan berdasarkan SNI 01-4320-1996 tentang serbuk minuman instan yaitu maksimal 5%. Kadar air kopi ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar air kopi instan kulit manggis yang berkisar antara 2,01% - 2,51% (Apriani *et al.*, 2016), kadar air minuman instan serih yaitu sekitar 4,74% - 5,33% (Ariska dan Utomo, 2020), kadar air minuman serbuk instan labu kuning memiliki rentang 4,55% - 4,82% (Aliyah dan Handayani, 2019) serta kadar air kopi instan robusta dengan *vacuum dryer* berkisar 3,058% - 7,35% (Matarani *et al.*, 2019). Pengaruh formulasi kopi instan terhadap kadar air seperti yang disajikan pada Gambar 7.34.

Berdasarkan uji statistik penambahan *crude* katekin gambir sebesar 7,5% (b/v) keatas (Gambar 7.34) berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kadar air kopi instan fungsional. Hal ini dikarena dipengaruhi oleh sifat senyawa katekin yang ada dalam *crude* katekin gambir dimana senyawa ini bersifat semipolar yang diartikan berpengaruh terhadap pengikatan air dalam kopi tersebut.



Keterangan:

F1=bubuk instan kopi-ginseng (97,5%):*crude* katekin gambir (2,5%)

F2=bubuk instan kopi-ginseng (95,0%):*crude* katekin gambir (5,0%)

F3=bubuk instan kopi-ginseng (92,5%):*crude* katekin gambir (7,5%)

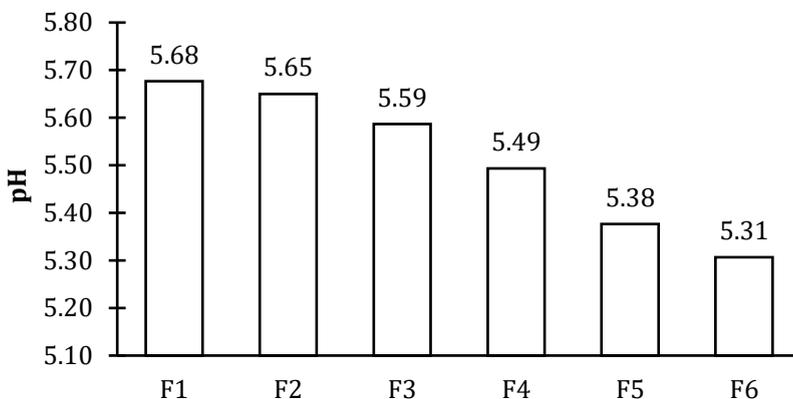
F4=bubuk instan kopi-ginseng (90,0%):*crude* katekin gambir (10%)

F5=bubuk instan kopi-ginseng(87,5%):*crude* katekin gambir (12,5%)

F6=bubuk instan kopi-ginseng (85,0%): *crude* katekin gambir (15%)

Gambar 7.34. Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap kadar air

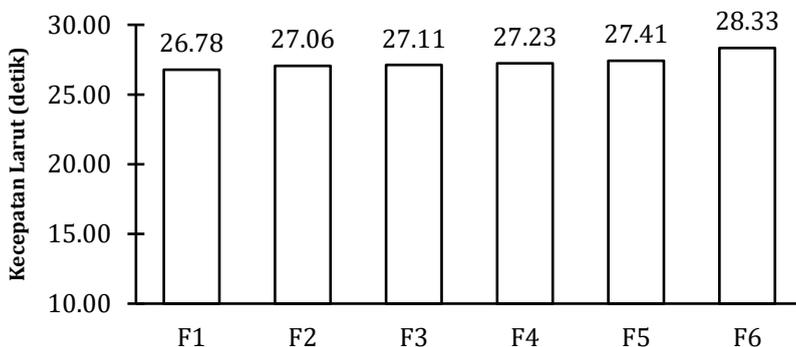
pH kopi instan fungsional berkisar antara 5,31 hingga 5,68. pH kopi ini lebih tinggi jika dibanding kopi instan kulit manggis sebesar 5,26 - 5,63 (Apriani *et al.*, 2016) dan kopi robusta fermentasi yaitu 5,25 - 5,37 (Budi *et al.*, 2020). Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap nilai pH seperti yang disajikan pada Gambar 7.35.



Gambar 7.35. Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap nilai pH

Penambahan *crude* katekin gambir berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan nilai pH atau meningkat rasa asam kopi instan fungsional terutama pada perlakuan F3 dengan konsentrasi 12,5% (b/v) seperti pada Gambar 6.35. Hal ini dapat dijelaskan karena pengaruh sifat asam dari senyawa katekin yang ada dalam *crude* katekin gambir. Leliqia *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa senyawa katekin stabil pada pH 1,64 - 6,00. Selain itu, sifat asam kopi instan fungsional dipengaruhi juga oleh asam-asam organik kopi seperti asam klorogenat, asam asetat, dan asam-asam lain yang bersifat *volatile* (Suwarmini *et al.*, 2017). Penambahan ginseng juga mempengaruhi sifat asam kopi instan fungsional karena ginseng mengandung asam-asam seperti maltol, asam kafeat, asam ferulat, asam sinamat, serta sedikit kandungan asam klorogenat (Kochan *et al.*, 2019).

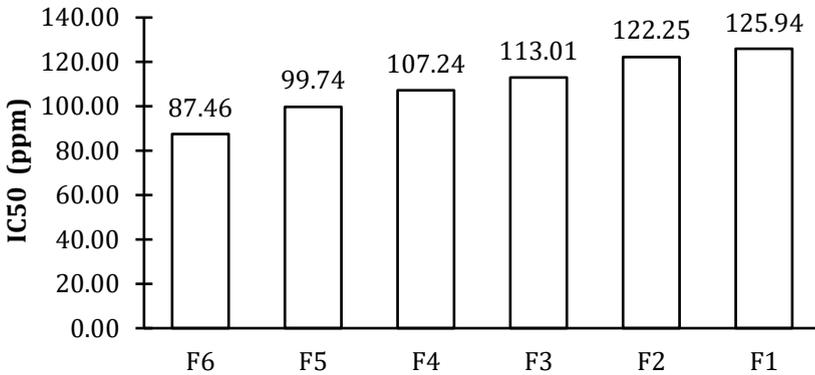
Kecepatan larut kopi instan fungsional berkisar antara 26,78 sampai 28,33 detik. Berdasarkan SNI 2983:2014 tentang kopi instan, waktu larut yang baik yaitu kurang dari 30 detik menggunakan air panas. Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap kecepatan larut seperti yang disajikan pada Gambar 7.36.



Gambar 7.36. Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap kecepatan larut.

Kecepatan larut kopi instan fungsional mengalami penurunan dengan semakin tinggi konsentrasi *crude* katekin gambir yang ditambahkan dalam formulasi, namun berbeda secara signifikan pada formulasi F6 dengan konsentrasi *crude* katekin gambir sebesar 15% (b/v). Hal ini disebabkan sifat senyawa katekin yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa senyawa ini bersifat semipolar.

Pengukuran aktivitas antioksidan kopi instan fungsional menggunakan nilai IC_{50} dimana semakin tinggi nilai IC_{50} berarti aktivitas antioksidan semakin rendah begitu juga sebaliknya. Aktivitas antioksidan memiliki beberapa kategori berdasarkan nilai IC_{50} atau keaktifannya dalam menghambat radikal bebas. Apabila nilai $IC_{50} < 10$ ppm, maka dikategorikan sebagai antioksidan kuat. Apabila nilai IC_{50} berkisar antara 50 - 100 ppm, maka dikategorikan sebagai antioksidan sedang. Apabila nilai IC_{50} berkisar antara 100 - 250 ppm, maka dikategorikan sebagai antioksidan lemah dan apabila nilai $IC_{50} > 250$ ppm, maka dikategorikan sebagai antioksidan tidak aktif (Handayani *et al.*, 2014). Nilai IC_{50} kopi instan fungsional berkisar antara 87,46 - 125,94 ppm. Berdasarkan kategori yang telah dijelaskan sebelumnya maka kopi ini mengandung antioksidan kategori sedang. Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap aktivitas antioksidan (IC_{50}) seperti yang disajikan pada Gambar 7.37.



Gambar 7.37. Pengaruh formulasi kopi instan fungsional terhadap aktivitas antioksidan (IC₅₀)

Gambar 7.37 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *crude* katekin gambir dalam formulasi kopi instan fungsional maka nilai IC₅₀ semakin rendah atau aktivitas antioksidan semakin tinggi. Secara statistik penambahan *crude* katekin gambir ini berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan aktivitas antioksidan. Kopi *robusta* mengandung senyawa-senyawa yang bersifat antioksidan diantaranya alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, kafein, dan senyawa polifenol berupa asam klorofenat dan asam kafeat. Berdasarkan penelitian Wigati *et al.* (2018) bahwa aktivitas antioksidan biji kopi *robusta* memiliki nilai IC₅₀ berkisar antara 55,13 hingga 54,14 ppm. Ginseng mengandung senyawa-senyawa yang bersifat antioksidan diantaranya flavonoid, antrakuinon, saponin, tanin dan senyawa fenolat (Estiasih dan Kurniawan, 2006). *Crude* katekin gambir mengandung senyawa bersifat antioksidan diantaranya katekin, senyawa polifenol, epikatekin, dan asam kafeat. Senyawa-senyawa yang terkandung pada ketiga bahan tersebut yang mempengaruhi kandungan senyawa antioksidan.

Pengukuran kadar kafein kopi instan fungsional dengan formulasi F4 = bubuk instan kopi-ginseng (90,0%): *crude* katekin gambir (10%) dilakukan dengan menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar kafein kopi instan fungsional sebesar 1,26% atau 12.679,09 ppm. Hasil tersebut telah sesuai dengan syarat

SNI 2983:2014 tentang kopi instan dengan ketentuan kandungan kafein sebesar 2,5%.

KOPI ROBUSTA *WINE* INSTAN FUNGSIONAL

Kopi robusta *wine* instan fungsional merupakan kopi instan yang terbuat dari kopi bubuk robusta *wine* dengan tingkat sangrai tertentu yang diinkorporasikan dengan ekstrak gambir dan ginseng. Kopi bubuk robusta *wine* dan ginseng dibuat dalam bentuk instan dengan menggunakan metode *foam mat drying*. Ekstrak gambir di ekstraksi dengan menggunakan metode maserasi untuk mendapatkan *crude* katekin gambir.

Kopi robusta yang digunakan berada pada ketinggian 812 mdpl. Kualitas kopi ditentukan oleh iklim (curah hujan dan kelembaban), pH tanah keadaan normal, air yang cukup untuk pertumbuhan, dan kontur tanah dengan bidang miring. Kopi *wine* atau *wine coffee* merupakan buah kopi petik merah yang diproses melalui metode fermentasi spontan dengan tahapan tertentu. Tahap-tahap proses pengolahan *wine coffee* adalah:

Pemetikan buah kopi

Pemetikan buah kopi robusta merah dengan kadar glukosa 30% dilakukan pagi hari. Kadar glukosa diukur dengan menggunakan alat *refraktometer* (Gambar 7.38). Prinsip kerja alat *refraktometer* adalah getah buah kopi ditempelkan pada ujung alat dan selanjutnya diarahkan ke sinar matahari, warna putih menandakan tingkat kadar glukosa dalam kopi.



Gambar 7.38. Buah kopi petik merah [A] dan alat refraktometer [B]

Sortasi Rambang

Sebelum dilakukan sortasi rambang, buah kopi yang baru dipetik disortasi terlebih dahulu terhadap buah kopi belum matang (warna hijau) dengan matang (warna merah). Sortasi ini sangat penting dilakukan karena buah kopi belum matang jika diolah rentan hancur. Sortasi rambang dilakukan dengan merendam buah kopi petik merah dalam air pH netral (pH 7). Selain pH yang diukur dengan menggunakan pH meter, total padatan terlarut juga diukur dengan alat *Total Dissolved Solid* (TDS) dengan nilai maksimal 300mg/L.

Sortasi rambang bertujuan untuk mendapatkan buah kopi yang berkualitas ditandai buah terendam pada saat proses sortasi rambang sedangkan yang terapung disingkirkan dari proses pengolahan selanjut. Selain itu, sortasi ini juga berfungsi untuk membersihkan kotoran dan debu yang menempel pada buah kopi.



Gambar 7.39. Proses sortasi rambang

Penirisan

Proses ini dilakukan untuk mengurangi kadar air sebelum dilakukan proses fermentasi. Proses fermentasi yang dilakukan dengan sistem anaerob atau tanpa oksigen sehingga proses ini sangat penting untuk dilakukan karena berpengaruh terhadap proses optimalisasi fermentasi. Proses penirisan dilakukan dengan memasukan buah kopi dalam karung plastik berukuran besar dan diamkan selama 10 menit.

Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan memasukan buah kopi kedalam drum plastik jenis *High Density Poly Ethylene* (HDPE). Proses fermentasi yang dilakukan sistem anaerob dimana kadar oksigen dikontrol dengan menggunakan alat *outlock fermentor*. Proses fermentasi dilaksanakan selama 28 hari dimana setiap 7 hari dikeringanginkan selama 3 - 4 jam pada pagi hari. Setelah proses fermentasi warna buah kopi berubah warna menjadi semakin coklat dan menghitam, aroma wine muncul semakin pekat tekstur semakin keras, dan kadar air buah kopi semakin turun.



Gambar 7.40. Proses fermentasi kopi *wine*



[A]



[B]



[C]

Gambar 7.41. [A] Warna buah kopi hasil proses fermentasi selama [A] 7 hari, [B] 21 hari, dan [C] 28 hari.

Buah kopi yang telah difermentasi selama 7 hari, warna buah kopi berubah dari merah menjadi kuning sampai kecoklatan sedangkan aroma *wine* muncul setelah 7 hari fermentasi. Fermentasi 14 hari, warna kopi merata kecoklatan dan aroma *wine* semakin pekat. Fermentasi 21 hari, warna kopi semakin coklat, tekstur semakin keras dan kadar air semakin menurun. Fermentasi 28 hari merupakan proses fermentasi terakhir, warna menjadi coklat tua kehitaman yang diikuti tekstur semakin keras dengan kadar air semakin rendah.

Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan selama 21 hari dalam *green house* dimana suhu dan kelembaban dikontrol masing-masing dibawah 50 °C dan 90%. Tempat penjemuran berbentuk kotak yang terbuat dari kayu dengan ketebalan kopi sekitar 10 cm. Jika suhu dalam *green house* melebihi suhu 50 °C maka *green house* harus dibuka pada bagian tertentu. Proses pengeringan dilakukan hingga kadar air kopi mencapai 12,5%.



[A]



[B]

Gambar 7.42. Buah kopi hasil pengeringan [A] awal [B] akhir

Proses Huller

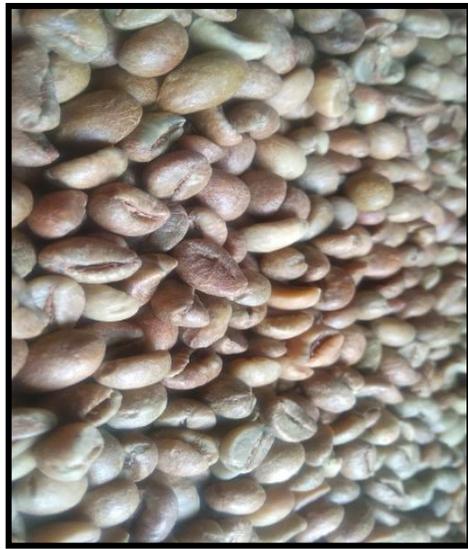
Proses *huller* merupakan proses pemisahan dan penggilingan kulit biji kopi kering. Mesin *huller* memiliki kelebihan tingkat kebersihan lebih maksimal dengan meminimalisir kotoran. Sebelum dilakukan proses *huller* buah kopi yang telah dikeringkan dalam *green house* diistirahatkan terlebih dahulu selama 7 hari atau 1 minggu.

Sortasi biji kopi

Sortasi biji kopi dilakukan manual terhadap kopi cacat, kotor, serangga dan lain sebagainya akan dibuang. Biji kopi yang berkualitas diayak menggunakan ayakan berdiameter 6,5 mm dan 3,5 mm. Berdasarkan SNI 01-2907-2008 buah kopi yang tidak lolos ayakan 6,5 mm termasuk buah kopi ukuran besar sedangkan lolos dan tidak lolos ayakan ukuran 3,5 mm termasuk ukuran kecil. Hasil proses ini diperoleh kopi beras (*green beans*). Tujuan proses sortasi agar kopi dapat tersangrai secara merata. *Green beans* disangraikan dengan level *medium to dark* dan diikuti dengan proses penggilingan dan pengayakan dengan ukuran 80 mesh.



[A]



[B]

Gambar 7.43. [A] proses huller dan [B] *green beans*

Proses pengolahan kopi instan fungsional ini dilakukan terlebih dahulu menginstan bubuk kopi *wine* dengan berbagai tipe sangrai sedangkan *crude* katekin gambir tidak diinstankan. Selanjutnya bahan-bahan ini dicampurkan sesuai dengan formulasi sebagai berikut:

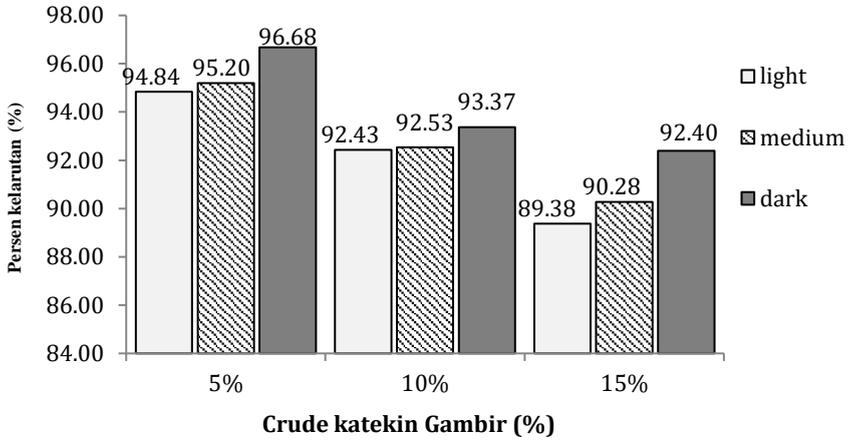
Tabel 7.4. Formulasi kopi instan fungsional

Formulasi	Kopi <i>wine</i> instan	Tipe sangrai	<i>Crude</i> katekin gambir (%)
F1	87,5	<i>light</i>	5
F2	82,5	<i>light</i>	10
F3	77,5	<i>light</i>	15
F4	87,5	<i>medium</i>	5
F5	82,5	<i>medium</i>	10
F6	77,5	<i>medium</i>	15
F7	87,5	<i>dark</i>	5
F8	82,5	<i>dark</i>	10
F9	77,5	<i>dark</i>	15

Karakteristik kopi instan fungsional (kopi gambir-*crude* katekin gambir-ginseng) terdiri atas: persentase kelarutan (PK), kadar air, pH, total fenol, dan aktivitas antioksidan.

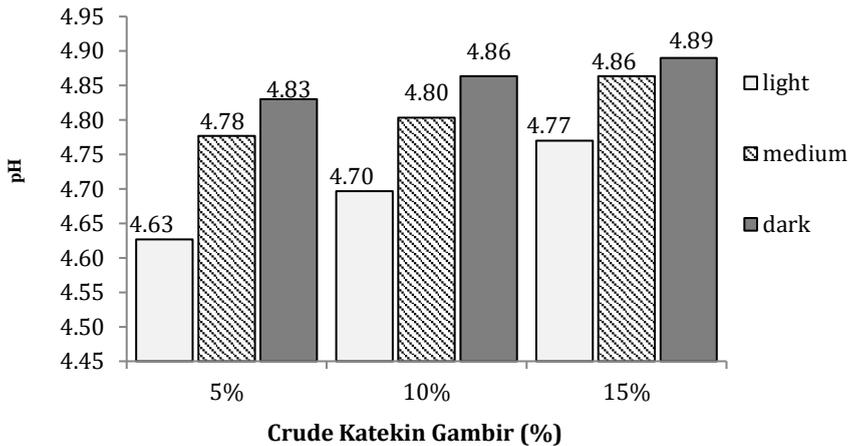
Persentase kelarutan kopi instan fungsional berkisar antara 89,38 sampai 96,68% dengan masing-masing formulasi kopi adalah 77,5% kopi tingkat sangrai *light*: 15% *crude* katekin gambir dan 87,5% kopi tingkat sangrai *dark*: 5% *crude* katekin gambir.

Gambar 6.44. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *crude* katekin gambir dan semakin tinggi level sangrai maka kelarutan kopi instan fungsional semakin tinggi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kelarutan berkaitan sifat polaritas, diketahui bahwa kafein maupun *crude* katekin gambir merupakan bahan yang bersifat semi polar atau agak sulit larut dalam air. Kafein kopi semakin menurun dengan semakin tinggi tingkat sangrai (*dark*).



Gambar 7.44. Persen kelarutan kopi wine instan fungsional

pH kopi instan fungsional berkisar 4,63 - 4,89 dengan formulasi masing-masing adalah 87,5% kopi *dark*: *crude katekin gambar* 5% dan 77,5% *light*: *crude katekin gambar* 15%.

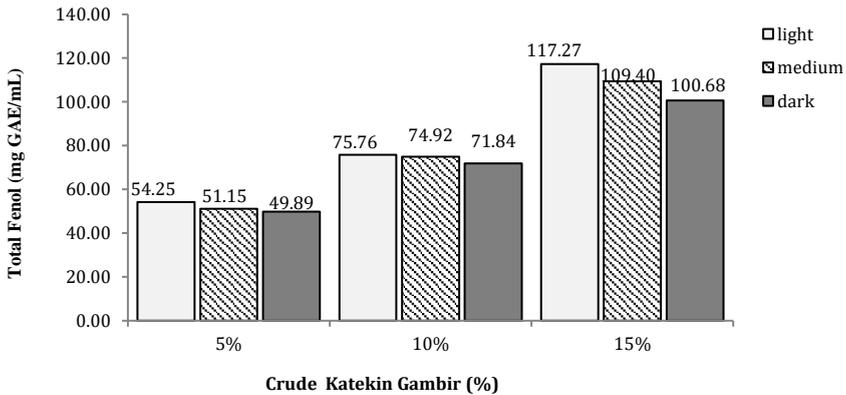


Gambar 7.45. Derajat keasaman (pH) kopi wine instan fungsional

Gambar 7.45 menunjukkan bahwa tingkat sangrai *light* dan konsentrasi *crude* katekin gambir berpengaruh signifikan terhadap nilai pH kopi instan fungsional. Hal dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi tingkat sangrai kopi (*light-medium-dark*) kandungan asam dalam kopi semakin menurun. Disamping itu telah diketahui bahwa *crude* katekin gambir cenderung bersifat asam.

Total fenol kopi instan fungsional berkisar 49,89 - 117,27 GAE/mL dengan formulasi masing-masing adalah 87,5% kopi sangrai tipe *dark*: *crude* katekin gambir 5% dan 77,5% kopi sangrai tipe *light*: *crude* katekin gambir 15%. Total fenol kopi instan fungsional seperti yang disajikan pada Gambar 7.46.

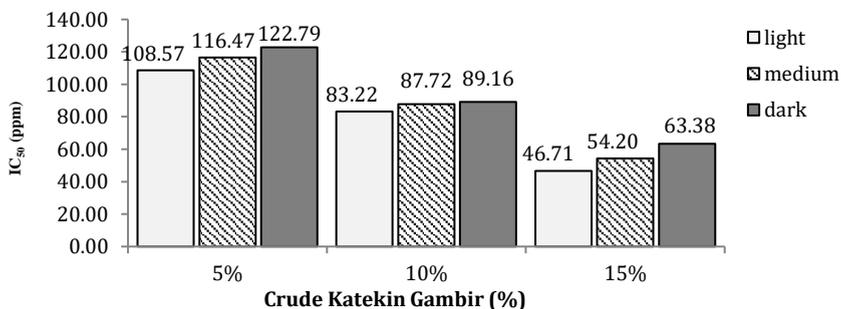
Gambar 7.46 menunjukkan bahwa tingkat sangrai dan konsentrasi *crude* katekin gambir berpengaruh secara signifikan terhadap total fenol kopi. Formulasi kopi dengan tingkat sangrai tipe *light* dengan *crude* katekin gambir sebesar 15% menghasilkan total fenol tertinggi yaitu sebesar 117,27 GAE/mL. Hal dapat dijelaskan bahwa kopi dengan tingkat sangrai *light* mengandung senyawa antioksidan lebih tinggi dibanding *medium* dan *dark* sedangkan *crude* katekin telah dijelaskan sebelumnya mengandung senyawa katekin yang bersifat antioksidan dan antibakteri.



Gambar 7.46. Total fenol kopi wine instan fungsional

Aktivitas antioksidan kopi *wine* fungsional mengukur nilai IC_{50} dimana semakin tinggi nilai IC_{50} maka semakin rendah sifat antioksidan, begitu sebaliknya. Nilai IC_{50} kopi *wine* fungsional berkisar antara 46.71 - 122.79 ppm dengan formulasi kopi masing-masing adalah 77,5% kopi sangrai tipe *light*: *crude* katekin gambir 15% dan 87,5% kopi sangrai tipe *dark*: *crude* katekin gambir 5%. Nilai IC_{50} kopi *wine* instan fungsional seperti yang disajikan pada Gambar 6.47.

Formulasi 77,5% kopi sangrai tipe *light*: *crude* katekin gambir 15% (Gambar 7.47) menghasilkan nilai IC_{50} paling rendah atau aktivitas antioksidan paling tinggi. Hal ini disebabkan bahwa kopi sangrai tipe *light* mengandung antioksidan paling tinggi dibanding tipe *medium* dan *dark*. Disamping itu, konsentrasi *crude* katekin gambir paling tinggi berarti konsentrasi senyawa katekin paling banyak dalam formulasi kopi tersebut. Diketahui bahwa senyawa katekin mengandung senyawa yang bersifat antioksidan.



Gambar 7.47. Nilai IC_{50} kopi wine fungsional

KOPI ROBUSTA LANANG DAN PETIK PELANGI INSTAN FUNGSIONAL

Kopi instan fungsional ini dibuat dari bahan kopi robusta lanang, kopi robusta petik pelangi, *crude* katekin gambir, dan ginseng. Kopi lanang adalah kopi yang berbiji satu (monokotil) dan beda kopi ini dengan kopi biasa dapat dibedakan secara fisik baik sebelum dan sesudah disangrai. Kopi lanang memiliki bentuk lebih bulat dan berukuran lebih kecil (Suhady *et al.*, 2017). Kopi lanang

memiliki kualitas citarasa tinggi. Biji kopi lanang terjadi akibat adanya abnormalitas buah yang menimbulkan penyimpangan buah kopi karena tidak seluruh rangkaian proses terjadi secara sempurna. Kopi lanang terbentuk dari bakal buah yang memiliki dua bakal biji, tetapi salah satu bakal biji gagal berkembang. Sedangkan, satu biji lain berkembang hingga menempati seluruh rongga bakal buah (Aditya *et al.*, 2016). Kopi lanang terbentuk secara alami dan tidak dapat direkayasa. Oleh karena itu, jumlah produksi kopi lanang hanya 800 g dari 50 kg biji kopi. Kopi lanang mempunyai citarasa yang lebih kuat, aroma lebih wangi dan rasa yang lebih padat dibandingkan kopi biasa (Suhady *et al.*, 2017) dan kopi lanang lebih banyak mengandung kafein dibandingkan jenis kopi yang lain (Imama *et al.*, 2019).

Kopi pelangi adalah buah kopi yang dipanen 95% berwarna hijau. Kopi ini memiliki kualitas rendah yaitu termasuk grade 5 dan 6 dengan kadar air relatif tinggi yaitu sekitar 16%. Kadar air ini dapat memicu pertumbuhan jamur yang akan mempengaruhi cita rasa kopi yang dihasilkan. Syarat mutu biji kopi berdasarkan SNI 01-2907:2008 seperti pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5. Syarat Mutu Biji Kopi Berdasarkan SNI 01-2907:2008.

Mutu	Persyaratan
Mutu 1	Jumlah nilai cacat maksimum 11*
Mutu 2	Jumlah nilai cacat 12 sampai dengan 25
Mutu 3	Jumlah nilai cacat 26 sampai dengan 44
Mutu 4a	Jumlah nilai cacat 45 sampai dengan 60
Mutu 4b	Jumlah nilai cacat 61 sampai dengan 80
Mutu 5	Jumlah nilai cacat 81 sampai dengan 150
Mutu 6	Jumlah nilai cacat 151 sampai dengan 225

Sumber: SNI 01-2907:2008.

Proses pengolahan kopi instan fungsional ini dilakukan terlebih dahulu menginstan bubuk kopi lanang maupun kopi petik pelangi serta bubuk ginseng sedangkan *crude* katekin gambir tidak diinstankan. Selanjutnya bahan-bahan ini dicampurkan sesuai dengan formulasi sebagai berikut:

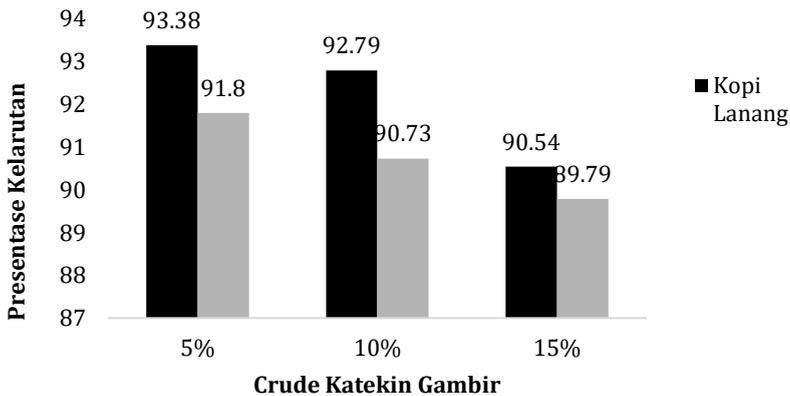
Tabel 7.6. Formulasi kopi instan fungsional

Formulasi	Kopi robusta instan		<i>Crude</i> katekin gambir (%)	Ginseng jawa (%)
	Lanang (%)	Pelangi (%)		
F1	87,5	-	5	7,5
F2	82,5	-	10	7,5
F3	77,5	-	15	7,5
F4	-	87,5	5	7,5
F5	-	82,5	10	7,5
F6	-	77,5	15	7,5

Karakteristik kopi instan fungsional terdiri atas: persentase kelarutan (PK), kadar air, pH, total fenol, dan aktivitas antioksidan.

Persentase kelarutan

Persentase kelarutan kopi instan ini berkisar antara 89,79% hingga 93,38% dengan formulasi berturut turut: 77,5% kopi robusta petik pelangi instan: 15% *crude* katekin gambir: 7,5% ginseng jawa instan 87,5% kopi robusta lanang instan: 5% *crude* katekin gambir. Persentase kelarutan kopi instan fungsional seperti yang disajikan pada Gambar 7.48.

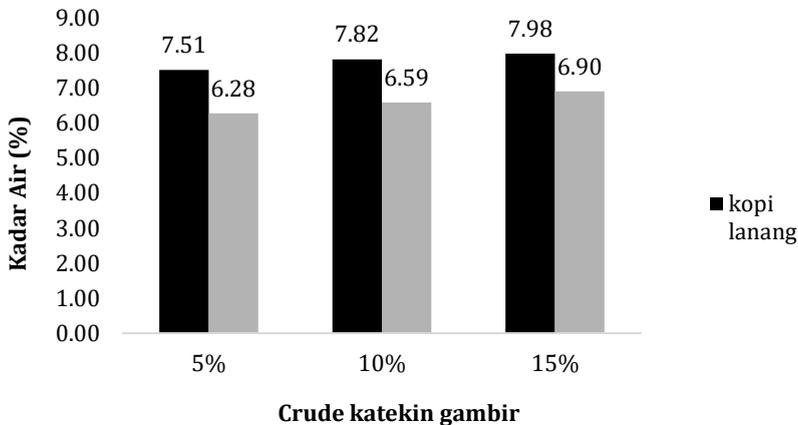


Gambar 7.48. Persentase kelarutan kopi instan fungsional

Berdasarkan Gambar 7.48 jenis kopi dan konsentrasi *crude* katekin gambir berpengaruh secara signifikan terhadap persentase kelarutan kopi instan fungsional. Persentase kelarutan kopi semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi *crude* katekin gambir dengan varietas kopi lanang memiliki persentase kelarutan lebih tinggi dibanding dengan kopi pelangi. Hal ini berkaitan dengan senyawa katekin dalam *crude* katekin gambir dan kadar kafein dalam kopi.

Kadar air

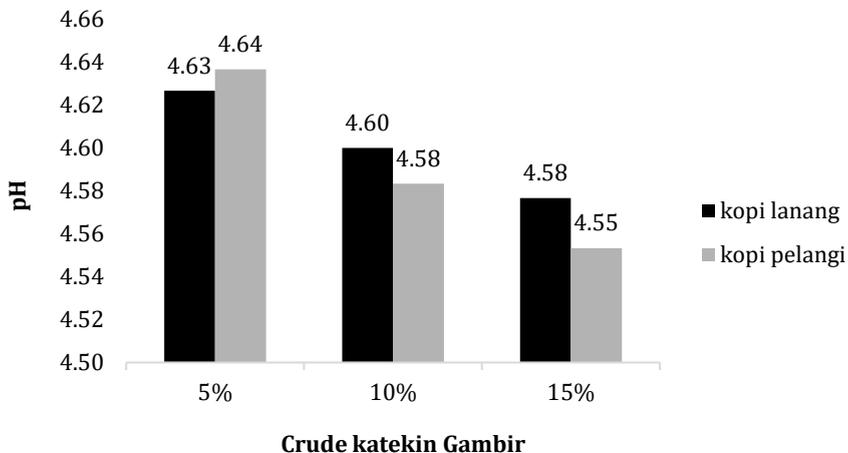
Kadar air kopi instan fungsional berkisar antara 6,28 - 7,98% berturut-turut dengan formulasi 87,5% kopi robusta petik pelangi instan: 5% *crude* katekin gambir: 7,5% ginseng jawa instan dan 77,5% kopi robusta lanang instan: 15% *crude* katekin gambir: 7,5% ginseng jawa instan. Kadar air kopi instan fungsional seperti yang disajikan pada Gambar 7.49.



Gambar 7.49. Kadar air kopi instan fungsional

Derajat keasaman (pH)

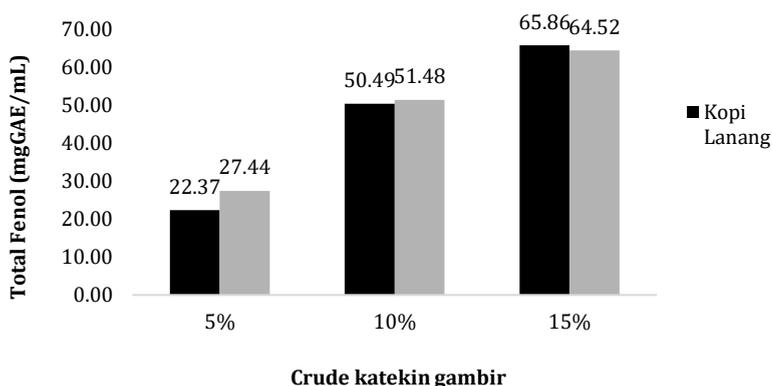
Nilai dari pH kopi instan berkisar antara 4,58 hingga 4,64 dengan formulasi berturut turut 77,5% kopi robusta petik pelangi instan: 15% *crude* katekin gambir dan 87,5% kopi robusta petik pelangi instan: 5% *crude* katekin gambir. Derajat keasaman (pH) kopi instan fungsional seperti pada Gambar 7.50.



Gambar 7.50. Derajat keasaman (pH) kopi instan fungsional

Total Fenol

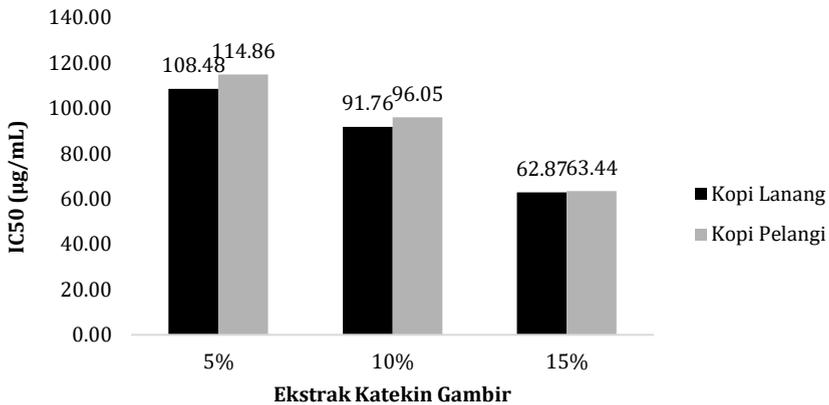
Total fenol kopi instan fungsional berkisar antara 22,37 - 65,86 mg GAE/mL dengan formulasi berturut turut adalah 87,5% kopi robusta lanang instan: 5% *crude* katekin gambir: 7,5% ginseng jawa instan dan 77,5% kopi robusta lanang instan: 15% *crude* katekin gambir: 7,5% ginseng jawa instan. Total fenol kopi instan fungsional seperti pada Gambar 7.51.



Gambar 7.51. Total fenol kopi instan fungsional

Aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan dapat dilihat dari nilai IC_{50} dimana semakin kecil rendah IC_{50} maka semakin kuat aktivitas antioksidan. Nilai IC_{50} kopi instan fungsional berkisar antara 62,87 - 114,86 $\mu\text{g/mL}$ dengan formulasi berturut turut. 77,5% kopi robusta lanang instan: 15% *crude* katekin gambir: 7,5% ginseng jawa instan dan 87,5% kopi robusta petik pelangi instan: 5% *crude* katekin gambir: 7,5% ginseng jawa instan. Nilai IC_{50} kopi instan fungsional seperti pada Gambar 7.52.



Gambar 7.52. Nilai IC_{50} kopi instan fungsional

BAB 8

POTENSI PEMANFAATAN GAMBIR DI BIDANG INDUSTRI

Sejalan dengan kemajuan teknologi dan perkembangan ilmu pengetahuan, diketahui bahwa polifenol sangat bermanfaat bukan hanya bagi kesehatan manusia, tetapi bermanfaat dalam bidang industri baik industri pangan maupun non pangan. Pemikiran progresif tentang polifenol menyarankan bahwa senyawa alami ini dapat dimanfaatkan sebagai pengawet pangan, produk *effervescent*, dan bahkan deodoran.

INDUSTRI PANGAN

Bahan pengawet alami

Gambir dapat digunakan untuk pengawet makanan mengandung protein, seperti tahu, bakso, dan banyak produk lain. Mekanisme pengawetannya adalah dengan mekanisme *chelating*. Gambir akan berikatan dengan protein pada permukaan makanan berprotein tinggi, membentuk kompleks protein-katekin. Senyawa kompleks tersebut tidak dapat dihidrolisis oleh enzim dari mikrobia, sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh mikrobia, dan akhirnya makanan menjadi awet.

Gambir sebagai pengawet tahu

Tahu merupakan salah satu jenis makanan Indonesia yang cukup dikenal dan digemari oleh banyak kalangan masyarakat. Hal ini disebabkan tahu merupakan pangan murah dan salah satu bahan pangan bergizi yang mengandung protein tinggi. Pada awal masa abad ke 21, komoditas tahu marak diberitakan sebagai bahan pangan yang diragukan keamanannya untuk dikonsumsi karena banyak

pengusaha atau pedagang tahu menggunakan senyawa berbahaya seperti formalin (formaldehida dalam pelarut air) untuk mengawetkan tahu. Suprapti (2005) menyebutkan bahwa pengawet merupakan salah satu bahan tambahan yang harus ada pada tahapan proses pengolahan tahu.

Tahu merupakan salah satu produk olahan kedelai yang dibuat dengan cara mengekstrak protein kedelai yang ditambahkan kecutan (asam) sehingga protein (asam amino) kedelai mencapai titik isoelektris dan merubah sifat fisiknya menjadi padat. Kandungan protein tahu mencapai 10% b/b (Tabel 8.1). Tingginya kandungan protein pada tahu inilah yang menjadikan tahu sebagai bahan pangan yang sangat mudah rusak. Pada suhu ruang, tahu mulai mengalami kerusakan hanya dalam 2 hari penyimpanan, hal ini dapat diindikasikan dari meningkatnya angka lempeng total (*total plate count*) dalam skala log pertumbuhan bakteri pada tahu tanpa pengawet hingga 9,8 *log cycle* pada penyimpanan hari ke 4 dan meningkat hingga 11,5 *log cycle* pada penyimpanan hari ke 6 (Gambar 8.1), angka tersebut ini tentu sudah di atas ambang batas ketentuan pada SNI tahu yang ditetapkan pemerintah Indonesia (Pangawikan, 2007). Tahu merupakan bahan pangan murah yang merupakan sumber protein yang bisa dijangkau oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Oleh karena itu penting untuk menemukan bahan pengawet alami yang bisa mengawetkan tahu sehingga membuat tahu menjadi aman dikonsumsi untuk semua kalangan masyarakat Indonesia.

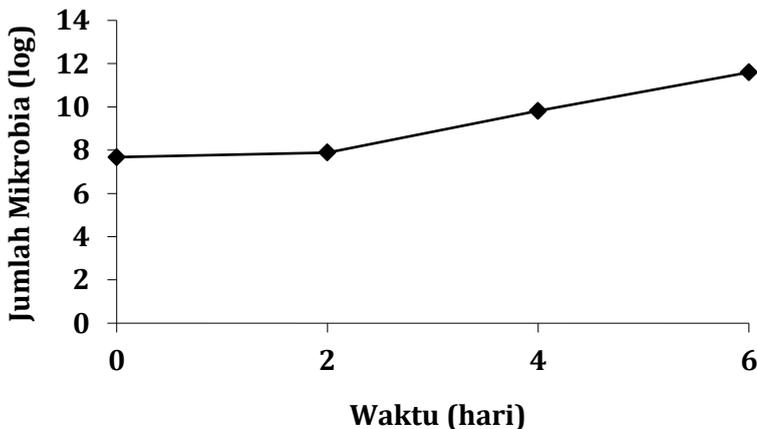
Tabel 8.1. Standar mutu tahu berdasarkan SNI Nomor 01-3142-1992

No	Kriteria	Syarat Mutu
1	Kedaaan	
	a. Bau	Normal
	b. Rasa	Normal
	c. Warna	Putih bersih/kuning bersih
	d. Penampakan	Normal, tidak berjamur tidak berlendir
2	Abu %, bb	Maksimal 1
3	Protein (N x 6,25) %, bb	Minimal 9
4	Serat kasar %, bb	Maksimal 0,1
5	Bahan Tambahan	Sesuai SNI 0222-M dan peraturan

No	Kriteria	Syarat Mutu
	Makanan	Men.Kes.722/Men./Kes/Per./IX/88
6	Cemaran Mikrobia	
	a. Angka Lempeng Total (koloni/g)	Maksimal $1,0 \times 10^6$ Maksimal 2
	b. <i>E. coli</i> (AMP/g)	Negatif/25 g
	c. <i>Salmonella</i>	

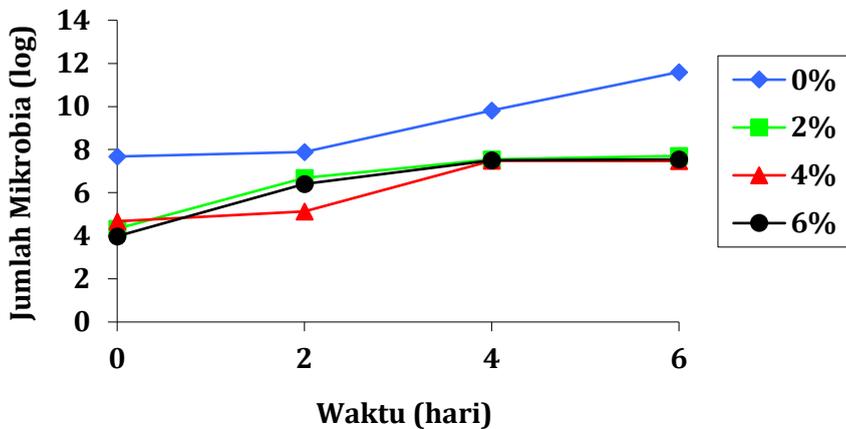
Sumber: BSN (Badan Standarisasi Nasional) RI.

Penelitian mengenai bahan pengawet terutama antimikrobia atau anti-bakteri alami banyak ditujukan pada senyawa katekin yang termasuk golongan senyawa polifenol dari gambir. Beberapa alasan utama yang mendasarinya adalah aman, bersumber dari tumbuhan, cukup bervariasi jenisnya, memiliki efektifitas tinggi, serta murah. Alasan-alasan itu menjadi penentu bahwa katekin gambir sangat *available* sebagai senyawa substitutif bahan pengawet sintetik pangan berprotein tinggi (tahu).



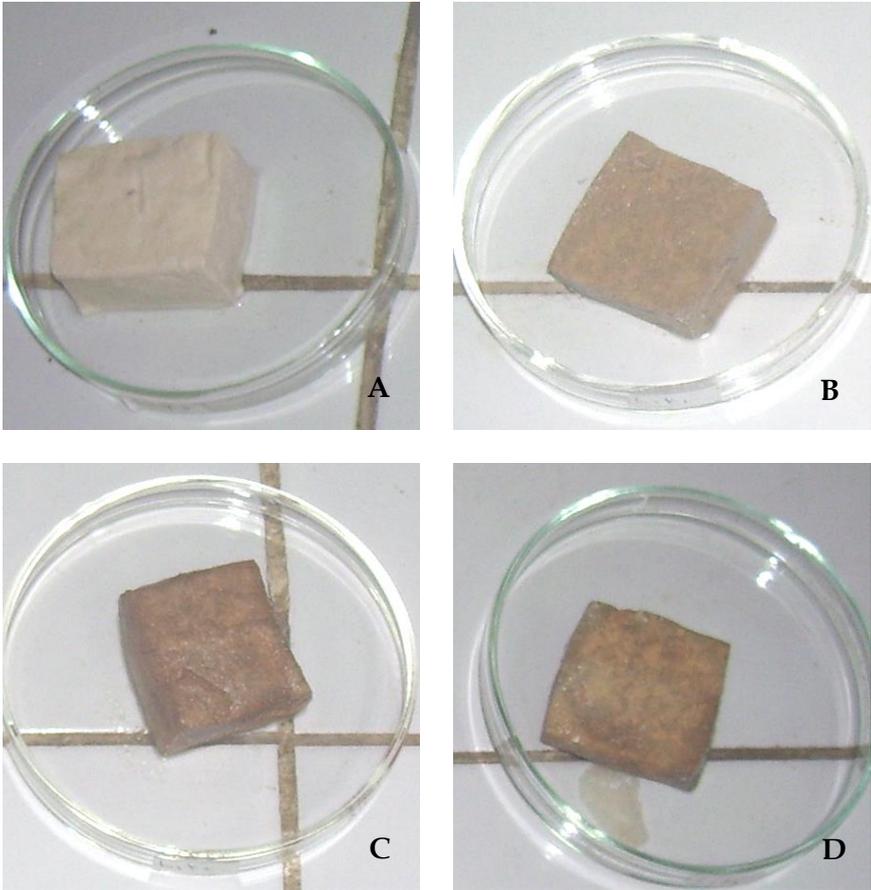
Gambar 8.1. Jumlah mikrobia (angka lempeng total) pada tahu tanpa pengawet yang disimpan di suhu ruang selama 0, 2, 4, dan 6 hari (Pangawikan, 2007).

Ekstrak gambir (katekin) secara efektif dapat menghambat pertumbuhan golongan bakteri Gram-positif seperti *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis* akan tetapi kurang efektif terhadap menghambat pertumbuhan bakteri Gram-negatif, seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium*, dan *Bacillus flexneri* (Stapleton *et al.*, 2006). Katekin pada konsentrasi 2% b/v terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif dalam waktu kurang dari 1 jam (Taylor *et al.*, 2006). Selain itu, adanya kompleks katekin-protein pada permukaan tahu menyebabkan bakteri sulit tumbuh. Hal ini dapat terjadi karena kompleks katekin-protein yang terbentuk pada permukaan tahu sulit dihidrolisis bahkan oleh bakteri proteolitik, sehingga protein yang ada pada permukaan tahu tidak bisa dimanfaatkan oleh bakteri atau mikroorganisme lain. Kenyataan ini selaras dengan pernyataan Himilton-Miller *et al.*, (2000) yang menyatakan bahwa katekin mempunyai sifat mengkelat (*chelating*) beberapa protein dan membentuk kompleks katekin-protein yang sulit dihidrolisis oleh bakteri maupun mikroorganisme proteolitik lainnya. Akibat penambahan ekstrak gambir (katekin) tersebut, tidak hanya merubah struktur kimia (membuat kompleks katekin-protein yang sulit dihidrolisis), tetapi juga secara fisik membentuk lapisan yang rigid dan keras di seluruh permukaan tahu, sehingga melindungi matriks bagian dalam tahu. Dengan demikian, tahu yang ditambahkan ekstrak gambir menjadi lebih awet dan tahan selama penyimpanan.



Gambar 8.2. Perbandingan pertambahan jumlah mikrobial (angka lempeng total) pada tahu tanpa pengawet (0%) dengan tahu yang direndam dalam larutan ekstrak gambir (2 - 6% b/v) yang disimpan di suhu ruang selama 0, 2, 4, dan 6 hari (Pangawikan, 2007).

Bagaimana dengan tingkat kesukaan (uji hedonik) terhadap tahu yang diawetkan dengan ekstrak gambir? Hasil uji organoleptik yang dilakukan oleh 30 panelis semi terlatih terhadap tekstur, rasa, aroma, dan warna menunjukkan bahwa tahu yang diberi perlakuan penambahan ekstrak gambir relatif bisa disukai oleh panelis. Di antara beberapa perlakuan tersebut, nilai rasa tertinggi diperoleh pada penambahan katekin 2 persen pada penyimpanan 2 hari. Meskipun terjadi perubahan warna asli tahu dari warna putih ke ke warna krem kecoklatan, secara umum warna tahu masih bisa diterima oleh panelis dengan tingkat kesukaan pada skala suka, demikian juga dengan tekstur dan aroma. Penampakan tahu yang diberi pengawet ekstrak gambir dapat dilihat pada Gambar 8.3.



Gambar 8.3. Penampakan tahu yang direndam selama 2 hari (48 jam) dengan berbagai konsentrasi ekstrak gambir A: 0%; B: 2%; C: 4%; dan D: 6%.

Gambir sebagai pengawet bakso

Bakso merupakan makanan yang sangat populer di Indonesia dan menjadi salah satu makanan favorit orang Indonesia maka tidak heran kalau bisnis makanan ini cukup menjanjikan. Dengan kondisi ini, banyak pedagang bakso mengupayakan agar bakso dapat berumur simpan panjang untuk efisiensi biaya produksi. Kenyataan yang sering terjadi adalah untuk memperpanjang umur simpan ini

para pedagang menggunakan bahan pengawet sintetis non pangan yang berdampak negatif terhadap manusia. Untuk itu, kajian bahan pengawet alami untuk produk pangan dikembangkan begitu juga bakso. Salah bahan yang telah dicoba untuk mengawetkan bakso adalah larutan ekstrak gambir.

Larutan ekstrak gambir dibuat dengan melarutkan ekstrak gambir sebanyak 6% (b/v) dalam air pada suhu 60°C. Selanjutnya bakso direndam dalam larutan ekstrak gambir yang telah disiapkan selama 1 jam seperti yang disajikan pada Gambar.



Sumber: Pambayun *et al.* (2010)

Gambar 8.4. [A] proses perendaman bakso dalam larutan ekstrak gambir [B] penirisan bakso yang telah direndam dalam larutan ekstra gambir selama 1 jam



[A]



[B]

Sumber: Pambayun *et al.* (2010)

Gambar 8.5. [A] Perbandingan bakso yang direndam dengan larutan ekstrak gambir dengan tanpa direndam [B] uji sensoris bakso terhadap bakso yang direndam dan yang tidak direndam dalam larutan ekstrak gambir

Hasil kajian terhadap sensoris bakso yang telah direndam dengan larutan ekstrak gambir menunjukkan bahwa bakso mengalami perubahan warna lebih coklat namun tidak merubah rasa, akan tetapi memiliki tekstur lebih kenyal. Secara teori bakso yang direndam dalam larutan ekstrak gambir akan mempunyai umur simpan lebih lama dibanding kontrol. Hal ini disebabkan 2 alasan, yaitu: ekstrak gambir mengandung senyawa katekin dimana senyawa ini bersifat antibakteri sehingga bakteri perusak bakso tidak bisa berkembang atau hidup. Selain itu, terjadinya reaksi antara senyawa katekin dengan protein yang dikandung bakso membentuk ikatan kompleks. Ikatan kompleks dalam bakso ini mempunyai 2 dampak, yaitu 1) bakso menjadi kenyal dan 2) bakso lebih awet.

Gambir sebagai pengawet ikan teri

Yeni *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa ikan teri yang direndam dengan larutan katekin kasar (*crude catechin*) gambir sebesar 10% (b/v) selama 2 jam dan dilanjutkan proses pengeringan pada suhu 50°C selama 12-24 jam dapat menurunkan total koloni bakteri yang terdapat dalam ikan teri secara signifikan seperti yang disajikan pada Tabel 8.2.

Tabel 8.2. Pengaruh konsentrasi katekin gambir dan lama penyimpanan terhadap total bakteri koloni ikan teri awet dengan katekin

Konsentrasi larutan gambir %(b/v)	Total bakteri koloni/g
kontrol	1,36×10 ⁵ ^a
5	1,23×10 ⁵ ^b
10	1,10×10⁵^c
15	1,12×10 ⁵ ^d

Sumber: Yeni *et al.* (2021)

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perendaman ikan teri dengan larutan ekstrak gambir menurunkan total koloni bakteri secara signifikan dimana perlakuan 10% (b/v) merupakan konsentrasi yang paling optimal. Hal ini dapat dijelaskan dari aspek yaitu 1) pengaruh dari sifat antibakteri dari senyawa katekin dan 2) pengaruh dari pembentukan ikatan kompleks antara senyawa katekin dengan protein pada permukaan ikan teri. Diketahui bahwa senyawa katekin mempunyai afinitas tinggi terhadap protein sehingga memudahkan untuk terbentuknya ikatan kompleks. Ikatan kompleks tidak dapat dihidrolisis oleh enzim ekstraseluler bakteri yang pada akhirnya menyebabkan bakteri perusak tidak bisa tumbuh.

Gambir sebagai pengawet telur

Air sisa penirisan getah gambir dapat dimanfaatkan untuk mengawetkan telur. Novia *et al.* (2010) menjelaskan bahwa telur yang direndam dalam air sisa penirisan getah gambir memiliki umur simpan lebih dari 60 hari sedangkan tanpa perendaman hanya sekitar 14-16 hari. Hal ini dipengaruhi oleh senyawa tanin yang dikandung oleh gambir. Senyawa tanin ini berfungsi menghambat penguapan air dari dalam telur dan menghambat pertumbuhan bakteri pada permukaan telur. Oleh karena itu, jika air sisa penirisan pengolahan gambir sudah mampu mengawetkan telur hingga 60 hari, ada kemungkinan apabila menggunakan ekstrak gambir, telur akan lebih awet.

Gambir sebagai pengawet mie pangsit

Penambahan ekstrak gambir dengan konsentrasi 0,2% (b/v) dalam formulasi mie pangsit memiliki umur simpan lebih lama dibanding mie pangsit tanpa penambahan ekstrak gambir (Kamsina *et al.* 2020). Kamsina *et al.* (2018) menjelaskan bahwa gambir yang digunakan dipreparasi terlebih dahulu yaitu dengan cara menghaluskan gambir sebanyak 2,5 kg lalu dimasukkan dalam wadah *stainless steel*, ditambahkan akuades (suhu 60 °C) sebanyak 10 liter dan didiamkan selama 24 jam, dicuci berulang-ulang dengan air dingin dan diendapkan. Setelah itu endapan dikeringkan dan selanjutnya dapat digunakan sebagai pengawet alami yang ditambahkan dalam formulasi mie pangsit.

Hasil penelitian Kamsina *et al.* (2020) menyimpulkan bahwa penambahan ekstrak gambir dalam mie pangsit sebanyak 0,2% (b/v) masih layak dikonsumsi pada hari ke-4 (pada penyimpanan suhu ruang) sedangkan mie pangsit tanpa penambahan ekstrak gambir penyimpanan pada hari ke-3 tidak layak lagi untuk konsumsi oleh manusia. Penelitian ini juga menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak gambir yang ditambahkan dalam mie pangsit dari 0,2% (b/v) menjadi 0,4% (b/v) berpengaruh secara tidak signifikan terhadap peningkatan umur simpan produk mi tersebut. Dalam hal ini, ekstrak gambir digunakan sebagai bahan tambahan pangan (BTP) pada pengolahan mie pangsit dengan tujuan mendapat umur simpan yang lebih lama.

Gambir sebagai bahan minuman serbuk instan (*effervescent*) (bahan kurang)

Sari gambir *effervescent* adalah konsentrat teh baik teh hijau, teh oolong maupun teh hitam, yang notabene kaya akan polifenol, dibuat dalam bentuk tablet *effervescent*. Tablet *effervescent* merupakan tablet yang mengandung sumber asam dan sumber karbonat yang bereaksi cepat (ditandai dengan proses pelarutan dalam waktu 1-2 menit) dengan air menghasilkan karbon monooksida. Menurut Linberg *et al.* (1922), bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan tablet ini adalah bahan pokok, bahan penghasil gas CO₂ (asam dan karbonat), dan bahan tambahan (pemanis dan pelincir).

INDUSTRI NON PANGAN

Polifenol sangat bermanfaat untuk deodorisasi senyawa-senyawa berbau tidak sedap seperti metil merkaptan yang merupakan hasil hidrolisis protein, yang dapat menyebabkan bau mulut. Polifenol mampu mengikat senyawa tersebut membentuk senyawa kompleks, sehingga sifat menghasilkan bau menjadi hilang. Bukan hanya metil merkaptan, polifenol juga bisa mengikat senyawa penghasil bau lainnya yang merupakan hasil dari degradasi protein dengan sangat efektif. Senyawa yang dimaksud antara lain hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), indol, skatol, dll.

Dengan demikian, polifenol dapat digunakan untuk mencegah bau busuk yang ditimbulkan oleh makanan dari hewani, seperti ikan, daging, telur, dll. Kenyataan ini memberikan informasi bahwa jika polifenol ditambahkan ke dalam makanan bukan hanya memperkaya sifat antioksidatif, tetapi juga dapat memperbaiki sifat sensorik. Selain itu, polifenol dapat digunakan sebagai obat kumur atau pencuci mulut (*mouth wash*). Peran ganda dari polifenol dalam hal ini adalah, selain membunuh mikrobia dalam mulut, senyawa ini bisa digunakan sebagai deodorizer, menetralkan bau tidak sedap dari mulut.

Pada bidang industri non-pangan lain, Anova dan Muchtar (2017) membuat tinta spidol yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan gambir. Tahapan pembuatan tinta ini sangat sederhana yang terdiri dari persiapan bahan baku gambir, pengestrakan gambir, pembuatan pigmen warna, pembuatan formula tinta, dan dilanjutkan dengan pengadukan menggunakan alat *high speed homogenizer*. Secara umum tinta spidol yang dihasilkan sangat baik dimana tinta berwarna hitam, tulisan tidak terputus-putus dengan waktu kering dalam 6 menit.

BAB 9

PENUTUP

Tanaman gambir adalah jenis tanaman yang memberi manfaat bagi kehidupan manusia. Tanaman ini dapat bertahan selama berabad-abad. Secara tradisional, daun gambir banyak dimanfaatkan sebagai obat-obatan; antara lain obat anti diare, obat flu (meredakan pilek/hidung tersumbat), anti infeksi, obat sakit perut, obat sakit gigi, anti jerawat, pelengkap makan sirih, dan lain-lain. Pada masa sekarang, produk gambir yang berasal dari ekstraksi daun gambir banyak dimanfaatkan di berbagai bidang antara lain bidang pangan dan industri. Dalam bidang pangan, ekstrak gambir dapat dimanfaatkan sebagai pengawet pangan seperti bakso, tahu, dan juga minuman penyegar. Dalam bidang industri, ekstrak gambir dimanfaatkan dalam bidang industri farmasi, industri kecantikan, food additives, industri bahan pewarna, dan lain-lain. Tanaman gambir yang kaya akan kegunaannya, kini menjadi tanaman yang banyak diminati orang dengan berbagai kepentingan. Yuk parketkkan ilmunya, barangkali kamu juga mau merasakan manfaatnya sendiri 😊

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, I.W., Nocianitri, K.A., dan Yusasrini, N.L.A. 2016. Kajian kandungan kafein kopi bubuk, nilai pH, dan karakteristik aroma dan rasa seduhan kopi jantan (*Pea berry coffee*) dan betina (*Flat beans coffee*) jenis arabika dan robusta. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(1):1-12.
- Afifah, K., Sumaryati, E., dan Sui, M. 2017. Studi pembuatan permen jelly dengan variasi konsentrasi sari kulit buah naga (*Hylocereus costaricensis*) dan ekstrak angkak. *Agrika*, 11(2): DOI: 216-2020. <https://doi.org/10.31328/ja.v11i2.492>.
- Ahmad, N., Samilulla, D., The, B., Zainal, M., Zolkiflim, N., Muhammad, A., Matom, E., Zulkapli, A., Abdullah, N., Ismail, Z., dan Mohamed, A. 2018. Bioavailability of Eurycomanone in its pure form and in a standardized *Eurycoma longifolia* water extract. *Pharmaceutics*, 10(3):90. DOI: 10.3390/pharmaceutics10030090.
- Ahmad M, Benjakul S, Prodpran T, dan Agustini TW. 2012. Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leather jacket incorporated with essential oils. *Food Hydrocolloids*. 28(1): 189-199.
- Ali, M dan Wulan, W. 2018. Effect of sand and sugar concentration rosella (*Hibiscus sabdariffalinn*) against quality of jelly candy. *Teknoboyo*, 2(1): 1-23. <https://doi.org/10.25139/tbo.v2i1.786>.
- Aliyah, Q. dan Handayani, M. N., 2019. Penggunaan Gum Arab Sebagai Bulking Agent pada Pembuatan Minuman Serbuk Instan Labu Kuning dengan Menggunakan Metode *Foam Mat Drying*. *Edufortech*, 4 (2), 119-127.
- Amperawati, S., Hastuti, P., Pranoto, Y., dan Santoso, U. 2019. Extraction frequency effectiveness and effect of temperature and light on anthocyanin and antioxidant capacity of rosella petal extract (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of Food Technology Applications*, 8(1):38-45. DOI:10.17728/jatp.3527.
- Amanto, B. S., Siswanti, S., dan Atmaja, A. 2015. Kinetika Pengeringan Temu Giring (*Curcuma heyneana* Valeton & van Zijp) Menggunakan Cabinet Dryer dengan Perlakuan Pendahuluan

- Blanching. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(2), 107. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.12900>.
- Andasuryani, Purwanto, Y. A., Budiastra, I. W., dan Syamsu, K., 2014. Prediksi Kandungan Katekin Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) dengan Spektroskopi NIR. *Teknologi Industri Pertanian*, 24 (1), 43-52.
- Anonimous, 1991, Gambir anti diare. Majalah Trubus Edisi Bulan Maret, halaman 126.
- Anonimous, 1994, Gambir Bukan Untuk Obat. Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3391-1994). Dewan Standardisasi Nasional -DSN.
- Anonimous, 2005. *Plant profil for Uncaria gambir* (Hunter) Roxb. Natural Resources Conservation Service USDA. Pp. 1-2.
- Anova, I.T. dan Muchtar, H. 2017. Pemanfaatan gambir sebagai bahan dasar permbuat tinta spidol ramah lingkungan. *Jurnal Litbang Industri*, 7(2): 101-109.
- AOAC. 2012. *Official Methods of Analysis (18th edition)* Association of Official Analytical, Chemists International, Maryland, USA.
- Apriani, F.U., Efendi, R., dan Rossi, E. 2016. Pembuatan minuman serbuk kopi instan dengan penambahan ekstrak kulit manggis. *Jom Faperta Ur* , 3(2): 1-11.
- Apriyanto, B., Karyantina, M., dan Widanti, Y.A. 2020. Aktivitas antioksidan permen jelly dengan kombinasi daun kersen (*Muntingia calabura* L.)- daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) dan variasi jenis gula. *JITIPARI*, 5(2):59-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.33061/jitipari.v5i2.4397>.
- Arwangga, A.F., Asih, I.A.R.A., dan Sudiarta, I.W. 2016. Analisis kandungan kafein pada kopi di Desa Sesaut Narmada menggunakan spektrofotometer UV-VIS. *Jurnal Kimia*, 10(1): 110-114.
- Ariska, S. B., dan Utomo, D., 2020. Kualitas Minuman Serbuk Instan Sereh (*Cymbopogon citratus*) dengan Metode *Foam Mat Drying*. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 11 (1), 42-51.
- (ASTM) American Society for Testing and Materials. (1997). Annual book of ASTM standards. Philadelphia, USA: ASTM.
- Bactiar, A., Ali, A., dan Rossi, E. 2017. Pembuatan permen jelly ekstrak jahe merah dengan penambahan karagenan. *Jurnal*

- Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 4(1): 1-14.
- Belay, A., and Gholap, V. 2009. Characterization and Determination of Chlorogenic Acids (CGA) in Coffee Beans by UV-Vis Spectroscopy. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 3(11), 234-240.
- Bobkova, A., Hudacek, M., Jakobova, S., Belej, L., Capcarova, M., Curlej, J., Bobko, M., Arvay, J., Jakab, I., Capla, J., and Demianova, A. 2020. The effect of roasting on the total polyphenols and antioxidant activity of coffee. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 55(5): 495-500. DOI: 10.1080/03601234.2020.1724660.
- Bojorges, H., Corripio, M.A.R., Cazares, A.S.H., Contreras, J.V.H., and Oliva, A.C. 2020. Effect of the application of an edible film with turmeric (*Curcuma longa* L.) on the oxidative stability of meat. *Food Science and Nutrition*, 8, 4308-4319. DOI: 10.1002/fsn3.1728.
- Buchanan, R., and Beckett, R.D. 2013. Green coffee for pharmacological weight loss. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, 18(4): 309-313. DOI: 10.1177/2156587213496818.
- Budi, D., Mushollaeni, W., Yusianto, dan Rahmawati, A. 2020. Karakteristik kopi bubuk robusta (*Coffea canephora*) Tulungrejo terfermentasi dengan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*). *Jurnal Agroindustri*, 10(2): 129-138. DOI:10.31186/j.agroind.10.2.129-138.
- Budiyanto, B., Uker, D., dan Izahar, T. 2021. Karakteristik fisik kualitas biji kopi dan kualitas kopi bubuk sintaro 2 dan Sintaro 3 dengan berbagai tingkat sangrai. *Jurnal Agroindustri*, 11(1), 54-71. <https://doi.org/10.31186/j.agroindustri.11.1.54-71>.
- Cakmat, H., Ozselek, Y., Turan, O.Y., Firatligil, E., and Guler, F.K. 2020. Whey protein isolate edible films incorporated with essential oils: Antimicrobial activity and barrier properties. *Polymer Degradation and Stability*, 179, 109285. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2020.109285.
- Cedeno-Pinos C, Martínez-Tome M, Murcia MA, Jordan MJ, and Banon S. 2020. Assessment of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract as antioxidant in jelly candies made with fructan fibres and stevia. *Antioxidants*. 9(12):1289. <https://doi.org/10.3390/>

[antiox9121289](#).

- Charoen, R., Savedboworn, W., Phuditcharnchnakun, S., and Khuntaweetap, T. 2015. Development of antioxidant gummy jelly candy supplemented with *Psidium guajava* leaf extract. *Applied Science and Engineering Progress*, 8(2): 145-151. <http://dx.doi.org/10.14416/j.ijast.2015.02.002>.
- Christianty, F.M., Holidah, D., Fajrin, F.A., Salsabina, M.C.A., and Roni, A. 2020. The Lipid Profile and Aorta Histopathology on Hyperlipidemic Rat by Giving Green Coffee Extract. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 18(1): 21-27. DOI: 10.35814/jifi.v18i1.718.
- Chu, Y.F. 2012. Coffee. *Emerging Health Effects and Disease Prevention* (pp. 26-31). John Wiley and Sons Publishing Inc. USA.
- Cut-Fatimah Z., B.T. Juliati, dan H. Sitohang. 2008. Aktivitas antioksidan senyawa flavonoid dari daun katuk (*Sauropus androgunus* (L.) Merr.). *Jurnal Biologi Sumatera*, 3(1): 7-10.
- Czech, H., Schepler, C., Klingbeil, S., Ehlert, S., Howell, J., and Zimmermann, R. 2016. Resolving Coffee Roasting-Degree Phases Based on the Analysis of Volatile Compounds in the Roasting Off-Gas by Photoionization Time-of-Flight Mass Spectrometry (PI-TOFMS) and Statistical Data Analysis: Toward a PI-TOFMS Roasting Model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(25), 5223–5231. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01683>.
- Damanik, D.D.P., Subakti, N., dan Hasibuan, R. 2016. Ekstrak katekin dari daun gambir (*Uncaria gambir* Roxb) dengan metode maserasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2): 10-14.
- Dari, D.W., Ramadani, D.T., dan Aisah. 2020. Kandungan Gizi dan Aktivitas Antioksidan Permen Jelly Buah Pedada (*Sonneratia Caseolaris*) dengan Penambahan Karagenan. *Jurnal Akademika Baiturrahman Jambi*, 9(2): 154-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.36565/jab.v9i2.153>.
- Darniadi, S., Rachmat, R., Luna, P., Purwani, W., dan Sandrasari, D. A. 2020. Penentuan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) pada Bubuk Minuman Instan Stroberi Foam-mat Drying. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(4), 151–157.

- Daud, D., 1998, Pengaruh waktu perebusan terhadap mutu gambir di Kabupaten Musi Banyuasin. *Dinamika Penelitian BIPA*. 9 (16): 25-32.
- Daswir dan I. Kusuma, 1993, Sistem usaha tani gambir di Sumatera Barat. *Media Komunikasi Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. 11: 68-74.
- de Moura, S.C.S.R., Berling, C.L., Garcia, A.O., Queiroz, M.B., Alvim, D., and Hubinger, M.D. 2019. Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. *Food Research International*, 121: 542-552. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.010>.
- Dewi, E.N., Kurniasih, R.A., and Purnamayati, L. 2018. The Application of Microencapsulated Phycocyanin as a Blue Natural Colorant to the Quality of Jelly Candy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **116** 012047.
- Deviarny, C., Friardi, dan Rissa, M.M. 2015. Pengaruh konsentrasi gelatin dalam formulasi permen jeli penghilang bau mulut dari minyak atsiri buah kapulaga (*Amomumcompactum* Sol. Ex Maton). *Scientia*, 5(2): 103-107.
- Denian, A. dan A. Fiani, 1994, Karakteristik morfologi beberapa tipe tanaman gambir. *Prosiding Seminar Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. Sub Balitri Solok. 4: 29-39.
- Djaeni, M., Ariani, N., Hidayat, R., and Utari, F.D. 2017. Ultrasonic-Assisted Anthocyanin Extraction from Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Petals: An Overview of Antioxidant Activity. *Journal of Food Technology Applications*, 6(3), 148-151. DOI: 10.17728/jatp.236.
- Djumarmarman, 1992, *Perbandingan beberapa cara pengolahan dan mutu gambir (Uncaria gambir Roxb) yang diperoleh*. *Dinamika Penelitian BIPA*. 3 (5): 45-57.
- Dong, K.C.W., Long, Y., Zhao, J., Hu, R., Zhang, Y., and Zhu, K. 2019. Evaluation of the impact of different drying methods on the phenolic compounds, antioxidant activity, and in vitro digestion of green coffee beans. *Food Science and Nutrition*, 7:1084–1095. DOI: 10.1002/fsn3.948.
- Draper, H.H. and Hadley, M. 1990. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods Enzymol*. 186:421-431.

- Eko, W. 2008. Preparasi Pewarna Bubuk Merah Alami Berantioksidan dari Ekstrak Bunga Rosella serta Aplikasinya pada Produk Pangan. *Skripsi Sarjana UB*. Malang.
- Ermianti, A. F. dan P. Rosmeilisa, 2001, Analisis usahatani gambir di Sumatera Barat (Studi kasus Kecamatan Harau, Kabupaten 50 Kota). *Jurnal Littri*, 7 (3): 67-73.
- Estiasih, T., dan Kurniawan, D. A., 2006. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Umbi Akar Ginseng Jawa (*Talinum triangulate* Willd.). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 17 (3), 166-175.
- Fahmi Arwanga, A., Raka Astiti Asih, I. A., dan Sudiarta, I. W. 2016. Analisis Kandungan Kafein pada Kopi di Desa Sesaot Narmada Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Kimia*, 10(1): 110-114. <https://doi.org/10.24843/jchem.2016.v10.i01.p15>.
- Farnworth, E. R. 2003. Handbook of fermented foods. Funtional foods and nutraceuticals series. CRC Press. Washington.
- Fatnasari, A., Nocianitri, A.A., and Suparhana, I.P. 2018. Effect of glycerol concentration on the characteristics of edible film of sweet potato starch (*Ipomoea batatas* L.). *Food Technology Scientific Media*, 5(1): 27-35.
- Fatimatuzzahro, N. dan Prasetya, R.C., 2018. Efek Kopi Robusta terhadap Profil Lipid Darah Tikus Seduhan dan Berat Badan yang diinduksi Diet Tinggi Lemak. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 30 (1): 7-11.
- Firdausni, F., Hermianti, W., and Diza, Y.H. (2020). The application of gambier (*Uncaria gambir* Roxb) through a repeated washing process as an antioxidant in food containing oil. *Journal of Industrial Research and Development*, 10(1): 73-81. DOI: 10.24960/jli.v10i1.6212.73-81.
- Fibrianto, K., Umam, K., dan Wulandari, E. S., 2018. Effect of Roasting Profiles and Brewing Methods on the Characteristics of Bali Kintamani Coffee. *Atlantis Press*, 172: 194 – 197.
- Gafar, P.A. 2018. Proses penginstanan aglomerasi kering dan pengaruhnya terhadap sifat fisiko kimia kopi bubuk robusta (*Coffea robusta* Lindl. Ex De Will). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 29(2): 165-171.
- Gall, G. L., Coquhoun, I. J., and Defernez, M. 2004. Metabolite profiling using 1H NMR spectroscopy for quality assessment of green tea, *Camelia sinensis* (L.). *J. Agric. Food Chem.* 52: 692-700.

- Gebrechristos, H.Y., Ma, X., Xiao, F., He, Y., Zheng, S., Oyungerel, G., and Chen, W. 2020. Potato peel extracts as an antimicrobial and potential antioxidant in active edible film. *Food Science and Nutrition*, 8: 6338-6345. DOI: 10.1002/fsn3.1119.
- Gornas, P., Dwiecki, K., Siger, A., Tomaszewska-Gras, J., Michalak, M., and Polewski, K. 2016. Contribution of phenolic acids isolated from green and roasted boiled-type coffee brews to total coffee antioxidant capacity. *European Food Research and Technology*, 242:641-653. DOI: 10.1007/s00217-015-2572-1.
- Gornas P, Dwiecki K, Siger A, Tomaszewska-Gras J, Michalak M., and Polewski K. 2016. Contribution of phenolic acids isolated from green and roasted boiled-type coffee brews to total coffee antioxidant capacity. *European Food Research Technology*, 242:641-653. DOI: 10.1007/s00217-015-2572-1.
- Habibah, I., Mahadi, I., dan Sayuti, I., 2017. Pengaruh Variasi Jenis Pengolahan Teh (*Camellia sinensis* L. Kuntze) dan Konsentrasi Gula Terhadap Fermentasi Kombucha Sebagai Rancangan Lembar Kerja Peserta (LKPD) Biologi SMA. *Jurnal Online Mahasiswa*, 4 (1): 1-13.
- Handayani, V., Ahmad, A. R., dan Sudir, M., 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) RM Sm) Menggunakan Metode DPPH. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 1 (2): 86-93.
- Haile, M. and Kang, W.H. 2020. Antioxidant properties of fermented green coffee beans with *Wickerhamomyces anomalus* (Strain KNU18Y3). *Fermentation*, 6(1): 18. <https://doi.org/10.3390/fermentation6010018>.
- Haryati, S., Rini, A.S, and Safitri, Y. 2017. Utilization of Durian Seeds as Biodegradable Plastic Raw Materials with Glycerol Plasticizer and CaCO₃ Fillers. *Journal of Chemical Engineering*, 23(1): 1-8.
- Hasanah, M., Hilma, dan Suwasono, P. 2016. Antioxidant Activity of Extract and Fractions from Coffee arabica L. Leaves by DPPH Radical Scavenging Method. *Scientific Journal of PPI-UKM Science and Engineering*, 3(4): 162-165. <https://doi.org/10.21752/sjppi-ukm/se/a14092016>.
- Hasan, M., Rusman, Khaldun, I., Ardana, L., Mudatsir, and Fansuri, H. 2020. Active edible sugar palm starch-chitosan films carrying extra virgin olive oil: Barrier, thermo-mechanical, antioxidant, and antimicrobial properties. *International Journal of*

- Biological Macromolecules*, 163: 766-775.
DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.07.076.
- Hashimi, A.G., Ammar, A.B., Lakshmanan, G., Cacciola, F. and Lakhssassi. 2020. Development of a millet starch edible film containing clove essential oil. *Foods*, 9(184): 1-14. DOI:10.3390/foods9020184.
- Hasmeni, M., Hasmeni, M., Daneshamooz, S., Raeisi, M., Janaat, B., Taheri, S., and Noori, S.M.A. 2020. An Overview on Antioxidants Activity of Polysaccharide Edible Films and Coatings Contains Essential Oils and Herb Extracts in Meat and Meat Products. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8(2), 198-207. DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.2.198.207.
- Hayati, R., Ainun M., dan Farnia R., 2012. Sifat Kimia dan Evaluasi Sensori Bubuk Kopi Arabika. *J. Floratek*, 7: 66-75.
- Herawati, D., Giriwono, P.E., Dewi, F.N.A., Kashiwagi, T., and Andarwulan, N. 2019. Critical roasting level determines bioactive content and antioxidant activity of Robusta coffee beans. *Food Science Biotechnology*, 28: 7-14. DOI: 10.1007/s10068-018-0442-x.
- Hecimovic I., Belscak-Cvitanovic A., Horzic D. dan Komes D., 2011. Comparative Study of Polyphenols and Caffeine in Different Coffee Varieties Affected by The Degree of Roasting. *Food Chem*, 129: 991-1000.
- Hilmi, H. L., dan Rahayu, D., 2018. Artikel Tinjauan: Aktivitas Farmakologi Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.). *Farmaka*, 16 (2): 134-141.
- Ibtisam, K. and Karim. 2013. Optimization of instan controlled pressure drop dic-assisted solvent extraction of total phenols of green coffee beans. *Journal of Food Studies*, 2(1): 42-61. DOI: 10.5296/jfs.v2i1.2013.
- Idris, H. dan Adria, 1997, Potensi, budidaya, dan pengolahan hasil tanaman gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Jurnal Litbang Pertanian* 16 (4):128-134.
- Indarto, Narulita, W., Anggoro, B. S., dan Novitasari, A. 2019. Aktivitas antibakteri ekstrak daun binahong terhadap propioni bacterium Acnes. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 10(1): 67-78. <https://doi.org/10.24042/biosfer.v10i1.4102>
- International Coffee Organization. 2021. *International Coffee Organization*. <http://www.ico.org/prices/new-consumption->

[table.pdf](#)

- Iqbal, E., Salim, K. A., and Lim, L. B. L. 2015. Phytochemical screening, total phenolics and antioxidant activities of bark and leaf extracts of *Goniothalamus velutinus* (Airy Shaw) from Brunei Darussalam. *Journal of King Saud University - Science*, 27(3): 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2015.02.003>.
- Iriawati, Rahmawati, A., and Esyanti, R.R. 2014. Analysis of Secondary Metabolite Production in Somatic Embryo of Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack.). *Procedia Chemistry*. 13:112–118. DOI: 10.1016/j.proche.2014.12.014.
- Irsyad, M., Mappiratu, and Rahim, A. 2017. Production of maltodextrin coated anthocyanins from roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) petals and its application in functional food processing. *Science Partners*, 5(1): 12-25.
- Ismail, A.S., Rizal, Y., Amenia, A., and Kasim, A. 2021. Determination of the best method for processing gambier liquid by-product (*Uncaria gambir* (hunter) Roxb) as natural antioxidant sources. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 46(2): 166-172. DOI: 10.14719/jitaa.46.2.116-172.
- Iskandar, D., dan Ramdhan, N. A. 2020. Pembuatan teh gambir (*Uncaria Gambir* Roxb) asal Kalimantan Barat Variasi Suhu Pengerangan. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 13(1), 20–26.
- Isnawati, A., Raini, M., Sampurno, O. D., Mutiatikum, D., Widowati, L., dan Gitawati, R. 2012. Karakterisasi Tiga Jenis Ekstrak Gambir ((*Uncaria Gambir* Roxb) dari Sumatera Barat. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 201–208.
- Julizan, N., Maemunah, S., Dwiyantri, D., dan Anshori, J. A., 2019. Validasi Penentuan Aktifitas Antioksidan dengan Metode DPPH. *Kandaga–Media Publikasi Ilmiah Jabatan Fungsional Tenaga Kependidikan*, 1 (1), 41-45.
- Jumin, H.S., 1988, *Gambir, tanaman serbaguna yang potensial*. Warung Informasi Teknologi (Warintek)-LIPI, 158-159.
- Kamsina, K., Firdausnil, F., dan Silfia, S. 2020. Pemanfaatan katekin ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb) sebagai pengawet alami terhadap karakteristik mie basah. *Jurnal Litbang Industri*, 10(2): 89-95. DOI:<http://dx.doi.org/10.24960/jli.v10i2.6526>. 89-95.

- Kajiya, K., H. Hojo, M. Suzuki, F. Nanjo, S. Kumazawa, and T. Nakayama, 2004. Relationship between antibacterial activity of (+)-catechin derivatives and their interaction with a model membrane. *J. Agric. Food Chem.* 52: 1514-1519.
- Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M., Furuno, T., dan Yamasaki, Y. 2009. Effect of Air-Drying Temperature on Antioxidant Capacity and Stability of Polyphenolic Compounds in Mulberry (*Morus alba* L.) Leaves. *Food Chemistry*, 113(4), 964-969. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.041>.
- Kartasasmitra, R. E., dan Addyantina, S., 2012. Dekafeinasi Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) menggunakan Pelarut Polar (Etanol dan Metanol). *Acta Pharmaceutica Indonesia*, 37 (3), 83-89.
- Karpinska, M., Borowski, J., and Danowska-Oziewicz, M. 2001. The use of natural antioxidant in ready-to-serve foods. *Food Chemistry* 72: 5-9.
- Khanam, Z., Wen, C.S., and Bhat, I.U.H. 2015. Phytochemical screening and antimicrobial activity of root and stem extract of wild *Eurycoma longifolia* Jack (Tongkat Ali). *Journal King Saud University Science*, 27(1): 23-30. DOI: 10.1016/j.jksus.2014.04.006.
- Kim, S., Baek, S., K., and Song, K. B. 2018. Physical and antioxidant properties of alginate Films prepared from Sargassum fulvellum with black chokeberry extract. *Food Packaging and Shelf Life*, 18, 157-163. DOI: 10.1016/j.fpsl.2018.11.008.
- Kim, T. K., Hwang, J. E., Eum, S. J., dan Paik, H. D. 2019. Physicochemical Analysis, Antioxidant Effect, and Sensory Characteristics of Quark Cheese Supplemented with Ginseng Extract. *Food Sci. Animal Resour.*, 39 (2), 324-321.
- Ko, B.S., Lim, S.H., and Han, S.H. 2017. Quality Characteristics of Instant Coffee with Probiotics and Microground Coffee. *Culinary Science & Hospitality Research*, 23(8): 153-162. <https://doi.org/10.20878/cshr.2017.23.8.015>.
- Kochan, E., Szymariska, G., Wielanek, M., Owczarek, A. W., Bebenista, M. J., dan Karolak, I. G., 2019. The Content of Triterpene Saponins and Phenolic Compounds in American Ginseng Hairy Root Extracts and Their Antioxidant and Cytotoxic Properties. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 138, 353-362.

- Król, K., Gantner, M., Tatarak, A., dan Hallmann, E. 2020. The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin and storage effect. *European Food Research and Technology*, 246(1), 33-39. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03388-9>
- Kuncoro, S., Sutiarmo, L., Nugroho, J., dan Masithoh, R.E. 2018. Kinetika reaksi penurunan kafein dan asam klorogenat biji kopi robusta melalui pengukuran sistem tertutup. *Agritech*, 38(1): 105-111. DOI: 10.22146/agritech.26469.
- Kusuma, H. A., dan Setiawan, A. P., 2020. Karakteristik Serbuk Mengkudu Dengan Metode *Foam Mat Drying* (Kajian Lama Pengeringan dan Tween 80). *Jurnal Agriovet*, 3(1), 41-54.
- Kurniatri, A. A., Sulistyaningrum, N., dan Rustanti, L. 2019. Purifikasi Katekin dari Ekstrak Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.). *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 29(2), 153-160. <https://doi.org/10.22435/mpk.v29i2.1108>.
- Kumamoto, M., T. Sonda, K. Takedomi, and M. Tabata. 2000. Enhanced separation and evaluation of catechins in HPLC using mixed solvents of water, acetonitrile, and ethyl acetate as the mobile phase. *Analytical Science* 16:139-144.
- Krishnan, R. and Maru, G. B. 2004. Inhibitory effect (s) of polymeric black tea polyphenols fractions on the formation of [3H]-B(a)-derived DNA adduct. *J. Aric. Food Chem.* 52: 4261-4269.
- Labuza, T.P. 1982. Shelf-life dating of foods. Food and Nutrition Press, Inc. Westport, Connecticut.
- Laus, G, 2004. Advances in chemistry and bioactivity of the genus *Uncaria*. Review. *Phytother. Res.* 19: 259-274.
- Lestari, P., Kusriani, D., and Anam, K. 2014. Anthocyanin Identification of Methanol-Hcl Extract Active Fraction in Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*. L) and Its Potential As Xanthine Oxidase Inhibitor. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 22(3), 72-78.
- Leliqia, N. P. E., Purwitadewi, Y. R., dan Wirasuta, I. M. A. G., 2015. Pengaruh pH dan Lama Penyimpanan Terhadap Stabilitas Kimia Standar (+)-Katekin. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences (IJLFS)*, 5, 1-3.
- Lee, J.S., Lee, E.S., and Han. J. 2020. Enhancement of the water-resistance properties of an edible film prepared from mung bean starch via the incorporation of sunflower seed oil. *Scientific Reports*, 10,13622. DOI: 10.1038/s41598-020-70651-5.

- Liang, N., Xue, W., Kennepohl, P., dan Kitts, D. D. 2016. Interactions between Major Chlorogenic Acid Isomers and Chemical Changes in Coffee Brew that Affect Antioxidant Activities. *Food Chemistry*, 213, 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.041>.
- Linberg, N., Hans, E., and Thomas, E. 1992. Effervescent Pharmaceuticals, In: Encyclopedia of Pharmaceutical Technology Ed. Swarbrick. Vol 5. Marcel Dekker Inc, New York.
- Ma, Q., Ren, Y., and Wang, L. (2017). Investigation of antioxidant activity and release kinetics of curcumin from tara gum/polyvinyl alcohol active film. *Food Hydrocolloids*, 70, 286-292. DOI: 10.1016/j.FOODHYD.2017.04.018.
- Maesaroh, K., Kurnia, D., and Anshori, J.A. 2018. Perbandingan metode ujiaktivitas antioksidan DPPH, FRAP, dan FIC terhadap asam askorbat, asam galat, dan kuersetin. *Chimica et Natura Acta*, 6(2): 93-100. DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.19049>.
- Mahardika, B.C., Darmanto, Y., dan Dewi, E.N. 2014. Karakteristik permen jelly dengan penggunaan campuran semi refined carrageenan dan alginate dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3): 112-120.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., and Jimenez, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal Clinical Nutrition*, 79(5): 727-747. DOI: 10.1093/ajcn/79.5.727.
- Masek, A., Latos-Brozio, M., Kaluzna-Czaplinska, J., Rosiak, A., and Chrzescijanska, E. (2020). Antioxidant properties of green coffee extract. *Forest*, 11(5):1-13. DOI: 10.3390/f11050557.
- Maesaroh, K., Kurnia, D., and Anshori, J.A. 2018. Comparison of the antioxidant activity test methods of DPPH, FRAP, and FIC against ascorbic acid, gallic acid, and quercetin. *Chimica et Natura Acta*, 6(2), 93-100. DOI: 10.24198/cna.v6.n2.19049.
- Mangiwa, S., dan Maryuni, A. E., 2019. Skrining Fitokimia dan Uji Antioksidan Ekstrak Biji Kopi Sangrai Jenis Arabika (*Coffea arabica*) Asal Wamena dan Moanemani, Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 11 (2), 103-109.
- Mangiwa, S., Futwembun, A., dan Awak P. M. 2015. Kadar Asam Klorogenat (CGA) dalam Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Asal

- Wamena, Papua. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 3(2): 313-317.
- Martinez, M. P., B. Caemmerer, M. P. De Pena, C. Cid dan L. W. Kroh, 2010. Influence of Brewing Method and Acidity Regulators on The Antioxidant Capacity of Coffee Brews. *J. Agric. Food Chem.*, 58 (5), 2958-2965.
- Matarani, F., Mursalin, dan Gusriani, I. 2019. *Pengaruh penambahan konsentrasi maltodekstrin terhadap mutu kopi instan dari bubuk kopi robusta dengan menggunakan vacuum dryer*. Prosiding SEMIRATA BKS-PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian, 1 (1). pp. 922-941. ISSN 978-602-97051-8-8.
- Melia, S., Novia, D., Juliarsy, I., 2015. Antioxidant and antimicrobial activities of gambir (*Uncaria gambir* Roxb) extracts and their application in rendang. *Pakistan Journal Nutrition*. 14: 938-941. <https://doi.org/10.3923/pjn.2015.938.941>.
- Miranti, M., Lohitasari, B., dan Amalia, D.R. 2017. Formulasi dan aktivitas antioksidan permen Jelly sari buah papaya California (*Carica papaya* L.). *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(1): 36-43. DOI: 10.33751/jf.v7i1.799.
- Misna and Diana, K. 2016. Antibacterial activity extract of garlic (*Allium cepa* L.) skin against *Staphylococcus aureus*. *GALENIKA Journal of Pharmacy*, 2(2): 138-144.
- Monakhova, Y. B., Ruge, W., Kuballa, T., Ilse, M., Winkelmann, O., Diehl, B., Thomas, F., dan Lachenmeier, D. W. 2015. Rapid Approach to Identify the Presence of Arabica and Robusta Species in Coffee using ¹H NMR Spectroscopy. *Food Chemistry*, 182, 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.132>.
- Moon, J. K., Hyui Yoo, S. U. N., and Shibamoto, T. 2009. Role of Roasting Conditions in the Level of Chlorogenic Acid Content in Coffee Beans: Correlation with Coffee Acidity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(12), 5365-5369. <https://doi.org/10.1021/jf900012b>.
- Moenek, A., 1995, Pemupukan dan Pengolahan Gambir. Balai Informasi Pertanian Sumatera Barat. Departemen Pertanian RI.
- Mohrle, R. 1989. Effervescent tablets. In: Pharmaceutical dosage forms: Tablet, vol. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York.

- Munisa, A., Wresdiyari, T., Kusu,orini, N., dan Manalu. 2012. Aktivitas antioksidan ekstrak daun cengkeh. *Journal Veteriner*, 13(3):272-277.
- Mutlu, C., Tontul, S.A., and Erbaş, M. 2018. Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT-Food Science and Technology*, 93: 499-505. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.064>.
- Mursalin, Nizori, A., dan Rahmayani, I. 2019. Sifat Fisiko-Kimia Kopi Seduh Instan Liberika Tungkal Jambi yang Diproduksi dengan Metode Kokristalisasi. *Jurnal Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 3(1), 71–77.
- Munisa, A., Wresdiyari, T., Kusu,orini, N., dan Manalu. 2012. Aktivitas antioksidan ekstrak daun cengkeh. *Journal Veteriner*, 13(3):272-277.
- Nata, F., Irawan, C., Adawiyah, M., and Ariwibowo. 2020. Edible film cassava starch/eggshell powder composite containing antioxidant: preparation and characterization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 52. 4012008. DOI:10.1088/1755-1315/524/1/012008.
- Nazir, N., 2000, Gambir: Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Diversifikasinya. Yayasan Hutanku, Padang.
- Nichmah, L., Yuwanti, S., dan Suwasono, S. 2019. Kopi Kayu Manis Celup dengan Variasi Tingkat Penyangraian Kopi dan Konsentrasi Bubuk Kayu Manis. *Berkala Ilmiah PERTANIAN*, 2(2), 50–55.
- Novia, D., Juliyarsi, I., dan Putra, A.A. 2010. Pengawetan telur dengan menggunakan air sisa penirisan getah gambir di peternakan Agung Abadi Kecamatan Harau Kabupaten 50 Kota. *Warta Pengabdian Andalas*, 16(25): 109-121.
- Noviyanty, A., Salingkat, C. A., dan Syamsiar, S. 2019. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 5(3), 271–279. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2019.v5.i3.14037>.
- Nur, S., Sami, F. J., Awaluddin, A., dan Afsari, M. I. A. 2019. Korelasi Antara Kadar Total Flavonoid dan Fenolik dari Ekstrak dan Fraksi Daun Jati Putih (*Gmelina Arborea Roxb.*) Terhadap Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 5(1), 33–42. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i1.12034>.

- Nugroho, A. 2014. The Impact of food safety standard on Indonesia's coffee exports. *Procedia Environmental Sciences*, 20: 425-433. DOI: 10.1016/j.proenv.2014.03.054.
- Odzakovic, B., Dzinic, N., Kukric, Z., and Grujic, S. 2016. Effect of roasting degree on the antioxidant activity of different Arabica coffee quality classes. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 15(4): 409-417. DOI: 10.17306/J.AFS.2016.4.39.
- Oktadina, F. D., Bambang D. A. dan M. Bagus H. 2013. Pemanfaatan Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) untuk Penurunan Kadar Kafein dan Perbaikan Citarasa Kopi (*CoffeaSp*) dalam Pembuatan Kopi Bubuk. *Jurnal. Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1 (3), 265-273.
- Pambayun, R., Ferdinan, M., Santoso, B., Widowati, T.W., dan Dewi, S.R.P. 2018. Antiseptic Effect of Betel Quid Extract on Lip Mucosal Wound of male Wistar (*Rattus norvegicus*) Rats. *Journal of International Dental and Medical Research* 11(2): 621-627.
- Pambayun, R., Ferdinan, M., Santoso, B., Widowati, T.W., dan Dewi, S.R.P. 2019. Pemanfaatan formulasi kinang untuk pembentukan permen jeli fungsional. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018, Palembang 18-19 Oktober 2018. pp. 156-16.
- Pambayun, R., Gardjito, M., Sudarmadji, M., dan Kapti, R. 2007. Kandungan fenolik ekstrak daun gambir (*Uncaria gambir* Roxb) dan aktivitas antibakterinya. *Agritech*, 27(2): 89-94. DOI: 10.22146/agritech.9498.
- Pambayun, R., Gardjito, M., Sudarmadji, S., and Kuswanto, K.R. 2007. Phenolic content and antibacterial properties of various extracts of gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Indonesian Journal of Pharmacy*, 18(3), 141-146 DOI: 10.14499/indonesianjpharm0iss0pp141-146.
- Pambayun, R., M. Hasmeda, D. Saputra, dan Suhel. 2001. Peningkatan produksi dan perbaikan kualitas gambir Toman, Musi Banyu Asin. Laporan Kegiatan Program Vucer Multi Years, Kerjasama DITBINLITABMAS DIKTI melalui UNSRI dengan Pemda Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Tidak Dipublikasikan.

- Pambayun, R., D. Saputra, M. Hasmeda, Suhel, dan E.S. Halimi. 2001. Perspektif perbedaan dan perbaikan pengolahan gambir Sumatera Selatan dan Sumatera Barat. Prosiding Seminar Nasional Potensi dan Kendala Pengembangan Gambir di Sumatera Barat, Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Pambayun, R., U. Rosidah, dan D. Anggeraini. 2002. Peningkatan rendemen dan kualitas gambir Toman sebagai komoditas unggulan daerah Musi Banyuasin. Prosiding Seminar Nasional Potensi Pertanian dalam Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah di Era Otonomi.
- Pambayun, R., G. Murdijati, S. Sudarmadji, dan K.R. Kuswanto. 2007. Jenis katekin dari ekstrak gambir komersial yang memiliki sifat antibakteri paling kuat. *Jurnal Agribisnis dan Industri Pertanian* 6 (1): 49-56.
- Pambayun, R., G. Murdijati, S. Sudarmadji, dan K.R. Kuswanto. 2008. Mekanisme kematian bakteri Gram-positif setelah diintroduksi dengan katekin yang diekstrak dari produk gambir. *Jurnal Agribisnis dan Industri Pertanian*. 7(2): 239-244.
- Pamungkas, A., Sulaeman, A., dan Roosita, K. 2014. Pengembangan produk minuman jeli ekstrak daun hantap (*Sterculia oblongata* R. Brown) sebagai alternatif pangan fungsional. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 9(3):195-202. <https://doi.org/10.25182/jgp.2014.9.3.%p>.
- Panggabean, J., Rohanah, A., Rindang, A., dan Susanto, E. 2013. Uji beda ukuran mesh terhadap mutu pada alat penggiling multifuser. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 1(2): 60-67.
- Panjaitan, R.G.P.P, Masriani, dan Zulfan. 2016. Pengaruh Pemberian Akar Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack.) Terhadap Kerusakan Organ Hati Mencit Bunting. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 10 (1): 28-31. DOI: 10.21157/j.ked.hewan.v10i1.3366.
- Panjaitan, R.G.P., Manalu, W., Handharyani, E., dan Chairul. 2011. Aktivitas hepatoprotektor ekstrak metanol akar pasak bumi dan fraksi-fraksi turunannya. *Jurnal Veteriner*, 12(4): 319-325.
- Patroklos Vareltzis, P., Gargali, I., Kiroglou, S., Zeleskidou, M. 2020. Production of instant coffee from cold brewed coffee process characteristics and optimization. *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(1): 39-46. DOI: 10.30721/fsab2020.v3.i1.92

- Parrot, E. L. 1971. *Pharmaceutical technology fundamental pharmaceuticals*, 3rd ed. Burgess Publishing Company, Minneapolis.
- Perdani, C.G., Pranowo, D., dan Qoniatilah. 2019. Total phenols content of green coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*) in East Java. *IOP Conf. Ser: Earth Environ Sci* **230** 012093. DOI:10.1088/1755-1315/230/1/012093.
- Permata, D. A., dan Sayuti, K., 2016. Pembuatan Minuman Serbuk Instan dari Berbagai Bagian Tanaman Meniran (*Phyllanthus niruri*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 20 (1), 44-49.
- Pirouzifard, M., Yorghlanlu, R.A., and Pirsas, S. 2019. Production of active film based on potato starch containing Zedo gum and essential oil of *Salvia officinalis* and study of physical, mechanical, and antioxidant properties. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 33(7), 915-937. DOI: 10.1177/0892705718815541
- Pipih Suptijah, P., Suseno, S.H., dan Anwar, C. 2013. Analisis kekuatan gel (*gel strength*) produk permen jelly dari gelatin kulit ikan cucut dengan penambahan karaginan dan rumput laut. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(2): 183-191.
- Popovich, D. G., Hu, T. D., Durance, dan D. Kitts. 2005. Retention of Ginsenosides in Dried Ginseng Root: Comparison of Drying Methods. *J. Food Sci.*, 70 (6), S355-S358.
- Pranowo, D., Adiatmi, A.Y., Dewi, I.A. 2021. Production optimization of green coffee from Jember robusta (*Coffeacanephora*) coffee using foam mat drying method. *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 733: 012100. DOI: 10.1088/1755-1315/733/1/012100.
- Pranowo, D., Perdani, C.G., Prihardhini, T.A., Wijana, S., Fahmi, A.S. Arisandi, D.M. 2020. Optimization of microencapsulation process of green coffee extract with spray drying as a dietary supplement. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(10): 715-721.
- Praptiningsih Y.S., Tamtarini, Ismawat, dan Wijayanti, S. 2012. Sifat-sifat kopi instan gula kelapa dari berbagai rasio kopi robusta arabika dan gula kelapa gula pasir. *Jurnal Agroteknologi*, 6(1): 70-77.

- Pratama, F. 2018. Evaluasi sensoris. Unsri Press, Palembang.
- Prihardhani, D. I. dan Yunianta. 2016. Ekstraksi gelatin kulit ikan lencam (*Lethrinus Sp*) dan aplikasinya untuk produk permen jeli. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1): 356-366.
- Purnamayanti, N. P. A., Gunadnya, I. B. P., dan Arda, G. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian terhadap Karakteristik Fisik dan Mutu Sensori Kopi Arabika (*Coffea arabica* L). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 5(2), 39-48.
- Rahayoe, S., Nugroho, J., dan Juliaty, L. 2009. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta. *Seminar Nasional Dan Gelar Teknologi PERTETA*, 6(2006), 217-225.
- Rahmawati, Noveri; Wachyuni, A.F., 2013. Kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak daun gambir kering (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb.). *Jurnal Indonesian Chemia Acta*, 4: 1-6.
- Rauf, R., Santosom U., & Suparno. (2010). Aktivitas penangkapan radikal DPPH ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Agritech*, 30(1): 1-5. DOI: 10.22146/agritech.9684.
- Risfaheri, Emmyzar, H. Muhammad, 1993, *Budidaya dan pascapanen gambir*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Industri, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Jakarta,
- Risfaheri dan L. Yanti, 1993, Pengaruh ketuaan dan penanganan daun pengempaan terhadap rendemen dan mutu gambir. *Bul. Litro* 8 (1): 46-51.
- Rizky, T.A., Saleh, C., dan Alimuddin. 2015. Analisis kafein dalam kopi robusta (Toraja) dan kopi arabika (Jawa) dengan variasi siklus pada sokletasi. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(1), 41-44.
- Roşu, M.C., Pall, E., Socaci, C., Magerusan, L., Pogacean, F., Coros, M., and Pruneanu, S. 2017. Cytotoxicity of methylcellulose-based films containing graphenes and curcumin on human lung fibroblasts. *Process Biochemistry*, 52, 243-249. DOI: 10.1016/J.PROCB IO.2016.10.002.
- Rusli.N. dan Ayu, P.S. 2018. Formulasi permen jeli sari buah singi (*Dillenia serrate* Thunbr) kombinasi madu menggunakan gelatin. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 1(2): 99-103. DOI: 10.29313/jiff.v1i2.3707.

- Saad, M.F.M., Goh, H.H., Rajikan, R., Yusof, T.R.T., Baharum, S.N., and Bunawan, H. 2020. *Uncaria gambir* (W. Hunter) Roxb: From phytochemical composition to pharmacological importance. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 19(8), 1767-1773. DOI: 10.4314/tjpr.v19i8.28.
- Safari, A., Fadhlilla, M., Rachman, S.D., Anggraeni, N.I., Isnanisafitri, F.F., and Ishmayana, S. 2020. Studi pengaruh kulit ari *Psyllium* dan susu *full cream* terhadap kandungan laktosa, asam laktat dan pH cheese cream menggunakan *response surface method*. *Chimica et Natura Acta*, 8(1):50-57. DOI: 10.24198/cna.v8.n1.29135.
- Salanța, L.C., Tofana, M., Pop, C., Socaci, S., Pop, A., and Nagy, M. 2015. Physicochemical properties and sensory evaluation of jelly candy made from carrots and strawberries. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 72(1): 139-140.
- Santoso, B., Tampubolon, O., Wijaya, A., dan Pambayun. R. 2014. Interaksi pH dan ekstrak gambir pada pembuatan *edible film* antibakteri. *Agritech*, 34(1): 8-13. DOI: 10.22146/agritech.9516.
- Santoso, B., Huda, D.H. dan Pangawikan, A.D. 2021. Pemanfaatan ekstrak gambir pada pembuatan permen jelly. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 31(2): 110-119, DOI: 10.28959/jdpi.v32i2.
- Santoso, B., Hazirah, R., Priyanto, G., Hermanto, and Sugito. 2019. Utilization of *Uncaria gambir* Roxb filtrate in the formation of bioactive edible films based on corn starch. *Food Science and Technology*, 39(4), 837-842. DOI: 10.1590/fst.06318.
- Santoso, B., Apriliana, S., Priyanto, G., Hermanto, dan Wijaya, A. 2020. Peningkatan Sifat *Bioactive Edible Film* dengan Menggunakan Filtrat Bubuk Gambir dan Minyak Sawit Merah. *Agritech*, 40(2): 161-168. DOI: 10.22146/agritech.40601.
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B., and Pambayun, R. 2019. The effect eel's protein extract on the characteristics of edible film from crosslinked modified canna starch. *International Food Research Journal*, 26(1): 161-165.
- Sari, S.R., Wijaya, A., and Pambayun, R. 2019. Profil fisik ikan lele (*Clarias gariepinus*) asap yang diintroduksi dengan gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Jurnal Fishtech*, 8(1):1-6.

- Sari, S. R., Wijaya, A., dan Pambayun, A. 2017. Profil Mutu Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*) Asap yang diberi Perlakuan Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 28(2), 101–111.
- Saraswati dan P. Purwanto, 1992, Pengembangan gambir, prospek dan masalahnya. *Prosiding Seminar Nasional 1992, Kerjasama antara Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan dengan Fred Project Winrock International*, 89-96.
- Sakdiyah, K., dan Wahyuni, R., 2019. Pengaruh Persentase Maltodekstrin dan Lama Pengeringan Terhadap Kandungan Vitamin C Minuman Serbuk Instan Terong Cepoka (*Solanum torvum*). *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 10 (1), 24-34.
- Samoggia, A. dan Riedel, B., 2019. Consumers Perceptions of Coffee Health Benefits and Motives for Coffee Consumption and Purchasing. *Nutrients*, 11 (653), 1-21.
- Salanța, L.C., Tofana, M., Pop, C., Socaci, S., Pop, A., and Nagy, M. 2015. Physicochemical properties and sensory evaluation of jelly candy made from carrots and strawberries. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 72(1): 139-140.
- Sarin, Sy., 1993. Usaha produksi gambir di Sumatera Barat dan Permasalahannya. Kanwil Dep. Perindustrian Propinsi Sumatera Barat.
- Septiani, Dewi, E.N., and Wijayanti, I. 2007. Aktivitas antibakteri ekstrak lamun (*Cymodocea rotundata*) terhadap bakteri *Staphylococcus* dan *Escherichia coli*. *Saintek Perikanan*, 13(1): 1-6.
- Seo, B. Y., Choi, M. J., Kim, J. S., and Park, E. J. 2019. Comparative Analysis of Ginesenoside Profiles: Antioxidant, Antiproliferative, and Antigenotoxic Activities of Ginseng Extracts of Fine and Main Roots. *Nutrient Food Sci.*, 24 (2), 128-135.
- Shahidi, F. and M. Naczk, 1995. *Food phenolics; sources, chemistry, effects, and applications*. Tehcnomic Publisher, CO. Inc. Pp. 14-18, 59-64, and 76-98.

- Sitompul, A.J.W.S. and Zubaidah, E. 2017. Effect of type and concentration of plasticizers on physical properties of edible film kolong kaling (*Arenga pinnata*). *Journal of Food and Agroindustry*, 5 (1), 13-25.
- Siska, Y.T., dan Wahono, H.S., 2014. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*. L). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (1), 41-52.
- Siva, R., Rajikin, N., Haiyee, Z.A., Ismail, W.I.W. 2016. Assesment of antioxidant activity and total phenolic content from green coffee Robusta Sp. Beans. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(5): 1059 - 1065 DOI: 10.17576/mjas-2016-2005-10.
- Skowron, M.J., Frankowski, R., Grzeskowiak, A.Z. 2020. Comparison of methylxantines, trigonelline, nicotinic acid and nicotinamide contents in brews of green and processed Arabica and Robusta coffee beans – Influence of steaming, decaffeination and roasting processes on coffee beans. *LWT-Food Science and Technology*, 125: 109344. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109344.
- Smith A. H., J.A. Imlay, and R.I. Mackie. 2003. Increasing the oxidative stress response allows *Escherichia coli* to overcome inhibitory effect of condensed tannins. *Applied and Environmental Microbiology* 69 (6): 3406-3411.
- SNI 2983: 2014. Kopi Instan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 01-4320-1996. *Serbuk minuman tradisional*.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 2983:2014. *Kopi Instan*.
- Soeseno, S., 1991. Gambir anti diare. Dokumentasi Majalah Trubus. Terbit bulan Maret, 1991. Halaman 126.
- Sudibyo, A., S. Salya, dan E. H. Lubis, 1988, Pengaruh cara dan lama penyarian terhadap mutu gambir (*Uncaria gambir* Roxb) yang dihasilkan. *J. of Agro-based Industry*, 5 (1): 22-27.
- Supeni, G., Cahyaningtyas, A.A., and Fitriana. 2015. Physical and mechanical characterization of chitosan addition in edible films with modified cassava and tapioca. *Journal of Chemistry and packaging*, 37 (2), 103-110. DOI: 10.24817/jkk.v37i2.1819.
- Surjanto, Batubara, R., Hanum, T.I., and Pulungan, W. 2019 Phytochemical and antioxidant activity of gaharu leaf tea (*Aquilaria malaccensis* lamk) as raw material of tea from

- Middle Tapanuli Regency, North Sumatera Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **260**. 012101. DOI: 10.1088/1755-1315/260/1/012101.
- Susanti, K.I.A., Tamrin, dan Asyik, N. 2019. Pengaruh penambahan sari jahe gajah (*Zingiber officinale*) terhadap organoleptic, sifat fisik dan kimia dalam pembuatan permen jelly daun katuk (*Sauropus androgynous*). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 4(2): 2073-2085. DOI: 10.33772/jstp.v4i2.7126.
- Susanti, Y. I., dan Putri, W. D. R., 2014. Pembuatan Minuman Serbuk Markisa Merah (*Passiflora edulis f. edulis* Sims) (Kajian Konsentrasi Polysorbate 80 dan Suhu Pengeringan). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (3), 170-179.
- Suwarmini, N. N., Mulyani, S., dan Triani, I. G. A. L., 2017. Pengaruh Blending Kopi Robusta dan Arabika Terhadap Kualitas Seduhan Kopi. *Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5 (3), 85-92.
- Taniguchi, S., K. Kuroda, K. Doi, M. Tanabe, dan T. Shibata, 2007, Revised structure of gambirin A1, A2, B1, and B2, chalconepflavan dimers from gambir (*Uncaria gambir* Extract). *Chem. Pharm. Bull.* 55 (2): 268-272.
- Tasew, T., Mekonnen, Y., Gelana, T., Abshiro, M.R., Chandravanshi, B.S., Ele, E., Mohammed, A.M., and Mamo, H. 2020. In vitro antibacterial and antioxidant activities of roasted and green coffee originating from different region of Ethiopia. *International Journal of Food Science*, 2020:1-8. DOI: 10.1155/2020/8490492.
- Taylor, P. W., J. M. T. Hamilton-Miller, and P. D. Stapleton. 2006. Antimicrobial properties of green tea catechin. *Food Science and Technology. Bulletin: Functional Foods*. 2 (7): 71-78.
- Toci, A. T., dan Farah, A. 2014. Volatile Fingerprint of Brazilian Defective Coffee Seeds: Corroboration of Potential Marker Compounds and Identification of new lowquality indicators. *Food Chemistry*, 153, 298 -314. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.040>.
- Triawanti, Sanyoto, D.D., and Noor, M. S. 2020. The supplementation of pasak bumi (*Eurycoma longifolia* Jack.) in undernourished rats to increase spatial memory through antioxidant mechanism. *Clinical Nutrition Experimental*, 33: 49-59. DOI:10.1016/j.yclnex.2020.08.002.

- Ulandari, D. A. T., Nocianitri, K. A., dan Arihantana, N. M. I. H., 2019. Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kandungan Komponen Bioaktif dan Karakteristik Sensoris Teh *White Peony*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8 (1), 36-47.
- Untoro, N.S., Kusrahayu dan B.E. Setiani. 2012. Kadar air, kekenyalan, kadar lemak dan citarasa bakso daging sapi dengan penambahan ikan bandeng presto (*Channos channos* F). *Animal Agriculture Journal*, 1(1): 567- 583.
- Yuhono, J.T., 2004, Analisis pendapatan dan usahatani dan pemasaran gambir. *Buletin TRO* 15 (2): 9-21.
- Vensia Magdalena, N., dan Kusnadi, J. 2015. Antibakteri Dari Ekstrak Kasar Daun Gambir (*Uncaria gambir* var *Cubadak*) Metode Microwave-Assisted Extraction Terhadap Bakteri Patogen Antibacterial from Gambier Leaves Crude Extract (*Uncaria gambir* var *Cubadak*) Microwave-Assisted Extraction Method against. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 124–135.
- Wanasundara N. U. and Shahidi, F. 1998. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry* 63 (3): 335-342.
- Warnida, H., Masliyana, A., and Sapri, S. 2016. Formulasi ekstrak etanol gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) dalam bedak anti jerawat. *Jurnal Ilmiah Manuntung Sain Farmasi dan Kesehatan*, 2(1):99-106. <https://doi.org/10.51352/jim.v2i1.53>.
- Widiyarti, G., A. Sundowo, E. Filaila, and J.A. Laksmono. 2020. The mechanically extraction process from leaves and twigs of gambier (*Uncaria gambier* Roxb) and its antioxidant activity. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 9(1): 18-15. DOI:10.21776/jpacr.ub.2020.009.01.509.
- Widyotomo, S. dan Sri, M. 2007. Kafein: Senyawa Penting Pada Biji Kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23 (1), 44-50.
- Wigati, E. I., Pratiwi, E., Nissa, T. F., dan Utami, N. F., 2018. Uji Karakteristik Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre) dari Bogor, Bandung dan Garut dengan Metode DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). *Fitofarmaka Jurnal Ilmiah Farmasi*, 8 (1): 59-66.
- Winarno, F. G., 2004. *Kimia pangan dan gizi*. Gramedia: Jakarta.

- Wolska, J., Janda, K., Jakubczyk, K., Szymkowiak, M., Chlubek, D., and Gutowska. 2021. Levels of antioxidant activity and fluoride content in coffee Infusions of arabica, robusta and green coffee beans in according to their brewing methods. *Biological Trace Element Research*, 179: 327-333. DOI:10.1007/s12011-017-0963-9.
- Yang, H.J., Lee, J.H., Won, M., and Song, K. B. 2016. Antioxidant activities of distiller dried grains with solubles as protein films containing tea extracts and their application in the packaging of pork meat. *Food Chemistry*, 196, 174-179. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.09.020.
- Yashin, A., Yashin, Y., Wang, J.Y., and Nemzer B. 2013. Antioxidant and antiradical activity of coffee. *Antioxidants*, 2:230-245. DOI:10.3390/antiox2040230.
- Yeni, G., Syamsu, K., Suparno, O., Mardiyati, and Muchtar, H. 2014. Repeated extraction process of raw gambiers (*Uncaria gambier* Roxb.) for the catechin production as an antioxidant. *International Journal of Applied Engineering Research*, 9(24): 24535-24578.
- Yeni, G., Syamsu, K., Mardiyati, E., and Muchtar, H. 2017. Determination of the technology for making pure gambier and standard catechins from random gambier. *Journal of Industrial Research and Development*, 7(1), 1-10.
- Yeni, G., Yurnalis, and Andika, P. 2021. Pengaruh konsentrasi ekstrak katekin *Uncaria gambier* terhadap umur simpan ikan teri (*Stolephorus* sp.). *Jurnal Litbang Industri*, 11(1): 17-24. DOI:http://dx.doi.org/10.24960/jli.v11i1.7009.17-24.
- Yulia, R., Adnan, A.Z., and Putra, D.P. 2016. Analisis kadar kofein kopi luwak dengan variasi jenis kopi, spesies luwak dan cara pengolahan dengan metode TLC scanner. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*, 2(1): 171-175. DOI: 10.29208/jsfk.2016.2.2.66.
- Yulistiani, F., Kahirunisa, N., and Fitiana, R. 2019. The effect of glycerol concentration and breadfruit flour mass on edible film characteristics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1450 012001. DOI:10.1088/1742-6596/1450/1/012001.

- Widyotomo, S., Mulato, S., Purwadari, H. K., dan Syarief, A. 2009. Karakteristik Proses Dekafeinasi Kopi Robusta dalam Reaktor Kolom Tunggal dengan Pelarut Etil Asetat. *Pelita Perkebunan*, 25, 101-125.
- Zain, M.Z.M., Baba, A.S., and Shori, A.B. 2018. Effect of polyphenols enriched from green coffee bean on antioxidant activity and sensory evaluation of bread. *Journal King Saud University-Science*, 30: 278-282. DOI: 10.1016/j.jksus.2017.12.003.
- Zain, Z. I., Nurjanah, S., dan Nurhadi, B. 2020. Pengaruh Jumlah Bahan Baku serta Waktu Ekstraksi terhadap Karakteristik dan Umur Simpan Ekstrak Stevia Cair. *Jurnal Teknotan*, 14(2), 61. <https://doi.org/10.24198/jt.vol14n2.5>.
- Zhu, Q. Y., R. R. Holt, S. A. Lazarus, J. L. Ensunsa, J. F. Hamrstone, H. H. Schmitz, and C. L. Keen, 2002. Stability of the flavan-3-ols epicatechin and catechin and related dimeric procyanidins derived from cocoa. *J. Agric. Food. Chem.* 50: 1700-1705.
- Zulkarnain, Fazari, N., Widyawati, Bagio, and Ertika, Y. 2020. Keputusan Konsumen dalam Pembelian Wine Coffee di Na Coffee Banda Aceh. *Ekombis*, 6(1), 101-110.

INDEKS

A

Acacia, 3, 4
alkaloida,, 13
amilosa, 88
Anti Plak, 74
Anti Virus, 77
antibiotik, 56
Antikarsinogenik, 70
Antimutagenik, 70
Antiobesitas, 74
antioksidan, xi, xiv, 20, 21, 69,
72, 73, 80, 82, 83, 90, 92, 93,
94, 95, 96, 97, 98, 99, 100,
101, 103, 106, 107, 110,
113, 114, 115, 116, 119,
120, 126, 127, 131, 132,
139, 141, 142, 144, 147,
163, 165, 173, 174, 175,
179
antiseptik, 56

B

Bacillus subtilis, 22
bakteri Gram-negatif, 61, 62,
152
bakterisida, 56, 64
Biji Kopi, xiv, 143, 171, 173,
179, 184

C

casehardening,, 32
chelating agen, 22

CMC, 85, 88, 90
condensed tannin, 14, 69
crude katekin gambir, xii, 116,
117, 119, 121, 122, 123,
124, 125, 127, 128, 129,
130, 131, 132, 133, 138,
139, 140, 141, 142, 143,
144, 145, 146, 147

D

decalsify, 75
Desa Babat Toman, 12, 118,
119
diameter daya hambat, 107
disinfektan, 56

E

Edible film, 83, 85, 90, 94, 96,
99, 175
Edible Packaging, 83
Effect, 162, 164, 167, 171, 176,
182, 186
effervescent, 149, 158
ekstrak daun salam, xi, 96, 97,
98, 99
ekstrak gambir, 88
ekstrak protein, x, 85, 90
enzim katekol oksidase, 26
epigalokatekin, 15, 16, 58, 63,
67, 68, 71, 73, 74, 76, 78, 79,
80, 81
epigalokatekin galat, 15, 68,
78, 79

epikatekin, 15, 16, 54, 58, 63,
67, 68, 73, 74, 76, 78, 79,
132
epikatekin galat, 15, 68, 79
etil asetat, 18

F

filtrat gambir, x, xi, xiv, 90, 91,
92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99,
100
flavonoid, viii, 8, 11, 13, 14, 15,
20, 21, 43, 67, 68, 78, 109,
120, 125, 127, 132, 165
food supplement, 55
fosfatidilkolin, 68

G

galokatekin, 15, 16, 74
galokatekin galat, 15
gliserol, 85, 88, 90
Gram-positif, x, 21, 60, 61, 62,
64, 85, 95, 110, 114, 152,
177

H

Hard Candy, 101, 113
higroskopis, 38
HPLC, ix, 44, 48, 50, 51, 132,
172

I

IC₅₀, x, xi, xii, xiii, 74, 90, 92,
95, 96, 97, 99, 100, 106,
107, 119, 120, 126, 127,
131, 132, 142, 147
inhibitory concentration, 74

J

jaras, ix, xiii, 31, 34, 39
Jelly Kinang, 101

K

Karies, 74, 76
katekin, 88
katekin galat, 15, 16, 59, 71, 79
kebocoran sel, 60, 62, 63, 67
kloroform-etil asetat, ix, xiv,
45, 46, 47
kolon, 53, 55, 71
Komersial, 45, 47, 48
kompleks-protein-katekin,
149
Kopi Hijau Robusta, 119
Kopi instan fungsional, 127,
142
Kopi robusta wine, 133
Kopi-Gambir, 115
Kuersetin, 20

L

like dissolves like, 47
lipid bilayers, 67, 68
lipida lapis ganda, 63

M

maserasi, viii, 19
medium to dark, 116, 118, 119,
138
mouth wash, 159

N

Nutraceutical, 53

O

off-flavor, 39
 oligosakarida, 53, 54, 55
ortho, 17
 orto-kuinon, 25

P

Pasak Bumi, 119, 170, 177
pasu, viii, 30, 31
 pati jagung, 90
 pati ganyong, xi, 85, 88, 89, 90,
 94, 96, 99
 pengawet alami, 149, 150,
 155, 158, 170
 peptidoglikan, x, 60, 61, 62, 64,
 65, 66
 Perajangan, 25, 35
 Permen Jelly Gambir, 103
 Permen *Marshmallow* Kinang,
 109
 POCl₃, 88

R

rempah-rempah, 3
 rosella, 99, 100, 101, 162

S

Senyawa Katekin, 14
 Sephadex LH-20,, 48
setling, 29
Soxhlet, viii, 19
Staphylococcus aureus, 22, 58,
 90, 95, 152, 174
Streptococcus mutans, 22, 58,
 75, 77, 101, 103, 107, 108,
 109, 113, 114, 115, 152

T

tahu, xiii, xiv, 21, 149, 150,
 151, 152, 153, 154, 161
 Tanin, 14
 teaflavin, 59, 76, 78
 Terekstrak, 41, 42
 terpenoid,, 8, 13, 125
 tetrapeptida, x, 62, 64, 65, 66
trays bambu, 32
 tripsin, 54

U

Uncaria gambir., 4
Uncaria tomentosa, 8
Uncaria tonkinensis, 9

PROFIL PENULIS



Budi Santoso

Lahir di Bengkulu, 10 Juni 1975. Lulus sarjana (S1) di Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya pada Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian pada tahun 1998. Pada tahun 2001 melanjutkan S2 di Program Studi Agribisnis BKU Agroindustri, lulus tahun 2004. Setelah diangkat sebagai staf dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian,

Universitas Sriwijaya pada tahun 2002, tahun 2008-2011 melanjutkan Program Doktor (S3) Ilmu-Ilmu Pertanian pada bidang Teknologi Pangan di Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Palembang. Pada tahun 2010 penulis mendapatkan beasiswa *Sandwich-Like* DIKTI dalam rangka penyelesaian penelitian Disertasi di Mannheim University, Jerman selama 2 bulan.

Banyak tulisan ilmiah penulis yang telah dipublikasikan dalam berbagai baik jurnal internasional bereputasi berfaktor dampak, jurnal internasional, dan jurnal nasional terakreditasi sinta 2. Buku ini merupakan karya kedua bagi setelah buku pertama tentang edible film: teknologi dan aplikasinya. Selain itu, Penulis aktif dalam berbagai seminar bidang pangan baik nasional maupun internasional. Penulis juga aktif dalam berbagai organisasi profesi baik sebagai pengurus maupun sebagai anggota hingga saat ini seperti: Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) sebagai sekretaris eksekutif (2010-2011), Perhimpunan Pakar Gizi dan Pangan Indonesia (PERGIZI PANGAN) sebagai Ketua Cabang Sumatera Selatan (2016-2020), dan Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) sebagai coordinator bidang publikasi dan forum ilmiah (2021-sampai sekarang).

Aldila Din Pangawikan

Lahir di Cilacap pada 20 Desember 1984. Menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada Program Studi (Prodi) Teknologi Hasil Pertanian (THP), Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya (FP Unsri) pada tahun 2007. Pada tahun berikutnya penulis melanjutkan pendidikan magister (S2) pada Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian (FTP) Universitas Gadjah Mada (UGM) dan selesai pada tahun 2010. Pada tahun 2015, saat sedang melakukan pendidikan doktor (S3) di Prodi Ilmu Pangan FTP UGM, penulis pernah menjadi staf dosen pada Prodi THP, Jurusan Teknologi Pertanian FP Unsri. Saat ini, penulis adalah staf dosen program sarjana di Prodi Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian (FTIP) Universitas Padjadjaran (Unpad) dan juga pada program Magister Teknologi Industri Pertanian pada FTIP Unpad. Penulis aktif di berbagai penelitian terkait sifat antioksidan bahan pangan terutama komoditas Gambir. Penulis juga terlibat dalam berbagai forum ilmiah dan organisasi profesi yaitu Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) dan Perhimpunan Pakar Gizi dan Pangan Indonesia (PERGIZI PANGAN).

