

**STABILITAS ZAT WARNA ANTOSIANIN
DARI BUAH DUWET (*Syzygium cumini*)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

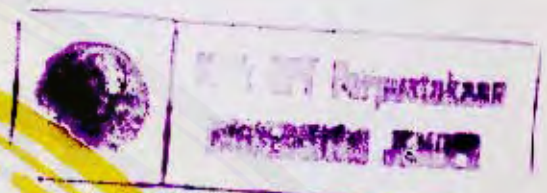


Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Mukhamad Komar
981710101058

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2004**



Ass
05 Feb 2004
SM

664.06
KOM
S

Dosen Pembimbing:

Puspita Sari, STP. MAgr. (DPU)

Ir. Muhammad Fauzi, MSi. (DPA I)

Triana Lindriati, ST. (DPA II)

Diterima Oleh:

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (SKRIPSI)

Dipertahankan pada:

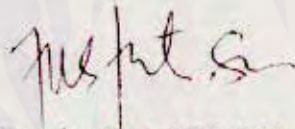
Hari : Selasa

Tanggal : 22 Juni 2004

Tempat : Ruang Ujian - FTP

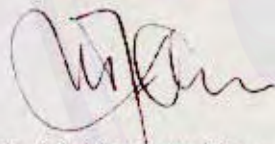
Tim Penguji

Ketua



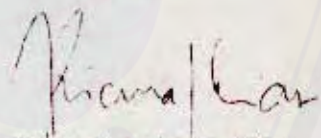
Puspita Sari, STP, MAgr
NIP. 132 206 012

Anggota I



(Dr. Mukhammad Fauzi, MSi.)
NIP. 131 865 702

Anggota II

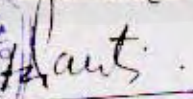


(Triana Lindriati, ST.)
NIP. 132 207 762

Mengesahkan



Fakultas Teknologi Pertanian



(Dr. Hj. Siti Hartanti, MS.)
NIP. 130 350 763

Motto

ان الانسان لفي خسر. الا الذين امنوا وعملوا الصالحات
وتواصوا بالحق وتواصوا بالصبر (الاية).

- ☑ Sesungguhnya manusia ini benar-benar berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal shaleh dan nasehat menasihati supaya menetapi kesabaran (al-Ayat).

الحق من ربك فلا تكن من الممترين (الاية).

- ☑ Kebenaran datang dari Allah, maka janganlah kamu termasuk orang-orang yang ragu-ragu (al-Ayat).
- ☑ Sebaik-baik manusia adalah orang yang bermanfaat bagi orang lain (Al-Hadits)
- ☑ Barang siapa mencintai sesuatu maka ia akan menjadi budaknya (Ali Bin Abi Tholib)
- ☑ Kesungguhan akan memudahkan sesuatu yang sulit dan akan membukakan pintu yang terkunci (The.com)

Persembahan

- ☑ Almamaterku yang kubanggakan
- ☑ Kedua Orang Tuaku
yang selalu mengawas daku dalam dunia,
tiada kata yang dapat melukiskan betapa
besar rasa cinta dan terimakasihku
untukmu
- ☑ Pondok Pesantren Al-Jauhar
aku bisa berproses untuk lebih mengerti
tentang makna diri dan hidup

Many thanks to :

- Allah S.W.T. syukurku hanyalah milik -Mu
- Bu Puspita sari dan keluarganya, terima kasih atas bimbingannya
- Pak Fauzi, terima kasih atas bimbingannya dan koreksinya
- Bu Triana, yang berkenan membantu dalam peyempurnaan penyusunan KIT ini
- Almarhum Abah Soddiq Mahmud, SH. Pendiri Pondok Pesantren Al-Jauhar
- Abah Sahilun, Bu Lilik dan keluarganya yang telah memberi bimbingan dan nasehat spiritual
- Pak Kandar Sekeluarga, yang rela menafkahkan sebagian harta untuk kemaslahatan santri Al-Jauhar
- Ustadz PPM Al-Jauhar (Yusuf Ridluwan, Hasin Syafrawi, Syarbini Syam, Hifni Zein dan Saiful Alfan) yang berkenan mendo'akan santrinya
- Tities Nugrahani, yang menemani hari-hariku dalam suka maupun duka
- Semua Santri PPM Al-Jauhar, makasih do'anya
- Teman-teman FTP/THP angkatan '98 Khususnya (Ayu, Titis, Sobat, cimeng, Oman dan Yuli)

- Teman-teman yang bersedia membantu dalam penyusunan KIT ini Dina, Sofi, Utami, Fita, Nani, Ika Suto, Suhe, Jepang, Yetty, dan Ogan
- Teman-teman FTP angkatan '01, '00 dan '99 makasih do'anya
- Seluruh teknisi laboratorium FTP/THP
- Seluruh civitas akademika
- Semua pihak yang membantu dalam penyusunan KIT ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T, yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis dengan judul "STABILITAS ZAT WARNA ANTOSIANIN DARI BUAH DUWET (*Syzygium cumini*)". Karya Ilmiah Tertulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan strata satu pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

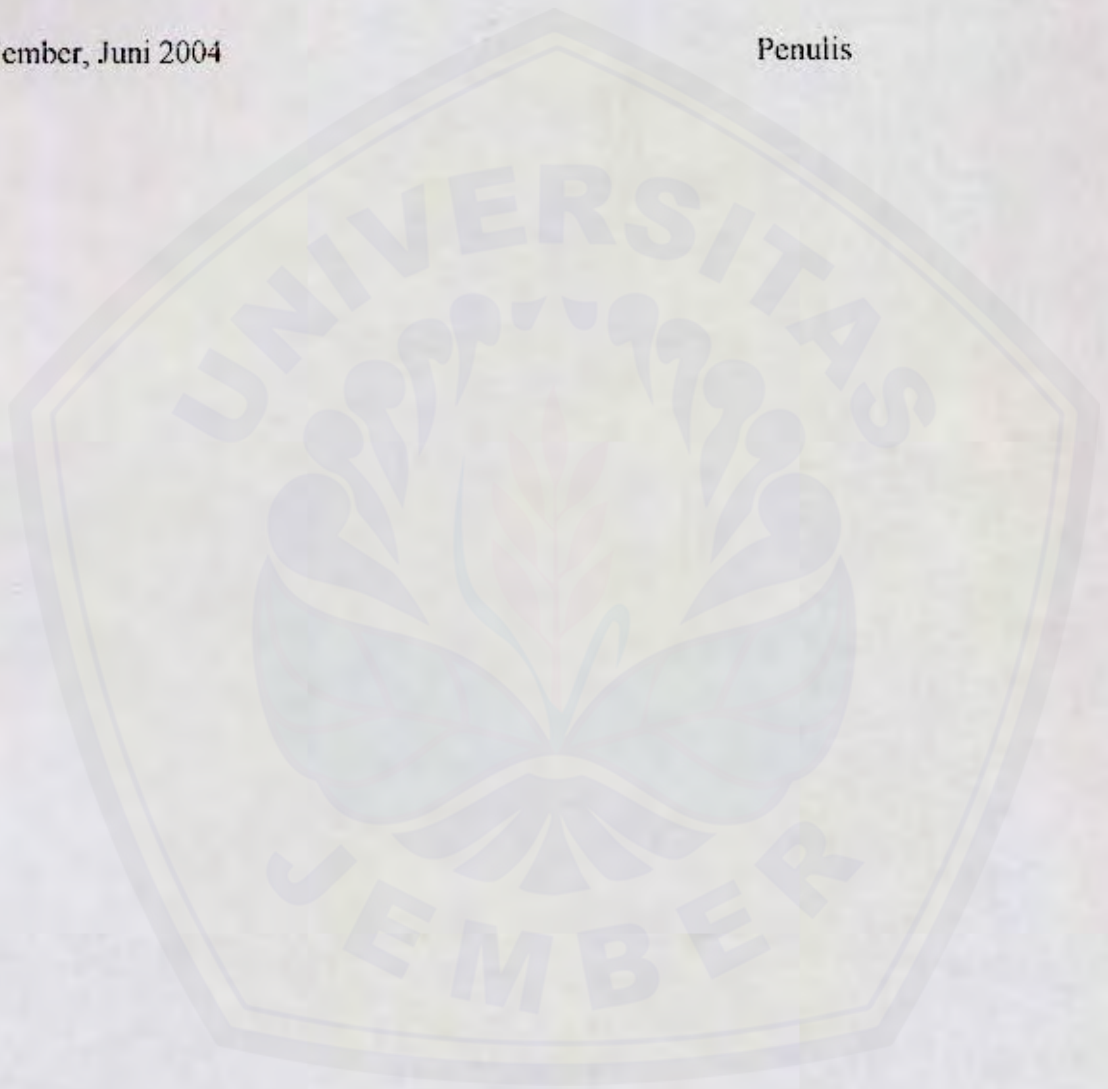
Dalam proses penyelesaian karya tulis ilmiah ini, penulis banyak mendapat bantuan dan fasilitas dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini dengan penuh rasa hormat dan rendah hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. H. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian,
2. Ir. Susijahadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
3. Puspita Sari, STP. M.Agr., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan selama penelitian sehingga penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini terselesaikan,
4. Ir. Muhammad Fauzi, MSi., Dosen Pembimbing Anggota I (DPA), yang telah memberikan kritik dan koreksi untuk menyempurnakan Karya Ilmiah Tertulis ini,
5. Triana Lindriati, ST. Dosen Pembimbing Anggota II (DPA), yang telah memberi masukan dan koreksi untuk menyempurnakan Karya Ilmiah Tertulis ini,
6. Ir. Soebowo Kasim, selaku Dosen Wali yang selalu memberi nasihat dan arahan demi kelancaran kuliah,
7. Segenap Teknisi Laboratorium Pengendalian Mutu dan Pengolahan Hasil Pertanian yang telah banyak membantu selama penelitian,
8. Segenap karyawan Fakultas Teknologi Pertanian,
9. Semua pihak yang telah membantu penelitian dan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis sadar masih banyak kekurangan dalam penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini, karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang. Penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua pihak umumnya.

Jember, Juni 2004

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
RINGKASAN.....	xv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Buah Duwet.....	4
2.2 Perwarna Makanan.....	6
2.3 Zat Warna Antosianin	9
2.4 Ekstraksi Antosianin	13
2.5 Kerusakan Antosianin	15
2.6 Aplikasi dan Kegunaan Zat Warna Antosianin.....	19
2.7 Penelitian Terdahulu.....	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Alat dan Bahan.....	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.3.1 Ekstraksiksi Zat Warna Antosianin dari Buah Duwet	21

3.3.2 Pengujian Stabilitas Zat Warna Antosianin 22

3.3.3 Parameter Pengamatan Zat Warna Antosianin 24

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Perubahan pH.... 25

4.2 Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Suhu 26

4.3 Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh
Kondisi Penyimpanan 30

4.4 Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh
Oksidator dan Reduktor 32

4.5 Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Radiasi 34

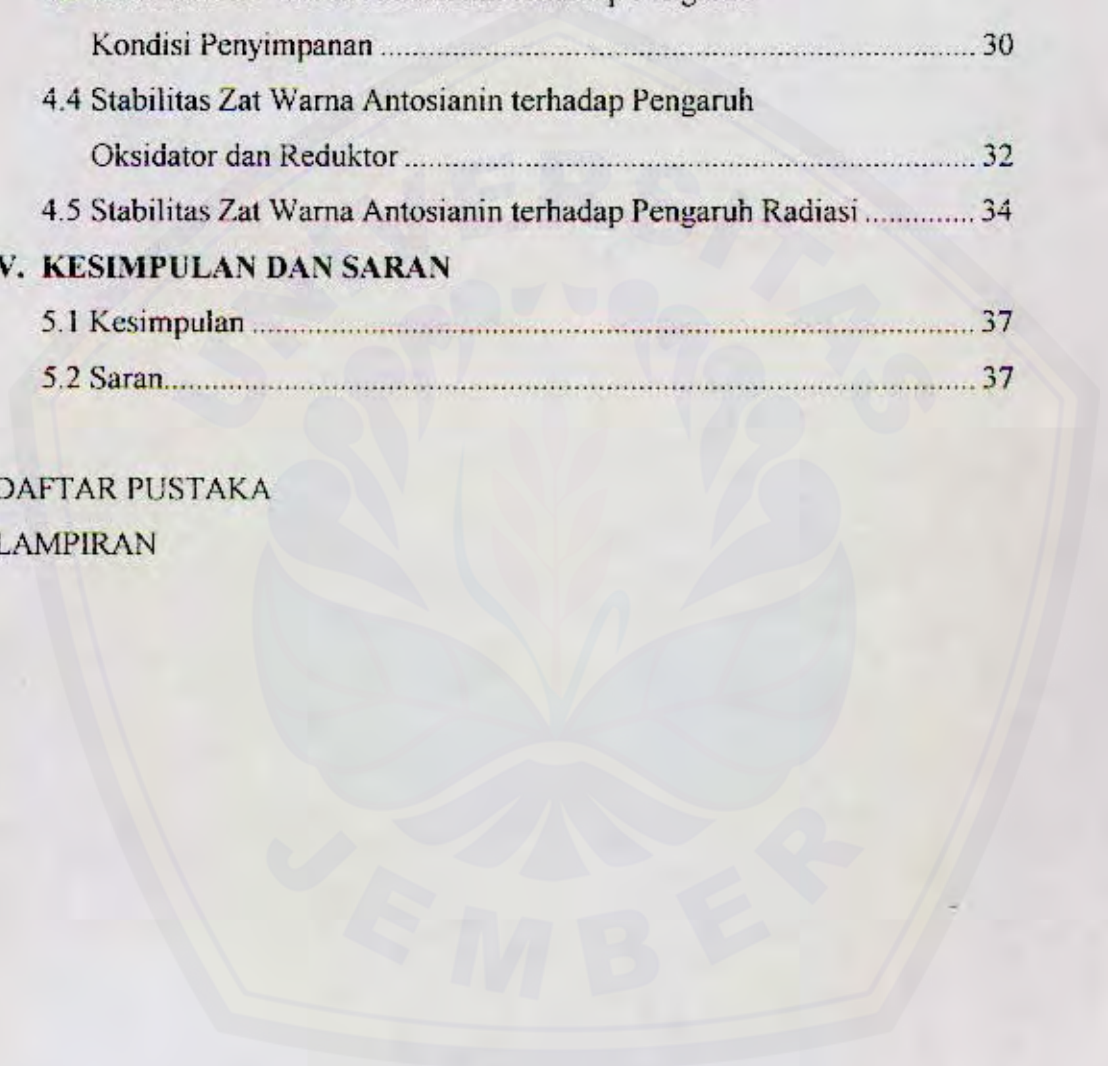
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 37

5.2 Saran..... 37

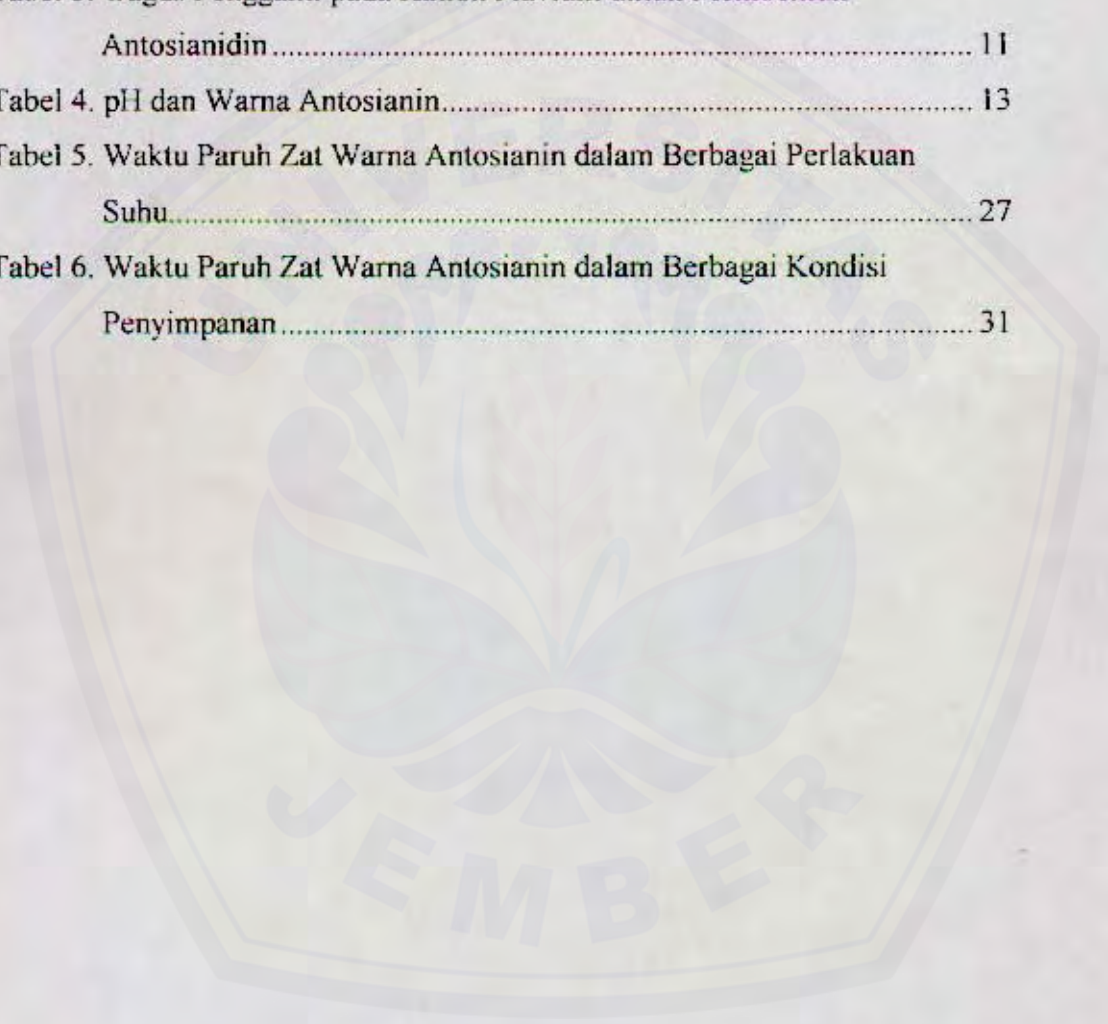
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Hai
Tabel 1. Komposisi Kimia yang Terkandung dalam Buah Duwet Per 100gr	6
Tabel 2. Beberapa Jenis Pewarna Bahan Pangan.....	7
Tabel 3. Gugus Pengganti pada Kation Flavium untuk Membentuk Antosianidin	11
Tabel 4. pH dan Warna Antosianin.....	13
Tabel 5. Waktu Paruh Zat Warna Antosianin dalam Berbagai Perlakuan Suhu.....	27
Tabel 6. Waktu Paruh Zat Warna Antosianin dalam Berbagai Kondisi Penyimpanan.....	31



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Rangka Struktur Kation Flavium dan Penomoran Atom Karbonnya	10
Gambar 2. Struktur Senyawa Antosianidin	12
Gambar 3. Perubahan Struktur Antosianin dalam Air Akibat Pengaruh pH	16
Gambar 4. Diagram Alir Ekstraksi Zat Warna Antosianin Buah Duwet	22
Gambar 5. Pengaruh Perubahan pH terhadap Zat Warna Antosianin	25
Gambar 6. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Suhu	27
Gambar 7. Mekanisme Degradasi Antosianin 3,5- Diglikosida dan Antosianin 3-Diglikosida akibat panas	29
Gambar 8. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Kondisi Penyimpanan	31
Gambar 9. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Oksidator-Reduktor	32
Gambar 10. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Radiasi	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Perubahan pH.....	42
Lampiran 2. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Suhu Pemanasan 60°C.....	43
Lampiran 3. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Suhu Pemanasan 80°C.....	44
Lampiran 4. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Suhu Pemanasan 100° C.....	45
Lampiran 5. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Kondisi Penyimpanan	46
Lampiran 6. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Oksidator – Reduktor	48
Lampiran 7. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Pengaruh Radiasi.....	49
Lampiran 8. Contoh Perhitungan Retensi Zat Warna Antosianin.....	51

Mukhamad Komar, 981710101058, Stabilitas Zat Warna Antosianin dari Buah Duwet (*Syzygium cumini*), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen Pembimbing : Puspita Sari, STP. MAgr (DPU) dan Ir. Muhammad Fauzi, MSi. (DPA).

RINGKASAN

Jumlah serta kualitas zat warna alami yang terbatas menyebabkan pemakaian bahan pewarna sintetis masih banyak digunakan dimasyarakat. Penggunaan pewarna sintesis pada makanan kurang aman karena adanya kandungan logam berat yang berbahaya bagi kesehatan tubuh. Menurut para ahli kesehatan penyalahgunaan bahan pewarna sintetis dalam jangka panjang dapat menimbulkan penyakit kronis seperti kanker, stroke, penyakit jantung dan reaksi alergi pada anak. Penggunaan bahan pewarna pada industri pangan semakin meningkat, karena warna yang menarik merupakan faktor yang menentukan tingkat penerimaan konsumen. Semakin tinggi kesadaran konsumen untuk mendapatkan makanan yang alami membuat bahan pewarna alami jauh lebih disenangi untuk digunakan dalam bahan pangan. Oleh karena itu banyak dilakukan penggalian bahan pewarna alami yang bersumber dari tumbuhan, salah satunya adalah buah duwet yang diketahui mengandung pigmen antosianin (sianidin-ramnoglukosa, petunidin dan malvidin) yang merupakan pigmen pembentuk warna merah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kestabilan zat warna antosianin dari buah duwet terhadap pengaruh pH, suhu, kondisi penyimpanan, radiasi dan adanya senyawa oksidator-reduktor.

Pengujian stabilitas zat warna antosianin dari buah duwet dilakukan menggunakan lima perlakuan yaitu stabilitas terhadap pH, stabilitas terhadap suhu, stabilitas terhadap kondisi penyimpanan, stabilitas terhadap senyawa oksidator – reduktor dan stabilitas terhadap radiasi. Pada perlakuan stabilitas terhadap pH digunakan larutan pH 1, 2, 3, 4 dan 5. Stabilitas terhadap suhu digunakan suhu 60, 80 dan 100°C. Stabilitas terhadap kondisi penyimpanan digunakan 2 perlakuan yaitu penyimpanan suhu dingin (5°C) dan suhu kamar. Stabilitas terhadap oksidator – reduktor digunakan senyawa hidrogen peroksida sebagai oksidator dan asam askorbat sebagai reduktor. Sedangkan stabilitas terhadap radiasi digunakan 3 perlakuan yaitu radiasi UV, radiasi lampu neon dan tanpa radiasi (perlakuan gelap).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keasaman (pH), suhu, kondisi penyimpanan, oksidator-reduktor, dan radiasi mempengaruhi stabilitas zat warna antosianin buah duwet. Pada kondisi pH 1 - 3 menunjukkan warna merah masih mendominasi, semakin besar pH maka warna merah semakin menurun. Semakin bertambahnya suhu menyebabkan ketahanan zat warna antosianin menurun. Perlakuan suhu tinggi (80 - 100°C) menurunkan retensi warna antosianin sampai di bawah 20 %, sedangkan perlakuan suhu medium (60°C) retensi warna antosianin masih diatas 80 % selama 240 menit. Perlakuan kondisi penyimpanan suhu dingin menunjukkan retensi warna antosianin sebesar 8,29 % lebih tinggi dibanding perlakuan kondisi penyimpanan suhu kamar retensi warna antosianin sebesar 5,17 % selama 30 hari. Perlakuan penambahan oksidator (hidrogen

peroksida) selama 12 jam menurunkan zat warna antosianin buah duwet sebesar 73,51 %, sedangkan dengan penambahan reduktor (asam askorbat) meningkatkan nilai retensi zat warna antosianin buah duwet sebesar 104,37 %. Radiasi UV mempengaruhi tingkat kerusakan zat warna antosianin buah duwet lebih besar dibandingkan radiasi lampu neon, sedangkan pada perlakuan tanpa radiasi (kondisi gelap) menunjukkan retensi warna antosianin (%) paling tinggi yaitu sebesar 95,80 % dibanding perlakuan radiasi lainnya. Semakin besar energi radiasi ketahanan zat warna antosianin semakin menurun. Kondisi gelap dan suhu dingin (5°C) dapat menghambat kerusakan antosianin.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara visual, warna merupakan faktor penting meskipun penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat tergantung pada beberapa faktor diantaranya cita rasa, tekstur dan nilai gizinya. Suatu bahan pangan dinilai bergizi, enak dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang dan memberi kesan telah menyimpang dari warna seharusnya (Winarno, 1997).

Dewasa ini, penggunaan bahan pewarna pada industri pangan semakin meningkat, karena warna yang menarik merupakan faktor yang menentukan tingkat penerimaan konsumen. Terbatasnya jumlah serta kualitas zat warna alami menyebabkan pemakaian bahan pewarna sintetis masih banyak digunakan di masyarakat. Penggunaan pewarna sintetis pada makanan kurang aman karena adanya kandungan logam berat yang berbahaya bagi kesehatan tubuh. Seperti kasus terjadinya keracunan di Amerika Serikat karena penggunaan bahan pewarna *FD & C Orange no. 1* dan *FD & C Red no. 32* pada kembang gula dan *popcorn* dengan dosis yang terlalu tinggi. Akibat yang timbul adalah diare pada anak-anak dan keracunan kronik pada ternak. Dalam masa pertumbuhan, memakan pewarna buatan dapat mencetuskan gangguan asma. Menurut para ahli kesehatan, pewarna buatan diduga dapat menyebabkan reaksi hiperaktif pada anak. Disamping itu penyalahgunaan bahan pewarna sintetis dalam jangka panjang dapat menimbulkan penyakit kronis seperti kanker, stroke, penyakit jantung dan reaksi alergi pada anak tertentu.

Semakin tinggi kesadaran konsumen untuk mendapatkan makanan yang alami membuat bahan pewarna alami jauh lebih disenangi untuk digunakan dalam bahan pangan. Untuk itu perlu ditingkatkan pencarian sumber bahan pewarna alami yang baru dari tanaman khas Indonesia yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam pembuatan pewarna alami. Salah satu yang berpotensi adalah buah duwet yang diketahui mengandung zat warna antosianin.

Buah duwet termasuk tanaman famili *Myrtaceae* merupakan buah asli Indonesia yang memiliki warna ungu dan berbuah pada musim kemarau. Buah ini mempunyai perbedaan sebutan di setiap daerah, misalnya juwet (Jawa), jamblang (Sunda), duwek (Medan) dan jambolan atau plum Java (Inggris) (Tim Penyusun Kamus PS, 1997). Duwet kadang-kadang ditanam di pekarangan halaman rumah dan biasanya juga tumbuh liar di hutan. Buahnya belum mempunyai arti penting, hanya kadang-kadang dijual di pasar (Semangun, 2000). Selama ini pemanfaatan buah duwet hanya dikonsumsi secara langsung, meskipun secara medis dapat juga digunakan sebagai obat diabetes. Selama ini pemanfaatan buah duwet belum optimal sehingga harganya menjadi murah dan kurang berarti. Hal ini sangat menguntungkan apabila dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pewarna alami. Diharapkan zat warna antosianin dari buah duwet dapat diaplikasikan pada produk pangan, sehingga dapat menambah nilai ekonomis buah duwet.

1.2 Permasalahan

Selama ini buah duwet belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu pemanfaatan yang bisa dilakukan yaitu digunakan sebagai bahan pewarna alami pada beberapa produk pangan dengan mengekstrak kandungan zat warna antosianin di dalam buah duwet. Salah satu permasalahan yang timbul dari pemakaian zat warna antosianin buah duwet adalah kestabilan zat warna tersebut selama proses pengolahan dan penyimpanan. Zat warna alami yang di ekstrak dari tanaman memiliki karakteristik kestabilan yang berbeda-beda terutama dipengaruhi oleh pH, suhu, kondisi penyimpanan, adanya senyawa oksidator-reduktor dan radiasi. Untuk itu diperlukan penelitian mengenai karakteristik kestabilan zat warna antosianin dari buah duwet untuk mempermudah dalam aplikasi nantinya.

1.3 Tujuan

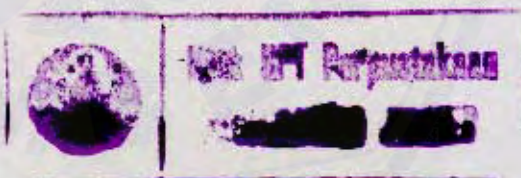
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan zat warna antosianin yang di ekstrak dari buah duwet terhadap pengaruh pH, suhu, kondisi

penyimpanan, senyawa oksidator-reduktor dan radiasi sehingga memudahkan dalam aplikasinya sebagai bahan pewarna alami dalam produk pangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat berupa:

- a. pengetahuan mengenai karakterisasi kestabilan zat warna antosianin dari buah duwet terhadap pengaruh pH, suhu, kondisi penyimpanan, senyawa oksidator-reduktor dan radiasi
- b. informasi baru mengenai kemungkinan pemanfaatan dan penggunaan zat warna antosianin buah duwet untuk aplikasi lebih lanjut pada produk pangan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Duwet

Buah duwet termasuk dalam keluarga jambu-jambuan atau *Myrtaceae* yang biasa berbuah pada musim panas (Kloppenburg dan Versteegh, 1988). Tanaman buah duwet dapat dikenali dengan daunnya yang tebal bersirip seling, pada ujungnya sedikit berlekuk. Bunganya berwarna putih atau merah yang mengandung sari madu sehingga banyak dihindangi lebah. Kayunya diselimuti kulit yang berwarna coklat gelap pada bagian bawah dan agak muda dibagian atasnya, berserabut kasar dan keras. Buahnya sebesar biji rambutan dan berwarna ungu tua, berbentuk bulat telur dan sering melengkung. Daging buahnya berwarna kuning abu-abu atau ungu muda, berair, dengan rasa kelat sedikit asam manis dan hampir tak beraroma. Biji persegi panjang, sedikit pahit dan keping biji berwarna hijau muda (Tampubolon, 1995).

Sebagai tanaman buah, batang pohon duwet cukup tinggi. Pohonnya yang besar dan perkasa dengan helai-helai daun yang memadati bagian atas, bisa menjadi penahan angin dan radiasi matahari. Pohon yang sudah dewasa, biasanya memiliki batang dengan garis tengah biasanya sekitar 40-90 cm dan tingginya mencapai 10 m. Duwet dapat tumbuh baik didataran rendah sampai ketinggian 600 meter diatas permukaan laut. Pada daerah dengan ketinggian 1800 meter atau lebih, duwet dapat tumbuh namun tidak dapat berbuah sehingga hanya dimanfaatkan sebagai tanaman penghasil kayu. Pohon duwet kadang-kadang tumbuh liar ditepi sungai atau dipinggiran hutan, bahkan ia juga dapat tumbuh ditanah yang tandus seperti pulau Madura (Anonim, 2001).

Varietas duwet bermacam-macam. Varietas liar biasanya disebut dengan duwet kerikil, buahnya kecil-kecil seperti kerikil dengan panjang sekitar 1.5 cm, berwarna ungu kehitaman dan tidak enak rasanya. Duwet gentong atau duwet biasa, buahnya berwarna biru-ungu, sebesar buah duku. Duwet item, buah duwet yang berdaging tebal dan buahnya berwarna agak hitam. Duwet buten, buah duwet yang warnanya agak hitam dan tidak berbiji. Ada juga buah duwet yang warnanya agak keputihan yang diberi nama duwet gajah atau duwet bawang.

Duwet ini dimakan bukan sebagai buah tetapi sebagai obat yang berkhasiat menyembuhkan penyakit kencing manis (Anonim, 2000). Berdasarkan hasil penelitian, biji duwet gajah atau duwet bawang mengandung glikosida *phytomelin* yang mampu mengurangi kerapuhan pembuluh darah kapiler yang dapat menyebabkan luka lama sembuh. Biji duwet juga mampu menghilangkan gejala lekas lelah dan kurang tenaga yang biasa diderita pengidap diabetes. Diduga berkat kandungan *alfa-phytosterol* didalamnya, yakni sejenis sterol yang bersifat *antikolesterolik* (Anonim, 2002).

Buah duwet mempunyai banyak nama lokal. Sekitar Jawa Barat menamakan duwet sebagai jamblang. Nama ini mirip dengan nama jambelang, duwet yang ada di Malaya. Jawa Tengah menamakan sebagai juwet atau duwet. Sebutan ini sama dengan sebutan di Jawa Timur, tetapi di Madura menamakan duwet sebagai dhalas atau dhuwak. Kemudian di Bali menjulukinya sebagai jujutan. Ada yang menamakan duwet dengan dalas, plum jawa ataupun anggur sepet (Anonim, 2000).

Kandungan kimia yang ada dalam buah duwet meliputi antimellin (suatu glikosida), jambulol atau jambolin, tanin (12 % -19 % pada batang, 12 % - 13 % pada daun dan 8 % - 9 % pada kulit batang), asam galat, asam palmitat, asam lemak, amilum dan fitosterol. Pada buahnya terkandung kalsium dan zat besi (Tampubolon, 1995). Dalam *Encyclopedia of medical plant*, Andrew Chevallier menjelaskan bahwa jamblang yang dijuluki plum jawa ini mengandung fenol, tanin, alkaloid, triterpenoid, asam malat, asam oksalat, asam galat, dan minyak volatil (Anonim, 2000). Dalam *The Illustrated Medical Plant of Taiwan* menyebutkan bahwa buah, biji dan kulit duwet mengandung asam betulinat, eugianin, friedelin, epifriedelanol, β -sitosterol, asam asetil alcanolat, asam elegat mirisetin, sianidin ramno-glukosida, petunidin, malvidin dan jambolin (Anonim, 2001). Komposisi kimia yang terkandung dalam buah duwet dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia yang terkandung dalam buah duwet per 100 gr

Komposisi kimia	Jumlah
Air (g)	84-86
Protein (g)	0.2-0.7
Lemak (g)	0.3
Karbohidrat	14-16
Serat (g)	0.3-0.9
Kadar abu (%)	0.4-0.7
Kalsium (mg)	8-15
Fosfor (mg)	15
Zat besi (mg)	1.2
Ribloflavin	0.01
Niasin (mg)	0.3
Trase Vitamin A dan tiamin (mg)	5-18

Sumber : Anonim (2001)

Buah duwet umumnya berwarna ungu sampai kehitaman. Di India dan Philipina, buah duwet biasanya dimakan dengan dicampuri sedikit garam dan dikocok dalam sebuah mangkok tertutup agar buah menjadi lembut dan getahnya yang mengandung tanin (yang menyebabkan timbulnya rasa sepet) dapat diserap oleh garam. Duwet dapat pula diolah dijadikan minuman semacam anggur atau sirup, jus, dan jelly (Anonim, 2001).

2.2 Pewarna Makanan

Warna adalah persepsi warna yang dihasilkan dari deteksi cahaya setelah cahaya tersebut berinteraksi dengan obyek (Lawless dan Heyman, 1998). Menurut De Srosier (1988), warna merupakan kenampakan terluar dari suatu produk yang dipengaruhi oleh cahaya, pigmen dan kenampakan mata untuk mendeteksi warna tersebut. Tim Penyusun Kamus (1997) mendefinisikan pigmen adalah sumber zat warna yang ditimbulkan oleh tumbuhan, tubuh manusia maupun hewan. Warna makanan sering menjadi indikator flavor dan rasa dari makanan tersebut (Downhan dan Collins, 2000).

Menurut Fardiaz *et al.* (1987), pewarna makanan umumnya digunakan dengan tujuan sebagai berikut:

1. memperoleh warna yang seragam pada komoditi yang warna alamiahnya tidak seragam;
2. memperoleh warna yang lebih menarik dari warna aslinya, misalnya produk yoghurt, dan agar-agar yang diberi tambahan warna tertentu;
3. melindungi zat-zat flavour dan vitamin yang peka terhadap cahaya selama penyimpanan. Dalam hal ini pewarna berfungsi sebagai penyaring cahaya yang dapat menghambat masuknya cahaya;
4. untuk identifikasi produk, misalnya saos berwarna merah;
5. sebagai indikator visual kualitas, digunakan sebagai alat bantu dalam proses pengolahan, penyimpanan, dan pengawasan kualitas.

Pewarna yang digunakan dalam industri pangan terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu pewarna alami dan pewarna buatan (sintetik). Pada Tabel 2 disajikan beberapa jenis pewarna yang umum digunakan dalam bahan pangan.

Tabel 2. Beberapa Jenis Pewarna Bahan Pangan

Pewarna sintetik	Pewarna alami	Pilihan lain
Yellow 2G	Karotenoid	Tartrazine
Sunset Yellow FCF	Karotenoid	Tartrazine/ Carmoisine
Chocolate Brown HT	Karamel	Tartrazine/ Blue FCF
Carmoisine	Antosianin	Amaranth
Brilliant Blue FCF	Klorofil	Food Green S/ Indigotine

Sumber: Houghton dan Mc Donald (1981)

Menurut Winarno *et al.* (1980), bahan pewarna sintetik mempunyai banyak kelebihan bila dibandingkan dengan bahan pewarna alami, yaitu dalam hal keanekaragaman warna, kestabilan warna, penyimpanan yang lebih mudah dan lebih tahan lama. Dijelaskan lagi oleh Winarno (1990) proses pembuatan bahan pewarna sintetik biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang seringkali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun. Menurut Astuti (2003) beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa banyak pewarna sintetik yang bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan penyakit kronis yang berbahaya, seperti kanker, stroke dan penyakit jantung.

Di negara-negara yang telah maju, suatu zat pewarna sintetik harus melalui berbagai prosedur pengujian sebelum digunakan sebagai zat pewarna makanan. Zat pewarna makanan yang diijinkan penggunaannya dalam makanan dikenal sebagai *permitted color* atau *certified color*. Untuk penggunaan zat pewarna tersebut harus menjalani tes dan prosedur penggunaan yang disebut tes sertifikasi. Proses sertifikasi ini meliputi pengujian kimia, biokimia, toksikologi dan analisis media terhadap zat warna tersebut. Untuk zat pewarna yang dianggap aman, ditetapkan bahwa kandungan arsen tidak boleh lebih dari 0.00014 % dan timbal tidak boleh lebih dari 0.001 % sedangkan logam berat lainnya tidak boleh ada (Winarno, 1997).

Di Amerika Serikat pada tahun 1906 dikeluarkan suatu peraturan yang disebut *Food and Drug Act* yang memuat tujuh macam zat pewarna yang diijinkan untuk dipakai pada bahan makanan yaitu *orange no.1*, *erythrosin*, *ponceau 3R*, *amarant*, *indigotine*, *naphtol-yellow*, dan *light green* (Winarno, 1997).

Dewasa ini terdapat kecenderungan penyalahgunaan pemakaian bahan pewarna sintetik untuk sembarang bahan pangan, sehingga timbul persepsi negatif tentang bahan pewarna sintetik terutama pada pengaruh negatif pada kesehatan. Penggunaan bahan pewarna sintetik sudah mulai dihindari dan mulai beralih pada penggunaan bahan pewarna alami (Boyd, 2000).

Bahan pewarna alami (ekstrak pigmen dari tumbuh-tumbuhan) termasuk dalam *uncertified colour*. Penggunaan bahan pewarna ini bebas dari prosedur sertifikasi dan termasuk dalam daftar yang tetap (Winarno, 1995). Disisi lain, penggunaan pewarna alami umumnya lebih aman daripada pewarna sintetik dan digolongkan sebagai bahan pewarna yang tidak perlu mendapat sertifikat (Fardiaz, 1987).

Sejak jaman dahulu kita telah banyak menggunakan bahan pewarna alami (pigmen) sebagai pewarna makanan (Winarno, 1995). Pewarna alami diperoleh dari sumber-sumber alami termasuk diantaranya klorofil yang ditemukan pada tumbuhan hijau, karoten pada tumbuhan dan buah-buahan yang berwarna oranye,

antosianin pada buah dan bunga yang berwarna merah, biru atau ungu (Arthey, 1995).

Manusia sejak lama telah mengkonsumsi pigmen antosianin bersamaan dengan buah ataupun sayuran yang mereka makan. Selama ini belum pernah ditemukan suatu penyakit atau keracunan yang disebabkan oleh termakannya pigmen antosianin. Hal ini menyebabkan antosianin merupakan salah satu sumber pewarna untuk makanan yang dapat menggantikan bahan pewarna sintetik (Brouillard, 1982)

Menurut Fardiaz *et al.* (1987), bila dibandingkan dengan pewarna sintesis, penggunaan pewarna alami memiliki keterbatasan antara lain:

1. memiliki konsentrasi pigmen rendah,
2. stabilitas pigmen rendah,
3. keragaman warna kurang baik,
4. spektrum warna tidak seluas warna sintetik.

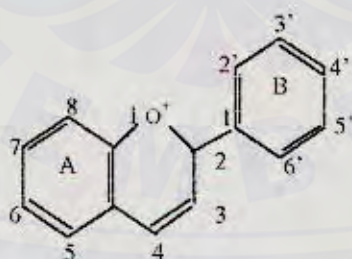
Penggunaan bahan pewarna alami tidak lepas dari permasalahan. Harus diingat bahwa bahan pewarna alami yang digunakan harus selalu bisa dipasok dalam jumlah cukup. Selain itu masalah stabilitas selama pengolahan dan penyimpanan merupakan kendala umum pada bahan pewarna alami. Dewasa ini banyak penelitian mengenai zat warna alami yang mempunyai kecenderungan untuk mengisolasi dan menentukan stabilitas atau daya simpan bahan pewarna alami (Tranggono, 1990).

2.3 Zat Warna Antosianin

Antosianin adalah kelompok zat warna yang berwarna merah sampai biru, yang tersebar luas pada tanaman. Terdapat beraneka ragam bunga dan buah memiliki warna menarik yang disebabkan adanya kelompok zat warna ini di dalam selnya. Dua puluh jenis senyawa turunan antosianin telah ditemukan tetapi hanya enam yang memegang peranan penting dalam bahan pangan yaitu *pelargonidin*, *sianidin*, *delpidin*, *peonidin*, *petunidin* dan *malvidin*. Senyawa bentuk lainnya jarang ditemui (Francis, 1985).

Zat warna antosianin terdiri dari aglikon (antosianidin) yang teresterifikasi oleh satu atau lebih gula (Francis, 1985). Jenis gula yang ditemui pada molekul antosianin yaitu glukosa, rhamnosa, galaktosa, xylosa, dan arabinosa. Molekul lainnya yang terdapat atau melekat pada inti kation flavium adalah p-koumarik, ferulik, kafeik, melonik, vanilik atau asam asetat. Satu atau lebih molekul tersebut dapat teresterifikasi pada molekul gulanya. Pada setiap inti flavium terdapat sejumlah molekul yang berperan sebagai gugus pengganti (Maga dan Tu, 1994).

Antosianidin adalah aglikon antosianin yang terbentuk bila antosianin dihidrolisis dengan asam. Antosianidin yang paling umum adalah sianidin yang berwarna merah lembayung. Warna jingga disebabkan oleh pelargonidin yang gugus hidroksilnya kurang satu dibandingkan sianidin, sedangkan warna merah senduduk, lembayung dan biru umumnya disebabkan oleh delphinidin yang gugus hidroksilnya lebih satu dibandingkan sianidin (Harborne, 1987). Semua antosianin merupakan derivat dari struktur dasar kation flavium, seperti pada Gambar 1. Pada molekul flavium ini terjadi substitusi dengan molekul OH dan OMe untuk membentuk antosianidin (Tranggono, 1990). Pada setiap inti kation flavium terdapat molekul yang berperan sebagai gugus pengganti (Francis, 1985). Gugus pengganti pada kation flavium untuk antosianidin dapat dilihat pada Tabel 3 dan struktur dari senyawa antosianidin dapat dilihat pada Gambar 1.

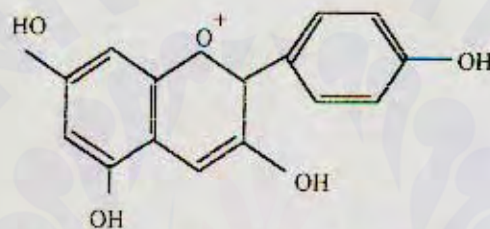


Gambar 1. Rangka struktur kation flavium dan penomoran atom karbonnya (Winarno dan Laksmi, 1973).

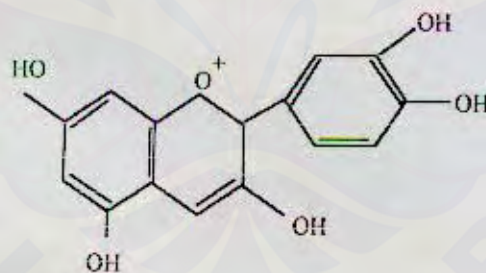
Tabel 3. Gugus pengganti pada kation flavium untuk membentuk antosianidin

Struktur antosianidin	Gugus pada Karbon Nomor		
	3'	4'	5'
Pelargonidin	H	OH	H
Sianidin	OH	OH	H
Delpinidin	OH	OH	OH
Pconidin	OMe	OH	H
Petunidin	OMe	OH	OH
Malvidin	OMe	OH	OMe

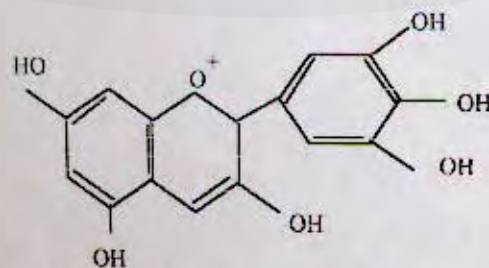
Sumber : Trangono (1990)



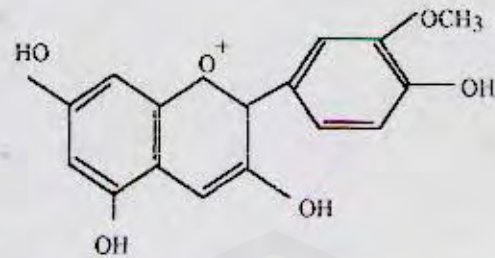
3,5,7,4' kation tetrahidroksiflavium
(Pelargonidin)



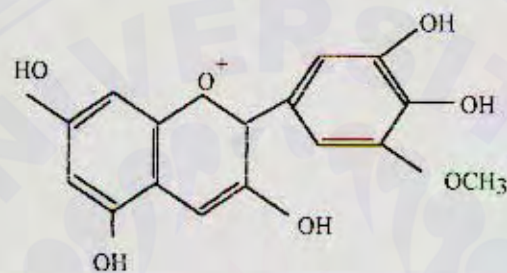
3,5,7,3',4' kation pentahidroksiflavium
(Sianidin)



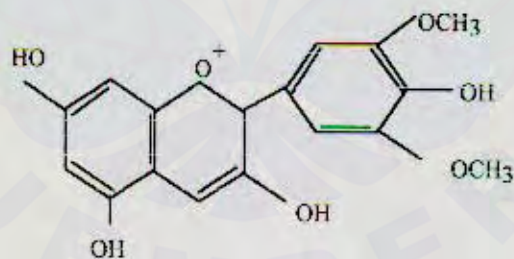
3,5,7,3',4',5' kation heksahidroksiflavium
(Delpinidin)



3,5,7,4' kation tetrahidrokasi-3metoksi flavium
(Peonidin)



3,5,7,3',4' kation pentahidroksi-5' metoksiflavium
(Petunidin)



3,5,7,4' kation tetrahidrokasi-3',5' dimetoksiflavium
(Malvidin)

Gambar 2. Struktur senyawa antosianidin (Francis, 1985)

Dijelaskan lebih lanjut oleh Robinson (1991), kaidah umum mengenai ketergantungan warna pada metilasi dan glikolisasi adalah bahwa metilasi meningkatkan kemerahan, sedangkan peningkatan jumlah hidroksil bebas akan meningkatkan kebiruan, akan tetapi ketergantungan pada pH dan keberadaan zat

warna dan kation logam menyebabkan kaidah ini tidak ada harganya, kecuali jika kita menghadapi antosianin murni.

Antosianin adalah senyawa yang bersifat amfoter, yaitu memiliki kemampuan untuk bereaksi baik dengan asam maupun basa. Dalam media asam, antosianin berwarna merah seperti halnya saat dalam vakuola sel dan berubah menjadi ungu dan biru jika media bertambah basa. Perubahan warna karena perubahan kondisi lingkungan ini tergantung dari gugus yang terikat pada struktur dasar dan posisi ikatannya. (Charley, 1970). Perubahan pH mengakibatkan perubahan warna antosianin seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. pH dan Warna Antosianin

Warna	pH
Cherry red	1-2
Cerise	3
Royal purple	5
Blue purple	6
Blue	7
Blue green	8
Merald green	9-10
Yellow	14

Anonymous (1996)

Menurut Tranggono (1990), beberapa derivat antosianin diproduksi untuk menghasilkan warna yang lebih stabil. Derivatisasi dikerjakan dengan melakukan substitusi pada posisi 3. dengan penambahan metil atau fenil posisi 4 pada flavium menghasilkan warna yang sangat stabil. Kaidah umum mengenai ketergantungan warna pada metilasi meningkatkan kemerahan sedangkan peningkatan jumlah hidroksil bebas akan meningkatkan kebiruan, akan tetapi ketergantungan pada pH dan keberadaan zat warna dan kation logam menyebabkan kaidah ini tidak ada harganya, kecuali jika kita menghadapi antosianin murni.

2.4 Ekstraksi Antosianin

Ekstraksi dapat didefinisikan sebagai proses penarikan keluar atau proses pemisahan suatu bahan dari campurannya, biasanya menggunakan pelarut (Anonymous, 1990). Pomeranz dan Meloan (1994), mengatakan bahwa dalam melarutkan suatu komponen bahan, hal utama yang harus diperhatikan adalah

pemilihan jenis pelarut yang mempunyai polaritas hampir sama dengan bahan yang dilarutkan.

Pada buah atau sayuran, pigmen antosianin umumnya terletak pada sel-sel yang dekat dengan permukaan. Bahan pengestrak akan mendenaturasi membran sel dan akan melarutkan pigmen yang ada didalamnya (Markakis, 1982).

Untuk mendapatkan zat warna antosianin maka perlu dikeluarkan dari jaringan tumbuhan (vakuola) dengan cara mengekstrak. Menurut Saati *et al.* Antosianin dapat diekstrak dengan pelarut agak polar sampai polar, dan jenis pelarut yang digunakan memiliki kesesuaian kelarutan dengan antosianin, baik dari polaritasnya maupun kelarutannya dalam air atau bercampur dengan air dalam berbagai proporsi. Karena kelarutan suatu zat kedalam suatu pelarut sangat ditentukan oleh kecocokan sifat antara zat terlarut dengan pelarut, yaitu sifat *like dissolves like* (Saati *et al.*, 2002).

Beberapa metode ekstraksi telah dikembangkan. Menurut Gao and Mazza (1996), ekstraksi antosianin dari bahan nabati umumnya menggunakan larutan pengestrak HCl dalam etanol. Menurut Markakis (1988), ekstraksi antosianin biasanya menggunakan metanol, air atau etanol yang telah diasamkan dengan HCl, asam sitrat dan aseton. Aseton juga digunakan untuk ekstraksi antosianin.

Penelitian Revila *et al.* (1998), membandingkan beberapa prosedur untuk ekstraksi antosianin dari anggur merah, dimana jenis pelarut yang digunakan meliputi metanol, air dan aseton dalam kondisi netral dan asam. Prosedur ekstraksi antosianin dengan menggunakan pelarut yang diasamkan dan netral dibandingkan, dimana hasil menunjukkan kedua perlakuan ekstraksi (kondisi asam dan netral) memiliki kesamaan kandungan antosianin. Ekstraksi dalam kondisi netral lebih menguntungkan karena pada ekstraksi antosianin yang terasilasi dalam kondisi asam menyebabkan hidrolisis parsial atau total. Menurut Riawan (1990), ekstraksi menggunakan metanol perlu dihindari karena metanol bersifat toksik sehingga kurang baik digunakan untuk pelarut. Sedangkan menurut Metivier *et al.* (1980), HCl bersifat korosif, sehingga untuk menghindari sifat korosif ini dapat digunakan asam organik.

2.5 Kerusakan Antosianin

Inti kation flavium dari antosianin kekurangan elektron sehingga sangat reaktif. Reaksi-reaksi yang terjadi umumnya mengakibatkan terjadinya kerusakan warna. Kerusakan antosianin tergantung struktur, pH, temperatur, oksigen, cahaya, sulfit (SO_2), enzim dan kopigmentasi (Francis, 1985).

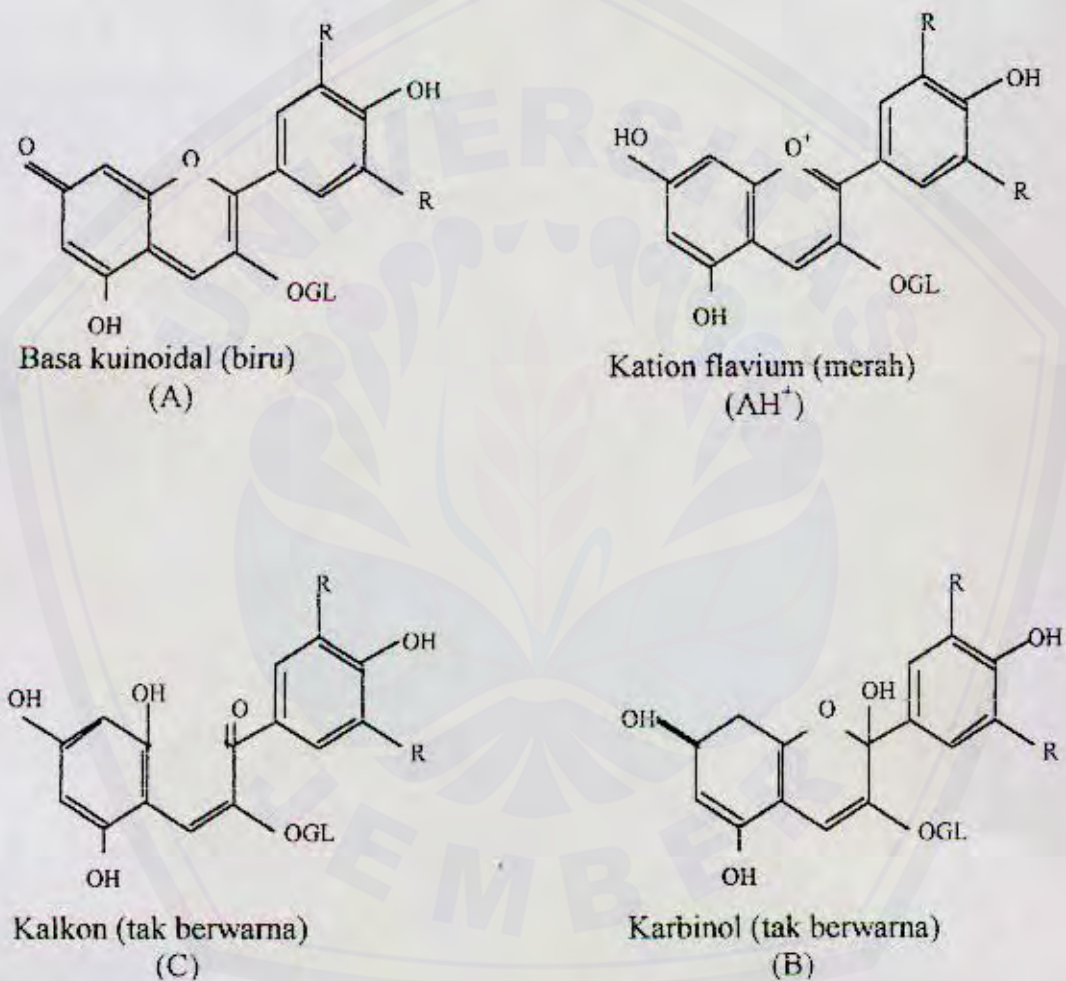
Menurut Fennema (1996), tingkat degradasi sangat berubah-ubah tergantung masing-masing antosianin karena perbedaan strukturnya. Umumnya, peningkatan gugus hidroksil menurunkan stabilitas, sedangkan peningkatan gugus metil meningkatkan stabilitas. Warna bahan pangan yang mengandung antosianin yang kaya akan pelargonidin, sianidin, atau delphinidin aglikon kurang stabil dibanding dengan bahan pangan yang mengandung antosianin yang kaya akan petunidin atau malvidin aglikon. Peningkatan stabilitas ini terjadi karena gugus hidroksil yang reaktif di halangi (di blok). Hal ini mengikuti peningkatan glikolisasi seperti monoglukosida dan diglukosida, sehingga stabilitas meningkat.

Stabilitas zat warna antosianin tergantung pada struktur molekul secara keseluruhan. Substitusi pada struktur A dan B akan berpengaruh pada warna antosianin. Pada kondisi asam, warna antosianin di tentukan oleh banyaknya substitusi pada struktur B. Semakin banyak substitusi OH akan menyebabkan warna semakin biru. Sedangkan metoksilasi menyebabkan warna semakin merah. Pada ekstrak yang mengandung pelargonidin atau sianidin glikosida berwarna merah, untuk peonidin glikosida berwarna merah gelap dan jika mengandung delphinidin, petunidin atau malvidin glikosida akan berwarna merah kebiruan (Henry and Houghton, 1996).

Laju kerusakan antosianin dipengaruhi oleh pH, dimana semakin tinggi pH semakin tinggi laju kerusakannya. Kerusakan zat warna antosianin umumnya disebabkan oleh berubahnya kation flavium yang berwarna merah menjadi basa karbinol yang tidak berwarna dan akhirnya menjadi kalkone yang tidak berwarna (Francis, 1985).

Perubahan struktur antosianin akibat pengaruh pH dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam medium cair, termasuk bahan pangan, antosianin terdapat dalam 4 bentuk struktural menurut nilai pH-nya yaitu sebagai quinoidal dasar

biru, kation flavium merah, karbinol pseudabase tak berwarna, dan khalkone tak berwarna. Dari masing-masing zat warna, hanya 2 dari 4 jenis yang penting pada range pH. Pada pH rendah, struktur flavium mendominasi, sedangkan pada pH 4-6 karbinol tidak berwarna yang mendominasi. Antosianin menunjukkan kelarutan terbesar pada kurang lebih pH 1, ketika molekul zat warna sebagian besar dalam bentuk tidak terionisasi (Fennema, 1996).



GL = Glikosida

Gambar 3. Perubahan struktur antosianin dalam air akibat pengaruh pH (Fennema, 1996)

Stabilitas antosianin dalam bahan pangan sangat dipengaruhi oleh suhu. Panas mengubah kesetimbangan terhadap kalkon dari reaksi balik menjadi lebih lambat daripada reaksi semula (Fennema, 1996). Dalam kondisi proses yang

melibatkan panas, kesetimbangan antara kation flavium, basa anhydro, basa karbinol, dan kalkon berubah dengan meningkatnya bentuk basa, dimana hal ini didukung dengan mekanisme oksidasi. Antosianin yang dikondisikan pada temperatur tinggi dan adanya komponen kimia lain, komponen tersebut akan menyebabkan degradasi ganda. Adanya *furfural* dan *hydroxymetyl furfural* serta produk dari reaksi browning meningkatkan degradasi antosianin (Hulme, 1971). Menurut Pointing *et al.* (1960) meneliti efek pemanasan terhadap warna sari buah anggur, dimana warna menjadi pucat dan bila terus dipanaskan akan menjadi coklat. Didukung oleh Markakis (1982) terjadinya pemucatan warna disebabkan dekomposisi antosianin dari bentuk aglikon menjadi kalkon (tidak berwarna) dan akhirnya membentuk alfa diketon yang berwarna coklat.

Struktur antosianin yang tidak jenuh menjadikannya rentan terhadap molekul oksigen (O_2). Pengaruh positif dari penghilangan oksigen pada penyimpanan antosianin telah didemonstrasikan dengan proses pigmentasi antosianin pada sari buah dengan nitrogen atau kondisi vakum. Selain itu, stabilitas dari zat warna sari buah anggur concord dalam bentuk instan atau bubuk sangat meningkat ketika produk dikemas dalam atmosfer nitrogen (Fennema, 1996).

Asam askorbat telah dipercaya sebagai penginduksi hasil degradasi antosianin secara tidak langsung dari hidrogen peroksida (H_2O_2) yang terbentuk selama oksidasi. Pemecahan H_2O_2 dari cincin pyriliium oleh nucleophilik terjadi pada posisi C nomor 2. Pada antosianin menghasilkan ester-ester tidak berwarna dan derivat-derivat koumarin. Produk-produk gangguan ini lebih lanjut dapat mendegradasi dan akhirnya mendorong percepatan pencoklatan yang sering ditemui dalam sari buah (Fennema, 1996).

Sumber radiasi dapat diperoleh dari cahaya bintang, cahaya bulan (yang merupakan pantulan radiasi matahari), radiasi matahari, bola lampu filamen wolfram, lampu tabung gas, lampu UV dan lampu tabung (TL) (Smith, 1975). Cahaya umumnya dikenal dapat mempercepat degradasi antosianin. Efek-efek yang kurang baik ini telah ditunjukkan pada beberapa sari buah dan wine. Kopigmentasi (pemadatan antosianin oleh dirinya sendiri atau bahan campuran

organik lain) pada kaleng mempercepat atau memperlambat degradasi, tergantung pada keadaan tersebut. Polihidroksi flavon, isoflavon dan aurone sulfanat mempunyai efek protektif untuk melawan foto degradasi (degradasi oleh radiasi). Efek protektif ini diakibatkan oleh bentuk interaksi oleh cincin intermolekuler antara sulfanat bermuatan negatif dan ion flavium bermuatan positif. Substitusi antosianin pada gugus hidroksil atom C nomor 5 menjadi lebih peka terhadap foto degradasi dibanding tanpa substitusi pada posisi ini (Fennema, 1996).

Menurut Tranggono (1990), warna antosianin hilang karena reaksi enzimatik. Sistem enzimnya mungkin glikosidase yang melepas aglikon dari gulanya sehingga menjadikannya tidak stabil atau fenolase yang memerlukan interaksi oleh hidroksi fenol. Reaksi yang mungkin terjadi yaitu katekol secara enzimatik dioksidasi menjadi o-quinon yang kemudian mengoksidasi antosianin secara enzimatik menghasilkan senyawa yang tidak berwarna.

Antosianin dikenal dapat berkondensasi dengan dirinya sendiri (*self-association*) dan dengan senyawa organik yang lain (kopigmentasi). Bentuk kompleks-komplek yang lemah dengan protein, tanin, flavonoid- flavonoid lainnya dan polisakarida. Meski sebagian besar dari senyawa-senyawa itu tidak berwarna, mereka meningkatkan warna antosianin dengan menyebabkan perubahan bathochromic dan meningkatkan absorpsi cahaya pada panjang gelombang dari penyerapan cahaya maksimum. Komplek-komplek ini menjadi cenderung lebih stabil selama pengolahan dan penyimpanan. Namun reaksi kondensasi yang lain dapat mendorong kearah penghilangan warna nukleofilik tertentu, seperti asam amino, kloroglucirrol dan katekin dapat memadatkan bersama-sama dengan kation flavium untuk menghasilkan 4-substituted flav -2 - enes tak berwarna (Fennema, 1996).

Langkah dalam memproduksi minuman keras, manisan cherry yang beku melibatkan proses pemutihan antosianin oleh SO_2 dalam konsentrasi (0.8 - 1.5 %). Efek pemutihan ini dapat bersifat reversibel (dapat balik) dan irreversibel (tidak dapat balik). Dalam reaksi reversibel, reversibel kompleks tidak berwarna adalah yang pertama kali terbentuk. Reaksi telah secara ekstensif dipelajari dan dipercaya bahwa reaksi melibatkan pemasangan SO_2 pada posisi C-4. Alasan untuk

menempatkan pada posisi C-4 adalah bahwa SO_2 pada posisi ini menyebabkan kehilangan warna (Fennema, 1996).

2.6 Aplikasi dan Kegunaan Zat Warna Antosianin

Zat warna antosianin sudah banyak diteliti. Bahan pewarna antosianin banyak diisolasi dan digunakan dalam beberapa bahan olahan, makanan maupun minuman. Untuk keperluan perdagangan, bahan tersebut merupakan isolat kasar dari suatu sumber yang biasanya buah-buahan atau bunga, misalnya dari buah anggur, chery, strawberry atau dari bunga terompot. Antosianin biasanya dijual dalam bentuk serbuk atau larutan pekat (Tranggono, 1990).

Antosianin telah banyak digunakan di USA sebagai bahan pewarna untuk beverage, jeli, selai, es krim, yogurt, gelatin desert, buah kalengan, saos, permen, kosmetik dan farmasi. Ekstrak antosianin dari anggur, cranberry, elderberry digunakan sebagai bahan pewarna dan flavor jus buah-buahan (beverage). Ekstrak antosianin berfungsi baik di lingkungan asam sehingga jus buah-buahan akan menampilkan warna merah atau merah violet (Francis, 2000 dan Boyd, 2000).

Selain sebagai pewarna alami, antosianin juga telah diteliti memiliki kegunaan yang bagus buat kesehatan karena terdapat kandungan yang memiliki fungsi fisiologi yaitu selenium dan iodin sebagai substansi anti kanker (Yasimoto *et al.*, 1999), sebagai antioksidan dan perlindungan terhadap kerusakan hati (Furuta *et al.*, 1998). Antosianin juga berperan sebagai *functional food*, misalnya produk *Morinaga's Drink Yogurt* sangat baik untuk kesehatan mata dan retina yang sudah dipublikasikan di Jepang sejak 1997 (Jago and Lynn, 2002). Antosianin bersifat non-toxik (penawar racun) dan non-mutagenic (pencegah mutasi gen), dan memiliki sifat terapi yang positif misalnya dibidang ophthalmology. Antosianin juga bersifat antioksidan terutama peranannya dalam mengurangi resiko penyakit jantung koroner (Bridle and Timberlake, 1997)

2.7 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Swadesi, 2003), ekstraksi pigmen antosianin buah duwet dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol, air, isopropanol dan kombinasi ketiganya. Kandungan antosianin tertinggi ditunjukkan pada ekstraksi dengan menggunakan pelarut air pada suhu ruang, sebesar 1500,116 mg/l. Kandungan antosianin terendah ditunjukkan pada ekstraksi dengan menggunakan pelarut isopropanol pada suhu dingin, sebesar 8,349 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa air lebih efektif digunakan untuk mengekstrak antosianin dalam buah duwet dibandingkan etanol dan isopropanol.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu maka dipilih pelarut air sebagai bahan pengekstrak zat warna antosianin dari buah duwet untuk mencegah hidrolisis zat warna antosianin, disamping itu dengan menggunakan pelarut netral lebih memudahkan untuk aplikasi dalam bahan pangan dan melihat karakteristik ke stabilan zat warna antosianin. Air mempunyai beberapa kelebihan dibanding jenis pelarut lainnya. Adanya NaOH dalam air dapat membantu mengeluarkan antosianin dalam buah duwet dan larut dalam air, karena air dan antosianin memiliki sifat kepolaran yang sama (Brouillrad, 1982). Disamping itu air bersifat tidak beracun, tidak korosif, lebih ekonomis dan lebih aman dalam aplikasi pada produk pangan sehingga memperkuat alasan digunakan jenis pelarut air.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi blender (National), stirrer (Gerhardt), sentrifuse, penyaring vakum (Vacumbrand ME2), kertas saring, Rotary Vacuum Evaporator (Buchi Rotavapor), water bath (Unitronic-OR, Selecta), pH meter (Jen Way), spektrofotometer (Secomam), lampu UV, lampu Neon (philip), tabung reaksi, beaker glass, botol ukuran kecil, termometer, aluminium foil dan stop watch.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah duwet yang diperoleh dari Wonosari, Bondowoso. Bahan kimia yang di gunakan H_2O_2 , asam askorbat, HCl pekat, buffer pottasium chlorida.

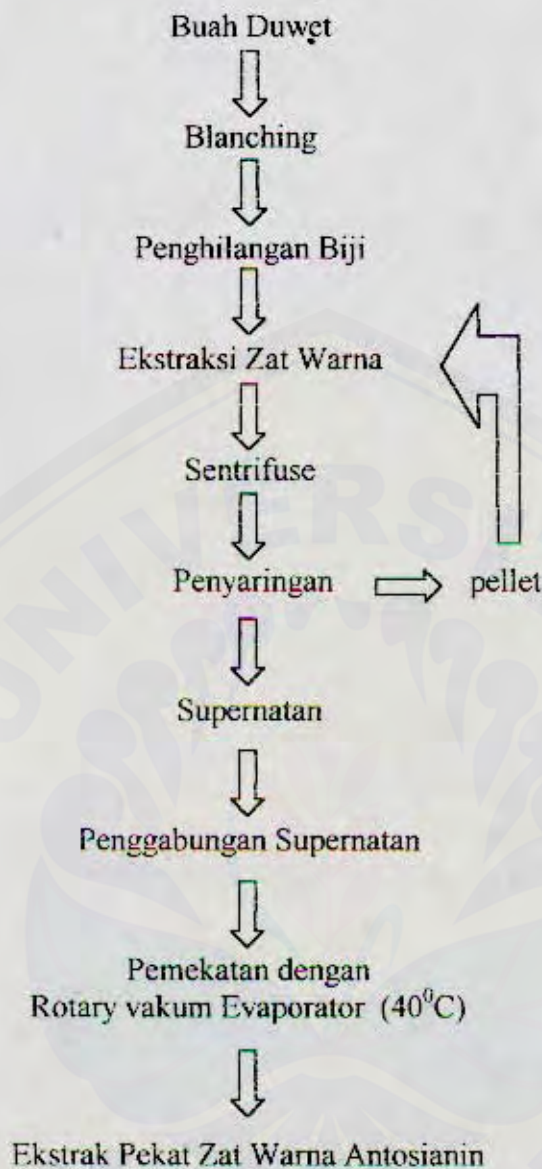
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengendalian Mutu, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juli 2003 - Januari 2004.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Ekstraksi Zat Warna Antosianin dari Buah Duwet

Buah duwet segar di blanching selama 2 menit kemudian dibuang bijinya. Buah duwet diekstrak dengan menggunakan aquadest (buah duwet : aquadest = 1 :5) dengan cara dihancurkan menggunakan blender. Hasil penghancuran dengan blender tersebut disentrifugasi dan supernatan disaring menggunakan penyaring vakum. Pelet diekstrak kembali dengan menggunakan aquadest dengan cara di stirrer selama 1 jam, kemudian disentrifugasi dan supernatan disaring. Ekstraksi diulang 3 kali sampai dihasilkan filtrat yang bening. Filtrat hasil penyaringan dicampur dan di pekatkan dengan Rotary vakum evaporator pada suhu $40^{\circ}C$. Ekstrak pekat zat warna antosianin buah duwet kemudian dianalisa kestabilannya. Secara skematis prosedur ekstraksi zat warna antosianin dari buah duwet disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Ekstraksi Zat Warna Antosianin Buah Duwet

3.3.2 Pengujian Stabilitas Zat Warna Antosianin

a. Stabilitas terhadap pH

Untuk menguji stabilitas zat warna terhadap pH digunakan larutan dengan pH 1, 2, 3, 4 dan 5. Dalam pengaturan pH digunakan HCl 0,1 M dan digunakan buffer pottasium chlorida. Ekstrak pekat zat warna antosianin buah duwet sebanyak 200 μ l ditambahkan dalam larutan tersebut, masing-masing perlakuan pH digunakan larutan sebanyak 30 ml. Perubahan absorbansi yang terjadi akibat pH diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 520 nm.

b. Stabilitas terhadap Suhu

Ekstrak pekat zat warna antosianin buah duwet sebanyak 250 μ l ditambahkan dalam 40 ml larutan pH 1. Larutan zat warna tersebut dimasukkan dalam botol gelap dan diinkubasi pada suhu 60, 80 dan 100°C selama 4 jam dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang (λ) 520 nm pada setiap interval waktu 30 menit.

c. Stabilitas terhadap Kondisi Penyimpanan

Ekstrak pekat zat warna antosianin buah duwet sebanyak 250 μ l ditambahkan dalam 40 ml larutan pH 1. Larutan zat warna tersebut dimasukkan dalam botol gelap dan dipasteurisasi (suhu 80°C selama 30 menit) kemudian disimpan pada suhu kamar dan suhu dingin (5°C) selama 1 bulan dengan interval pengukuran setiap 5 hari. Pada perlakuan ini dilakukan pengukuran absorbansinya pada panjang gelombang (λ) 520 nm.

d. Stabilitas terhadap Radiasi

Ekstrak pekat zat warna antosianin buah duwet sebanyak 200 μ l ditambahkan dalam 30 ml larutan pH 1. Larutan zat warna tersebut dimasukkan dalam botol bening kemudian ditempatkan dibawah radiasi lampu neon dan ultra violet selama 7 hari. Untuk perlakuan gelap dimasukkan dalam botol yang dibungkus aluminium foil dan disimpan selama 7 hari. Pengukuran absorbansi dilakukan setiap hari dengan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 520 nm.

e. Stabilitas terhadap Oksidator dan Reduktor

Ekstrak pekat zat warna antosianin buah duwet sebanyak 200 μ l ditambahkan dalam 30 ml larutan pH 1. Pada larutan pertama ditambahkan H₂O₂ 1% (sebagai oksidator) sebanyak 0,25 ml dan pada larutan kedua ditambahkan asam askorbat (sebagai reduktor) sebanyak 2,5 mg. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang (λ) 520 nm pada waktu kontak 0, 3, 6, 9, dan 12 jam.

3.3.3 Parameter Pengamatan Zat Warna Antosianin

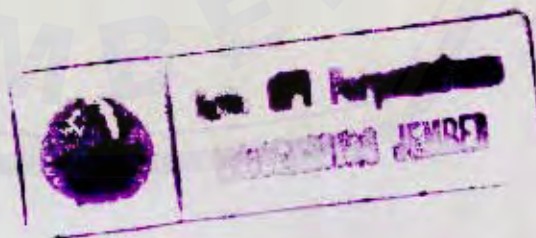
Pengamatan karakter warna menggunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang (λ) 520 nm yang merupakan panjang gelombang maksimum (λ_{\max}) untuk zat warna antosianin buah duwet. Pada penentuan stabilitas termal menggunakan persamaan reaksi ordo pertama dimana $\ln(\% \text{ retensi dari warna}) = -kt + C$ yang diperoleh dengan memplotkan antara $\ln(\% \text{ retensi dari warna})$ dengan waktu pemanasan. Persamaan linier regresi yaitu ($y = -kx + C$) dimana $y = \ln(\% \text{ retensi dari zat warna})$; $k = \text{slope}$ dan umur paruh dihitung menggunakan persamaan reaksi ordo pertama $T_{1/2} = 0,693/k$. Retensi zat warna antosianin (%) di hitung menggunakan rumus:

$$\frac{B}{A} \times 100\%$$

dimana :

A= nilai absorbansi sebelum perlakuan dan

B= nilai absorbansi setelah perlakuan.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat di simpulkan bahwa :

1. tingkat keasaman (pH), suhu, kondisi penyimpanan, oksidator-reduktor, dan radiasi mempengaruhi stabilitas zat warna antosianin buah duwet,
2. pada kondisi pH 1 - 3 menunjukkan warna merah antosianin masih mendominasi, semakin besar pH maka intensitas warna merah semakin menurun,
3. perlakuan suhu tinggi (80 - 100°C) menurunkan retensi warna antosianin sampai di bawah 20 %, sedangkan perlakuan suhu medium (60°C) retensi warna antosianin masih diatas 80 % pada menit ke 240,
4. perlakuan kondisi penyimpanan suhu dingin menunjukkan penurunan retensi warna antosianin sebesar 10,712 % lebih rendah dibanding perlakuan kondisi penyimpanan suhu kamar yang menunjukkan penurunan retensi warna antosianin sebesar 49,829 % pada hari ke 30,
5. perlakuan penambahan oksidator (hidrogen peroksida atau H₂O₂) selama 12 jam menurunkan retensi zat warna antosianin buah duwet sebesar 73,51 %, sedangkan dengan penambahan reduktor (asam askorbat) selama 12 jam mampu meningkatkan nilai retensi zat warna antosianin buah duwet sebesar 4,37 %,
6. radiasi UV mempengaruhi tingkat kerusakan zat warna antosianin buah duwet lebih besar dibandingkan radiasi lampu neon, sedangkan pada perlakuan tanpa radiasi (kondisi gelap) menunjukkan retensi warna antosianin (%) paling tinggi dibanding perlakuan radiasi lainnya yaitu sebesar 95,80 %.

5.2 Saran

Saran –saran yang penulis berikan berdasarkan hasil penelitian adalah:

1. perlu adanya penelitian mengenai pembuatan pewarna alami dari buah duwet dalam bentuk bubuk dan cair serta pengujian karakteristik kestabilannya,
2. perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai stabilitas zat warna antosianin buah duwet untuk aplikasi pada minuman maupun makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. **Plum Jawa Multiguna**. Trubus, No. 365
- _____. 2001. **Empat Sekawan Usir Diabetes**. Trubus, No. 34
- _____. 2002. **Penyembuhan dengan Obat Alami**. Tabloit Aura.
- _____. 1990. **Kamus Besar Bahasa Indonesia**. Balai Pustaka, Jakarta.
- _____. 1994. **Colour**. <http://www.agsci.ubc.ca/causes/fmh/410/colour/3-23.htm>.
- _____. 1996. **Anthocyanin's Colour and pH**. [http://www.csun.edu/~vceed002/BFI/Lessons/pH scale/pH scale.html](http://www.csun.edu/~vceed002/BFI/Lessons/pH%20scale/pH%20scale.html)
- Arthey, D. dan P.J. Worford. 1995. **Encyclopedia of Analytical Science Edition**. Volume 5. Academic Prees, London.
- Astuti, Y. 2003. **Aplikasi Bubuk Pewarna Alami Kayu Secang (*Caesalpinia sappan linn*) pada Makanan Basah dan Permen**. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PAPTI), Yogyakarta.
- Bilyk *et al.* 1981. Dalam Wijaya, L. S., S. B. Widjanarko, T. Susanto, 2001. **Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai**. Biosain, Vol. 1 No.2, 50.
- Budiarto H. 1991. **Stabilitas Antosianin Manggis (*Garcinia mangostana*) dalam Minuman Berkarbonat**. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA, IPB.
- Boyd, W. 2000. **Natural Colors and Functional Ingredients in Healty Foods**. *Cereal Foods World*, 45 (5), 221-222.
- Bridle, P. and C. F. Timberlake. 1997. **Anthocyanin as Natural Food Colours-selected aspect**. *J. Food Chemistry*, Vol. 58.
- Brouillrad, R. 1982. **Chemical Structure of Anthocyanins**. Didalam Anthocyanin as Food Colors. Markakis, P. (Ed). New York : Academic Press , New York.
- Charly, H. 1970. **Food Science**. John Wiley and Sons Co., New York.
- Charley, H. 1991. **Food Science**. John Wiley and Sons Inc. New York.

- Downham, A. and Paul, C. 2000. **Coloring Our Foods in The Last and Next Millennium.** *International Journal of Food Science Technology.* Vol. 35, 5-22.
- Desrosier, N. W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan.** UI – Press, Jakarta.
- Fardiaz, S., R. Dewanti, dan S. Budijanto 1987. **Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi (Food Additives).** Himpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman Seluruh Indonesia, PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
- Francis, F. J. 1985. **Pigment and Other Colorants.** Dalam Fennema, O. R., 1996. **Food Chemistry.** Marcel Dekker Inc., New York dan Basel
- Furuta, S., I. Suda, Y. Nishibashi and O. Yamakawa. 1998. **High Tert-Butyls with radical Scavenging Activities of Sweet Potato Cultivars with Purple Flesh.** Food Science Technology Inc., Tokyo
- Fennema, O. R. 1996. **Food Chemistry.** Penerbit Marcel Dekker, Inc., New York.
- Gao, L. and G. Mazza. 1996. **Extraction of Antocyanin Pigments from Purple Sunflower Hull.** *Journal of Food Science* 61 (3); 600-603.
- Girindra, A. 1986. **Biokimia I.** Gramedia, Jakarta.
- Hanum, T. 2000. **Ekstaksi dan Stabilitas Pewarna Alami dari Katul Beras Ketan Hitam (*Oryza sativa glutinosa*).** Buletin Teknologi dan Industri Pangan Vol. XI (1), 17-23.
- Harbone, J. B. 1987. **Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.** ITB, Bandung.
- Hulme, A.C. 1971. **The Biochemistry of Fruit and Their Products.** Academic Press Inc., New York.
- Hendry, G. A. F. and J.D. Houghton. 1996. **Natural Food Colorant.** 2nd Edition. Blackie Academic and Professional, London.
- Houghton, H.W. dan Mc. Donald. 1981. Water. Di dalam Houghton, H. W. (ed). **Development in Soft Drink Technology.** Applied Science Publisher, New Jersey.
- Jago, D. and Linn, D.B. 2002. **New Products : Japan. 20th Annual New Products Conference.** <http://www.preparedfood.com.archives/1999/9904/9904Japan.htm>

- Jenie, B. S. L., Helianti, dan S. Fardiaz. 1994. **Pemanfaatan Ampas Tahu, Onggok dan Dedak untuk Produksi Pigmen Merah oleh *Monascus Purpureus***. Bulletin Teknologi dan Industri Pangan, Vol (5) , 22-29.
- Kloppenburg, J. dan Versteegh. 1988. **Petunjuk Lengkap Mengenai Tanaman-tanaman di Indonesia dan Khasiatnya sebagai Obat-obatan Tradisional**. CD. R. S. Bethesda, Yogyakarta.
- Lawless, H. T. and Heyman, H. 1998. **Sensory Evaluation of Food: Principle and Practise**. Chapman and Hall, New York.
- Maga, J.A. dan A.T. Tu. 1994. **Food Additive and Toxicology**. Marcel Dekker Inc., New York.
- Markakis, P. 1982. **Anthocyanin and Food Additives**. Didalam Anthocyanins as Food Colors. Markakis, P. (ed). Acaademic Prees, New York.
- Metivier, R.P., F.J. Francis, dan F.M. Clydesdale. 1980. **Solvent Ekstraktion of Antocyanins from wine Pomace**. J. Food Sci. 45: 1099 – 1100.
- Pomeranz, S.Y., dan C.E. Melon. 1994. **Food Analysis Theory and Practise**. The Avi Publishing Company Inc., Wesptor Connecticut.
- Ponting 1960. Dalam Lyidia S. Wijaya, Simon B. Widjanarko, Tri Susanto, 2001. **Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai**. Biosain, Vol.1 No.2, hal 50.
- Prabowo. 1998. **Pengaruh Intensitas Radiasi Penyinaran dan Persentase Penambahan Asam Sitrat terhadap Laju Kerusakan Antosianin Murbei (*Moeus sp*) dalam sirup Marbei**. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas T eknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Riawan, S. 1990. **Kimia Organik**. Binarupa Aksara, Jakarta.
- Revilla E., J. Ryan, and G. Martin-Ortega. 1998. **Comparation of Several Presedures Used for the Ekstraktion of Antocyanins Picments from Sunflowers Hulls**. J. Agric. Food Chemistry, 46; 4592 – 4597.
- Robinson, T. 1991. **Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi**. ITB, Bandung.
- Saati, E. A., T. Susanto, Yunianta. 2002. **Ekstraksi dan Identifikasi Pigmen Antosianin Bunga Pacar (*Ipatien balsanina linn*)**. Prosiding Seminar Nasional, Perhimpunan Ahli Pangan seluruh Indonesia, Malang.

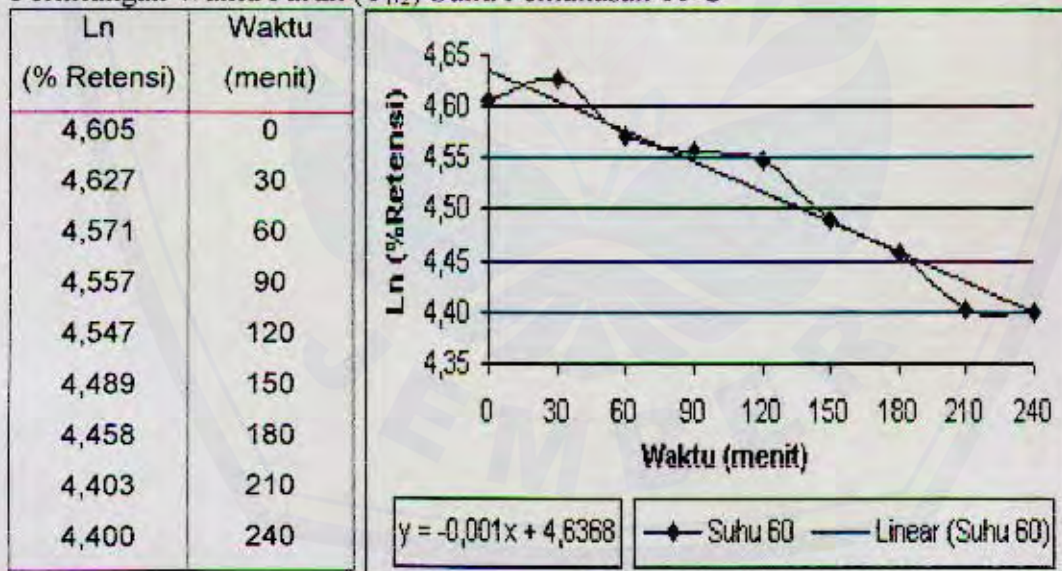
- Sakidja. 1989. Dalam Lyidia S. Wijaya, Simon B. Widjanarko, Tri Susanto, 2001. **Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai**. Biosain, Vol.1 No.2, hal. 50.
- Shi, Z., Lin, M., and Francis F. J. 1992. **Stability of Anthocyanin** from *Tradescantia pallida*. J Food Sci. 57 (3); 758-760.
- Smith, H. 1975. **Phytohchrome and Photomorphogenesis**. McGraw-Hill Book Publising Co., London.
- Sutrisno. 1987. Dalam Lyidia S. Wijaya, Simon B. Widjanarko, Tri Susanto, 2001. **Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai**. Biosain, Vol.1 No.2, hal 50.
- Swadesi D. L. 2003. **Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen Antosianin dari Buah Duwet (*Eugena Cumini*) sebagai Alternatif Bahan Pewarna Alami**. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP, Universitas Jember, Jember.
- Tampubolon, O. T. 1995. **Tumbuhan Obat**. Bhatara, Jakarta.
- Tranggono. 1990. **Bahan Tambahan Pangan**. PAU Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Tim Penyusun Kamus. 1997. **Kamus Besar Bahasa Indonesia**. Balai Pustaka, Jakarta.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1980. **Pengantar Teknologi Pangan**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G., dan S. Laksmi. 1973. **Pigmen dalam Pengolahan Pangan**. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. FATEMETA, IPB, Bogor.
- Winarno, F.G. 1995. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia, Jakarta.
- Yashimoto, M. S. Okuno, M. Yoshinaga, O. Yamakawa, M. Yamaguchi and J. Yamada. 1999. **Antimutagenicity of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Root**. <http://www.eseap.cipotato.org/AMWER/File-Library/Ishoguro-Japan-Text.pdf>

Lampiran 1. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Perubahan pH

pH	Absorbansi			Rata-rata	Standart Deviasi
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
1	1,048	1,053	1,062	1,054	0,007
2	0,502	0,508	0,527	0,512	0,013
3	0,135	0,114	0,123	0,124	0,011
4	0,034	0,054	0,042	0,043	0,010
5	0,029	0,033	0,023	0,028	0,005

Lampiran 2. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Suhu Pemanasan 60°C

Waktu (menit)	%Retensi zat warna zat warna			Rata-rata %Retensi zat warna zat warna	Standart Deviasi
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
30	102,607	102,242	101,877	102,242	0,516
60	97,693	95,888	96,389	96,657	0,932
90	94,684	95,829	95,257	95,257	0,810
120	87,362	97,091	98,696	94,383	6,133
150	89,885	88,113	88,999	88,999	1,253
180	85,055	85,256	88,666	86,326	2,029
210	80,188	85,297	79,562	81,682	3,146
240	81,545	82,247	80,441	81,411	0,910

Perhitungan Waktu Paruh ($T_{1/2}$) Suhu Pemanasan 60°C

$$y = -kx + C \quad \longrightarrow \quad y = -0,001x + 4,6368$$

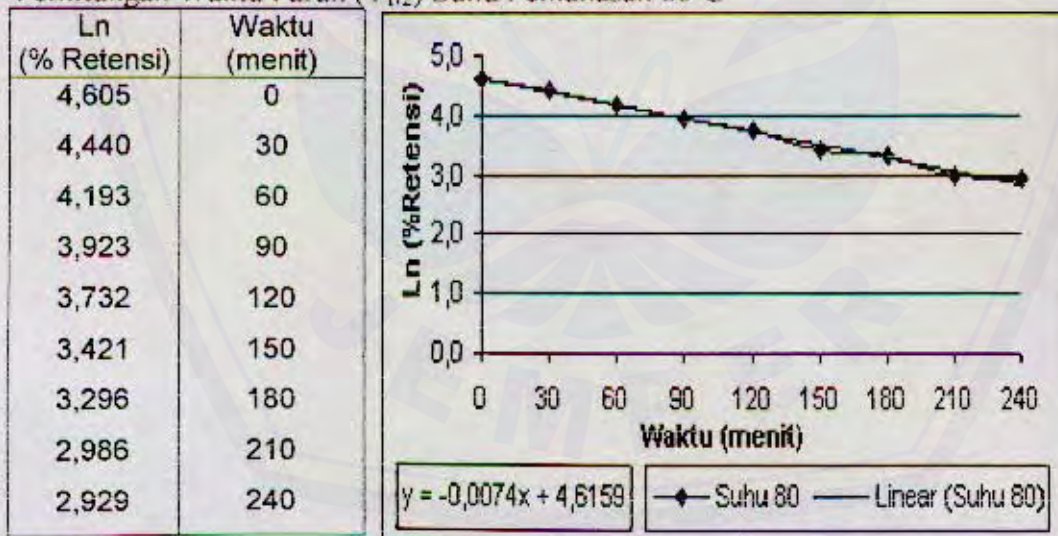
$$\text{Waktu paruh } (T_{1/2}) = \frac{0,693}{k}$$

$$= \frac{0,693}{0,001}$$

$$= 693 \quad \text{menit}$$

Lampiran 3. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Suhu Pemanasan 80°C

Waktu (menit)	%Retensi zat warna			Rata-rata %Retensi zat warna	Standart Deviasi
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
30	86,182	77,277	90,788	84,749	6,868
60	68,509	60,063	70,177	66,250	5,423
90	50,972	50,870	49,846	50,563	0,623
120	41,084	41,814	42,440	41,780	0,678
150	28,659	32,549	30,604	30,604	1,945
180	26,903	27,320	26,799	27,007	0,276
210	19,550	19,806	20,061	19,806	0,362
240	18,717	18,457	18,978	18,717	0,369

Perhitungan Waktu Paruh ($T_{1/2}$) Suhu Pemanasan 80°C

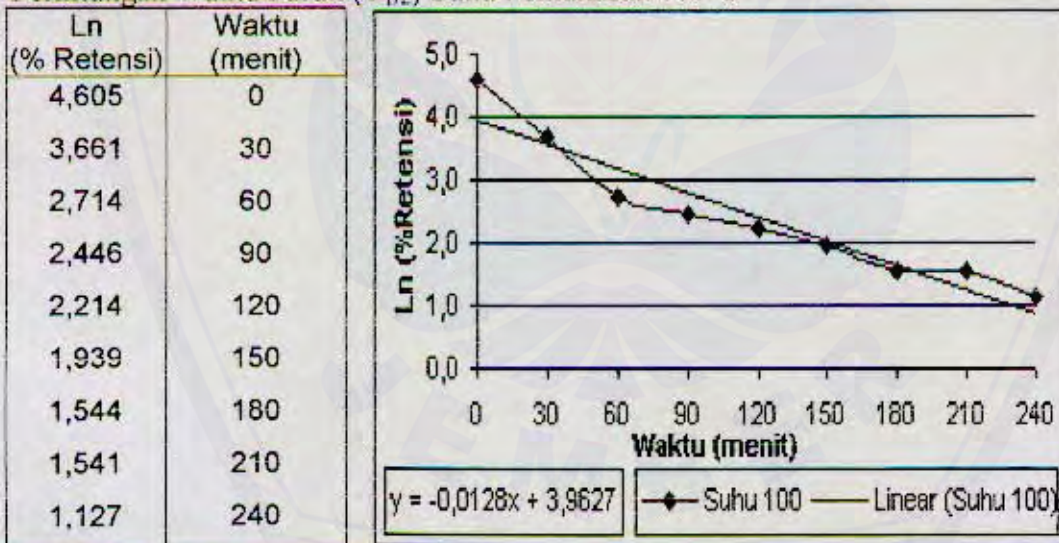
$$y = -kx + C \quad \longrightarrow \quad y = -0.0074x + 4,6159$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu paruh } (T_{1/2}) &= 0,693 / k \\ &= 0,693 / 0,0074 \\ &= 93,65 \quad \text{menit} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Suhu Pemanasan 100°C

Waktu (menit)	%Retensi zat warna			Rata-rata %Retensi zat warna	Standart Deviasi
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
30	37,676	39,957	39,088	38,907	1,151
60	14,198	17,490	13,580	15,089	2,102
90	11,509	11,726	11,401	11,545	0,166
120	9,362	8,951	9,156	9,156	0,206
150	6,840	6,623	7,383	6,949	0,391
180	4,835	4,527	4,861	4,681	0,218
210			4,669	4,669	
240	1,646	5,658	1,955	3,086	2,233

Perhitungan Waktu Paruh ($T_{1/2}$) Suhu Pemanasan 100°C



$$y = -kx + C \quad \longrightarrow \quad y = -0.0128x + 3.9627$$

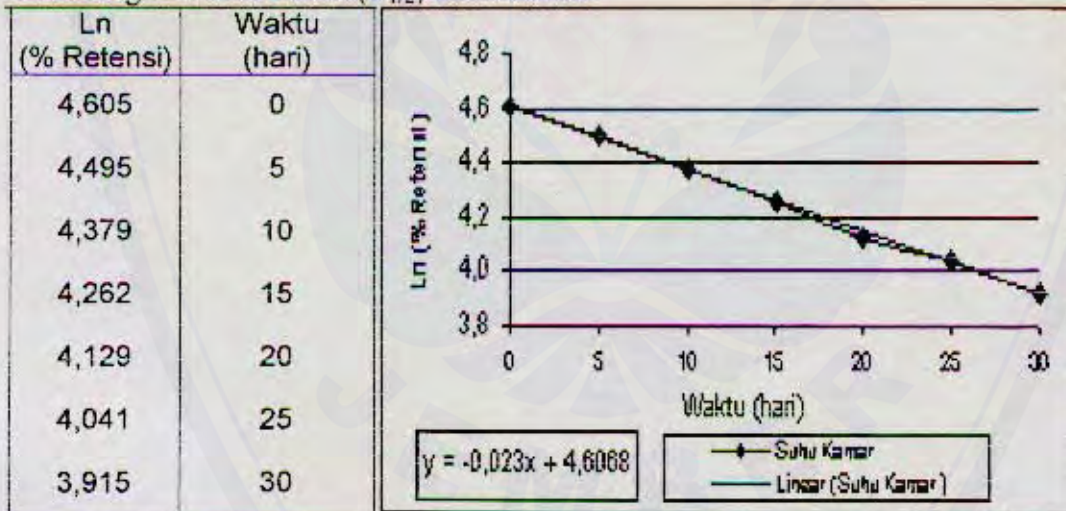
$$\begin{aligned} \text{Waktu paruh } (T_{1/2}) &= 0,693 / k \\ &= 0,693 / 0,0128 \\ &= 54,14 \quad \text{menit} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Kondisi Penyimpanan

Suhu Kamar

Waktu (hari)	%Retensi zat warna			Rata-rata %Retensi zat warna	Standart Deviasi
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
5	89,429	91,207	88,120	89,585	1,549
10	80,917	82,039	76,333	79,763	3,023
15	72,778	72,498	67,633	70,970	2,893
20	62,956	62,208	61,272	62,145	0,844
25	57,063	60,617	53,040	56,907	3,791
30	52,292	50,234	47,989	50,171	2,152

Perhitungan Waktu Paruh ($T_{1/2}$) Suhu Kamar



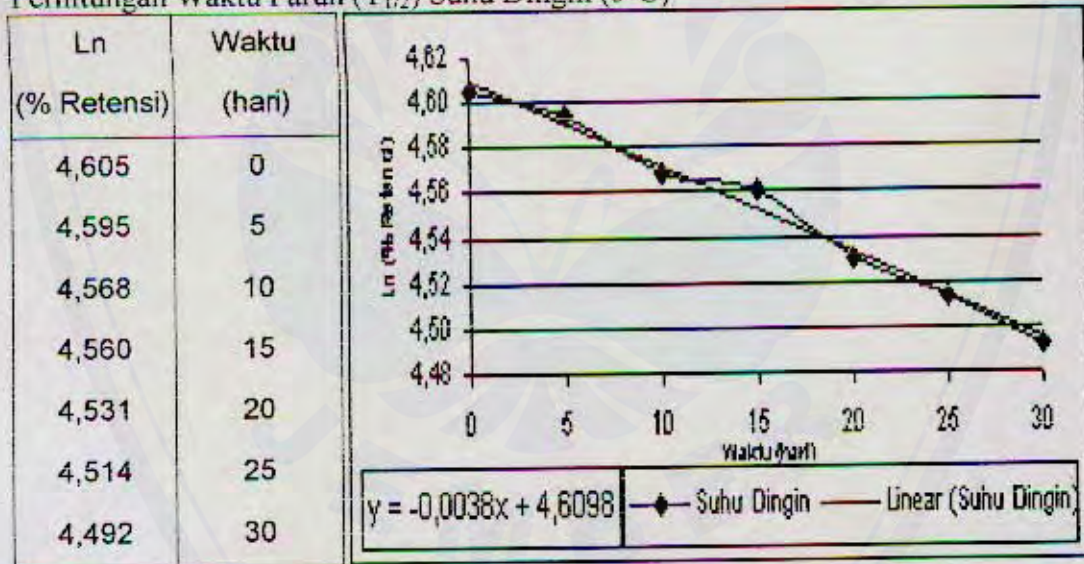
$y = -kx + C \quad \longrightarrow \quad y = -0.023x + 4.6068$

Waktu paruh ($T_{1/2}$) = $0,693 / k$
 $0,693 / 0,023$
 30,13 hari

Suhu Dingin (5°C)

Waktu (hari)	%Retensi zat warna			Rata-rata %Retensi zat warna	Standart Deviasi
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
5	100,378	99,811	96,692	98,960	1,985
10	98,771	99,055	91,210	96,345	4,450
15	99,055	99,149	88,658	95,621	6,030
20	95,180	90,454		92,817	3,342
25	95,652		86,957	91,304	6,149
30	88,091	90,643	89,130	89,288	1,283

Perhitungan Waktu Paruh ($T_{1/2}$) Suhu Dingin (5°C)



$y = -kx + C \longrightarrow y = -0.0038x + 4.6098$

Waktu paruh ($T_{1/2}$) = $0,693 / k$
 $0,693 / 0,0038$
 182,3684 hari

Lampiran 6. Stabilitas Zat Warna Antosianin terhadap Oksidator-Reduktor

Perlakuan Reduktor

Waktu (jam)	%Retensi zat warna			Rata-rata	Standart
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Retensi zat warna	Deviasi
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
3	109,173	109,577	107,258	108,669	1,239
6	110,685	109,375	107,762	109,274	1,464
9	113,105	113,609	107,863	111,526	3,182
12	104,032	105,847	103,226	104,368	1,342

Perlakuan Oksidator

Waktu (jam)	%Retensi zat warna			Rata-rata	Standart
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Retensi zat warna	Deviasi
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
3	77,311	77,311	72,549	75,724	2,749
6	52,007	52,848	48,179	51,012	2,489
9	33,427	34,360	36,134	34,641	1,375
12	26,144	26,517	26,797	26,486	0,328

Lampiran 7. Stabilitas Zat Warna Antosiyanin terhadap Pengaruh Radiasi

Perlakuan Gelap

Waktu (hari)	%Retensi zat warna			Rata-rata	Standart
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Retensi zat warna	Deviasi
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
1	111,357	112,320	111,742	111,806	0,484
2	108,855	108,277	109,432	108,855	0,577
3	105,197	102,984	103,850	104,010	1,116
4	104,427	104,235	103,080	103,914	0,729
5	101,251	100,481	101,059	100,930	0,401
6	95,573	100,577	97,979	98,043	2,503
7	96,824	92,012	98,556	95,797	3,391

Perlakuan Sinar UV

Waktu (hari)	%Retensi zat warna			Rata-rata	Standart
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Retensi zat warna	Deviasi
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
1	110,876	109,432	109,432	109,913	0,824
2	109,528	105,679	103,466	106,224	3,000
3	98,460	95,861	99,519	97,947	1,000
4	97,401	96,246	98,941	97,500	1,000
5	92,865	92,848	93,359	92,231	1,000
6	90,568	88,547	89,894	89,870	1,000
7	89,796	87,584	88,256	88,547	1,000

Perlakuan Sinar Lampu Neon

Waktu (hari)	%Retensi zat warna			Rata-rata	Standart
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Retensi zat warna	Deviasi
0	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000
1	107,878	107,600	106,858	107,445	0,527
2	104,171	103,522	104,727	104,140	0,603
3	102,224	101,019	99,537	100,927	1,346
4	98,703	91,844	96,293	95,613	3,479
5	94,532	95,551	93,976	94,686	0,799
6	91,844	91,196	93,327	92,122	1,093
7	90,547	90,361	89,157	90,022	0,755

Lampiran 8. Contoh Perhitungan Retensi Zat Warna Antosianin

Perlakuan Suhu Pemanasan 100°C Selama 30 menit

Rumus Retensi (%) : $B/A \times 100\%$

contoh perhitungan : Abs sebelum perlakuan (A) = 0,921

Abs setelah perlakuan (B) = 0,364

Retensi (%) = $0,364/0,921 \times 100\%$

39,522

