

**ANALISIS POLIFENOL TOTAL DAN AKTIVITAS PENANGKAPAN
RADIKAL BEBAS DPPH (1,1-Diphnyl, 2-Picrylhidrazl) TEH PUTIH
(*Camellia sinensis* L.O. Kuntze) BERDASARKAN SUHU DAN LAMA
PENYEDUHANNYA**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Sidang Sarjana
di Jurusan Teknologi Pangan*

Oleh :
Mamay Somantri
073020057



**JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2012**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke Khadirat Allah SWT, Sang pemilik dunia beserta isinya dan Sang Raja Pengetahuan tanpa ada yang melebihi-Nya, karena atas secercah rahmat-Nya, saya bisa menyelesaikan penelitian yang berjudul **Analisis Polifenol Total dan Penangkapan Radikal Bebas DPPH (1,1-Diphnyl, 2-Picrylhidrazil) Teh Putih (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze Berdasarkan Suhu dan Lama Waktu Penyeduhannya**. Shalawat beserta salam semoga tercurah kepada sang Revolusioner Dunia, Pahlawan Tanpa Cacat yaitu Nabi Muhammad SAW, beserta keluarganya, para sahabat, dan kita sebagai umatnya. Amin.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan sebuah takdir alam yang tidak bisa dipungkiri. Kemajuan tersebut memicu timbulnya trend-trend baru di masyarakat serta perubahan pola pikir masyarakat khususnya terhadap makanan dan minuman. Masyarakat di era teknologi informasi sekarang mempunyai trend memilih minuman yang fungsional walaupun mahal, daripada minuman yang murah tetapi kurang menyehatkan. Salah satu makanan atau minuman yang bersifat fungsional adalah teh putih.

Teh putih bisa disajikan dengan beberapa cara salah satunya dengan diseduh. Seduhan dari teh putih akan memiliki kandungan senyawa fungsional yang mendekati kandungan pada teh putihnya, apabila diseduh dengan baik. Faktor yang mempengaruhi dalam penyeduhan di antaranya waktu dan suhu

penyeduhannya. Apabila waktu dan suhu penyeduhan yang digunakan adalah optimum maka senyawa yang terekstrakpun akan optimal.

Output akhir dari penelitian ini, diharapkan masyarakat bisa mengkonsumsi teh putih dengan baik sehingga bisa mengurangi probabilitas terhadap beberapa penyakit, dengan hasil akhir meningkatkan efektifitas dan manfaat manusia di muka bumi ini karena berumur panjang dan sehat selalu. Meskipun waktu hidup kita beserta tahapanya sudah ditentukan tetapi bisa menjadi lebih baik atau lebih buruk tergantung dari usaha kita. Sebagaimana firman Allah yang berarti.

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang pada diri mereka ” QS 13:11

Semoga persembahan kecil dari kami ini bisa bermanfaat bagi masyarakat.

Layaknya daun teh atau teh siap saji. menjadi sangat bernilai lantaran Allah menciptakan bebagai senyawa fungsional didalamnya. Begitupun dengan laporan penelitian yang sedang anda baca, terwujud karena adanya aliran dermabakti dari berbagai pihak.

Penghormatan dan *Hatur nuhun pisan* kepada kedua sumber inspirasi, motivator, guru, sekaligus sebagai pembimbing I dan II tugas akhir penulis yaitu Bapak Dr. Ir. H. Dede Zainal Arif, M.S. sebagai pembimbing I dan Ir. Dadan Rohdiana, M.S sebagai pembimbing II, karena telah membantu penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini dan mudah-mudahan tetap bisa membantu penulis untuk kedepanya. Serta Ibu Ir. Sumartini, M.P. sebagai penguji atas sarannya terhadap penulisan laporan penelitian ini.

Pada kesempatan ini juga saya ucapkan terima kasih kepada seluruh civitas akademik kampus, Sekretaris Jurusan Teknologi Pangan Ir. Tantan

Widiantara, M.T., dan Kordinator Tugas Ahir Ir. Hj. Ella Turmala, M.S. karena atas kesempatan dari beliau-beliau penulis bisa mengambil tugas akhir. Tentunya tidak lupa juga kepada dosen wali penulis Prof., Dr., Ir., H.M., Supli Efendi, M.S. yang selalu mengingatkan penulis untuk lebih maju dan lebih baik di masa perkuliahan. Terima kasih juga saya ucapkan kepada civitas akademik yang lain Dosen, karyawan, dan laboran yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Disamping yang luput disebut, wajib kiranya penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibunda Hj. Ai Nuryah dan Ayahanda H. Ruslan Nasai atas bimbingan, motivasi, dan segala rupanya yang selalu tulus diberikan kepada penulis. Kakaku Yadi Suherlan S.T. beserta Istri, Ust. Emi Rahman, dan adik-adiku tercinta Dede, Dani, dan si kembar Shela dan Sheli yang senantiasa menjadi kebanggaan, harapan, dan motivasi bagi penulis.

Tentunya tuturan kata terima kasih juga saya ucapkan kepada teman-teman dan para sahabatku Ilham, Bayu, Ahmad, Tresna, Ibnu, Cep Dunk, Iqbal, Reza, dan yoga. Para wanita TP 2007 yang selalu memotivasi penulis untuk cepat lulus, dan Ardi Hilmawan atas dukungannya. Tentunya juga kepada para junior-junior angkatan (2008, 2009, 2010, 2011) yang selalu menyadarkan penulis bahwa penulis sudah lama berada dikampus. Juga senior yang turut membantu.

Selain Bapak, Ibu, rekan-rekan kampus, serta keluarga, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. H. Rakhmat Ceha, M.Eng, Ir. Anggun Rahmanda, MBA, Roni YR, ST, atas motivasi moril ataupun materil serta masukannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga kepada Pak Shabri (Staff Teknis PPTK Gambung), Pak Ade, Pak Tajudin, Pak Asep dan seluruh Staff Produksi dan penjaminan mutu PPTK gambung, yang telah membantu penulis

selama melaksanakan penelitian di PPTK Gambung. Tidak lupa juga kepada para pemberi sampel teh putih atas dukungan dan kepercayaanya kepada penulis.

Terakhir namun bukan yang terakhir, penulis secara khusus mengucapkan terima kasih bantuannya yang selama ini berikan kepada penulis serta dorongan dan semangatnya, kepada Sindi Riyani ST. atas dengan kiasan "*Tanpa Hawa Hidup Adam Terjerat dalam Kegelapan dan Kesendirian Di Muka Bumi Ini*". Semoga selalu menjadi yang terbaik dan tetap terbaik.

Sebagaimana Firman Allah yang bermakna *dari segala jerih payah pasti ada hasil yang diambil* tetapi hasil tersebut tidak akan tercapai atas izinNya. Maka segalanya penulis persembahkan kepada yang yang *Maha hak* memberikan penilaian dan imbalan.

Bandung, Januari 2012

INTISARI

Teh (*Camellias sinensis* L.O Kuntze) khususnya di Indonesia mempunyai beberapa jenis diantaranya teh putih. Teh putih merupakan jenis teh yang tergolong baru di Indonesia sehingga penelitian mengenai teh putih masih harus banyak dikembangkan. Walaupun demikian teh putih juga sudah banyak orang seduh tetapi dengan suhu dan lama penyeduhan tidak tentu dengan harapan bisa mendapatkan polifenol dan fungsi senyawa antioksidanya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan suhu dan lama penyeduhan teh putih yang menghasilkan seduhan dengan polifenol total tinggi aktivitas antioksidan atau penangkapan radikal bebas DPPH paling efektif. Untuk menguji data yang diperoleh maka digunakan analisis regresi korelasi. Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian PPTK Gambung dari Bulan September sampai November 2011 menggunakan bahan baku dari 4 kebun yang berbeda ketinggian dalam penelitian pedahuluan. Teh putih dari Kebun Gambung terpilih dalam penelitian utama karena mempunyai kadar polifenol total paling tinggi yaitu 25,52 % dengan polifenol dari kebun lainnya yaitu 25,24%, 21,28% dan 20,70%. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 95, 75, dan 55°C dengan lama penyeduhan 3, 6, dan 9 menit. Hasil analisis menunjukkan suhu 95°C dan waktu penyeduhan 9 menit menghasilkan polifenol paling tinggi yaitu 6,01%. Kemudian, Ec_{50} DPPH paling efektif yaitu 34, 41ppm juga pada 95°C selama 9 menit. Sementara itu, korelasi polifenol total dengan Ec_{50} DPPH dari seduhan sebesar -0.943. Sehingga sebaiknya menyeduh teh dengan air mendidih selama 9 menit.

ABSTRACT

Tea (Cammelias sinensis L.O Kuntze) especially in Indonesia have many various, such as white tea. In Indonesia, White tea include of a new various tea. So, research about it have to improvement. Although that, many people in Indonesia was brewed but without specified brewing temperature and brewing time with hope to get polifenol and antioxidant in white tea. the purpose of this research is to find temperature and long time brewed that have produce high polifenol and antioxidant capacity in brew. For data verification used regression correlation analysis, The research was conducted at Research Center Tea an Chicona (PPTK) Gambung from September to November 2011 used white tea from 4 different tea plantation in inception research. White tea from Gambung plantation was selected to used in main research because have higher polifenol content (25,52 %) than other plantation (25,24%, 21,28% and 20,70%). The research used brewing temperature 95, 75, and 55°C, with brewing time 3, 6, and 9 minute. The analysis resulted show that at temperature 95°C and long time 9 minute brewed produced higer polifenol (6,01%) than other. And then Ec_{50} DPPH more effective (34, 41ppm) showed bay brewing temperature 95°C and brewing time 9 minute. Beside it, correlation polifenol content with Ec_{50} DPPH from brew is -0.94. So for the best result brew white tea 9 minute with boil water.

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
INTISARI	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Kerangka Pemikiran	6
1.6. Hipotesis Penelitian	12
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	12
II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Tanaman Teh (<i>Camellia sinensis</i>).....	13
2.2. Pengolahan Teh.....	14
2.3. Teh Putih (<i>White tea</i>)	18
2.4. Antioksidan Pada Teh	19
2.5. DPPH (<i>1,1-Diphnyl, 2-Picrylhidrazl</i>)	23
2.6. Analisis Regresi	25
III BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN	28
3.1. Bahan-bahan dan Alat-alat yang Digunakan	28
3.1.1. Bahan yang Digunakan	28
3.1.2. Alat yang digunakan	28
3.2. Metode Penelitian	28

3.2.1 Penelitian Pendahuluan	29
3.2.2 Penelitian Utama	29
3.3. Deskripsi Percobaan.....	33
3.2.1 Penelitian Pendahuluan	33
3.2.2 Penelitian Utama	35
IV PEMBAHASAN.....	38
4.1. Asal Pabrik.....	38
4.2. Polifenol Total	40
4.3. Penangkapan Radika Bebas DPPH.....	43
4.4. Korelasi Polifenol Total dengan Penangkapan Radikal Bebas DPPH.....	46
V KESIMPULAN.....	50
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN -1 PROSEDUR ANALISIS	55
LAMPIRAN -2 HASIL PENGAMATAN.....	58
LAMPIRAN -3 ANALISIS DATA	69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Petikan Daun Teh Segar	13
2. Perbandingan Beberapa Senyawa Pada Teh Putih Dan Teh Hijau (g/100 g) 14	
3. Parameter Organoleptik Senyawa Kimia Pada Teh.....	14
4. Kode Sampel Pengujian kandungan polifenol total dan penangkapan radikal bebas DPPH berdasarkan suhu dan waktu penyeduhannya.....	30
5. Hasil survey terhadap 4 kebun teh	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram proses pengolahan konvensional beberapa teh	15
2. Beberapa dampak klinis yang ditimbulkan ROS berlebih	20
3. Posisi aktif dari polifenol teh hijau sebagai anti oksidan aktif	22
4. Penangkapan radikal bebas oleh EGCG	22
5. Reaksi radikal bebas DPPH dengan Antioksidan	24
6. Diagram alir penelitian pendahuluan	34
7. Diagram alir penelitian utama.....	36
8. Diagram polifenol total teh putih dari 4 kebun berbeda	40
9. Diagram polifenol total yang terekstrak pada seduhan teh putih.....	41
10. Diagram EC ₅₀ DPPH pada seduhan teh putih.....	43
11. Grafik korelasi polifenol total dan EC ₅₀ DPPH seduhan teh putih	46

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1. PROSEDUR ANALISIS	36
2. HASIL PENGAMATAN.....	60
3. ANALISIS DATA	69

I PENDAHULUAN

Teh putih merupakan produk teh yang kini tengah mendapat banyak sorotan karena diyakini mempunyai kandungan senyawa fungsional yang lebih tinggi dibandingkan teh hitam maupun teh hijau. Penelitian dan publikasi mengenai teh putih belum sebanyak teh hitam maupun teh hijau. Oleh karena itu penelitian terkait teh putih harus terus dikembangkan.

1.1. Latar Belakang

Teh atau seduhan teh kering merupakan minuman kedua yang paling banyak dikonsumsi di dunia setelah air mineral (Fanaro *et al*, 2009). Produksi teh kering (termasuk yang digunakan untuk membuat seduhan teh) diperkirakan mencapai 1,8 juta ton per tahun, dan sanggup menyediakan 40 liter seduhan teh per kapita di Dunia (Cheng *et al*, 2008). Secara garis besar, proses pengolahan teh kering dari daun teh diklasifikasikan menjadi teh fermentasi (teh hitam), semi fermentasi (teh oolong), dan non fermentasi (teh hijau). Proses pengolahan teh selanjutnya mengalami diversifikasi menjadi beberapa pengolahan teh yang khusus diantaranya yaitu teh putih (Karori *et al.*, 2007).

Teh putih merupakan teh yang tengah banyak dikembangkan di Indonesia, khususnya dunia pangan (sebagai minuman fungsional) karena lebih efektif menangkal radikal bebas dibandingkan teh hitam dan teh oolong (Gramza *et al.*, 2008). Radikal bebas adalah atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Radikal bebas akan bereaksi dengan molekul disekitarnya

untuk memperoleh pasangan elektron. Reaksi terus-menerusnya dalam tubuh apabila tidak dihentikan akan menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, jantung, penuaan dini, serta penyakit degeneratif lainnya (Kikuzaki, *et al.*,2002).

Teh putih di Indonesia sudah mulai diproduksi oleh berbagai perkebunan teh, baik perkebunan teh rakyat, negara, maupun swasta. Selain itu, di Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung teh ini juga terus dikembangkan. Teh putih diproduksi dari peko (pucuk) dengan bulu tipis berwarna putih. Hal tersebut digunakan sebagai salah satu dasar penamaan teh putih (Lakenbrink *et al.* 2000).

Teh putih banyak dimanfaatkan masyarakat kalangan menengah ke atas, karena harganya masih di atas satu juta rupiah per Kg kering, dengan cara diseduh untuk mengharapkan senyawa fungsional didalamnya. Senyawa fungsional yang diharapkan dalam seduhan teh putih yang berfungsi sebagai antioksidan yaitu polifenol total. Polifenol total dalam teh yang paling banyak menyita perhatian yaitu katecin (C), Epikatecin (EC), Epigalokatecin (EGC), Epikatecin Galat (ECG), Epigalokatecin Galat (EGCG). Sebagaimana yang disebutkan oleh Chen dan Ho (1994) bahwa kemampuan menangkal radikal bebas oleh polyphenol dari yang terkuat ke yang lemah adalah EGCG > ECG > EGC > EC, dengan menggunakan *1,1-diphynil-2-picrilhidrazil* (DPPH) sebagai model pengujian karena merupakan radikal stabil. Namun, ketika teh diseduh yang terekstrak tidak hanya satu jenis polifenol melainkan semua senyawa fenol atau polifenol total.

Polifenol total yang terektraksi tergantung dari cara penyeduhannya. Seperti yang disebutkan dalam salah satu situs resmi teh, ada lima faktor yang mempengaruhi terhadap senyawa yang terkandung dari seduhan teh yaitu kualitas teh, kualitas air penyeduh, wadah yang digunakan, suhu penyeduhan, dan waktu

penyeduhan (worldsourceintl.com). Dari kelima faktor tersebut yang menjadi fokus penelitian teh putih ini adalah suhu dan lama penyeduhannya .

Waktu dan Suhu penyeduhan merupakan faktor penentu terekstraknya senyawa yang terdapat dalam teh. Bertambahnya lama penyeduhan menyebabkan kesempatan kontak antara air penyeduh dengan teh semakin lama. Sehingga proses ekstraksi menjadi lebih sempurna dan polifenol total semakin meningkat, karena polifenol merupakan senyawa yang larut dalam air (Rohdiana, 2008).

Total polifenol yang terekstrak pada lama penyeduhan 8 menit dengan suhu 80°C pada teh hijau, menunjukkan hasil paling tinggi daripada lama penyeduhan 2, 4, dan 6 menit. Lama penyeduhan teh hijau selama 8 menit menghasilkan polifenol total 250,51 ppm dan lebih besar dari polifenol total pada seduhan selama 2, 4, dan 6 menit (Diana dkk, 2007).

Selain lama penyeduhan, suhu penyeduhan juga mempengaruhi terhadap jumlah polifenol total yang terekstrak. Hal tersebut ditunjukkan dalam penelitian Suzuki *et al* (2003) terhadap teh hijau dan olong dengan lama penyeduhan 3 menit dan suhu penyeduhan 30°, 60° dan 90°C terus mengalami jumlah peningkatan polifenol total yang terekstrak. Karena, Semakin tinggi suhu air penyeduh, kemampuan air dalam mengekstrak kandungan kimia yang terdapat dalam teh akan semakin tinggi. Tetapi Cara penyeduhan dengan suhu tinggi, suhu didih air (100°C untuk daerah bertekanan 1 Atm) tidak dianjurkan apabila ingin mendapatkan manfaat dari katekin secara optimal. Cara penyeduhan dengan suhu sedang, sekitar 60°C yang banyak dilakukan oleh orang Jepang untuk teh hitam terbukti cukup bermanfaat menghasilkan katekin secara optimal (Rohdiana,2009).

karena semakin tinggi suhu dan lama penyeduhan akan mengakibatkan epimerisasi pada senyawa polifenol seduhan.

Epimerisasi adalah proses perubahan struktur dari struktur epi, contohnya EGCG menjadi Galocatecin gallat (GCG). Perubahan struktur ini akan menurunkan sifat antioksidan dari polifenol yang dalam hal ini adalah katekin. beberapa senyawa katekin mengalami epimerisasi pada proses penyeduhan dengan suhu panas. Pada teh teh hijau yang diseduh dengan air murni polifenol dalam seduhan akan mengalami epimerisasi pada suhu 82⁰C, yaitu EGCG menjadi ECG (Rohdiana,2009).

Lama penyeduhan juga mempengaruhi terhadap jumlah polifenol yang terepimerisasi. Beberapa polifenol terus mengalami epimerisasi seiring lamanya penyeduhan. polifenol yang mengalami epimerisasi diantaranya EGCG yang terepimerisasi sebesar 1% pada penyeduhan selama 5 menit dengan suhu 90⁰C dan terus meningkat seiring lamanya penyeduhan (Suzuki *et al*, 2003). Sehingga peningkatan epimerisasi akan menurunkan efektivitas penangkapan radikal bebas pada seduhan.

Sementara itu, dari berbagai penelitian menunjukkan korelasi yang kuat antara penangkapan radikal bebas DPPH dan jumlah polifenol total yang terekstrak. Salah satunya adalah penelitian Risnawati dkk (2008) terhadap minuman teh dalam kemasan yang menunjukkan korelasi kuat antara penangkapan radikal bebas DPPH dengan polifenol total pada minuman tersebut dengan kofisien determinasi (R^2) yang besar yaitu 0,788. Tetapi baik teh hijau, hitam, dan putih mempunyai karakteristik yang berbeda terutama senyawa yang terkandungnya.

Hilal dan Engelhardt (2007) serta Gramza (2008) menegaskan bahwa ketiga jenis teh tersebut berbeda baik secara kandungan kimia ataupun sifat dari kandungan kimianya. Sehingga penelitian mengenai suhu dan lama penyeduhan teh putih terhadap jumlah kandungan senyawa kimia, yaitu polifenol total, dan kemampuannya, yaitu penangkapan radikal bebas, dalam seduhan perlu dilakukan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini diarahkan terhadap suhu dan lama penyeduhan teh putih yang optimum. Suhu dan lama penyeduhan optimum adalah suhu dan lama yang mampu menghasilkan seduhan dengan polifenol total yang paling tinggi serta penangkapan radikal bebas DPPH paling efektif.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi untuk penelitian ini yaitu :

1. Sejauh mana korelasi suhu dan lama penyeduhan teh putih terhadap polifenol total ?
2. Sejauh mana korelasi suhu dan waktu penyeduhan yang penangkalan radikal bebas DPPH ?
3. Sejauh mana korelasi antara kandungan polifenol total seduhan teh putih dengan kemampuan penangkapan radikal bebas DPPH ?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mencari suhu dan lama penyeduhan optimum dari teh putih untuk menghasilkan polifenol dan kemampuan

penangkapan radikal bebas DPPH dengan konsentrasi efektif 50%-nya (EC_{50}) yang lebih efektif.

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan suhu dan lama penyeduhan teh putih yang menghasilkan polifenol total paing tinggi serta efektivitas dalam penangkapan radikal bebas DPPH dari teh putih yang diproduksi di Indonesia.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan rekomendasi kepada masyarakat tentang suhu dan lama penyeduhan teh putih.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kandungan polifenol total dan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dari teh putih yang di seduh dengan suhu dan lama penyeduhan optimum.

1.5. Kerangka Pemikiran

Polifenol dalam teh merupakan metabolit sekunder dari kegiatan biosintesis yang terjadi pada teh. Polifenol pada teh dibentuk untuk melindungi teh dari cekaman sinar ultraviolet. Menurut Bowler *et al.* dalam Balakrishnan *et al.* (2005) radiasi ultra violet akan meningkatkan produksi reaktif oksigen spesies (ROS). Oksigen tersebut sangat reaktif dan memiliki kemampuan sitotoksik. Tanaman telah mengembangkan berbagai mekanisme pertahanan untuk meminimalisir reaksi-reaksi sitotoksik tersebut, salah satunya adalah dengan memproduksi enzim-enzim antioksidan. Enzim-enzim tersebut dapat melindungi kerusakan akibat sinar ultra violet dengan cara melindungi jalur fotosintesis serta komponen-komponen seluler (Arora *et al.*, 2002).

Teh mempunyai beberapa produk turunan, dengan produk yang populer diantaranya adalah teh hitam, teh hijau, dan teh putih. Ketiga produk tersebut

mempunyai cara produksi yang berbeda sehingga mempunyai kandungan polifenol total yang berbeda.

Hilal dan Engelhardt (2007) menyebutkan ketiga jenis teh tersebut mempunyai karakteristik berbeda baik dari jumlah senyawa yang terkandung ataupun jumlah masing-masing senyawanya. Kemudian Gramza (2008) menegaskan bahwa polifenol total pada ekstrak teh putih lebih tinggi dari teh hijau dan teh hitam pada solven air. Bagian dari polifenol total yang sering menyita perhatian adalah Epikatecin (EC), Epigalokatecin (EGC), Epikatecin Galat (ECG), Epigalokatecin Galat (EGCG).

EGCG dan ECG merupakan polifenol utama yang terkandung dalam teh. Polifenol mempunyai kemampuan sebagai antioksidan yaitu mampu menangkap radikal bebas (Rice Evan *et al.*, 1995). Polifenol merupakan penangkap kuat untuk superoxide, hydrogen peroxide, radikal hidroksil, dan nitrit oksida yang diproduksi oleh berbagai jenis bahan kimia (Lin dan Liang, 2000). Analisis dari penangkapan radikal bebas dan kapasitas antioksidan terhadap lima jenis teh yang dibedakan berdasarkan tingkat proses fermentasi menunjukkan ekstrak tertinggi pada hasil ekstraksi menggunakan air ditunjukkan oleh teh putih, dengan polifenol total lebih tinggi dibandingkan teh hijau dan teh hitam (Gramza, 2008).

Teh putih diproduksi dari peco (pucuk) dengan bulu tipis yang menunjukkan tingginya kandungan EGCG dan ECG yang secara jelas merupakan kandungan terbesar dalam daun muda segar (Karori *et al.*, 2007). Keterangan ini didukung oleh Saijo *et al.*, (2004) bahwa penurunan ester asam galat katekin seperti EGCG dan ECG ketika pembentukan daun, terjadi karena biosintesis asam galat yang lambat dari katekin galat berbanding dengan produksi bahan kering.

Tingginya kandungan EGCG mengakibatkan penangkapan radikal bebas semakin efektif.

Penangkapan radikal bebas DPPH pada konsentrasi sampel 1000 ppm menunjukkan bahwa teh putih lebih efektif dibandingkan teh hijau dan teh hitam. Itu diakibatkan oleh tingginya kandungan EGCG pada teh putih apabila dibandingkan dengan teh hitam dan teh hijau. EGCG merupakan senyawa polifenol tertinggi dibandingkan senyawa polifenol lainnya yang terkandung dalam teh putih (Hilal dan Engelhardt, 2007) dimana tiap-tiap senyawa polifenol mempunyai kemampuan berbeda dalam menangkal radikal bebas.

Susunan kemampuan penangkapan radikal bebas 1,1-diphynil-2-picrilhidrazil (DPPH) oleh polyphenol pada teh dari yang terkuat ke yang lemah adalah EGCG > ECG > EGC > EC (Chen dan Ho 1994). Dari senyawa-senyawa tersebut, yang banyak terkandung pada teh tanpa fermentasi adalah katekin. Efektivitas dari aktifitas antioksidan ketekin sangat dipengaruhi oleh struktur kimia, termasuk struktur dihidroksi atau trihidroksi yang bisa menghelat ion logam dan mencegah pembentukan radikal bebas. Struktur kimia juga memungkinkan perubahan letak elektron, mengubah kereaktifan pada kesetabilan radikal bebas (Yang *et al.*, 2002). Sehingga epimerisasi pada senyawa katekin akan menurunkan keraktifan dari katekin tersebut.

Perbedaan aktif antioksidan teh dan penangkapan radikal bebas bisa juga diakibatkan faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan dan ekstrak itu sendiri. Faktor tersebut yaitu perbedaan spesies teh, cara pemanenan, waktu pengumpulan, tradisi produksi, proses fermentasi (Gramza *et al.*, 2007), umur tanaman, ketinggian kebun, dan klon (Rohdiana dan Tantan, 2004). Kemudian diperkuat

oleh penelitian Lee dan Chamber (2009) Terhadap teh hijau yang menunjukkan asal produksi teh hijau memberikan hasil berbeda terhadap kandungan senyawa kimia pada suhu penyeduhan yang sama.

Sedangkan pada seduhannya, Khohkar dan Magnusdottir (2002) berpandangan bahwa proses ekstraksi (penyeduhan) juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi komposisi kimia dalam seduhan teh. Dalam salah satu situs resmi teh hijau dari Jepang. Ada lima faktor yang mempengaruhi terhadap kualitas senyawa yang terkandung dari seduhan teh. Kelima faktor tersebut yaitu kualitas teh, kualitas air penyeduh, wadah yang digunakan, suhu penyeduhan, dan waktu penyeduhan (worldsourceintl.com).

Faktor yang mempengaruhi jumlah senyawa dalam seduhan dari teh diantaranya waktu penyeduhan. Didalam seduhan dengan menggunakan air mendidih (100°C) selama 2 menit, flavonoid mendominasi komposisi padatan pada seduhan (25%), dan merupakan 86% konstanta praktis dari total fenolat. 25% padatan pada seduhan merupakan angka lebih rendah dari komposisi daun (94%), hal tersebut menunjukkan beberapa flavonoid pada daun relatif kurang baik diekstraksi dengan air mendidih dan karena tidak bisa diekstraksi dengan air pada waktu penyeduhan 2 menit (Lakenbrink et al., 2000). Lama penyeduhan akan mempengaruhi kadar bahan terlarut, intensitas warna, serta aroma. Bertambahnya lama penyeduhan kesempatan kontak antara air penyeduh dengan teh semakin lama, proses ekstraksi menjadi lebih sempurna. Sehingga jumlah katekin terekstrak semakin banyak.

Keterangan tersebut juga diperkuat dengan penelitian teh hijau oleh Diana dkk. (2007) bahwa polifenol total yang terekstrak pada lama penyeduhan 8 menit

dengan suhu 80°C pada teh hijau, menunjukkan hasil paling tinggi daripada lama penyeduhan 2, 4, dan 6 menit. Lama penyeduhan teh hijau selama 8 menit menghasilkan polifenol total 250,51 ppm dan lebih besar dari polifenol total pada seduhan selama 2, 4, dan 6 menit yaitu 162.51 ppm, 225.77 ppm, dan 222.03 ppm. dimana semakin lama waktu kontak maka semakin banyak zat yang larut.

Penyeduhan selama 3 menit terhadap teh hijau dan teh oolong pada suhu 30, 60, dan 90°C mengalami peningkatan polifenol total yang terekstrak seiring semakin tingginya suhu. Sehingga suhu penyeduhan juga sangat berpengaruh terhadap senyawa dalam seduhan (Suzuki *et al*, 2003). Sementara itu, Rehman *et al* (2002) meneliti terhadap teh yang berada dipasaran yang hasilnya menunjukkan semakin tinggi suhu penyeduhan akan menghasilkan polifenol total yang terus meningkat yang diseduh selama 6 menit dengan suhu 90°, 95°, dan 100°C. dengan hasil berturut-turut sebesar 6,15%, 6,17%, dan 6,19 % dari total ekstrak dalam seduhan.

Tetapi untuk mengambil manfaat katekin dari teh tidak disarankan menyeduh teh dengan suhu tinggi dan waktu penyeduhan yang lama. Teknik penyeduhan dengan suhu sedang, sekitar 60°C yang banyak dilakukan oleh orang Jepang terbukti cukup bermanfaat menghasilkan katekin secara optimal, karena semakin tinggi suhu maka semakin banyak polifenol yang terepimerisasi (Suzuki *et al*, 2003).

Epimerisasi adalah perubahan struktur epi pada senyawa polifenol. Epimerisasi pada polifenol teh hijau terjadi pada suhu 82°C (Rohdiana, 2009). Epimerisasi pada senyawa polifenol terus meningkat dengan lama dan suhu penyeduhan. Lama penyeduhan 5 menit pada suhu 90°C akan mengakibatkan

EGCG terepimerisasi sebesar 4,1% menjadi GCG (Suzuki *et al*, 2003). Meningkatnya jumlah epimerisasi pada seduhan teh akan menurunkan kemampuan dalam menangkal radikal bebas oleh seduhan tersebut. Tetapi semakin banyak polifenol total yang terekstrak akan menghasilkan kemampuan penangkal radikal bebas yang cukup tinggi. karena jumlah dari polifenol berkorelasi positif dengan penangkalan radikal bebas DPPH.

Risnawati dkk, (2008) menyebutkan adanya korelasi yang kuat antara jumlah polifenol yang terektrak dengan penangkapan radikal bebas DPPH pada teh gelas dalam kemasan yang berada di pasaran. Kemudian Septianingrum dkk, (2009) juga menyebutkan bahwa pada beberapa teh yang beredar dipasaran terdapat korelasi yang kuat antara jumlah polifenol yang terekstrak dengan penangkapan radikal bebas DPPH dengan koefisien korelasi sebesar 0,711.

1.6.Hipotesis Penelitian

Mengacu pada uraian kerangka pemikiran di atas, bisa diambil hipotesis sebagai berikut.

1. Semakin tinggi suhu dan lama lama penyeduhan teh putih maka semakin tinggi polifenol total dalam seduhan.
2. Suhu dan lama penyeduhan yang semakin tinggi akan menghasilkan seduhan yang kurang efektif menangkal radikal bebas DPPH.
3. Semakin tinggi kandungan polifenol dari hasil seduhan maka aktivitas penangkapan radikal bebasnya semakin kuat.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan mulai Bulan Oktober 2011 bertempat di Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, Bandung.

II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang digunakan diambil secara selektif sehingga didapat beberapa pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang meliputi tanaman teh, pengolahan teh, teh putih, antioksidan pada teh, DPPH yang termasuk didalamnya radikal bebas, serta analisis regresi korelasi.

2.1. Tanaman Teh (*Camellia sinensis*)

Tanaman teh yang secara umum dibudidayakan di Indonesia diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan biji)

Sub divisi : Angiospermae (tumbuhan biji terbuka)

Kelas : Dicotyledoneae (tumbuhan biji belah)

Sub Kelas : Dialypetalae

Ordo (bangsa) : Guttiferales (*Clusiales*)

Familia (suku) : Camelliaceae (*Theaceae*)

Genus (marga) : *Camellia*

Spesies (jenis) : *Camellia sinensis*

Teh merupakan tanaman yang secara komersial tumbuh di daerah tropis dan sub tropis. Teh pertama kali masuk ke Indonesia tahun 1686 sebagai tanaman hias. Tahun 1728 pemerintah Belanda mulai mendatangkan biji-biji teh dari Cina untuk dibudidayakan di Pulau Jawa, tetapi usaha perkebunan teh pertama baru berhasil pada tahun 1828 (Artanti dan Hanif, 2002).

Perkebunan teh Indonesia mencapai 157.000 Ha terdiri atas 54% perkebunan rakyat, 24% Perkebunan besar Negara, dan 22% perkebunan besar Swasta (Yulianto, Dkk., 2007). Hampir 100% tanaman teh di Indonesia adalah *Camellia sinensis* varietas *assamica*. Varietas ini mempunyai kandungan polifenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas *sinensis* yang dibudidayakan di Jepang, China dan Taiwan sehingga potensinya sebagai antioksidan lebih baik (Rohdiana dan Tantan, 2004).

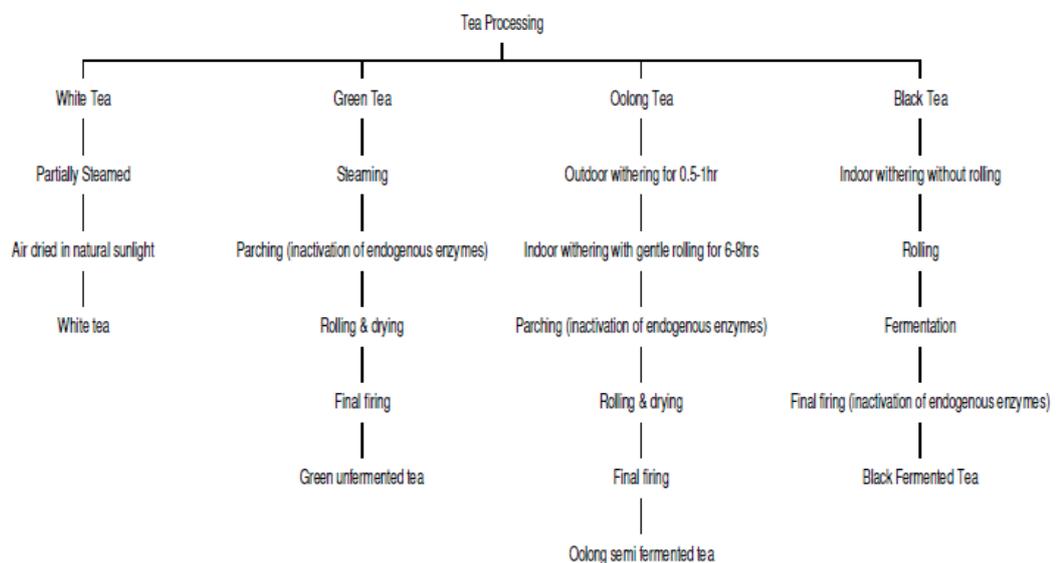
Disemua Negara, teh berasal dari tanaman yang hampir sama yaitu *Camellia sinensis*. Perbedaan di antara jenis teh tersebut dikarenakan perbedaan cara produksi, iklim lokal, tanah, dan kondisi pengolahan. Ada kira-kira 1500 tanaman teh yang berbeda dan kira-kira 2000 campuran yang mungkin. Tanaman ini dapat tumbuh dengan subur di daerah dengan ketinggian 200 – 2000 m di atas permukaan laut, dimana semakin tinggi letak daerahnya, semakin menghasilkan mutu teh yang baik, misalnya teh Darjeeling dari India, terletak di atas ketinggian 1500 m (Spillane, 1992).

2.2. Pengolahan Teh

Dari daun teh (*Camellia sinensis*) segar bisa diolah menjadi beberapa jenis teh. Proses pengolahan teh dari daun teh secara umum di dunia diklasifikasikan menjadi teh non fermentasi (teh hijau), semi fermentasi (teh oolong), dan fermentasi (teh hitam) (Karori *et. al.*, 2007). Teh hijau dibuat dengan cara menginaktifkan enzim oksidase atau fenolase yang ada dalam pucuk daun teh segar dengan cara pemanasan atau penguapan menggunakan uap panas, sehingga oksidasi enzimatis terhadap katekin dapat dicegah. Teh hitam dibuat dengan cara memanfaatkan terjadinya proses enzimatis terhadap kandungan katekin teh.

Sementara itu, teh oolong dihasilkan melalui proses pemanasan yang dilakukan segera setelah proses *rolling* atau penggulungan daun, dengan tujuan untuk menghentikan proses fermentasi, yang memiliki karakteristik khusus dibandingkan teh hitam dan teh hijau (Hartoyo, 2003). Proses pengolahan teh talah mengalami beberapa diversifikasi menjadi produk khusus seperti teh putih, teh organik, teh decaffeinated, teh herbal, dan beberapa jenis campuran lain (Karori *et. al.*, 2007).

Proses pengolahan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan polipenol pada teh. Pada proses pengolahan terjadi oksidasi polipenol menjadi senyawa turunannya, sehingga semakin sedikit proses pengolahan kandungan polipenol pada teh semakin tinggi (Karori *et. al.*, 2007). Perbedaan jenis proses pengolahan beberapa teh ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram proses pengolahan konvensional beberapa teh (Karori *et al.*, 2007)

Pengolahan teh merupakan suatu tindakan untuk memberi kondisi yang optimal pada daun teh agar terjadi proses reaksi kimia dalam sel-sel teh. Katekin, polifenol oksidase, dan kafein merupakan senyawa-senyawa yang penting dalam

pucuk teh yang akan diolah. Selama proses fermentasi polifenol mengalami oksidasi dengan bantuan enzim polifenol oksidase, dan diikuti reaksi-reaksi non-enzimatis menghasilkan senyawa-senyawa yang sangat berpengaruh terhadap warna dan citarasa seduhan teh (Nazarudin, 1993). Kandungan dari daun teh segar di tunjukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Petikan Daun Teh Segar

Compounds %	Dry weight
Total Polyphenols	25 – 30
Flavanols	
(-) Epigallocatechin gallate	8 – 12
(-) Epicatechin gallate	3 – 6
(-) Epigallo catechin	3 – 6
(-) Epicatechin	1 – 3
(+) Catechin	1 – 2
(+) Gallocatechin	3 – 4
Flavonols and flavonol glycosides	3 – 4
Leuco anthocyanins	2 – 3
Polyphenolic acids and depsides	3 – 4
Caffeine	3 – 4
Theobromine	0.2
Theophylline	0.5
Amino acids	4 – 5
Organic acids	0.5 – 0.6
Monosaccharides	4 – 5
Polysaccharides	14 – 22
Cellulose and Hemicellulose	4 – 7
Pectins	5 – 6
Lignin	5 – 6
Protein	14 – 17
Lipids	3 – 5
Chlorophylls and other pigments	0.5 - 0.6
Ash (minerals)	5 – 6

Sumber ; <http://www.fmltea.com/Teainfo/tea-chemistry%20.htm>

Komposisi kimia dari daun teh sangat bervariasi. Variasi tersebut sangat dipengaruhi oleh spesies, musim, iklim, umur daun, pemetikan, cara penanaman (Lin *et. al.*, 1998), umur tanaman, ketinggian kebun, dan klon (Rohdiana dan Tantan, 2004). Selain itu, proses pengolahan pada daun teh juga akan mempengaruhi terhadap senyawa kimia pada teh yang dihasilkan. Pada tabel 2

dijelaskan mengenai perbandingan antara senyawa kimia pada teh putih dan teh hijau.

Tabel 2. Perbandingan Beberapa Senyawa Pada Teh Putih Dan Teh Hijau (g/100 g)

Parameter	Teh putih	Teh hijau
Total Polyphenols	21.54	19.18
Total Catechins	13.22	12.95
Caffeine	4.85	2.90
Epigallocatechin gallate	8.00	6.75
Epigallocatechin	1.11	2.84
Flavonol glycosides	0.61(1.25)	1.1(2.27)

Sumber : Hilal dan Engelhardt, (2007).

Selain secara qualitative, senyawa kimia pada teh juga bisa diukur secara kuantitatif menggunakan organoleptik, namun terlebih dahulu untuk mengukur senyawa ini teh harus diseduh. Penyeduhan teh akan menghasilkan kesan organoleptik yang berbeda dari tiap senyawa, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Organoleptik Senyawa Kimia Pada Teh

Penyusun	Parameter
Colour	
Theaflavins	Kuning kecoklatan
Thearubigins	Merah kecoklatan
Flavonol glycosides	Kuning tipis
Pheophorbide	Kecoklat-coklatan
Pheophytin	Kehitam-hitaman
Carotene	Yellow
Taste	
Polyphenol	Astringent
Amino acids	Brothy
Caffeine	Pahit
Theaflavins	Astringent
Thearubigin	Ashy and slight astringent
Flavour	
Linalool, Linalool oxide	Manis
Geraniol, Phenylacetaldehyde	Wangi bunga
Nerolidol, Benzaldehyde, Methyl salicylate, Phenyl ethanol	Wangi buah
Trans-2-Hexenal, n-Hexanal, Cis-3-Hexenol, Grassy, b-Ionone	Kesan segar

Sumber ; <http://www.fmltea.com/Teainfo/tea-chemistry%20.htm>

Pada Tabel 3. dijelaskan mengenai parameter organoleptik dari senyawa kimia pada seduhan teh. Kuat lemahnya dari senyawa kesan yang diterima tergantung dari tinggi rendahnya senyawa yang terekstrak pada saat diseduh.

Sementara itu, banyak sedikitnya dari senyawa yang terekstrak pada seduhan tergantung dari lama dan waktu penyeduhan (Lee dan Chambers, 2009).

2.3. Teh Putih (*White Tea*)

Tidak ada definisi yang disepakati secara umum dari teh putih dan sangat sedikit mengenai persetujuan internasionalnya. Diantaranya definisi yang diberikan didasarkan atas :

1. Lokasi di Cina : teh putih didefinisikan sebagai sub-spesies yang diolah dari *Camellia sinensis* var. *khenghe bai hao* dan *Camelia sinensi* var. *funghu bai hao* yang hanya ditemukan di provinsi Fujian dan dengan proses yang sangat sedikit mengikuti tradisi disana. Teh putih merupakan tanaman musiman (musim semi) dengan kesan khusus dan bermanfaat bagi kesehatan.
2. Negara produsen lain mendefinisikan teh putih sebagai peko yakni hanya potongan pucuk yang dipetik dan dikeringkan dengan proses yang sedikit. Bulu halus berwarna putih yang menyelimuti pucuk (peko) yang mengakibatkan disebut teh putih. Keterangan tersebut menjadi sebuah catatan, jika definisi tersebut digunakan secara umum, maka varietas teh putih Cina seperti *Pai Mu Tan* (*White Peony*) tidak termasuk (Hilal dan Engelhardt, 2007).

Teh putih dianggap mempunyai manfaat langsung bagi kesehatan, seperti (1) memiliki kandungan kafein lebih tinggi daripada teh hijau, (2) memiliki lebih tinggi kandungan antioksidan khususnya golongan katein daripada teh hijau, dan (3) memiliki kemampuan kemampuan sebagai zat aktif anti-mutagenetik yang tinggi dibandingkan dengan teh hijau. Dari komposisi data yang didapat menjadi catatan bahwa dua anggapan pertama tidak terbukti. Tentunya hal tersebut

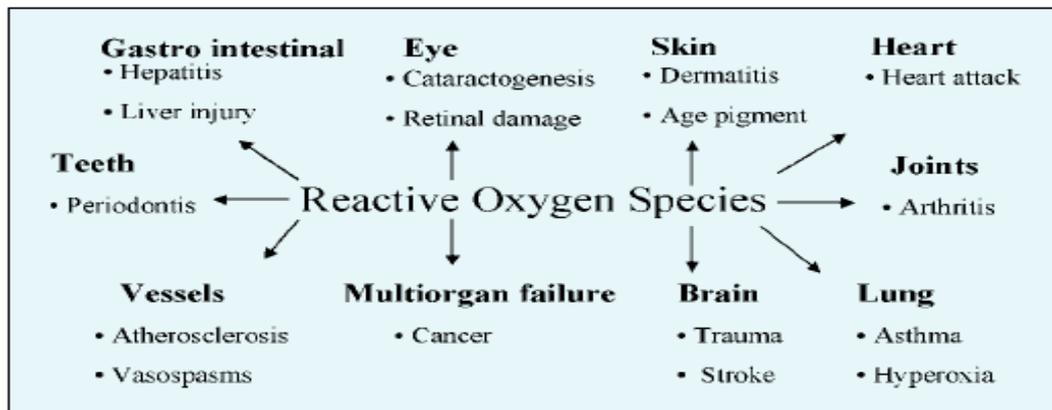
merupakan strategi pasar yang bagus dan cara untuk menarik perhatian publik terhadap teh putih (Hilal dan Engelhardt, 2007).

Teh putih merupakan teh yang sedikit mengalami pemrosesan (*Partial steaming* dan pengeringan menggunakan sinar matahari). Teh putih diproduksi dari kuncup teh, menunjukkan tingginya kandungan dari EGCG dan ECG yang secara langsung banyak terkandung dalam daun muda segar. Keterangan tersebut diperkuat oleh Saijo *et.al.*, (2004) tentang unsur kimia pada daun teh muda yang segar dan terjadinya perubahan terjadi ketika pembentukan daun. Penurunan pada ester asam galat dari katekin seperti EGCG dan ECG terjadi ketika pembentukan daun yang berarti bahwa adanya sebuah biosintesis bagian asam galat yang lambat pada beberapa katekin galat dibandingkan dengan pembentukan berat kering. Ketika biosintesis katekin lebih lambat daripada pembentukan berat kering dari daun muda menjadi agak daun agak muda, nyata bahwa tidak ada kenaikan dalam daun agak muda dan daun tua sehingga katekin berpindah ke daun muda lain atau dirombak menjadi produk lain (Karoti *et. al*, 2007)

2.4. Antioksidan Pada Teh

Antioksidan adalah senyawa yang mampu menghambat oksidasi. Antioksidan merupakan senyawa pelindung sel melawan efek merusak dari *Reactive Oxygen Species* (ROS). Ketidakseimbangan antara antioksidan dengan ROS menimbulkan *oxidative stress* dan memicu kerusakan selular. *Oxidative stress* berhubungan dengan kanker, penuaan, atherosklerosis, inflamasi (Buhler dan Miranda,2000). Gambar 2. Menunjukkan beberapa dampak klinis yang di timbulkan oleh ROS berlebih.

Antioksidan mampu memberikan perlindungan bila diaplikasikan baik secara sistemik maupun topikal (Pinnell, 2003). Salah satu sumber antioksidan adalah daun teh. Daun teh mengandung senyawa polifenol, khususnya golongan katekin (Irianti dkk, 2000).



Gambar 2. Beberapa dampak klinis yang ditimbulkan ROS berlebih (Lee et al, 2004)

Senyawa fenolik atau polifenol merupakan sekelompok metabolit sekunder dengan cincin aromatik, terikat satu atau lebih substituent gugus hidroksi (OH) (Proestos *et al.*, 2006). Senyawa fenolik dianggap sebagai komponen antioksidatif terpenting pada tanaman, memberikan korelasi yang bagus antara konsentrasi fenolik dan aktivitas antioksidan (Zin *et al.*, 2004).

Polifenol teh termasuk didalamnya flavanol, flavandioli, flavonoid, dan asam fenolat, menyusun bagian dari kandungan teh sebanyak 30% dari berat kering (Hilal dan Engelhardt, 2007). Kandungan polifenol utama pada daun teh segar adalah flavanol (flavan-3-ols) atau yang sering disebut katekin yang termasuk didalamnya: -epicatecin (EC), -epigallocatecin (EGC), -epicatecin 3-gallat (ECG), epigallocatecingallate (EGCG), -gallocatecin (GC), -catecin (C) dan -gallocatecin gallat (GCG) (Karori *et al.*, 2007).

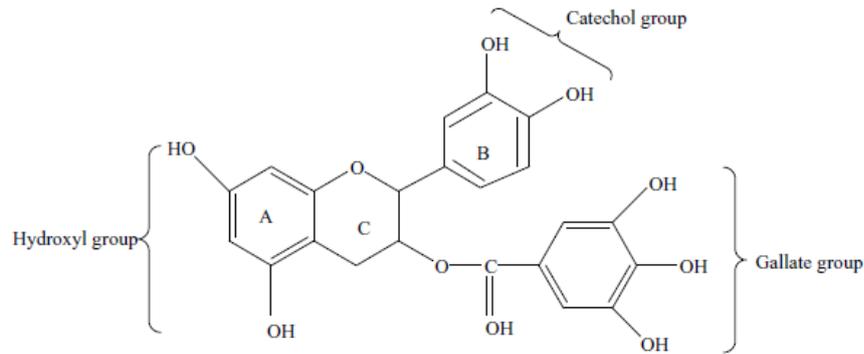
Polifenol merupakan antioksidan kuat dalam menangkalkan radikal bebas (Rice-ewan *et al.*, 1995). Polifenol sangat kuat menangkalkan superoxide, hydrogen

peroksida, hydroxy radical, dan nitrit oksida (NO) yang dibentuk oleh berbagai jenis bahan kimia (Lin dan Liang, 2000). Shahidi dan Alexander (1998) menyebutkan bahwa katekin teh hijau mampu mencegah oksidasi lemak pada daging lebih kuat daripada α -tocoperol dan gallat dari katekin.

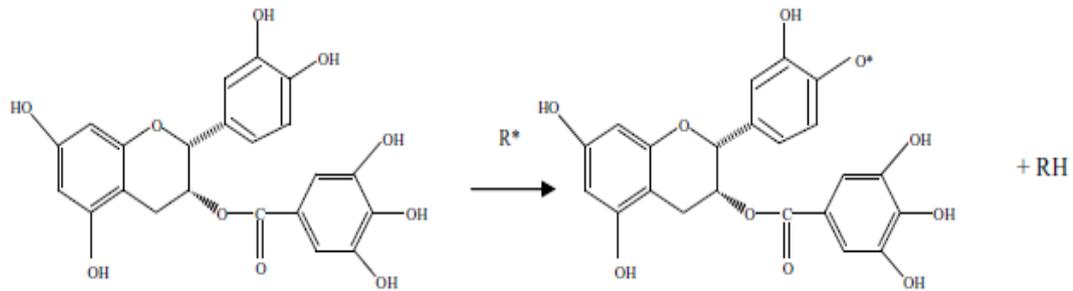
Kemampuan menangkal radikal bebas 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) oleh polifenol pada teh adalah sebagai berikut EGCG>ECG>EGC>EC=TF-2>TF-1> TF (Chen dan Ho, 1994). Teaflavin (TF) menunjukkan kemampuan yang lebih rendah dalam menghambat oksidasi lemak dibandingkan katekin. Epimersisa katekin oleh panas menunjukkan kemampuan yang sama atau lebih tinggi aktif antioksidan daripada katekin teh (Rice-ewan *et al*, 1997). Pada teh hijau yang diseduh dengan air murni mengalami epimerisasi pada suhu 82⁰C. Mekanisme dari polifenol sebagai antioksidan melalui empat tahapan, yaitu:

1. Melucuti radikal bebas.
2. Sebagai donatur molekul hidrogen untuk mencegah pembentukan radikal bebas.
3. Menonaktifkan oksigen tunggal yang nantinya dapat bertindak sebagai radikal bebas didalam tubuh.
4. Menangkap ion logam, yaitu dengan cara berkaitan dengan ion logam yang dapat menghambat pembentukan radikal bebas. Beberapa ion logam, termasuk besi (Fe²⁺) dan tembaga (Cu²⁺), mendukung pembentukan radikal bebas. (Rohdiana, 2009)

Posisi aktif dari polifenol teh sebagai aktif antioksidan ditunjukkan pada Gambar 3, dan penangkapan radikal bebas oleh bagain senyawa polifenol seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Posisi Aktif dari Polifenol teh sebagai anti oksidan aktif (Zhu et. al, 2004)



Gambar 4. Penangkapan Radikal Bebas oleh EGCG (Pietta et al., 1996)

Polifeonol pada teh merupakan penyumbang terbesar terhadap kandungan total antioksidan pada teh, dimana polifenol mempunyai 73% bagian, dengan EGCG sebagai antioksidan yang paling aktif. Aktivitas dari EGCG menyumbang 32% dari potensi antioksidan teh (Rohdiana, 2009). Sementara itu pada teh putih atau teh tanpa fermentasi didominasi oleh EGCG sehingga sangat efektif menangkal radikal bebeas (Hilal dan Engelhardt, 2007).

2.5. DPPH (*1,1-Diphnyl, 2-Picrylhidrazl*)

DPPH atau *1,1-Diphnyl,2-Picrylhidrazl* merupakan radikal bebas. Radikal bebas adalah sekelompok bahan kimia baik berupa atom maupun molekul yang

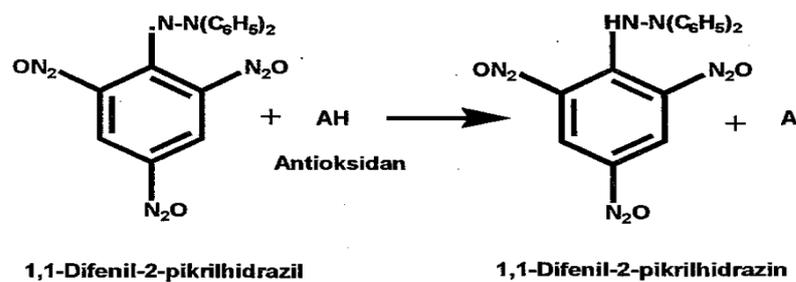
memiliki elektron tidak berpasangan pada lapisan luarnya. Radikal bebas merupakan suatu kelompok bahan kimia dengan reaksi jangka pendek yang memiliki satu atau lebih elektron bebas (Droge, 2002). Karena adanya elektron berpasangan ini, maka secara kimiawi radikal bebas menjadi sangat reaktif, dan akan mengambil elektron dari molekul lain sehingga molekul tersebut akan menjadi radikal bebas, demikian seterusnya hingga terjadi reaksi yang berantai.

Radikal bebas bisa berasal dari dalam tubuh (endogen) atau luar tubuh (eksogen). Sumber endogen radikal bebas adalah turunan dari oksigen reaktif, misalnya radikal anion superoksida ($O_2^{\cdot-}$), radikal Hidroksil (OH^{\cdot}) yang merupakan radikal paling reaktif, dan radikal peroksil (ROO^{\cdot}). Oksigen reaktif tersebut berasal dari hasil samping proses oksidasi (autooksidasi, oksidasi enzimatik, oksidasi ion logam-logam transisi), pembakaran sel, dan metabolisme. Sementara itu, radikal bebas eksogen bisa berasal dari polusi, radiasi, dan obat-obatan. Oksidasi dalam polusi misalnya dari asap rokok yang bertanggung jawab atas terjadinya kerusakan saluran pernapasan (Droge, 2002).

Radikal bebas berkontribusi terhadap kelainan pada manusia termasuk kanker, *arteriosclerosis*, *arthritis*, *ischemia*, *Central Nervous System (CNS) injury*, gastritis, demencia, kelainan ginjal dan *Acquired Immune Deficiency System (AIDS)* (Sajilata *et. al.*, 2008). Radikal bebas juga secara disengaja diproduksi oleh tubuh sebagai respon kekebalan tubuh. Serbuan bakteri dan mikroorganisme infeksius lainnya akan dihambat oleh sel darah putih khusus menggunakan radikal bebas yang berasal dari oksigen reaktif. Akan tetapi jika radikal bebas terlalu berlabih dan tidak sesuai dengan sistem keseimbangan dalam

tubuh, maka radikal bebas akan mendorong runtuhnya akreditasi kesehatan tubuh (Rohdiana, 2009).

Radikal bebas yang umumnya digunakan dalam model penelitian adalah DPPH. Menurut Widono dan Sudirman (2001), DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil, sehingga apabila digunakan sebagai pereaksi, cukup dilarutkan dan tidak perlu dibuat *recenter* (peratus), dengan cara mereaksikan pereaksi-pereaksi sebagaimana yang dilakukan pada radikal bebas nitrit oksida. Adapun reaksi radikal bebas DPPH dengan antioksidan sebagai penangkap radikal bebas di tunjukan pada Gambar 5.



Gambar 5. Reaksi Radikal bebas DPPH dengan Antioksidan (Nina dan Hanafi, 2002)

Analisis penangkapan radikal bebas DPPH terhadap beberapa jenis teh menunjukkan ekstrak teh hijau dan teh putih memiliki kemampuan yang tinggi dalam menangkap radikal bebas, namun lebih rendah dari teh kuning, tetapi lebih tinggi daripada teh fermentasi (teh hitam). Penangkapan radikal bebas berkorelasi dengan derajat fermentasi dari daun teh. Kemampuan penangkapan radikal bebas yang tinggi ditemukan pada ekstrak teh fermentasi yang sangat cepat dan tanpa fermentasi, sedangkan yang paling rendah ditemukan pada teh fermentasi. Keterangan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan penangkapan radikal bebas dari ekstrak teh tergantung pada kandungan katekin, sedangkan penangkapan radikal

bebas yang rendah disebabkan tingginya kandungan dari tannin, tingginya senyawa tearubigin dan teaflavin (Gramza, 2008).

2.6. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar perubah. Hubungan tersebut diekspresikan dalam bentuk persamaan yang mengubah peubah terikat (*Dependent Variabel*) Y dengan satu ata lebih peubah bebas (*Independent Variable*) X_1, X_2, \dots, X_n . Terdapat dua jenis regresi yaitu regresi linear dan regresi tidak linear. Pada konsep regresi linear, apabila hanya satu peubah bebas, maka model yang diperoleh dinamakan model regresi linear sederhana. Sedangkan apabila digunakan lebih dari satu peubah bebas, model yang diperoleh dinamakan regresi linear ganda.

Pada regresi leniar sederhana hubungan hubungan antara variabel x dan y dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \mu_i ; i=1,2,\dots,N$$

Y = Variabel Terikat; X = Varibel Bebas ; μ = Gangguan Sitokastik; β_0 dan β_1 = Parameter Regresi; i = Pengamatan ke i ; N= Banyaknya Observasi. Untuk memudahkan notasi, model terestimasi sering di tuliskan dengan persamaan

$$y = \alpha + \beta x$$

Dengan α sebagai penaksir untuk intercept β_0 dan β adalah penaksir β_1 . Pada pelaksanaanya, karena regresi linear sering digambarkan dalam bentuk garis, nilai y sering dilambangkan dengan nilai \hat{Y} (y topi), α diganti a dan β diganti b sehingga membentuk persamaan

$$\hat{y} = a + bx$$

Regeresi linear sederhana selanjutnya dikembangkan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel respon dengan jumlah varibel bebas lebih dari satu atau yang dikenal dengan regresi linear ganda. secara umum model regresi ganda dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \mu_1 ; t = 1, 2, \dots, N$$

Untuk memudahkan notasi, model terestimasi sering di tuliskan dengan persamaan

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt}$$

dari persemaan regresi akan didapat nilai koefisien korelasi (r).

Koefisien korelasi menunjukan kekuatan hubungan linear dan arah hubungan variabel acak. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 sampai dengan -1. Korelasi mempunyai kemungkinan pengujian hipotesis dua arah. Korelasi dikatakan searah jika nilai koefisien korelasi positif. Sebaliknya, jika negatif korelasi disebut tidak searah. Jika koefisien korelasi tidak sama dengan nol (0) maka ada hubungan antara variabel x dan y. dan jika koefisien korelasi +1 maka hubungan antara variabel x dan y adalah sempurna.

Dari nilai r akan didapat nilai koefisien determinasi yaitu dengan mengkuadratkan r sehingga dilambangkan dengan R^2 (*R square*). koefisiesn determinasi (R^2) menerangkan seberapa besar variasi atau pengaruh variabel y yang dapat diterangkan variabel x. Jika $R^2 = 0$ maka tidak ada variasi variabel y yang dapat diterangkan variabel x. Namun, jika $R^2 = 1$ maka variasi y diterangkan seluruhnya oleh x atau semua titik berada pada garis regresi.

Data yang disajikan untuk dilakukan analisis regresi hendaknya tidak mengalami permasalahan pencilan yang berpotensi sebagai data berpengaruh.

Akibat adanya data tersebut maka akan menimbulkan autokorelasi dan multikolinearitas. Selain itu, data yang disajikan juga tidak mengalami *heteroskedastisitas* atau adanya ketidasmamaan residual dari satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Autokorelasi adalah adanya korelasi antar variabel itu sendiri pada pengamatan yang berbeda waktu dan individu. Sedangkan multikolinearitas adalah semua data variabel bebas membentuk suatu interval yang sama misalnya $X_1 = 4 X_2$

Selain model linear dan ada juga model non linear. Model non linear dalam parameternya bersifat kuadratik dan kubik dengan kurva yang dihasilkan membentuk garis lengkung. Salah satu regresi non linear adalah regresi kuadratik. Regresi non linear model kuadratik merupakan hubungan antara dua peubah yang terdiri dari variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) sehingga akan diperoleh suatu kurva yang membentuk garis lengkung menaik ($\beta_2 > 0$) atau menurun ($\beta_2 < 0$) (Sudjana, 1996).

III METODE PENELITIAN

Bagian metode penelitian menguraikan secara lebih eksplisit dan teknis terperinci menyangkut bagaimana metode penelitian yang digunakan, cara menganalisis data, serta tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Selain dari itu, dijelaskan juga mengenai metode yang digunakan dalam menganalisis objek penelitian beserta bahan dan alat yang digunakannya.

3.1. Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1. Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan berupa teh putih yang berasal dari 4 kebun berbeda. Bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah *1,1-diphnyl, 2-picrylhidrazl* (DPPH), larutan *Folin-Ciocalteau* (1:1 (FeCl₃ 0,1 M; K₃Fe(CN)₆ 0,008 M)), dan *aquadest*.

3.1.2. Alat-alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu neraca analisis dengan kapasitas 200 gram (ketelitian 0,1 mg), gelas kimia, aluminium foil, penangas air, corong, spektrofotometer UV, tabung reaksi, labu takar 100 ml, termometer, *stop watch*.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian analisis polifenol total teh putih (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze) dan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH (*1,1-diphnyl, 2-picrylhidrazl*) berdasarkan suhu dan lama penyeduhannya, terbagi menjadi dua tahapan yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan berupa analisis kadar polifenol total teh putih dari 4 pabrik yang berbeda. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui apakah faktor ketinggian kebun mempengaruhi tingginya kandungan polifenol pada teh putih.

3.2.2. Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan menggunakan sampel teh putih dengan kandungan polifenol total paling tinggi pada penelitian pendahuluan. Tujuan dari penelitian utama yaitu untuk mengetahui polifenol total paling tinggi dan efektifitas penangkapan radikal bebas DPPH dalam suhu dan lama penyeduhan yang berbeda-beda. Penelitian utama terdiri dari rancangan perlakuan, rancangan analisis, dan rancangan respon.

1. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan pada penelitian utama yaitu suhu penyeduhan (T), dan lama penyeduhan (w).

a. Suhu penyeduhan ditentukan berdasarkan suhu didih dan interval yang sama ke masing-masing titik. Suhu didih yang diperoleh di tempat penelitian yaitu 95°C sehingga suhu yang digunakan pada penelitian utama yaitu :

T_1 = Suhu penyeduhan 55°C

T_2 = Suhu penyeduhan 75°C

T_3 = Suhu penyeduhan 95°C

b. lama penyeduhan (w) dalam penelitian utama terdiri dari 3 taraf yaitu :

w_1 = lama penyeduhan 3 menit

w_2 = lama penyeduhan 6 menit

w_3 = lama penyeduhan 9 menit

Penentuan lama penyeduhan 3 menit dan 9 menit merujuk kepada lama penyeduhan selama 6 menit pada SNI 01-1902-2000 tentang teh. Sehingga didapat interval 3 menit dari masing-masing titik.

2. Rancangan Analisis

a. Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda digunakan untuk menganalisis suhu dan lama penyeduhan terhadap polifenol dalam seduhan, dan suhu dan lama penyeduhan terhadap penangkapan radikal bebas. Persamaan regresi linear berganda adalah sebagai berikut :

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

dimana: y = Polifenol total/ EC_{50} DPPH,

a = Koefisien penaksir regresi,

b_1 = Koefisien Suhu Penyeduhan,

b_2 = Koefisien lama Penyeduhan,

x_1 = Suhu Penyeduhan, dan

x_2 = lama Penyeduhan.

Dari persamaan tersebut akan dicari arah korelasi (r) menggunakan *SPPS 16 For Windows*. Jika positif maka pengaruh suhu dan lama penyeduhan terhadap polifenol total dan penangkapan radikal bebas adalah searah, dan jika negatif maka berlawanan. Apabila dituliskan dalam hipotesis statistiknya untuk polifenol total yaitu:

$H_0 : r > 0$ = Semakin tinggi suhu dan lama penyeduhan semakin tinggi polifenol total dalam seduhan tersebut.

$H_a : r < 0$ = Semakin tinggi suhu dan lama penyeduhan semakin rendah polifenol total dalam seduhan tersebut.

Sedangkan untuk penangkapan radikal bebas DPPH yaitu:

$H_0 : r > 0$ = Semakin tinggi suhu dan lama penyeduhan maka penangkapan radikal bebas DPPH semakin kurang Efektif.

$H_a : r < 0$ = Semakin tinggi suhu dan lama penyeduhan maka penangkapan radikal bebas DPPH semakin Efektif.

b. Regresi Linear Sederhana.

Regresi linear sederhana digunakan untuk menganalisis korelasi dari jumlah polifenol total pada seduhan dan penangkapan radikal bebasnya. Regresi Linear sederhana memenuhi persamaan :

$$y = a + bx$$

y = Ec_{50} DPPH,

a = Koefisien penaksir regresi,

b = Koefisien polifenol total, dan

x = Polifenol total.

Sama seperti pengaruh suhu dan lama penyeduhan terhadap polifenol total ataupun penangkapan radikal bebas DPPH, jika korelasi positif maka hubungannya searah tetapi jika negatif maka berlawanan. Apabila dikaitkan dalam hipotesis penelitian maka:

$H_0 : r > 0$ = Semakin tinggi kandungan polifenol total pada seduhan maka semakin efektif aktivitas penangkapan radikal DPPH-nya.

$H_1 : r < 0$ = Semakin tinggi kandungan polifenol total dari hasil seduhan maka semakin lemah pengkapan radikal DPPH-nya.

Korelasi dari regresi sederhana atau berganda akan dicari koefisien determinasi (R^2). R^2 berkisar antara 0-1 yang berarti semakin kecil nilai R^2 maka hubungan kedua variabel semakin lemah. Sebaliknya, jika R^2 semakin mendekati 1, maka hubungan kedua variabel semakin kuat. Apabila dikaitkan dalam persamaan linear maka nilai y dapat dijelaskan sebesar persen (%) R^2 oleh nilai x . Sedangkan sisanya, yaitu $100\% - \%R^2$, dijelaskan oleh faktor lain (Sarwono, 2008). Persamaan regresi selanjutnya diuji kelinearitasannya dan keberartian dari koefisien-koefisien pada persamaan tersebut.

c. Uji Linearitas dan Keberartian

Menurut Sarwono (2008), Uji linearitas digunakan untuk menjelaskan apakah persamaan linear atau tidak linear dengan ketentuan angka probabilitas (p) ialah harus lebih kecil dari 0.05, atau dinyatakan dalam hipotesis statistik yaitu:

$h_0 : p < 0.05 =$ Persamaan adalah linear

$h_1 : p > 0.05 =$ Persamaan Tidak Linear

Sementara itu, untuk menguji keberartian koefisien korelasi (r) yaitu dengan membandingkan nilai r hitung terhadap r tabel. Adapun ketentuan yang digunakan yaitu, apabila r hitung lebih besar dari r tabel maka koefisien dinyatakan signifikan (Sugiyono, .2009), atau dinyatakan dalam hipotesis statistik yaitu:

$h_0 : r \text{ hitung} < r \text{ tabel} =$ koefisien korelasi tidak signifikan

$r_a : r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}} = \text{koefisien korelasi signifikan.}$

3. Rancangan Respon

Respon yang akan diuji adalah respon kimia. Respon kimia yang dilakukan meliputi analisis polifenol total dan penangkapan radikal bebas terhadap semua seduhan pada penelitian utama. Analisis polifenol total dilakukan dengan metode *Follin-Ciocalteu* (Kulisic *et al.*, 2006) sedangkan analisis penangkapan radikal bebas dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (Yen dan Chen, 1995).

3.3. Deskripsi Percobaan

3.3.1. Penelitian Pendahuluan

Diagram alir penelitian pendahuluan analisis polifenol total teh putih (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze) dan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH (*1,1-diphenyl, 2-picrylhydrazyl*) berdasarkan suhu dan lama penyeduhannya, seperti pada Gambar 6. Deskripsi dari Gambar 6 adalah sebagai berikut:

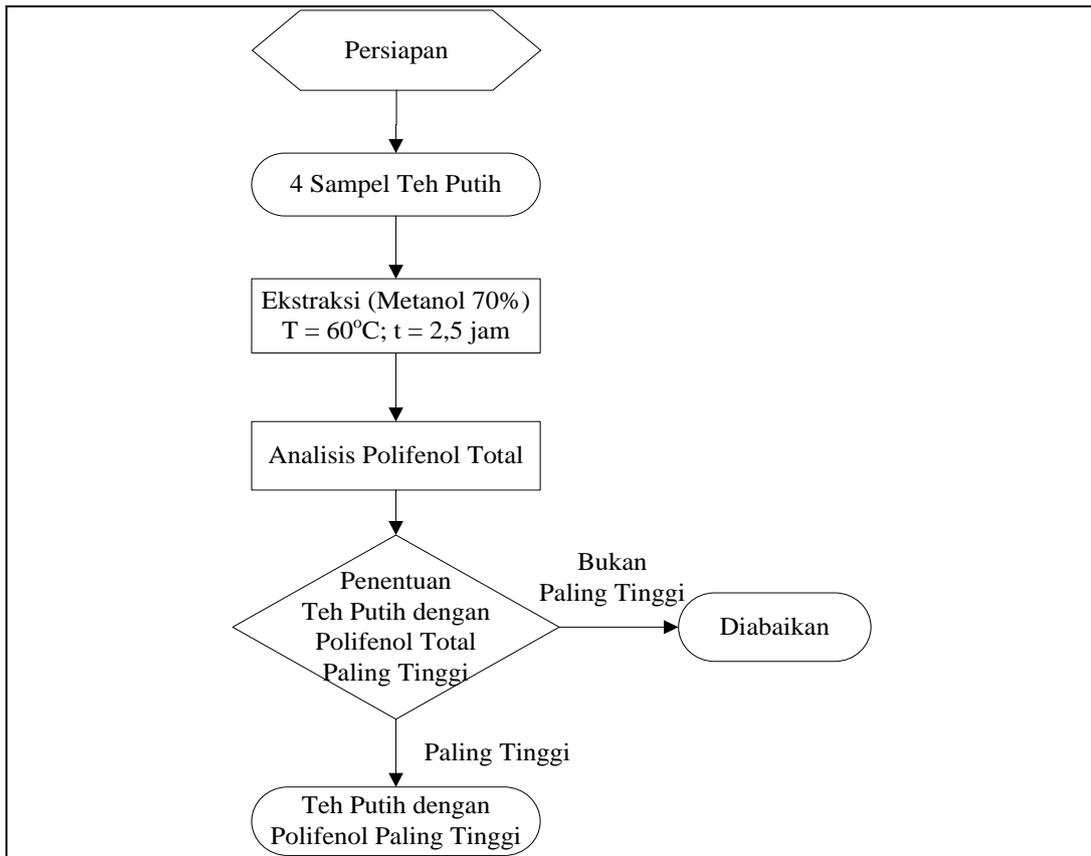
1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penjabaran mengenai kerangka acuan penelitian yang mencakup dasar pemikiran, teori/konsep yang digunakan dalam penelitian, penentuan metode percobaan, penentuan metode pengujian dan analisis, serta penyiapan 4 sampel teh putih dari pabrik yang berbeda.

2. Ekstraksi Teh Putih

4 sampel teh putih yang telah disiapkan, dihaluskan dalam kondisi tertutup. Sampel yang telah halus kemudian diekstraksi menggunakan metanol 70% dalam suhu 60°C. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pendingin

(Kondensor) mengingat pelarut yang digunakan adalah metanol dan suhu yang digunakan adalah 60°C dengan lama yang cukup lama. Ekstraksi dilakukan selama 2,5 jam sampai didapat ekstrak teh putih. Kemudian, ekstrak teh putih dipipet 50 uL ke dalam tabung reaksi untuk dilakukan uji polifenol total.



Gambar 6. Diagram alir penelitian pendahuluan

3. Analisis Polifenol Total

Ke-empat sampel ekstrak teh putih, kemudian diuji kadar polifenol total. Metode yang dilakukan untuk mengukur polifenol adalah Follin Ciocalteu.

4. Penentuan Teh Putih dengan Polifenol Total paling Tinggi

Hasil dari analisis polifenol total kemudian ditentukan seduhan sampel dengan polifenol total paling tinggi. Teh putih yang seduhannya mempunyai kandungan polifenol paling tinggi dilakukan digunakan sebagai bahan yang diuji pada penelitian utama.

3.3.2. Penelitian Utama

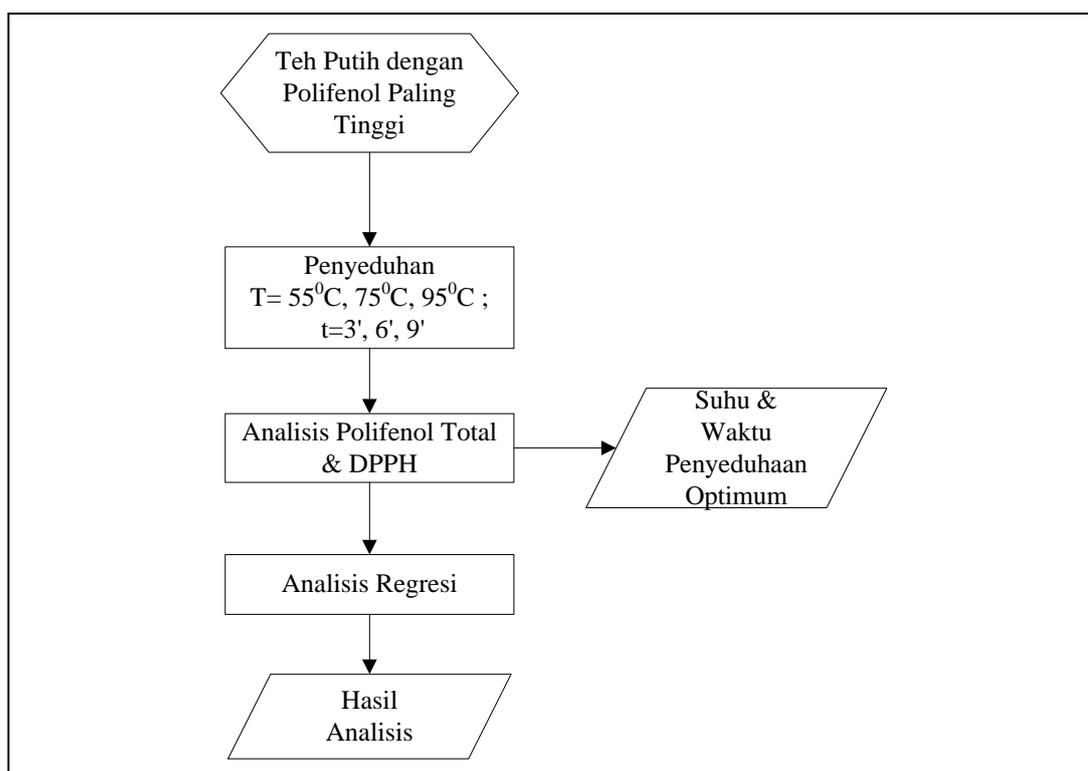
Diagram alir penelitian utama analisis polifenol total teh putih (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze) dan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH (1,1-diphenyl, 2-picrylhydrazyl) berdasarkan suhu dan lama penyeduhannya, seperti pada Gambar 7. Deskripsi dari Gambar 7 adalah sebagai berikut:

1. Penyeduhan

Sampel teh putih dengan kandungan polifenol total paling tinggi dilakukan pengujian pengaruh suhu dan lama penyeduhan. Jumlah sampel yang diuji ada 9 sampel yang merupakan kombinasi dari 3 suhu penyeduhan dan 3 lama penyeduhan. Pengujian dilakukan secara acak untuk memberikan peluang yang sama terhadap sampel tersebut. Selanjutnya 9 sampel yang akan diuji diberi kode untuk memudahkan dalam pelaksanaannya.

Kode sampel pengujian pengaruh suhu dan lama penyeduhan teh putih terhadap kandungan polifenol total dan penangkapan radikal bebas DPPH seperti

pada Tabel 4. Suhu yang digunakan pada penyeduhan dalam penelitian utama yaitu 55⁰C, 75⁰C, dan 95⁰C dengan lama penyeduhan 3 menit, 6 menit dan 9 menit . Cara yang digunakan pada penyeduhan penelitian utama mengacu pada SNI 01-1902-2000 tentang teh, yaitu sebanyak 2,48 gram dalam 140 ml air.



Gambar 7. Diagram alir penelitian utama

Tabel 4. Kode Sampel Pengujian

Suhu (⁰ C)	Waktu (menit)	KODE PENGUJIAN
55	3	T ₁ W ₁
55	6	T ₁ W ₂
55	9	T ₁ W ₃
75	3	T ₂ W ₁
75	6	T ₂ W ₂
75	9	T ₂ W ₃
95	3	T ₃ W ₁
95	6	T ₃ W ₂
95	9	T ₃ W ₃

2. Analisis Polifenol Total dan DPPH

Seduhan-seduhan hasil penyeduhan pada tahap II kemudian diuji kandungan polifenol total dan penangkapan radikal bebas DPPH. Out put dari

tahap ini yaitu suhu dan lama penyeduhan optimum teh putih dalam menghasilkan polifenol total paling tinggi dan penangkapan radikal paling efektif berdasarkan konsentrasi efektif 50% (EC_{50}) dari seduhannya. Selanjutnya diolah untuk mengetahui korelasi antara suhu dan lama penyeduhan terhadap polifenol total dan penangkapan radikal bebas dengan regresi linear berganda.

3. Analisis Regresi

Hasil dari analisis polifenol total dan penangkapan radikal bebas DPPH kemudian dilakukan analisis regresi dengan polifenol total sebagai variabel bebas dan penangkapan radikal bebas DPPH berdasarkan konsentrasi Efektif 50%-nya (EC_{50}) sebagai variabel respon. Berdasarkan jumlah dari variabel, baik variabel bebas atau respon maka regresi yang digunakan adalah regresi linear sederhana.

Metode regresi linear yang digunakan, diolah menggunakan tools data statistik yaitu *SPPS for windows* versi 16. Tujuan dari analisis regresi yaitu untuk mengetahui sejauh mana korelasi atau hubungan antara polifenol total dengan penangkapan radikal bebas DPPH. Output dari tahap ini yaitu persamaan linear dengan tingkat korelasi dari persamaan tersebut.

IV PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan bebarapa rangkaiannya seperti dijelaskan pada Metode Penelitian laporan ini, diperoleh data yang secara ringkas dimuat pada bagian ini yang selajutnya dilengkapi dengan *reasoning* atau pembahasan terhadap data-data tersebut, sedangkan untuk kelengkapan dari data yang diperoleh disajikan pada lampiran laporan ini.

4.1. Asal Pabrik

Teh putih yang dianalisis pada penelitian pendahuluan berasal dari 4 kebun yang berbeda khususnya dengan ketinggian yang berbeda yaitu kebun Ciberem Cinchona (Pengalengan), PPTK Gambung (Ciwidey), Dewata (Ciwidey), dan Pasir Sarongge (Cianjur). Teh putih diambil pada tanggal produksi yang sama yaitu 17 Oktober 2011 dalam keadaan sudah dikemas dengan alumunium foil. Berdasarkan kriteria yang telah disusun, dari hasil survey lapangan, keempat kebun penghasil teh putih tersebut mempunyai perbedaan masing-masing seperti pada Tabel 5.

Dari Tabel 5, varietas teh yang dijadikan bahan baku teh putih adalah varietas *assamica* atau sering disebut teh asam. kemudian, klon yang digunakan adalah Gambung (Gmb 1-11). Sementara itu, hasil wawancara terhadap produsen di PPTK Gambung menyebutkan bahwa klon TRI menghasilkan warna hitam saat dijemur dengan sinar matahari yang berakibat kurang bagusnya kenampakan dari teh putih yang dihasilkan. Penggunaan kolon Gmb 1-11 dikarenakan mempunyai karakteristik teh yang bagus yaitu putih ketika teh tersebut dikeringkan. Hal

tersebut disebabkan karena klon varietas ini mempunyai bulu lebat, yang hampir menyelimuti seluruh bagian peko. Sehingga panas tidak langsung kontak dengan permukaan peko dan laju perpindahan panas dari dalam ke permukaan cenderung lebih lambat.

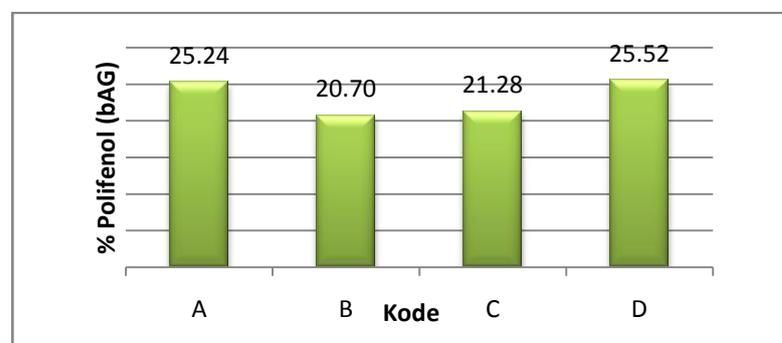
Tabel 5. Hasil survey terhadap 4 kebun teh

Aspek	(A) Kebun Dewata	(B) Kebun Ciberem	(C) Kebun Saronge	(D) Kebun Gambung
Varietas	<i>C assamica</i>	<i>C assamica</i>	<i>C assamica</i>	<i>C assamica</i>
Klon	Gb 7	Gb 1-11	Gb 1-11	GB 1-11
Ketinggian Kebun	± 1800 mdpl	±1250 mdpl	± 1100 mdpl	± 1300 mdpl
Cara Produksi	3 kali pengeringan (Sinar Matahari, Kamar Pengereng, Oven)	3 kali pengeringan (Sinar Matahari, Kamar Pengereng, Oven)	3 kali pengeringan (Sinar Matahari, Kamar Pengereng, Oven)	3 kali pengeringan (Sinar Matahari, Kamar Pengereng, Oven)
Kadar Air Akhir	3-4%	3-4%	3-4%	3-4%

Panas yang digunakan dalam pengeringan teh putih dilakukan secara bertahap, yaitu pengeringan dengan sinar matahari sampai kadar air sekitar 13-15 %, pengeringan pada kamar pengering dengan Rh 70-80% dan suhu 22-25°C sampai kadar air teh sekitar 8%, dan pengeringan menggunakan *tunnel dryer* dengan suhu 50°C sampai kadar air teh 3-4% atau selama 2 jam.

Pengeringan yang dilakukan secara bertahap bertujuan untuk memunculkan aroma khas dari teh putih dan mencegah rusaknya senyawa-senyawa yang terdapat dalam teh khususnya polifenol. Polifenol merupakan senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan dan rentan terhadap panas dengan titik turning point 82°C. Selain itu, pengeringan juga bertujuan untuk menginaktivasi enzim-enzim dalam teh yang mampu merubah senyawa fenol.

Hasil dari pengolahan data terhadap hasil uji polifenol total seperti digambarkan pada Gambar 9. Polifenol total yang terukur merupakan total fenol yang terdapat pada ekstrak teh putih berdasarkan standar asam galat (AG). Ekstraksi dilakukan dengan cara reflux pada suhu 66°C menggunakan pelarut metanol 70 %. Larutan standar yang digunakan yaitu 0.1 mg/g; 0,2 mg/gr; 0,4 mg/g; 0,8 mg/g; dan 1.6 mg/g dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 750 nm. kurva baku dengan persamaan $y = 1.005 x - 0.001$ (x konsentrasi AG (mg/g) dan y = absorbansi) dan $R^2 = 0.999$.



Gambar 8. Diagram Polifenol total teh putih dari 4 kebun berbeda

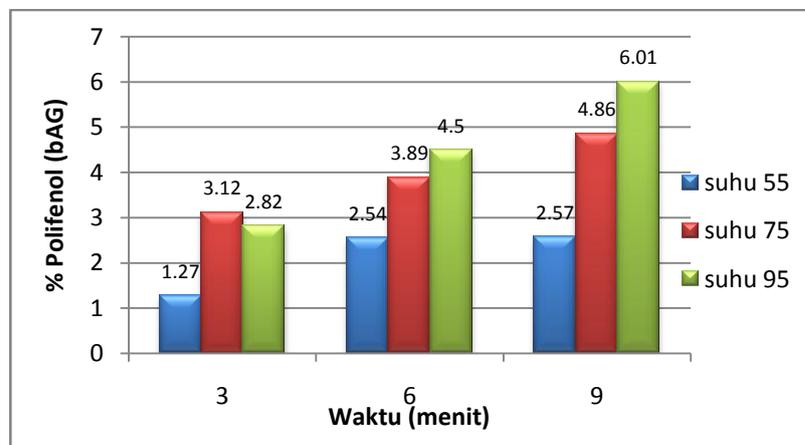
Dari Gambar 8 terlihat masing-masing teh putih mempunyai kadar polifenol total yang berbeda dari masing-masing kebun. Polifenol total dari kebun Gambung mempunyai kadar paling tinggi yaitu 25.52 %, disusun teh dari kebun Dewata (25,24%), Pasir Saronge (21,28%), dan Ciberem (20,70 %). Dari Tabel 5, menunjukkan nilai dari ketinggian tidak menunjukkan semakin tingginya kebun maka akan semakin tinggi kadar polifenol seperti pada Gambar 9, sebagaimana yang diutarakan Mitrowiharjo, dkk (2009) bahwa klon dengan jumlah peko yang tinggi tidak selalu memperlihatkan total ketekin yang tinggi di atas (1200-1300 m dpl) dibandingkan dengan teh yang tumbuh di bawah (700 – 900 m dpl).

Berdasarkan penelitian pendahuluan teh putih dari perkebunan Gambung mempunyai kadar polifenol total paling tinggi (25.52 %) dibandingkan dengan teh

putih lainnya yang diuji. Maka teh putih dari perkebunan Gambung digunakan dalam penelitian utama.

4.2. Polifenol Total

Teh putih dengan kadar polifenol paling tinggi selanjutnya digunakan dalam penelitian utama. Pada penelitian utama, teh putih diseduh menggunakan aquades dengan suhu penyeduhan dan lama penyeduhan yang berbeda. Hasil analisis polifenol total dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram polifenol total yang terektrak pada seduhan teh putih

Hasil analisis statistik regresi linear berganda yang diolah menggunakan SPSS For Windows Versi 16, dengan suhu dan lama penyeduhan sebagai variabel bebas, serta polifenol total sebagai variabel respon, didapat persamaan regresi yaitu $Y = -2,572 + 0,058 X_1 + 0,346 X_2$. Berdasarkan uji linearitas, persamaan tersebut adalah linear ($p < 0.05$) sehingga model regresi ini dapat diberlakukan dalam penentuan polifenol total yang terektrak dalam seduhan teh putih dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.933.

Koefisien korelasi dari persamaan adalah 0.933 dan pada taraf nyata 95% dengan jumlah sampel 9 didapat nilai r tabel sebesar 0.666, maka nilai dari koefisien korelasi signifikan ($r > r$ tabel). Dengan demikian, terdapat hubungan

yang positif dan signifikan sebesar 0.933 antara suhu dan waktu penyeduhan terhadap polifenol total yang terekstrak pada seduhan teh putih, atau suhu dan waktu penyeduhan secara bersama berpengaruh terhadap polifenol yang terekstrak terhadap teh putih. Sehingga, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan maka semakin tinggi polifenol total pada seduhan tersebut, maka hipotesis penelitian (H_0) diterima.

Besarnya pengaruh dari suhu dan waktu penyeduhan secara bersama terhadap polifenol total pada seduhan teh putih (R^2) adalah 0.871, atau 87.1%. Sisanya yaitu 12,9 % dipengaruhi oleh faktor lain yang diduga proses ekstraksi. Karena menurut penelitian Khohkar dan Magnusdottir (2002) berpandangan bahwa proses ekstraksi juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi komposisi kimia dalam seduhan teh.

Proses ekstraksi dengan menggunakan air mendidih mengakibatkan sejumlah air berubah ke fase uap. Perubahan air ke fase uap berdampak kepada jumlah air yang mengekstrak polifenol pada teh putih. Sehingga air yang mengekstrak teh tidak lagi 2,48 gram/140 ml.

Hasil pengujian menunjukkan kadar polifenol total selama 3 menit lebih tinggi pada suhu 75°C dibandingkan suhu 95°C (suhu didih penyeduh/air). Peristiwa tersebut diduga karena terjadinya degradasi, epimerisasi, dan atau oksidasi seperti yang diungkapkan pada penelitian sebelumnya bahwa stabilitas katekin dipengaruhi proses termal dengan titik turning point katekin yaitu 82°C (Wang dan Zhou, 2004).

Dari diagram pada Gambar 9. tampak bahwa semakin tinggi suhu dan waktu penyeduhan, maka polifenol total yang terekstrak dari masing-masing suhu

dan waktu terus meningkat. Suhu penyeduhan yang semakin tinggi akan membantu proses degradasi dinding sel (selulosa) dan protein sehingga ekstraksi/larutnya fenol termasuk katekin yang terdapat dalam vakuola sel daun akan terjadi lebih efektif. Akan tetapi penggunaan suhu tinggi tidak selamanya menguntungkan khususnya bagi stabilitas senyawa fungsional yang sensitif (Susanti, 2008). Selain itu, waktu penyeduhan yang semakin lama juga mengakibatkan kesempatan bagi air penyeduh untuk kontak dengan teh semakin lama, sehingga ekstraksi polifenol semakin optimal (Rohdiana, 2008).

Walaupun demikian, diagram pada gambar 9 juga menunjukkan penambahan jumlah polifenol yang cenderung menurun seiring dengan lama menyeduh. Pada suhu 55°C, lama penyeduhan 6 menit menghasilkan polifenol dalam seduhan sebesar 2,54% sedangkan pada lama 9 menit 2,57%, atau hanya bertambah 0,03%. Sementara itu, pada waktu penyeduhan 3 menit di suhu penyeduhan yang sama terdapat 1,27% polifenol dalam seduhan. Hal tersebut karena berkurangnya aktifitas ekstraksi.

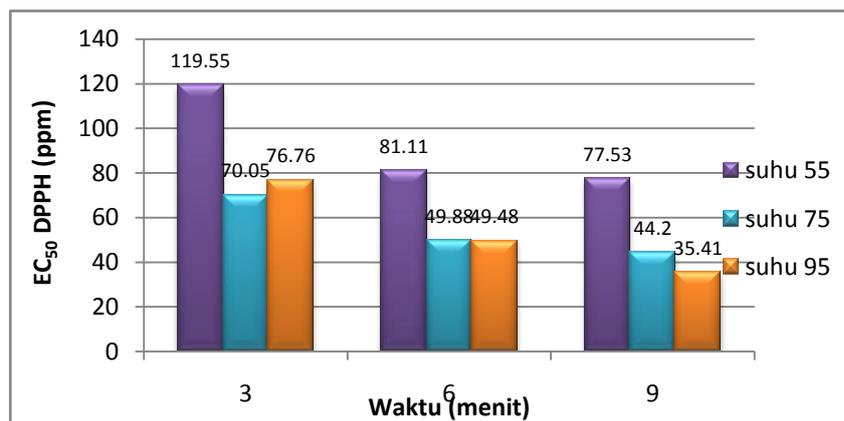
Berkurangnya aktifitas ekstraksi terjadi sebagai akibat penurunan suhu dalam sistem selama proses penyeduhan. Penurunan suhu terjadi karena adanya perbedaan suhu antara air penyeduh, teh putih, dan lingkungan. Air penyeduh mempunyai suhu yang lebih tinggi dari teh putih dan lingkungan. Sehingga terjadi perambatan panas secara konduksi terhadap teh putih dan konveksi terhadap lingkungan.

Penyeduhan yang paling tinggi menghasilkan polifenol ditunjukkan pada seduhan selama 9 menit dengan suhu 95°C atau suhu didih. Pada kondisi tersebut 6.01 % polifenol yang terekstrak dalam seduhan. Polifenol yang terekstrak sebesar

6.01% masih sangat kecil, atau 23,55% dari potensi yang terdapat pada teh putih yaitu 25.52 % dari berat kering teh putih. Dengan demikian, sekitar 76,45% polifenol belum terekstrak atau sekitar 19,51% potensi polifenol yang masih terdapat dalam teh putih. Sehingga, teh tersebut masih bisa diseduh beberapa kali untuk mengharapkan polifenolnya.

4.3. Penangkapan Radikal Bebas DPPH

Untuk melihat sejauh mana pengaruh penyeduhan terhadap manfaatnya bagi kesehatan maka seduhan yang dihasilkan dianalisis aktivitas antioksidanya melalui uji DPPH. Hasil analisis DPPH ditunjukkan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Diagram EC₅₀ DPPH pada seduhan teh putih

Hasil analisis statistik menggunakan regresi linear berganda yang diolah menggunakan SPSS For Windows Versi 16, dengan suhu dan lama penyeduhan sebagai variabel bebas, serta penangkapan DPPH sebagai variabel respon, didapat persamaan regresi yaitu $Y = 181,208 - 0,971 X_1 - 6,068 X_2$. Berdasarkan uji linearitas, persamaan tersebut adalah linear ($p < 0.05$) sehingga model regresi ini dapat diberlakukan dalam menentukan efektivitas penangkapan radikal bebas DPPH berdasarkan suhu dan lama penyeduhan dalam seduhan teh putih dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.896.

Koefisien korelasi dari persamaan adalah 0.896 dan pada taraf nyata 95% dengan jumlah sampel 9 didapat nilai r tabel sebesar 0.666, sehingga nilai dari koefisien korelasi signifikan ($r > r$ tabel). Dengan demikian, terdapat hubungan yang positif dan signifikan sebesar 0.896 antara suhu dan lama penyeduhan terhadap penangkapan radikal bebas DPPH oleh seduhan teh putih, atau suhu dan waktu penyeduhan secara bersama berpengaruh terhadap efektivitas penangkapan radikal bebas DPPH oleh seduhan teh putih. Sehingga, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan maka semakin efektif menangkalkan radikal bebas DPPH oleh seduhan tersebut, maka hipotesis penelitian (H_0) ditolak.

Tingginya efektivitas penangkapan radikal bebas DPPH oleh seduhan teh putih karena tingginya polifenol yang terlarut dalam seduhan tersebut. Selain itu, bahan baku teh putih berasal dari peko yang merupakan tingginya efektivitas. Peko atau pucuk pertama belum mekar yang digunakan sebagai bahan baku teh putih secara jelas menunjukkan tingginya kandungan polifenol golongan EGCG seperti dalam penelitian Hilal dan Engelhardt (2007) yaitu 8%. Dalam penelitian Rice Evan (1996) disebutkan urutan aktivitas antioksidan dari polifenol dari paling tinggi menuju yang terendah adalah $EGCG > EGC > ECG > EC$.

Dalam penyeduhan teh putih ini, epimerisasi EGCG yang terjadi pada suhu 82°C (Rohdiana, 2008) tidak tampak, sehingga dalam suhu penyeduhan yang tinggi tetap menghasilkan efektivitas penangkapan radikal bebas yang tinggi. Hal tersebut lebih sesuai dengan polifenol total yang terdapat pada seduhan, dimana polifenol bertindak sebagai antioksidan (Rice Evan *et. al*, 1995). Dengan demikian, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penyeduhan akan menghasilkan seduhan yang semakin efektif menangkalkan radikal bebas.

Selain dari tingginya EGCG, didalam teh putih juga mempunya perbedaan lain dibandingkan deng teh hijau khususnya. Polifenol pada teh putih mempunyai perbedaan secara jenis yaitu dari golongan flavonol glikoside (FOG). FOG dalam teh putih mempunyai jumlah lebih banyak dibandingkan pada teh hijau, dimana falvonol pada teh putih berjumlah 15 sedangkan pada teh hijau terdapat 14. Jumlah FOG yang terkandung dalam teh putih lebih kecil dibandingkan dengan polifenol total, yaitu hanya 0,61% (Hilal dan Engelhard, 2007).

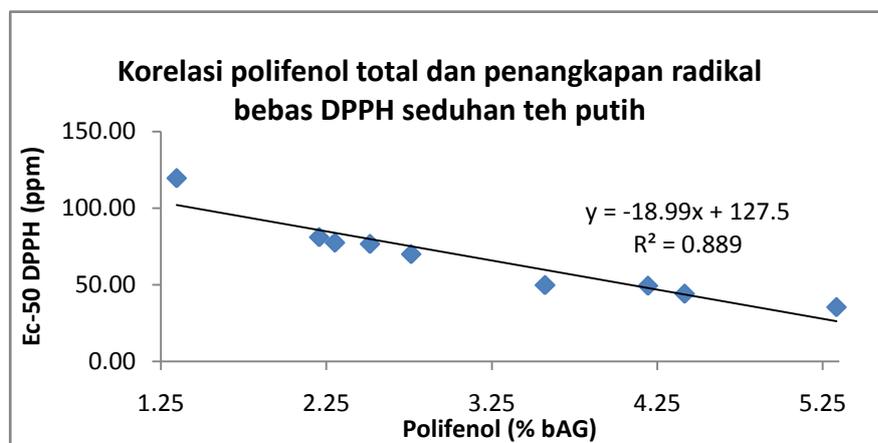
Besarnya pengaruh dari suhu dan lama peyeduhan terhadap efektivitas penangkapan radikal bebas DPPH oleh antioksidan dalam seduhan teh putih (R^2) adalah 0.803 atau 80.3%. Sisanya yaitu 19.97 % dipengaruhi oleh faktor lain yaitu proses ekstraksi, karena antioksidan bersifat menangkap radikal bebas yang berada disekitarnya. Radikal bebas merupakan elektron tidak stabil diantaranya bersumber dari sinar ultra violet, asap rokok, dan polusi udara, atau dari ikatan berantai radikal bebas tersebut (Droge, 2002), sehingga radikal bebas pada dasarnya berada dalam udara terbuka.

Dari Gambar 10, tampak pada waktu 3 menit suhu penyeduhan 75°C lebih efektif menangkap radikal bebas dibandingkan dengan suhu penyeduhan 95°C (suhu didih). Efektivnya penangkapan DPPH ini sama seperti yang ditunjukkan oleh jumlah polifenol yang terekstrak, karena polifenol merupakan berfungsi sebagai antioksidan. Dalam penelitian Rica Evan *et. al* (1995) disebutkan bahwa polifenol merupakan antioksidan kuat dan penangkap radikal bebas. Selain itu didukung juga oleh penelitian Lin dan Liang (2000) bahwa polifenol kuat

manangkal superoksida, hidrogen peroksida, hidroksi radikal, dan nitrit oksida yang merupakan radikal bebas.

4.4. Korelasi Polifenol Total dengan Penangkapan Radikal Bebas DPPH

Berdasarkan hasil analisis menggunakan regresi linear sederhana, korelasi antara polifenol total dengan penangkapan radikal bebas DPPH seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Korelas Antara Polifenol Total EC₅₀ DPPH Seduhan Teh Putih

Dari regresi pada Gambar 11, didapat persamaan untuk polifenol total pada seduhan teh putih terhadap EC₅₀ DPPH adalah $y = -18.99x + 127.5$ dengan koefisien korelasi (r) sebesar -0.943. Uji t terhadap koefisien korelasi sebesar -7.522 atau berada didaerah penolakan H_0 , sehingga koefisien ini dinyatakan berarti atau layak digunakan dalam persamaan regresi. Sedangkan persamaan regresi tersebut dinyatakan linear ($p > 0.05$) atau layak atau bisa diberlakukan dalam mempredisi jumlah penangkapan radikal bebas DPPH oleh jumlah polifenol yang ada dalam seduhan.

Koefisien korelasi dari persamaan adalah -0.943 sedangkan r tabel untuk $n = 9$ adalah 0.666. maka koefisien ini dinyatakan signifikan dan persamaan regresi

ini dinyatakan linear. Dengan kata lain h_0 dari penelitian di terima atau semakin tinggi kandungan polifenol total yang terekstrak pada seduhan teh putih semakin efektif seduhan tersebut menangkal radikal bebas. Besarnya pengaruh penangkapan radikal bebas DPPH oleh polifenol melalui persamaan $Y = -18.99x + 127.5$ (R^2) adalah 0.890, atau dengan kata lain 89 % penangkapan radikal bebas DPPH oleh seduhan teh putih dipengaruhi polifenol total pada seduhan tersebut melalui persamaan $Y = -18.99x + 127.5$.

Polifenol merupakan ikatan panjang dari dari senyawa fenol. senyawa fenol merupakan substansi yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil. Senyawa fenol dalam tanaman dibagi menjadi 3 kelompok yaitu asam fenol, flavonoid, dan tanin (Supriyono,2008). Didalam teh yang sering mendapat sorotan adalah golongan flavonoid khususnya Flavon 3-ol atau yang sering disebut katekin. Flavonoid sendiri pada dasarnya terbagi menjadi antosianidin, biflavon, katekin, flavanon, flavon, dan flavonol (Sugrani dan Agestia, 2009). Semua polifenol mampu menangkal radikal bebas dengan memberikan donor elektron sehingga terbentuk radikal fenoksil yang relative stabil (Supriyono dkk, 2008).

Rice Evan (1996) menjelaskan bahwa polifenol bertindak sebagai antioksidan atau menangkap radikal bebas melalui empat mekanisme, yaitu:

1. Melucuti radikal bebas,
2. Sebagai donator hydrogen untuk mencegah pembentukan radikal bebas,
3. Menonaktifkan Oksigen tunggal yang bertindak sebagai radikal bebas, dan
4. Menangkap logam, yaitu dengan cara berikatan dengan logam yang dapat menghambat pembentukan radikal bebas.

Kemampuan penangkapan radikal bebas oleh komponen polifenol juga dapat dilihat sebagai kemampuan menyumbang hidrogen. Konfigurasi dan total gugus hidroksil merupakan dasar yang sangat mempengaruhi mekanisme aktivitasnya sebagai antioksidan. Dalam penelitian Rice Evan (1996) disebutkan urutan aktivitas antioksidan dari polifenol golongan katekin dari paling tinggi menuju yang terendah adalah EGCG > EGC > ECG > EC. Sementara itu, menurut Hilal dan Engelhardt (2007) bahwa EGCG pada teh putih sebesar 8,00% dan merupakan polifenol tertinggi dalam teh putih.

Tingginya EGCG pada teh putih disebabkan karena bahan baku yang digunakan untuk teh putih. Bahan baku yang digunakan untuk teh putih adalah peko dengan bulu tipis (Hilal dan Engelhardt, 2007) yang menunjukkan tingginya kandungan EGCG dan ECG yang secara jelas merupakan kandungan terbesar dalam daun muda segar (Karori et al., 2007).

V KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapat hasil yang akan disimpulkan dalam bab ini dan saran untuk penelitian selanjutnya tentang teh putih yang diharapkan bisa mengoptimalkan potensi dalam teh putih baik dalam pemanfaatan ataupun dalam penelitiannya.

5.1. Kesimpulan

4. Suhu penyeduhan paling tinggi yaitu suhu didih air dengan lama penyeduhan 9 menit menghasilkan polifenol total seduhan paling tinggi,
5. Suhu penyeduhan paling tinggi yaitu suhu didih air dengan lama penyeduhan 9 menit menghasilkan seduhan paling efektif menangkal radikal bebas, dan
6. Semakin tinggi kandungan polifenol dari hasil seduhan maka aktivitas penangkapan radikal bebasnya semakin kuat.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Seduh teh putih dengan menggunakan air mendidih selama 9 menit,
2. Perlu diteliti menyeduh teh putih secara bertahap, sehingga bisa diketahui berapa kali penyeduhan sampai bisa mengoptimalkan potensi dalam teh putih tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, *Tea-Chemistry*, diakses dari <http://www.fmltea.com> tanggal akses 26 juni 2011.
- Arora, A. Sairam, R.K. Srivastave, 2002, *G.C. Oxidative stress and antioxidative systems in plants*. Curr. Sci. 2002, 82, 1227–1238.
- Artanti, N., dan M, Hanafi, 2002, *Aktivitas Antioksidan Sejumlah Teh yang Ada Dipasaran*, Poseding Seminar Tentang Penelitian Kimia Era Biologi dan Super Informasi, 17 Sep. 2002 , Hal 75-81.
- Balakrishnan V, Ravindran KC, Venkatesan K, Karuppusamy S , 2005. *Effect of UV-B supplemental radiation on growth and biochemical characteristics in Crotalaria Juncea L. seedling*. EJEAF Che., 4 (6): 1125-1131.
- Buhler, D.R. dan Miranda, C., 2000, *Antioxidant Activities of Flavonoids*, Department of Environmental and Molecular Toxicology, Oregon State University. diakses dari <http://lpi.oregonstate.edu/f-w00/flavonoid.html>, Tanggal akses 26 juni 2011.
- Chen C.W., Ho C.T., 1995. *Antioxidant Properties Of Polyphenols Extracted Green And Black Teas*. J. Food Lipids, 2, 35–46.
- Chen, H.Y, and Yen G.C, 1995, *Antioxidant Of Various Tea Extract it Relationship to Their Antimutagenicity*, J agrc. Food. Chem. 43: 27-32.
- Cheng, Y., T. Huynh-Ba, I. Blank, F. Robert, 2008, *Temporal Changes In Aroma Release of Longjing Tea Infusion: Interaction of Volatile and Nonvolatile Tea Components And Formation of 2-Butyl-2-Octenal Upon Aging*, J. Agric. Food Chem., **56**, pp.2160–2169.
- Droge, Wulf, 2002, *Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function*, American Physiological Society 82: 47–95.
- Fanaro, Gustavo B, Ana Paula M. Silveira, Thaise C.F. Nunes, Helbert S.F. Costa, Eduardo Purgatto dan Anna Lucia C.H. Villavicecio, 2009, *Effect Of Γ -Radiation On White Tea Volatiles*, International Nuclear Atlantic Conference (INAC) Sep. 27 to 2 Okt., 2009, Rio de Jenario, Brazil.
- Gramza, Anna M., 2008, *Antioxidant Potential and Radical Scavenging Activity of Different Fermentation Degree Tea Leaves Extracts*. ACTA Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria 7(4): 15-28.
- Gramza-Michalowska, A.; Korczak, J.; Kmiecik, D., 2007, *Green Tea Extracts Obtained After Different Brewing Methods Antioxidative Properties in Lipid Systems*, 5th Euro Fed Lipid Congress and 24th Nordic Lipid Symposium, “Oils, Fats and Lipids: From Science to Applications” 16-19 September 2007, Goteburg, Sweden.

- Hartoyo, Arif, 2003, *Teh dan Khasiatnya Bagi Kesehatan*, Cetakan Pertama, Penerbit, Kanisius, Yogyakarta.
- Hilal, Y., and Engelhardt, U., 2007, *Characterisation of White Tea – Comparison to Green and Black Tea*, J. Verbr. Lebensm. 2 : 414 – 421.
- Irianti, Tatang, Nanang Fakhruddin, dan Sigit Hartono, 2011, **Perbandingan Inhibisi Ekstrak Air Daun Teh (*Camellia sinensis* (L) O.K.) terhadap Vitamin C pada Fotodegradasi Tirosin yang Diinduksi Ketoprofen dan Kandungan Fenolik Totalnya**, diunduh dari, http://mot.farmasi.ugm.ac.id/files/95Tatang%20revisi_fix.pdf, tanggal 1 Nov. 2011.
- Karori, S. M., Wachira, F. N., Wanyoko, J. K, and Ngure, R. M., 2007, *Antioxidant Capacity of Different Types of Tea Products*, African Journal of Biotechnology Vol. 6 (19), pp. 2287-2296.
- Khokhar, S.;Magnusdottir, S.G.M., 2002, *Total Phenol, Catechin and Caffeine Contents of Teas Commonly Consumed in The United Kingdom*. Journal of the Agricultural and Food Chemistry 50: 565-570.
- Kikuzaki, H., Hisamoto, M., Hirose, K., Akiyama, K dan Taniguchi, H., 2002, *Antioxidant properties and Ferulic Acid and Its Related Compound*, J. Agric Food Chem, 50, 2161-2168.
- Lakenbrink, Christiane, Svenja Lapczynski, Beate Maiwald, and Ulrich H. Engelhardt*,2000, *Flavonoids and Other Polyphenols in Consumer Brews of Tea and Other Caffeinated Beverages*, J. Agric. Food Chem. 2000, 48, 2848-2852.
- Lee, J., and Chambers, D. H., 2009, *Sensory Descriptive Evaluation: Brewing Methods Affect Flavor of Green Tea*, Asian Journal of Food and Agro-Industry 2009, 2 (04), 427-439.
- Lee, J., N. Koo, and D.B. Min, 2004, *Reactive Oxygen Species, Aging, and Antioxidative Nutraceuticals*, Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety Vol 3 : 21-33.
- Lin, J.K., Liang, Y.C., 2000, *Cancer Chemoprevention by tea Polyphenols*, Proc. Nutl. Sci Counc. 24 (1) :1-13.
- Mitorwiroharjo Suryadi, Woerjono Mangoendijojo, Hari Hartiko, dan Prapto Yudono, 2009, **Hasil Pucuk dan Kandungan Katekin Enam Klon Teh (*Cammelia sinensis* L.O. Kuntze) di Ketinggian Berbeda**, Jurnal penelitian Teh Dan Kina,Vol 12 (1-2), pp 14-20, Pusan Penelitian teh dan kina Gambung.
- Nazzarudin, 1993, *Teh Pembudidayaan dan Pengolahan*, Cetakan I, Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pietta P, Simonetti P, Roggi C, Brusamolino A, Pellegrini N, Maccarini L, Testolin G., 1996, *Dietary flavonoids and Oxidative Stress*, In: Kumpulainen JT, Salonen JT, editors. Natural antioxidants and food quality in atherosclerosis and cancer prevention: proceedings of a conference. Cambridge: RSC. p 249–55.

- Pinnell, S.R., 2003, *Cutaneous Photodamage, Oxidative Stress, and Topical Antioxidant Protection*, J Am Acad Dermatol, 48, 1-19.
- Proestos, C., Sereli, D., dan Komaitis, M., 2006, *Determination of Phenolic Compounds in aromatic Plant by RPHPLC and GC-MS*, J. Food Sci., 94, 44-52.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM, Pridham JB., 1995, *The Relative Antioxidant Activities of Plant-Derived Polyphenolic Flavonoids*. Free Radic Res 22:375–83.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G., 1997, *Antioxidant properties of phenolic compounds*. Trends Plant Sci 2:152–9.
- Rohdiana, Dadan dan Tantan Widiantara, 2004, *Aktifitas Antioksidan Beberapa Klon Teh Unggulan*, Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI), 17-18 Desember, Jakarta.
- Rohdiana, Dadan, 2009, *Teh Ini Menyehatkan*, Telaah Ilmiah Populer, Cetakan Pertama. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Rohdiana, Dadan, Wisnu Cahyadi dan Trisna Risnawati, 2008, *Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhidrazyl) Beberapa Jenis Minuman Teh*, Jurnal Teknologi Pertanian 3(2) : 79-81, Maret 2008.
- Saijo R, Kato M, Takeda Y., 2004. *Changes in the Contents of Catechins and Caffeine During Leaf Development*. Proceedings International Conference on Ocha (Tea) Culture and Science. (pp.251-254). Nov 4-6, 2004. Shizuoka. Japan
- Sajilata, M.G., Poonam R. Bajaj, and R.S. Singhal, 2008, *Tea Polyphenols as Nutraceuticals*, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Vol. 7 :229-254.
- Spillane, J.J., 1992, *Komoditi Teh*, Cetakan Pertama, Penerbit kanisius, Yogyakarta.
- Sudjana, 1996, *Metode Statistik*, Edisi 6, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Supriyono, Teguh, 2008, **Kandungan Beta Karoten, Polifenol Total dan Aktivitas "Merantas" Radikal Bebas Kefir Susu Kacang Hijau (*Vigna Radiata*) oleh Pengaruh Jumlah Starter (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Candida kefir*) dan Konsentrasi Glukosa**, Tesis Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Susanti, Devi Yuni, 2008, **Efek Suhu Pengeringan Terhadap Kandungan Fenolik dan Kandungan Katekin Ekstrak Daun Kering Gambir**, Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 – Yogyakarta, 18-19 November 2008.
- Susanti, Devi Yuni, 2008, **Efek Suhu Pengeringan Terhadap Kandungan Fenolik Dan Kandungan Katekin Ekstrak Daun Kering Gambir**, Prosiding Senas Teknik Pertanian, Yogyakarta, 18-19 November 2008.

- Suzuki, M., Sano, M., Yosidha, R., Degawa, M., Mitase, T and Yamamoto, M.M., 2003, *Epimerization of Tea Catechin and O-Methylated Derivatives of (-)-Epigallocatechin-3-O-gallate: Relationship Between Epimerization and Chemical Structure*. J. Agric. Food Chem. 51: 510-514.
- Wang, R. dan Zhou W., 2004, *Stability of Tea Catechin in Bread Making Process*. Journal Agricultural Food Chemistry 52: 8224-8229.
- Widono, T, Soedirman S., 2001, *Uji perendaman radikal bebas terhadap DPPH dari Ekstrak kulit buah Anggur dan Biji Anggur Probolinggo Biru dari Bali*, Atrocarpus Vol.1. (1): 34-43.
- Yang CS, Maliakal P, Meng X., 2002, *Inhibition of Carcinogenesis by Tea*. Annu Rev Pharmacol Toxicol 42:25–54.
- Yulianto, M.E., Ariwibowo,D., Arifan,F., Kusumayanti,H., Nugraheni, F., dan Senin ,2007, *Model Perpindahan Massa Proses Steaming Inaktivasi Enzim Polifenol Oksidase Dalam Pengolahan Teh Hijau*. Laporan penelitian fundamental DIKTI.
- Zhu YZ, Huang SH, Tan BKH, Sun J, Whiteman M, Zhu YC., 2004, *Antioxidants in Chinese Herbal Medicines: a Biochemical Perspective*, Nat Prod Rep 21:478–89.
- Zin, Z.M., Hamid, A.A., Osman, A., dan Saari, N., 2004, *Antioxidative Activities of Chromatographic Fractions Obtained from Root, Fruit, and Leaf of Mengkudu (Morinda citrifolia L.)*, Food Chem., 94, 169-178.

LAMPIRAN -1 PROSEDUR ANALISIS

Metode Analisis Polifenol Total (Kulisic *et al.*, 2006)

Sebanyak 100,0 mg asam galat ditimbang seksama, dimasukkan labu takar 100,0 ml. Selanjutnya dilarutkan aquadest hingga batas. Larutan ini disebut larutan induk (Li) asam galat 0,1%(b/v). Kurva baku dibuat dengan mengambil masing-masing 0, 25, 50, 100, dan 200 µl larutan Induk (Li) dan dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml. Selanjutnya, larutan induk ditambah 400 µl reagen Folin-Ciocalteu, dibiarkan selama 10 menit. Kemudian ditambah 4 ml NaCO₃, aquadest sampai volume 10 ml dan dibiarkan selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer pada panjang gelombang optimum untuk asam galat. Dari data absorbansi diperoleh persamaan kurva baku dengan menggunakan regresi linier.

Seduhan yang diambil sebanyak 25 µl dan dimasukkan labu takar 10,0 ml. Analisis dilanjutkan sebagaimana perlakuan pada pembuatan kurva baku asam galat. Kandungan fenolik total dinyatakan sebagai gram ekuivalen asam galat (g AG). Kemudian dimasukkan dalam persamaan:

$$\% \text{ total phenol} = \frac{\text{Konsentrasi yang terbaca alat (mg/g)} \times \text{Pengenceran}}{\text{Konsentrasi awal sampel (mg/g)}} \times 100$$

Metode Analisis Penangkapan radikal bebas DPPH (Yen dan Chen, 1995).

Kemampuan penangkapan terhadap radikal bebas DPPH yang dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri (Yen dan Chen, 1995). Sampel dimasukan kedalam Kuvet dengan urutan MeOH, DPPH, Sampel dan kombinasi seperti pada tabel berikut :

	MeOH	Sampel	DPPH	Blanko
Reference	4 ml	-	1 ml	MeOH
1	-	4 ml	1 ml	MeOH 1 ml + Sampel 4 ml
2	2 ml	2 ml	1 ml	MeOH 3 ml + Sampel 2 ml
3	3 ml	1 ml	1 ml	MeOH 4 ml + Sampel 1 ml
4	3,5 ml	0,5 ml	1 ml	MeOH 4,5 ml + Sampel 0,5 ml

Catatan : Validitas pengukuran adalah untuk sampel yang memberikan % inhibisi pada rentang 0 – 100; jika % inhibisi > 100, lakukan pengenceran

Larutan 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, Mr = 395,34) dengan konsentrasi akhir $2,0 \times 10^{-4}$ M (Dibuat larutan stok pada konsentrasi $1,0 \times 10^{-3}$ M)

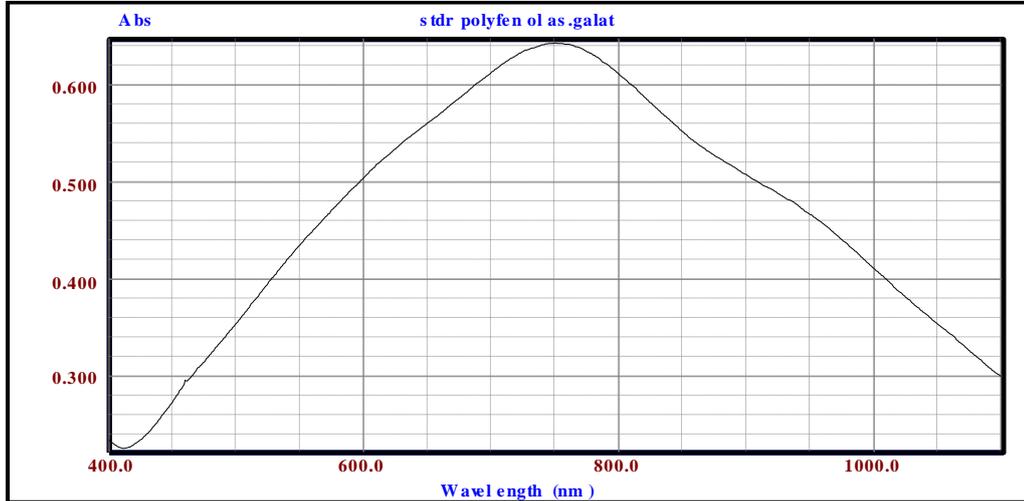
Absorbansi masing-masing perangkat reaksi diukur absorbansinya pada 516 nm, disertai blanko; pengukuran dilakukan 30 menit kemudian (waktu dihitung setelah penambahan DPPH)

$$\text{Perhitungan : \% Inhibisi} = \frac{\text{A reference} - \text{A sampel}}{\text{A reference}} \times 100$$

EC_{50%} ditetapkan dari kurva pengaluran % inhibisi terhadap konsentrasi EC_{50%} merupakan konsentrasi yang dapat memberikan % Inhibisi 50%

LAMPIRAN -2 HASIL PENGAMATAN

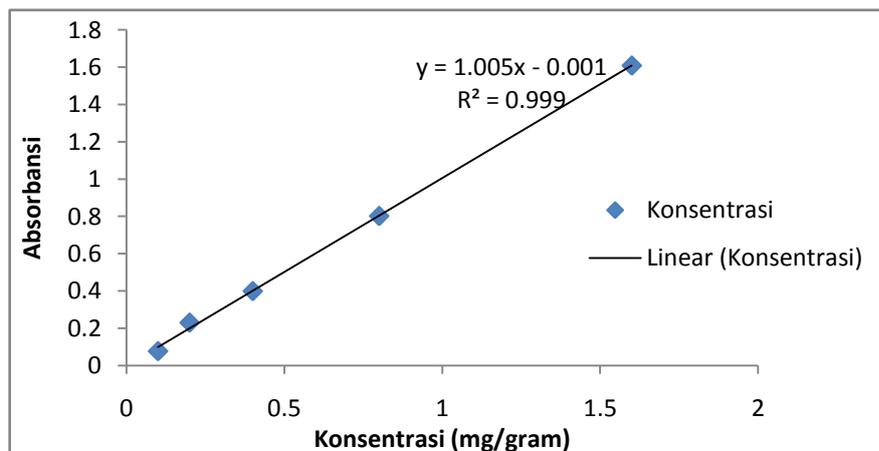
1. Hasil Scan panjang gelombang optimum untuk Asam Galat Menggunakan Spektro fotometer UV



Position	Height
750 nm	0.643

2. Hasil Pengukuran Larutan Standar Asam Galat

Konsentrasi (mg/gram)	Absorbansi
0.1	0.076
0.2	0.229
0.4	0.398
0.8	0.801
1.6	1.608



Kurva Standar Asam Galat

3. Analisis Pendahuluan

Nama Uji : Uji Potensi Polifenol
 Metode : Follin Ciocalteu (Kulisic *et al.*, 2006)
 Alat uji : Spektrofotomer UV
 Reagen : Larutan *Folin-Ciocalteu* (1:1 (FeCl₃ 0,1 M; K₃Fe(CN)₆ 0,008 M)
 Nama Sampel : Teh Putih
 Kode Sampel : A, B, C, D
 Preparasi : Ekstraksi
 Pengekstrak : Metanol 70 %
 Suhu : 66°C
 Kondisi Ektrak : Refluks

Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan Pendahuluan

No	Kode sampel	C awal	C awal (mg/g)	C alat (mg/g)	C alat rata2	Pengenceran	C alat rata2 total	Kadar Air	Kadar polyfenol (%)
1	A	0.500/101 g	4.95	0.5591	0.5670	2	1.1341	9.2342	25.03
2				0.5750					
3	B	0.500/101 g	4.95	0.4721	0.46167	2	0.9233	9.8736	20.50
4				0.4512					
5	C	0.500/101 g	4.95	0.4759	0.47295	2	0.9459	10.1863	21.06
6				0.4700					
7	D	0.500/101 g	4.95	0.5868	0.5706	2	1.1411	9.6694	25.28
8				0.5543					

4. Analisi Utama Polifenol Total

Metode : Follin Ciocalteu
 Nama Sampel : Teh Putih
 Kode Sampel :

Suhu (°C)	Waktu (menit)	KODE PENGUJIAN
55	3	T ₁ w ₁
	6	T ₁ w ₂
	9	T ₁ w ₃
75	3	T ₂ w ₁
	6	T ₂ w ₂
	9	T ₂ w ₂
95	3	T ₃ w ₁
	6	T ₃ w ₂
	9	T ₃ w ₃

Preparasi : Diseduh (mengacu kepada SNI 01-1902-1995)
 Penyeduh : Aquades
 Suhu : 95°C (suhu didih), 75, dan 85.
 Kondisi : Muka tempat seduh di tutup

Hasil Uji Penelitian Utama

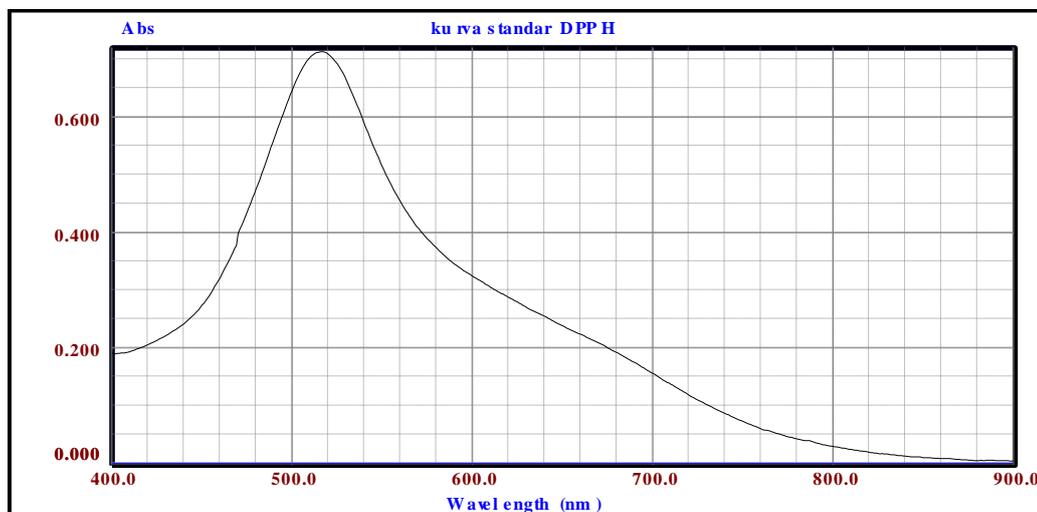
No	Kode sampel	C awal	C awal (mg/g)	C alat (mg/g)	C alat rata2	Pengenceran	C alat rata2 total	Kadar Air	Kadar polyfenol (% EAG)
1	T1W1	2,84g/140mL	20.29	0.1215	0.1161	2	0.2321	9.67	1.27
2				0.1106					
3	T1W2	2,84g/140mL	20.29	0.2239	0.2324	2	0.4647	9.67	2.54
4				0.2408					
5	T1W3	2,84g/140mL	20.29	0.2329	0.2354	2	0.4708	9.67	2.57
6				0.2379					
7	T2W1	2,84g/140mL	20.29	0.2886	0.2861	2	0.5722	9.67	3.12
8				0.2836					
9	T2W2	2,84g/140mL	20.29	0.3581	0.3567	2	0.7133	9.67	3.89
10				0.3552					
11	T2W3	2,84g/140mL	20.29	0.4426	0.4451	2	0.8902	9.67	4.86
12				0.4476					
13	T3W1	2,84g/140mL	20.29	0.2587	0.2582	2	0.5164	9.67	2.82
14				0.2577					
15	T3W2	2,84g/140mL	20.29	0.4218	0.4124	2	0.8247	9.67	4.50
16				0.4029					
17	T3W3	2,84g/140mL	20.29	0.5470	0.5510	2	1.1020	9.67	6.01
18				0.5550					

Ket:

C awal: Berat sampel yang diseduh (Dengan Berat Jenis air =1 gram/ml); **C alat** = Konsentrasi yang terukur spektrofotomerl;

C Alat Rata2= Konsetrasi Rata; **Pengenceran**= Jumlah Pengenceran; **C Alat Total** = C alat Rata2 X pengenceran; **Kadar Polifenol** = % Kadar Polifenol total berdasarkan equivalen asam galat sebagai larutan standar.

5. Hasil Scan Panjang Gelombang Optimum untuk DPPH



Position Height
516.0 0.713

6. Penelitian Utama Penangkapan Radikal Bebas DPPH

Nama Uji : Uji Aktivitas Antioksidasi

Metode : DPPH (1,1-diphenyl- 2- Picrilhydrazl)

Reagen : Larutan 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, Mr = 395,34) dengan konsentrasi akhir $2,0 \times 10^{-4}$ M (Dibuat larutan stok pada konsentrasi $1,0 \times 10^{-3}$ M)

Alat uji : Spektrofotomer UV

Nama Sampel : Teh Putih

Kode Sampel :

Suhu ($^{\circ}$ C)	Waktu (menit)	KODE PENGUJIAN
55	3	T ₁ w ₁
55	6	T ₁ w ₂
55	9	T ₁ w ₃
75	3	T ₂ w ₁
75	6	T ₂ w ₂
75	9	T ₂ w ₂
95	3	T ₃ w ₁
95	6	T ₃ w ₂
95	9	T ₃ w ₃

Preparasi : Diseduh

Penyeduh : Aquades

Suhu : 95° C (suhu didih), 75, dan 85.

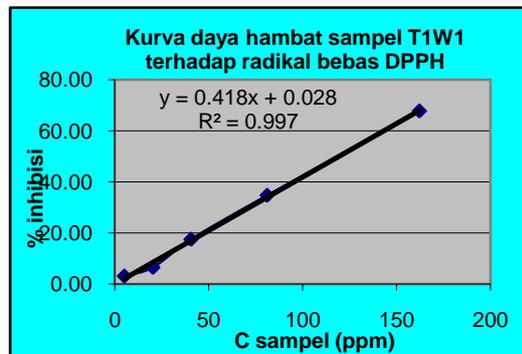
Kondisi : Muka tempat seduh di tutup

Hasil Uji DPPH

1. Kode T₁w₁

Tabel Absorbansi Kode T₁w₁

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.855		
0.276	162.2857	67.72
0.558	81.1429	34.74
0.705	40.5714	17.54
0.799	20.2857	6.55
0.828	5.0715	3.16



E_{c50}

$$y = 50$$

$$y = 0,418x + 0,028$$

$$50 = 0,418x + 0,028$$

$$0,418x = 50 - 0,028$$

$$x = 49,972/0,418$$

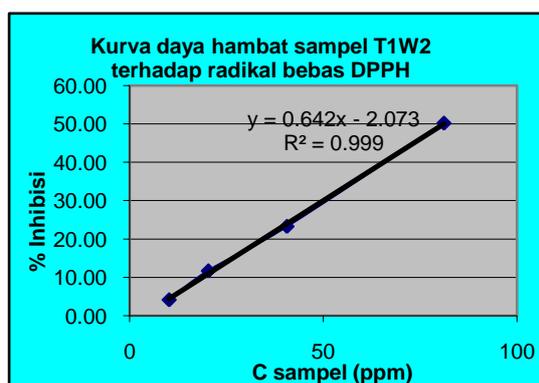
$$= \mathbf{119.5502 \text{ ppm}}$$

$$E_{c50} \text{ T}_{1w_1} = \mathbf{119.5502 \text{ ppm}}$$

2. Kode T₁w₂

Tabel Absorbansi Kode T₁w₂

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.862		
0.429	81.1429	50.23
0.661	40.5714	23.32
0.761	20.2857	11.72
0.826	10.1429	4.18



E_{c50}

$$y = 50$$

$$y = 0,642x - 2,073$$

$$50 = 0,642x - 2,073$$

$$0,642x = 50 + 2,073$$

$$x = 52,073 / 0,642$$

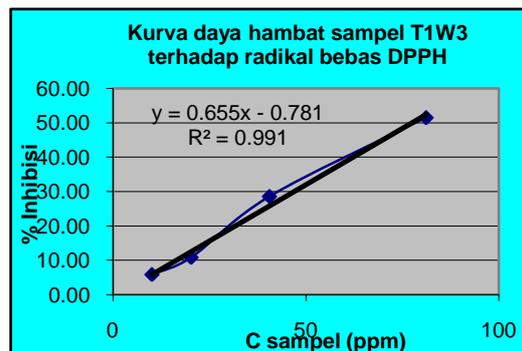
$$= \mathbf{88,111 \text{ ppm}}$$

$$E_{c50} \text{ T}_{1w_2} = \mathbf{88,111 \text{ ppm}}$$

3. Kode T₁W₃

Tabel Absorbansi Kode T₁W₃

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.862		
0.418	81.1429	51.51
0.616	40.5714	28.54
0.769	20.2857	10.79
0.812	10.1429	5.80



Ec₅₀

$$y = 50$$

$$y = 0,655x - 0,781$$

$$50 = 0,655x - 0,781$$

$$0,655x = 50 + 0,781$$

$$x = 50,781 / 0,655$$

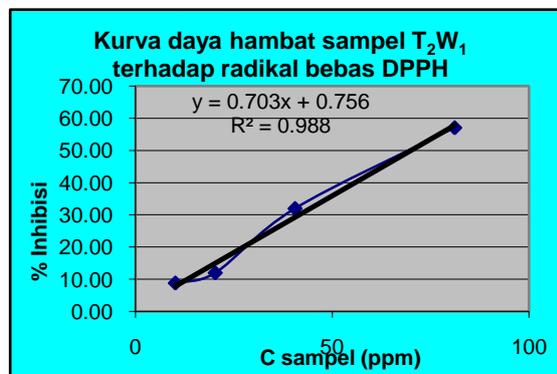
$$= 88,111 \text{ ppm}$$

$$Ec_{50} \text{ T}_{1W_3} = 88,111 \text{ ppm}$$

4. Kode T₂W₁

Tabel Absorbansi Kode T₂W₁

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.822		
0.353	81.1429	57.06
0.559	40.5714	32.00
0.723	20.2857	12.04
0.749	10.1429	8.88



Ec₅₀

$$y = 50$$

$$y = 0,703x + 0,765$$

$$50 = 0,703x + 0,765$$

$$0,703x = 50 - 0,765$$

$$x = 49,235 / 0,703$$

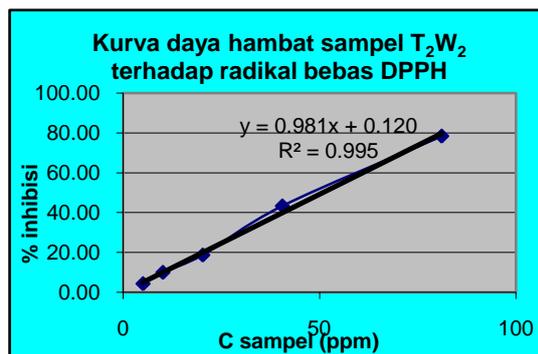
$$= 70,048 \text{ ppm}$$

$$Ec_{50} \text{ T}_{2W_1} = 70,048 \text{ ppm}$$

5. Kode T₂W₂

Tabel Absorbansi Kode T₂W₂

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.828		
0.179	81.1429	78.38
0.469	40.5714	43.36
0.673	20.2857	18.72
0.745	10.1429	10.02
0.792	5.0715	4.35



Ec₅₀

$$y = 50$$

$$y = 0,981x + 0,120$$

$$50 = 0,981x + 0,120$$

$$0,981x = 50 - 0,120$$

$$x = 49,880 / 0,981$$

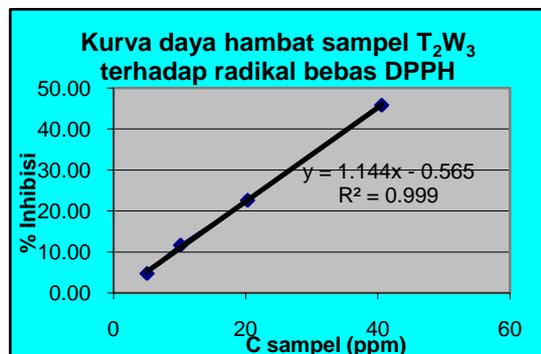
$$= \mathbf{49.877 \text{ ppm}}$$

$$Ec_{50} \text{ T}_2W_2 = \mathbf{49.877 \text{ ppm}}$$

6. Kode T₂W₃

Tabel Absorbansi Kode T₂W₃

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.823		
0.129	81.1429	84.33
0.446	40.5714	45.81
0.637	20.2857	22.60
0.727	10.1429	11.66
0.784	5.0715	4.74



Ec₅₀

$$y = 50$$

$$y = 1,144x - 0,565$$

$$50 = 1,144x - 0,565$$

$$1,144x = 50 + 0,565$$

$$x = 50,565 / 1,144$$

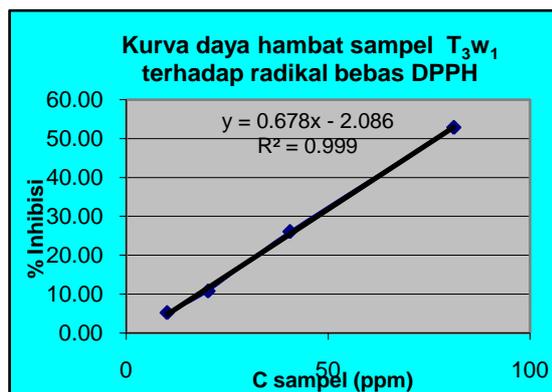
$$= \mathbf{44,200 \text{ ppm}}$$

$$Ec_{50} \text{ T}_2W_3 = \mathbf{44,200 \text{ ppm}}$$

7. Kode T₃W₁

Tabel Absorbansi Kode T₃w₁

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.844		
0.407	162.2857	51.78
0.398	81.1429	52.84
0.624	40.5714	26.07
0.753	20.2857	10.78
0.800	10.1429	5.21

Ec₅₀

$$y = 50$$

$$y = 0,678x - 2,086$$

$$50 = 0,678x - 2,086$$

$$0,678x = 50 + 2,086$$

$$x = 52,086 / 0,678$$

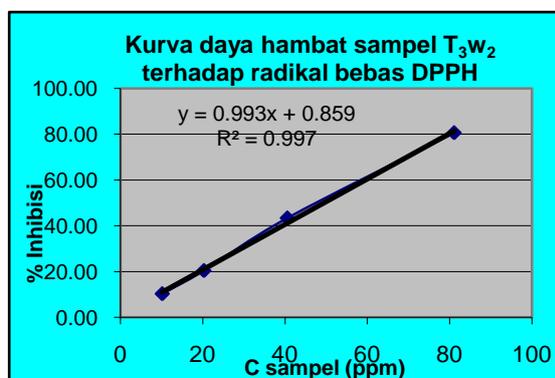
$$= 76,755 \text{ ppm}$$

$$Ec_{50} \text{ T}_{3w_1} = 76,755 \text{ ppm}$$

8. Kode T₃w₂

Tabel Absorbansi Kode T₃w₂

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.840		
0.163	81.1429	80.60
0.476	40.5714	43.33
0.669	20.2857	20.36
0.754	10.1429	10.24

Ec₅₀

$$y = 50$$

$$y = 0,993x + 0,859$$

$$50 = 0,993x + 0,859$$

$$0,993x = 50 - 0,859$$

$$x = 49,141 / 0,993$$

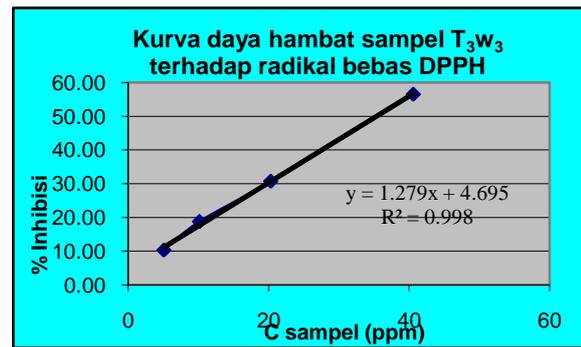
$$= 49,482 \text{ ppm}$$

$$Ec_{50} \text{ T}_{3w_2} = 49,482 \text{ ppm}$$

9. Kode T₃w₃

Tabel Absorbansi Kode T₂w₃

Absorbansi rata-rata	C sampel (ppm)	% Inhibisi
0.838		
0.074	81.1429	91.17
0.365	40.5714	56.44
0.581	20.2857	30.67
0.681	10.1429	18.74
0.752	5.0715	10.26



Ec₅₀

$$y = 50$$

$$y = 1,279x + 4,695$$

$$50 = 1,279x + 4,695$$

$$1,279x = 50 - 4,695$$

$$x = 49,141 / 1,279$$

$$= \mathbf{35,411 \text{ ppm}}$$

$$Ec_{50} \text{ T}_{3w_1} = \mathbf{35,411 \text{ ppm}}$$

LAMPIRAN -3 ANALISIS DATA

1. Analisis Polifenol Total

No.	Suhu	Waktu	Total Fenol Seduhan
1	55	3	1.27
2	55	6	2.54
3	55	9	2.57
4	75	3	3.12
5	75	6	3.89
6	75	9	4.86
7	95	3	2.82
8	95	6	4.5
9	95	9	6.01

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Polifenol_Total	3.5089	1.44340	9
suhu	75.0000	17.32051	9
waktu	6.0000	2.59808	9

Correlations

		Polifenol_Total	suhu	waktu
Pearson Correlation	Polifenol_Total	1.000	.695	.623
	suhu	.695	1.000	.000
	waktu	.623	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	Polifenol_Total	.	.019	.037
	suhu	.019	.	.500
	waktu	.037	.500	.
N	Polifenol_Total	9	9	9
	suhu	9	9	9
	waktu	9	9	9

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	waktu, suhu ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Polifenol_Total

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.933 ^a	.871	.828	.59834

a. Predictors: (Constant), waktu, suhu

b. Dependent Variable: Polifenol_Total

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	14.519	2	7.260	20.278	.002 ^a
	Residual	2.148	6	.358		
	Total	16.667	8			

a. Predictors: (Constant), waktu, suhu

b. Dependent Variable: Polifenol_Total

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.912	1.057		-2.754	.033
	suhu	.058	.012	.695	4.742	.003
	waktu	.346	.081	.623	4.251	.005

a. Dependent Variable: Polifenol_Total

2. Analisis Polifenol Total

No.	Suhu	Waktu	DPPH
-----	------	-------	------

1	55	3	119.55
2	55	6	81.11
3	55	9	77.53
4	75	3	70.05
5	75	6	49.88
6	75	9	44.2
7	95	3	76.76
8	95	6	49.48
9	95	9	35.41

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
DPPH	67.1078	25.72388	9
suhu	80.0000	17.32051	9
waktu	6.0000	2.59808	9

Correlations

		DPPH	suhu	waktu
Pearson Correlation	DPPH	1.000	-.654	-.613
	suhu	-.654	1.000	.000
	waktu	-.613	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	DPPH	.	.028	.040
	suhu	.028	.	.500
	waktu	.040	.500	.
N	DPPH	9	9	9
	suhu	9	9	9
	waktu	9	9	9

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	waktu, suhu ^a		. Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: DPPH

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.896 ^a	.803	.738	13.17814

a. Predictors: (Constant), waktu, suhu

b. Dependent Variable: DPPH

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4251.763	2	2125.882	12.241	.008 ^a
	Residual	1041.981	6	173.663		
	Total	5293.744	8			

a. Predictors: (Constant), waktu, suhu

b. Dependent Variable: DPPH

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	181.208	24.458		7.409	.000
	suhu	-.971	.269	-.654	-3.610	.011
	waktu	-6.068	1.793	-.613	-3.384	.015

a. Dependent Variable: DPPH

3. Korelasi Plifenol Total dan Penengkanan Radikal Bebas DPPH

No.	DPPH	Total Fenol
1	119.55	1.27
2	81.11	2.54
3	77.53	2.57
4	70.05	3.12
5	49.88	3.89
6	44.2	4.86
7	76.76	2.82
8	49.48	4.5
9	35.41	6.01

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
DPPH	67.1078	25.72388	9
Polifenol_Total	3.5089	1.44340	9

Correlations

		DPPH	Polifenol_Total
Pearson Correlation	DPPH	1.000	-.952
	Polifenol_Total	-.952	1.000
Sig. (1-tailed)	DPPH	.	.000
	Polifenol_Total	.000	.
N	DPPH	9	9
	Polifenol_Total	9	9

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Polifenol_Total ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: DPPH

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.952 ^a	.907	.893	8.40510

a. Predictors: (Constant), Polifenol_Total

b. Dependent Variable: DPPH

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4799.224	1	4799.224	67.934	.000 ^a
	Residual	494.520	7	70.646		
	Total	5293.744	8			

a. Predictors: (Constant), Polifenol_Total

b. Dependent Variable: DPPH

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	126.650	7.748		16.345	.000
	Polifenol_Total	-16.969	2.059	-.952	-8.242	.000

a. Dependent Variable: DPPH

