

## LAPORAN HASIL PENELITIAN



POTENSI DAUN KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) UNTUK PEMBUATAN  
SERBUK MINUMAN INSTAN DENGAN VARIASI VOLUME TWEEN 80  
DAN SUHU PENDINGINAN SEBAGAI MINUMAN ANTIOKSIDAN

Oleh :

Dwi Ana Anggorowati, ST, MT  
Sriliani Surbakti, ST, MT  
Faidliyah Nilna Minah, ST, MT

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2017**

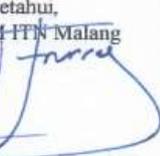
**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR PENELITIAN HIBAH INTERNAL**

Judul : Potensi Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Untuk Pembuatan Serbuk Minuman Instan Dengan Variasi Volume Tween 80 Dan Suhu Pengeringan Sebagai Minuman Antioksidan

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap & Gelar : Dwi Ana Anggorowati, ST, MT  
NIDN / NIP : 0028097001 / 197009282005012001  
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Kimia S-1  
Alamat Surel (E-mail) : anggoro\_dwiana@yahoo.com  
No. HP : 081333173020  
Jabatan Fungsional : Lektor

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap & Gelar : Sriliani Surbakti, ST., MT  
NIDN / NIP : 0723077402 / P. 1031500509  
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan / Teknik Sipil S-1

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap & Gelar : Faidiyah Nilna Minah, ST, MT  
NIDN / NIP : 0716047501 / P. 1030400392  
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Kimia S-1  
Institusi Mitra (jika ada) :  
Nama Institusi Mitra :  
Alamat Institusi Mitra :  
Penanggung Jawab :  
Tahun Pelaksanaan : 2017  
Biaya Keseluruhan : Rp. 10.000.000,00

Mengetahui,  
Ketua LPPM-FTI Malang  
  
**(Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D)**  
NIP. Y. 1030100359

Malang, 04 Januari 2018  
Ketua,  
  
**(Dwi Ana Anggorowati, ST, MT)**  
NIP. 197009282005012001

## RINGKASAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan peluang industri pangan yang erat hubungannya dengan pengembangan produk baru serta meningkatkan nilai jual dari daun kelor dalam bentuk minuman instan antioksidan sebagai sumber antioksidan alami. Hal ini dikarenakan banyak kandungan zat aktif yang terdapat didaun kelor (*moringa oleifera*) salah satunya quersetin. Quersetin merupakan senyawa antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas terhadap sel normal, protein, dan lemak. Antioksidan juga didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang melindungi sel dari efek berbahaya radikal bebas oksigen reaktif. Jika berkaitan dengan penyakit, radikal bebas ini dapat berasal dari metabolisme tubuh maupun faktor eksternal lainnya seperti polusi udara. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengolah daun kelor menjadi minuman instan antioksidan yang bernilai gizi tinggi dan banyak diminati oleh konsumen. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen didalam laboratorium. Menggunakan variabel variasi penambahan tween 80 0,5ml, 0,75 ml, 1 ml, 1,25 ml, 1,5 ml) dan variasi suhu pengeringan (40 °C, 45 °C, 50 °C, 55 °C, 60°C) menggunakan metode pengeringan busa untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pembuatan minuman instan antioksidan dari daun kelor dengan kualitas optimal agar dihasilkan minuman instan yang kaya akan antioksidan alami dan tahan lama.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang terbaik adalah 60°C dan penambahan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml, dengan hasil analisa yaitu kadar air 1,67%, % kelarutan 89,83%. Sedangkan apabila ditinjau dari total quersetin dan total aktifitas antioksidan yang terbaik pada suhu 40 °C dan penambahan volume tween 80 0.5 ml yaitu total quersetin 230,96 ppm dan total aktivitas antioksidan 395,710 ppm.

**Kata kunci:** Daun Kelor, metode Foam Mat Drying, minuman instan, tween 80.

## **PRAKATA**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta Karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan laporan hasil penelitian ini yang berjudul “ Potensi Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Untuk Pembuatan Serbuk Minuman Instan Dengan Variasi Volume Tween 80 Dan Suhu Pengeringan Sebagai Minuman Antioksidan”. Diharapkan tulisan ini dapat memberikan informasi kepada kita semua tentang zat gizi pada Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) sehingga bisa diolah menjadi minuman instan yang kaya akan antioksidan.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan laporan hasil penelitian ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan makalah ini dari awal sampai akhir. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai segala usaha kita. Amin.

Malang, 4 Januari 2018

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Sampul</b> .....	i
<b>Halaman Pengesahan</b> .....	ii
<b>Ringkasan</b> .....	iii
<b>Prakata</b> .....	iv
<b>Daftar Isi</b> .....	v
<b>Daftar Tabel</b> .....	vii
<b>Daftar Gambar</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Tanaman Kelor.....	4
2.2. Kandungan Daun Kelor.....	5
2.3. Dekstrin.....	8
2.4. <i>Tween</i> 80.....	8
2.5. Metode Pengeringan.....	10
2.6. Metode <i>Foam Mat Drying</i> (Pengeringan Busa).....	10
2.7. Standar SNI Minuman Serbuk Instan.....	11
<b>BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b> .....	13
3.1. Tujuan Khusus.....	13
3.2. Manfaat Penelitian.....	13
<b>BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	14
4.1. Variabel Penelitian, Alat dan Bahan .....	14
4.2. Prosedur Penelitian.....	14
4.3. Prosedur Analisa.....	15
4.4. Deskripsi Peralatan.....	19
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	21
5.1. Data Pengamatan .....	21
5.2. Pembahasan .....	23

<b>BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>28</b>
6.1. Kesimpulan.....	28
6.2. Saran.....	28

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kandungan nutrisi polong, daun segar dan serbuk daun kelor.....	6
Tabel 2.2. Syarat Mutu Minuman Serbuk Tradisional.....	11
Tabel 5.1. Data Pengamatan Total Aktivitas Antioksidan.....	21
Tabel 5.2. Data Pengamatan Total Quersetin.....	21
Tabel 5.3. Data Pengamatan Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap Kadar Air.....	22
Tabel 5.4. Data Pengamatan Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap % Kelarutan. ....	22

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Daun Kelor.....	4
Gambar 2.2. Struktur Quersetin.....	8
Gambar 2.3. Struktur Dekstrin.....	8
Gambar 2.4. Struktur Tween 80.....	9
Gambar 4.1. Diagram alir proses pembuatan minuman instan antioksidan ....	18
Gambar 4.2. Alat <i>Cabinet Dryer</i> .....	19
Gambar 5.2. Grafik Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap Total Aktivitas Antioksidan.....	23
Gambar 5.3. Grafik Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap Total Quersetin.....	24
Gambar 5.4. Grafik Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap % Kadar Air.....	25
Gambar 5.5. Grafik Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap % Kelarutan Produk .....	27

# BAB I.

## PEDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanaman Kelor telah digunakan selama berabad-abad di Asia dan di banyak bagian Afrika. Pohon ini disebut sebagai "*dinamit gizi*" karena mengandung jumlah berlebihan dari nutrisi penting seperti zat besi, kalsium dan vitamin A. (Krisnadi, 2015) Kelor juga telah dikonsumsi secara luas sebagai salah satu sayuran dengan berbagai cara pengolahannya misalnya ditumis, dibuat sayur urap, sayur bening, dan sebagainya. Sayuran ini memang terlihat sangat sederhana tetapi ternyata kaya manfaat.

Daun kelor bisa menjadi sumber zat gizi untuk semua kelompok umur. Di beberapa belahan dunia misalnya Senegal dan Haiti, daun kelor diberikan untuk mengatasi masalah gizi buruk pada anak-anak, wanita hamil dan menyusui. Daun kelor sebagai sumber vitamin dan mineral dapat dikonsumsi dengan cara dimasak, atau dimakan mentah atau dikeringkan menjadi serbuk daun kelor. (fifi lutfiah *et al.*, 2012) Daun kelor juga digunakan untuk demam, sakit tenggorokan, bronkitis, infeksi telinga dan mata, kudis dan penyakit selesema, jus daun diyakini untuk mengontrol kadar *glukosa*, diterapkan untuk mengurangi bengkak pada kelenjar.

Tanaman kelor digunakan sebagai bahan utama ratusan obat, baik untuk pencegahan maupun pengobatan. Salah satunya karena adanya kandungan senyawa *novel isothiocynate*, yang merupakan kelas *Bio-availabilitas Phytochemicals* yang dilaporkan terdapat dalam daun dan polong Kelor. Dunia ilmu pengetahuan mengakui bahwa Kelor merupakan tanaman paling kaya nutrisi yang ditemukan untuk saat ini. Mengandung lebih banyak dan lebih padat vitamin, mineral, asam amino esensial lengkap dan anti-oksidan kuat tertinggi. Antioksidan adalah zat kimia yang membantu melindungi tubuh dari kerusakan sel-sel oleh radikal bebas.

Ada banyak bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, seperti rempah-rempah, dedaunan, teh, kakao, biji-bijian, sereal, buah-buahan, sayur-sayuran dan tumbuhan alga laut dan air tawar. Bahan pangan ini mengandung jenis senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan, seperti asam-asam amino, asam askorbat, golongan flavonoid, tokoferol, karotenoid, tannin, peptide, melanoidin, produk-produk reduksi dan asam-asam organik lain.

Kelor mengandung 46 antioksidan kuat, diantaranya adalah karotenoid dan quersetin, senyawa yang melindungi tubuh terhadap efek merusak dari radikal bebas dengan

menetralkannya sebelum dapat menyebabkan kerusakan sel dan menjadi penyakit. Daun Kelor menjadi sumber antioksidan alami yang baik karena kandungan dari berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam *askorbat*, *flavonoid (quersetin)*, *phenolic* dan *karotenoid* (Krisnadi, 2015) maka dari itu kami bertujuan ingin meningkatkan nilai jual dari daun kelor dengan cara mengaplikasikan daun kelor menjadi minuman instan antioksidan.

Penelitian tentang pembuatan minuman instan antioksidan telah dilakukan oleh Yesi dkk. pada tahun 2014 yang berjudul “ **Pembuatan Minuman Serbuk Markisa Merah (*Passiflora Edulis F. Edulis Sims*) (Kajian Konsentrasi Tween 80 Dan Suhu Pengerinan)**”. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Faktor pertama adalah konsentrasi *tween* 80 (0.10%, 0.50%, dan 1.00% v/vtotal) sedangkan faktor kedua adalah suhu pengerinan (50°C dan 70°C). Prosedur penelitian yang telah dilakukan meliputi : Markisa merah disiapkan lalu dicuci untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada buah. Buah markisa diblansing pada suhu 70°C selama 2 menit, setelah itu dikupas dan diambil daging buah beserta bijinya. Daging buah beserta biji dihancurkan dengan blender. Setelah diblender ditambahkan *tween* 80 sesuai perlakuan dan *dekstrin* 10% dimixer selama 10 menit. Kemudian dikeringkan dengan oven selama 8 jam dengan suhu sesuai perlakuan. Setelah kering dihaluskan untuk menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 60 mesh untuk menghomogenkan ukuran serbuk. Lalu serbuk markisa dikemas agar lebih awet. Perlakuan terbaik serbuk markisa menurut parameter fisik dan kimia dengan perlakuan konsentrasi *tween* 80 1% dan suhu pengerinan 50°C, diperoleh nilai terbaik antara lain: kadar air (4.91%), aktivitas antioksidan (90.34%), vitamin C (15.45 mg/100g), kelarutan (81.33%), daya serap air (1.56), serat kasar (5.06%). (Yesi *et al.*, 2014)

Penelitian tentang pembuatan serbuk instan dengan metode pengerinan busa juga telah dilakukan oleh Kasma Iswari pada tahun 2007 yang berjudul “**Kajian Pengolahan Bubuk Instant Wortel Dengan Metode *Foam Mat Drying***”. Prosedur penelitian yang telah dilakukan meliputi : Wortel dikupas, dicuci dan diris setebal 5 mm, diblanching dalam dandang pada air mendidih selama 2 menit. Selanjutnya dihancurkan menggunakan blender dengan menambahkan air 500 ml untuk 1 kg wortel dan disaring. Tambahkan *dekstrin* 150 g, asam sitrat 0,5 g, dan 1 ml *Tween* 80/ kg bahan. Lalu bahan dikocok dengan menggunakan mixer selama 10 menit sehingga suspensi berbusa dan dikeringkan pada suhu 50 °C. Ekstrak wortel yang sudah kering ditambahkan gula pasir 370 g, dihancurkan dan diayak. Pengerinan sari wortel menggunakan metode *foam mat draying* dengan suhu 50 °C dengan

lama pengeringan 6 jam menghasilkan bubuk instan yang memenuhi standar mutu. (Kasma *et al.*, 2007)

Pembuatan minuman instan dari daun kelor belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga pada penelitian ini kami akan membuat minuman instan antioksidan dari daun kelor dengan menggunakan metode *foam mat drying*. Pembuatan minuman instan antioksidan akan menggunakan tahapan pengolahan bubuk instan wortel dengan metode *foam mat drying* oleh iswari dan penelitian yesi tentang minuman instan antioksidan sebagai acuan penelitian.

## **1.2. Rumusan Permasalahan**

Minuman instant dari serbuk daun kelor memiliki banyak manfaat yang baik untuk kesehatan. Contohnya untuk menangkal radikal bebas, mencegah penyakit degeneratif seperti kanker, penyakit jantung, peradangan dan penuaan dini. Selain itu juga dapat melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin C, anti inflamasi, mencegah keropos tulang, dan sebagai antibiotik.

Minuman instant ini kaya akan nutrisi, mengandung cukup kalori dan semua zat gizi esensial, sehingga siapapun yang mengkonsumsi sebagai makanan tambahan diharapkan dapat meningkatkan imunitas, menangkal radikal bebas, peradangan, mencegah anemia. Selain itu juga dapat melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin B2, zat besi dan anti inflamasi.

Permasalahannya bahwa masyarakat sekarang ini menuntut produk makanan yang serba instan dan bisa disajikan dalam waktu singkat tanpa mengurangi zat gizi yang dikandung oleh bahan makanan tersebut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yesi dkk serta Karna dkk mengenai pembuatan minuman instan maka penelitian ini mengacu pada berapa banyak volume tween 80 serta suhu pengeringan yang optimal sehingga potensi antioksidan yang ada pada daun kelor masih optimal. Berikutnya diharapkan dari penelitian ini ditemukan teknologi terapan untuk produksi minuman instant daun kelor mengingat zat gizi yang ada pada daun kelor sangat tinggi sekali. Selain itu diharapkan masyarakat dengan mudah menerapkan teknologi proses pembuatan minuman instan, sehingga berpeluang untuk diproduksi secara massal pada saat ini dan masa yang akan datang yang nantinya dapat berdampak pada bidang teknologi, ekonomi dan lingkungan serta dapat meningkatkan sumber daya pangan lokal dikancah internasional.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanaman Kelor

Tanaman Kelor (*moringa oliefera lam*) telah dikenal selama berabad-abad sebagai tanaman multi guna, padat nutrisi dan berkhasiat obat. Mengandung senyawa alami yang lebih banyak dan beragam dibanding jenis tanaman lainnya yang ada. Tanaman Kelor mengandung 46 anti oksidan kuat yang melindungi tubuh dari radikal bebas, mengandung 18 asam amino (8 diantaranya esensial) yang dibutuhkan tubuh untuk membangun sel-sel baru, 36 senyawa anti inflamasi, serta 90 nutrisi alami seperti vitamin dan mineral.

Daun kelor bisa menjadi sumber zat gizi untuk semua kelompok umur. Di beberapa belahan dunia misalnya Senegal dan Haiti, daun kelor diberikan untuk mengatasi masalah gizi buruk pada anak-anak, wanita hamil dan menyusui. Daun kelor sebagai sumber vitamin dan mineral dapat dikonsumsi dengan cara dimasak, atau dimakan mentah atau dikeringkan menjadi serbuk daun kelor. Daun Kelor menjadi sumber antioksidan alami yang baik karena kandungan dari berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam *askorbat*, *flavonoid*, *phenolic* dan *karotenoid*.

Antioksidan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi lipid, dengan cara menunda atau mencegah terjadinya reaksi outoksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid. Antioksidan merupakan zat yang didapat atau ditambahkan dalam makanan atau tubuh yang secara nyata memperlambat atau mencegah oksidasi walaupun pada konsentrasi yang rendah bila dibandingkan dengan substrat yang dioksidasi, dengan mekanisme kerja sebagai berikut



**Gambar 2.1.** Daun Kelor

Daun majemuk, bertangkai panjang, tersusun berseling (*alternate*), beranak daun gasal (*imparipinnatus*), helai daun saat muda berwarna hijau muda - setelah dewasa hijau tua, bentuk helai daun bulat telur, panjang 1 - 2 cm, lebar 1 - 2 cm, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul (*obtusus*), tepi rata, susunan pertulangan menyirip (*pinnate*), permukaan atas dan bawah halus.

Merupakan jenis daun bertangkai karena hanya terdiri atas tangkai dan helaian saja. Tangkai daun berbentuk silinder dengan sisi atas agak pipih, menebal pada pangkalnya dan permukaannya halus. Bangun daunnya berbentuk bulat atau bundar (*orbicularis*), pangkal daunnya tidak bertoreh dan termasuk ke dalam bentuk bangun bulat telur. Ujung dan pangkal daunnya membulat (*rotundatus*) di mana ujungnya tumpul dan tidak membentuk sudut sama sekali, hingga ujung daun merupakan semacam suatu busur. Susunan tulang daunnya menyirip (*penninervis*), dimana daun Kelor mempunyai satu ibu tulang yang berjalan dari pangkal ke ujung, dan merupakan terusan tangkai daun.

Selain itu, dari ibu tulang itu ke arah samping keluar tulang–tulang cabang, sehingga susunannya seperti sirip–sirip pada ikan. Kelor mempunyai tepi daun yang rata (*integer*) dan helaian daunnya tipis dan lunak. Berwarna hijau tua atau hijau kecoklatan, permukaannya licin (*laevis*) dan berselaput lilin (*pruinosis*). Merupakan daun majemuk menyirip gasal rangkap tiga tidak sempurna. (Krisnadi, 2015)

## **2.2. Kandungan Daun Kelor**

Daun Kelor menjadi sumber antioksidan alami yang baik karena kandungan dari berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam *askorbat*, *flavonoid (quercetin)*, *phenolic* dan *karotenoid*. Daun kelor juga digunakan untuk demam, sakit tenggorokan, bronkitis, infeksi telinga dan mata, kudis dan penyakit selesma, jus daun diyakini untuk mengontrol kadar *glukosa*, diterapkan untuk mengurangi bengkak pada kelenjar.

**Tabel 2.1. Kandungan Nutrisi Polong, Daun Segar dan Serbuk Daun Kelor**

Nutritional Analysis	Satuan	per 100 gram bahan		
		Polong	Daun Segar	Serbuk Daun
<b>NUTRISI</b>				
Kandungan Air	(%)	86.9	75.0	7.50
Kalori	Cal	26.0	92.0	205.0
Protein	gram	2.5	6.7	27.1
Lemak	gram	0.1	1.7	2.3
Karbohidrat	gram	3.7	13.4	38.2
Serat	gram	4.8	0.9	19.2
Mineral	gram	2.0	2.3	-
Kalsium (Ca)	mg	30.0	440.0	2003.0
Magnesium (Mg)	mg	24.0	24.0	368.0
Fosfor (P)	mg	110.0	70.0	204.0
Potassium (K)	mg	259.0	259.0	1324.0
Copper (Cu)	mg	3.1	1.1	0.6
Zat Besi (Fe)	mg	5.3	0.7	28.2
Asam Oksalat	mg	10.0	101.0	0.0
Sulphur (S)	mg	137	137.0	870.0
<b>VITAMIN</b>				
Vitamin A - B carotene	mg	0.10	6.80	16.3
Vitamin B - Choline	mg	423.00	423.00	-
Vitamin B1 - Thiamin	mg	0.05	0.21	2.6
Vitamin B2 - Riboflavin	mg	0.07	0.05	20.5
Vitamin B3 - Nicotinic Acid	mg	0.20	0.80	8.2
Vitamin C - Ascorbic Acid	mg	120.00	220.00	17.3
Vitamin E - Tocopherols Acetate	mg	-	-	113.0
<b>ASAM AMINO *)</b>				
Arginine	mg	360	406.6	1325
Histidine	mg	110	149.8	613
Lysine	mg	150	342.4	1325
Tryptophan	mg	80	107	425
Phenylalanine	mg	430	310.3	1388
Methionine	mg	140	117.7	350
Threonine	mg	390	117.7	1188
Leucine	mg	650	492.2	1950
Isoleucine	mg	440	299.6	825
Valine	mg	540	374.5	1063

Antioksidan adalah zat kimia yang membantu melindungi tubuh dari kerusakan sel-sel oleh radikal bebas. Kelor mengandung 46 antioksidan kuat, senyawa yang melindungi tubuh terhadap efek merusak dari radikal bebas dengan menetralkannya sebelum dapat menyebabkan kerusakan sel dan menjadi penyakit.

Senyawa Antioksidan yang terkandung dalam Kelor adalah Vitamin A, Vitamin C, Vitamin E, Vitamin K, Vitamin B (*Choline*), Vitamin B1 (*Thiamin*), Vitamin B2 (*Riboflavin*), Vitamin B3 (*Niacin*), Vitamin B6, Alanine, Alpha-Carotene, Arginine, Beta-Carotene, Beta-sitosterol, Caffeoylquinic Acid, Campesterol, Carotenoids, Chlorophyll, Chromium, Delta-5-Avenasterol, Delta-7-Avenasterol, Glutathione, Histidine, Indole Acetic Acid, Indoleacetonitrile, Kaempferol, Leucine, Lutein, Methionine, Myristic-Acid, Palmitic-Acid,

*Prolamine, Proline, Quercetin, Rutin, Selenium, Threonine, Tryptophan, Xanthins, Xanthophyll, Zeatin, Zeaxanthin, Zinc.*

Antioksidan dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang dapat menghambat atau memperlambat proses oksidasi. Oksidasi adalah jenis reaksi kimia yang melibatkan pengikatan oksigen, pelepasan hydrogen, atau pelepasan elektron.

Proses oksidasi adalah peristiwa alami yang terjadi di alam dan dapat terjadi dimana-mana tak terkecuali di dalam tubuh kita. Antioksidan ini secara nyata mampu memperlambat atau menghambat oksidasi zat yang mudah teroksidasi meskipun dalam konsentrasi rendah. Antioksidan juga sesuai didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang melindungi sel dari efek berbahaya radikal bebas oksigen reaktif jika berkaitan dengan penyakit, radikal bebas ini dapat berasal dari metabolisme tubuh maupun faktor eksternal lainnya seperti polusi udara.

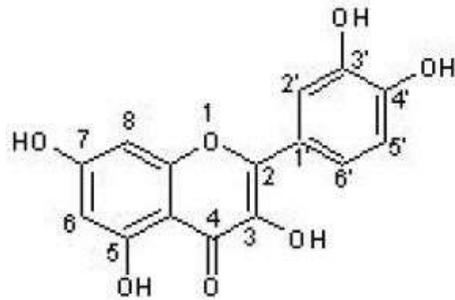
Antioksidan merupakan nutrisi alami yang ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran tertentu, dan telah terbukti dapat melindungi sel-sel manusia dari kerusakan oksidatif dan memberikan keuntungan lainnya, antara lain :

- Menguatkan kekebalan tubuh agar tahan terhadap flu, virus, dan infeksi.
- Mengurangi kejadian semua jenis kanker.
- Mencegah terjadinya glukoma dan degenerasi makular.
- Mengurangi risiko terhadap oksidasi kolestrol dan penyakit jantung.
- Anti-penuaan dari sel dan keseluruhan tubuh. (Krisnadi, 2015)

Keberadaan antioksidan dapat ditemukan secara endogen yang dihasilkan oleh tubuh sendiri, dan eksogen yang berasal dari makanan, Antioksidan yang ada pada makanan berasal dari tanaman telah lama dikenal potensinya dan telah lama diketahui untuk menstabilkan senyawa radikal yang dapat diukur aktivitas antioksidannya. Salah satunya adalah karotenoid yang mampu menghambat laju oksidasi molekuler target, dengan cara berreaksi dengan radikal bebas reaktif, membentuk senyawa yang relative lebih stabil. Antioksidan ini lebih sesuai disebut sebagai senyawa pelindung sel dari efek berbahaya radikal bebas, yang berasal dari tanaman, yang secara alami memberikan pigmen warna pada berbagai tumbuhan termasuk buah-buahan dan sayuran, yang perlu dikonsumsi untuk memasukkan antioksidan kedalam tubuh secara alami, dan untuk meredam radikal bebas yang terdapat di dalam tubuh.

Quercetin yang terkandung dalam Kelor adalah *flavonoid* vital dengan sifat antioksidan. Senyawa ini merupakan salah satu agen anti-inflamasi alami yang terbaik, dan saat ini sedang diuji di *Mayo Clinic* dalam pengobatan beberapa jenis penyakit. *Quercetin* dapat meningkatkan fungsi kapiler tubuh dan jaringan ikat, mengurangi memar sekaligus

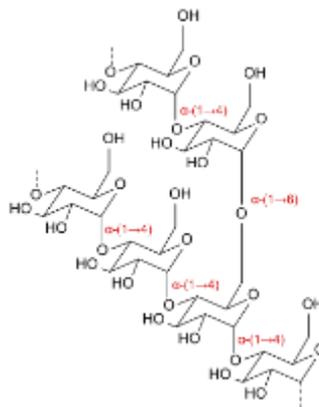
mempromosikan *vena* dan arteri yang sehat. Selain itu, *quercetin* meningkatkan kemampuan tubuh menyerap vitamin C dan memiliki sifat anti-virus yang meminimalkan gejala pernapasan dan masalah sinus. *Quercetin* merupakan *flavonoid* ampuh yang membantu memperbaiki *kolagen* tubuh dan yang menjaga kecerahan kulit serta kesehatannya. (Krisnadi, 2015)



Gambar 2.2 Struktur Quersetin

### 2.3. *Dekstrin*

*Dekstrin* merupakan karbohidrat tidak higroskopis, mudah terdispersi dan larut, dapat membentuk lapisan film, mencegah terjadinya kristalisasi dan mempertahankan tekstur bahan. Dektrin larut dalam air tetapi dapat diendapkan dengan alkohol. Dektrin memiliki sifat seperti pati. Dalam proses pengeringan busa, dekstrin berfungsi sebagai agen pengikat busa dan pembentuk lapisan tipis yang dapat memacu kecepatan pengeringan serta mencegah kerusakan akibat panas dengan cara melapisi komponen flavor dalam bahan. Jumlah rata-rata penggunaan *dekstrin* 5-25 %.(Susiana *et al.*, 2005)

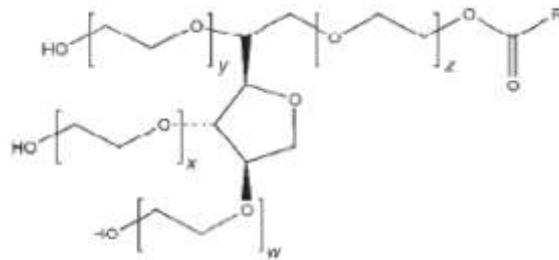


Gambar 2.3. Struktur Dekstrin

### 2.4. *Tween 80*

Bahan yang dibutuhkan dalam pengolahan daun kelor menjadi serbuk dengan metode *foam mat drying* adalah bahan pembusa dan dalam penelitian ini bahan pembusa yang digunakan adalah *tween 80*. *Tween 80* adalah ester asam lemak *polioksietilen sorbitan*,

dengan nama kimia *polyoxyethylene sorbitan monooleat*. Rumus molekulnya adalah  $C_{64}H_{124}O_{26}$  dan rumus strukturnya adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.4.** Struktur Tween 80

Pada suhu 25°C, *Tween* 80 berwujud cair, berwarna kekuningan dan berminyak, memiliki aroma yang khas, dan berasa sedikit pahit. Larut dalam air dan etanol, tidak larut dalam minyak mineral. Kegunaan *Tween* 80 antara lain sebagai: zat pembasah, emulgator, dan peningkat kelarutan.

Penambahan polyoxyethylene sorbitan monooleat (*tween* 80) dapat mempertahankan emulsi dan membuat unsur-unsur makanan tercampur dengan lebih baik dan memisahkan antara substansi makanan dengan zat-zat adiktif. (Susiana *et al.*, 2005)

*Tween* 80 dalam konsentrasi tertentu dapat berfungsi sebagai pendorong pembentukan busa (*foam*), dalam bentuk busa permukaan partikel membesar dan dapat mempercepat pengeringan. Jenis-jenis *tween* yaitu *tween* 20, 40, 65, dan 80. Masing-masing memiliki fungsi yang berbeda tergantung pada nilai HLB (*Hydrophyle Lypophyle Balance*). HLB adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara senyawa hidrofilik (suka air) dengan senyawa oleofilik (suka minyak). Semakin besar harga HLB berarti semakin banyak kelompok senyawa yang suka air. Artinya, emulgator tersebut lebih mudah larut dalam air dan demikian sebaliknya. *Tween* 80 memiliki nilai HLB (*Hydrophyle Lypophyle Balance*) 15 yang dapat berfungsi sebagai bahan pembentuk busa dan cenderung larut dalam air. (Yesi *et al.*, 2014)

Terdapat dua tipe emulsi, yakni emulsi jenis air dalam minyak (w/o atau a/m) dan jenis emulsi minyak dalam air (o/w atau m/a). Tipe o/w terdiri dari fase dalam berupa tetesan minyak yang terdispersi dan fase luar berupa air. Untuk membuat emulsi jenis o/w pilihlah emulgator dengan rentang nilai HLB 8-18. Contoh emulgator yang memiliki nilai HLB dalam rentang ini adalah gelatin, Gom, *Tween*, dan tragakan. Jika pada emulsi tipe o/w fase terdispersinya adalah minyak, maka pada jenis emulsi w/o fase terdispersinya adalah air dan

minyak sebagai fase kontinu. Emulgator yang bersifat lipofilik dengan nilai HLB 3-8. Contoh emulgator dengan nilai HLB dalam rentang ini adalah propilen glikol monostearat, etilan glikol distearat, dan sorbitan monooleat. Emulsi jenis ini bersifat lipofilik atau larut dalam lemak.(Siti, 2011). Untuk nilai HLB 1-3 yaitu *Anti foaming agent* yang merupakan bahan kimia yang berfungsi untuk mengurangi dan menghambat pembentukan busa dalam cairan proses industry.

## **2.5. Metode pengeringan**

Beberapa cara pengeringan untuk pembuatan minuman serbuk antara lain *spry drying*, *dough drying* dan *foam mat drying*.

- Pengeringan *spry drying* banyak dilakukan saat ini diindustri minuman serbuk instan skala besar, dan membutuhkan energi listrik yang besar, sehingga dalam skala kecil kurang efisien.
- *Dough drying* adalah cara pengolahan minuman serbuk instan yang paling kuno, prosesnya terdiri dari pengentalan dalam ruang vacuum, setelah kental dituang di loyang untuk dikeringkan dalam ruang pengering.
- Teknik *foam mat drying* adalah suatu proses pengeringan dengan pembuatan busa dari bahan cair yang ditambah dengan foam stabilizer dengan pengeringan pada suhu tertentu. Teknik ini merupakan pengembangan dari metode pengeringan, dengan melakukan treatment pada bahan baku selanjutnya pengeringan dengan suhu yang relatif rendah dengan menggunakan *cabinet drying* pun dapat dilakukan sehingga dapat diterapkan pada unit skala usaha kecil. (Khusnul. 2006)

## **2.6. Metode *Foam Mat Drying* (Pengeringan Busa)**

Pengeringan busa merupakan proses pengeringan yang melibatkan pengeringan lapisan tipis dari kandungan air dalam konsentrat makanan dengan udara panas pada tekanan atmosfer. Keunggulan metode pengeringan busa terletak pada cara kerjanya yang sederhana dan biaya yang tidak terlalu mahal. Selain itu alat yang digunakan juga sederhana sehingga dapat digunakan untuk industry skala kecil. (Susiana *et al.*, 2005)

Prinsip metode pengeringan busa (*foam mat drying*) ini adalah suatu proses pengeringan dengan pembuatan busa dari bahan cair dengan pengeringan pada suhu 50-75 °C menggunakan *cabinet drying* pun dapat dilakukan sehingga dapat diterapkan pada unit skala usaha kecil. Apabila menggunakan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan hilangnya

senyawa-senyawa volatil seperti vitamin C dan senyawa antioksidan. Penggunaan suhu yang lebih rendah akan menghasilkan kualitas rasa, warna dan kandungan produk nutrisi produk akhir yang lebih baik karena waktu pengeringan yang relatif lebih singkat. (Yesi *et al.*, 2014) Faktor-faktor yang mempengaruhi minuman instan dengan metode *Foam Mat Drying* adalah suhu, waktu pengeringan, volume *tween* 80 dan banyaknya dekstrin yang digunakan.

*Tween* 80 digunakan sebagai pengemulsi pada proses pembuatan minuman instan dengan metode pengeringan busa dan dekstrin sebagai bahan pengisi. Jika pembuatan minuman instan diproses dengan metode lain maka tidak menggunakan *tween* 80, tetapi hanya menggunakan dekstrin sebagai bahan pengisi.

## 2.7. Standar SNI Minuman Serbuk Instan

Kualitas minuman serbuk instan ditinjau dari aspek tersembunyi telah disahkan oleh pemerintah melalui Dinas Perindustrian dan Perdagangan (DEPERINDAG) yang ditentukan dalam Standar Nasional Indonesia SNI – No – 01 – 4320 – 1996, yang tertera pada table dibawah ini.

Tabel 2.2. Syarat Mutu Minuman Serbuk Tradisional

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		Normal
1.1.	Warna		Normal khas rempah
1.2.	Bau		Normal khas rempah
1.3.	Rasa		Normal khas rempah
2.	Air.b/b	%	Maks. 3,0
3.	Abu.b/b	%	Maks. 1,5
4.	Jumlah gula (dihitung sebagai sakarosa).b/b	%	Maks. 85,0
5.	Bahan tambahan makanan		
5.1.	Pemanis buatan - Sakarin - Siklomat	- -	Tidak boleh ada Tidak boleh ada
5.2.	Pewarna tambahan		Sesuai SNI 01-022-1995
6.	Cemaran logam - Timbale (Pb) - Tembaga (Cu) - Seng (Zn) - Timah (Sn)	Mg/kg Mg/kg Mg/kg Mg/kg	Maks. 0,2 Maks. 0,2 Maks. 50 Maks. 40,0
7.	Cemaran arsen (AS)	Mg/kg	Maks. 0,1
8.	Cemaran mikroba - Angka lempeng total - Caliform	Koloni/g APM/g	$3 \times 10^3$ <3

(Sumber : SNI – 01 – 4320 – 1996).

Kedua warna, bau dan rasa pada table tersebut diatas mempunyai persyaratan sebagai berikut : warna normal, yaitu warnanya sesuai dengan bahan yang digunakan yaitu bahan baku (rempah). Aroma normal sesuai bahan baku yang digunakan. Rasa normal sesuai bahan baku yang digunakan. (Anariawati, 2009)

## **BAB III.**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Pada proses pembuatan Minuman instan dari daun kelor faktor-faktor yang berpengaruh antara lain variasi volume *tween* 80 serta variasi suhu pengeringan pada pembuatan serbuk minuman instant daun kelor.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui variasi suhu pengeringan dengan metode pengeringan busa pada *Cabinet Dryer* terhadap pembuatan minuman instan antioksidan dari daun kelor dengan kualitas optimal.
2. Mengetahui berapa variasi volume *tween* 80 yang dibutuhkan pada pembuatan minuman instan antioksidan dari daun kelor untuk mendapatkan hasil yang maksimal?
3. Mengetahui daya terima masyarakat terhadap minuman instant dari daun kelor yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi.

#### **3.2. Manfaat Penelitian**

Minuman instant dari serbuk daun kelor memiliki banyak manfaat yang baik untuk kesehatan. Contohnya untuk menangkal radikal bebas, mencegah penyakit degeneratif seperti kanker, penyakit jantung, peradangan dan penuaan dini. Selain itu juga dapat melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin C, anti inflamasi, mencegah keropos tulang, dan sebagai antibiotik.

Minuman instant ini kaya akan nutrisi, mengandung cukup kalori dan semua zat gizi esensial, sehingga siapapun yang mengkonsumsi sebagai makanan tambahan diharapkan dapat meningkatkan imunitas, menangkal radikal bebas, peradangan, mencegah anemia. Selain itu juga dapat melindungi struktur sel, meningkatkan efektivitas vitamin B2, zat besi dan anti inflamasi.

Berikutnya diharapkan dari penelitian ini ditemukan teknologi terapan untuk produksi minuman instant daun kelor, sehingga mudah untuk diterapkan di masyarakat. Selain itu, juga berpeluang untuk diproduksi secara massal pada saat ini dan masa yang akan datang. Sehingga dapat berdampak pada bidang teknologi, ekonomi dan lingkungan serta dapat meningkatkan sumber daya pangan lokal dikancah internasional.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Makanan ITN Malang. Tahap penelitian adalah studi literatur, persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian, pengumpulan data, analisa data, evaluasi dan terakhir pembuatan laporan. Berikut adalah variabel tetap dan berubah, alat, bahan, dan prosedur dilanjutkan dengan diagram alir penelitian dan deskripsi peralatan.

#### **4.1. Variabel Penelitian, Alat dan Bahan**

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : daun kelor 1 kilogram, waktu pengeringan 6 jam, gula kristal putih 370 gram, aquades 500 ml, *Dekstrin* 150 gram  
Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Suhu pengeringan yaitu 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C serta Volume *Tween* 80 : 0,5 ml, 0,75 ml, 1 ml, 1,25 ml, 1,5 ml sedangkan alat-alat yang digunakan antara lain: blender, mixer, timbangan elektrik, spatula, baskom, *cabinet drying*, loyang, saringan, kain kasa, plastik kemasan.

#### **4.2. Prosedur penelitian**

Tahapan pembuatan minuman instan antioksidan

##### **Pembuatan sari daun kelor**

- Menyortir daun kelor dan memisahkan dari batangnya
- Mencuci daun kelor dengan air mengalir hingga bersih, dan ditiriskan
- Menimbang daun kelor segar sebanyak 1 kilogram
- Memasukan daun kelor ke dalam blender
- Menambahkan aquades sebanyak 500 ml ke dalam blender
- Daun kelor diblender hingga halus
- Mengambil sari daun kelor dengan cara diperas menggunakan kain kasa

##### **Proses Pencampuran bahan**

- Memasukan sari daun kelor ke dalam baskom
- Menambahkan *dekstrin* sebanyak 150 gram dan diaduk menggunakan mixer
- Menambahkan *tween* 80 sesuai perlakuan
- Mengaduk menggunakan mixer hingga homogeny

### **Proses Pengeringan**

- Memasukan campuran bahan ke dalam loyang dan meratakan permukaannya
- Memasukan bahan ke dalam *cabinet drying*
- Mengatur suhu sesuai perlakuan dengan waktu 6 jam
- Mengeluarkan bahan dari *cabinet drying*
- Menunggu hingga dingin
- Memasukan bahan kering ke dalam blender
- Memasukan gula Kristal putih ke dalam blender
- Memblender bahan kering dan Kristal gula hingga menjadi bubuk
- Menyaring dengan saringan untuk mendapatkan hasil serbuk yang diinginkan

### **4.3. Prosedur Analisa**

Beberapa analisa yang dilakukan terhadap produk minuman instan antara lain :

#### **Analisa aktivitas antioksidan**

- Sebanyak 5 gram sampel ditimbang.
- Sampel ditambah etanol 95% sebanyak 250 ml kemudian di vortex untuk membantu melarutkan sampel.
- Selanjutnya ekstrak disentrifuse dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan ekstrak.
- Kemudian 4 ml supernatan diambil dan ditambahkan dengan 1 ml larutan 1,1 diphenil-2-picryllhydrazil (DPPH) 0.2 M. Dibiarkan selama 10 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm.
- Kontrol dilakukan seperti pada prosedur di atas dengan menggunakan larutan DPPH 0.2 M.
- Aktivitas scavenger radikal bebas dihitung sebagai presentase berkurangnya warna DPPH dengan perhitungan :

$$\% \text{ Aktivitas antioksidan} = 100 \times 1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}}$$

(Yesi *et al.*, 2014)

#### **Analisa quersetin**

- Sampel ditimbang sebanyak 0,5 gram
- Dilarutkan dalam metanol dan aquadest (80 : 20) sampai 5 ml
- Kemudian disonifikasi selama 30 menit
- Di centrifuse dengan rate 4000 rpm selama 10 menit

- Disaring dengan kertas saring nylon 0,2 mm
- Lalu di injeksi ke LC-MS/MS
- Kemudian hasil dapat dibaca pada komputer

(Laboratorium Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang)

### **Analisa Kadar Air**

- Sampel ditimbang sebanyak 2-5 gram pada cawan porselin yang telah diketahui beratnya. lalu dimasukkan ke dalam oven selama 5 jam pada suhu 100 - 105°C atau sampai beratnya menjadi konstan.
- Sampel kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator dan segera ditimbang setelah mencapai suhu kamar.
- Masukkan kembali bahan tersebut ke dalam oven sampai tercapai berat yang konstan (selisih antara penimbangan berturut-turut 0.002 gram).
- Kehilangan berat tersebut dihitung sebagai presentase kadar air dan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{berat awal}-\text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100$$

(Yesi *et al.*, 2014)

### **Analisa Bakteri E. Coli Dengan Metode MPN/APM**

- Menyiapkan 9 tabung reaksi; 3 tabung untuk seri A, 3 tabung untuk seri B dan 3 tabung untuk seri C
- Memasukkan 1 ml air sampel dari pengenceran, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-7</sup> kaldu nutrisi untuk tabung seri A, B, C
- Memasukkan tabung durham pada semua tabung reaksi dengan posisi mulut tabung dibawah
- Mengisi semua tabung reaksi dengan 9 ml KFL
- Menutup tabung dengan kapas/tissue
- Inkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37 °C
- Mengamati perubahan dari tabung durham dan menghitung jumlah tabung positif untuk seri tabung positif untuk seri tabung.

(Laboratorium Mikrobiologi, ITN Malang)

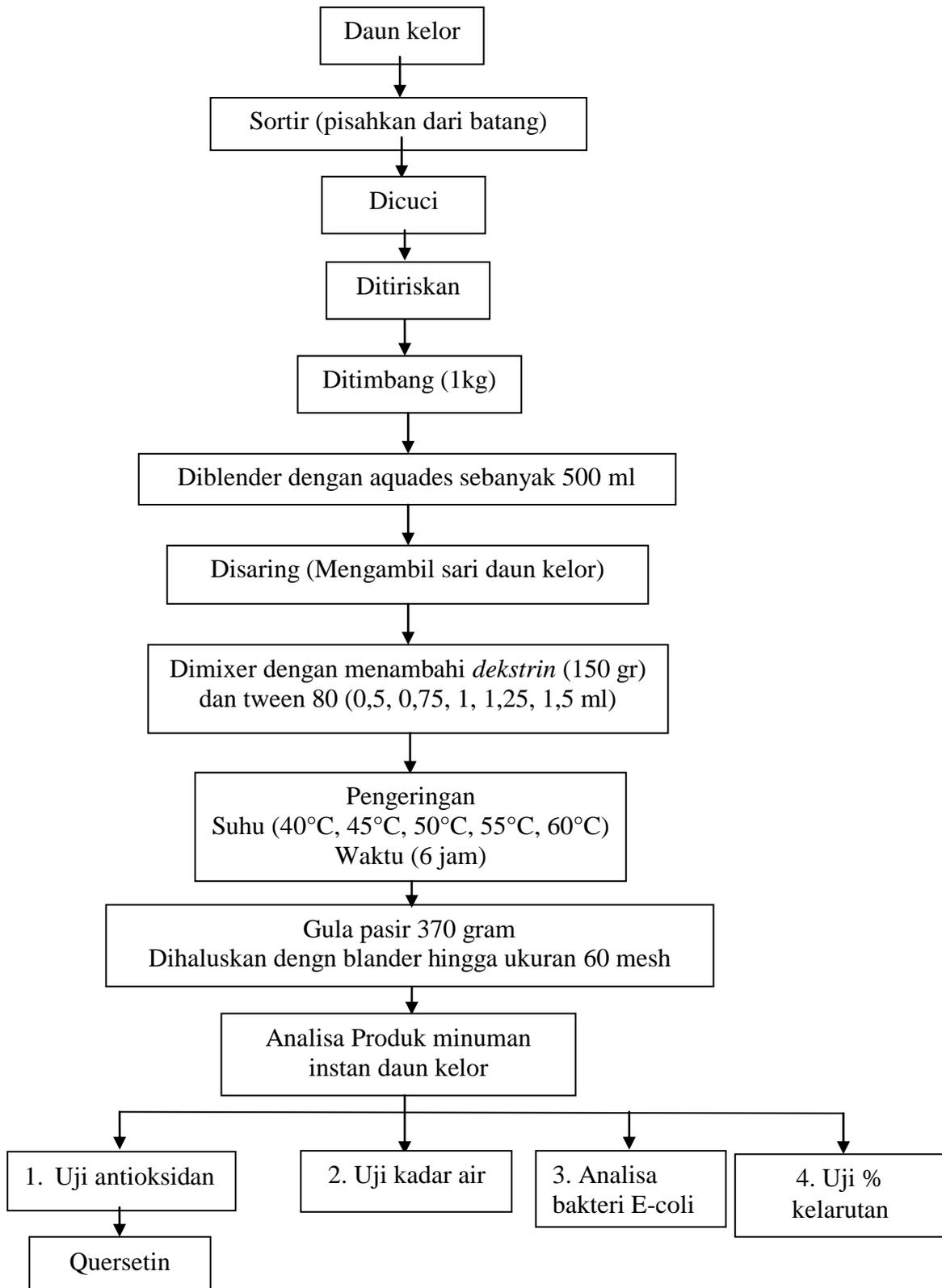
### **Analisa kelarutan**

Mula-mula ditentukan kadar air contoh. Dilarutkan sebanyak 2 gram serbuk ke dalam 100 ml air. Disaring dengan kertas saring Whatman No 42. Sebelum digunakan kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC selama 30 menit dan ditimbang. Setelah penyaringan kertas saring beserta residu dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC selama 3 jam kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Besarnya nilai kelarutan dinyatakan dalam persentase berat residu yang tidak dapat melalui kertas saring terhadap berat contoh bahan yang digunakan dan dapat dihitung dengan rumus % Kelarutan:

$$\text{Kelarutan} = \left[ 1 - \frac{c-b}{\frac{(100-\% \text{KA})}{100} \times a} \right] \times 100$$

(Yesi *et al.*, 2014)

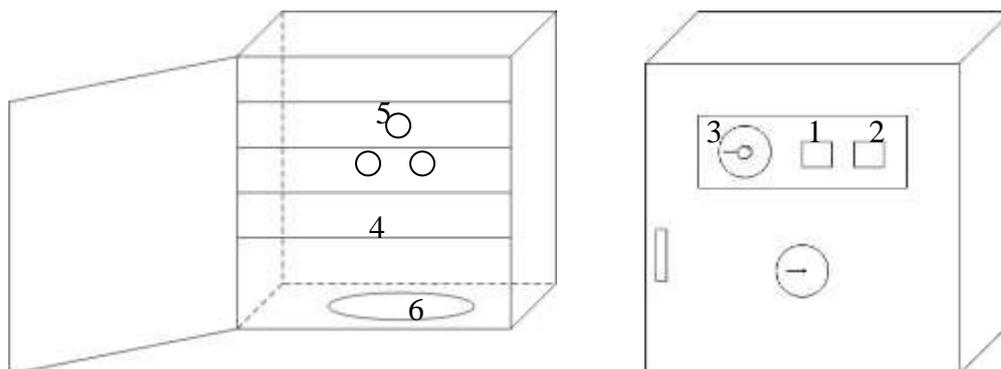
## Tahapan Penelitian



**Gambar 4.1.** Diagram alir proses pembuatan minuman instan antioksidan

#### 4.4. Deskripsi Peralatan

Alat utama yang digunakan adalah *cabinet dryer* sebagai alat pengering.



**Gambar 3.2. Alat *Cabinet Dryer***

Keterangan:

1. Tombol on/off pemanas
2. Tombol on/off blower
3. *Temperature control*
4. Tray sampel
5. Blower
6. Pemanas

Mesin pengering ini dapat digunakan untuk mengeringkan berbagai jenis bahan makanan maupun non makanan. Udara panas yang dihasilkan dari sumber pemanas disebarkan ke seluruh bagian ruang pengering dengan menggunakan blower. Pembalikan bahan baku selama proses pengeringan dilakukan secara manual (menggunakan tangan atau alat bantu)

Berikut cara pengoperasian *cabinet dryer* :

1. Sambungkan saklar ke sumber listrik, hidupkan mesin dengan tekan tombol power.
2. Atur suhu (SV) sesuai dengan yang diinginkan.
3. Tekan tombol On saklar blower masuk.
4. Masukkan bahan yang akan dikeringkan.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN

#### 5.1. Data Pengamatan

##### 5.1.1. Data Pengamatan pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap Aktivitas Antioksidan.

Pengamatan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap aktivitas antioksidan pada minuman instan dari daun kelor meliputi pengamatan total antioksidan dan total quersetin yaitu :

##### 5.1.1.1. Data Pengamatan Total Aktivitas Antioksidan

Berikut ini merupakan data pengamatan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap total aktivitas antioksidan (ppm) pada produk minuman instan:

Tabel 5.1. Data Pengamatan Total Aktivitas Antioksidan

Tween 80 (ml)	Suhu (°C)				
	40	45	50	55	60
0.5	100.165	187.323	283.821	362.793	380.634
0.75	139.238	216.721	290.259	363.688	393.055
1	167.783	234.586	317.682	366.371	395.710
1.25	178.729	243.943	335.815	369.051	393.940
1.5	183.507	262.562	353.830	371.728	394.825

##### 5.1.1.2. Data Pengamatan Total Quersetin.

Berikut ini merupakan data pengamatan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap total quersetin (ppm) pada produk minuman instan:

Tabel 5.2. Data Pengamatan Total Quersetin

Tween 80 (ml)	Suhu (°C)				
	40	45	50	55	60
0.5	661.424	563.592	465.759	367.928	270.096
0.75	641.857	544.025	446.193	348.361	250.529
1	622.291	524.459	426.627	328.795	230.963
1.25	602.725	504.893	407.061	309.229	211.397
1.5	583.158	485.326	387.494	289.662	191.831

### 5.1.2. Data Pengamatan Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap Kadar Air

Berikut ini merupakan data pengamatan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap kadar air pada produk minuman instan dari daun kelor :

Tabel 5.3. Data Pengamatan Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap Kadar Air

Tween 80 (ml)	Suhu (°C)				
	40	45	50	55	60
0.5	21.00	18.70	14.00	9.33	4.00
0.75	20.67	18.00	13.70	8.33	3.33
1	20.33	17.67	12.67	7.33	2.67
1.25	20.00	16.67	12.00	5.70	2.00
1.5	19.67	15.70	10.67	4.67	1.67

### 5.1.3. Data Pengamatan Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap % Kelarutan.

Berikut adalah hasil pengamatan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap % kelarutan :

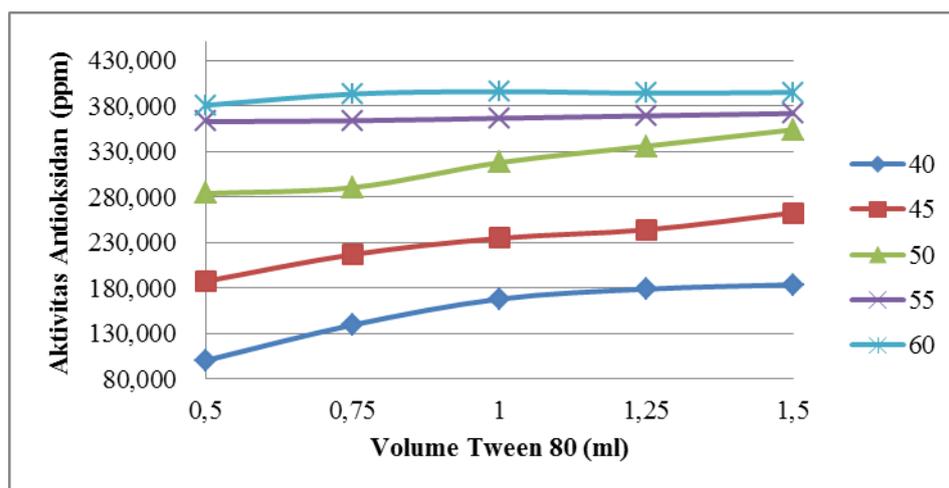
Tabel 5.4. Data Pengamatan Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap % Kelarutan.

Tween 80 (ml)	Suhu (°C)				
	40	45	50	55	60
0.5	59.50	64.34	71.51	79.04	85.94
0.75	60.92	65.24	72.78	80.36	87.07
1	61.09	67.21	74.24	81.12	87.67
1.25	61.25	68.20	75.00	83.04	89.29
1.5	62.66	70.36	77.05	84.79	89.83

## 5.2. Pembahasan

### 5.2.1. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap Total Aktivitas Antioksidan

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap total aktifitas antioksidan pada produk minuman instan daun kelor:



Gambar 5.2. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap Total Aktivitas Antioksidan

Pengujian antioksidan ini dilakukan dengan DPPH (1,1-diphenil-2-picrylhydrazyl). Parameter yang dipakai untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah harga konsentrasi inhibitor atau *inhibitor concentration* ( $IC_{50}$ ) yaitu konsentrasi suatu zat antioksidan dapat menyebabkan 50% DPPH kehilangan karakter radikal bebasnya atau konsentrasi suatu zat antioksidan yang membuktikan % penghambat radikal bebas sampai 50%. Harga  $IC_{50}$  berbanding terbalik dengan kemampuan senyawa yang bersifat sebagai antioksidan. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  berarti semakin kuat daya antioksidannya.

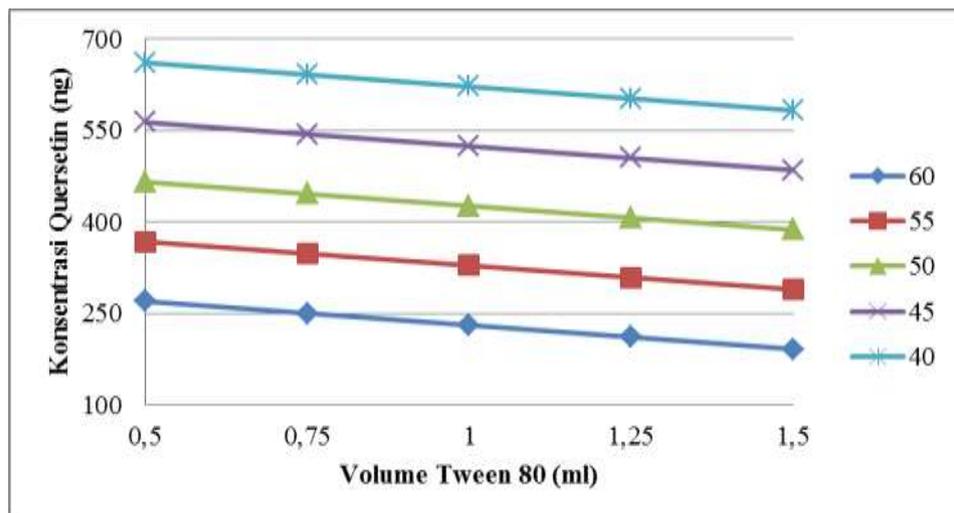
Dari grafik 5.2 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan dan semakin banyak volume tween 80 maka kandungan aktivitas antioksidan pada minuman instan semakin rendah. Dimana aktivitas antioksidan suatu senyawa uji dapat dikategorikan tingkat kekuatan antioksidannya menjadi berbagai intensitas yang digolongkan menurut nilai  $IC_{50}$ . Aktivitas antioksidan digolongkan sangat aktif jika

nilai  $IC_{50}$  kurang dari 50 ppm, digolongkan aktif bila nilai  $IC_{50}$  50-100 ppm, digolongkan sedang bila nilai  $IC_{50}$  101-250 ppm, dan digolongkan lemah bila nilai  $IC_{50}$  250-500 ppm, serta digolongkan tidak aktif bila nilai  $IC_{50}$  lebih besar dari 500 ppm. (Febby Hardiyanthi, 2015)

Nilai total aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 100,165 ppm pada suhu  $40^{\circ}C$  dan volume tween 80 sebanyak 0,5 ml, sedangkan nilai aktivitas antioksidan terendah yaitu 394,825 ppm pada suhu  $60^{\circ}C$  dan volume tween80 sebanyak 1,5 ml dengan nilai tertinggi sebesar 100,65 ppm pada suhu  $40^{\circ}C$  dan volume tween 80 sebanyak 0,5 ml. Hasil aktifitas antioksidan yang didapat lebih rendah dari hasil penelitian sebelumnya, dimana hasil penelitian sebelumnya adalah 92,53 100,165 ppm. Karena hasil yang didapat masih tergolong aktivitas antioksidan yang aktif maka produk minuman instan daun kelor masih tergolong aktif untuk total aktivitas antioksidannya.

### 5.2.2. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap Total Quersetin

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap total quersetin pada produk minuman instan daun kelor



Gambar 5.3. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap Total Quersetin

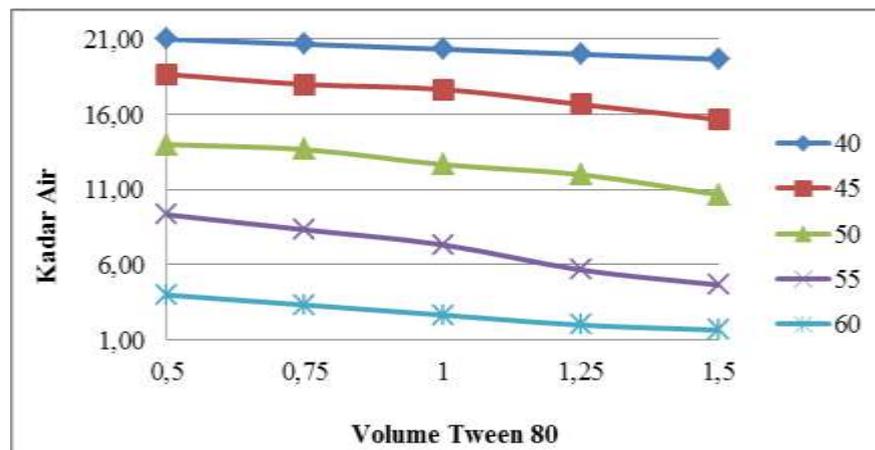
Dari grafik 5.3 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan dan semakin banyak volume tween 80 maka kandungan antioksidan quersetin semakin menurun.

Tween 80 dalam konsentrasi tertentu dapat berfungsi sebagai pendorong pembentukan buih (foam), dalam bentuk buih permukaan partikel membesar dan dapat mempercepat pengeringan. Quersetin dapat hilang karena suhu tinggi karena mengalami penguapan. (Yesi *et al.*, 2014)

Nilai quersetin tertinggi adalah 661,4237 ppm pada suhu 40°C dan volume tween 80 sebanyak 0,5 ml, sedangkan nilai quersetin terendah yaitu 191,831 ppm pada suhu pengeringan 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml. Nilai quersetin yang tinggi maka akan mempengaruhi total aktivitas antioksidan. Hasil analisa dari pengujian quersetin ini sesuai dengan hasil analisa total aktivitas antioksidan, dibuktikan dengan nilai tertinggi dari quersetin selaras dengan nilai total aktivitas antioksidan yang tertinggi.

### 5.2.3. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap % Kadar Air

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap kadar air produk minuman instan daun kelor



Grafik 5.4. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap % Kadar Air

Dari grafik 5.4 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan dan semakin banyak volume tween 80 maka semakin sedikit kadar air dalam produk.

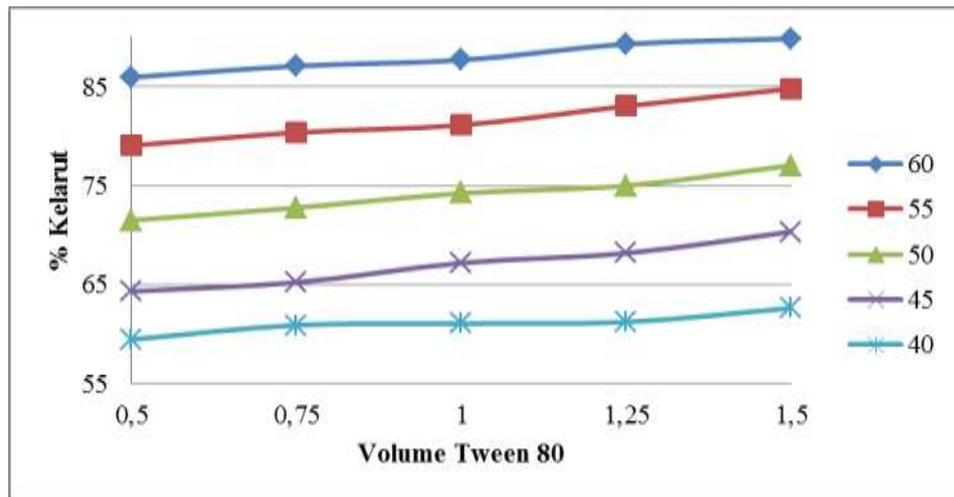
Hasil analisa yang didapat dari pengujian kadar air produk minuman instan daun kelor, kadar air tertinggi yaitu 21% pada suhu 40°C dan volume tween 80 sebanyak 0,5 ml sedangkan kadar air terendah yaitu 1,67% pada suhu 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml. Dari hasil analisa ada beberapa sampel yang memenuhi standard SNI minuman instan (SNI-01-4320-1996) yaitu kadar air produk minuman instan maksimal 3%. Kadar air terbaik yang didapat dari hasil analisa yaitu 1,67% pada suhu 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml, 2% pada suhu 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1,25 ml dan 2,67% pada suhu 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1 ml. Hasil kadar air yang didapatkan lebih kecil dari hasil penelitian sebelumnya dimana kadar air dari penelitian sebelumnya yaitu 4,91%. Dengan demikian kadar air untuk produk minuman instan daun kelor telah memenuhi standard baku mutu minuman instan dan layak dipasarkan.

#### **5.2.4. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap Cemaran E-Coli**

Dari hasil pengujian cemaran E-Coli dalam produk minuman instan, bahwa produk minuman instan daun kelor bebas dari cemaran E-Coli. Karena proses pengolahan daun kelor menjadi minuman instan selalu menggunakan air bersih, alat-alat dan tempat produksi yang dijaga kebersihannya. Hal ini sesuai standard SNI minuman instan (SNI-01-4320-1996) yaitu semaran E-coli dalam produk negative. Karena produk yang dihasilkan bebas dari cemaran mikroorganisme maka produk minuman instan layak untuk dipasarkan.

#### **5.2.5. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 Terhadap % Kelarutan**

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pengaruh suhu dan volume tween 80 terhadap % kelarut produk minuman instan daun kelor



Grafik 5.5. Pengaruh Suhu dan Volume Tween 80 terhadap % Kelarut Produk

Dari grafik 5.5 membuktikan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan dan semakin banyak volume tween 80 maka semakin tinggi % kelarutannya.

Suhu pengeringan juga menunjukkan perbedaan pengaruh yang nyata terhadap kelarutan minuman serbuk instan daun kelor, semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin tinggi % kelarutannya. Hal ini dikarenakan pada suhu pengeringan yang lebih tinggi kadar air produk yang terukur akan semakin rendah di banding suhu pengeringan yang rendah, sehingga kadar air yang tinggi pada produk akan menyebabkan terjadi gumpalan sehingga lebih membutuhkan banyak waktu untuk memecah ikatan antar partikel.(Reza *et al.*, 2013)

Dari hasil pengujian % kelarutan didapatkan % kelarutan sampel produk minuman instan daun kelor tertinggi yaitu 89,83% pada suhu 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml, sedangkan hasil analisa % kelarutan sampel produk minuman instan daun kelor terendah yaitu 59,50% pada suhu 40°C dan volume tween 80 sebanyak 0,5 ml. % kelarutan produk minuman instan daun kelor yang terbaik yaitu 89,83% pada suhu 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml dan hasil % kelarutan ini lebih baik dari peneliti terdahulu tentang pembuatan minuman instan markisa merah sebesar 81,33%.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut yaitu :

1. Berdasarkan hasil analisa terhadap produk minuman instan daun kelor dapat diambil kesimpulan suhu pengeringan yang terbaik adalah 60°C dan penambahan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml, dengan hasil analisa kadar air yang sesuai dengan SNI minuman instan (SNI-01-4320-1996) yaitu 1,67%, dan % kelarutan 89,83%. Sedangkan apabila ditinjau dari total quersetin dan total aktifitas antioksidan yang terbaik pada suhu 40 °C dan penambahan volume tween 80 sebanyak 0.5 ml yaitu total quersetin 661.424ppm dan total aktivitas antioksidan 100.165 ppm. Bebas dari cemaran E-coli (SNI-01-4320-1996).
2. Berdasarkan hasil dari organoleptis terhadap produk minuman instan daun kelor, produk yang terbaik yaitu pada suhu pengeringan 60°C dan volume tween 80 sebanyak 1,5 ml. terutama terhadap rasa.

#### **6.2. Saran**

1. Ketebalan bahan (ekstrak daun kelor) pada saat pengeringan dalam *cabinet dryer* harus diperhatikan, jangan sampai terlalu tebal sehingga dapat memperlambat pengeringan
2. Daun kelor yang digunakan dalam proses pembuatan minuman instan harus segar, sehingga kandungan antioksidan di dalam daun kelor maksimal (< 4jam)

## DAFTAR PUSTAKA

- A Dudi Krisnadi. 2015. *Kelor, Super Nutrisi*. Pusat Informasi Dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia, Lembaga Swadaya Masyarakat – Media Peduli Lingkungan (LSM-MEPELING).
- Anariawati. 2009. *Studi Pembuatan Serbuk Instan Kayu Secang (caesalpinia sappan) Dengan Menggunakan Jumlah Gula Yang Berbeda Sebagai Minuman Berkasiat*. Universitas Negri Semarang.
- Andrian G. Bambang, Fatimawali, dan Novel, S. Kojong. 2014. *Analisis Cemaran Bakteri Coliform Dan Identifikasi Escherichia Coli Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado*. Jurnal Ilmiah Farmasi.
- Dwi Ana A., Maria I., Harimbi S., 2017, *Substitution Effect Of Wheat Flour With Moringa Leaf Toward The Nutrient Improvement And The Quality Of Moringa Biscuit (Moringa Oleifera)*, International Journal of Chemtech Research. Vol.10 No.9, pp 949-956.
- Ebook pangan. 2006. *Pengujian Organoleptik (Evaluasi Sensori) Dalam Industri Pangan*.
- Febby hardiyanti. 2015. *Pemanfaatan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera) Dalam Sediaan Hand And Body Cream*. Universitas Islam Negeri Sy. Jakarta
- Fifi Luthfiah. 2012. *Potensi Gizi Daun Kelor (Moringa Oleifera) Nusa Tenggara Barat*. Media Bina Ilmiah.
- Kasma Iswari. 2007. *Kajian Pengolahan Bubuk Instan Wortel Dengan Metode Foam Mat Drying*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat.
- Khusnul Khotimah. 2006. *Pembuatan Susu Bubuk Dengan Foam-Mat Drying : Kajian Pengaruh Bahan Penstabil Terhadap Kualitas Susu Bubuk*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Siti Rahmah. 2011. *Emulsi*. Wordpress (diakses tanggal 10 Oktober 2015).
- Stefanus Dicky Reza Putra. 2013. *Kualitas Minuman Serbuk Instan Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana Linn.) Dengan Variasi Maltodekstrin Dan Suhu Pemanasan*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta

- Susiana Prasetyo S. 2005. dan Vincentius. *Pengaruh Penambahan Tween 80, Dekstrin dan Minyak Kelapa Pada Pembuatan Kopi Instan Menggunakan Metode Pengering Busa*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia
- Togar Duharman Panjaitan, Budhi Prasetyo, dan Leenawaty Limantara. 2008. *Peranan Karotenoid Alami dalam Menangkal Radikal Bebas*. Universitas Sumatera Utara.
- Wilna Pakaya, Netty Ino Ischak, Julhim S dan Tangio. 2015. *Analisis Kadar Flavonoid Dari Ekstrak Metanol Daun Danbunga Tembelean*. Jurnal Penelitian, Universitas Negeri Gorontalo.
- Yesi Ika Susanti dan Widya Dwi Rukmi Putri. 2014. *Pembuatan Minuman Serbuk Markisa Merah (Passiflora Edulis F. Edulis Sims)(Kajian Konsentrasi Tween 80 Dan Suhu Pengeringan)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri.

# LAMPIRAN



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

KAMPUS I : Jl. Bendungan sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang 65145  
KAMPUS II : Jl. Raya Karanglo Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**SURAT PERJANJIAN PENUGASAN**  
**DALAM RANGKA PELAKSANAAN PENELITIAN**  
**TAHUN AKADEMIK 2016/2017**  
Nomor: ITN.02.033.044/I.LPPM/2017

Pada hari ini, Rabu tanggal 08 Februari 2017, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. **Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D**  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Nasional Malang, untuk selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**.
2. **Dwi Ana Anggorowati, ST, MT**  
Tenaga Fungsional Akademik Institut Teknologi Nasional Malang, selaku Ketua Pelaksana Penelitian, untuk selanjutnya disebut sebagai **PIHAK KEDUA**.

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Penelitian Periode Tahun Akademik 2016/2017 dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

**PASAL 1**  
**PENUGASAN DAN TANGGUNGJAWAB**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas pada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk bertindak sebagai Ketua/Penanggung Jawab Program Penelitian yang berjudul: **Potensi Daun Kelor (Moringa Oleifera) Untuk Pembuatan Serbuk Minuman Instan Dengan Variasi Volume Tween 80 Dan Suhu Pengeringan Sebagai Minuman Antioksidan**.
- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas kegiatan seperti dimaksud pada pasal 1 ayat (1) serta berkewajiban membuat laporan penelitian dan laporan keuangan lengkap dengan bukti-bukti pengeluaran.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menindaklanjuti serta mengupayakan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk memperoleh paten atau publikasi ilmiah dalam jurnal nasional/internasional atau teknologi tepat guna atau rekayasa sosial dan atau buku ajar sebagaimana yang telah dijanjikan oleh pengusul dalam proposal.



**PASAL 2**  
**PENDANAAN DAN PEMBAYARAN**

- (1) Pelaksanaan penugasan Penelitian **Periode Tahun Akademik 2016/2017** sebagaimana dimaksud pada pasal 1 ayat (1), dengan biaya dibebankan pada Anggaran Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITN Malang Tahun Akademik 2016/2017.
- (2) **PIHAK PERTAMA** memberikan bantuan dana untuk kegiatan penelitian sebagaimana disebutkan pada pasal 1, sebesar Rp. 10.000.000,00 (*Sepuluh Juta Rupiah*), yang dibebankan pada Anggaran Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITN Malang Tahun Akademik 2016/2017.
- (3) Dana penugasan penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap melalui Biro Keuangan ITN Malang dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a) Pembayaran tahap pertama bulan Maret 2017 sebesar 25% yaitu Rp. 2.500.000,00 (*Dua Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*), dibayarkan setelah surat perjanjian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak. Dan **PIHAK KEDUA** telah memenuhi persyaratan dari reviewer proposal penelitian.
  - b) Pembayaran tahap kedua bulan April 2017 sebesar 25% yaitu Rp. 2.500.000,00 (*Dua Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*).
  - c) Pembayaran tahap ketiga bulan Mei 2017 sebesar 20% yaitu Rp. 2.000.000,00 (*Dua Juta Rupiah*).
  - d) Pembayaran tahap keempat sebesar 30% yaitu Rp. 3.000.000,00 (*Tiga Juta Rupiah*), dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan Laporan Hasil Kegiatan Penelitian lengkap dengan laporan penggunaan anggaran beserta bukti-bukti lainnya kepada **PIHAK PERTAMA**.
  - e) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab mutlak dalam penggunaan anggaran sebagaimana disebutkan pada pasal 2 ayat (1) sesuai dengan rencana anggaran biaya pada proposal dan rincian biaya yang telah diseleksi serta mempertanggungjawabkan seluruh pembelanjaan dana tersebut kepada **PIHAK PERTAMA**.
  - f) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan dan wajib dikembalikan ke kas ITN Malang.
  - g) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggungjawab atas tidak terbayar/dicairkan dana 30% tahap kedua sebagaimana dimaksud pasal 2 ayat (2) butir (b) yang disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan **PIHAK KEDUA**.

**PASAL 3**  
**PERUBAHAN PELAKSANAAN PENELITIAN**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA**, karena sesuatu hal bermaksud mengubah pelaksana/lokasi/jadwal penelitian yang telah disepakati, **PIHAK KEDUA** harus mengajukan permohonan perubahan tersebut kepada **PIHAK PERTAMA**.

- (2) Perubahan pelaksanaan penelitian hanya dibenarkan bila telah mendapat persetujuan lebih dahulu dari **PIHAK PERTAMA**.

#### **PASAL 4**

##### **BATAS AKHIR DAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN**

- (1) Kegiatan Program Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Periode Tahun Akademik 2016/2017 di lingkungan ITN Malang, berakhir sampai dengan bulan November 2017 dan pelaporan pada bulan Desember 2017.
- (2) **PIHAK KEDUA** wajib menyelesaikan seluruh kegiatan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 1 ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**, tidak lebih dari batas waktu yang telah ditetapkan yaitu sebagaimana yang disebutkan dalam pasal 4 ayat (1), dan apabila melewati batas waktu tersebut, maka pencairan dana 30% tahap kedua dianggap **GUGUR** dan **PIHAK KEDUA** diwajibkan mengembalikan dana yang telah diterima ke kas ITN Malang.
- (3) Kelalaian atas kewajiban **PIHAK KEDUA** dalam hal ini tidak menyerahkan laporan hasil kegiatan penelitian kepada **PIHAK PERTAMA**, mengakibatkan gugurnya hak untuk memperoleh dana bantuan penelitian atau pengabdian kepada masyarakat periode tahun berikutnya.
- (4) **PIHAK KEDUA** harus melakukan diseminasi penelitian.
- (5) Hasil Penelitian berupa:
- Laporan akhir, disusun sesuai dengan format pada Buku Panduan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2016.
  - Bukti Diseminasi sesuai kategori luaran penelitian (minimal Jurnal ber-ISSN).
  - Membuat tambahan luaran penelitian berupa Poster (file JPEG) dengan format kertas A4, prototype, TTG.
  - Laporan Keuangan beserta bukti-bukti pengeluaran disimpan dalam bentuk softcopy.
- (6) Laporan Akhir diserahkan dalam bentuk softcopy dan diunggah di e-litabmas ITN (point 5a - 5c).
- (7) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud dalam pasal 1, maka diwajibkan mengembalikan semua dana yang telah diterima ke kas ITN Malang.

#### **PASAL 5**

##### **PLAGIAT**

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul penelitian sebagaimana dimaksud dalam pasal 1, dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan kegiatan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka surat perjanjian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan semua dana yang telah diterima, ke kas ITN Malang.

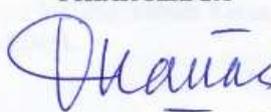
**PASAL 6  
PENYELESAIAN PERSELISIHAN**

- (1) Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah.
- (2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini akan ditentukan oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

**PASAL 7  
PENUTUP**

Surat Perjanjian Penugasan Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) bermeterai yang mempunyai kekuatan hukum sama sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya meterai dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.

**PIHAK PERTAMA**  
METERAI TEMPEL  
NO. CAANEP072104722  
6000  
DIBERUBURAH  
  
**Courty Handoko, ST., SS., MT., Ph.D**  
NIP. P. 1030100359

**PIHAK KEDUA**  
  
**Dwi Ana Anggorowati, ST, MT**  
NIP. 197009282005012001

**Mengetahui,**  
Rektor ITN Malang  
  
**Dr. Jr. Lalu Mulyadi, MT**  
NIP. Y. 1018700153

