



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

FOTOTRANSFORMASI FRAKSI ZAT WARNA BUAH SAGO (Adenanthera pavonina. L) BENTUK IONIK PADA λ 254nm

TESIS



**SRI ASTUTI
06207043**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2008**

**FOTOTRANSFORMASI FRAKSI ZAT WARNA
BUAH SAGO (*Adenanthera pavonina. L*)
BENTUK IONIK PADA λ 254nm**

Oleh : Sri Astuti

(Di bawah bimbingan Hermansyah Aziz, Admin Alif)

RINGKASAN

Zat warna merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan di dunia industri, misalnya industri tekstil, makanan, kosmetik dan lain-lain. Zat warna ada yang diperoleh dari bahan alam dan ada yang diperoleh melalui cara sintetik. Zat warna alami memiliki tingkat toksisitas yang rendah dibanding zat warna sintetik, sehingga perlu dikembangkan zat warna alami.

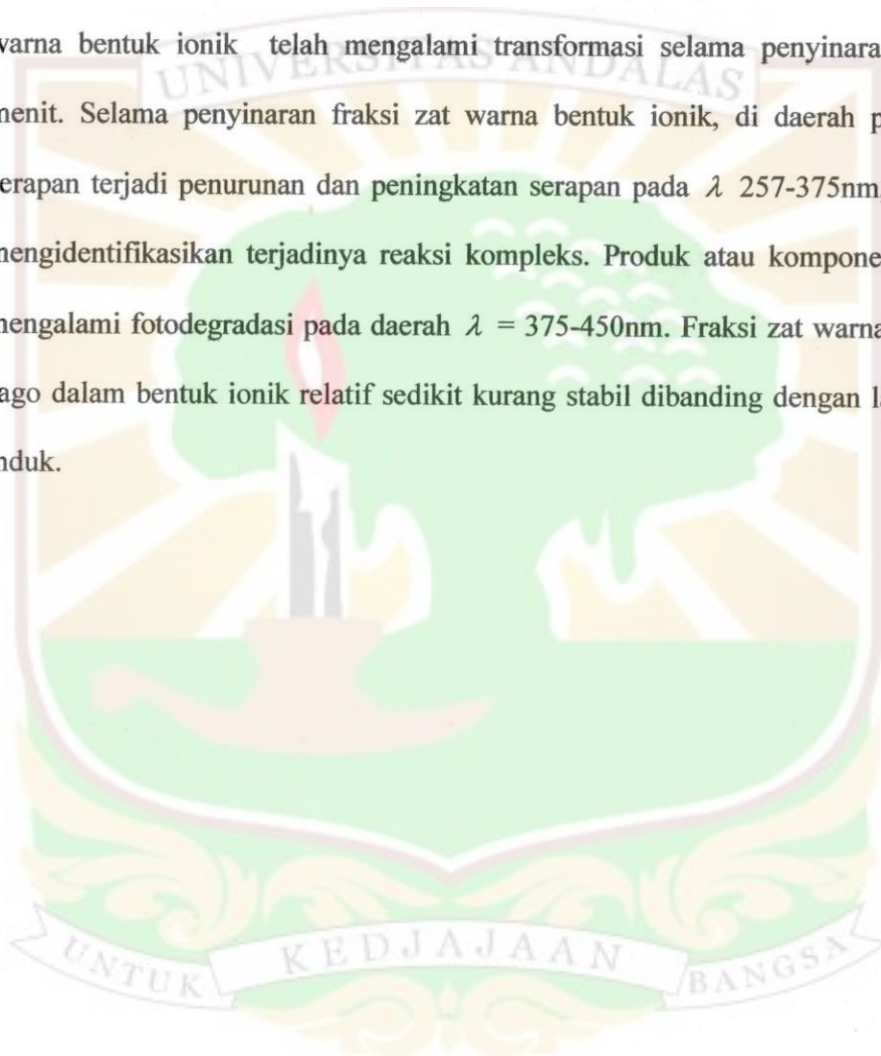
Biji buah sago yang berwarna merah akan dipelajari fotokimia dan stabilitasnya dengan menggunakan lampu uap raksa yang mengemisikan sinar UV pada panjang gelombang 254nm.

Pada penelitian ini dilakukan penarikan zat warna buah sago secara maserasi dengan larutan Na_2CO_3 0,1M. Ekstrak merah yang didapatkan difraksinasi menggunakan larutan etil asetat dengan perbandingan 2:1. Fraksi etil asetat yang telah diuapkan pelarutnya dilarutkan dalam air dengan perbandingan 1:100 (sebagai larutan induk), kemudian diatur dalam berbagai pH dan diukur serapannya melalui lampu uap raksa tekanan rendah sehingga didapatkan titik isosbestik pada λ 227nm.

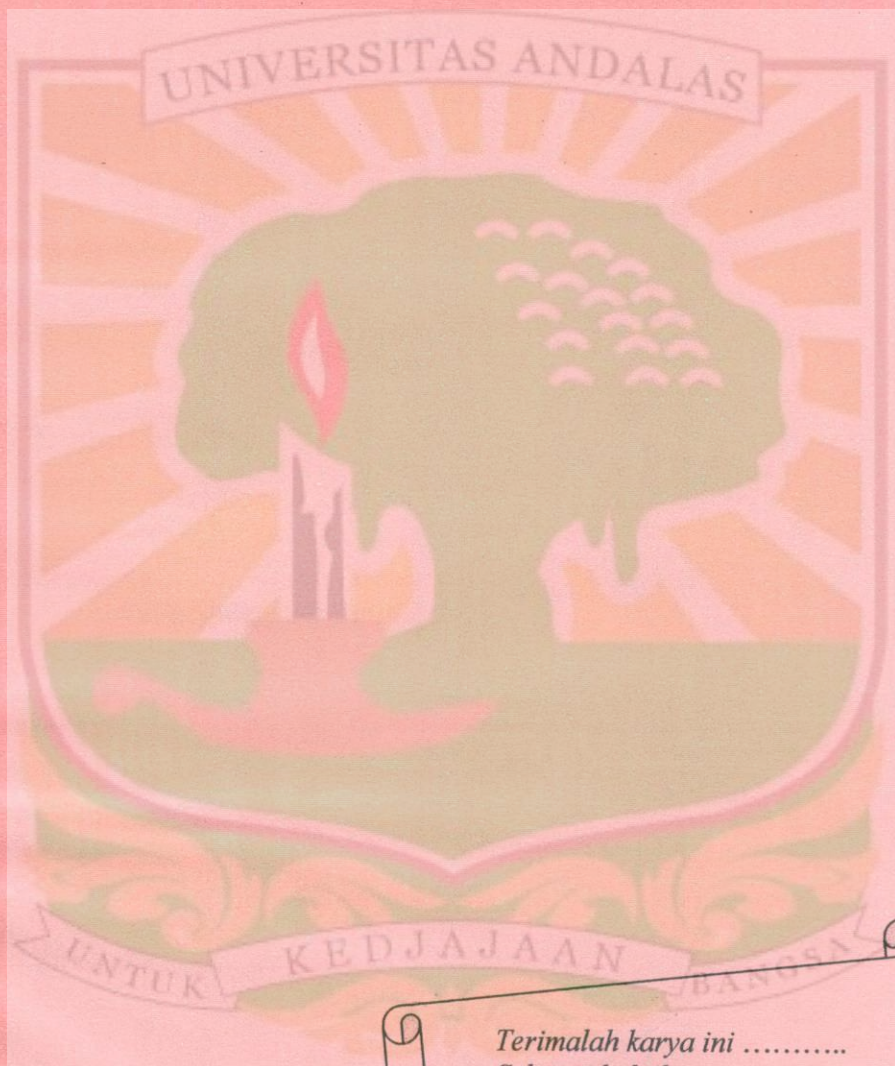
Dengan membuat kurva yang menggambarkan hubungan antara absorban dan pH maka didapatkan harga pKa 9,6, dimana pada harga pH 9,6 bentuk

ionik dan bentuk molekul masing masing 50%. Terhadap fraksi zat warna buah sago keadaan awal (larutan induk) dan pH di atas harga pKa (bentuk ionik) dilakukan analisa kestabilan dengan lampu uap raksa tekanan rendah yang mengemisikan panjang gelombang 254nm.

Didapatkan 8,11% fraksi zat warna larutan induk dan 10,42% fraksi zat warna bentuk ionik telah mengalami transformasi selama penyinaran 120 menit. Selama penyinaran fraksi zat warna bentuk ionik, di daerah puncak serapan terjadi penurunan dan peningkatan serapan pada λ 257-375nm, yang mengidentifikasi terjadinya reaksi kompleks. Produk atau komponen lain mengalami fotodegradasi pada daerah $\lambda = 375-450$ nm. Fraksi zat warna buah sago dalam bentuk ionik relatif sedikit kurang stabil dibanding dengan larutan induk.



*Allah akan meninggikan derajat
orang yang beriman dan berilmu pengetahuan
keberapa tingkat
(Q.S : Al-Mujadilah : 11)*



*Terimalah karya ini
Sebagai baktiku.....
Untukmu Nusa dan Bangsa*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa pernyataan dalam tesis yang berjudul :

“Fototransformasi Fraksi Zat Warna Buah Sago (*Adenanthera pavonina*.L)

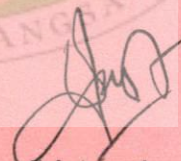
Bentuk Ionik Pada λ 254nm”

Adalah hasil kerja saya sendiri dan merupakan jimplak dari hasil kerja/ karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan.

Jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, 8 juni 2008

Yang membuat pernyataan



Sri Astuti

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 25 November 1965 di Tanjung Jati, Talago Kabupaten 50 Kota. Yaitu sebagai anak ke-5 dari Mustafa Kamal dan Baidalis. Penulis menamatkan Sekolah Dasar (SD) di Tanjung Jati tahun 1977, SMP di Danggung-Danggung tahun 1981, SMA di Limbanang tahun 1984. Penulis tamat Diploma 3 IKIP Padang, Jurusan Pendidikan Kimia tahun 1988 dan S1 Pendidikan Kimia IKIP Padang tahun 1998 melalui beasiswa DIKDASMEN.

Sejak tahun 1989, penulis diangkat sebagai PNS Guru di SMA N 2 Payakumbuh di Limbanang. Tahun 1991 pindah tugas ke SMA Pertiwi 1 Kota Padang sampai sekarang.

Pada tahun 2006 penulis mendapat kesempatan untuk melanjutkan studi (S2) pascasarjana ke FMIPA Kimia Universitas Andalas Padang melalui beasiswa Pemerintah Provinsi Sumatera Barat.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Swt yang telah memberikan Rahmat, Kurnia, Hidayah dan Taufiq-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis. Salawat dan salam semoga senantiasa tercurah untuk junjungan dan suri tauladan kita Muhammad Rasulullah SAW.

Tesis ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “ Fototransformasi Fraksi Zat Warna Buah Sago (*Adenanthera pavonina. L*) Bentuk Ionik Pada Panjang Gelombang 254nm “ dan terealisasi dalam bentuk tulisan ini atas dorongan serta partisipasi dari semua pihak

Untuk itu dalam kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Direktur Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Bapak Gubernur Sumatera Barat.
- Bapak Kepala Dinas Pendidikan Sumatera Barat.
- Bapak Wali Kota Padang.
- Bapak Kepala Dinas Pendidikan Kota Padang.
- Bapak Dr.Djaswir Darwis, MS,DEA selaku ketua program Studi.
- Bapak Dr.Hermansyah Aziz, MS selaku pembimbing I.
- Bapak Prof.Dr.Admin Alif, M.Sc selaku pembimbing II.
- Rekan rekan S2 (kelas guru), khususnya satu tim penelitian.

- Ibuk Sumijar Tanjung, analisis elektro / fotokimia.
- Karyawan & karyawan Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Semua pihak yang telah membantu, baik langsung maupun tidak langsung.

Tiada gading yang tak retak, manusia yang tak khilaf dan bersalah, maaf dan kritikan sehat sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tesis ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Padang, Mei 2008

Penulis,



DAFTAR ISI

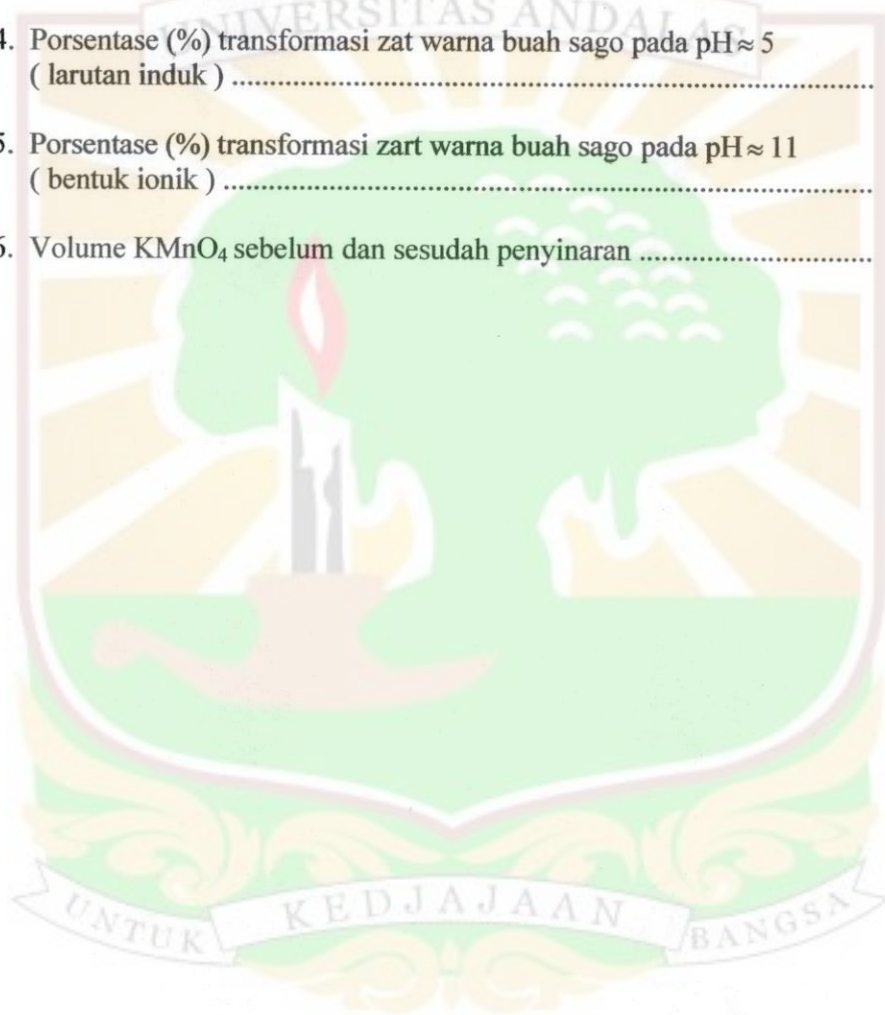
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
2.1. Perumusan Masalah Penelitian	2
2.3. Tujuan Penelitian	2
2.4. Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Taksonomi dan Tatanama	3
2.2. Tinjauan Batoni	3
2.3. Ekologi dan Distribusinya	4
2.4. Perkembangan, Manfaat dan Kandungan	5
2.5. Zat Warna	6
2.6. Ekstraksi	9
2.7. Fotokimia	10
2.8. Aktinometri	13
2.9. Spektroskopi UV – Vis	14

III. BAHAN DAN METODA	17
3.1. Tempat dan waktu Penelitian	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Prosedur Penelitian	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Ekstraksi Zat Warna Buah Sago	20
4.2. Karakteristik Zat Warna Buah Sago	21
4.3. Fototransformasi Zat Warna Buah Sago (Larutan Induk)	24
4.4. Laju Fototransformasi Zat Warna Buah Sago (larutan Induk).....	25
4.5. Serapan Zat Warna Buah Sago Bentuk Ionik	26
4.6. Fototransformasi Zat Warna Buah Sago Bentuk Ionik	26
4.7. Laju Fototransformasi Zat Warna Buah Sago Bentuk Ionik	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
DAFTAR LAMPIRAN	33



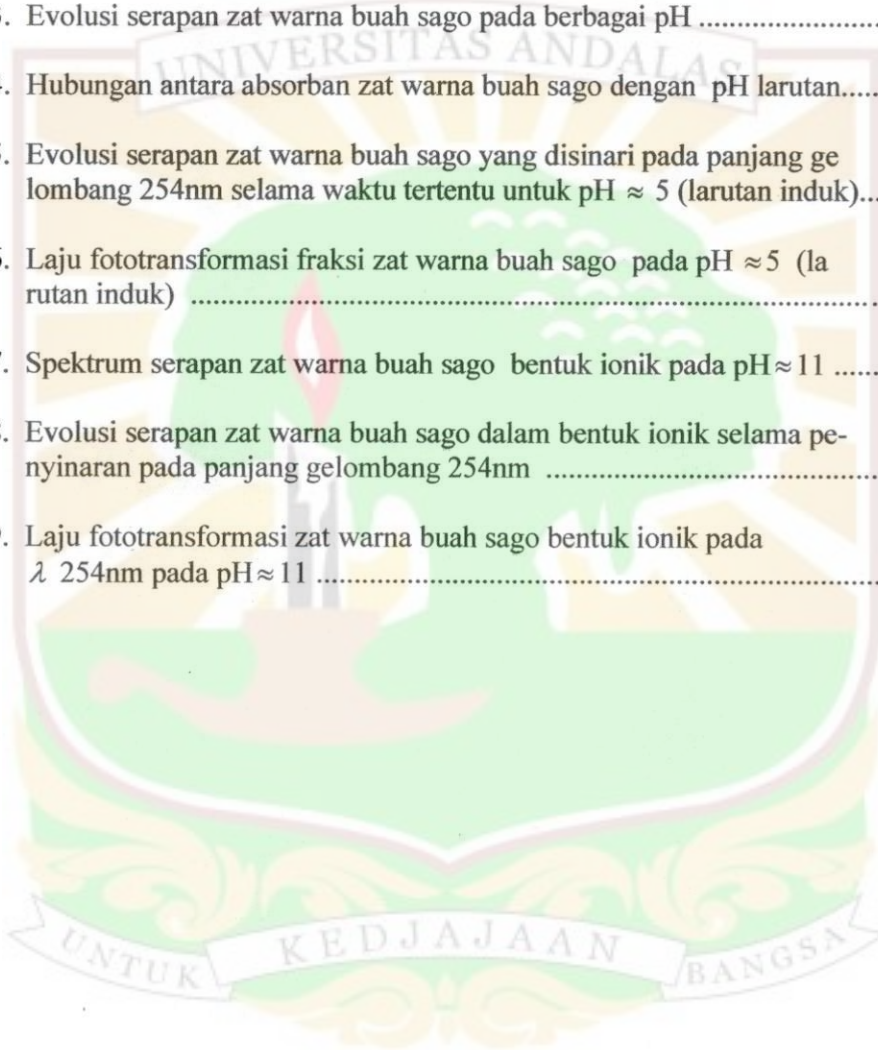
DAFTAR TABEL

1. Beberapa sifat pigmen alami	7
2. Pengaruh perubahan pH terhadap komponen zat warna buah sago	21
3. Data Absorbansi pada Berbagai pH	34
4. Porsentase (%) transformasi zat warna buah sago pada pH \approx 5 (larutan induk)	35
5. Porsentase (%) transformasi zart warna buah sago pada pH \approx 11 (bentuk ionik)	36
6. Volume KMnO_4 sebelum dan sesudah penyinaran	36



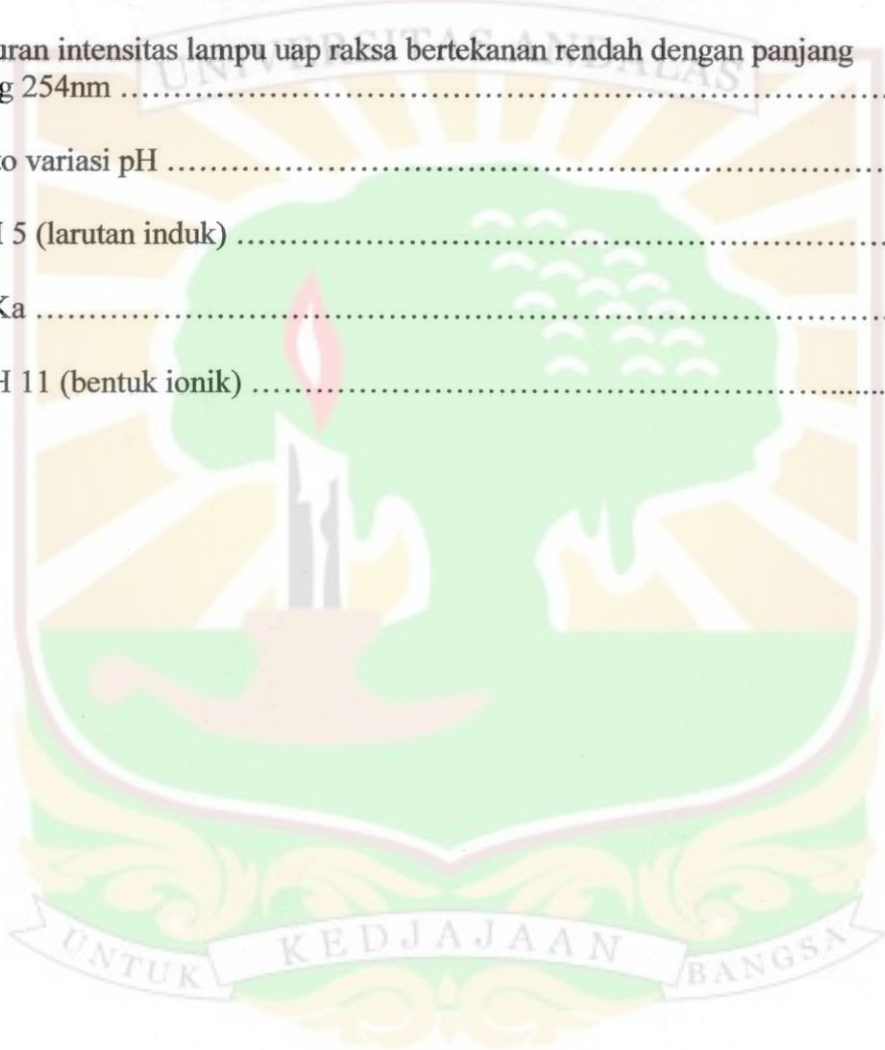
DAFTAR GAMBAR

1. Biji , bunga , buah sago muda dan matang	5
2. Spektrum serapan zat warna buah sago pada pH ≈ 5 (larutan induk)....	21
3. Evolusi serapan zat warna buah sago pada berbagai pH	22
4. Hubungan antara absorban zat warna buah sago dengan pH larutan.....	23
5. Evolusi serapan zat warna buah sago yang disinari pada panjang gelombang 254nm selama waktu tertentu untuk pH ≈ 5 (larutan induk)....	24
6. Laju fototransformasi fraksi zat warna buah sago pada pH ≈ 5 (larutan induk)	25
7. Spektrum serapan zat warna buah sago bentuk ionik pada pH ≈ 11	26
8. Evolusi serapan zat warna buah sago dalam bentuk ionik selama penyinaran pada panjang gelombang 254nm	27
9. Laju fototransformasi zat warna buah sago bentuk ionik pada λ 254nm pada pH ≈ 11	28



DAFTAR LAMPIRAN

1. Skema kerja	33
2. Data perhitungan pKa	34
3. Penentuan konsentrasi ionik dan molekul pada pKa	34
4. Perhitungan % transformasi zat warna buah sago (larutan induk)	35
5. Pengukuran intensitas lampu uap raksa bertekanan rendah dengan panjang gelombang 254nm	36
6. Foto-foto variasi pH	38
7. Data pH 5 (larutan induk)	40
8. Data pKa	49
9. Data pH 11 (bentuk ionik)	57



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Zat warna merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan dalam dunia industri misalnya industri tekstil, makanan, kosmetik dan lain-lain. Pada dasarnya pemakaian zat warna dalam berbagai jenis produk bertujuan untuk meningkatkan minat konsumen mengkonsumsinya. Kecendrungan yang terjadi saat ini adalah pemanfaatan bahan alam sebagai zat warna, pencarian zat warna baru dimulai dari ekstraksi dan identifikasi kandungan zat dalam bahan alam tersebut (Naturia, 2007).

Zat warna ada yang diperoleh dari bahan alam dan ada yang diperoleh melalui cara sintetik. Pada saat ini telah banyak zat warna sintetik yang dapat dibuat, akan tetapi zat warna sintetik ini pada jumlah tertentu dapat memberikan pengaruh yang kurang baik terhadap kesehatan manusia. Sehingga perlu dikembangkan zat warna alami yang tingkat toksisitasnya lebih rendah atau bisa diabaikan (Manurung dan Hasibuan, 2004).

Indonesia adalah salah satu negara tropis yang memiliki beraneka ragam tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang tumbuh di daerah tropis adalah sago (*Adenanthera pavonina* . L), yang berbiji banyak, berwarna merah terang dan sangat menarik perhatian anak-anak untuk mengumpulkannya . Biji buah sago ini hanya bisa berkecambah jika biji digores. Sehingga biji-bijian ini dijadikan manik-manik untuk perhiasan atau tasbih (Ivan, 2007).

Salah satu bahan alam yang masih kurang pemanfaatannya saat ini adalah biji buah sago. Telah dilakukan penelitian tentang kandungan biji buah sago (Zarnowski, 2004). Kulit Biji buah sago yang berwarna merah terang belum maksimal dimanfaatkan potensinya sebagai zat warna alami.

1.2. Perumusan Masalah Penelitian

Buah sago adalah salah satu bahan alam yang mempunyai warna yang menarik. Untuk mengetahui apakah zat warna dalam buah sago dapat digunakan sebagai pewarna alami, maka perlu dilakukan penelitian tentang bagaimanakah transformasi fotokimia dan stabilitas warna buah sago. Dalam hal ini akan dipelajari dengan menggunakan lampu uap raksa yang mengemisikan sinar UV pada panjang gelombang 254nm.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui transformasi fotokimia dan sejauh mana pengaruh sinar lampu uap raksa λ 254nm secara langsung terhadap stabilitas fraksi zat warna buah sago bentuk ionik.

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan adanya informasi tentang stabilitas dari fraksi zat warna buah sago bentuk ionik terhadap penyinaran, diharapkan buah sago bermanfaat sebagai zat warna alami.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Taksonomi dan Tatanama (Jhon, 1996)

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Tracheobionta
Devisi	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Class Subclass	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Adenathera</i> .L
Species	: <i>Adenathera pavonina</i> .L

2.2. Tinjauan Botani

Adenathera pavonina. L (Sago) adalah pohon yang selalu berganti daun (mengalami rontok daun) dengan tinggi pohon 6-15m, diameter batang lebih dari 45cm dan ini sangat tergantung dari lokasi tumbuhnya. Umumnya pohon ini berbatang tegak lurus dengan warna kulit kayu coklat kegelapan sampai dengan keabu-abuan, kulit kayu sebelah dalam lembut dan berwarna coklat pucat, biasanya batangnya berlapis (Mbuya, 1994; Perry, 1980; Sosef, 1998).

Daunnya berpasangan 2 sampai dengan 6 pasang yang saling berlawanan, masing-masing dengan 8-21 lembar daun pada tangkai yang pendek, lebar daun 2-2,5 x 3cm bentuk bulat memanjang dengan dasar asimetri

dan puncak yang tumpul. Daun pada sisi atas berwarna hijau, sisi sebelah bawah berwarna hijau kebiruan, dan yang sudah tua berwarna kuning (Adkind, 1996).

Bunga-bunga tumbuh di bagian yang sempit dengan panjang 12-15cm pada ujung-ujung cabang. Bunga berukuran kecil, berwarna kuning krem, berbau harum, berbentuk bintang, berhubungan langsung dengan dasar dan mempunyai 10 benang sari yang menonjol. Kelopak bunga panjang dan sempit, berukuran 15-22 x 2cm dengan penyempitan yang tipis diantara biji bunga, berwarna coklat gelap, berwarna hitam setelah masak, berkulit melengkung dan berbelit serta menampakkan 8-12 biji dengan kulit yang keras, ukuran biji berdiameter 7,5-9mm, berbentuk lensa, berwarna merah tua hidup. Biji melekat pada kelopak, kelopak yang telah masak bertahan pada pohon dengan waktu yang cukup panjang (Native, 2007; Corner. 1997).

2.3. Ekologi dan Distribusinya

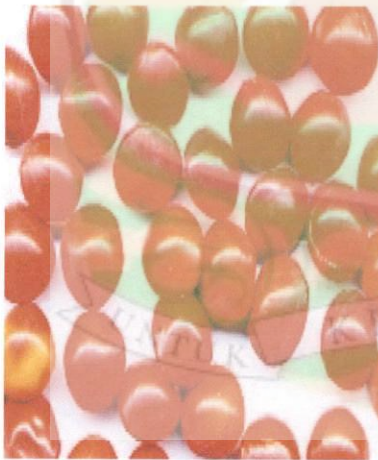
Adenantha pavonina. L tersebar di Asia Selatan seperti Cina dan India. Pohon ini tumbuh pada daerah tropis yang lembab, disamping itu pohon ini juga terdapat di Malaysia, Brunai, Indonesia, Myanmar, Laos, Thailand, Vietnam, Taiwan, Srilangka, Kamboja, Australia, Kuba, Dominika, Haiti, Jamaika, Japan, Kenya, Puerto Rico, Solomon, Tanzania, USA (Timyan, 1996).

Tumbuh pada ketinggian 300-400m dari permukaan laut dengan rata-rata curah hujan tahunan 3000-5000mm dengan tipe tanah mulai dari yang dalam sampai dengan dangkal dan berbatu, pohon ini lebih menyukai tanah dengan pH netral sampai sedikit asam (Backer *et al.*, 1963).

2.4. Perkembangan, Manfaat dan Kandungan

Adenanthera Pavonina. L dapat diperbanyak dengan biji. Kulit biji sangat keras dan perlu perlakuan khusus dalam memperbanyaknya. Bila tidak, butuh waktu 12 bulan untuk tumbuh. Diantara perlakuan untuk menumbuhkan biji dengan cepat yaitu dengan merendam biji dalam air panas selama 1 menit atau dengan pemberian asam sulfat. Biji dapat tumbuh dalam 10 hari. Bibit muda dengan tinggi 8-15cm rata-rata berumur 3 bulan. Bibit tumbuh lambat, tapi cepat setelah berumur lebih 1 tahun (Anon,1986).

Kulit batang yang berkasiat untuk mencuci luka, daun digunakan untuk pupuk kompos, biji-biji yang merah mengkilat biasanya digunakan untuk manik-manik perhiasan, untaian kalung dan tasbih. Kandungan kimia dalam tanaman *Adenanthera pavonina* L. ini adalah daun dan bijinya mengandung saponin, flavonoid. dan kulit batang juga mengandung tanin (Herlinda, 2007).



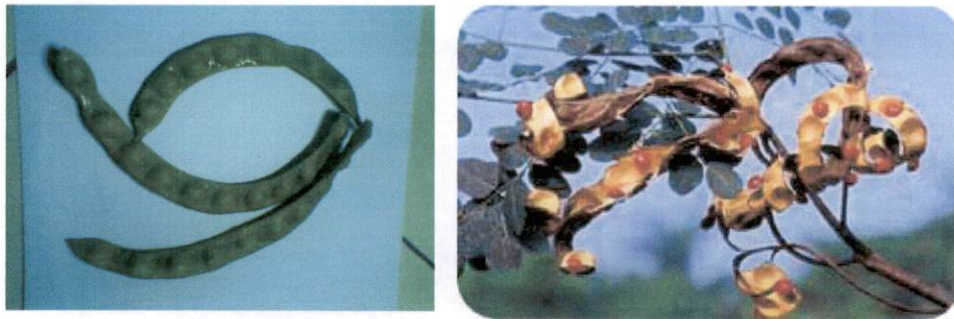
Biji



Daun



Bunga



Buah Sago Muda

Buah Sago Matang

Gambar 1. Biji, Daun, Bunga, Buah Sago Muda dan Matang

2.5. Zat Warna

Zat warna adalah senyawa organik berwarna yang digunakan untuk memberi warna kesuatu objek. Warna merupakan hasil dari suatu perangkat kompleks respons faali maupun psikologis terhadap panjang gelombang cahaya antara 400-750nm, yang jatuh pada retina mata dan diartikan oleh otak. Gugus yang bertanggung jawab untuk memberi warna suatu senyawa adalah kromofor yang berasal dari kata “chromo” yang berarti warna dan “phoros” berarti pengemban. Kromofor mengandung gugus tidak jenuh yang dapat mengalami transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ dan $n \rightarrow \pi^*$. Gugus kromofor yang sering dijumpai:

Grup azo $-N = N-$

Grup etilen $-C = C-$

Nitroso $-N = O$

Grup karbonil $-C = O$

Grup Karbon-Nitrogen $-C = NH$; $-N = CH$

Senyawa-senyawa yang dapat mempertinggi aktivitas kromofor disebut auksokrom, sedangkan gugus auksokrom dalam suatu senyawa tanpa gugus

kromofor tidak dapat menimbulkan warna pada senyawa itu. Gugus auksokrom yang sering dijumpai antara lain (Fesenden dan fesenden,1999; Nassau, 1983):

Metoksi	-OCH ₃	Alkilamin	-NHR
Hidroksi	-OH	Dialkilamin	-H-NR ₂
Amino	-NH ₂	Sulfon	-SO ₃ H

Zat warna adalah suatu senyawa yang dapat memberikan warna tertentu pada suatu benda. Zat warna dapat diperoleh dari tumbuhan, hewan, dan mineral ataupun sintetik. Secara umum zat warna dapat dibagi dua yaitu zat warna alami (pigmen) dan zat warna sintetik (Winarno, 2004).

Tabel 1. Beberapa sifat pigmen alami

Jenis Pigmen	Jumlah Senyawa	Warna	Sumber	Dapat Larut Dalam	Kestabilan
Antosianin	120	jingga, merah, biru	tanaman	air	peka pada perubahan pH dan panas
Flavonoid	600	tak berwarna, kuning	umumnya tanaman	air	tahan panas
Leukoantosi anin	20	tak berwarna	tanaman	air	tahan panas
Tanin	20	tak berwarna, kuning	tanaman	air	tahan Panas
Betalain	70	kuning, merah	tanaman	air	peka terhadap panas
Kuinon	200	kuning sampai hitam	tanaman, bakteri, alga	air	tahan Panas
Xanton	20	kuning	tanaman	air	tahan Panas
Karotenoid	300	tak berwarna, kuning, merah	tanaman	lemak	tahan Panas
Klorofil	25	hijau, coklat	tanaman	lemak, air	peka terhadap panas
Pikmen Heme	6	merah, coklat	hewan	air	peka terhadap panas

Berdasarkan sifatnya, maka zat warna yang baik untuk digunakan dalam makanan, minuman, obat-obatan, dan industri harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Tahjadi, 1986):

1. Dalam jumlah yang digunakan tidak membahayakan
2. Tidak boleh mengurangi atau mengganggu khasiat jika berupa obat
3. Mempunyai daya tahan terhadap suhu 10-110⁰C
4. Stabil terhadap pengaruh penyinaran selama penyimpanan
5. Tidak boleh mengganggu pemeriksaan dan penetapan kadar, jika terjadi gangguan penetapan kadar harus ada cara lain yang mempunyai ketelitian dan ketepatan selektifitas yang setidaknya-tidaknya sama dengan penetapan kadar resmi.
6. Stabil pada pH 2-9
7. Mudah larut dalam air, minyak dan lemak
8. Dapat bercampur dengan zat lain dengan perbandingan tertentu
9. Tahan terhadap oksidasi dan reduksi
10. Sama sekali tidak memberikan efek toksik atau karsinogenik

Akan tetapi tidak semua persyaratan tersebut dapat dipenuhi oleh zat warna yang beredar sekarang ini, namun dalam pemilihan zat warna yang akan digunakan dalam sediaan, persyaratan tersebut harus diperhatikan.

2.6. Ekstraksi

Untuk melakukan ekstraksi dari bahan alam dapat digunakan bahan tumbuh-tumbuhan segar maupun yang telah dikeringkan tergantung sampel atau zat yang akan di ekstraksi. Dalam melakukan ekstraksi atau penarikan senyawa dari bahan alam dapat dilakukan beberapa cara, yaitu:

1. Maserasi, yaitu proses penarikan senyawa dengan jalan merendam bahan alam dengan pelarut dalam waktu tertentu.
2. Perkolasi, yaitu proses penarikan senyawa dengan jalan melewatkan pelarut yang sesuai secara lambat pada sampel dalam suatu perkolator. Perkolasi bertujuan supaya zat berkhasiat tertarik seluruhnya dan bisa dilakukan untuk zat berkhasiat yang mudah rusak.
3. Digesti, yaitu proses penarikan senyawa yang sama seperti maserasi tetapi dengan menggunakan pemanasan pada suhu 30°C - 40°C . Biasanya untuk sampel yang pada suhu kamar tidak tersari dengan baik, jika pelarut yang dipakai mudah menguap pada suhu kamar, dapat digunakan alat pendingin yang tidak rusak karena pemanasan.
4. Sokletasi, yaitu penarikan senyawa dengan memakai pelarut organik dan menggunakan alat soklet. Disini pelarut dan sampel ditempatkan secara terpisah. Sokletasi dilakukan secara kontinu dan pelarut yang digunakan tidak pernah habis, karena didinginkan melalui pendingin dan dapat dipakai lagi setelah hasil ekstraksi terpisah (Nimitz, 1986; Pasto, 1992; Fleming, 1989).

2.7. Fotokimia

Fotokimia adalah suatu reaksi yang melibatkan perubahan-perubahan kimia akibat adanya pengaruh sinar secara langsung maupun tidak langsung. Di sini terjadi penyerapan cahaya oleh suatu sistem, juga interaksi antara cahaya dan molekul (Atkins, 1997).

Sifat reaksi fotokimia dapat dilihat dari proses pengaktifan reaksi, dimana pada reaksi fotokimia proses pengaktifan tersebut terjadi akibat penyerapan sebuah foton. Aktifasi fotokimia lebih spesifik dari proses reaksi termik, karena cahaya dapat diserap oleh sebuah gugus kromofor dari suatu molekul tersebut. Bagian yang teraktifasi adalah gugus kromofor saja, begitu juga pelarut tidak ikut teraktifasi (Aziz *et al.*, 1991).

Penyerapan energi sinar UV oleh suatu molekul dapat mengeksitasikan elektron dalam molekul dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Molekul-molekul menyerap sinar bila energi foton yang diserapnya sama dengan perbedaan energi antara keadaan dasar dan keadaan tereksitasi. Molekul-molekul dalam keadaan tereksitasi bersifat reaktif dibandingkan dalam keadaan dasar.

Pada kenyataannya panjang gelombang yang aktif secara fotokimia hampir selalu ultraviolet. Dengan demikian fotokimia industri dewasa ini dianggap sebagai suatu pengaplikasian panjang gelombang UV. Dewasa ini para ahli fotokimia tidak mempunyai pilihan yang banyak terhadap lampu-lampu sebagai sumber UV. Lampu tersebut pada umumnya merupakan sumber cahaya uap raksa yang dirangsang (Andre, 1988).

Jenis lampu dalam fotokimia:

Lampu tekanan rendah	Lampu tekanan tinggi
Daya : 0,01 – 0,5W/cm	Daya : 5 – 150W/cm
Sinar yang diemisikan : 254nm	Sinar yang diemisikan:313,365,425nm
Panjang : 10 – 200cm	Panjang : 5 – 250cm
Daya total : 5 – 200W	Daya total : 50W – 100kW

Dalam Fotokimia digunakan berbagai hukum antara lain:

1. Hukum Grothus (1818) dan Droper (1841).

Hukum ini menyatakan bahwa radiasi tidak akan menimbulkan transformasi kimia dalam suatu sistem kecuali jika radiasi tersebut diserap oleh sistem

2. Hukum Stark (1908) dan Einstein (1912).

Hukum ini menyatakan bahwa setiap molekul yang mengalami fototransformasi secara fotokimia akan menyerap foton. Hukum ini hanya dapat digunakan untuk proses primer.

Reaksi fotokimia biasanya terjadi dalam 2 tingkatan:

1. Reaksi fotokimia primer, yaitu reaksi yang secara langsung disebabkan terjadinya penyerapan foton atau kuantum energi melalui eksitasi elektronik, proses ini tidak bergantung pada suhu.
2. Reaksi fotokimia sekunder yaitu, reaksi radikal, ion radikal, ion-ion, elektron-elektron yang dihasilkan oleh radikal fotokimia primer.

Keistimewaan reaksi fotokimia adalah sebagai berikut:

1. Reaksi dapat berlangsung dalam temperatur rendah dimana hasil sampingannya sedikit.
2. Reaksi fotokimia lebih spesifik karena energi foton sering terlokalisasi pada beberapa ikatan kimia.
3. Reaksi yang berhubungan dengan perubahan orbital pada keadaan tereksitasi dimana ada kemungkinan untuk memperoleh isomer-isomer yang berbeda dari yang diperoleh secara klasik.
4. Menganggap foton sebagai spesies reaktif yang ditempatkan diluar reaktor dan reaksi dapat dihentikan dengan penentuan aliran foton.

Hubungan kuantitatif antara jumlah molekul yang bereaksi atau yang terbentuk dan jumlah foton yang diserap dalam setiap unit waktu disebut dengan rendemen kuantum (ϕ).

$$\phi = \frac{\text{Jumlah molekul yang terbentuk}}{\text{Jumlah foton yang diserap oleh sistem}}$$

2.8. Aktinometri

Aktinometri dapat digunakan dalam daerah UV dan visibel terutama untuk panjang gelombang sampai 436nm aktinometri yang paling banyak atau paling sering digunakan adalah uranyl oksalat dan kalium ferri oksalat. Uranyl oksalat digunakan pada panjang gelombang 254nm sampai 436nm. Campuran larutan uranyl sulfat atau uranyl nitrat dan larutan asam oksalat akan menghasilkan kompleks uranyl oksalat : $\text{UO}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{2-}$ dan $\text{UO}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Kompleks ini menyerap cahaya dalam daerah ultraviolet dan mensensitifkan atau

merangsang dekomposisi ion oksalat seperti berikut ini (Rehatgi, 1978; Volman, 1964):



Jumlah molekul oksalat yang mengalami transformasi selama penyinaran ditentukan melalui pentritrasian (permanganometri) dari kandungan oksalat dalam larutan sebelum dan sesudah penyinaran yaitu sebagai berikut:



Untuk menghitung jumlah molekul oksalat yang mengalami transformasi persatuan waktu adalah:

$$\Delta n_{AC} = \frac{L \cdot a \cdot N}{2}$$

Dimana: N = normalitas KMnO_4

L = bilangan Avogadro

A = perbedaan volum KMnO_4 yang terpakai untuk blanko (yang tidak disinari dan yang disinari)

Intensitas cahaya(foton) yang datang dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{o,\lambda} = \frac{\Delta n_{AC}}{\Phi_{AC,\lambda} (1 - 10^{-D_{AC,\lambda}}) \cdot t}$$

Dimana: $P_{o,\lambda}$ = Intensitas cahaya foton

Δn_{AC} = Jumlah molekul oksalat yang mengalami transformasi.

$\Phi_{AC,\lambda}$ = Rendemen kuantum oksalat.

t = Waktu penyinaran dalam detik.

$D_{AC,\lambda}$ = Perbedaan densiti optik larutan yang disinari dengan blanko.

2.9. Spektroskopi UV – Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat yang lebih tinggi. Spektroskopi UV –Vis biasanya digunakan untuk molekul dan ion anorganik atau kompleks di dalam larutan. Spektrum UV –Vis mempunyai bentuk yang lebar dan hanya sedikit informasi tentang struktur yang bisa didapatkan dari spektrum ini.

Penyerapan sinar tampak dan ultraviolet oleh suatu molekul akan menghasilkan transisi diantara tingkat energi elektronik molekul tersebut dan oleh karena itu sering dinamakan spektrofotometri elektronik. Absorpsi cahaya tampak dan radiasi UV meningkatkan energi elektronik sebuah molekul, artinya energi yang disumbangkan oleh foton-foton memungkinkan elektron-elektron pindah ke orbital yang lebih tinggi (Atkins, 1997).

Tipe transisi elektron:

- transisi $\sigma \rightarrow \sigma^*$

Di sini suatu elektron didalam orbital molekul bonding dieksitasi ke orbital antibonding yang sesuai dengan pengabsorpsian radiasi. Energi yang diperlukan untuk menyebabkan transisi $\sigma \rightarrow \sigma^*$ adalah besar Absorpsi maksimum yang disebabkan oleh transisi $\sigma \rightarrow \sigma^*$ tidak pernah teramati dalam daerah sinar tampak karena disebabkan oleh radiasi pada $\lambda < 180\text{nm}$ dengan tipe ikatan C-C, C-H, C-O, dan C-X.

- transisi $n \rightarrow \sigma^*$

Senyawa-senyawa jenuh yang mengandung atom-atom dengan elektron-elektron tak berpasangan (elektron non bonding) mempunyai kemampuan untuk mengadakan transisi $n \rightarrow \sigma^*$. Transisi ini terjadi pada ikatan O, S, dan N yang disebabkan oleh radiasi di daerah antara 150-250nm.

- transisi $n \rightarrow \pi^*$ dan $\pi \rightarrow \pi^*$

Umumnya penggunaan spektroskopi serapan pada senyawa-senyawa organik didasarkan pada transisi elektron dari n dan π ke π^* . Energi yang diperlukan untuk proses ini cukup rendah yaitu pada daerah spektrum 200 - 700nm. Kedua transisi ini memerlukan adanya suatu gugus fungsional tak jenuh untuk menyediakan orbital π . Zat-zat pengabsorpsi tidak jenuh ini dinamakan kromofor.

Komponen yang penting dalam suatu spektrofotometer UV - Vis:

1. Sumber cahaya

- Lampu wolfram (lampu pijar) menghasilkan spektrum kontinu pada panjang gelombang 320 - 2500nm.
- Lampu hydrogen / deuterium (160 - 375nm).
- Lampu gas xenon (250 -600nm).

2. Monokromator

Berfungsi untuk merubah sinar polikromatis menjadi mono kromatis sesuai dengan yang dibutuhkan.

3. Wadah untuk sampel

Pada pengukuran digunakan kuvet kuarsa.

4. Detektor

Berfungsi untuk merubah energi cahaya menjadi energi listrik yang sebanding dengan besaran yang dapat diukur.

5. Amplifier

Berfungsi untuk memperbesar arus yang dihasilkan oleh detektor agar dapat dibaca pada indikator.

6. Indikator

Dapat berupa rekorder atau komputer.



III. BAHAN DAN METODA

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2007 s/d April 2008 di Laboratorium Elektrokimia / Fotokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah lampu uap raksa tekanan rendah yang mengemisikan cahaya panjang gelombang 254nm, reaktor kuarsa, spektrofotometer UV-Vis, neraca analitis, indikator universal, dan alat-alat gelas.

3.2.2. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian untuk menguji kestabilan fraksi zat warna buah sago : buah sago, natrium karbonat 0,1M, natrium hidroksida 1M, aseton teknis, n-heksana teknis, asam oksalat 0,06M, uranil asetat 0,02M, kalium permanganat 0,01M, asam sulfat pekat, asam klorida 1M, etil asetat teknis.

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah sago yang telah matang sebanyak 250g. Kulit biji buah sago diambil dan dipisahkan dari bagian isinya, kemudian dikering anginkan. Kulit biji buah sago yang telah kering dihaluskan. Tepung kulit biji buah sago 60g tersebut disimpan atau dapat digunakan langsung untuk keperluan percobaan.

3.3.2. Pengekstraksian

Sampel yang berupa tepung kulit biji buah sago sebanyak 50g diekstrak dengan cara maserasi dengan 200mL larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) 0,1M yang dibuat dengan cara melarutkan 2,12g natrium karbonat dalam 200mL selama 5 hari diperoleh ekstrak terakhir yang berwarna merah.

3.3.3. Pemisahan Sampel Dengan Fraksinasi

Terhadap sampel hasil ekstraksi sebanyak 150ml selanjutnya dilakukan fraksinasi dengan menggunakan larutan etil asetat teknis yang telah dirotary evaporator dengan perbandingan 2:1. Setelah dikocok sempurna dan didiamkan beberapa saat terbentuk dua lapisan. Lapisan atas merupakan fraksi etil asetat, maka terhadap lapisan ini dilakukan rotary evaporator. Ekstrak pekat yang didapatkan berwarna merah sebanyak 25ml.

3.3.4. Pengukuran pH larutan induk dan penentuan pKa

Ekstrak pekat hasil fraksinasi etil asetat sebanyak 10mL diencerkan dalam aquades dengan perbandingan 1 : 100 (sebagai larutan induk). Pada larutan induk dilakukan pengukuran pH dan didapatkan pH larutan sama

dengan 5, itulah yang dijadikan sebagai patokan pH awal. Untuk memvariasikan pH digunakan 1000ml larutan induk. Yang divariasikan menjadi pH 0 sampai dengan 14. Untuk mendapatkan pH kecil dari 5, maka kedalam masing masing larutan ditambahkan HCl sampai didapatkan pH yang diinginkan. Sedangkan untuk pH di atas 5 ditambahkan kedalam masing masing larutan NaOH sampai didapatkan pH yang diinginkan. Kemudian masing masing larutan dari pH 1 sampai 14 diukur absorbannya dengan menggunakan lampu uap raksa tekanan rendah yang mengemisikan λ 254nm. Dengan membuat kurva yang menggambarkan hubungan antara absorban dan pH, maka pKa dapat ditentukan.

3.3.5. Aktinometri

Untuk mencari Intensitas Cahaya (P_o) dari lampu uap raksa dengan panjang gelombang 254nm maka dilakukan aktinometri yaitu dengan cara mereaksikan asam oksalat 0,06M dengan uranil asetat 0,02M dengan perbandingan 1:1 dan dititrasi secara permanganometri sebelum dan sesudah penyinaran.

3.3.6. Penyinaran Sampel

Setelah didapatkan fraksi zat warna buah sago bentuk ionik , sampel ini disinari selama 120 menit dengan variasi waktu 30 menit yang bertujuan untuk melihat pengaruh lamanya penyinaran terhadap serapan zat warna buah sago bentuk ionik. Sesudah disinari dengan variasi waktu 30 menit masing masing diukur serapannya dengan alat spektrofotometer UV-Vis. Serapan yang dihasilkan dibandingkan dengan serapan larutan sampel sebelum penyinaran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Ekstraksi Zat Warna Buah Sago

Dilakukan ekstraksi sampel dengan berbagai pelarut menggunakan metoda maserasi atau perendaman. Pada tahap awal dilakukan maserasi dengan waktu yang bervariasi 1-5 hari dengan menggunakan berbagai pelarut organik seperti methanol, butanol, etanol, n-heksan, kloroform, etil asetat, aseton, butanol. Ternyata tidak didapatkan hasil ekstraksi dari sampel.

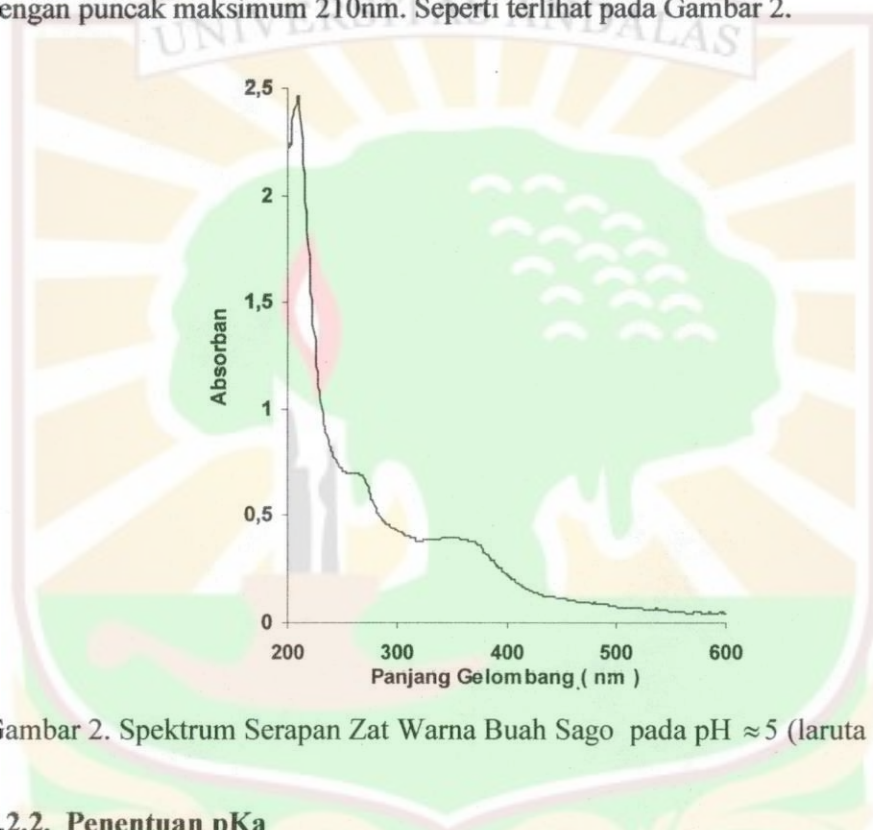
Setelah itu digunakan larutan basa kuat NaOH dan ternyata hasil yang didapatkan ekstrak biji buah sago yang berwarna merah, namun hasil ekstrak yang berwarna merah mengalami perubahan warna menjadi kuning setelah beberapa minggu. Sehingga diduga pada penggunaan basa kuat ini, senyawa yang ada pada ekstrak biji buah sago mengalami kerusakan.

Kemudian digunakan larutan natrium karbonat untuk mengekstrak tepung kulit biji buah sago, yang menghasilkan ekstrak berwarna merah dan tidak hilang setelah beberapa minggu. Maka disimpulkan bahwa penggunaan larutan natrium karbonat pada proses ekstraksi zat warna biji buah sago dapat menghasilkan ekstrak yang stabil, dan selanjutnya proses pengekstraksian dilakukan seperti pada 3.3.2 dan 3.3.3. Hasil fraksinasi adalah larutan yang berwarna merah yang merupakan senyawa yang dapat larut dalam etil asetat.

4.2. Karakteristik Zat Warna Buah Sago

4.2.1. Spektrum Serapan Zat Warna Buah Sago

Pengukuran serapan komponen zat warna buah sago yang telah dipisahkan dan dilarutkan dalam air menggunakan spektrofotometer UV-Vis memberikan puncak serapan pada panjang gelombang 210nm dan 350nm dengan puncak maksimum 210nm. Seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum Serapan Zat Warna Buah Sago pada pH \approx 5 (laruta induk)

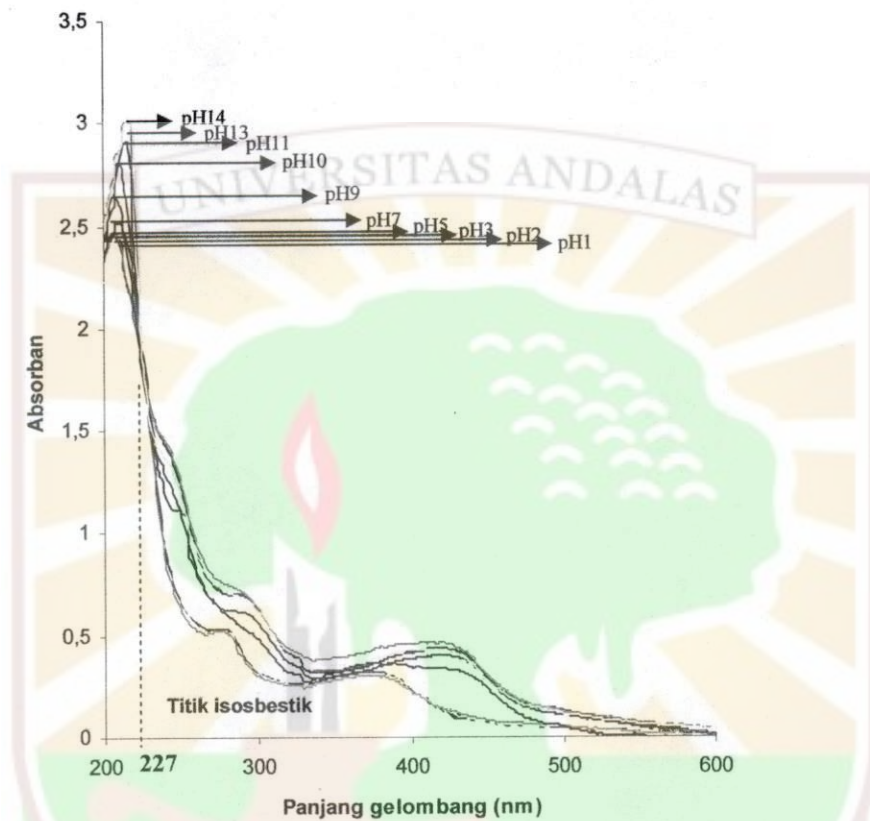
4.2.2. Penentuan pKa

Tabel 2. Pengaruh perubahan pH terhadap komponen zat warna buah sago.

No	pH	Warna
1.	0 – 3	Orange
2.	4 – 7	Merah
3.	8- 10	Merah Pekat
4.	11 - 14	Merah Kecoklatan

Setiap variasi pH diukur absorbannya dengan spektrofotometer UV-visibel.

Evolusi serapan zat warna pada variasi pH dapat dilihat pada Gambar 3.

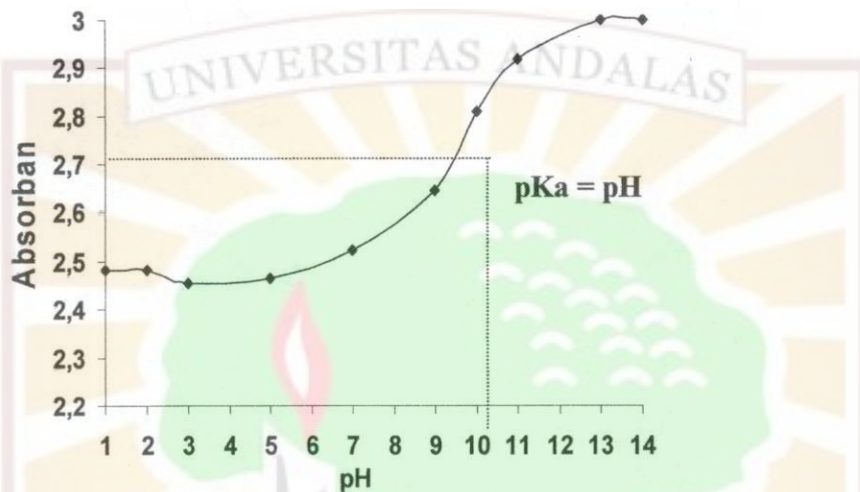


Gambar 3. Evolusi serapan zat warna buah sago pada berbagai pH.

Dari Gambar 3. di dapatkan titik isosbestik pada λ 227, dimana pada λ tersebut bentuk ionik dan bentuk molekul mempunyai serapan atau absorban yang sama (Bigger, 2008). Ternyata pada variasi pH menunjukkan adanya pergeseran serapan batokromik dari pH rendah ke pH yang lebih tinggi. Terjadi perubahan aoksokrom (Doel, 2008). Interaksi apa yang terjadi akibat perubahan pH belum dapat dijelaskan, karena belum diketahui komponen zat warna dari

testa biji sago. Hanya baru diketahui bahwa daun dan biji sago mengandung saponin dan flavonoid, namun belum diketahui strukturnya (Herlinda, 2007).

Dari Gambar 3. di dapatkan hubungan antara absorban dengan pH yang di ukur pada puncak serapan seperti terlihat pada Gambar 4.

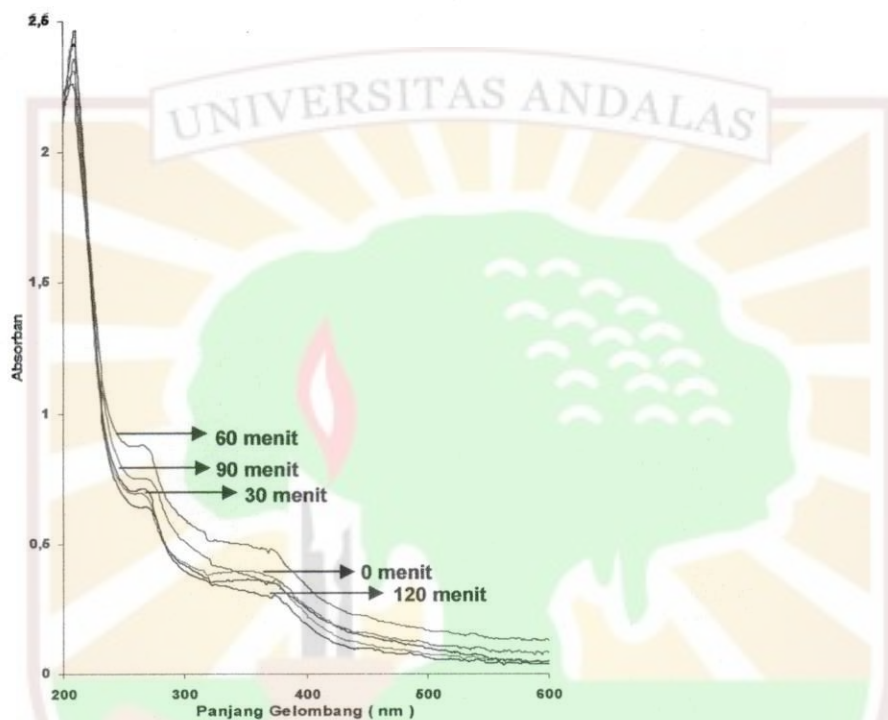


Gambar 4. Hubungan antara absorbansi zat warna buah sago dengan pH larutan.

Gambar 4. Menunjukkan serapan maksimum terjadi pada $\text{pH} \geq 13$ dan serapan minimum pada $\text{pH} \leq 5$. Pada pH 3 dan 13 berturut-turut didapatkan serapan 2,457 dan 3,000. Untuk mendapatkan harga pKa dari zat warna buah sago serapan maksimum dikurangi dengan setengah selisih serapan maksimum dan minimum (Glaser, 2008). Kemudian serapan ini diplotkan ke variasi pH sehingga didapatkan $\text{pKa} = 9,6$ (serapan 2,729). Pada $\text{pKa} 9,6$ fraksi zat warna buah sago yang larut dalam air berada pada keadaan 50% ionik dan 50% molekul, sehingga $\text{pH} = \text{pKa}$ (Earll, 1999; Day dan Underwood, 1986) (lampiran 3).

4.3. Fototransformasi Zat Warna Buah Sago (Larutan Induk).

Pengukuran serapan fraksi zat warna buah sago yang larut dalam air menggunakan spektrofotometer UV-Vis memberikan puncak maksimum 210nm.



Gambar 5. Evolusi Serapan Zat Warna Buah Sago yang Disinari pada λ 254nm Selama Waktu Tertentu untuk Larutan Induk

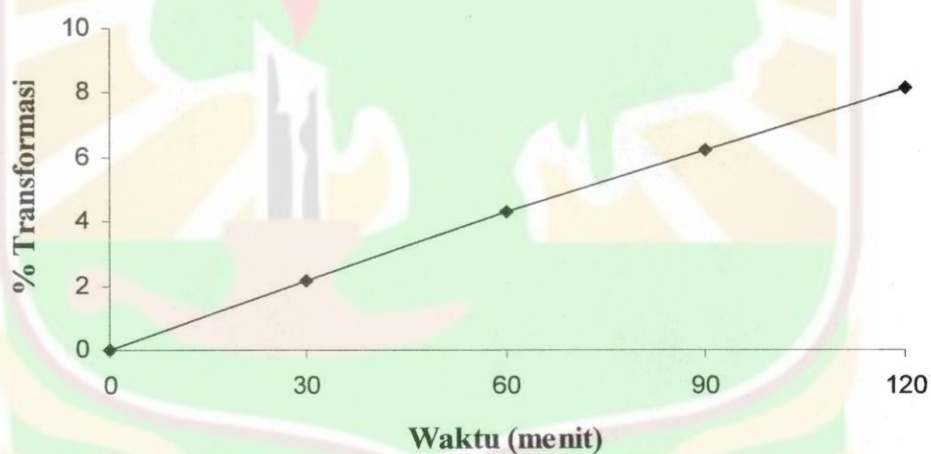
Selama penyinaran evolusi spektrum zat warna buah sago menunjukkan penurunan. Hal ini dapat menjelaskan bahwa komponen zat warna buah sago mengalami fototransformasi selama penyinaran tersebut.

Dari hasil penelitian terlihat bahwa penyinaran menyebabkan penurunan intensitas serapan maksimumnya yaitu dari 2.465 menjadi 2.265 pada panjang gelombang 210nm dengan lama penyinaran 120 menit dan interval pengamatannya setiap 30 menit. Pola evolusi serapan ini menunjukkan

terjadinya fotodegradasi komponen zat warna oleh irradiasi dengan adanya indikasi terjadinya reaksi fotokimia konsekutif. Hal ini ditunjukkan oleh adanya serapan optimum pada irradiasi selama 60 menit di daerah serapan di atas 250nm.

4.4. Laju Fototransformasi Zat Warna Buah Sago (larutan induk)

Gambar 5. memperlihatkan pengaruh penyinaran dengan lampu UV pada panjang gelombang 254nm dengan variasi waktu. Pengukuran pada panjang gelombang 210nm menunjukkan evolusi absorban terhadap lama penyinaran (Gambar 6).

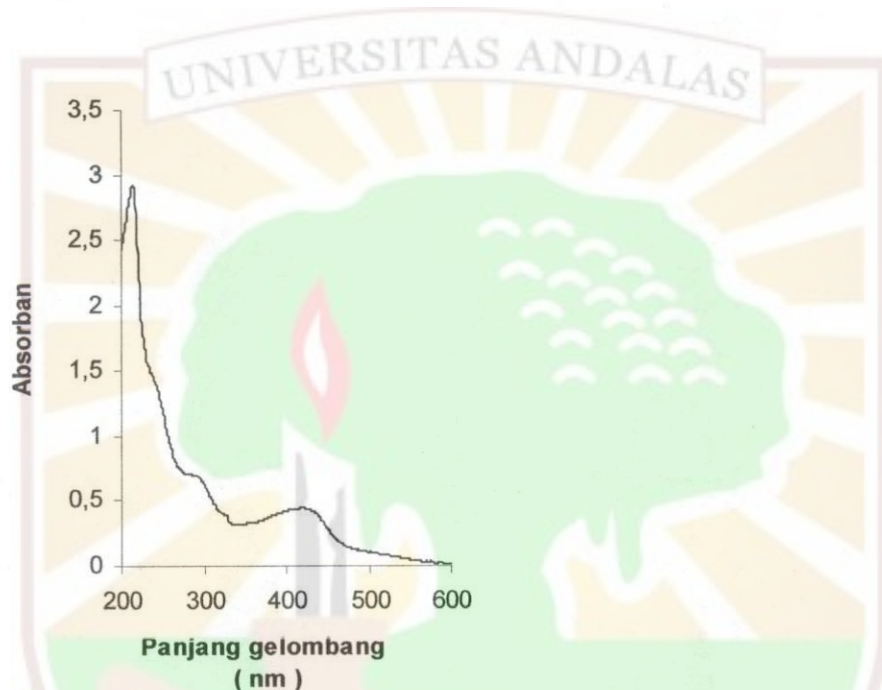


Gambar 6. Laju Fototransformasi Fraksi Zat Warna Buah Sago pada pH ≈ 5 (Larutan Induk)

Dari pengukuran absorban yang dilakukan pada panjang gelombang maksimum ternyata 8,114% komponen zat warna telah mengalami fototransformasi pada penyinaran selama 120 menit. Laju fototransformasi ini dapat dilihat seperti yang tertera pada lampiran 1. Berarti komponen fraksi larutan induk relatif stabil oleh penyinaran pada $\lambda = 254 \text{ nm}$.

4.5. Serapan Zat Warna Buah Sago Bentuk Ionik

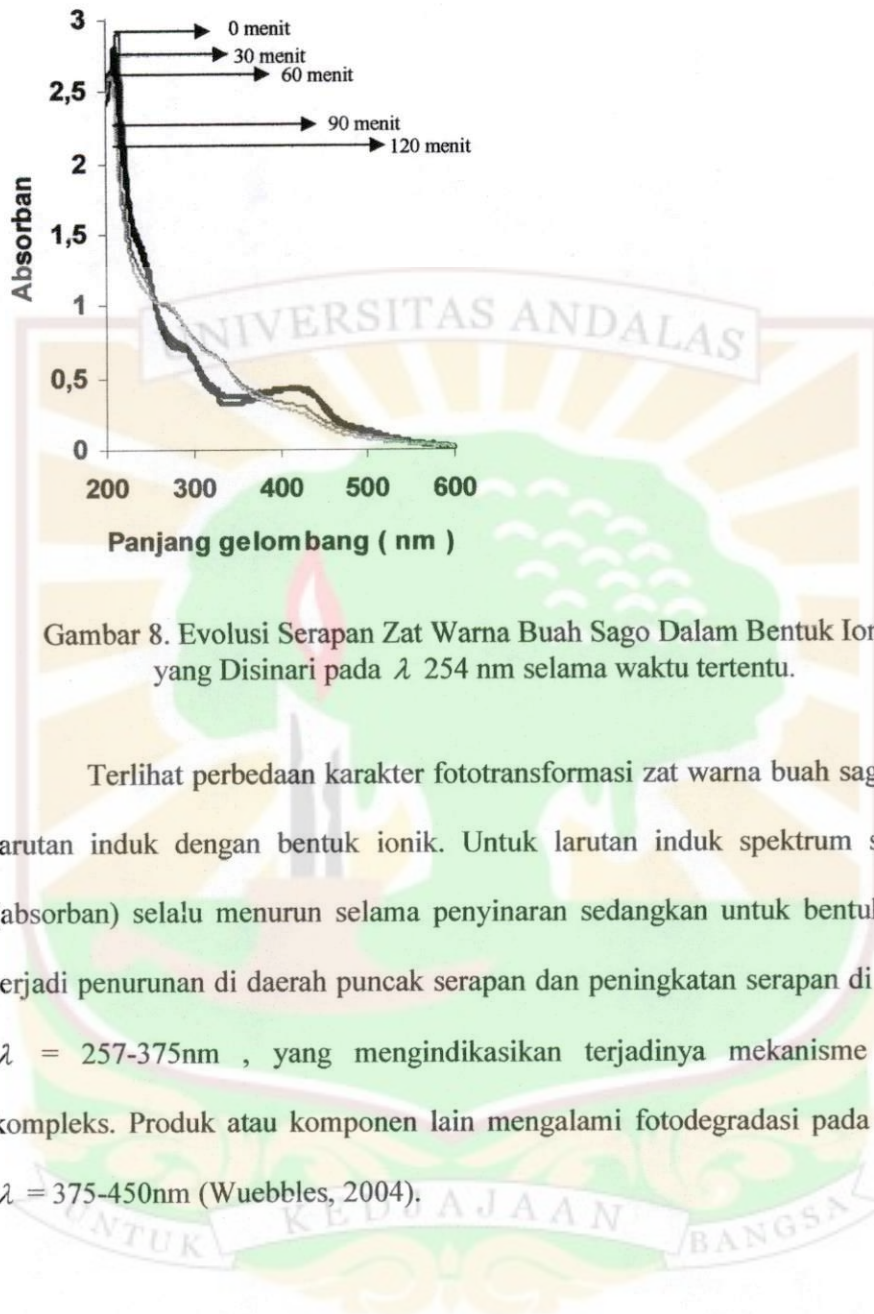
Pada pengukuran serapan zat warna buah sago bentuk ionik yang diukur adalah serapan zat warna buah sago pada $\text{pH} \approx 11$ memberikan puncak serapan pada panjang gelombang 213nm dan 425nm dengan puncak maksimum 213nm.



Gambar 7. Spektrum Serapan Zat Warna Buah Sago Bentuk Ionik pada $\text{pH} \approx 11$.

4.6. Fototrasformasi Zat Warna Buah Sago Bentuk Ionik

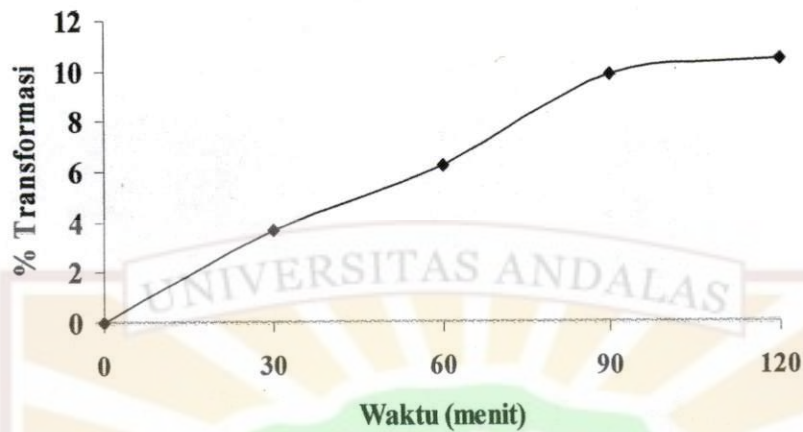
Penyinaran terhadap suatu molekul dapat menyebabkan terjadinya transisi elektron. Transisi yang terjadi dapat menyebabkan elektron ikatan tidak stabil sehingga menyebabkan molekul mengalami transformasi. Hal ini ditandai dengan terjadinya perbedaan serapan sebelum dan sesudah penyinaran (Gambar 8).



Gambar 8. Evolusi Serapan Zat Warna Buah Sago Dalam Bentuk Ionik yang Disinari pada λ 254 nm selama waktu tertentu.

Terlihat perbedaan karakter fototransformasi zat warna buah sago pada larutan induk dengan bentuk ionik. Untuk larutan induk spektrum serapan (absorban) selalu menurun selama penyinaran sedangkan untuk bentuk ionik terjadi penurunan di daerah puncak serapan dan peningkatan serapan di daerah $\lambda = 257-375\text{nm}$, yang mengindikasikan terjadinya mekanisme reaksi kompleks. Produk atau komponen lain mengalami fotodegradasi pada daerah $\lambda = 375-450\text{nm}$ (Wuebbles, 2004).

4.7. Laju Fototransformasi Zat Warna Buah Sago Bentuk Ionik



Gambar 9. Laju fototransformasi zat warna buah sago bentuk ionik pada λ 254nm

Dari kurva laju fototransformasi yang diukur pada panjang gelombang 213nm terlihat bahwa terjadi transformasi komponen zat warna ionik yang relatif lambat, yaitu sebesar 10,418% (selama 120 menit). Bentuk ionik ternyata relatif stabil selama 3 jam penyinaran, diduga lebih dominan terjadi proses fotofisika atau fotoluminesensi (Wehry, 2008).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Zat warna buah sago dapat diperoleh dalam bentuk molekul dan ionik dengan pKa 9,6. Spektrum serapan zat warna buah sago dalam bentuk ionik memberikan puncak maksimum yaitu pada panjang gelombang 213nm.
2. Fraksi larutan induk mengalami fototransformasi sebesar 8,11% pada $\lambda = 254\text{nm}$.
3. Fraksi zat warna pada pH ≈ 11 (dalam bentuk ionik) mengalami transformasi sebesar 10,42% pada $\lambda = 254\text{nm}$. Hal ini menunjukkan bahwa zat warna buah sago dalam bentuk ionik relatif sedikit kurang stabil dibandingkan dengan larutan induk.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk

1. Melakukan Isolasi dan elusidasi struktur komponen utama zat warna sago.
2. Meneliti kestabilan komponen zat warna sago terhadap sinar matahari dan sumber cahaya artifisial.

DAFTAR PUSTAKA

- Adkind R. 1996. *Adenanthera pavonina: an underutilized tree of the subhumid tropics*. A Publication of the forest, Farm, and Community Tree Network (FACT Net). Wincock International.
- Atkins, P.W. 1997. *Kimia Fisika, Edisi keempat Jilid dua*, Erlangga, Jakarta.
- Anon. 1986. *The useful plants of India*. Publication & Information Directorate, CSIR, New Delhi, India Hong TD, LInington S, Ellis RH. 1996. *Seed Storage behaviour : a compedium*. Handbooks for Genebanks: No. 4. IPGRI.
- Aziz, H., Alif, A., Safni. 1991 *Proses Primer Dalam Fotokimia*. FMIPA UNAND.
- Backer, C.A. D. Sc. dan R.C. Bakhuizen Van Den Brink Jr, Ph.D. 1963. *Flora of Java*. vol 1. The Rijksherbarium, Leyden.
- Bigger, W. Stephan. 2008. *Spc UV-Vis : An Ultraviolet-Visible Spectrophotometry simulator*. *Journal of Chemical Education*. Advanced Chemistry Collection. Victoria university of Technology Melbourne, Australia
- Corner, E. J. H., 1997, *Wayside Trees Of Malaya : Vol I*, *Malayan Nature* : 4th ed. http://www.nauri.per.sg/buloh/plants/saga_tree.htm.
- Day, R.A. Jr and Underwood, A.L. 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Erlangga, Jakarta.
- Doel. 2008. *Spektrofotometri Ultraviolet dan Tampak*
- Earl, Mark. 2006. *A guide to log P and pKa Measurements and their use*, Star Pick
- Fessenden dan Fessenden. 1999. *Kimia Organik jilid II edisi ke-3*, Erlangga. hal 436-450.
- Fleming, I. and H.D. William. 1989. *Spectroscopy Methods in Organic Chemistry*. Me Graw Hill Book. London.
- Glaser. 2008. *Application of UV/VIS Spectra: The pKa of para Nitrophenol*. *Chemistry 416*.

- Herlinda, J. 2007. *Evidence on the Presence of an Unknown Toxic Substance in the Sagabean*. [http://litbang.depkes.go.id/Publikasi BPPK/Buletin BPPK/Bul84A.HTMe](http://litbang.depkes.go.id/Publikasi_BPPK/Buletin_BPPK/Bul84A.HTMe)
- Ivan, Polin. 2007. *Plants and Flower of Singapore*. [http://www.naturia.per.sg/buloh/plants,saga tree.htm](http://www.naturia.per.sg/buloh/plants,saga_tree.htm)
- Manurung, R. Hasibuan, R. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*. Fakultas Teknik USU.
- Mbuya LP et al. 1994. *Useful trees and shrubs for Tanzania : Identification, Propagation and management for Agricultural*
- Nassau, 1983. *The Physics and Chemistry of Color*. A Wiley Interscience Publication. New York.
- Native, 2007. *Adenantha pavonina*. L ,Fabaaceae [http://www.hear.org/pier/speceis/adenantha pavonina.htme](http://www.hear.org/pier/speceis/adenantha_pavonina.htme). Adenantha pavonina.L.
- Naturia, 2007. *Adenantha pavonina, Red Sandalwoot*, <http://www.Tropilat.com/adenan-pav.html>.
- Nimitz, S Jonathan. 1986. *Experiments in organik chemistry*. Prentice Hall, Englewood Clifts , New Jersey 07632 .
- Pasto, D . C.jhonson. 1992 . *Experiments and Techniques in Organik Chemistry*. Prentice Hall Englewood Clifts New Jersey.
- Perry LM. 1980 . *Medicinal plants of east and South East Asia : Attributed propertices and uses*. Mit Press. South East Asia.
- Rehatgi, K. and Mukherege , 1987 . *Fundamental of Fotochemistry* Willy Eastern Lim New Delhi .
- Sosef MSM, Hong LT, Prowirohatmodjo S. (esd). 1998. *Prosea 5(3) Timber trees : lesser kniw species*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Tahjadi, C. 1986. *Pewarna Makanan, Seminar Bahan Tmbahan Kimia (Food Additives)*, Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia dan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi , IPB , Bogor .
- Timyan, J. 1996. *Bwa Yo : Important trees of Haiti* . South-East Consortium for Internasional Development. Washington D.C .

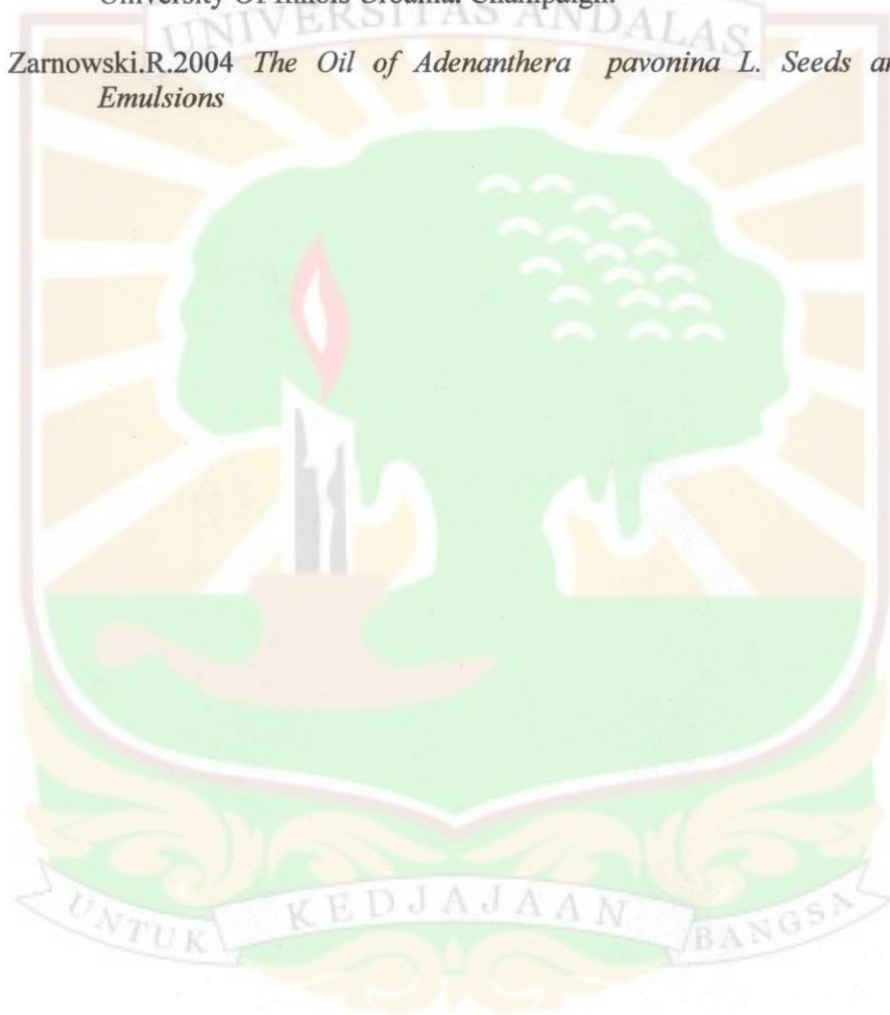
Volman, D.H. and Seed, J.R. 1964. The Photochemistry of Uranil Oxalate. Department of Chemistry. University of California. Davis California

Wehry, Earl.L. 2008. *Molekuler Fluorescence and Phosphorescence Spektrometry*, University of Tennessee

Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan Dan Gizi*, Gramedia Jakarta.

Wuebbles, D. 2004. *Atmospheric Photochemistry and Chemical Kinetics*. University of Illinois Urbana. Champaign.

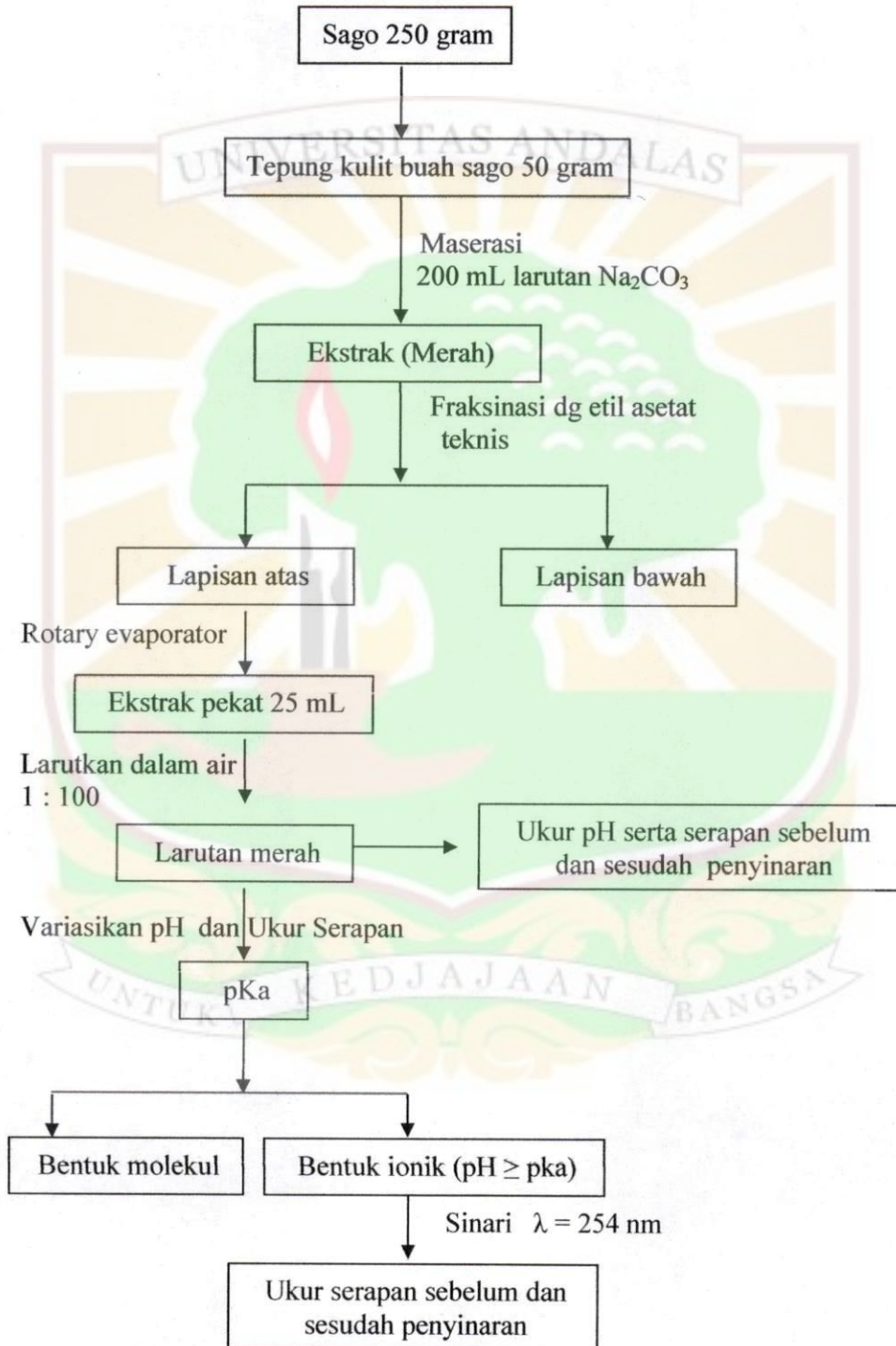
Zarnowski, R. 2004. *The Oil of Adenanthera pavonina L. Seeds and its Emulsions*



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.

SKEMA KERJA



HASIL PERHITUNGAN

.Lampiran 2. Data Perhitungan pKa

Tabel 3 Data Absorban pada berbagai pH

No	pH	Absorbansi
1	1	2,481
2	2	2,484
3	3	2,57
4	5	2,465
5	7	2,523
6	9	2,645
7	10	2,809
8	11	2,918
9	13	3,000
10	14	3,000

Menentukan Harga pKa :

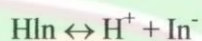
$$Abs. pKa = A_{\max} - \frac{1}{2} (A_{\max} - A_{\min})$$

$$Abs. pKa = 3,000 - \frac{1}{2} (3,000 - 2,457)$$

$$Abs. pKa = 2,729$$

Dari Absorban pKa = 2,729 diperoleh harga pKa = 9,6

Lampiran 3. Penentuan Konsentrasi ionik dan molekul pada pKa



$$pH = pKa - \log \frac{[HIn]}{[In^-]}$$

Untuk $[HIn] = [In^-]$ sehingga logaritma angka banding konsentrasi molekul dan ionik ini nol maka $pH = pKa$.

Lampiran 4. Perhitungan % Transformasi Zat Warna Buah Sago (larutan induk)

$$\% \text{ Transformasi} = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100 \%$$

Keterangan : A_0 = Absorban sampel sebelum disinari

A_t = Absorban sampel setelah disinari

Untuk zat warna buah sago yang dilarutkan dalam air setelah disinari 120 menit pada panjang gelombang 208,8 nm mempunyai % transformasi untuk larutan induk. Dengan menggunakan rumus di atas didapatkan nilai % transformasi untuk masing masing penyinaran dari 30 menit sampai 120 menit.

Tabel 4. Porsentrasi (%) transformasi zat warna buah sago pada $\text{pH} \approx 5$ (larutan induk)

Lama Penyinaran (menit)	Absorban	% Transformasi
0	2,465	0 %
30	2,412	2,150 %
60	2,358	4,341 %
90	2,311	6,247 %
120	2,265	8,114 %

Untuk zat warna buah sago dalam bentuk ionik dengan lama penyinaran 120 menit mempunyai % transformasi :

$$\begin{aligned} \% \text{ Transformasi} &= \frac{2,918 - 2,614}{2,918} \times 100 \% \\ &= 10,418 \% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama didapatkan nilai % transformasi untuk lama penyinaran 30-120 menit.

Tabel 5. Porsentase (%) transformasi zat warna buah sago pada pH \approx 11 (Bentuk Ionik)

Lama Penyinaran (menit)	Absorban	% Transformasi
0	2,918	0 %
30	2,810	3,701 %
60	2,737	6,203 %
90	2,631	9,836 %
120	2,614	10,418 %

Lampiran 5. Pengukuran Intensitas Sinar Lampu Uap Raksa Bertekanan Rendah Dengan Panjang Gelombang 254 nm.

Tabel 6. Volume KMnO_4 sebelum dan sesudah penyinaran

Perlakuan	Volume KMnO_4
Sebelum disinari	9,5 mL
Setelah disinari	8,0 mL
Selisih Volume $\text{KMnO}_4 = 1,5 \text{ mL}$	

- Φ uranil Oksalat = 0,56 molekul foton⁻¹
- Lama Penyinaran = 15 menit (900 detik)
- Konsentrasi Oksalat = 0,06 M
- Volume Oksalat Yang terpakai :

$$\frac{5 \text{ mL} \times 1,5 \text{ mL}}{9,5 \text{ mL}} = 0,7895 \text{ mL}$$

- Jumlah molekul Oksalat yang hilang dalam 5 mL adalah :

$$\frac{6,02 \times 10^{23} \times 0,7895 \times 0,06}{1000} = 2,9 \times 10^{19}$$

- Maka jumlah 1 mL jumlah molekul oksalat yang hilang adalah :

$$\frac{2,9 \times 10^{19} \text{ molekul}}{5 \text{ mL}} = 5,8 \times 10^{18} \text{ molekul / mL}$$

- Penentuan Intensitas lampu 254 nm :

$$I_0 = \frac{5,8 \times 10^{18} \text{ molekul / mL}}{0,56 \text{ molekul foton}^{-1} \times 900 \text{ dt}}$$

$$I_0 = \frac{5,8 \times 10^{18}}{504}$$

$$I_0 = 1,15 \times 10^{16} \text{ foton ml}^{-1} \text{ dt}^{-1}$$



Lampiran 6.

Foto-Foto Variasi pH





Lampiran7. data pH 5 (larutan induk)

Panjang Gelombang (nm)	Lama Penyinaran (menit)				
	0	30	60	90	120
200	2.218	2.215	2.127	2.216	2.119
201	2.228	2.223	2.164	2.238	2.149
202	2.248	2.243	2.186	2.246	2.238
203	2.236	2.265	2.206	2.252	2.244
204	2.315	2.298	2.221	2.256	2.245
205	2.382	2.331	2.238	2.287	2.255
206	2.398	2.365	2.269	2.29	2.257
207	2.41	2.402	2.309	2.299	2.262
208	2.448	2.409	2.356	2.309	2.265
209	2.464	2.412	2.358	2.311	2.242
210	2.465	2.389	2.311	2.269	2.202
211	2.405	2.376	2.267	2.222	2.149
212	2.336	2.333	2.221	2.163	2.1
213	2.262	2.283	2.171	2.114	2.048
214	2.187	2.226	2.121	2.06	1.992
215	2.105	2.169	2.074	2.008	1.942
216	2.018	2.101	2.016	1.959	1.891
217	1.929	2.026	1.954	1.909	1.837
218	1.841	1.947	1.888	1.858	1.785
219	1.756	1.862	1.821	1.811	1.728
220	1.671	1.775	1.754	1.756	1.667
221	1.59	1.69	1.688	1.702	1.603
222	1.513	1.608	1.623	1.644	1.539
223	1.437	1.529	1.56	1.585	1.475
224	1.364	1.45	1.498	1.527	1.409
225	1.295	1.375	1.437	1.468	1.35
226	1.233	1.304	1.379	1.414	1.291
227	1.176	1.24	1.324	1.36	1.232
228	1.128	1.183	1.275	1.308	1.176
229	1.088	1.135	1.233	1.256	1.122
230	1.051	1.094	1.199	1.206	1.071
231	1.014	1.057	1.169	1.157	1.024
232	0.979	1.02	1.138	1.112	0.984
233	0.949	0.986	1.107	1.074	0.952
234	0.922	0.956	1.081	1.045	0.924
235	0.897	0.929	1.057	1.018	0.895
236	0.874	0.905	1.036	0.99	0.868
237	0.854	0.882	1.016	0.963	0.843
238	0.836	0.861	0.997	0.939	0.821
239	0.819	0.844	0.982	0.917	0.802
240	0.805	0.828	0.968	0.897	0.785
241	0.792	0.814	0.956	0.879	0.769
242	0.778	0.8	0.944	0.863	0.755
243	0.766	0.787	0.934	0.85	0.743
244	0.756	0.775	0.924	0.837	0.731

245	0.747	0.764	0.915	0.825	0.72
246	0.739	0.755	0.909	0.815	0.71
247	0.732	0.747	0.903	0.805	0.702
248	0.726	0.739	0.897	0.796	0.694
249	0.72	0.733	0.893	0.788	0.687
250	0.716	0.727	0.889	0.782	0.681
251	0.711	0.722	0.885	0.776	0.675
252	0.707	0.717	0.883	0.771	0.67
253	0.703	0.713	0.88	0.768	0.665
254	0.7	0.71	0.877	0.764	0.661
255	0.699	0.707	0.876	0.76	0.657
256	0.697	0.705	0.876	0.758	0.654
257	0.696	0.704	0.876	0.756	0.65
258	0.695	0.704	0.876	0.754	0.648
259	0.694	0.705	0.877	0.753	0.646
260	0.694	0.706	0.877	0.753	0.645
261	0.695	0.707	0.878	0.753	0.644
262	0.695	0.709	0.879	0.753	0.643
263	0.696	0.711	0.879	0.752	0.643
264	0.696	0.713	0.88	0.752	0.643
265	0.695	0.715	0.881	0.751	0.643
266	0.693	0.716	0.881	0.751	0.643
267	0.689	0.714	0.879	0.751	0.644
268	0.685	0.71	0.875	0.751	0.644
269	0.679	0.706	0.871	0.751	0.643
270	0.672	0.701	0.865	0.75	0.641
271	0.662	0.694	0.86	0.748	0.638
272	0.649	0.684	0.851	0.745	0.634
273	0.633	0.67	0.84	0.741	0.629
274	0.616	0.653	0.827	0.736	0.623
275	0.6	0.633	0.814	0.731	0.616
276	0.587	0.615	0.799	0.724	0.608
277	0.575	0.601	0.783	0.715	0.597
278	0.562	0.586	0.767	0.704	0.585
279	0.548	0.569	0.751	0.692	0.571
280	0.535	0.552	0.735	0.678	0.556
281	0.524	0.535	0.721	0.664	0.541
282	0.513	0.52	0.71	0.649	0.527
283	0.503	0.508	0.698	0.634	0.514
284	0.495	0.495	0.687	0.62	0.502
285	0.487	0.483	0.676	0.608	0.492
286	0.48	0.471	0.668	0.597	0.483
287	0.474	0.462	0.661	0.587	0.475
288	0.468	0.454	0.653	0.578	0.468
289	0.464	0.446	0.647	0.569	0.462
290	0.459	0.44	0.641	0.562	0.455
291	0.456	0.435	0.636	0.554	0.45
292	0.452	0.429	0.631	0.547	0.445
293	0.448	0.424	0.626	0.541	0.44
294	0.445	0.42	0.621	0.536	0.437

295	0.442	0.416	0.617	0.531	0.434
296	0.439	0.412	0.612	0.527	0.43
297	0.436	0.409	0.609	0.522	0.427
298	0.434	0.405	0.606	0.518	0.424
299	0.432	0.401	0.601	0.515	0.422
300	0.43	0.398	0.596	0.511	0.42
301	0.426	0.394	0.592	0.508	0.417
302	0.424	0.391	0.588	0.504	0.414
303	0.421	0.388	0.583	0.5	0.411
304	0.418	0.385	0.579	0.496	0.408
305	0.415	0.383	0.576	0.492	0.405
306	0.413	0.38	0.573	0.488	0.402
307	0.41	0.378	0.569	0.483	0.398
308	0.408	0.376	0.566	0.479	0.395
309	0.406	0.373	0.563	0.475	0.392
310	0.404	0.371	0.56	0.472	0.39
311	0.402	0.369	0.557	0.469	0.387
312	0.401	0.367	0.554	0.465	0.384
313	0.4	0.366	0.552	0.461	0.381
314	0.399	0.365	0.55	0.458	0.378
315	0.397	0.364	0.548	0.455	0.376
316	0.397	0.363	0.546	0.453	0.374
317	0.391	0.362	0.545	0.45	0.372
318	0.382	0.36	0.532	0.448	0.371
319	0.379	0.357	0.515	0.446	0.369
320	0.38	0.354	0.514	0.443	0.368
321	0.382	0.352	0.513	0.442	0.358
322	0.383	0.352	0.511	0.431	0.343
323	0.384	0.352	0.511	0.417	0.342
324	0.387	0.353	0.512	0.417	0.343
325	0.387	0.356	0.515	0.416	0.343
326	0.388	0.356	0.514	0.414	0.343
327	0.389	0.355	0.514	0.414	0.342
328	0.39	0.356	0.514	0.414	0.342
329	0.389	0.356	0.513	0.413	0.341
330	0.389	0.356	0.51	0.411	0.341
331	0.39	0.356	0.51	0.41	0.342
332	0.39	0.357	0.509	0.409	0.341
333	0.393	0.358	0.508	0.408	0.338
334	0.393	0.359	0.508	0.406	0.336
335	0.393	0.36	0.507	0.405	0.335
336	0.392	0.359	0.506	0.404	0.335
337	0.392	0.359	0.504	0.404	0.336
338	0.392	0.358	0.503	0.404	0.333
339	0.393	0.358	0.503	0.401	0.33
340	0.394	0.359	0.503	0.398	0.328
341	0.395	0.36	0.503	0.396	0.327
342	0.396	0.361	0.503	0.394	0.326
343	0.397	0.361	0.503	0.391	0.325
344	0.398	0.362	0.502	0.39	0.323

345	0.398	0.362	0.501	0.388	0.322
346	0.397	0.362	0.501	0.387	0.323
347	0.397	0.362	0.5	0.386	0.324
348	0.397	0.363	0.499	0.385	0.323
349	0.397	0.363	0.498	0.383	0.322
350	0.397	0.363	0.498	0.382	0.32
351	0.397	0.363	0.498	0.381	0.318
352	0.396	0.364	0.497	0.38	0.316
353	0.396	0.363	0.496	0.378	0.315
354	0.396	0.362	0.493	0.376	0.315
355	0.395	0.362	0.49	0.375	0.316
356	0.395	0.362	0.487	0.374	0.314
357	0.394	0.363	0.487	0.372	0.312
358	0.393	0.362	0.486	0.37	0.31
359	0.392	0.361	0.485	0.368	0.309
360	0.391	0.361	0.485	0.367	0.308
361	0.39	0.361	0.484	0.365	0.306
362	0.39	0.36	0.482	0.364	0.305
363	0.389	0.359	0.484	0.362	0.303
364	0.387	0.358	0.485	0.361	0.302
365	0.383	0.357	0.484	0.359	0.301
366	0.378	0.353	0.482	0.357	0.302
367	0.377	0.346	0.481	0.359	0.303
368	0.38	0.349	0.472	0.358	0.301
369	0.378	0.355	0.466	0.355	0.299
370	0.376	0.348	0.481	0.354	0.294
371	0.376	0.352	0.481	0.352	0.291
372	0.373	0.352	0.479	0.348	0.293
373	0.368	0.349	0.476	0.348	0.302
374	0.366	0.347	0.472	0.365	0.304
375	0.364	0.348	0.471	0.365	0.3
376	0.36	0.345	0.463	0.362	0.295
377	0.354	0.34	0.454	0.359	0.292
378	0.345	0.334	0.448	0.357	0.291
379	0.338	0.329	0.446	0.356	0.287
380	0.331	0.328	0.443	0.352	0.281
381	0.325	0.325	0.436	0.347	0.274
382	0.322	0.32	0.428	0.342	0.27
383	0.316	0.316	0.421	0.336	0.271
384	0.309	0.309	0.415	0.335	0.269
385	0.301	0.305	0.411	0.333	0.264
386	0.294	0.301	0.406	0.329	0.258
387	0.289	0.297	0.4	0.323	0.249
388	0.285	0.295	0.396	0.315	0.242
389	0.28	0.292	0.391	0.306	0.237
390	0.275	0.288	0.386	0.298	0.232
391	0.268	0.283	0.381	0.293	0.227
392	0.263	0.279	0.375	0.291	0.224
393	0.26	0.276	0.371	0.285	0.22
394	0.259	0.273	0.367	0.281	0.214

395	0.254	0.27	0.362	0.278	0.206
396	0.248	0.267	0.357	0.274	0.203
397	0.242	0.264	0.353	0.27	0.2
398	0.237	0.259	0.347	0.267	0.198
399	0.233	0.255	0.342	0.263	0.194
400	0.228	0.253	0.339	0.26	0.191
401	0.222	0.25	0.335	0.258	0.188
402	0.217	0.245	0.331	0.256	0.184
403	0.213	0.241	0.326	0.252	0.18
404	0.21	0.237	0.321	0.248	0.177
405	0.206	0.236	0.316	0.245	0.172
406	0.201	0.233	0.313	0.241	0.168
407	0.196	0.229	0.308	0.237	0.164
408	0.192	0.225	0.303	0.233	0.16
409	0.189	0.219	0.297	0.231	0.157
410	0.188	0.216	0.294	0.229	0.154
411	0.186	0.214	0.291	0.226	0.15
412	0.182	0.212	0.288	0.222	0.148
413	0.18	0.21	0.285	0.215	0.145
414	0.176	0.208	0.283	0.213	0.142
415	0.172	0.205	0.28	0.21	0.14
416	0.168	0.203	0.276	0.208	0.138
417	0.165	0.199	0.273	0.207	0.136
418	0.163	0.197	0.269	0.205	0.133
419	0.161	0.197	0.269	0.201	0.129
420	0.158	0.195	0.267	0.196	0.126
421	0.154	0.192	0.264	0.191	0.123
422	0.152	0.188	0.263	0.188	0.122
423	0.15	0.186	0.26	0.188	0.121
424	0.148	0.184	0.257	0.188	0.119
425	0.145	0.181	0.255	0.186	0.117
426	0.143	0.179	0.252	0.185	0.117
427	0.141	0.179	0.251	0.183	0.116
428	0.139	0.177	0.248	0.181	0.114
429	0.139	0.174	0.245	0.179	0.111
430	0.135	0.172	0.244	0.176	0.111
431	0.133	0.17	0.243	0.175	0.11
432	0.131	0.168	0.241	0.175	0.109
433	0.129	0.165	0.237	0.174	0.108
434	0.128	0.161	0.233	0.173	0.105
435	0.127	0.161	0.233	0.171	0.103
436	0.126	0.159	0.231	0.168	0.101
437	0.127	0.158	0.23	0.165	0.099
438	0.124	0.157	0.229	0.162	0.098
439	0.124	0.157	0.229	0.161	0.097
440	0.124	0.156	0.228	0.161	0.096
441	0.124	0.155	0.228	0.161	0.097
442	0.122	0.155	0.229	0.162	0.096
443	0.121	0.154	0.228	0.16	0.097
444	0.12	0.152	0.227	0.159	0.098

445	0.119	0.151	0.226	0.159	0.1
446	0.117	0.151	0.225	0.16	0.101
447	0.117	0.148	0.224	0.159	0.099
448	0.116	0.147	0.223	0.158	0.099
449	0.115	0.146	0.223	0.158	0.1
450	0.114	0.145	0.222	0.158	0.099
451	0.114	0.144	0.22	0.157	0.098
452	0.113	0.144	0.218	0.156	0.098
453	0.113	0.143	0.215	0.156	0.099
454	0.111	0.141	0.213	0.156	0.1
455	0.11	0.141	0.212	0.155	0.098
456	0.108	0.14	0.211	0.153	0.095
457	0.107	0.139	0.209	0.151	0.092
458	0.105	0.138	0.206	0.149	0.093
459	0.104	0.136	0.204	0.148	0.093
460	0.103	0.133	0.202	0.147	0.091
461	0.103	0.132	0.201	0.145	0.089
462	0.104	0.133	0.201	0.144	0.086
463	0.102	0.132	0.201	0.142	0.084
464	0.1	0.131	0.201	0.141	0.083
465	0.098	0.129	0.198	0.14	0.083
466	0.098	0.128	0.196	0.139	0.083
467	0.099	0.128	0.196	0.14	0.083
468	0.099	0.128	0.197	0.138	0.082
469	0.098	0.127	0.197	0.136	0.08
470	0.097	0.126	0.196	0.135	0.08
471	0.097	0.126	0.195	0.135	0.08
472	0.096	0.127	0.194	0.136	0.081
473	0.095	0.128	0.193	0.136	0.08
474	0.093	0.126	0.191	0.136	0.079
475	0.093	0.123	0.189	0.135	0.079
476	0.093	0.122	0.189	0.134	0.078
477	0.093	0.122	0.188	0.132	0.077
478	0.092	0.121	0.187	0.13	0.076
479	0.092	0.118	0.186	0.128	0.076
480	0.093	0.118	0.185	0.128	0.077
481	0.093	0.116	0.185	0.128	0.078
482	0.091	0.114	0.184	0.128	0.078
483	0.092	0.115	0.182	0.128	0.079
484	0.091	0.116	0.184	0.128	0.08
485	0.089	0.115	0.182	0.127	0.08
486	0.088	0.114	0.181	0.126	0.08
487	0.089	0.114	0.181	0.125	0.08
488	0.087	0.112	0.181	0.127	0.076
489	0.086	0.111	0.18	0.125	0.074
490	0.085	0.11	0.179	0.124	0.074
491	0.085	0.108	0.178	0.126	0.075
492	0.085	0.108	0.177	0.127	0.074
493	0.084	0.108	0.177	0.127	0.074
494	0.082	0.108	0.177	0.125	0.073

495	0.081	0.107	0.177	0.123	0.071
496	0.079	0.107	0.175	0.123	0.069
497	0.078	0.104	0.171	0.122	0.067
498	0.077	0.101	0.169	0.12	0.066
499	0.078	0.1	0.168	0.119	0.066
500	0.076	0.099	0.168	0.119	0.064
501	0.076	0.099	0.166	0.116	0.063
502	0.075	0.098	0.164	0.113	0.062
503	0.075	0.097	0.162	0.111	0.061
504	0.074	0.096	0.163	0.111	0.061
505	0.073	0.094	0.163	0.11	0.059
506	0.072	0.093	0.163	0.109	0.057
507	0.073	0.093	0.162	0.11	0.058
508	0.074	0.093	0.163	0.109	0.058
509	0.073	0.092	0.163	0.108	0.057
510	0.071	0.09	0.162	0.107	0.056
511	0.071	0.089	0.162	0.106	0.057
512	0.073	0.09	0.162	0.106	0.058
513	0.073	0.09	0.162	0.107	0.058
514	0.072	0.09	0.162	0.108	0.057
515	0.071	0.089	0.162	0.107	0.057
516	0.071	0.089	0.163	0.108	0.057
517	0.07	0.088	0.162	0.109	0.058
518	0.07	0.086	0.161	0.108	0.058
519	0.07	0.084	0.159	0.108	0.059
520	0.068	0.083	0.157	0.107	0.058
521	0.068	0.084	0.156	0.107	0.058
522	0.069	0.084	0.156	0.107	0.057
523	0.068	0.083	0.156	0.106	0.056
524	0.068	0.084	0.156	0.106	0.056
525	0.067	0.083	0.156	0.105	0.056
526	0.066	0.081	0.154	0.104	0.056
527	0.066	0.079	0.152	0.103	0.053
528	0.064	0.077	0.151	0.101	0.053
529	0.062	0.076	0.15	0.102	0.053
530	0.059	0.076	0.15	0.103	0.053
531	0.058	0.075	0.149	0.102	0.054
532	0.061	0.072	0.148	0.1	0.053
533	0.063	0.074	0.15	0.1	0.051
534	0.064	0.075	0.151	0.098	0.05
535	0.064	0.075	0.152	0.096	0.048
536	0.064	0.075	0.153	0.094	0.05
537	0.066	0.075	0.154	0.097	0.051
538	0.068	0.076	0.154	0.098	0.051
539	0.066	0.077	0.155	0.1	0.053
540	0.064	0.077	0.154	0.102	0.054
541	0.063	0.075	0.15	0.103	0.055
542	0.062	0.074	0.147	0.103	0.055
543	0.062	0.074	0.145	0.102	0.055
544	0.06	0.075	0.146	0.101	0.053

545	0.06	0.072	0.145	0.098	0.052
546	0.059	0.07	0.144	0.097	0.05
547	0.058	0.067	0.142	0.096	0.05
548	0.057	0.065	0.139	0.096	0.048
549	0.057	0.065	0.14	0.093	0.045
550	0.055	0.064	0.14	0.092	0.043
551	0.052	0.061	0.139	0.09	0.043
552	0.054	0.057	0.136	0.088	0.044
553	0.054	0.059	0.137	0.088	0.045
554	0.053	0.059	0.136	0.089	0.045
555	0.055	0.058	0.135	0.089	0.041
556	0.054	0.059	0.134	0.087	0.044
557	0.054	0.06	0.136	0.088	0.045
558	0.055	0.058	0.136	0.088	0.045
559	0.053	0.055	0.135	0.087	0.046
560	0.055	0.052	0.135	0.083	0.043
561	0.056	0.054	0.134	0.087	0.042
562	0.055	0.055	0.134	0.088	0.041
563	0.054	0.054	0.135	0.087	0.036
564	0.048	0.052	0.135	0.09	0.039
565	0.045	0.054	0.135	0.088	0.041
566	0.045	0.056	0.135	0.089	0.041
567	0.048	0.056	0.135	0.089	0.042
568	0.047	0.053	0.136	0.085	0.042
569	0.046	0.054	0.136	0.086	0.042
570	0.046	0.054	0.136	0.085	0.043
571	0.048	0.053	0.137	0.083	0.044
572	0.05	0.053	0.137	0.084	0.042
573	0.051	0.053	0.134	0.085	0.042
574	0.053	0.054	0.134	0.086	0.044
575	0.052	0.055	0.137	0.087	0.043
576	0.051	0.054	0.139	0.09	0.039
577	0.048	0.054	0.137	0.086	0.038
578	0.046	0.05	0.131	0.082	0.039
579	0.046	0.048	0.127	0.081	0.042
580	0.046	0.052	0.132	0.083	0.043
581	0.047	0.05	0.127	0.084	0.042
582	0.048	0.049	0.127	0.081	0.041
583	0.048	0.048	0.128	0.08	0.043
584	0.048	0.045	0.129	0.083	0.039
585	0.049	0.048	0.128	0.083	0.038
586	0.049	0.048	0.131	0.083	0.039
587	0.047	0.047	0.133	0.081	0.039
588	0.047	0.048	0.132	0.075	0.038
589	0.046	0.05	0.13	0.081	0.038
590	0.047	0.048	0.127	0.085	0.039
591	0.048	0.052	0.132	0.086	0.038
592	0.048	0.05	0.127	0.084	0.038
593	0.048	0.049	0.127	0.082	0.038
594	0.049	0.048	0.128	0.081	0.039

595	0.049	0.045	0.129	0.075	0.039
596	0.047	0.048	0.128	0.081	0.038
597	0.047	0.048	0.131	0.085	0.038
598	0.049	0.047	0.133	0.086	0.039
599	0.047	0.048	0.132	0.084	0.038
600	0.047	0.05	0.13	0.082	0.038



Lampiran 8. data pKa

Panjang Gelombang (nm)	Variasi pH									
	1	2	3	5	7	9	10	11	13	14
200	2.361	2.367	2.232	2.338	2.327	2.43	2.436	2.434	2.545	2.519
201	2.382	2.39	2.234	2.365	2.372	2.43	2.455	2.457	2.556	2.528
202	2.4	2.415	2.235	2.384	2.414	2.464	2.498	2.484	2.548	2.558
203	2.43	2.422	2.27	2.379	2.423	2.499	2.556	2.523	2.598	2.591
204	2.439	2.436	2.328	2.405	2.427	2.54	2.602	2.581	2.629	2.628
205	2.443	2.455	2.34	2.441	2.434	2.57	2.633	2.622	2.671	2.659
206	2.458	2.473	2.369	2.462	2.449	2.585	2.647	2.644	2.728	2.695
207	2.481	2.484	2.405	2.464	2.479	2.603	2.649	2.678	2.762	2.758
208	2.474	2.461	2.441	2.465	2.523	2.645	2.722	2.721	2.806	2.787
209	2.46	2.449	2.457	2.455	2.518	2.63	2.781	2.757	2.856	2.836
210	2.45	2.424	2.448	2.434	2.518	2.618	2.809	2.804	2.858	2.845
211	2.428	2.396	2.416	2.41	2.517	2.599	2.801	2.841	2.876	2.874
212	2.386	2.366	2.38	2.383	2.504	2.561	2.779	2.878	2.918	2.918
213	2.331	2.329	2.342	2.341	2.484	2.503	2.761	2.918	2.961	2.941
214	2.276	2.272	2.305	2.288	2.469	2.445	2.704	2.905	3	2.977
215	2.234	2.225	2.269	2.233	2.442	2.381	2.636	2.907	3	3
216	2.198	2.196	2.228	2.191	2.408	2.333	2.554	2.912	3	3
217	2.162	2.161	2.18	2.151	2.367	2.278	2.458	2.837	3	3
218	2.125	2.119	2.141	2.108	2.322	2.217	2.356	2.703	2.992	3
219	2.088	2.08	2.104	2.066	2.273	2.157	2.264	2.555	2.852	3
220	2.051	2.043	2.065	2.028	2.272	2.096	2.192	2.394	2.677	2.936
221	2.016	2.008	2.026	1.986	2.167	2.033	2.121	2.27	2.495	2.727
222	1.976	1.972	1.991	1.945	2.113	1.972	2.051	2.152	2.32	2.514
223	1.933	1.932	1.955	1.898	2.051	1.907	1.978	2.04	2.156	2.287
224	1.884	1.879	1.919	1.846	1.989	1.847	1.899	1.944	2.017	2.082
225	1.834	1.825	1.877	1.797	1.93	1.795	1.827	1.87	1.907	1.924
226	1.787	1.795	1.836	1.753	1.865	1.741	1.776	1.812	1.823	1.806
227	1.733	1.743	1.795	1.699	1.797	1.685	1.723	1.757	1.755	1.714
228	1.675	1.681	1.746	1.637	1.734	1.634	1.669	1.71	1.703	1.642
229	1.61	1.614	1.687	1.568	1.671	1.587	1.628	1.67	1.658	1.585
230	1.54	1.545	1.629	1.493	1.604	1.543	1.603	1.631	1.62	1.539
231	1.467	1.475	1.568	1.417	1.539	1.502	1.586	1.596	1.588	1.502
232	1.394	1.404	1.5	1.344	1.484	1.466	1.562	1.568	1.561	1.474
233	1.322	1.332	1.429	1.275	1.436	1.439	1.539	1.546	1.541	1.451
234	1.253	1.265	1.357	1.203	1.387	1.412	1.519	1.526	1.524	1.433
235	1.187	1.199	1.285	1.134	1.342	1.386	1.5	1.508	1.51	1.418
236	1.123	1.135	1.218	1.068	1.302	1.362	1.484	1.491	1.496	1.406
237	1.061	1.073	1.154	1.007	1.267	1.341	1.469	1.476	1.485	1.397
238	1.001	1.013	1.091	0.951	1.236	1.321	1.455	1.462	1.477	1.39
239	0.947	0.959	1.029	0.901	1.208	1.302	1.441	1.449	1.464	1.378
240	0.898	0.911	0.971	0.853	1.182	1.283	1.425	1.433	1.451	1.366
241	0.859	0.872	0.919	0.814	1.16	1.266	1.41	1.417	1.438	1.353
242	0.83	0.842	0.873	0.784	1.143	1.251	1.395	1.402	1.425	1.341
243	0.807	0.816	0.834	0.76	1.128	1.237	1.38	1.387	1.411	1.328
244	0.781	0.789	0.804	0.735	1.112	1.22	1.363	1.37	1.393	1.312
245	0.755	0.762	0.779	0.71	1.111	1.199	1.34	1.348	1.37	1.29

246	0.732	0.738	0.755	0.687	1.111	1.177	1.316	1.324	1.348	1.269
247	0.711	0.717	0.729	0.668	1.11	1.157	1.292	1.299	1.326	1.247
248	0.693	0.699	0.706	0.651	1.11	1.135	1.266	1.273	1.302	1.225
249	0.676	0.682	0.685	0.636	1.11	1.112	1.24	1.247	1.275	1.203
250	0.661	0.666	0.668	0.621	1.098	1.087	1.213	1.218	1.247	1.178
251	0.646	0.651	0.652	0.607	1.097	1.059	1.182	1.186	1.217	1.15
252	0.631	0.636	0.637	0.593	1.096	1.03	1.149	1.153	1.185	1.121
253	0.618	0.621	0.622	0.581	1.091	1.001	1.117	1.119	1.152	1.09
254	0.606	0.609	0.608	0.57	1.086	0.972	1.085	1.086	1.118	1.058
255	0.596	0.598	0.595	0.561	0.895	0.945	1.054	1.053	1.082	1.024
256	0.588	0.589	0.583	0.553	0.875	0.918	1.024	1.023	1.053	0.998
257	0.58	0.581	0.574	0.545	0.855	0.891	0.994	0.992	1.025	0.973
258	0.573	0.573	0.565	0.539	0.836	0.865	0.967	0.963	0.999	0.949
259	0.567	0.567	0.557	0.534	0.818	0.841	0.941	0.936	0.974	0.927
260	0.561	0.561	0.551	0.529	0.8	0.819	0.917	0.911	0.952	0.906
261	0.558	0.556	0.544	0.525	0.786	0.8	0.896	0.89	0.932	0.887
262	0.553	0.55	0.539	0.521	0.771	0.781	0.876	0.87	0.913	0.871
263	0.548	0.545	0.535	0.517	0.757	0.763	0.857	0.85	0.896	0.854
264	0.543	0.541	0.53	0.514	0.742	0.745	0.838	0.831	0.879	0.838
265	0.539	0.537	0.526	0.511	0.728	0.728	0.821	0.813	0.862	0.823
266	0.535	0.533	0.521	0.51	0.714	0.712	0.805	0.796	0.846	0.808
267	0.533	0.531	0.517	0.511	0.703	0.7	0.792	0.784	0.831	0.795
268	0.533	0.529	0.513	0.513	0.693	0.69	0.781	0.773	0.819	0.784
269	0.533	0.53	0.511	0.515	0.685	0.681	0.771	0.763	0.81	0.775
270	0.534	0.531	0.51	0.518	0.677	0.673	0.763	0.755	0.801	0.767
271	0.534	0.532	0.511	0.521	0.669	0.667	0.756	0.747	0.793	0.759
272	0.535	0.533	0.513	0.522	0.661	0.659	0.749	0.739	0.786	0.752
273	0.536	0.535	0.515	0.524	0.652	0.652	0.741	0.732	0.78	0.746
274	0.536	0.537	0.517	0.526	0.644	0.645	0.734	0.725	0.776	0.742
275	0.536	0.537	0.518	0.528	0.636	0.64	0.728	0.719	0.772	0.738
276	0.537	0.538	0.519	0.527	0.628	0.635	0.723	0.714	0.766	0.733
277	0.537	0.538	0.52	0.525	0.621	0.631	0.719	0.71	0.76	0.727
278	0.535	0.537	0.52	0.523	0.615	0.628	0.716	0.707	0.755	0.722
279	0.534	0.536	0.52	0.52	0.608	0.626	0.714	0.705	0.751	0.718
280	0.532	0.534	0.52	0.517	0.602	0.625	0.713	0.703	0.749	0.715
281	0.529	0.531	0.519	0.511	0.597	0.624	0.712	0.703	0.746	0.711
282	0.524	0.527	0.518	0.505	0.592	0.623	0.711	0.702	0.744	0.708
283	0.516	0.52	0.515	0.494	0.587	0.623	0.711	0.702	0.742	0.705
284	0.506	0.51	0.511	0.481	0.581	0.623	0.71	0.702	0.74	0.703
285	0.494	0.498	0.504	0.465	0.574	0.623	0.709	0.702	0.737	0.701
286	0.479	0.483	0.494	0.447	0.566	0.622	0.709	0.701	0.734	0.699
287	0.464	0.468	0.482	0.428	0.558	0.621	0.707	0.701	0.731	0.697
288	0.448	0.452	0.467	0.412	0.551	0.621	0.707	0.701	0.728	0.695
289	0.432	0.437	0.451	0.402	0.545	0.62	0.705	0.699	0.723	0.692
290	0.417	0.422	0.434	0.393	0.54	0.619	0.703	0.698	0.718	0.689
291	0.404	0.409	0.418	0.384	0.535	0.617	0.7	0.697	0.714	0.685
292	0.391	0.396	0.403	0.372	0.53	0.615	0.696	0.693	0.707	0.681
293	0.378	0.383	0.391	0.36	0.526	0.611	0.691	0.688	0.7	0.675
294	0.367	0.372	0.379	0.35	0.52	0.607	0.684	0.682	0.693	0.668
295	0.357	0.361	0.369	0.339	0.515	0.601	0.676	0.674	0.684	0.662
296	0.347	0.35	0.359	0.329	0.509	0.595	0.667	0.665	0.676	0.655
297	0.34	0.341	0.348	0.32	0.505	0.59	0.656	0.654	0.666	0.647

298	0.332	0.334	0.339	0.313	0.499	0.582	0.646	0.645	0.656	0.638
299	0.325	0.327	0.331	0.308	0.492	0.574	0.637	0.635	0.646	0.628
300	0.319	0.322	0.324	0.303	0.485	0.565	0.627	0.625	0.635	0.618
301	0.314	0.317	0.318	0.298	0.478	0.556	0.618	0.614	0.623	0.608
302	0.308	0.313	0.313	0.294	0.469	0.546	0.607	0.602	0.61	0.596
303	0.305	0.309	0.307	0.291	0.462	0.536	0.595	0.59	0.595	0.585
304	0.301	0.306	0.302	0.288	0.453	0.526	0.583	0.578	0.582	0.573
305	0.297	0.302	0.299	0.285	0.444	0.515	0.57	0.565	0.568	0.56
306	0.293	0.299	0.295	0.282	0.435	0.504	0.557	0.552	0.555	0.548
307	0.29	0.297	0.291	0.281	0.426	0.494	0.545	0.54	0.543	0.536
308	0.288	0.294	0.288	0.279	0.417	0.483	0.534	0.529	0.533	0.524
309	0.285	0.292	0.286	0.278	0.409	0.474	0.523	0.518	0.525	0.512
310	0.283	0.29	0.284	0.276	0.399	0.463	0.512	0.506	0.517	0.502
311	0.28	0.287	0.282	0.274	0.389	0.452	0.5	0.494	0.508	0.492
312	0.278	0.284	0.28	0.272	0.379	0.441	0.489	0.483	0.5	0.483
313	0.277	0.282	0.278	0.27	0.371	0.431	0.478	0.473	0.492	0.474
314	0.273	0.28	0.275	0.267	0.361	0.42	0.467	0.461	0.48	0.464
315	0.269	0.277	0.273	0.264	0.351	0.409	0.455	0.45	0.469	0.456
316	0.267	0.274	0.27	0.261	0.342	0.398	0.445	0.441	0.463	0.45
317	0.265	0.272	0.267	0.26	0.336	0.39	0.437	0.433	0.457	0.445
318	0.264	0.271	0.265	0.259	0.33	0.384	0.43	0.426	0.452	0.439
319	0.263	0.269	0.263	0.258	0.326	0.378	0.425	0.421	0.446	0.434
320	0.263	0.269	0.261	0.259	0.323	0.373	0.42	0.416	0.44	0.428
321	0.263	0.269	0.261	0.259	0.32	0.369	0.415	0.412	0.435	0.424
322	0.264	0.269	0.26	0.259	0.318	0.365	0.411	0.408	0.431	0.419
323	0.263	0.268	0.26	0.259	0.314	0.361	0.406	0.403	0.428	0.416
324	0.263	0.268	0.26	0.26	0.312	0.357	0.402	0.399	0.425	0.413
325	0.263	0.268	0.26	0.26	0.31	0.354	0.399	0.396	0.422	0.409
326	0.264	0.268	0.259	0.262	0.309	0.351	0.395	0.392	0.418	0.405
327	0.265	0.269	0.259	0.262	0.308	0.347	0.392	0.389	0.416	0.402
328	0.265	0.269	0.26	0.262	0.307	0.344	0.389	0.387	0.413	0.399
329	0.262	0.264	0.26	0.255	0.295	0.33	0.368	0.366	0.407	0.392
330	0.258	0.256	0.261	0.244	0.278	0.31	0.339	0.337	0.398	0.383
331	0.258	0.255	0.256	0.245	0.278	0.305	0.335	0.334	0.394	0.382
332	0.26	0.256	0.25	0.247	0.278	0.304	0.332	0.33	0.394	0.378
333	0.261	0.257	0.25	0.249	0.278	0.302	0.33	0.327	0.392	0.374
334	0.262	0.259	0.252	0.251	0.279	0.299	0.327	0.324	0.389	0.37
335	0.265	0.261	0.254	0.252	0.279	0.297	0.325	0.321	0.387	0.367
336	0.269	0.265	0.256	0.256	0.282	0.297	0.328	0.321	0.382	0.367
337	0.272	0.269	0.257	0.258	0.285	0.296	0.328	0.32	0.383	0.367
338	0.274	0.272	0.259	0.26	0.288	0.295	0.328	0.32	0.384	0.366
339	0.276	0.275	0.261	0.263	0.291	0.294	0.328	0.32	0.385	0.365
340	0.278	0.278	0.264	0.265	0.291	0.294	0.327	0.321	0.384	0.364
341	0.282	0.279	0.266	0.268	0.296	0.292	0.328	0.32	0.384	0.363
342	0.284	0.281	0.267	0.269	0.298	0.291	0.328	0.32	0.384	0.361
343	0.286	0.283	0.268	0.27	0.301	0.291	0.327	0.321	0.385	0.36
344	0.288	0.285	0.269	0.272	0.305	0.291	0.328	0.322	0.387	0.359
345	0.291	0.29	0.271	0.275	0.309	0.293	0.33	0.323	0.389	0.357
346	0.293	0.292	0.274	0.278	0.312	0.293	0.33	0.322	0.389	0.356
347	0.295	0.293	0.278	0.279	0.314	0.294	0.329	0.321	0.39	0.356
348	0.297	0.295	0.279	0.281	0.317	0.295	0.329	0.32	0.392	0.357
349	0.3	0.297	0.281	0.283	0.319	0.296	0.329	0.32	0.394	0.356

350	0.302	0.299	0.284	0.286	0.321	0.297	0.33	0.322	0.396	0.359
351	0.304	0.302	0.287	0.287	0.323	0.3	0.33	0.324	0.395	0.36
352	0.305	0.304	0.29	0.287	0.325	0.303	0.331	0.324	0.395	0.36
353	0.307	0.306	0.292	0.288	0.328	0.305	0.331	0.326	0.395	0.359
354	0.31	0.308	0.295	0.289	0.332	0.306	0.332	0.327	0.396	0.36
355	0.311	0.309	0.297	0.29	0.333	0.305	0.332	0.326	0.398	0.36
356	0.312	0.309	0.3	0.291	0.335	0.305	0.332	0.327	0.398	0.36
357	0.313	0.309	0.301	0.292	0.338	0.306	0.332	0.327	0.399	0.361
358	0.313	0.31	0.301	0.293	0.34	0.307	0.333	0.327	0.4	0.361
359	0.315	0.313	0.301	0.295	0.343	0.308	0.335	0.328	0.401	0.361
360	0.316	0.315	0.301	0.297	0.345	0.31	0.338	0.331	0.404	0.363
361	0.317	0.316	0.302	0.298	0.348	0.312	0.34	0.334	0.405	0.363
362	0.318	0.317	0.304	0.299	0.35	0.313	0.341	0.336	0.407	0.363
363	0.32	0.317	0.307	0.299	0.353	0.314	0.342	0.337	0.408	0.364
364	0.322	0.318	0.308	0.301	0.356	0.316	0.344	0.338	0.41	0.366
365	0.322	0.318	0.309	0.301	0.357	0.317	0.345	0.339	0.412	0.368
366	0.323	0.319	0.311	0.301	0.358	0.318	0.346	0.34	0.413	0.369
367	0.324	0.32	0.312	0.302	0.359	0.319	0.348	0.341	0.415	0.37
368	0.325	0.321	0.312	0.303	0.361	0.323	0.351	0.344	0.415	0.37
369	0.326	0.322	0.313	0.304	0.362	0.326	0.353	0.347	0.417	0.371
370	0.327	0.323	0.315	0.304	0.364	0.328	0.355	0.348	0.419	0.373
371	0.327	0.324	0.316	0.304	0.365	0.33	0.356	0.35	0.421	0.375
372	0.325	0.324	0.316	0.303	0.365	0.331	0.355	0.352	0.423	0.377
373	0.326	0.325	0.315	0.306	0.367	0.334	0.358	0.356	0.426	0.38
374	0.327	0.324	0.314	0.305	0.368	0.336	0.361	0.358	0.429	0.383
375	0.325	0.322	0.314	0.304	0.367	0.338	0.364	0.36	0.431	0.386
376	0.323	0.321	0.313	0.305	0.365	0.342	0.368	0.364	0.434	0.39
377	0.322	0.319	0.312	0.304	0.366	0.343	0.369	0.366	0.438	0.394
378	0.325	0.318	0.311	0.307	0.369	0.351	0.372	0.371	0.442	0.395
379	0.324	0.318	0.31	0.304	0.369	0.357	0.375	0.372	0.444	0.393
380	0.322	0.317	0.313	0.299	0.366	0.358	0.376	0.372	0.446	0.391
381	0.32	0.317	0.313	0.298	0.359	0.35	0.375	0.378	0.45	0.394
382	0.317	0.319	0.31	0.3	0.362	0.359	0.379	0.38	0.446	0.396
383	0.311	0.313	0.306	0.299	0.363	0.363	0.383	0.384	0.445	0.401
384	0.309	0.308	0.309	0.296	0.363	0.363	0.385	0.388	0.446	0.404
385	0.311	0.307	0.309	0.291	0.365	0.361	0.387	0.394	0.447	0.406
386	0.306	0.303	0.305	0.284	0.364	0.359	0.392	0.396	0.451	0.407
387	0.298	0.301	0.298	0.281	0.362	0.361	0.394	0.396	0.454	0.408
388	0.293	0.3	0.292	0.281	0.364	0.364	0.396	0.397	0.455	0.412
389	0.291	0.296	0.288	0.281	0.367	0.369	0.398	0.403	0.455	0.417
390	0.291	0.29	0.287	0.277	0.366	0.377	0.398	0.404	0.458	0.419
391	0.289	0.283	0.287	0.273	0.363	0.379	0.402	0.403	0.459	0.42
392	0.285	0.277	0.285	0.265	0.359	0.38	0.403	0.404	0.46	0.42
393	0.281	0.272	0.278	0.258	0.356	0.38	0.404	0.406	0.461	0.419
394	0.277	0.269	0.27	0.254	0.358	0.382	0.411	0.41	0.459	0.419
395	0.27	0.269	0.264	0.251	0.363	0.382	0.413	0.412	0.46	0.424
396	0.262	0.266	0.264	0.248	0.36	0.383	0.415	0.415	0.462	0.428
397	0.256	0.259	0.258	0.243	0.356	0.385	0.416	0.419	0.464	0.43
398	0.251	0.248	0.255	0.235	0.353	0.387	0.417	0.421	0.464	0.43
399	0.245	0.239	0.252	0.226	0.351	0.391	0.414	0.421	0.465	0.43
400	0.235	0.231	0.248	0.217	0.349	0.391	0.413	0.419	0.464	0.429
401	0.226	0.224	0.237	0.212	0.346	0.391	0.413	0.419	0.463	0.43

402	0.219	0.218	0.226	0.209	0.344	0.39	0.417	0.422	0.462	0.431
403	0.215	0.213	0.217	0.208	0.349	0.391	0.424	0.427	0.464	0.43
404	0.215	0.209	0.21	0.21	0.35	0.396	0.426	0.43	0.464	0.43
405	0.213	0.205	0.208	0.208	0.35	0.398	0.427	0.432	0.466	0.43
406	0.209	0.2	0.208	0.203	0.348	0.396	0.426	0.433	0.468	0.43
407	0.201	0.195	0.207	0.196	0.344	0.396	0.422	0.432	0.469	0.432
408	0.196	0.191	0.203	0.191	0.344	0.397	0.426	0.432	0.469	0.433
409	0.191	0.187	0.193	0.187	0.344	0.398	0.43	0.433	0.466	0.434
410	0.188	0.183	0.186	0.183	0.344	0.4	0.433	0.436	0.464	0.435
411	0.184	0.177	0.182	0.18	0.344	0.403	0.434	0.439	0.466	0.435
412	0.178	0.17	0.178	0.173	0.341	0.4	0.434	0.44	0.466	0.435
413	0.172	0.164	0.174	0.167	0.338	0.4	0.431	0.439	0.466	0.434
414	0.167	0.16	0.167	0.161	0.338	0.401	0.43	0.439	0.466	0.434
415	0.162	0.155	0.162	0.157	0.338	0.402	0.432	0.437	0.464	0.435
416	0.158	0.151	0.157	0.154	0.337	0.401	0.43	0.437	0.465	0.436
417	0.154	0.148	0.151	0.153	0.337	0.403	0.43	0.44	0.464	0.435
418	0.15	0.143	0.149	0.15	0.337	0.405	0.431	0.443	0.464	0.435
419	0.145	0.139	0.144	0.145	0.337	0.406	0.431	0.445	0.466	0.435
420	0.141	0.135	0.14	0.14	0.337	0.408	0.433	0.444	0.468	0.432
421	0.135	0.131	0.136	0.138	0.337	0.406	0.43	0.445	0.468	0.431
422	0.131	0.128	0.132	0.137	0.337	0.405	0.43	0.445	0.467	0.431
423	0.127	0.125	0.129	0.136	0.337	0.404	0.431	0.443	0.465	0.429
424	0.122	0.119	0.126	0.133	0.335	0.403	0.427	0.437	0.462	0.427
425	0.12	0.114	0.124	0.134	0.333	0.403	0.427	0.436	0.461	0.423
426	0.116	0.107	0.121	0.132	0.333	0.401	0.423	0.434	0.459	0.419
427	0.11	0.1	0.119	0.129	0.333	0.398	0.418	0.431	0.457	0.417
428	0.105	0.095	0.116	0.126	0.332	0.395	0.417	0.429	0.453	0.417
429	0.104	0.093	0.111	0.125	0.33	0.393	0.419	0.429	0.446	0.413
430	0.106	0.091	0.105	0.121	0.329	0.392	0.421	0.428	0.44	0.409
431	0.108	0.09	0.104	0.118	0.327	0.392	0.42	0.425	0.436	0.406
432	0.109	0.092	0.102	0.117	0.324	0.391	0.418	0.422	0.433	0.404
433	0.107	0.092	0.101	0.115	0.322	0.388	0.415	0.42	0.431	0.399
434	0.105	0.092	0.1	0.113	0.319	0.386	0.41	0.416	0.426	0.394
435	0.102	0.091	0.098	0.111	0.315	0.383	0.406	0.412	0.421	0.389
436	0.099	0.09	0.096	0.108	0.312	0.38	0.402	0.408	0.416	0.383
437	0.096	0.089	0.095	0.105	0.309	0.373	0.395	0.401	0.41	0.376
438	0.096	0.088	0.093	0.105	0.305	0.366	0.389	0.393	0.404	0.37
439	0.096	0.087	0.09	0.104	0.3	0.361	0.382	0.385	0.398	0.363
440	0.094	0.085	0.088	0.102	0.295	0.357	0.375	0.377	0.393	0.356
441	0.093	0.084	0.087	0.099	0.291	0.353	0.369	0.37	0.385	0.354
442	0.092	0.083	0.086	0.098	0.287	0.345	0.362	0.361	0.373	0.347
443	0.09	0.084	0.084	0.096	0.283	0.338	0.355	0.353	0.361	0.339
444	0.088	0.086	0.083	0.095	0.278	0.331	0.347	0.343	0.351	0.329
445	0.088	0.086	0.084	0.095	0.273	0.327	0.338	0.333	0.344	0.32
446	0.087	0.083	0.084	0.093	0.266	0.323	0.328	0.322	0.336	0.309
447	0.086	0.081	0.083	0.091	0.26	0.317	0.319	0.312	0.328	0.299
448	0.084	0.079	0.081	0.089	0.254	0.309	0.31	0.304	0.321	0.29
449	0.082	0.077	0.08	0.086	0.245	0.301	0.301	0.296	0.314	0.283
450	0.08	0.077	0.079	0.084	0.236	0.294	0.293	0.288	0.305	0.277
451	0.079	0.077	0.077	0.084	0.228	0.287	0.287	0.28	0.297	0.269
452	0.079	0.075	0.075	0.083	0.222	0.28	0.28	0.271	0.289	0.262
453	0.077	0.072	0.075	0.081	0.216	0.272	0.271	0.262	0.282	0.256

454	0.076	0.07	0.073	0.08	0.209	0.264	0.261	0.253	0.276	0.248
455	0.075	0.069	0.071	0.078	0.202	0.256	0.254	0.245	0.269	0.243
456	0.074	0.069	0.069	0.077	0.195	0.249	0.247	0.237	0.262	0.238
457	0.075	0.068	0.068	0.077	0.188	0.242	0.24	0.229	0.255	0.232
458	0.074	0.066	0.066	0.076	0.18	0.236	0.233	0.223	0.25	0.228
459	0.073	0.063	0.065	0.076	0.174	0.23	0.227	0.216	0.244	0.223
460	0.072	0.06	0.063	0.076	0.168	0.224	0.221	0.209	0.238	0.219
461	0.071	0.059	0.064	0.075	0.162	0.218	0.215	0.202	0.232	0.215
462	0.071	0.059	0.065	0.075	0.153	0.214	0.208	0.197	0.226	0.207
463	0.069	0.058	0.064	0.075	0.147	0.21	0.203	0.19	0.22	0.201
464	0.067	0.059	0.062	0.075	0.143	0.206	0.199	0.185	0.215	0.196
465	0.066	0.061	0.065	0.076	0.14	0.201	0.196	0.181	0.21	0.192
466	0.067	0.062	0.065	0.075	0.134	0.196	0.191	0.178	0.205	0.188
467	0.067	0.061	0.064	0.074	0.126	0.19	0.186	0.173	0.201	0.184
468	0.066	0.061	0.063	0.074	0.12	0.186	0.182	0.168	0.196	0.18
469	0.064	0.06	0.061	0.075	0.117	0.183	0.18	0.164	0.191	0.175
470	0.063	0.059	0.061	0.076	0.114	0.18	0.178	0.162	0.186	0.169
471	0.061	0.057	0.061	0.074	0.11	0.175	0.173	0.157	0.182	0.167
472	0.059	0.055	0.059	0.071	0.105	0.17	0.167	0.152	0.18	0.164
473	0.057	0.053	0.058	0.068	0.1	0.166	0.161	0.148	0.177	0.161
474	0.059	0.055	0.055	0.065	0.095	0.165	0.157	0.147	0.174	0.159
475	0.061	0.058	0.054	0.067	0.093	0.164	0.157	0.145	0.171	0.157
476	0.061	0.058	0.055	0.067	0.091	0.162	0.155	0.143	0.168	0.154
477	0.06	0.056	0.057	0.067	0.089	0.159	0.152	0.14	0.164	0.15
478	0.06	0.056	0.058	0.066	0.087	0.157	0.149	0.138	0.161	0.147
479	0.06	0.056	0.057	0.065	0.085	0.155	0.148	0.136	0.159	0.145
480	0.06	0.056	0.055	0.065	0.083	0.154	0.146	0.134	0.158	0.144
481	0.06	0.055	0.055	0.064	0.081	0.154	0.143	0.131	0.158	0.144
482	0.059	0.052	0.055	0.06	0.078	0.152	0.139	0.128	0.156	0.144
483	0.056	0.05	0.055	0.059	0.076	0.15	0.137	0.126	0.154	0.143
484	0.055	0.05	0.054	0.059	0.073	0.148	0.135	0.125	0.152	0.141
485	0.055	0.05	0.052	0.06	0.07	0.146	0.134	0.123	0.149	0.139
486	0.056	0.049	0.051	0.06	0.069	0.144	0.134	0.122	0.146	0.137
487	0.057	0.051	0.05	0.061	0.069	0.144	0.134	0.123	0.147	0.135
488	0.056	0.052	0.05	0.061	0.069	0.144	0.134	0.121	0.146	0.133
489	0.055	0.051	0.052	0.062	0.068	0.144	0.134	0.119	0.144	0.132
490	0.054	0.051	0.052	0.064	0.067	0.146	0.133	0.117	0.143	0.132
491	0.055	0.05	0.053	0.065	0.065	0.146	0.132	0.117	0.142	0.13
492	0.053	0.049	0.053	0.065	0.064	0.144	0.129	0.116	0.14	0.129
493	0.052	0.048	0.054	0.063	0.062	0.141	0.127	0.115	0.137	0.128
494	0.052	0.048	0.055	0.062	0.06	0.139	0.127	0.114	0.136	0.126
495	0.054	0.048	0.054	0.061	0.06	0.139	0.127	0.113	0.136	0.126
496	0.053	0.048	0.052	0.059	0.06	0.138	0.126	0.111	0.135	0.125
497	0.051	0.047	0.051	0.058	0.059	0.137	0.124	0.109	0.132	0.123
498	0.051	0.046	0.051	0.059	0.056	0.136	0.122	0.108	0.128	0.12
499	0.049	0.044	0.051	0.059	0.054	0.134	0.121	0.108	0.126	0.116
500	0.049	0.045	0.051	0.059	0.052	0.133	0.121	0.108	0.125	0.115
501	0.049	0.044	0.051	0.058	0.05	0.132	0.121	0.108	0.124	0.114
502	0.048	0.043	0.05	0.056	0.047	0.13	0.119	0.109	0.123	0.112
503	0.047	0.04	0.049	0.053	0.042	0.125	0.116	0.105	0.12	0.111
504	0.046	0.04	0.047	0.05	0.04	0.122	0.114	0.102	0.12	0.111
505	0.045	0.04	0.043	0.049	0.039	0.121	0.113	0.1	0.12	0.11

506	0.045	0.041	0.042	0.05	0.038	0.12	0.113	0.099	0.12	0.109
507	0.045	0.04	0.042	0.048	0.038	0.119	0.11	0.097	0.12	0.108
508	0.045	0.041	0.043	0.048	0.037	0.118	0.108	0.097	0.119	0.108
509	0.045	0.041	0.043	0.048	0.036	0.118	0.108	0.098	0.117	0.108
510	0.045	0.04	0.04	0.048	0.033	0.118	0.109	0.097	0.114	0.107
511	0.044	0.039	0.039	0.046	0.029	0.115	0.107	0.095	0.113	0.104
512	0.043	0.039	0.038	0.046	0.028	0.114	0.106	0.094	0.113	0.105
513	0.04	0.038	0.037	0.045	0.026	0.112	0.105	0.092	0.112	0.104
514	0.038	0.036	0.037	0.043	0.024	0.108	0.101	0.088	0.112	0.103
515	0.038	0.036	0.038	0.041	0.025	0.105	0.097	0.087	0.111	0.101
516	0.038	0.035	0.037	0.04	0.023	0.105	0.096	0.088	0.11	0.101
517	0.038	0.033	0.033	0.04	0.021	0.105	0.096	0.088	0.108	0.099
518	0.038	0.032	0.033	0.041	0.019	0.104	0.096	0.086	0.106	0.096
519	0.041	0.034	0.033	0.042	0.019	0.106	0.098	0.087	0.105	0.096
520	0.04	0.036	0.033	0.042	0.017	0.104	0.098	0.086	0.104	0.095
521	0.039	0.037	0.036	0.042	0.015	0.103	0.096	0.083	0.102	0.093
522	0.04	0.035	0.037	0.04	0.013	0.102	0.093	0.082	0.1	0.092
523	0.04	0.036	0.037	0.039	0.014	0.099	0.091	0.083	0.1	0.092
524	0.039	0.034	0.036	0.04	0.013	0.096	0.088	0.082	0.1	0.091
525	0.039	0.033	0.034	0.04	0.011	0.095	0.088	0.081	0.099	0.087
526	0.038	0.032	0.032	0.039	0.009	0.095	0.088	0.079	0.097	0.084
527	0.036	0.032	0.032	0.037	0.007	0.093	0.087	0.076	0.098	0.086
528	0.035	0.03	0.032	0.036	0.007	0.091	0.084	0.074	0.096	0.087
529	0.035	0.03	0.031	0.035	0.007	0.091	0.083	0.073	0.095	0.086
530	0.038	0.031	0.031	0.035	0.007	0.092	0.084	0.073	0.096	0.086
531	0.039	0.032	0.031	0.036	0.007	0.092	0.084	0.073	0.097	0.086
532	0.038	0.03	0.032	0.034	0.007	0.09	0.081	0.071	0.094	0.085
533	0.037	0.03	0.032	0.034	0.007	0.088	0.079	0.071	0.093	0.084
534	0.036	0.031	0.03	0.035	0.007	0.087	0.078	0.072	0.093	0.083
535	0.035	0.031	0.03	0.033	0.007	0.086	0.079	0.072	0.09	0.084
536	0.033	0.029	0.031	0.033	0.007	0.082	0.076	0.069	0.09	0.083
537	0.032	0.028	0.03	0.033	0.006	0.08	0.075	0.066	0.088	0.081
538	0.033	0.027	0.03	0.032	0.006	0.08	0.074	0.063	0.086	0.078
539	0.033	0.027	0.029	0.032	0.006	0.079	0.072	0.06	0.086	0.077
540	0.032	0.027	0.027	0.032	0.006	0.079	0.07	0.06	0.086	0.08
541	0.032	0.027	0.024	0.032	0.006	0.078	0.068	0.061	0.085	0.079
542	0.031	0.028	0.023	0.031	0.006	0.078	0.067	0.062	0.083	0.077
543	0.03	0.025	0.023	0.029	0.006	0.074	0.068	0.06	0.082	0.075
544	0.032	0.025	0.024	0.027	0.006	0.072	0.068	0.058	0.083	0.074
545	0.03	0.023	0.027	0.025	0.006	0.068	0.066	0.056	0.083	0.073
546	0.028	0.022	0.028	0.024	0.006	0.065	0.063	0.052	0.082	0.073
547	0.026	0.022	0.027	0.024	0.005	0.064	0.062	0.051	0.079	0.072
548	0.025	0.023	0.024	0.023	0.005	0.063	0.059	0.051	0.077	0.069
549	0.026	0.023	0.021	0.022	0.005	0.064	0.057	0.051	0.076	0.066
550	0.027	0.023	0.021	0.021	0.005	0.064	0.057	0.05	0.076	0.064
551	0.028	0.024	0.022	0.022	0.005	0.063	0.057	0.05	0.075	0.063
552	0.029	0.025	0.024	0.02	0.005	0.064	0.057	0.05	0.075	0.065
553	0.029	0.024	0.025	0.018	0.005	0.062	0.057	0.049	0.074	0.066
554	0.028	0.023	0.027	0.018	0.004	0.06	0.057	0.047	0.073	0.067
555	0.029	0.024	0.026	0.02	0.004	0.062	0.055	0.046	0.073	0.066
556	0.028	0.022	0.024	0.018	0.004	0.058	0.054	0.043	0.073	0.067
557	0.026	0.02	0.026	0.017	0.004	0.057	0.05	0.042	0.071	0.066

558	0.025	0.019	0.025	0.018	0.004	0.058	0.047	0.041	0.071	0.064
559	0.026	0.022	0.024	0.016	0.004	0.057	0.049	0.043	0.071	0.064
560	0.026	0.021	0.024	0.018	0.004	0.054	0.047	0.042	0.069	0.061
561	0.027	0.022	0.023	0.019	0.003	0.053	0.046	0.042	0.067	0.058
562	0.027	0.023	0.021	0.019	0.003	0.053	0.046	0.042	0.066	0.057
563	0.025	0.021	0.022	0.019	0.003	0.052	0.044	0.039	0.069	0.059
564	0.023	0.015	0.022	0.015	0.003	0.048	0.041	0.036	0.068	0.06
565	0.024	0.016	0.021	0.015	0.003	0.048	0.041	0.034	0.067	0.06
566	0.025	0.021	0.017	0.016	0.003	0.048	0.041	0.034	0.065	0.059
567	0.022	0.022	0.018	0.013	0.003	0.044	0.037	0.035	0.059	0.055
568	0.024	0.017	0.021	0.013	0.003	0.044	0.035	0.034	0.06	0.055
569	0.025	0.017	0.018	0.018	0.003	0.044	0.037	0.036	0.061	0.053
570	0.023	0.018	0.018	0.023	0.002	0.043	0.04	0.037	0.062	0.052
571	0.019	0.015	0.019	0.022	0.002	0.043	0.038	0.03	0.065	0.057
572	0.018	0.021	0.019	0.02	0.002	0.043	0.035	0.033	0.058	0.055
573	0.022	0.025	0.017	0.021	0.002	0.045	0.036	0.034	0.055	0.053
574	0.028	0.027	0.018	0.024	0.002	0.047	0.04	0.036	0.056	0.053
575	0.034	0.03	0.02	0.029	0.002	0.05	0.045	0.043	0.059	0.053
576	0.028	0.021	0.022	0.025	0.002	0.042	0.039	0.035	0.062	0.052
577	0.023	0.017	0.025	0.02	0.002	0.038	0.035	0.031	0.062	0.052
578	0.018	0.016	0.024	0.015	0.002	0.037	0.032	0.027	0.06	0.053
579	0.014	0.016	0.021	0.01	0.002	0.037	0.028	0.023	0.058	0.056
580	0.015	0.016	0.016	0.006	0.002	0.035	0.024	0.017	0.055	0.047
581	0.016	0.015	0.009	0.008	0.002	0.032	0.022	0.016	0.055	0.046
582	0.018	0.015	0.004	0.01	0.002	0.03	0.021	0.018	0.056	0.048
583	0.02	0.012	0.004	0.011	0.002	0.029	0.021	0.021	0.053	0.047
584	0.017	0.01	0.007	0.013	0.002	0.028	0.025	0.022	0.051	0.047
585	0.019	0.013	0.011	0.016	0.002	0.028	0.028	0.025	0.049	0.045
586	0.021	0.018	0.011	0.018	0.002	0.03	0.03	0.026	0.047	0.043
587	0.019	0.018	0.014	0.014	0.002	0.032	0.027	0.022	0.049	0.045
588	0.023	0.022	0.017	0.017	0.002	0.031	0.031	0.025	0.053	0.047
589	0.027	0.021	0.017	0.017	0.002	0.031	0.03	0.023	0.053	0.047
590	0.028	0.018	0.016	0.015	0.002	0.032	0.028	0.02	0.051	0.047
591	0.023	0.015	0.016	0.012	0.001	0.032	0.028	0.021	0.05	0.051
592	0.019	0.013	0.016	0.013	0.001	0.031	0.027	0.02	0.047	0.045
593	0.017	0.017	0.017	0.014	0.001	0.031	0.024	0.019	0.045	0.042
594	0.017	0.02	0.013	0.013	0.001	0.028	0.022	0.017	0.045	0.04
595	0.018	0.015	0.013	0.01	0.001	0.021	0.018	0.01	0.046	0.038
596	0.016	0.01	0.013	0.011	0.001	0.019	0.018	0.011	0.045	0.038
597	0.015	0.006	0.012	0.011	0.001	0.02	0.016	0.01	0.045	0.042
598	0.016	0.006	0.011	0.01	0.001	0.022	0.015	0.011	0.045	0.046
599	0.017	0.007	0.012	0.008	0.001	0.022	0.018	0.014	0.043	0.047
600	0.012	0.01	0.013	0.009	0.001	0.023	0.017	0.012	0.042	0.045

MILIK
 UPT PERPUSTAKAAN
 UNIVERSITAS ANDALAS

Lampiran 9. data pH 11(bentuk ionik)

Panjang Gelombang (nm)	Lama Penyinaran (menit)				
	0	30	60	90	120
200	2.434	2.436	2.417	2.483	2.453
201	2.457	2.455	2.441	2.492	2.472
202	2.484	2.498	2.462	2.526	2.498
203	2.523	2.556	2.49	2.576	2.554
204	2.581	2.602	2.526	2.599	2.58
205	2.622	2.633	2.559	2.618	2.591
206	2.644	2.647	2.594	2.631	2.604
207	2.678	2.649	2.645	2.609	2.614
208	2.721	2.722	2.67	2.601	2.593
209	2.757	2.781	2.732	2.59	2.522
210	2.804	2.809	2.737	2.525	2.431
211	2.841	2.801	2.64	2.435	2.337
212	2.878	2.779	2.639	2.342	2.236
213	2.918	2.761	2.552	2.251	2.122
214	2.905	2.704	2.466	2.154	2.032
215	2.907	2.636	2.389	2.069	1.942
216	2.912	2.554	2.328	1.994	1.866
217	2.837	2.458	2.25	1.92	1.797
218	2.703	2.356	2.169	1.853	1.733
219	2.555	2.264	2.101	1.796	1.675
220	2.394	2.192	2.042	1.746	1.624
221	2.27	2.121	1.984	1.697	1.577
222	2.152	2.051	1.923	1.655	1.532
223	2.04	1.978	1.865	1.612	1.486
224	1.944	1.899	1.819	1.572	1.445
225	1.87	1.827	1.782	1.537	1.415
226	1.812	1.776	1.741	1.502	1.396
227	1.757	1.723	1.695	1.47	1.367
228	1.71	1.669	1.657	1.441	1.34
229	1.67	1.628	1.62	1.413	1.314
230	1.631	1.603	1.583	1.387	1.289
231	1.596	1.586	1.551	1.364	1.267
232	1.568	1.562	1.523	1.343	1.247
233	1.546	1.539	1.497	1.325	1.232
234	1.526	1.519	1.476	1.308	1.217
235	1.508	1.5	1.457	1.292	1.203
236	1.491	1.484	1.44	1.279	1.191
237	1.476	1.469	1.424	1.267	1.18
238	1.462	1.455	1.408	1.255	1.17
239	1.449	1.441	1.393	1.243	1.158
240	1.433	1.425	1.377	1.232	1.15
241	1.417	1.41	1.361	1.222	1.142
242	1.402	1.395	1.347	1.213	1.134
243	1.387	1.38	1.334	1.204	1.126
244	1.37	1.363	1.317	1.193	1.118

245	1.348	1.34	1.296	1.182	1.111
246	1.324	1.316	1.274	1.171	1.102
247	1.299	1.292	1.253	1.159	1.094
248	1.273	1.266	1.232	1.147	1.086
249	1.247	1.24	1.209	1.134	1.078
250	1.218	1.213	1.188	1.122	1.069
251	1.186	1.182	1.161	1.109	1.06
252	1.153	1.149	1.134	1.096	1.053
253	1.119	1.117	1.106	1.084	1.046
254	1.086	1.085	1.08	1.072	1.04
255	1.053	1.054	1.053	1.061	1.034
256	1.023	1.024	1.027	1.052	1.03
257	0.992	0.994	1.003	1.042	1.026
258	0.963	0.967	0.98	1.035	1.022
259	0.936	0.941	0.958	1.028	1.021
260	0.911	0.917	0.938	1.022	1.02
261	0.89	0.896	0.919	1.018	1.021
262	0.87	0.876	0.903	1.015	1.021
263	0.85	0.857	0.888	1.012	1.022
264	0.831	0.838	0.875	1.01	1.023
265	0.813	0.821	0.862	1.008	1.024
266	0.796	0.805	0.849	1.005	1.024
267	0.784	0.792	0.839	1.004	1.025
268	0.773	0.781	0.829	1.004	1.025
269	0.763	0.771	0.82	1.003	1.024
270	0.755	0.763	0.813	1	1.021
271	0.747	0.756	0.805	0.995	1.018
272	0.739	0.749	0.798	0.99	1.014
273	0.732	0.741	0.791	0.985	1.009
274	0.725	0.734	0.783	0.979	1.003
275	0.719	0.728	0.777	0.972	0.997
276	0.714	0.723	0.773	0.967	0.992
277	0.71	0.719	0.769	0.962	0.984
278	0.707	0.716	0.765	0.954	0.976
279	0.705	0.714	0.761	0.947	0.967
280	0.703	0.713	0.757	0.94	0.958
281	0.703	0.712	0.753	0.932	0.949
282	0.702	0.711	0.751	0.924	0.939
283	0.702	0.711	0.748	0.917	0.93
284	0.702	0.71	0.745	0.909	0.92
285	0.702	0.709	0.742	0.901	0.91
286	0.701	0.709	0.739	0.893	0.9
287	0.701	0.707	0.735	0.884	0.889
288	0.701	0.707	0.732	0.875	0.88
289	0.699	0.705	0.728	0.867	0.871
290	0.698	0.703	0.723	0.861	0.862
291	0.697	0.7	0.718	0.855	0.854
292	0.693	0.696	0.713	0.849	0.846
293	0.688	0.691	0.706	0.842	0.836

294	0.682	0.684	0.698	0.834	0.827
295	0.674	0.676	0.69	0.826	0.817
296	0.665	0.667	0.68	0.816	0.808
297	0.654	0.656	0.67	0.806	0.798
298	0.645	0.646	0.661	0.798	0.789
299	0.635	0.637	0.651	0.79	0.782
300	0.625	0.627	0.641	0.783	0.774
301	0.614	0.618	0.631	0.777	0.767
302	0.602	0.607	0.62	0.769	0.76
303	0.59	0.595	0.608	0.76	0.752
304	0.578	0.583	0.597	0.752	0.745
305	0.565	0.57	0.585	0.745	0.738
306	0.552	0.557	0.572	0.738	0.731
307	0.54	0.545	0.56	0.731	0.723
308	0.529	0.534	0.547	0.725	0.718
309	0.518	0.523	0.536	0.719	0.712
310	0.506	0.512	0.527	0.714	0.707
311	0.494	0.5	0.517	0.709	0.702
312	0.483	0.489	0.508	0.704	0.697
313	0.473	0.478	0.499	0.699	0.693
314	0.461	0.467	0.487	0.693	0.687
315	0.45	0.455	0.477	0.688	0.682
316	0.441	0.445	0.471	0.685	0.678
317	0.433	0.437	0.466	0.682	0.674
318	0.426	0.43	0.461	0.679	0.671
319	0.421	0.425	0.456	0.676	0.668
320	0.416	0.42	0.451	0.674	0.666
321	0.412	0.415	0.446	0.672	0.664
322	0.408	0.411	0.441	0.669	0.661
323	0.403	0.406	0.437	0.666	0.658
324	0.399	0.402	0.433	0.663	0.656
325	0.396	0.399	0.429	0.661	0.654
326	0.392	0.395	0.426	0.658	0.651
327	0.389	0.392	0.423	0.655	0.649
328	0.387	0.389	0.42	0.652	0.645
329	0.366	0.368	0.409	0.646	0.64
330	0.337	0.339	0.395	0.639	0.633
331	0.334	0.335	0.391	0.637	0.628
332	0.33	0.332	0.389	0.632	0.626
333	0.327	0.33	0.387	0.625	0.621
334	0.324	0.327	0.385	0.618	0.614
335	0.321	0.325	0.383	0.612	0.606
336	0.321	0.328	0.383	0.607	0.599
337	0.32	0.328	0.382	0.598	0.593
338	0.32	0.328	0.379	0.589	0.584
339	0.32	0.328	0.376	0.58	0.574
340	0.321	0.327	0.375	0.57	0.564
341	0.32	0.328	0.372	0.56	0.554
342	0.32	0.328	0.371	0.551	0.545

343	0.321	0.327	0.371	0.544	0.535
344	0.322	0.328	0.372	0.537	0.526
345	0.323	0.33	0.373	0.527	0.517
346	0.322	0.33	0.374	0.519	0.506
347	0.321	0.329	0.375	0.512	0.496
348	0.32	0.329	0.375	0.505	0.487
349	0.32	0.329	0.375	0.498	0.479
350	0.322	0.33	0.373	0.491	0.471
351	0.324	0.33	0.373	0.488	0.467
352	0.324	0.331	0.373	0.484	0.464
353	0.326	0.331	0.373	0.48	0.46
354	0.327	0.332	0.372	0.475	0.455
355	0.326	0.332	0.374	0.468	0.449
356	0.327	0.332	0.374	0.464	0.442
357	0.327	0.332	0.375	0.46	0.435
358	0.327	0.333	0.376	0.454	0.429
359	0.328	0.335	0.378	0.449	0.423
360	0.331	0.338	0.377	0.444	0.418
361	0.334	0.34	0.377	0.439	0.413
362	0.336	0.341	0.378	0.435	0.407
363	0.337	0.342	0.378	0.432	0.402
364	0.338	0.344	0.378	0.431	0.4
365	0.339	0.345	0.379	0.428	0.397
366	0.34	0.346	0.38	0.424	0.394
367	0.341	0.348	0.382	0.422	0.39
368	0.344	0.351	0.383	0.418	0.385
369	0.347	0.353	0.385	0.416	0.383
370	0.348	0.355	0.387	0.414	0.381
371	0.35	0.356	0.388	0.411	0.378
372	0.352	0.355	0.389	0.408	0.375
373	0.356	0.358	0.39	0.405	0.37
374	0.358	0.361	0.394	0.402	0.366
375	0.36	0.364	0.398	0.399	0.362
376	0.364	0.368	0.401	0.396	0.357
377	0.366	0.369	0.399	0.39	0.354
378	0.371	0.372	0.399	0.386	0.352
379	0.372	0.375	0.399	0.382	0.349
380	0.372	0.376	0.399	0.379	0.347
381	0.378	0.375	0.397	0.376	0.344
382	0.38	0.379	0.396	0.376	0.342
383	0.384	0.383	0.398	0.375	0.335
384	0.388	0.385	0.401	0.371	0.327
385	0.394	0.387	0.404	0.362	0.326
386	0.396	0.392	0.401	0.362	0.329
387	0.396	0.394	0.399	0.366	0.329
388	0.397	0.396	0.4	0.364	0.324
389	0.403	0.398	0.406	0.357	0.317
390	0.404	0.398	0.41	0.352	0.317
391	0.403	0.402	0.412	0.35	0.315

392	0.404	0.403	0.414	0.349	0.313
393	0.406	0.404	0.417	0.348	0.311
394	0.41	0.411	0.421	0.342	0.311
395	0.412	0.413	0.421	0.342	0.308
396	0.415	0.415	0.419	0.34	0.304
397	0.419	0.416	0.417	0.339	0.3
398	0.421	0.417	0.417	0.34	0.297
399	0.421	0.414	0.422	0.341	0.295
400	0.419	0.413	0.422	0.339	0.292
401	0.419	0.413	0.422	0.336	0.29
402	0.422	0.417	0.424	0.333	0.289
403	0.427	0.424	0.426	0.332	0.288
404	0.43	0.426	0.43	0.329	0.287
405	0.432	0.427	0.431	0.327	0.288
406	0.433	0.426	0.43	0.326	0.288
407	0.432	0.422	0.428	0.324	0.286
408	0.432	0.426	0.428	0.326	0.283
409	0.433	0.43	0.426	0.327	0.281
410	0.436	0.433	0.427	0.327	0.28
411	0.439	0.434	0.431	0.324	0.282
412	0.44	0.434	0.432	0.32	0.277
413	0.439	0.431	0.433	0.318	0.273
414	0.439	0.43	0.433	0.318	0.272
415	0.437	0.432	0.432	0.318	0.273
416	0.437	0.43	0.429	0.316	0.27
417	0.44	0.43	0.429	0.315	0.269
418	0.443	0.431	0.428	0.313	0.267
419	0.445	0.431	0.427	0.31	0.265
420	0.444	0.433	0.427	0.308	0.26
421	0.445	0.43	0.427	0.304	0.258
422	0.445	0.43	0.427	0.304	0.257
423	0.443	0.431	0.426	0.305	0.256
424	0.437	0.427	0.421	0.305	0.255
425	0.436	0.427	0.418	0.302	0.254
426	0.434	0.423	0.414	0.301	0.253
427	0.431	0.418	0.411	0.303	0.254
428	0.429	0.417	0.411	0.305	0.255
429	0.429	0.419	0.409	0.3	0.249
430	0.428	0.421	0.404	0.294	0.243
431	0.425	0.42	0.402	0.287	0.238
432	0.422	0.418	0.402	0.281	0.233
433	0.42	0.415	0.397	0.275	0.227
434	0.416	0.41	0.396	0.27	0.222
435	0.412	0.406	0.393	0.268	0.217
436	0.408	0.402	0.388	0.266	0.214
437	0.401	0.395	0.383	0.26	0.208
438	0.393	0.389	0.379	0.255	0.204
439	0.385	0.382	0.375	0.251	0.201
440	0.377	0.375	0.372	0.247	0.199

441	0.37	0.369	0.369	0.241	0.198
442	0.361	0.362	0.365	0.238	0.194
443	0.353	0.355	0.359	0.234	0.189
444	0.343	0.347	0.351	0.23	0.185
445	0.333	0.338	0.344	0.227	0.183
446	0.322	0.328	0.336	0.222	0.181
447	0.312	0.319	0.329	0.216	0.177
448	0.304	0.31	0.321	0.212	0.173
449	0.296	0.301	0.312	0.21	0.17
450	0.288	0.293	0.305	0.205	0.167
451	0.28	0.287	0.299	0.202	0.164
452	0.271	0.28	0.295	0.199	0.16
453	0.262	0.271	0.291	0.195	0.156
454	0.253	0.261	0.284	0.191	0.155
455	0.245	0.254	0.275	0.188	0.152
456	0.237	0.247	0.267	0.186	0.149
457	0.229	0.24	0.26	0.184	0.146
458	0.223	0.233	0.253	0.182	0.143
459	0.216	0.227	0.247	0.18	0.14
460	0.209	0.221	0.241	0.177	0.137
461	0.202	0.215	0.236	0.174	0.135
462	0.197	0.208	0.229	0.17	0.132
463	0.19	0.203	0.225	0.164	0.129
464	0.185	0.199	0.221	0.16	0.126
465	0.181	0.196	0.218	0.157	0.124
466	0.178	0.191	0.212	0.154	0.122
467	0.173	0.186	0.205	0.15	0.121
468	0.168	0.182	0.201	0.149	0.119
469	0.164	0.18	0.197	0.149	0.116
470	0.162	0.178	0.194	0.148	0.114
471	0.157	0.173	0.19	0.145	0.112
472	0.152	0.167	0.186	0.142	0.11
473	0.148	0.161	0.182	0.14	0.108
474	0.147	0.157	0.179	0.136	0.106
475	0.145	0.157	0.176	0.134	0.106
476	0.143	0.155	0.174	0.133	0.106
477	0.14	0.152	0.171	0.132	0.105
478	0.138	0.149	0.167	0.129	0.102
479	0.136	0.148	0.166	0.126	0.1
480	0.134	0.146	0.166	0.125	0.1
481	0.131	0.143	0.166	0.123	0.098
482	0.128	0.139	0.164	0.122	0.094
483	0.126	0.137	0.162	0.121	0.094
484	0.125	0.135	0.16	0.119	0.092
485	0.123	0.134	0.158	0.116	0.09
486	0.122	0.134	0.157	0.111	0.088
487	0.123	0.134	0.154	0.112	0.085
488	0.121	0.134	0.152	0.11	0.083
489	0.119	0.134	0.15	0.107	0.082

490	0.117	0.133	0.148	0.104	0.081
491	0.117	0.132	0.148	0.106	0.084
492	0.116	0.129	0.149	0.105	0.083
493	0.115	0.127	0.149	0.103	0.082
494	0.114	0.127	0.146	0.101	0.081
495	0.113	0.127	0.144	0.101	0.081
496	0.111	0.126	0.144	0.103	0.081
497	0.109	0.124	0.143	0.102	0.08
498	0.108	0.122	0.141	0.1	0.078
499	0.108	0.121	0.139	0.097	0.076
500	0.108	0.121	0.137	0.096	0.073
501	0.108	0.121	0.136	0.095	0.073
502	0.109	0.119	0.135	0.094	0.074
503	0.105	0.116	0.133	0.095	0.074
504	0.102	0.114	0.13	0.095	0.072
505	0.1	0.113	0.128	0.094	0.071
506	0.099	0.113	0.127	0.093	0.07
507	0.097	0.11	0.124	0.092	0.07
508	0.097	0.108	0.123	0.093	0.07
509	0.098	0.108	0.121	0.092	0.069
510	0.097	0.109	0.119	0.088	0.067
511	0.095	0.107	0.116	0.086	0.066
512	0.094	0.106	0.114	0.085	0.064
513	0.092	0.105	0.112	0.085	0.064
514	0.088	0.101	0.109	0.085	0.064
515	0.087	0.097	0.107	0.083	0.062
516	0.088	0.096	0.105	0.083	0.064
517	0.088	0.096	0.103	0.083	0.065
518	0.086	0.096	0.101	0.082	0.063
519	0.087	0.098	0.098	0.08	0.059
520	0.086	0.098	0.096	0.08	0.059
521	0.083	0.096	0.095	0.079	0.059
522	0.082	0.093	0.093	0.078	0.058
523	0.083	0.091	0.091	0.078	0.059
524	0.082	0.088	0.09	0.078	0.057
525	0.081	0.088	0.088	0.078	0.057
526	0.079	0.088	0.088	0.077	0.057
527	0.076	0.087	0.087	0.072	0.056
528	0.074	0.084	0.085	0.072	0.056
529	0.073	0.083	0.083	0.074	0.057
530	0.073	0.084	0.08	0.076	0.058
531	0.073	0.084	0.078	0.073	0.057
532	0.071	0.081	0.078	0.069	0.055
533	0.071	0.079	0.077	0.068	0.053
534	0.072	0.078	0.075	0.07	0.052
535	0.072	0.079	0.075	0.071	0.053
536	0.069	0.076	0.075	0.069	0.051
537	0.066	0.075	0.073	0.068	0.049
538	0.063	0.074	0.072	0.066	0.047

MILIK
 PERPUSTAKAAN
 UNIVERSITAS ANDALAS

539	0.06	0.072	0.074	0.066	0.047
540	0.06	0.07	0.069	0.066	0.048
541	0.061	0.068	0.068	0.064	0.047
542	0.062	0.067	0.068	0.061	0.045
543	0.06	0.068	0.063	0.059	0.043
544	0.058	0.068	0.061	0.063	0.045
545	0.056	0.066	0.061	0.062	0.044
546	0.052	0.063	0.06	0.059	0.042
547	0.051	0.062	0.058	0.058	0.039
548	0.051	0.059	0.057	0.059	0.039
549	0.051	0.057	0.056	0.058	0.04
550	0.05	0.057	0.056	0.056	0.041
551	0.05	0.057	0.058	0.053	0.041
552	0.05	0.057	0.056	0.054	0.037
553	0.049	0.057	0.056	0.055	0.038
554	0.047	0.057	0.055	0.056	0.041
555	0.046	0.055	0.05	0.056	0.043
556	0.043	0.054	0.049	0.059	0.041
557	0.042	0.05	0.048	0.056	0.04
558	0.041	0.047	0.048	0.05	0.039
559	0.043	0.049	0.055	0.045	0.039
560	0.042	0.047	0.055	0.051	0.04
561	0.042	0.046	0.052	0.054	0.04
562	0.042	0.046	0.048	0.056	0.039
563	0.039	0.044	0.047	0.058	0.042
564	0.036	0.041	0.04	0.057	0.043
565	0.034	0.041	0.035	0.057	0.041
566	0.034	0.041	0.033	0.057	0.038
567	0.035	0.037	0.033	0.054	0.036
568	0.034	0.035	0.029	0.046	0.034
569	0.036	0.037	0.028	0.043	0.031
570	0.037	0.04	0.03	0.043	0.029
571	0.03	0.038	0.035	0.047	0.029
572	0.033	0.035	0.04	0.044	0.029
573	0.034	0.036	0.035	0.04	0.03
574	0.036	0.04	0.027	0.038	0.03
575	0.043	0.045	0.029	0.039	0.023
576	0.035	0.039	0.028	0.041	0.029
577	0.031	0.035	0.027	0.041	0.032
578	0.027	0.032	0.028	0.041	0.031
579	0.023	0.028	0.034	0.043	0.024
580	0.017	0.024	0.029	0.041	0.019
581	0.016	0.022	0.025	0.039	0.023
582	0.018	0.021	0.023	0.038	0.031
583	0.021	0.021	0.021	0.041	0.036
584	0.022	0.025	0.016	0.039	0.028
585	0.025	0.028	0.012	0.038	0.024
586	0.026	0.03	0.01	0.036	0.025
587	0.022	0.027	0.012	0.035	0.031

588	0.025	0.031	0.013	0.038	0.029
589	0.023	0.03	0.013	0.039	0.024
590	0.02	0.028	0.013	0.039	0.02
591	0.021	0.028	0.016	0.038	0.026
592	0.02	0.027	0.016	0.038	0.031
593	0.019	0.024	0.018	0.038	0.029
594	0.017	0.022	0.019	0.037	0.024
595	0.01	0.018	0.018	0.034	0.018
596	0.011	0.018	0.021	0.031	0.025
597	0.01	0.016	0.023	0.034	0.027
598	0.011	0.015	0.023	0.036	0.025
599	0.014	0.018	0.019	0.034	0.024
600	0.012	0.017	0.02	0.034	0.023

