



**ANALISA PEWARNA PADA MINUMAN DENGAN MENGGUNAKAN
KAMERA DIGITAL**

SKRIPSI

Oleh :
Nurul Fatkhiyah
NIM. 071810301083

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013



**ANALISA PEWARNA PADA MINUMAN DENGAN MENGGUNAKAN
KAMERA DIGITAL**

SKRIPSI

**Oleh :
Nurul Fatkhiyah
NIM. 071810301083**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT, tugas akhir/skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Abi Achmad Fathoni dan Umi Farida terima kasih atas kasih sayang, doa, nasehat-nasehat dan dukungan yang telah diberikan hingga kini telah mempunyai kehidupan yang mandiri dan terima kasih atas motivasinya serta semua yang telah diberikan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Kakak-kakakku yang saya cintai Aini Fitri dan Jauhari Thantowi serta iparku Sukamto dan Dwi Fenti Mardhatillah yang senantiasa sabar selalu memberi masukan, menjadi teman canda dan terima kasih atas semangatnya, semoga menjadi keluarga yang barakah dan untuk mbakku yang saya cintai pula mb Wardatul Jannah, jangan patah semangat, Allah berada dibelakang kita untuk senantiasa memberikan pertolongan-Nya.
3. Sahabat perjuangan sejati di yang senantiasa memberikan doa, dukungan spiritual dan semangatnya yang telah mengisi hari-hari dengan keimanan.
4. Ustadzah yang telah membina dengan penuh kesabaran, optimisme dan segenap tanggungjawab hingga sekarang membuat hidup ini lebih hidup karena Islam Ideologis.
5. Muhamad Kahfi Al-farisi, Ahkam Maulana Akbar, Azka Firdaus, dan Muhamad Darwis Thantowi terima kasih telah menjadi penghibur yang tiada henti dengan tingkah kalian yang lucu. Semoga menjadi anak yang mampu membawa orang tua dan keluargamu ke syurga dengan bekal ilmu yang kaffah
6. Keluarga besar di Banyuwangi.
7. Almamater Jurusan Kimia FMIPA.

MOTTO

“Allah meninggikan orang-orang yang berilmu diantara kamu dan orang – orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat...”
(Terjemahan Al-Qur’an Surat Al Mujaadillah: 11)*)

“Muslim itu melihat apa yang dia yakini, tidak meyakini apa yang dia lihat”
(Muhammad Al Fatih)**)

“Sesungguhnya perjuangan itu hanya dipikirkan oleh orang-orang yang cerdas, dilakukan oleh orang-orang yang ikhlas dan dimenangkan oleh orang-orang yang benar”
(Anonim)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al Qur’an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

***) Felix Y. Siau. 2011. Muhammad Al-Fatih 1453. Bogor: Khilafah Press

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurul Fatkhiyah

NIM : 071810301083

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisa Pewarna pada Minuman dengan Menggunakan Kamera Digital”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Februari 2013

Yang menyatakan,

Nurul Fatkhiyah

NIM 071810301083



**ANALISA PEWARNA PADA MINUMAN DENGAN MENGGUNAKAN
KAMERA DIGITAL**

SKRIPSI

Oleh :

**Nurul Fatkhiyah
NIM. 071810301083**

**Dosen Pembimbing Umum : Ir. Neran M.Kes
Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisa Pewarna pada Minuman dengan Menggunakan Kamera Digital” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : FMIPA Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua (Dosen Pembimbing Utama), Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota),

(Ir. Neran M.Kes)
NIP 194808071974121003

(Drs. Siswoyo, M.Sc.,Ph.D.)
NIP 196605291993031003

Dosen Penguji I

Dosen Penguji 2

(Tri Mulyono SSi., M.Si.)
NIP 196810201998021002

(Asnawati SSi., M.Si.)
NIP 196808141999032001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Minuman sirup yang beredar di lingkungan sekolah, menjadikan wali murid resah. 18 propinsi pada tahun 2008 di Indonesia, 10,45 % mengandung rhodamin B, methanil yellow dan amaranth. Pewarna sintetik apabila digunakan secara berlebihan dapat menyebabkan toksitas pada tubuh penggunanya, pada anak-anak dapat berisiko hiperaktif, mual, asma, pusing, pingsan bahkan kanker. Melihat hal tersebut, pemerintah berupaya untuk mengatasinya dengan diberlakukan undang-undang dan penerjunan BPOM untuk menganalisa dan menguji minuman yang ada di pasaran. Pewarna dapat dianalisa secara kualitatif maupun kuantitatif, secara kuantitatif pada umumnya menggunakan metode spektrofotometri *visible* dan *testtrip*. Namun karena kurangnya efisiensi analisa dan sesuai perkembangan teknologi, telah ditemukan analisa dengan metode *object recognition* dengan memanfaatkan kamera sebagai detektor. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan kamera sebagai detektor untuk analisa sampel.

Metode *object recognition* prinsipnya mirip dengan spektrofotometri reflektan. Pada spektrofotometri reflektan, benda apabila terkena cahaya memiliki kemampuan untuk menyerap, meneruskan, menghamburkan atau memantulkan cahaya. Kamera sebagai detektor akan menangkap cahaya yang tidak diserap oleh suatu benda yang disimpan dalam *memory*, hasil foto kemudian dikonversikan ke dalam digital yaitu dalam bentuk angka mulai dari 0-255. Bernilai 0 jika cahaya yang ditangkap kamera adalah gelap (hitam) dan 255 jika cahaya terang (putih).

Larutan uji yaitu berupa sirup yang memiliki komposisi gula, asam sitrat dan pewarna. Pertama, penyiapan larutan asam sitrat, larutan gula dan larutan pewarna (dalam beberapa konsentrasi), kemudian pembuatan sirup yaitu dengan cara memanaskan 80 ml larutan gula dalam wadah tertutup dan dalam suhu 60°C (suhu hangat) selama 2 menit, kemudian ditambahkan 10 ml larutan asam sitrat kemudian dihomogenkan setelah itu dipanaskan kembali selama 2 menit dengan suhu 60°C. Setelah 2 menit ditambahkan larutan pewarna sebanyak 20 ml dan

setelah itu dihomogenkan, kemudian dipanaskan kembali selama 1 menit pada suhu 60°C, pengambilan objek dilakukan setelah sirup dingin.

Pengambilan gambar dilakukan dalam dua metode, yaitu reflektansi dengan sudut pengambilan objek terhadap sumber cahaya 90° dan transmitansi dengan sudut pengambilan objek terhadap sumber cahaya 180°. Foto yang telah diperoleh kemudian dikonversikan menggunakan *software* Matrik, yaitu berupa nilai digital yang kemudian dianalisa secara matematis, sehingga mendapatkan nilai absorbans. Nilai absorbans kemudian diplotkan dengan konsentrasi, sehingga diperoleh nilai regresi. Analisa yang dilakukan peneliti yaitu pada konsentrasi 0,02 g/ml; 0,04 g/ml; 0,06 g/ml dan 0,08 g/ml.

Pada sirup yang menggunakan pewarna hijau yang secara reflektansi gambar yang dikonversikan berupa gambar penuh dan gambar yang telah *dicropping*, pada konversi gambar penuh maupun setelah *dicropping*, diperoleh hasil yang sama yaitu grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa absorbans merah memiliki nilai absorbans paling tinggi dibandingkan absorbans biru, sementara absorbans hijau memiliki nilai paling rendah. Absorbans merah menunjukkan bahwa pada sirup yang berwarna hijau memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya merah dan absorbans hijau menunjukkan bahwa pada sirup memiliki kemampuan untuk memantulkan cahaya hijau. Sehingga absorbans merah memiliki nilai yang paling tinggi. Pada sirup yang menggunakan pewarna kuning, grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa absorbans biru memiliki nilai paling tinggi dibandingkan absorbans hijau, absorbans merah. Absorbans biru menunjukkan bahwa pada sirup yang berwarna kuning memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya biru dan absorbans hijau dan merah menunjukkan bahwa pada sirup memiliki kemampuan untuk memantulkan cahaya hijau dan merah. Pada metode RGB, warna kuning merupakan warna sekunder dari warna hijau dan merah. Sehingga absorbans biru memiliki nilai yang paling tinggi. Konversi gambar secara penuh dan setelah *dicropping* diperoleh hasil yang sama, yang membedakan adalah besarnya nilai absorbans. Nilai absorbans pada gambar *cropping* bagian atas, memiliki nilai yang paling besar dibandingkan gambar yang *dicropping* pada bagian tengah maupun bawah. Nilai absorbans memiliki

hubungan dengan konsentrasi, yaitu semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar nilai absorbans.

Transmitansi yang dilakukan pada sirup dengan menggunakan pewarna hijau dan kuning memiliki kesamaan yaitu, absorbans merah, hijau dan biru yang diperoleh memiliki selisih nilai yang kecil sehingga tampak bahwa tidak ada pemisahan antara ketiga garis tersebut. Hal ini dikarenakan pada metode transmitansi, cahaya yang diteruskan yaitu polikromatik dan ketika ditangkap oleh kamera, cahaya tidak mampu untuk dipisahkan, sehingga nilai digital yang diperoleh menunjukkan cahaya polikromatik yang tidak mampu difilter oleh kamera. Metode transmitansi ini tidak layak untuk digunakan analisa, sehingga dalam analisa sampel digunakan metode reflektansi. Aplikasi pada sampel, metode ini dapat menentukan konsentrasi sampel menggunakan pewarna makanan yaitu 0,013 g/ml; 0,031 g/ml; 0,046 g/ml; dan 0,076 g/ml, dan sampel menggunakan pewarna tekstil 0,007 g/ml; 0,029 g/ml; 0,051 g/ml; dan 0,070 g/ml.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir/Skripsi yang berjudul “Analisa Pewarna pada Minuman dengan Menggunakan” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Neran M.Kes selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Tri Mulyono SSi., M.Si, selaku Dosen penguji I, dan Asnawati SSi., M.Si, selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan kritikan bagi kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. Tri Mulyono SSi., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Maya selaku *partner* dalam penelitian, terima kasih atas bantuan, fasilitas dan kebersamaannya selama ini.
5. Teman-teman angkatan 2007 terima kasih atas kebersamannya selama kuliah.

Penulis menerima segenap saran dan kritik dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga karya tulis ini bermanfaat bagi kita semua.

Jember, 25 Februari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Warna	5
2.2 Zat Warna	6
2.2.1 Pewarna Alami.....	7
2.2.2 Pewarna Buatan.....	7
2.3 Analisis Kualitatif dan Kuantitatif	9
2.3.1 Interaksi Cahaya dengan Materi	9
2.3.2 Spektrofotometri Absorpsi.....	10
2.3.3 Spektrofotometri Reflektansi.....	14
2.4 Kamera Digital	16
2.5 Model Warna RGB	19

BAB 3. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3 Diagram Alir	23
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.3.1 Penyiapan Larutan.....	24
a. Pembuatan Larutan Asam Sitrat	24
b. Pembuatan Larutan Gula.....	24
c. Pembuatan Larutan Pewarna.....	24
3.3.2 Pembuatan Larutan Sirup.....	24
3.3.3 Pengambilan Gambar	25
3.3.4 Konversi Analog ke Digital	26
3.3.5 Pengolahan Data Digital	28
3.3.6 Akurasi dan Presisi.....	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
BAB 5. PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1	Warna serta panjang gelombang 05
Tabel 4.1	Hasil analisis persamaan regresi, sudut kemiringan dan pada konsentrasi 0,002-0,6 g/ml 32
Tabel 4.2	konversi dari foto ke digital pada sirup pada sampel menggunakan pewarna hijau makanan dan tekstil secara reflektansi 48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Spektrum warna..... 5
Gambar 2.2	Skema instrument fotometer filter tunggal 11
Gambar 2.3	Instrument spektrofotometer uv-vis..... 11
Gambar 2.4	Cahaya mengenai materi..... 12
Gambar 2.5	Perbedaan reflektansi..... 15
Gambar 2.6	Mekanisme kerja kamera..... 18
Gambar 2.7	Filter bayer..... 19
Gambar 2.8	Matrik citra digital..... 20
Gambar 3.1	Alat peraga reflektansi..... 25
Gambar 3.2	Alat peraga transmitansi..... 25
Gambar 3.3	Toolbar software matrik..... 26
Gambar 3.4	Penggunaan software matrik..... 27
Gambar 3.5	Tahap akhir penggunaan software matrik..... 27
Gambar 3.6	Mekanisme foto yang dicropping..... 28
Gambar 3.8	Hasil dari konversi analog ke digital..... 28
Gambar 4.1	Ilustrsi reflektan pada komputer..... 30
Gambar 4.2	Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0.002-0.6 g/ml secara reflektansi..... 31
Gambar 4.3	Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0.002-0.01 g/ml secara reflektansi..... 31
Gambar 4.4	Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0.01- 0.08 g/ml secara reflektansi..... 32
Gambar 4.5	Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0.1- 0.6 g/ml secara reflektansi..... 32
Gambar 4.6	Hasil gambar reflektansi dan transmitansi pada pewarna hijau..... 34
Gambar 4.7	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami hijau secara reflektansi..... 34

Gambar 4.8	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami hijau secara transmitansi.....	35
Gambar 4.9	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna makanan hijau secara reflektansi.....	36
Gambar 4.10	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna makanan hijau secara transmitansi.....	36
Gambar 4.11	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil hijau secara reflektansi.....	38
Gambar 4.12	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil hijau secara transmitansi.....	38
Gambar 4.13	Hasil gambar reflektansi dan transmitansi pada pewarna kuning.....	39
Gambar 4.14	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami kuning secara reflektansi.....	40
Gambar 4.15	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami kuning secara transmitansi.....	40
Gambar 4.16	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna makanan kuning secara reflektansi.....	41
Gambar 4.17	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna makanan kuning secara transmitansi.....	42
Gambar 4.18	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil kuning secara reflektansi.....	43
Gambar 4.19	Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil kuning secara transmitansi.....	43
Gambar 4.20	Hasil gambar <i>cropping</i> atas, tengah dan bawah	45
Gambar 4.21	Grafik hasil analisis absorbans dengan gambar <i>cropping</i> bagian atas.....	46
Gambar 4.22	Grafik hasil analisis absorbans dengan gambar <i>cropping</i> bagian tengah.....	46
Gambar 4.23	Grafik hasil analisis absorbans dengan gambar <i>cropping</i> bagian bawah.....	47

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Maraknya aneka minuman sirup yang beredar di lingkungan sekolah, nampaknya mulai menjadi keresahan di kalangan orang tua murid. Hal ini disebabkan Kabid Ketahanan Pangan Dewan Ketahanan Pangan telah mendapatkan beberapa jenis minuman berbahaya yang mengandung pewarna tekstil. 18 propinsi pada tahun 2008 diantaranya Jakarta, Surabaya, Semarang, Bandar Lampung, Denpasar, dan Padang terhadap 861 contoh makanan menunjukkan bahwa 39,95% (344 contoh) tidak memenuhi syarat keamanan pangan. Dari total sampel itu, 10,45 % mengandung pewarna yang dilarang, yakni rhodamin B, methanil yellow dan amaranth (Nurdwiyanti, 2008).

Penambahan pewarna sintetik secara berlebihan dapat menyebabkan toksitas pada tubuh penggunaannya. Pada bulan November 2007, sebuah hasil penelitian yang diterbitkan di jurnal medis terkemuka *Lancet* mengungkapkan bahwa beberapa zat pewarna makanan meningkatkan tingkat hiperaktivitas anak-anak usia 3-9 tahun. Anak-anak yang mengkonsumsi makanan yang mengandung pewarna buatan selama bertahun-tahun lebih berisiko menunjukkan tanda-tanda hiperaktif. Selain risiko hiperaktif, sekelompok sangat kecil dari populasi anak (sekitar 0,1%) juga mengalami efek samping lain seperti: ruam, mual, asma, pusing dan pingsan (*Anonymous*, 2010).

Banyak upaya pemerintah untuk mengatasi permasalahan tersebut di antaranya adanya Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/Menkes/Per/IX/88 mengenai daftar bahan pewarna sintetik yang dilarang dan diijinkan dalam pemakaiannya, serta adanya kontrol BPOM dengan melakukan pengawasan serta uji berbagai macam minuman. Hal tersebut tidak membuat para pedagang menghentikan penggunaan bahan pewarna sintetik tersebut. Faktanya, setelah diadakan survei dan uji laboratorium, BPOM kerap kali menemukan minuman yang mengandung bahan pewarna sintetik yang tidak diijinkan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/Menkes/Per/IX/88.

Banyak cara untuk dapat menganalisa kandungan pewarna sintetik pada makanan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Secara kualitatif telah banyak diketahui masyarakat yaitu dari penampilan fisik yang memiliki warna lebih cerah, lebih stabil dalam penyimpanan, dan harganya lebih murah (Anonymous, 2011). Analisa secara kualitatif tidak cukup memenuhi kepuasan konsumen karena pada dasarnya penggunaan pewarna sintetik ini boleh dipakai tapi harus memiliki konsentrasi kurang dari 300 ppm (Lisdiana, 1998). Analisa secara kuantitatif perlu dilakukan dan pada umumnya menggunakan metode spektrofotometri *visible* dan *test trip*.

Metode spektrofotometri *visible* ini merupakan metode analisa kuantitatif yang menggunakan spektrofotometer *visible* yang analitnya berupa larutan berwarna dengan panjang gelombang tertentu. Meskipun penggunaan metode ini menghasilkan hasil yang akurat, namun dalam analisisnya relatif lama karena dibutuhkan preparasi bahan yang membutuhkan waktu lama. Metode *test trip* merupakan metode analisa kuantitatif yang menggunakan kesensitivitas alat terhadap suatu zat yang di analisa. Metode ini menghasilkan hasil yang akurat dan cepat, namun tidak efisien karena alat yang digunakan hanya memiliki kesensitivitas pada satu macam zat sehingga apabila terdapat beberapa zat yang akan dianalisa, maka dibutuhkan banyak *test trip*.

Perkembangan teknologi informasi saat ini berkembang sangat pesat. Hal ini di ikuti pula dengan banyaknya penelitian-penelitian baru dalam bidang tersebut, diantaranya adalah yang berkaitan dengan *object recognition* (pengenalan objek). Aplikasi *object recognition* ini menggunakan kamera digital. Kamera ini mengambil gambar yang kemudian gambar tersebut dicitrakan untuk memperoleh nilai RGB. Nilai RGB tersebut merupakan kuantitas senyawa yang ada dalam larutan karena pada dasarnya, variasi warna suatu sistem berubah dengan berubahnya konsentrasi suatu komponen.

Kemampuan kamera digital sebagai detektor ini prinsipnya merupakan turunan dari metode analisa kolorimetri. Warna yang direkam adalah warna komplementer. Spektrofotometri serapan merupakan pengukuran suatu interaksi antara radiasi elektromagnetik dan molekul atau atom dari suatu zat kimia.

Pengukuran spektrofotometri di dalam daerah cahaya tampak awal disebut kolorimetri (Ditjen POM, 1995).

Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini dipilih judul “Analisa Pewarna pada Minuman dengan Menggunakan Kamera Digital”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan diatas, maka penelitian ini dapat dirumuskan, yaitu bagaimana kamera digital menghasilkan nilai yang akurat dan presisi dalam analisa zat warna pada minuman sirup?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan merupakan suatu acuan yang sangat dibutuhkan dalam melakukan suatu penelitian. Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menentukan nilai RGB dari zat warna pada minuman sirup dari gambar menggunakan kamera digital.
2. Menentukan nilai akurasi hasil analisa zat warna dengan menggunakan kamera digital.
3. Menentukan jenis dan konsentrasi zat warna menggunakan kamera digital.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan terutama kontribusi terhadap masyarakat.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dan masukan demi pengembangan ilmu pengetahuan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan ruang lingkup penelitian yang tidak menjadi suatu permasalahan dalam penelitian. Penelitian ini, batasan masalahnya adalah :

1. Kamera yang digunakan adalah kamera saku Sony tipe N50 dengan 14,1 *Megapixels* dan 26 mm *wide-angle*.

2. Laptop yang digunakan adalah notebook A*Note, tipe C-8416, processor 540 Intel Celeron, OS Windows XP
3. Metode warna yang digunakan adalah RGB menggunakan *software* Matrik.
4. Zat warna yang dipakai adalah zat warna kuning dari kurkumin, bahan tambahan makanan warna kuning (*Red Bell*), dan pewarna tekstil warna kuning (Cap Gajah) dan zat warna hijau dari daun pandan suji, bahan tambahan makanan warna hijau (*Red Bell*), dan pewarna tekstil warna hijau (Cap Gajah).
5. Gelas yang digunakan adalah gelas benedict yang memiliki diameter 2.7 cm dengan ketebalan 0,1 mm untuk reflektansi dan tabung reaksi berdiameter 1.2 cm dengan ketebalan 0.1 untuk transmitansi.
6. Lampu yang digunakan adalah lampu yang memiliki cahaya warna putih jenis LED.
7. Komposisi minuman sirup yaitu air, gula dan asam sitrat.

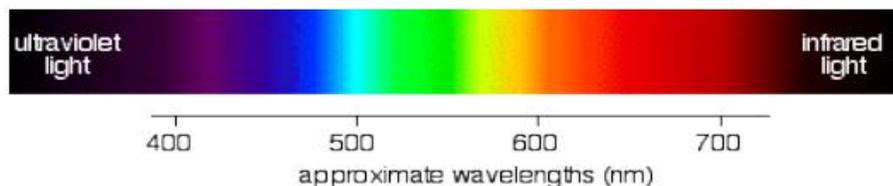
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Warna

Warna adalah salah satu kriteria untuk mengidentifikasi suatu objek. Pada analisis spektrokimia, spektrum radiasi elektromagnetik digunakan untuk menganalisis spesies kimia dan menelaah interaksinya dengan radiasi elektromagnetik (Khopkar, 1990).

Warna disebabkan oleh pembentukan suatu senyawa berwarna dengan ditambahkan reagensia yang tepat, atau warna itu dapat melekat dalam penyusunan yang diinginkan itu sendiri. Intensitas warna kemudian dapat dibandingkan dengan yang diperoleh melihat kuantitas yang diketahui dari zat itu dengan cara yang sama (Basset, 1994).

Warna yang terlihat diinterpretasikan dalam bentuk spektrum warna atau spektrum sinar tampak.



Gambar 2.1 Spektrum Warna

(Sumber: <http://fitriyanamigumi.blogspot.com/2012/03/spektrum-cahaya-tampak.html>)

dan warna-warna utama dari spektrum sinar tampak pada tabel di bawah:

Tabel 2.1 warna serta panjang gelombangnya

Warna komplemen	Warna yg diserap	Panjang Gelombang (nm)
Hijau kuning	Ungu	380-435
Kuning	Biru	435-500
Merah	Hijau	520-565
Biru	Kuning	565-590
Hijau biru	Orange	590-625
Hijau	Merah	625-740

Kenyataannya, warna saling bercampur satu sama lain. Spektrum warna tidak hanya terbatas pada warna-warna yang dapat kita lihat. Mendapatkan panjang gelombang yang lebih pendek dari sinar ungu atau lebih panjang dari sinar merah sangat mungkin. Spektrum yang lebih lengkap, akan ditunjukkan ultra-unggu dan infra-merah, tetapi dapat diperlebar lagi hingga sinar-X dan gelombang radio, diantara sinar yang lain.

2.2 Zat warna

Zat warna adalah senyawa organik berwarna yang digunakan untuk memberi warna suatu objek. Terdapat banyak sekali senyawa organik berwarna saat ini, namun hanya beberapa saja yang sesuai untuk zat warna. Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serai zat organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain senyawa hidrokarbon aromatik dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa-senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen.

Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Kromofor berfungsi sebagai alat penangkap gelombang elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu. Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Kromofor digunakan untuk menyatakan gugus tak jenuh kovalen yang dapat menyebabkan transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ dalam daerah ultraviolet (Hardjono, 1991).

Zat pewarna dibagi menjadi dua kelompok yaitu *certified color* merupakan zat pewarna sintetik yang diijinkan penggunaannya dalam makanan dan minuman dan *uncertified color* adalah zat pewarna yang berasal dari bahan alami (Winarno, 2002).

1. Pewarna Alami (*Uncertified Color*)

Pewarna alami merupakan zat warna yang diperoleh berasal dari hewan dan tumbuh-tumbuhan seperti : caramel, coklat, daun suji, daun pandan dan kunyit.

Jenis-jenis pewarna alami tersebut antara lain :

- a. Klorofil, yaitu zat warna alami hijau yang umumnya terdapat pada daun, sehingga sering disebut zat warna hijau daun.
- b. Karotenoid, yaitu kelompok pigmen yang berwarna kuning, orange, merah orange, yang terlarut dalam lipid, berasal dari hewan maupun tanaman antara lain, lumut, tomat, cabe merah, wortel.
- c. *Anthosianin*, warna pigmen *anthosianin* merah, biru violet biasanya terdapat pada bunga, buah-buahan dan sayur-sayuran.

Zat pewarna yang termasuk dalam *uncertified color* ini adalah zat pewarna mineral, walaupun ada juga beberapa zat pewarna seperti β -karoten dan kantaxantin yang telah dapat dibuat secara sintetik. Penggunaan zat pewarna ini bebas dari prosedur sertifikasi dan termasuk daftar yang telah tetap. Satu-satunya zat pewarna *uncertified* yang penggunaannya masih bersifat sementara adalah *carbon black* (Winarno, 2002).

2. Pewarna Buatan (*Certified Color*)

Negara maju saat ini pada penggunaan suatu zat pewarna buatan harus melalui berbagai prosedur pengujian sebelum digunakan sebagai pewarna makanan dan minuman. Proses pembuatan zat warna sintesis biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang sering kali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun. Pembuatan zat pewarna organik sebelum mencapai produk akhir, harus melalui proses suatu senyawa dulu yang kadang-kadang berbahaya dan sering kali tertinggal dalam hasil akhir, atau terbentuk senyawa-senyawa baru yang berbahaya (Cahyadi, 2006).

Zat warna azo merupakan jenis zat warna sintesis yang cukup penting. Lebih dari 50% zat warna dalam daftar *color index* adalah jenis zat warna azo. Zat warna

azo mempunyai sistem kromofor dari gugus azo ($-N=N-$) yang berikatan dengan gugus aromatik. Lingkungan zat warna azo sangat luas, dari warna kuning, merah, jingga, biru AL (*Navy Blue*), violet dan hitam, hanya warna hijau yang sangat terbatas.

Ada dua macam yang tergolong *certified color* yaitu *dye* dan *lake*. Keduanya adalah zat pewarna buatan. Zat pewarna yang termasuk golongan *dye* telah melalui prosedur sertifikasi dan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh FDA. Zat pewarna *lake* yang hanya terdiri dari satu warna dasar, tidak merupakan warna campuran juga harus mendapat sertifikat (Winarno, 2002).

a. *Dye*

Dye adalah zat pewarna yang umumnya bersifat larut dalam air dan larutannya dapat mewarnai. Pelarut yang dapat digunakan selain air adalah propilenglikol, gliserin, atau alkohol. *Dye* dapat juga diberikan dalam bentuk kering apabila proses pengolahan produk tersebut ternyata menggunakan air.

Dye terdapat dalam bentuk bubuk, butiran, pasta, maupun cairan yang penggunaannya tergantung dari kondisi bahan, kondisi proses, dan zat pewarnanya sendiri (Winarno, 2002).

b. *Lake*

Zat pewarna ini merupakan gabungan dari zat warna (*dye*) dengan radikal basa (Al atau Ca) yang dilapisi dengan hidrat alumina atau $Al(OH)_3$. Lapisan alumina atau $Al(OH)_3$ ini tidak larut dalam air, sehingga *lake* ini tidak larut pada hampir semua pelarut. Sifatnya yang tidak larut dalam air menjadikan zat warna jenis ini digunakan untuk produk-produk yang tidak boleh terkena air. *Lake* sering kali lebih baik digunakan untuk produk-produk yang mengandung lemak dan minyak daripada *dye* karena tidak larut dalam lemak. (Winarno, 2002).

2.2 Analisis Kualitatif dan Kuantitatif

Kimia analitik dibagi menjadi dua bidang analisis yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif berhubungan dengan identifikasi zat-zat yang ada dalam suatu sampel sehingga kandungannya akan mudah untuk dikenali. Analisis kuantitatif berkaitan dengan penetapan berapa banyak suatu zat terkandung di dalam suatu sampel. Beberapa teknik analisis kuantitatif yang umum digunakan di dalam laboratorium antara lain: analisis gravimetri, titrasi, dan kolorimetri.

2.2.1 Interaksi Cahaya dengan Materi

Cahaya adalah suatu bentuk energi radiasi yang mempunyai sifat sebagai gelombang dan partikel. Sifatnya sebagai gelombang dapat dilihat dengan terjadinya pembiasan dan pemantulan cahaya oleh suatu medium, sedangkan sifatnya sebagai partikel dapat dilihat dengan terjadinya efek foto listrik. Beberapa parameter yang terlibat untuk menentukan sifat optik benda adalah reflektans (sifat pemantulan), absorbans (sifat penyerapan) dan transmitans (sifat penerusan). Adanya perubahan warna menyebabkan kemampuan penerusan dan pemantulan dari produk juga berubah. Variasi warna adalah bentuk variasi panjang gelombang radiasi elektromagnetik. Suatu bahan akan menyerap atau memantulkan sinar dengan berbagai panjang gelombang bergantung warnanya.

Teori gelombang cahaya menjelaskan banyak gejala optis, seperti pemantulan, pembiasan dan lenturan (difraksi). Masing-masing partikel memiliki energi yang karakteristiknya dihubungkan dengan frekuensi cahaya melalui persamaan

$$E = h\nu$$

dengan h adalah tetapan Plank, cahaya dengan frekuensi tertentu (panjang gelombang tertentu) dikaitkan dengan foton-foton yang masing-masing memiliki kuantitas energi yang terpastikan. Kuantitas yang di miliki foton inilah yang menetapkan apakah suatu

spesies molekul tertentu akan menyerap atau meneruskan cahaya dengan panjang gelombangnya.

Molekul memiliki energi yang dapat dibagi dalam tiga kelas. Pertama, molekul dapat mengelilingi sumbu dan memiliki kuantitas tertentu yaitu energi rotasi. Kedua, atom-atom atau gugus atom dalam molekul dapat bergetar atau bergerak secara berkala satu terhadap yang lain bolak-balik di sekitar posisi kesetimbangan, dengan memberikan energi getaran kepada molekul itu sehingga memiliki energi elektronik. Energi potensial dengan distribusi muatan listrik negatif (elektron) di sekitar inti atom yang bermuatan positif.

$$E_{inti} = E_{elektron} + E_{vibrasi} + E_{rotasi}$$

(Underwood, 1999)

Radiasi berinteraksi dengan spesies kimia, dapat memperoleh informasi mengenai spesies tersebut. Interaksi ini dapat berupa refleksi, refraksi, dan difraksi. Cara interaksi suatu sampel dapat dengan absorpsi, pemendaran (*luminanse*), emisi, dan penghamburan (*scattering*), tergantung pada sifat materi (Khopkar, 1990).

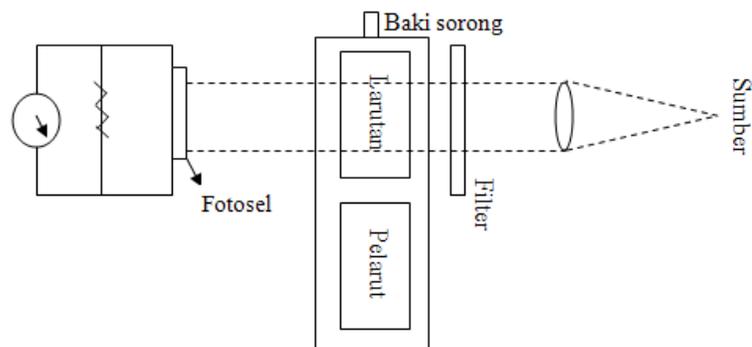
2.2.2 Spektrofotometri Absorpsi

Sebuah spektrofotometer optis adalah instrumen yang mempunyai sistem optis yang dapat menghasilkan sebaran (dispersi) radiasi elektromagnet yang masuk dan dapat dilakukan pengukuran kuantitas radiasi yang diteruskan pada panjang gelombang terpilih dari jangka spektral (Basset, 1994).

Absorpsi: suatu berkas radiasi elektromagnetik, bila dilewatkan melalui sampel kimia, sebagian akan terabsorpsi energi elektromagnetik ditransfer ke atom atau molekul dalam sampel, berarti partikel dipromosikan dari tingkat energi yang lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi, yaitu tereksitasi (Khopkar, 1990).

Kolorimetri adalah suatu teknik pengukuran cahaya yang diabsorpsi oleh zat berwarna baik warna yang terbentuk dari asalnya maupun akibat reaksi dengan zat lain. Pada kolorimetri visual, cahaya putih pada umumnya digunakan sebagai sumber

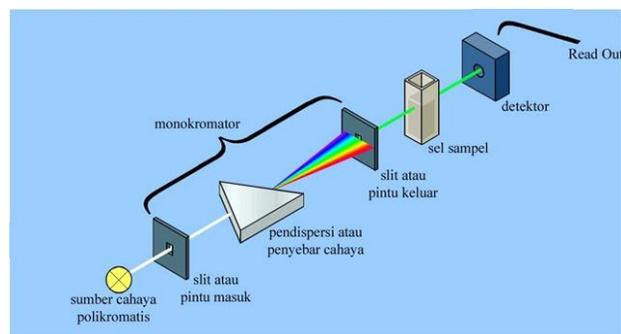
cahaya dan penentuan dilakukan dengan instrumen sederhana seperti kolorimeter visual. Apabila mau digantikan oleh sel fotolistrik, instrumen ini dinamakan kolorimeter fotolistrik, atau apabila digunakan cahaya dengan panjang gelombang tertentu, perlu ditambahkan filter sehingga kadang disebut fotometer filter (Basset, 1994). Berikut adalah instrumen dari fotometer filter tunggal



Gambar 2.2 Skema instrumentasi fotometer filter tunggal

Pengukuran absorpsi atau transmitansi dalam spektroskopi ultraviolet dan daerah tampak digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif spesies kimia. Absorbansi spesies ini berlangsung dalam dua tahap, yang pertama yaitu $M + h\nu = M^*$, merupakan eksitasi spesies akibat absorpsi foton ($h\nu$) dengan waktu hidup terbatas (10^{-8} - 10^{-9} detik). Tahap kedua adalah relaksasi dengan berubahnya M^* menjadi spesies baru dengan reaksi fotokimia. Absorpsi dalam daerah ultraviolet dan daerah tampak mengakibatkan eksitasi elektron ikatan (Khopkar, 1990).

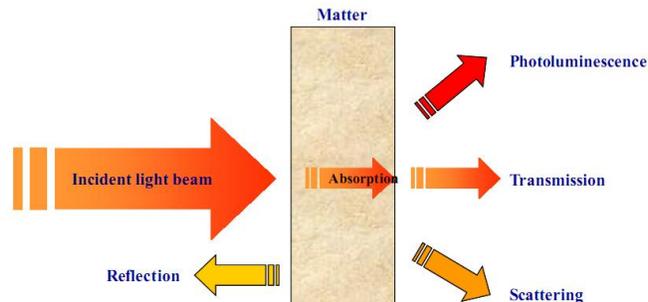
Berikut adalah instrumen spektrofotometer uv-vis



Gambar 2.3 Instrumentasi spektrofotometer uv-vis

(Sumber <http://wanibesak.wordpress.com/2011/07/04/pengertian-dasar-spektrofotometer-vis-uv-uv-vis/>)

Pada kolorimetri dan spektrofotometri, mengikuti hukum lambert beer yang dapat dilihat pada gambar dibawah



Gambar 2.4 Cahaya mengenai materi

(Sumber <http://www.chemistry.adelaide.edu.au/external/soc-rel/content/beerslaw.htm>)

Apabila cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari sinar masuk akan dipantulkan, sebagian diserap dalam medium itu, dan sisanya diteruskan. Intensitas sinar yang masuk dinyatakan oleh I_o , I_a intensitas sinar terserap, I_t intensitas diteruskan, I_r intensitas sinar terpantulkan, maka :

$$I_o = I_a + I_t + I_r$$

Antar muka udara-kaca sebagai akibat penggunaan sel kaca, dapatlah dinyatakan bahwa sekitar 4 persen cahaya masuk dipantulkan, I_r biasanya terhapus dengan penggunaan suatu control, seperti misalnya sel pembanding, jadi :

$$I_o = I_a + I_t$$

Dalam analisis spektrofotometri digunakan sumber radiasi yang menjorok ke dalam daerah ultraviolet spektrum itu. Spektrum ini dipilih panjang-panjang gelombang tertentu dengan lebar pita kurang dari 1 nm. Proses ini memerlukan penggunaan instrumen yang lebih rumit dan karenanya lebih mahal (Basset, 1994)

Hukum lambert ini menyatakan bahwa bila cahaya monokromatik melewati medium tembus cahaya, laju berkurangnya intensitas oleh bertambahnya ketebalan, berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Ini setara dengan menyatakan bahwa intensitas cahaya yang dipancarkan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya ketebalan medium yang menyerap atau dengan menyatakan bahwa

lapisan mana pun dari medium itu tebalnya sama akan menyerap cahaya masuk kepadanya dengan fraksi yang sama. Hukum ini dapat dinyatakan oleh persamaan diferensial :

$$-\frac{dI}{dl} = kI \quad (1)$$

dengan I ialah intensitas cahaya masuk dengan panjang gelombang, l ialah tebalnya medium, dan k faktor kesebandingan. Integral diatas dan mengambil I_0 untuk $I = I_0$ akan memperoleh :

$$\ln \frac{I_0}{I_t} = kI \quad (2)$$

atau dinyatakan dalam bentuk lain

$$I_t = I_0 e^{-kI} \quad (3)$$

dengan I_0 adalah intensitas cahaya masuk yang jatuh pada suatu medium penyerap yang tebalnya l . I_t ialah intensitas cahaya yang diteruskan, dan k suatu tetapan untuk panjang gelombang dan medium yang digunakan, dengan mengubah dasar logaritma akan diperoleh

$$I_t = I_0 \cdot 10^{-0,4343 kI} = I_0 \cdot 10^{-KI} \quad (4)$$

dengan $K = k/2,3026$, dan biasa disebut koefisien absorpsi. Koefisien absorpsi umumnya didenifikasikan sebagai kebalikan dari ketebalan (1 cm) yang diperlukan untuk mengurangi cahaya menjadi 1/10 intensitasnya. Ini diturunkan dari (4) karena :

$$I_t/I_0 = 0,1 = 10^{-KI} \quad \text{atau} \quad KI = 1 \quad \text{dan} \quad K = 1/I$$

angka banding I_t/I_0 adalah bagian dari cahaya masuk yang diteruskan oleh medium setebal l dan disebut transmisi T , kebalikan I_0/I_t adalah keburaman (opasitas). Dan absorbans A medium (dulu disebut rapat optis D atau ekstingsi E) diberikan oleh :

$$A = \log I_0/I_t \quad (5)$$

Medium dengan absorbans 1 untuk suatu panjang gelombang tertentu, meneruskan 10 persen cahaya masuk pada panjang gelombang tersebut.

Hukum beer sejauh ini telah dibahas absorpsi cahaya dan transmisi cahaya untuk cahaya monokromatik sebagai fungsi ketebalan lapisan penyerap saja. Tetapi dalam analisa kuantitatif orang terutama berurusan dengan larutan. Beer mengkaji

efek konsentrasi penyusun yang berwarna dalam larutan, terhadap transmisi dan konsentrasi seperti yang ditemukan Lambert antara transmisi dan ketebalan lapisan, yakni intensitas berkas cahaya monokromatik berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi zat penyerap secara linear. Ini dapat ditulis dalam bentuk: dengan c konsentrasi, k' dan K' tetapan. Penggabungan persamaan 4 dan 5 akan menghasilkan persamaan 6:

$$I_t = I_o \cdot e^{-k'c} = I_o \cdot 10^{-0,34k'c} = I_o \cdot 10^{-K'c} \quad (6)$$

Inilah persamaan fundamental dari kolorimetri dan spektrometri, dan sering disebut sebagai hukum Lambert-Beer.

Nampaknya terdapat hubungan antara Absorbans A , transmitans T , koefisien absorpsi molar, karena;

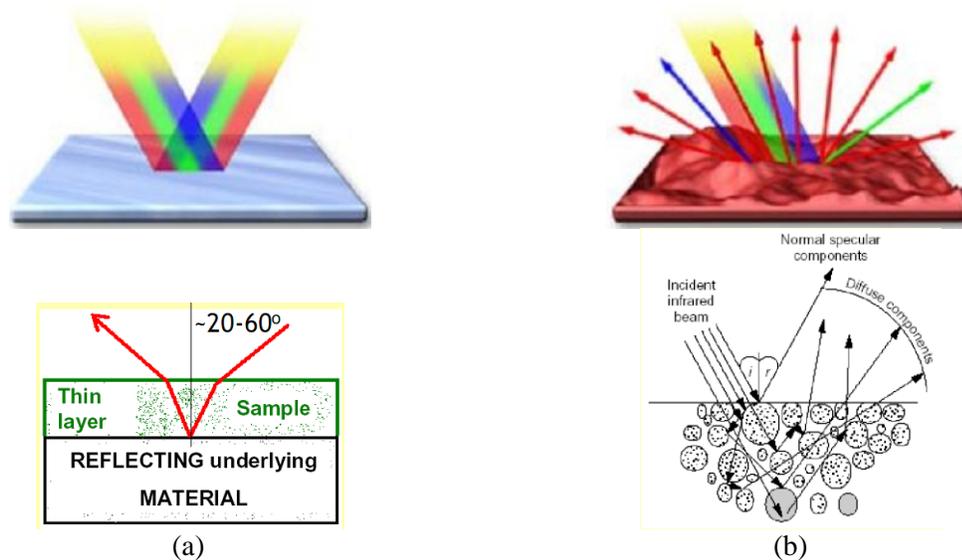
$$A = \epsilon cl = \log \frac{I_o}{I_t} = \log \frac{1}{T} = -\log T$$

Skala spektrofotometer seringkali dikalibrasi agar langsung menunjukkan absorbans, dan seringkali juga menunjukkan transmitans persentase. Dapatlah disebut bahwa untuk pengukuran kolorimetri I_o biasanya ditafsirkan sebagai intensitas cahaya yang diteruskan oleh pelarut murni, atau intensitas cahaya yang memasuki larutan: I_t intensitas yang keluar dari larutan, atau diteruskan oleh larutan itu (Basset, 1994).

2.2.3 Spektrofotometri Reflektan

Refleksi adalah pemantulan radiasi oleh permukaan benda tanpa mengalami perubahan panjang gelombang. Refleksi dapat terjadi pada sampel padat maupun cair. Reflektansi dapat terjadi secara :

- Spekular (regular) : cahaya yang dipantulkan dari permukaan halus (seperti cermin. Sudut datang sama dengan sudut refleksi.
- Difusi : cahaya yang dipantulkan dari permukaan kasar yang cenderung memantulkan cahaya ke segala arah. Sudut datang tidak sama dengan sudut pantul.



Gambar 2.5 Perbedaan reflektansi (a) secara spekulat dan (b) secara difusi
(Sumber: PDF Vladimír)

Setiap permukaan benda mengalami refleksi difusi dan spekulat. Sebagian besar permukaan lebih banyak mengalami refleksi spekulat, namun sebagian mengalami refleksi difusi.

Proses pada tingkat energi elektronik, terjadi beberapa proses yaitu proses absorpsi foton dan emisi foton. Suatu atom dan ion memiliki keadaan energi yang diskrit. Apabila terdapat energi foton yang datang pada suatu molekul, maka energi tersebut akan diserap oleh molekul dan digunakan untuk berotasi, bervibrasi atau bentuk lainnya. Proses penyerapan energi tersebut hanya terbatas untuk panjang gelombang tertentu yang energinya sesuai dengan karakterisasi vibrasinya, sehingga pada peristiwa absorpsi, molekul akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi.

Proses pada refleksi, terjadi dua proses yang berbeda, Pertama adalah pada jenis cermin atau refleksi spekulat, yang terjadi pada antarmuka dari medium tanpa adanya transmisi dan sudut cahaya sama dengan sudut refleksi. Jenis lainnya adalah refleksi menyebar, di mana radiasi yang menembus kemudian muncul kembali di permukaan sistem mengikuti absorpsi parsial hamburan multipel dalam sistem, dan rasio sudut datang tidak sama dengan sudut refleksi.

Reflektansi difusi tergantung pada komposisi sistem yang telah digunakan untuk menanalogikan dengan absorpsi cahaya. Teori ini yang paling sering digunakan untuk mengkorelasikan reflektansi dengan transmitansi dengan hamburan dan sifat absorpsi media mengikuti pendekatan dua-fluks dari Kubelka dan Munk. Model ini didasarkan pada dua fluks cahaya, Misalnya, dalam kasus sampel optik tebal, R_∞ adalah reflektans yang berkaitan dengan rasio K/S melalui fungsi Kubelka-Munk

$$F(R) = (1 - R_\infty)^2 / 2R_\infty = K/S = \epsilon c/S$$

refleksi dapat dinyatakan sebagai persentase (% R) relatif terhadap reflektans standar. Pada miniatur spektrometer optik S2000 (*ocean optic, inc*), persentase reflektans didefinisikan sebagai

$$\%R_\lambda = \left(\frac{S_\lambda - D_\lambda}{R_\lambda - D_\lambda} \right) \times 100\%$$

di mana S adalah intensitas sampel pada panjang gelombang λ , D adalah intensitas gelap di panjang gelombang λ , R adalah intensitas referensi pada panjang gelombang λ . dalam beberapa kondisi nilai refleksi diubah untuk membentuk mendekati nilai absorbans atau transmitans, didefinisikan oleh:

$$Absorbance = A_\lambda = \log \left[\frac{1}{R} \right]$$

dimana reflektans $R=I_s/I_r$ intensitas referensi I_r dan I_s adalah intensitas sampel. Absorbans nilai dalam spektrometer S2000 didefinisikan sebagai:

$$A_\lambda = -\log_{10} \left(\frac{S_\lambda - D_\lambda}{R_\lambda - D_\lambda} \right)$$

dalam penyerapan percobaan berikut sifat refleksi yang dihasilkan dari interaksi antara nitrogen dioksida dan reagen kolorimetri akan diselidiki (Siswoyo).

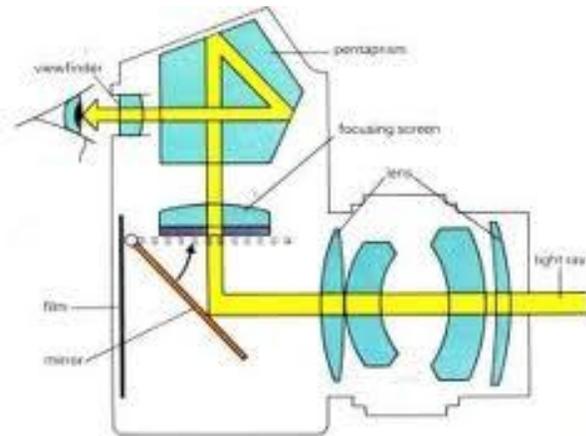
2.4 Kamera Digital

Karya al-Haitham yang paling monumental. Penemuan yang sangat inspiratif itu berhasil dilakukan al-Haitham bersama Kamaluddin al-Farisi. Keduanya berhasil meneliti dan merekam fenomena kamera *obscura*. Penemuan itu berawal ketika

keduanya mempelajari gerhana matahari. Fenomena gerhana ini, mengajak Al-Haitham untuk membuat lubang kecil pada dinding yang memungkinkan citra matahari semi nyata diproyeksikan melalui permukaan datar (Republika, 2009).

Kamera adalah alat menangkap cahaya yang tidak diserap oleh benda yang memiliki prinsip kerja sebagai berikut :

1. Lensa menangkap gambar (berupa cahaya yang tidak diserap oleh benda/materi)
2. Gambar yang ditangkap oleh lensa, dilewatkan pada filter warna yang kemudian akan ditangkap oleh CCD atau sensor gambar. Tugas CCD adalah merubah sinyal analog (gambar yang ditangkap oleh lensa) menjadi sinyal listrik. Pada CCD ini terdapat jutaan titik sensor yang dikenal dengan *pixel*. Jadi istilah *pixel* atau *megapixel* pada kamera digital sebenarnya mengacu pada jumlah titik pada sensor ini. Semakin kecil sensor dan semakin banyak titik sensornya, maka akan semakin halus dan semakin tinggi resolusi gambar yang dihasilkan.
3. Gambar yang ditangkap oleh sensor CCD diteruskan ke bagian pemroses gambar yang tugasnya memproses semua data dari sensor CCD menjadi data digital berupa file format gambar, serta melakukan proses kompresi sesuai format gambar yang dipilih (RAW, JPEG, dan sebagainya). Pada bagian ini selain *chipset* yang berperan, *software (firmware)* dari kamera yang bersangkutan juga menentukan hasil akhir gambar. Kedua bagian inilah yang akan menentukan karakter dari kamera digital tersebut. Itulah sebabnya, setiap kamera memiliki *software* dan *chipset* sendiri-sendiri.
4. Proses yang terakhir adalah mengirimkan hasil file gambar dalam format yang dipilih ke bagian penyimpanan (*storage*) atau *memory card*. Biasanya, *memory card* berupa SD, CF dan sebagainya.
5. Tahapan selanjutnya adalah proses yang dilakukan di luar kamera. Namun pada kamera digital modern, masih menyediakan opsi pencetakan langsung yang disebut *PictBridge*, *ExifPrint* dan sebagainya.



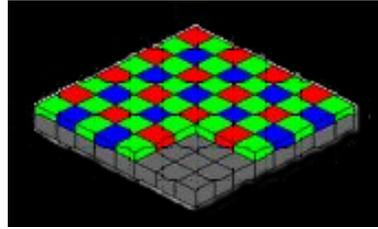
Gambar 2.6 Mekanisme kerja kamera

(Sumber: <http://kupotretkau.blogspot.com/2010/08/mengenai-kamera-slrdslr.html>)

Sensor kamera hanya mengubah besaran cahaya menjadi besaran tegangan, sebenarnya hanya mengenali informasi terang gelap saja (atau bisa disebut dengan *grayscale*). Informasi warna dari obyek yang difoto agar bisa ditangkap, maka sensor kamera digital perlu dilengkapi dengan sebuah filter warna dengan pola warna dasar RGB (merah, hijau dan biru). Kombinasi dari tiga warna dasar ini bisa menghasilkan banyak warna berkat teknik interpolasi yang dilakukan di dalam kamera (Zou, 2011)

Dalam fotografi, *color filter array* (CFA), atau mosaik filter warna (CFM), merupakan sebuah mosaik filter warna kecil ditempatkan di atas sensor *pixel* dari sensor gambar untuk menangkap informasi warna.

Filter warna diperlukan karena sensor foto mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang spesifisitas yang sedikit atau bahkan tidak ada, dan karena itu tidak dapat memisahkan informasi warna. Filter warna menyaring cahaya dengan rentang panjang gelombang, sehingga intensitas disaring terpisah meliputi informasi tentang warna cahaya. Sebagai contoh, *filter bayer* (tampak pada gambar 2.7 memberikan informasi mengenai intensitas cahaya merah, hijau, dan (RGB) biru daerah panjang gelombang. Data gambar mentah ditangkap oleh sensor gambar ini kemudian diubah menjadi gambar penuh warna (dengan intensitas dari ketiga warna primer diwakili pada setiap *pixel*) oleh algoritma *demosaiicing* yang disesuaikan untuk setiap jenis filter warna



Gambar 2.7 Filter bayer

(Sumber: <http://carakerja-pengertian.blogspot.com/2011/03/cara-kerja-pengertian-kamera-digital.html>)

(Wikipedia, 2013)

2.5 Model Warna RGB

Citra analog tidak bisa diproses langsung oleh komputer. Citra analog harus diubah menjadi citra digital (pencitraan) agar komputer bisa memprosesnya. Proses mengubah citra analog menjadi citra digital disebut digitalisasi citra. Ada dua hal yang harus dilakukan pada digitalisasi citra, yaitu digitalisasi spasial yang disebut juga sebagai sampling dan digitalisasi intensitas yang sering disebut sebagai kuantisasi. Citra yang dihasilkan dari peralatan digital (citra digital) langsung bisa diproses oleh komputer karena di dalam peralatan digital sudah terdapat sistem sampling dan kuantisasi, sedangkan peralatan analog tidak dilengkapi kedua sistem tersebut. Kedua sistem inilah yang bertugas memotong-motong citra menjadi x kolom dan y baris (proses sampling), sekaligus menentukan besar intensitas yang terdapat pada titik tersebut (proses kuantisasi) sehingga menghasilkan resolusi citra yang diinginkan.

RGB adalah suatu model warna yang terdiri dari merah, hijau, dan biru, digabungkan dalam membentuk suatu susunan warna yang luas. Setiap warna dasar, misalnya merah, dapat diberi rentang-nilai. Monitor komputer, nilai rentangnya paling kecil = 0 dan paling besar = 255. Pilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin komputer. Dengan cara ini, akan diperoleh warna campuran sebanyak $256 \times 256 \times 256 = 1677726$ jenis

warna. Sebuah jenis warna, dapat dibayangkan sebagai sebuah vektor di ruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, Jadi, sebuah jenis warna dapat dituliskan sebagai: warna = RGB (30, 75, 255), putih = RGB (255, 255, 255), sedangkan untuk hitam = RGB (0, 0, 0).

Warna sebuah citra digital ditentukan oleh besar intensitas piksel-piksel penyusunnya. Warna ini diperoleh dari besar kecilnya intensitas cahaya yang ditangkap oleh sensor, sedangkan skala intensitas cahaya di alam tidak terbatas, yang bisa menghasilkan warna dengan jumlah yang tak terhingga. Sampai saat ini belum ada satu sensor pun yang mampu menangkap seluruh gradasi warna tersebut.

Keterbatasan inilah yang mengharuskan kita membuat gradasi warna sesuai dengan kebutuhan. Transformasi intensitas analog yang bersifat kontinu ke daerah intensitas diskrit disebut kuantisasi. Proses kuantisasi dihasilkan oleh peralatan digital, misalnya scanner, foto digital, dan kamera digital

Hasil citra digital yang disimpan memori berupa nilai-nilai intensitas yang ditunjukkan pada gambar 2.8 yang berbentuk matriks missal berukuran 14 baris x 11 kolom.

7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	0	0	7	7	7	7	7	7	7
7	7	0	0	0	7	7	7	7	7	7
7	0	0	0	0	7	7	7	7	7	7
7	0	0	2	4	7	7	7	7	7	7
7	0	3	4	4	4	7	7	7	7	7
7	0	3	5	5	4	4	0	7	7	7
7	0	3	5	5	4	4	0	0	7	7
7	0	3	2	4	0	0	0	0	7	7
7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
7	7	0	0	0	0	0	0	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Gambar 2.8 Matrik citra digital (Sumber: Jurnal skripsi Universitas Sumatra)

Setelah tiap-tiap *piksel* dikuantisasi, nilai-nilai intensitas diperoleh sebagai berikut. Nilai-nilai diatas diperoleh setelah dikuantisasi, kemudian untuk selanjutnya akan ditulis dalam bentuk asimetris (Suhendra).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

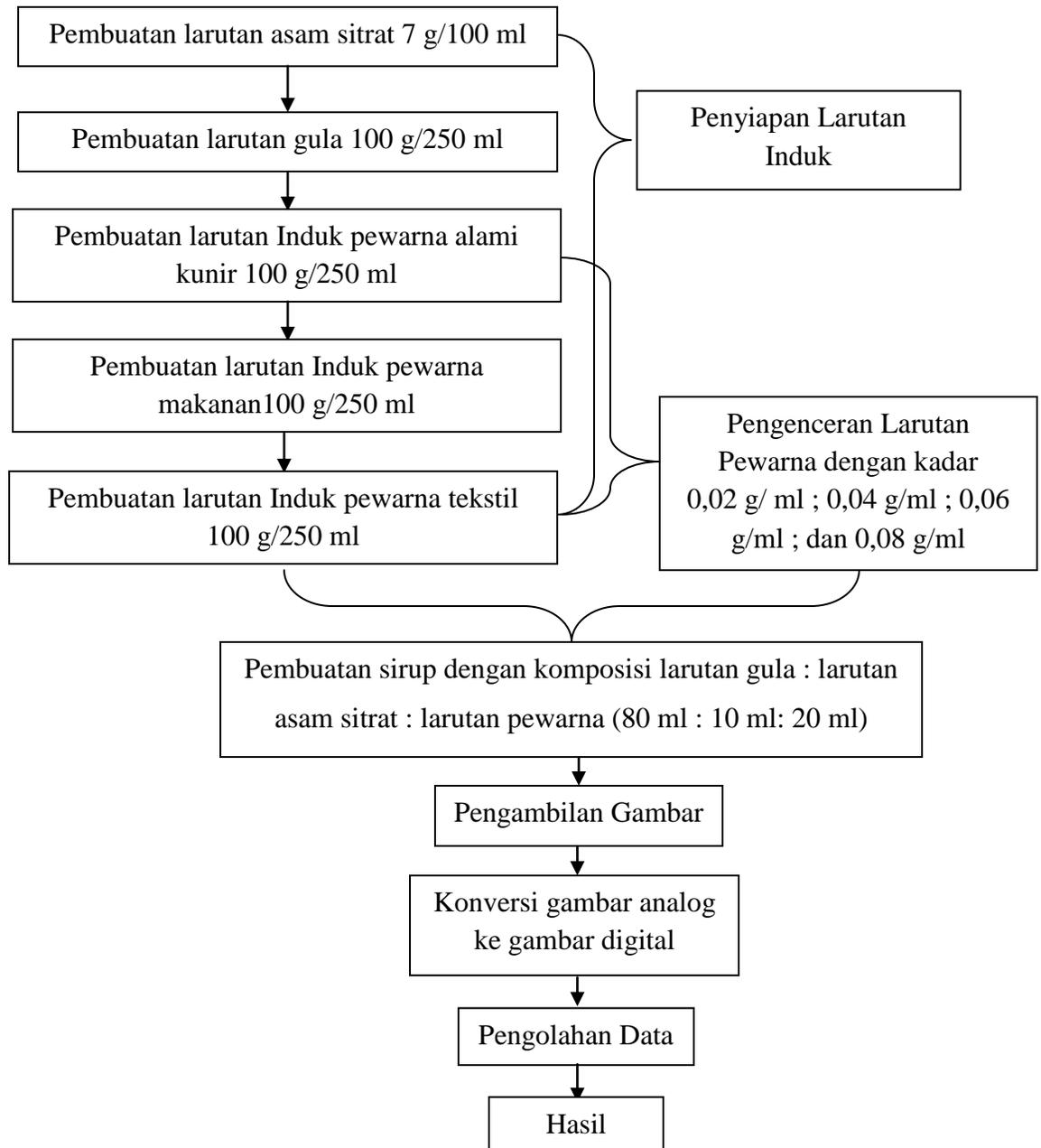
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Instrumentasi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember berlangsung mulai bulan Mei sampai November 2012.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera digital, Laptop, gelas *benedict* 50 ml, *beker glass* 250 ml, botol semprot, dan labu ukur 100 ml, labu ukur 250 ml, *software Matrix*, pipet tetes, ball pipet, bak alat, mortar dan pastel, aluminium foil, neraca analitik, kompor, pipet volume dan pipet mohr.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kunir, daun pandan suji, bahan tambahan makanan (warna hijau dan kuning), pewarna tekstil (warna hijau dan kuning), gula, asam sitrat dan aquades.

3.3 Diagram Alir Penelitian



3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penyiapan Larutan

a. Pembuatan Larutan Asam Sitrat

Asam sitrat ditimbang seberat 7 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan aquades hingga tanda batas 100 ml, kemudian dihomogenkan.

b. Pembuatan Larutan Gula

Gula ditimbang seberat 100 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml, ditambahkan aquades hingga tanda batas 250 ml, kemudian dihomogenkan.

c. Pembuatan Larutan Pewarna dari Pewarna Alami (Daun Pandan dan Kunir)

Daun pandan atau kunir ditimbang seberat 100 gram lalu dicuci hingga bersih, kemudian dipotong-potong, diblender dengan ditambahkan 250 ml aquades, pindahkan ke dalam beaker glass sambil disaring, diencerkan dengan mengambil masing-masing 4 ml; 8 ml; 12 dan 16 ml pada 4 labu 100 ml kemudian ditambahkan aquades hingga tanda batas 100 ml, kemudian dihomogenkan.

d. Pembuatan Larutan Pewarna dari Pewarna Makanan dan Pewarna Tekstil

Pewarna makanan ditimbang seberat 0,5 gram lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian ditambahkan aquades hingga tanda batas, diencerkan dengan mengambil masing-masing 4 ml; 8 ml; 12 dan 16 ml pada 4 labu 100 ml kemudian ditambahkan aquades hingga tanda batas 100 ml, kemudian dihomogenkan.

3.4.2 Pembuatan sirup

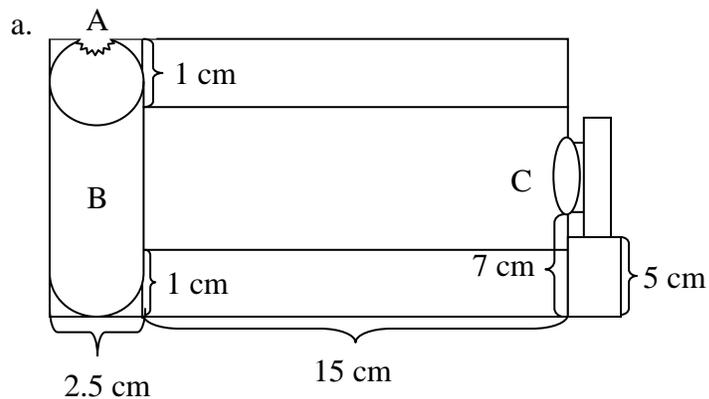
Larutan gula dimasukkan ke dalam 4 botol yang sudah bersih masing-masing sebanyak 80 ml, kemudian tutup dengan rapat, setelah itu dipanaskan selama 2 menit hingga suhu mencapai 60°C (kondisi hangat), kemudian ditambahkan pewarna dengan berbagai konsentrasi masing-masing sebanyak 20 ml dan tutup kembali botol

tersebut dengan rapat. Masing-masing botol dikocok perlahan, kemudian dipanaskan kembali selama 2 menit dengan suhu 60°C , setelah itu, ditambahkan asam sitrat masing-masing 10 ml dan botol ditutup kembali, kemudian dikocok perlahan, setelah itu dipanaskan kembali selama 1 menit dengan suhu 60°C , setelah itu didiamkan hingga tidak panas

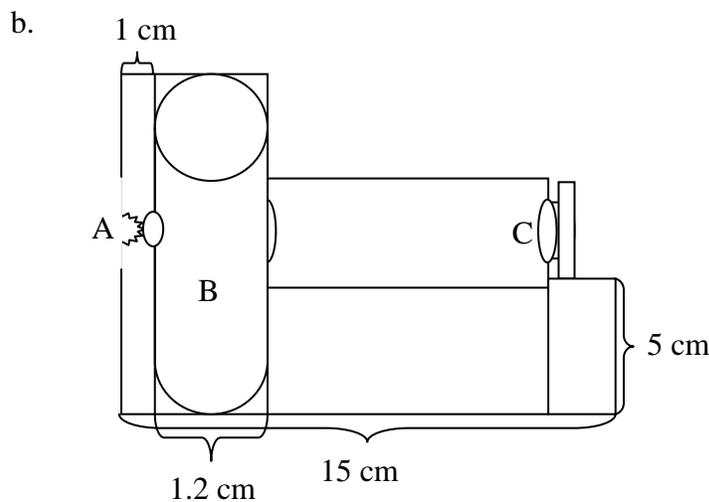
3.3.2 Pengambilan Gambar

Pengambilan gambar, dilakukan dalam sebuah konstruksi alat sebagai berikut

- 2 alat konstruksi seperti gambar di bawah



Gambar 3.1 Alat peraga menggunakan metode reflektansi dengan sudut 90°



Gambar 3.2 Alat peraga menggunakan metode transmitansi dengan sudut 180°

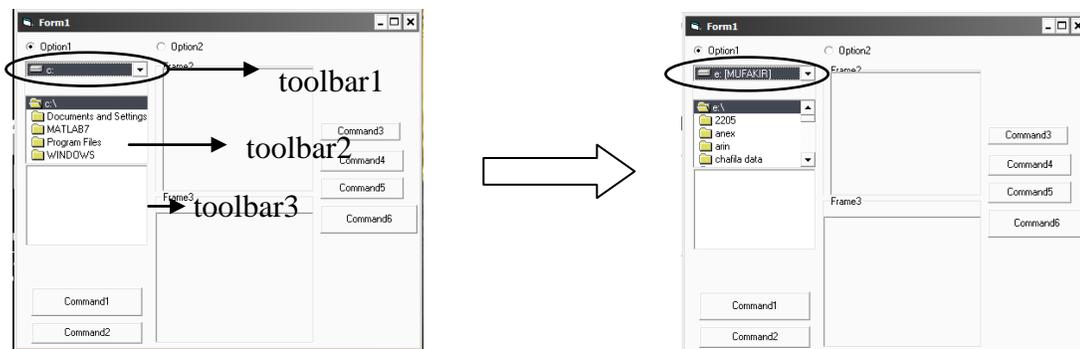
dimana : A = Sumber Cahaya
 B = Gelas Benedict 50 ml
 C = Kamera Digital

- Sirup dimasukkan ke dalam gelas benedict hingga tanda batas 50 ml, kemudian instrument ditutup rapat hingga tidak ada cahaya dari luar yang bisa masuk. Setelah itu, lampu dinyalakan dan di foto.

3.3.3 Konversi gambar analog ke digital

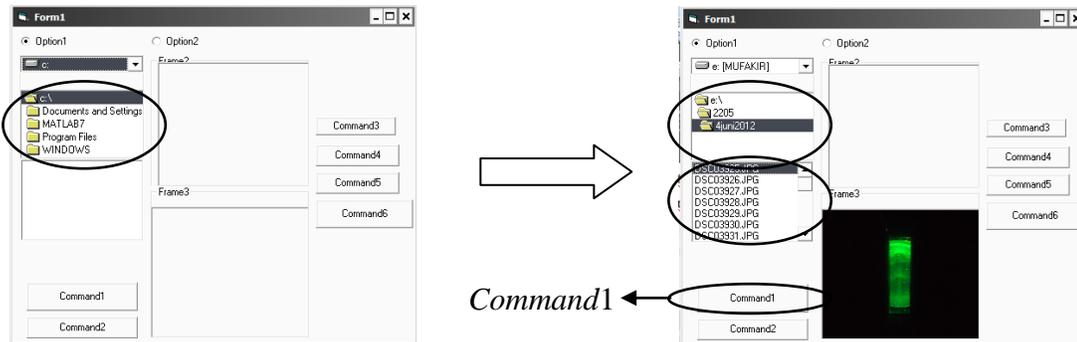
1. Konversi gambar analog ke digital

Secara umum, konversi gambar menggunakan software matrik. Software matrik ini terdapat option toolbar yang selalu menunjuk pada *disk drive Local Disk (c)*. Pada toolbar1 ini, *Local Disk (c)* diganti dengan local (e) (tempat tersimpannya hasil foto), tampak seperti gambar



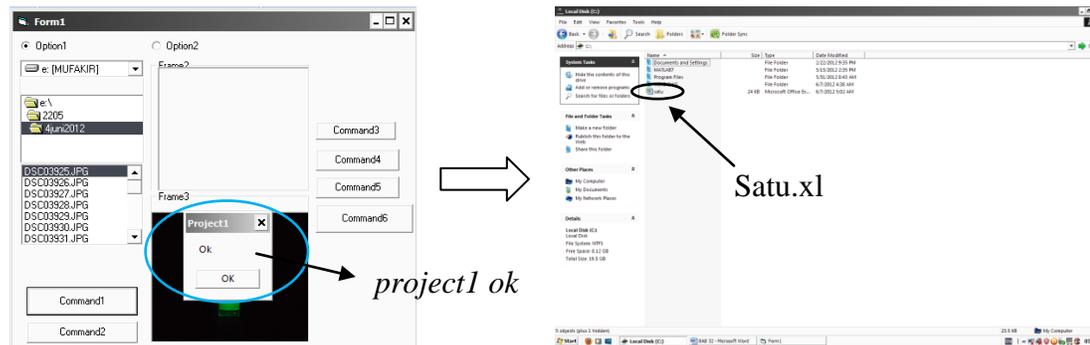
Gambar 3.3 Toolbar pada *software* matrik

Setelah itu, toolbar2 juga diganti (folder tempat penyimpanan hasil foto), kemudian klik *Command1* tampak seperti gambar,



Gambar 3.4 Penggunaan *software* matrik

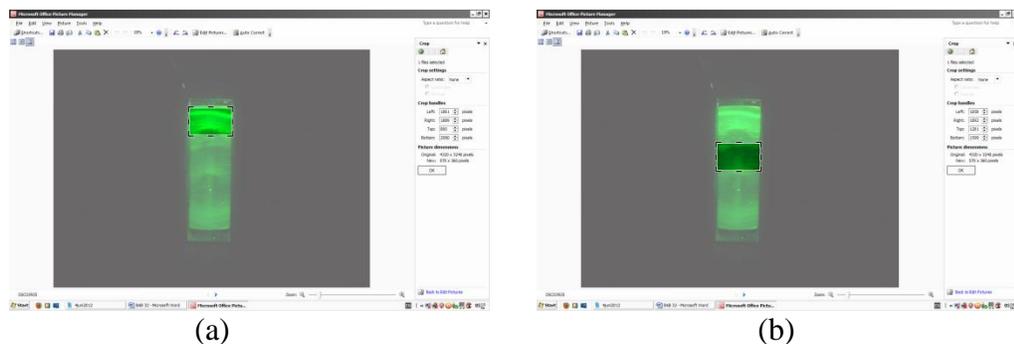
Setelah itu, ditunggu hingga muncul *warning project1 ok*. Hasil konversi secara otomatis tersimpan di *Local Disk (c)* dengan nama *satu.xlsx* (file tipe excel)

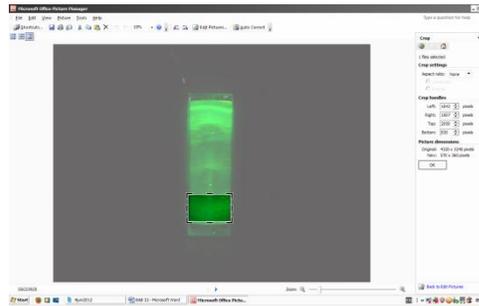


Gambar 3.5 Tahap akhir penggunaan *software* matrik

2. Uji Sebaran Hasil Foto *Cropping*

Uji sebaran ini dilakukan untuk menentukan apakah sebaran intensitas dari larutan merata atau tidak. Uji sebaran mulanya hasil foto *dicropping* pada bagian-bagian tertentu (atas, tengah, dan bawah) tampak seperti gambar,





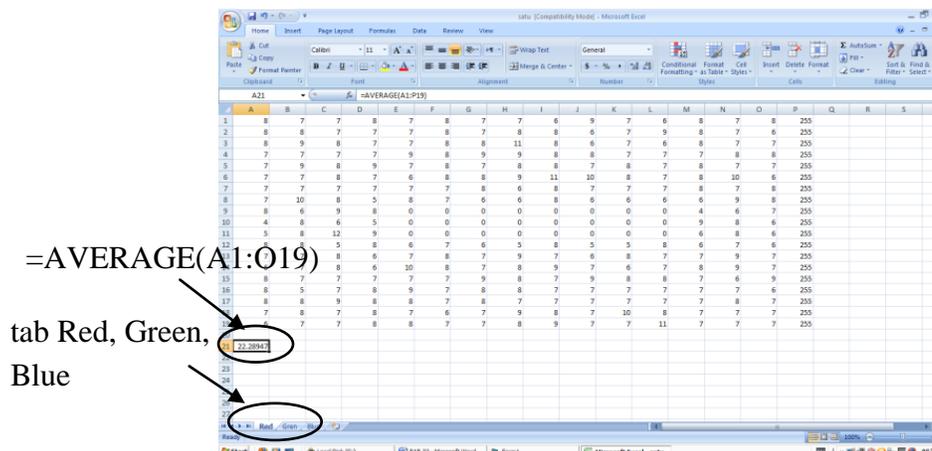
(c)

Gambar 3.5 Mekanisme foto yang dicropping (a) bagian atas, (b) bagian tengah, (c) bagian bawah

Masing-masing hasil *cropping* diperlakukan sama dengan langkah-langkah konversi gambar analog ke digital.

3.3.4 Pengolahan data digital

Data yang tersimpan dengan nama satu.xlsx kemudian dibuka dan kursor diarahkan pada posisi A21 di tab *Red*, kemudian tulis =AVERAGE(A1:O19). Begitu juga pada tab *Green* dan *Blue*



Gambar 3.6 Hasil dari konversi analog ke digital

Setelah diperoleh data digital, data digital tersebut dibuat kurva kalibrasi untuk masing-masing *Red*, *Green* dan *Blue* antara Konsentrasi vs Reflektan sehingga diperoleh rumus :

$$y = ax + b$$

dimana, y adalah kadar larutan sirup

a adalah slope

b adalah intercept

x adalah reflektan

3.3.5 Akurasi dan presisi

Presisi dilakukan untuk melihat ketepatan hasil data yang diperoleh terhadap hasil yang sebenarnya. Data yang diuji adalah data konsentrasi pada sampel sirup kemudian dihitung dengan menggunakan rumus standart deviasi sebagai berikut:

$$S^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

dimana, S adalah standart deviasi

x_i adalah nilai intensitas pada ulangan ke- i

\bar{x} adalah nilai intensitas rata-rata

n adalah jumlah pegulangan

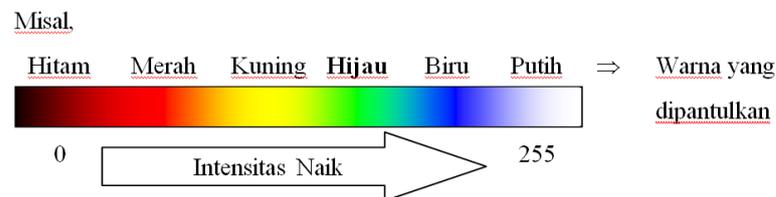
Uji akurasi dilakukan untuk melihat kedekatan antara hasil uji yang dilakukan secara berulang pada sampel sehingga diperoleh ketepatan sistem dalam memberikan respon terhadap analit yang dideteksi. Data yang di uji adalah reflektan dari masing-masing pewarna pada sampel sirup. Akurasi dapat dihitung dengan rumus

$$RSD = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan metode alternatif dari analisa zat pewarna menggunakan kamera sebagai detektor. Kamera menangkap cahaya yang tidak diserap oleh suatu benda, yang merupakan intensitas reflektan. Besarnya reflektan dinyatakan dengan perbandingan intensitas reflektan dengan intensitas sumber cahaya. Ketika benda berwarna hijau, maka yang tertangkap adalah intensitas cahaya hijau.

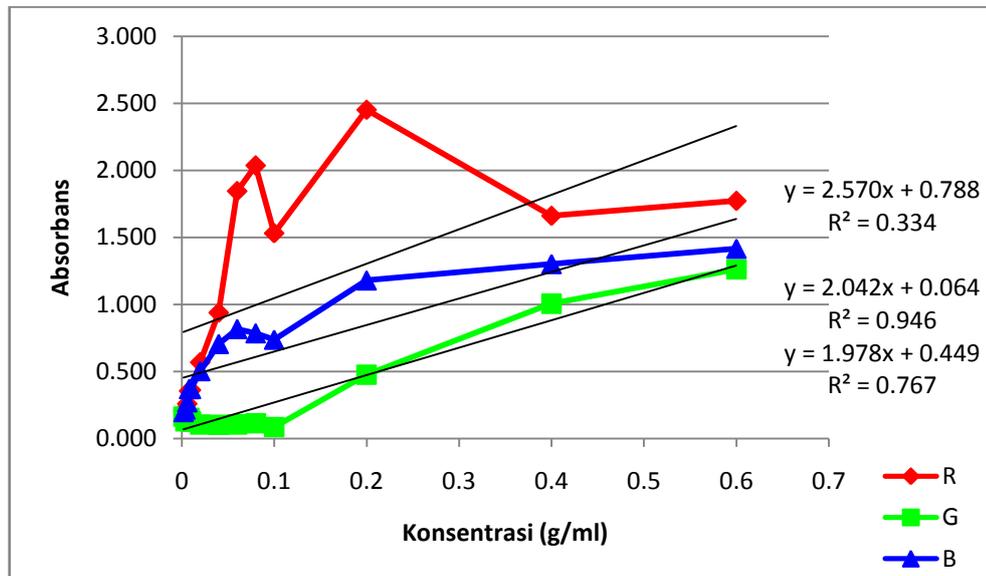
Hasil yang diperoleh dari kamera berupa foto berbentuk JPEG yang kemudian dikonversikan dengan bantuan *software* Matrik. Berikut adalah hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. *Software* ini mengolah citra yang dihasilkan dari peralatan digital (kamera digital) yang kemudian diproses oleh komputer pada *software* ini karena di dalam *software* Matrik sudah terdapat sistem sampling dan kuantisasi dengan bentuk Matrik 19 baris x 16 kolom, dengan nilai hitam = 0 dan putih = 255 dan warna berada didaerah 0-255 yang merupakan intensitas dari warna, sehingga tampak seperti ilustrasi dibawah.



Gambar 4.1 Ilustrasi reflektan pada komputer

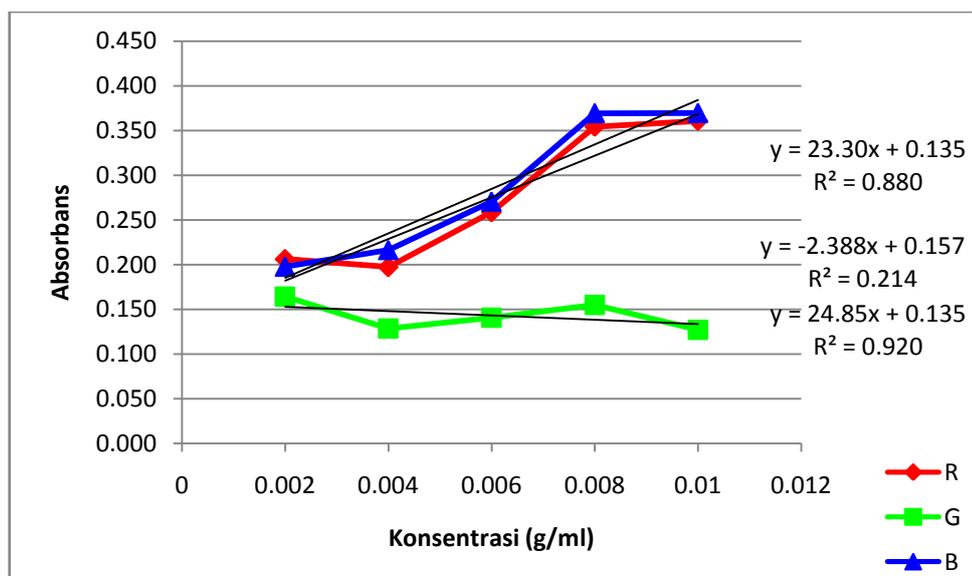
4.1 Hubungan Konsentrasi dengan Reflektans

Reflektansi merupakan metode analisa sampel dengan menggunakan cahaya yang direfleksikan atau dipantulkan. Pada sirup yang dibuat menggunakan pewarna makanan berwarna hijau dengan konsentrasi 0.002-0.6 g/ml, karena dalam beberapa kondisi reflektans memiliki nilai mendekati transmitans, maka reflektans memiliki hubungan dengan absorbans yaitu $A = \log \left[\frac{1}{R} \right]$ sehingga pada penelitian ini diperoleh hasil seperti Grafik di bawah

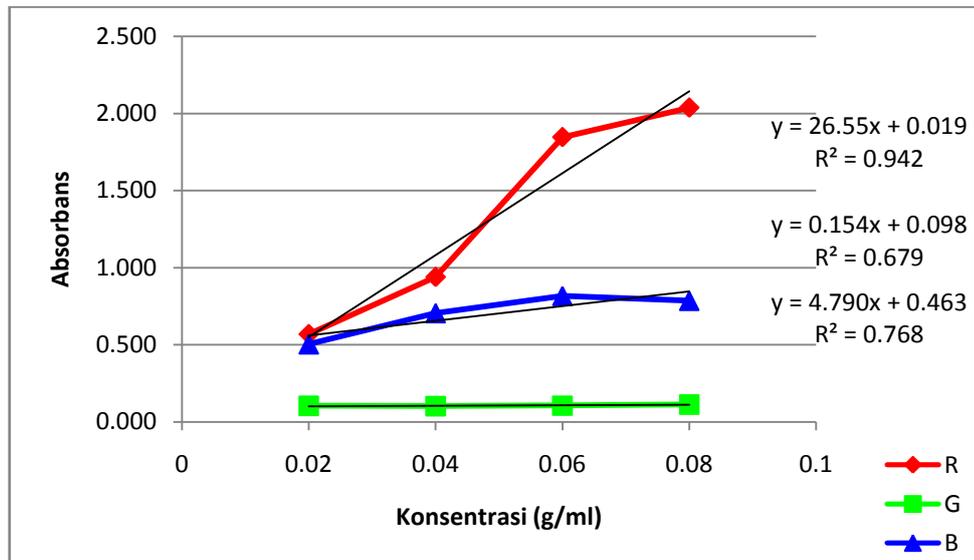


Gambar 4.2 Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0,002-0,6 g/ml secara reflektansi

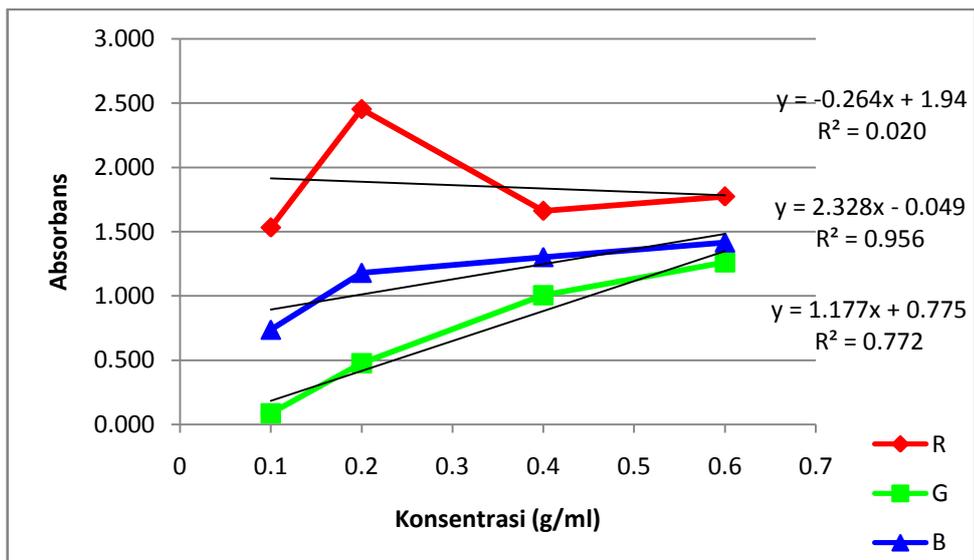
Grafik di atas, tampak bahwa terdapat korelasi antara konsentrasi dengan absorbans, yaitu semakin tinggi konsentrasi, semakin besar pula absorbans. Namun, korelasi antara konsentrasi dengan absorbans tersebut tidak terlalu nampak karena sirup memiliki rentan konsentrasi pewarna yang berbeda, sehingga apabila dipisahkan, maka akan terdapat tiga daerah konsentrasi yaitu seperti tampak pada gambar dibawah



Gambar 4.3 Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0,002-0,01 g/ml secara reflektansi



Gambar 4.4 Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0,02-0,08 g/ml secara reflektansi



Gambar 4.5 Grafik hasil analisis absorbans pada konsentrasi 0,1-0,6 g/ml secara reflektansi

Tabel 4.1 Hasil analisis persamaan regresi, dan sudut kemiringan (alfa) pada konsentrasi 0,002-0,6 g/ml

Kosentrasi (g/ml)	Persamaan	Alfa (α)
0.002-0.01	$y = -2.388x + 0.157$ $R^2 = 0.214$	-77.8
0.02-0.8	$y = 0.154x + 0.098$ $R^2 = 0.679$	8.6
0.1-0.6	$y = 2.328x - 0.049$ $R^2 = 0.956$	67

Gambar 4.3, 4.4, 4.5, absorbans memiliki korelasi dengan konsentrasi, dimana semakin tinggi konsentrasi, maka absorbans semakin tinggi pula. Absorbans merah memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan absorbans biru, sementara absorbans hijau memiliki nilai yang paling rendah. Hal ini karena pada suatu sampel berwarna hijau ketika dikenai cahaya, detektor akan menangkap lebih besar cahaya yang dipantulkan yaitu warna hijau sehingga warna hijau diserap sangat sedikit. Benda berwarna hijau akan menyerap cahaya merah sehingga absorbans merah memiliki nilai yang paling tinggi. Hasil analisis sirup ini, menggunakan absorbans hijau.

Ketiga gambar yaitu gambar 4.3, 4.4, 4.5 memiliki nilai regresi pada absorbans hijau yang berbeda-beda. Gambar 4.5 memiliki nilai regresi paling besar dengan daerah konsentrasi 0,1 g/ml; 0,2 g/ml; 0,4 g/ml; dan 0,6 g/ml yaitu nilai regresi 0,956. Nilai regresi ini menunjukkan nilai absorbans pada konsentrasi terendah hingga tertinggi hampir membentuk garis miring yang lurus. Gambar 4.4 ini juga memiliki derajat kemiringan (α) yang hampir mendekati 45, yang artinya ketika garis linear yang terbentuk memiliki sudut kemiringan sebesar 45, maka antara konsentrasi dengan absorbans memiliki hubungan yang sangat erat. Gambar 4.5 memiliki derajat kemiringan 67.

Grafik diatas juga dapat melihat sensitifitas dari kamera untuk mendeteksi reflektans suatu sampel, karena kamera mampu mendeteksi sampel pada konsentrasi hingga 0,002 g/ml.

4.2 Analisa Sirup dengan Menggunakan Hasil Gambar Keseluruhan

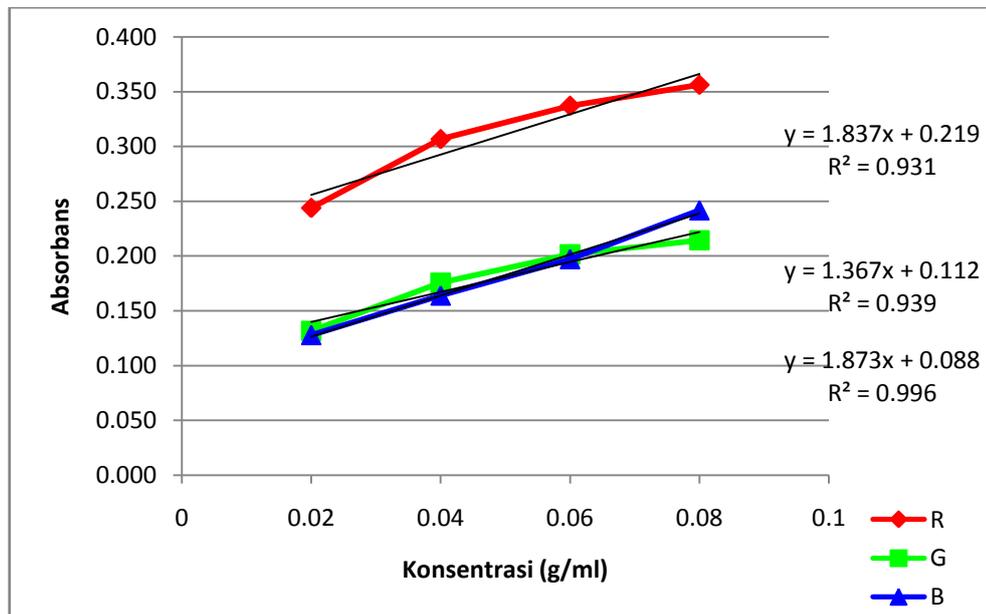
4.2.1 Analisa sirup dengan Hasil Gambar Keseluruhan pada Pewarna Hijau

Penelitian ini, sirup menggunakan pewarna hijau dari bahan alam yaitu pandan, pewarna makanan dan pewarna tekstil. Analisa dengan menggunakan hasil gambar secara keseluruhan yang tampak pada gambar berikut,

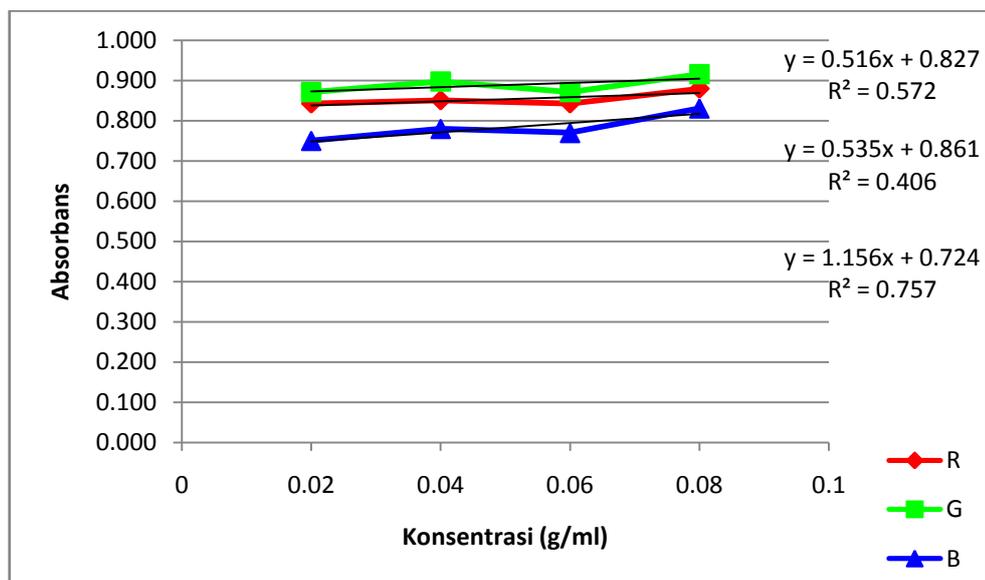


Gambar 4.6 (a) Hasil gambar reflektansi, (b) Hasil gambar transmitansi pada sirup menggunakan pewarna hijau

Sirup pertama yang dianalisa adalah sirup dengan menggunakan pewarna hijau dari bahan alam yaitu pandan suji. Pandan suji ini mengandung klorofil yang tidak menyerap cahaya hijau sehingga dapat digunakan sebagai pewarna alami. Hasil analisa dari gambar yang diperoleh tampak pada grafik berikut



Gambar 4.7 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami hijau secara reflektansi

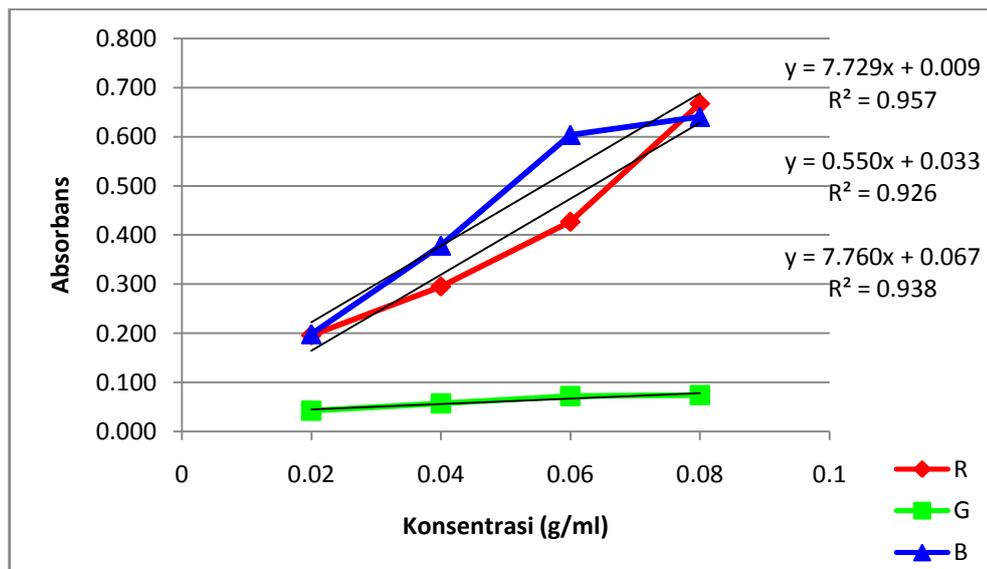


Gambar 4.8 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami hijau secara transmisi

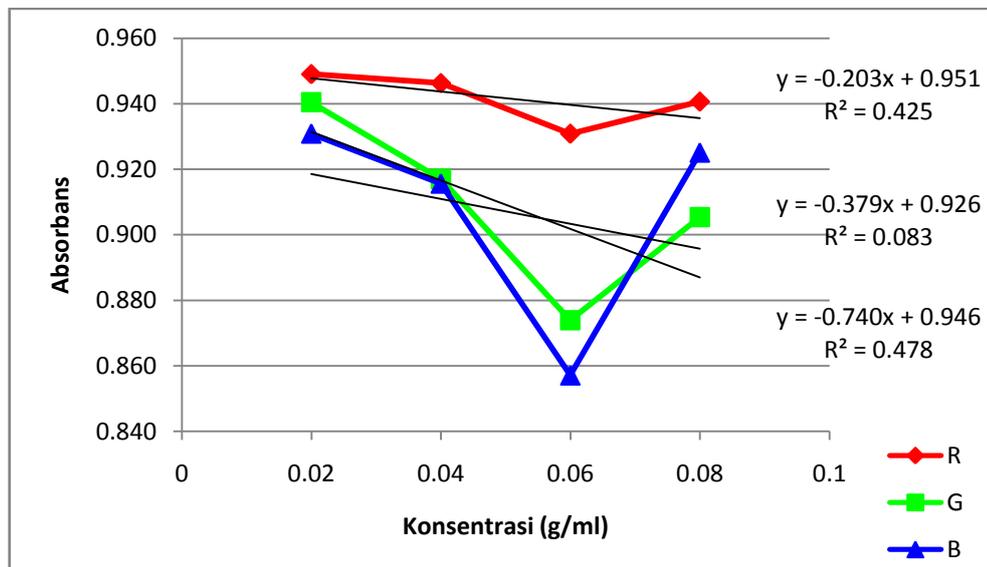
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa absorbans merah memiliki nilai yang paling tinggi, sementara absorbans hijau dan biru memiliki selisih yang sangat kecil. Absorbans merah memiliki nilai yang paling tinggi karena pandan yang mengandung klorofil memiliki sifat menyerap cahaya merah dengan sangat kuat. Absorbans hijau memiliki nilai yang sangat kecil karena pandan yang mengandung klorofil ini sangat sedikit menyerap cahaya hijau dan lebih banyak memantulkan cahaya hijau. Pandan sebagai pewarna alami, selain mengandung klorofil, juga mengandung xantofil dan karotenoid.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa absorbansi hijau, merah dan biru memiliki selisih yang sangat kecil dan tidak memiliki korelasi antara absorbans dengan konsentrasi, hal ini dikarenakan pada instrumen transmisi ini menggunakan sumber cahaya polikromatik dan tidak memiliki filter yang bertujuan untuk menyaring warna merah, hijau dan biru sehingga cahaya yang dikenakan pada sampel merupakan cahaya monokromatik, tetapi pada instrumen sumber cahaya polikromatik langsung dikenai pada sampel sehingga cahaya yang diteruskan juga merupakan cahaya polikromatik dan filter yang ada pada kamera tidak mampu untuk memilah cahaya polikromatik yang diterima, sehingga cahaya yang diterima oleh detektor kamera merupakan cahaya polikromatik.

Sirup yang kedua yaitu sirup yang menggunakan pewarna hijau dari pewarna makanan. Pewarna makanan ini yang sering digunakan dalam pembuatan sirup karena lebih efisien dalam hal kebutuhan pakai yang sedikit tapi mampu menghasilkan produk yang banyak, murah dan dalam mendapatkannya relatif mudah ditemui di toko kue. Hasil analisa yang diperoleh tampak Grafik berikut



Gambar 4.9 Grafik hasil analisis absorbansi pada pewarna makanan hijau secara reflektansi



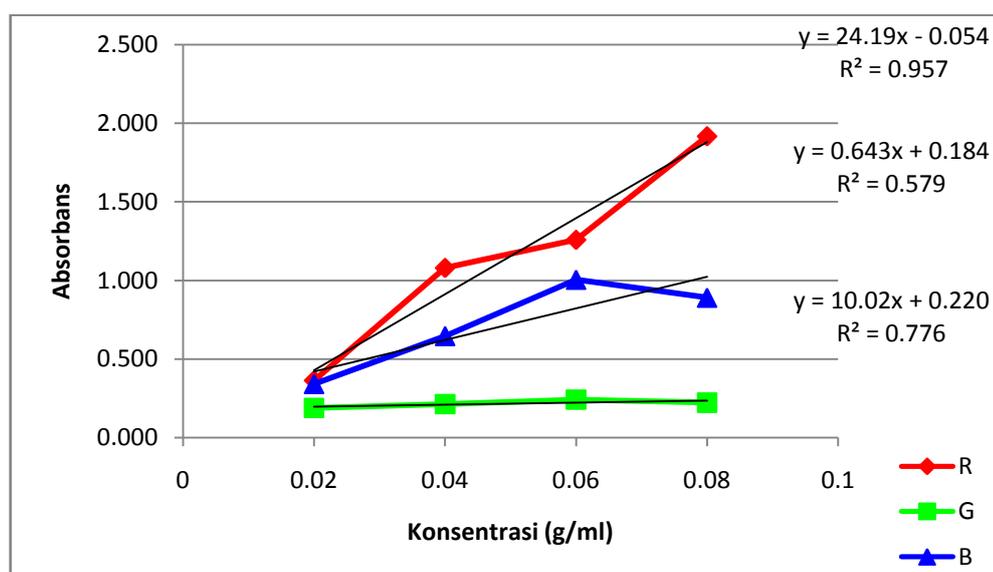
Gambar 4.10 Grafik hasil analisis absorbansi pada pewarna makanan hijau secara transmitansi

Menurut gambar 4.9 diatas, absorbansi hijau memiliki nilai yang paling rendah. Sementara absorbansi merah dan biru memiliki nilai yang besar, namun

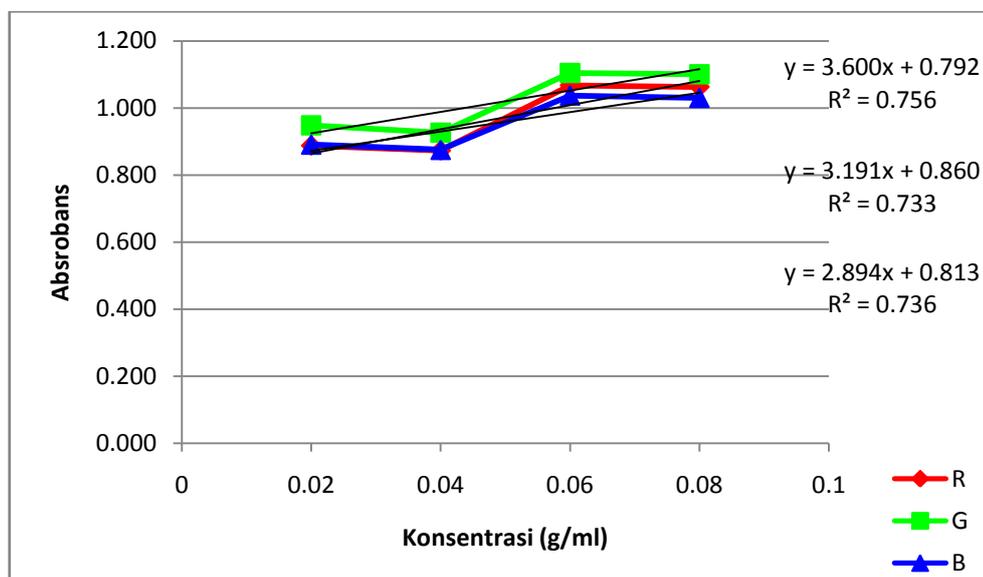
ketiga absorbans memiliki kesimpulan yang sama yaitu semakin tinggi konsentrasi, semakin besar pula nilai absorbans. Pada absorbans hijau, memiliki nilai yang paling rendah karena sirup memiliki sifat warna hijau sehingga cahaya hijau yang diserap oleh sirup sangat sedikit. Absorbans hijau memiliki selisih yang sangat besar dengan absorbans merah dan biru. Hal ini dikarenakan sirup lebih banyak menyerap cahaya merah dan biru.

Gambar 4.10 merupakan hasil dari analisa sirup menggunakan metode transmitansi. Hasil yang diperoleh yaitu absorbans merah memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan absorbans hijau dan biru serta absorbans memiliki selisih yang besar dengan absorbans hijau dan biru. Selain itu, ketiga absorbans tidak memiliki hubungan antara absorbans dengan konsentrasi.

Sirup yang ketiga yaitu sirup yang menggunakan pewarna hijau dari pewarna tekstil. Pewarna tekstil ini mengandung zat berbahaya yang dapat merusak organ tubuh manusia, namun dalam berbagai kasus, pewarna tekstil ini banyak ditemui dikalangan pedagang kaki lima. Hal ini di karenakan, pewarna tekstil lebih efisien dibanding pewarna makanan dan warna yang disediakan banyak dan warna yang dihasilkan pun lebih menarik serta tidak ada pengetahuan dari pedagang tentang bahaya pewarna tekstil bagi tubuh. Hasil analisa yang diperoleh tampak grafik berikut



Gambar 4.11 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil hijau secara reflektansi



Gambar 4.12 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil hijau secara transmitansi

Gambar 4.11 absorbans merah memiliki nilai yang paling tinggi kemudian absorbans biru dan absorbans hijau memiliki nilai yang paling rendah. Absorbans hijau memiliki nilai yang paling rendah karena sirup memiliki sifat warna hijau, sehingga warna hijau yang diserap sangat sedikit sementara warna hijau yang dipantulkan sangat besar. Ketiga absorbans memiliki hubungan antara konsentrasi dengan absorbans, yaitu semakin tinggi konsentrasi, semakin besar nilai absorbans.

Sementara Gambar 4.12 transmitan tidak menunjukkan hubungan antara absorbans dengan konsentrasi dan ketiga absorbans memiliki selisih yang sedikit karena kamera menangkap cahaya polikromatik dan tidak mampu memisahkan warna cahaya yang ditangkap.

4.2.2 Analisa sirup dengan Hasil Gambar Keseluruhan pada Pewarna Kuning

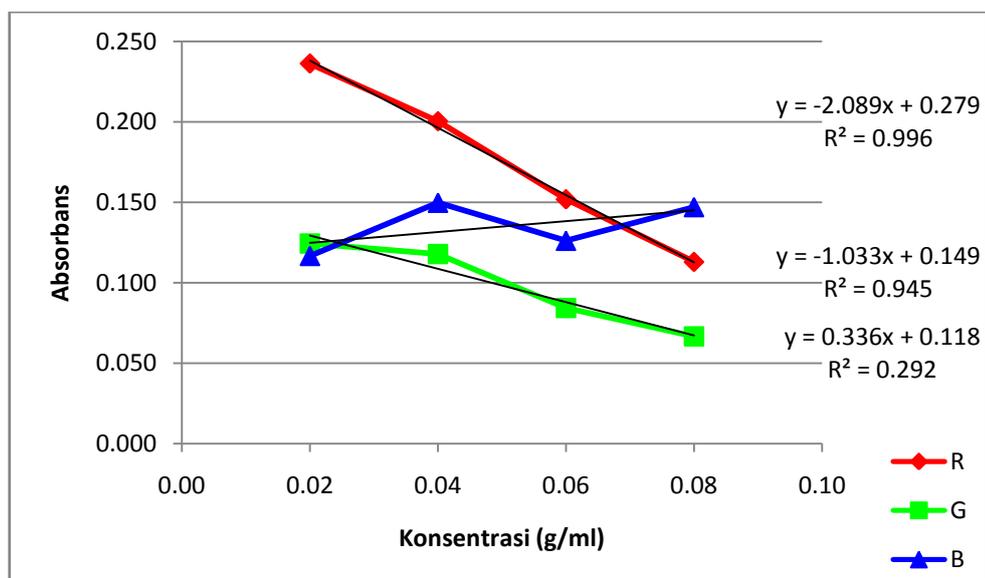
Pada penelitian ini, sirup menggunakan pewarna hijau dari bahan alam yaitu pandan, pewarna makanan dan pewarna tekstil. Analisa dengan menggunakan hasil gambar secara keseluruhan yang tampak gambar berikut,



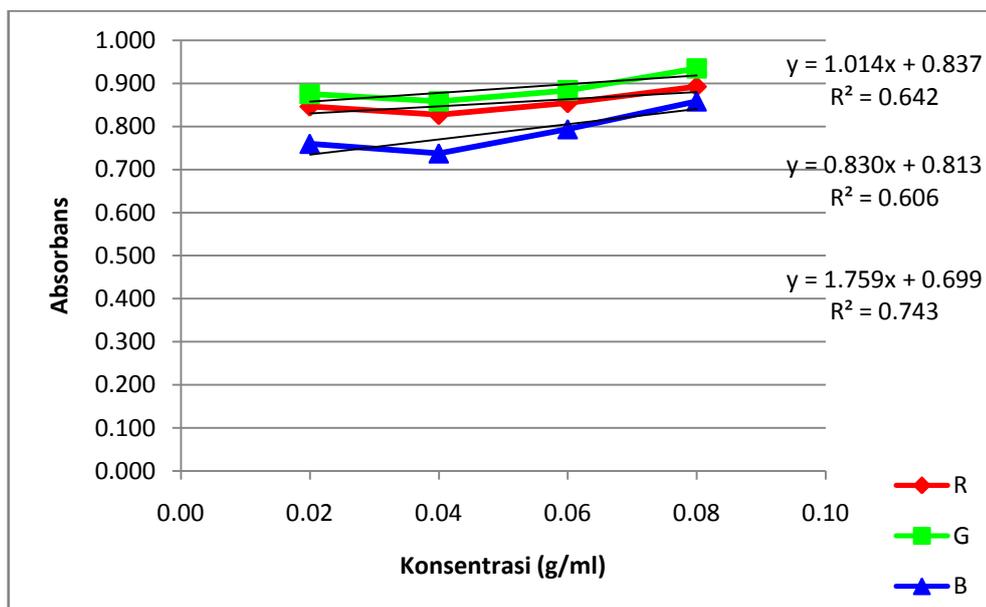
Gambar 4.13 (a) Hasil gambar reflektansi, (b) Hasil gambar transmisi pada sirup menggunakan pewarna kuning

Pada pewarna kuning, nilai reflektan tampak pada reflektan hijau dan merah, karena pada metode RGB warna kuning merupakan warna sekunder yang dibentuk dari warna hijau dan merah, sehingga ketika suatu benda berwarna kuning, benda merefleksikan cahaya kuning dan kamera menerima dan merekam cahaya kuning kemudian filter cahaya kuning yang ditangkap dengan warna hijau dan merah kemudian menyimpannya dalam bentuk digital.

Berikut adalah hasil analisa gambar dari pewarna alami kuning yaitu dari kunir yang diperoleh sebagai berikut,



Gambar 4.14 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami kuning secara reflektansi

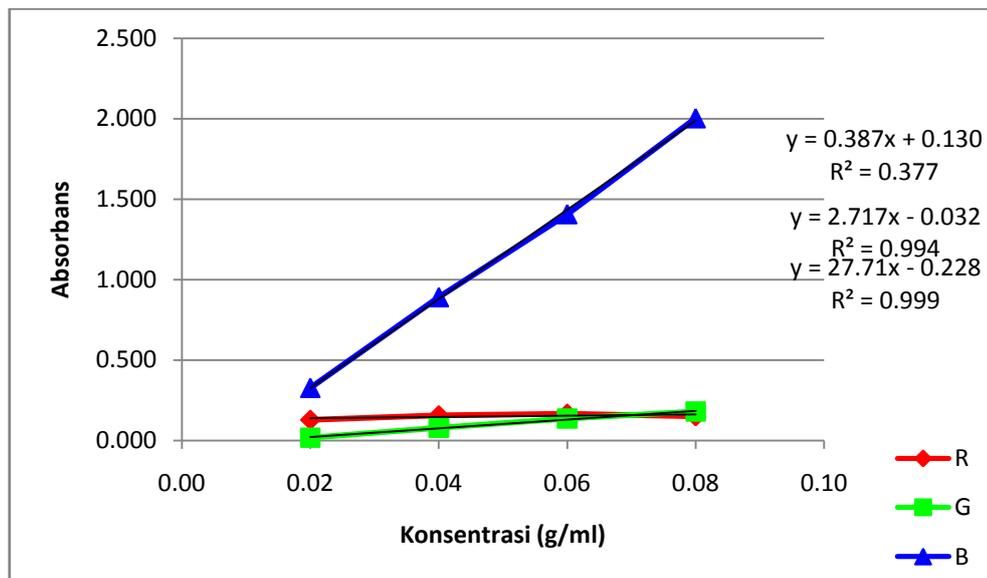


Gambar 4.15 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna alami kuning secara transmitansi

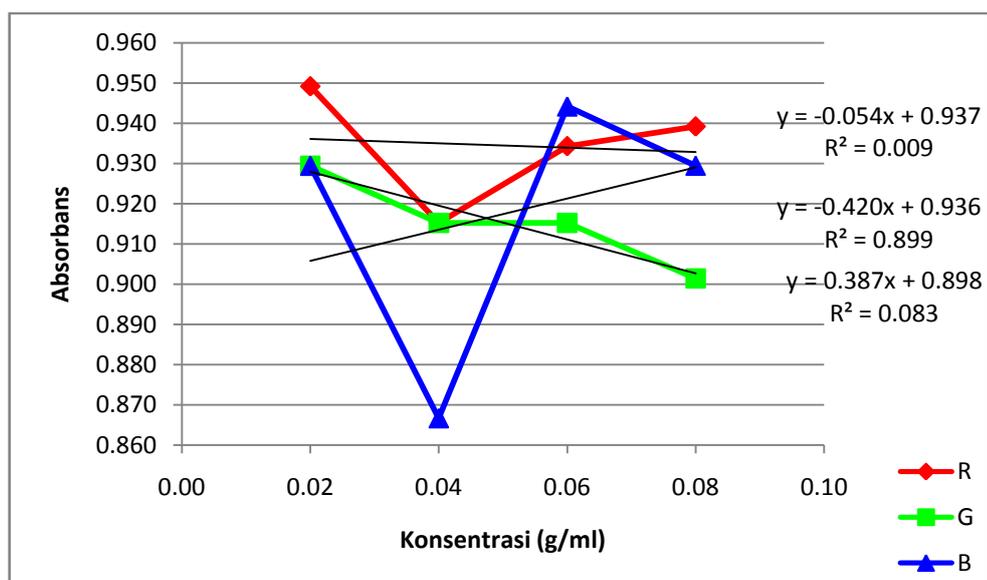
Berdasarkan grafik 4.14 diperoleh hubungan antara absorbans merah dan hijau dengan konsentrasi yaitu semakin tinggi konsentrasi, semakin rendah absorbans, sementara pada absorbans biru memiliki hubungan yaitu semakin tinggi konsentrasi, semakin besar absorbans. Sirup warna kuning memantulkan banyak cahaya warna kuning dan sedikit menyerap cahaya warna kuning. Pada metode RGB, warna kuning merupakan warna sekunder yang terbentuk dari warna hijau dan merah, sehingga sirup berwarna kuning sedikit menyerap cahaya hijau dan merah.

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa absorbans hijau, merah dan biru memiliki selisih yang sangat sedikit dan memiliki hubungan antara absorbans dengan konsentrasi. Dimana semakin tinggi konsentrasi, semakin besar pula absorbans. Selisih yang sangat sedikit pada absorbans dengan metode transmitansi ini dikarenakan kamera menangkap cahaya polikromatik dan filter yang ada pada kamera tidak mampu untuk memisahkan cahaya yang diterimanya.

Pewarna kuning kedua yang digunakan adalah pewarna makanan. Hasil analisa yang diperoleh tampak grafik berikut



Gambar 4.16 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna makanan kuning secara reflektansi



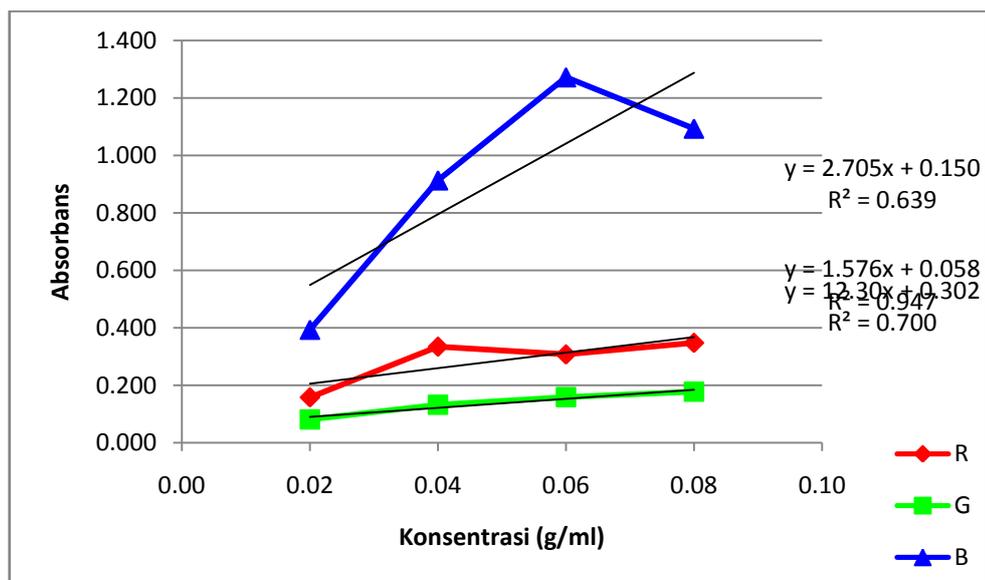
Gambar 4.17 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna makanan kuning secara transmitansi

Grafik 4.16 menunjukkan bahwa absorbans hijau dan merah memiliki nilai yang rendah dibandingkan dengan absorbans biru, dan absorbans hijau memiliki selisih yang sangat kecil dengan absorbans merah serta pada ketiga absorbans memiliki hubungan antara konsentrasi dengan absorbans.

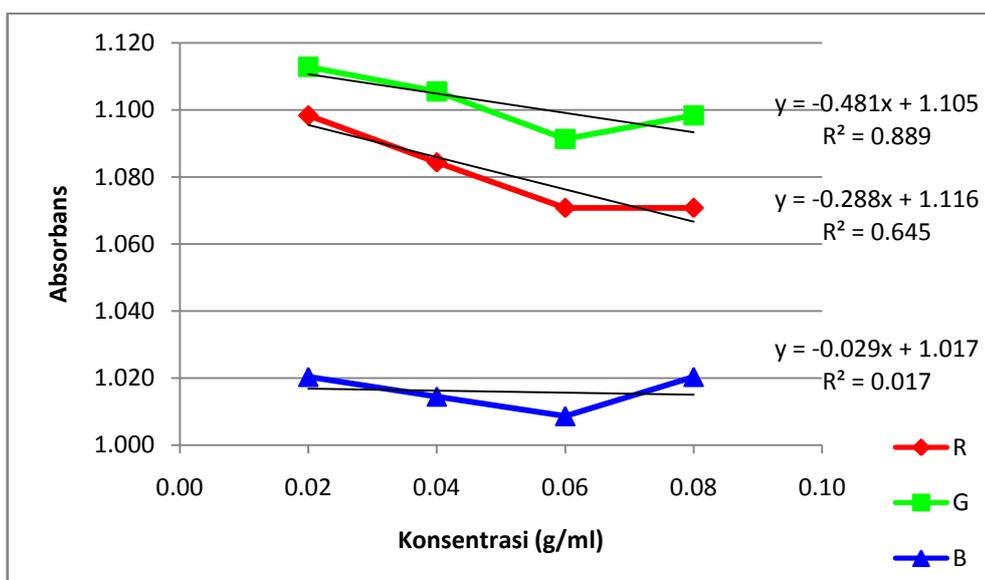
Grafik 4.17 menunjukkan bahwa absorbans hijau memiliki hubungan antara absorbans dengan konsentrasi, dimana semakin tinggi konsentrasi, semakin

rendah absorbans. Sementara pada absorbans biru dan merah tidak memiliki hubungan antara konsentrasi dengan absorbans.

Pewarna kuning ketiga yang digunakan adalah pewarna makanan. Hasil analisa yang diperoleh adalah sebagai berikut



Gambar 4.18 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil kuning secara reflektansi



Gambar 4.19 Grafik hasil analisis absorbans pada pewarna tekstil kuning secara transmitansi

Pewarna tekstil merupakan pewarna yang berbahaya jika digunakan untuk pewarna makanan karena dalam pewarna tekstil terdapat bahan berbahaya seperti rhodamin dan methanil yellow. Hasil analisis di atas, menunjukkan bahwa absorbans biru memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan absorbans hijau dan merah dan memiliki selisih yang besar, sementara pada absorbans merah memiliki selisih yang sedikit dengan absorbans hijau. Namun, ketiganya memiliki hubungan antara absorbans dengan konsentrasi, dimana semakin tinggi konsentrasi, semakin besar absorbans

Sementara secara gambar 4.19 menunjukkan bahwa antara absorbans merah, hijau dan biru memiliki selisih yang sangat besar sehingga tampak bahwa ketiga absorbans tersebut terpisah secara sempurna. Selain itu, ketiga absorbans memiliki hubungan antara absorbans dengan konsentrasi, yaitu semakin tinggi konsentrasi, semakin rendah absorbans..

Hasil analisa pewarna pada sirup secara reflektansi dan transmitansi menggunakan kamera memiliki hasil yang berbeda. Secara reflektansi, hasil analisa menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara absorbans dengan konsentrasi, dimana semakin tinggi konsentrasi, semakin besar nilai absorbans. Analisa sirup warna hijau menghasilkan nilai absorbansi merah yang paling tinggi karena sirup berwarna hijau memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya warna merah. Sementara absorbans hijau memiliki nilai paling rendah, karena, sirup warna hijau memiliki kemampuan untuk memantulkan cahaya warna hijau disisi lain sedikit menyerap warna hijau, sehingga analisa sirup warna hijau tampak pada absorbans hijau. Pada sirup warna kuning, absorbans merah dan hijau memiliki nilai paling rendah, karena sirup warna kuning memiliki kemampuan untuk memantulkan cahaya kuning dan sedikit menyerap cahaya kuning. Selain itu pada metode RGB, warna kuning merupakan warna sekunder dari warna hijau dan merah.

Hasil analisa secara transmitansi, hasil yang diperoleh tidak memiliki hubungan antara konsentrasi dengan absorbans. Selain itu, selisih yang antara absorbans hijau, biru dan merah sangat sedikit dan tampak hampir tumpang

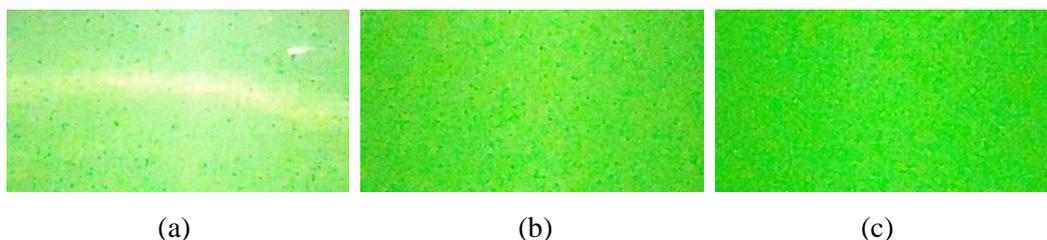
tindih. Hal ini karena filter pada kamera yang sebagai detektor tidak mampu untuk memisahkan warna yang ditangkap, yaitu cahaya polikromatik.

Pada kedua metode yang telah dilakukan, analisa yang lebih relevan digunakan adalah metode reflektansi. Metode reflektansi, secara kualitatif kamera mampu mengidentifikasi warna hijau dan kuning pada sirup dengan menganalisa absorbans hijau untuk sirup berwarna hijau karena pada model RGB warna hijau merupakan warna primer. Sementara pada sirup warna kuning dapat menganalisa absorbans merah dan hijau karena pada model RGB warna kuning merupakan warna sekunder dari warna hijau dan merah.

Metode transmitansi, kamera tidak mampu memberikan hubungan antara transmitansi dengan konsentrasi baik dengan fungsi regresi liner maupun logaritma. Kamera hanya mampu menganalisa pewarna kuning baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif, namun pada pewarna hijau tidak mampu menganalisa secara kuantitatif maupun kualitatif, sehingga disarankan untuk penelitian kedepan untuk menelaah ulang untuk mencari format terbaik dalam analisa sirup dengan metode transmitansi agar mampu menganalisa pewarna baik warna hijau sebagai perwakilan dari warna primer maupun warna kuning sebagai warna sekunder.

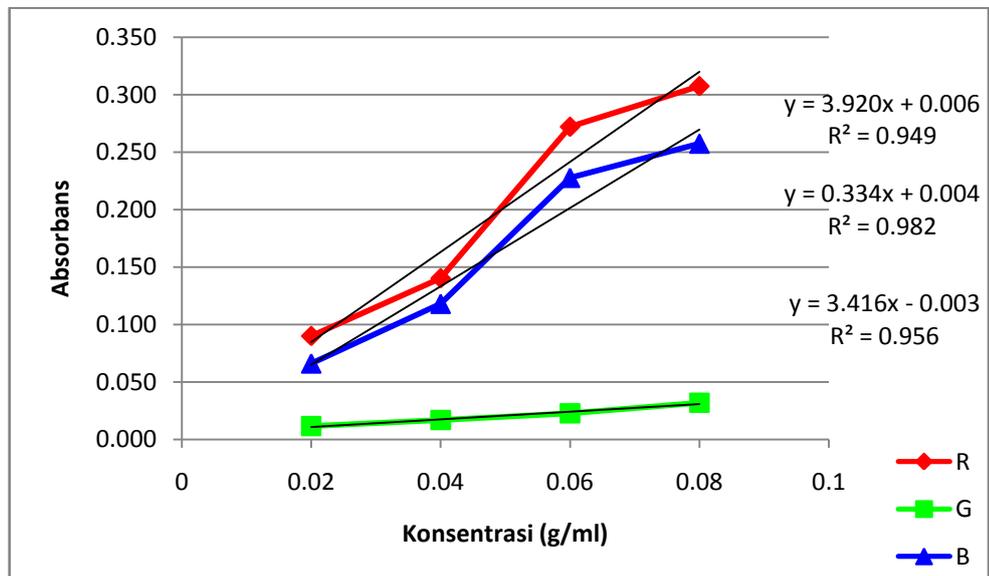
4.2.3 Analisa sirup dengan Hasil Gambar *Cropping* pada Pewarna Hijau dengan Metode Reflektansi

Analisa sirup ini menggunakan metode reflektansi dengan hasil gambar yang telah *dicropping*. Sirup yang dipakai menggunakan pewarna hijau dari pewarna makanan dengan daerah *cropping* bagian atas, tengah dan bawah. Hasil gambar yang akan di analisa adalah sebagai berikut,

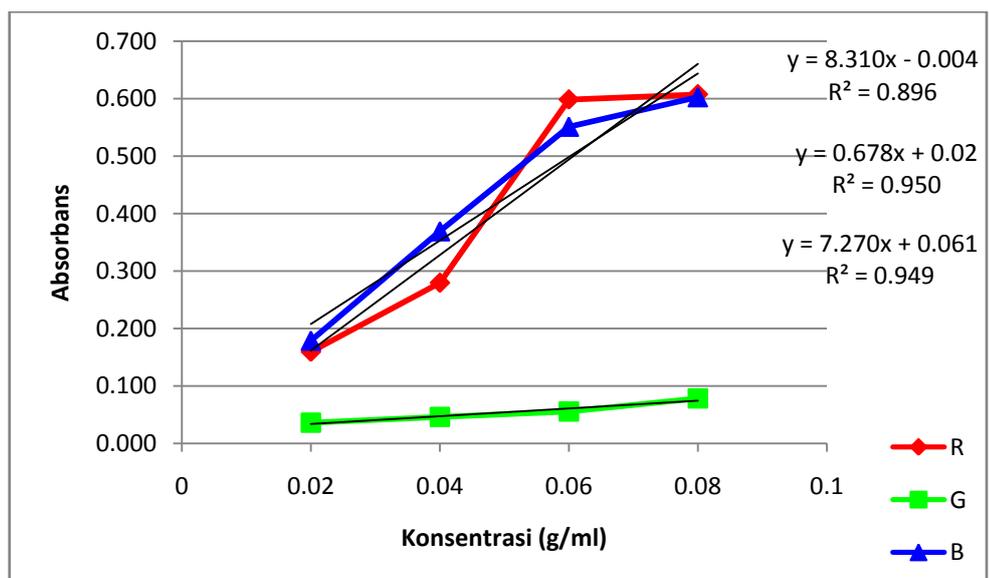


Gambar 4.20 (a) Hasil *cropping* bagian atas, (b) Hasil *cropping* bagian tengah, (c) Hasil *cropping* bagian bawah pada sirup menggunakan pewarna hijau

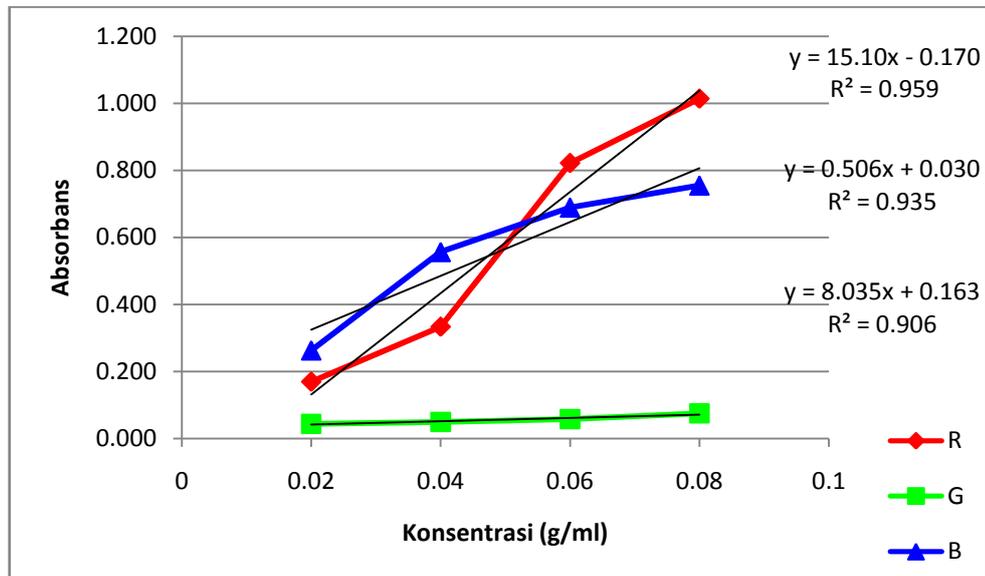
Berikut adalah hasil grafik dari analisa hasil *cropping* gambar,



Gambar 4.21 Grafik hasil analisis absorbans dengan gambar *cropping* bagian atas



Gambar 4.22 Grafik hasil analisis absorbans dengan gambar *cropping* bagian tengah



Gambar 4.23 Grafik hasil analisis absorbans dengan gambar *cropping* bagian bawah

Analisa menggunakan gambar yang *dicropping* tampak grafik di atas. Menurut hasil di atas, analisa gambar dengan metode *cropping* menunjukkan hubungan antara konsentrasi dengan absorbans yang sama yaitu semakin tinggi konsentrasi, maka absorbans semakin besar. Selain itu, ketiga grafik memiliki pola yang sama dengan analisa gambar keseluruhan dimana absorbans hijau memiliki nilai yang paling rendah. Hanya saja yang membedakan adalah besarnya nilai reflektan. Pada *cropping* bagian atas memiliki nilai reflektan yang lebih tinggi dibandingkan nilai reflektan *cropping* bagian tengah dan bawah, karena kesempatan paling besar dalam menerima untuk direfleksikan cahaya dari sumber cahaya adalah materi bagian atas, sehingga semakin kebawah, kesempatan cahaya yang diterima untuk direfleksikan semakin sedikit dan besarnya reflektan juga semakin menurun.

Analisa pewarna menggunakan metode reflektansi dengan detektor kamera ini cukup efisien apabila digunakan untuk analisa zat secara kuantitatif dan secara kualitatif mampu membedakan warna dari suatu analit, namun juga memiliki kelemahan seperti, analisa ini tidak mampu mendeteksi zat yang terdapat dalam sirup karena pada dasarnya metode ini terdapat pada perbedaan warna saja, sehingga apabila ingin mengetahui zat yang terdapat dalam sirup, maka terlebih dahulu diperlakukan secara kimiawi, kemudian dapat ditentukan

kuantitatifnya dengan metode reflektansi. Metode ini tidak mampu untuk membedakan jenis zat pewarna alami, makanan dan tekstil karena sudut pandang yang pada metode ini adalah perbedaan warna dan kuantitas zat yang ada, sementara ketika ingin membedakan jenis zat warna, suatu metode harusnya mampu mendeteksi senyawa yang aktif dalam larutan.

4.4 Analisa Sampel Sirup Menggunakan Metode Reflektansi

Analisa sampel sirup, peneliti menggunakan pewarna makanan dan tekstil berwarna hijau karena kamera tidak mampu untuk mendeteksi perbedaan pewarna alami, makanan dan tekstil, sehingga dengan menggunakan sampel dari sampel sirup makanan dan tekstil, diharapkan memiliki hubungan yang yang sama. Sampel sirup diperlakukan sama dengan minuman sirup pada analisa awal (standart). Namun, pada sampel ini besarnya konsentrasi tidak diketahui, sehingga diharapkan sampel sirup dapat diketahui konsentrasinya berdasarkan standart yang telah dibuat. Hasil yang diperoleh setelah analisis adalah sebagai berikut

Tabel 4.2 Konversi foto analog ke digital pada sampel yang menggunakan pewarna makanan dan tekstil hijau secara reflektansi

Jenis Pewarna	Konsentrasi hasil hitung (g/ml)	Konsentrasi hasil lab (g/ml)	Selisih	Intensitas Reflektan Green	Reflektan Green	Presisi
Makanan	0.01	0.013	0.003	232	0.910	0.002
	0.03	0.031	0.001	227	0.890	0.002
	0.05	0.046	0.004	222	0.871	0.002
	0.07	0.076	0.006	214	0.839	0.004
Tekstil	0.01	0.007	0.003	165	0.646	0.000
	0.03	0.029	0.001	160	0.627	0.016
	0.05	0.051	0.001	155	0.608	0.002
	0.07	0.070	0	152	0.588	0.006

Pada hasil yang diperoleh di atas, tampak bahwa secara perhitungan, konsentrasi yang dihasilkan pada sampel mendekati konsentrasi hasil lab dengan selisih yang 0-0.006 dan presisi yang mendekati 0, sehingga pada analisis pewarna pada sirup dengan detektor kamera serta metode reflektansi cukup mampu untuk digunakan analisa zat warna secara kuantitatif

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Secara kuantitatif, kamera mampu menentukan nilai RGB dari zat warna pada minuman dengan konsentrasi 0.02 g/ml; 0,04 g/ml; 0.06 g/ml; dan 0,08 g/ml. Pada sampel, konsentrasi dapat ditentukan yaitu 0,01 g/ml, 0,03 g/ml, 0,05 g/ml dan 0,07 g/ml. Trend yang diperoleh pada analisa pewarna hijau, semakin tinggi konsentrasi zat warna maka semakin tinggi pula absorbans hijau. Begitu pula pada pewarna kuning, semakin tinggi konsentrasi zat warna maka semakin tinggi absorbans merah dan hijau.
2. Metode ini dapat menentukan konsentrasi sampel menggunakan pewarna makanan yaitu 0,013 g/ml; 0,031 g/ml; 0,046 g/ml; dan 0,076 g/ml, dan sampel menggunakan pewarna tekstil 0,007 g/ml; 0,029 g/ml; 0,051 g/ml; dan 0,070 g/ml.
3. Hasil analisa pewarna dengan *cropping* gambar dapat digunakan untuk menganalisa pewarna dengan menggunakan kamera.
4. Kamera tidak mampu membedakan jenis pewarna alami, makanan dan tekstil. Secara kualitatif, kamera mampu membedakan warna kuning dan hijau pada pewarna, yaitu pada sampel berwarna hijau dapat dilihat pada absorbans hijau sementara sampel kuning dapat dilihat pada absorbans hijau dan merah karena pada konsep RGB warna kuning merupakan warna sekunder dari merah dan hijau.

5.2 Saran

Metode analisa menggunakan kamera sangat disarankan untuk lebih mengkaji ulang agar dihasilkan analisa yang lebih efektif dan mampu membedakan jenis pewarna dan mengembangkan metode analisa secara transmitansi dengan optimasi sumber cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Bahaya Efek Samping Pewarna Buatan*.
<http://majalahkesehatan.com/bahaya-efek-samping-pewarna-buatan/>.
Majalah kesehatan. [13 Desember 2011]
- Anonymous. 2013. *Color Filter Array*. http://en.wikipedia.org/wiki/Color_filter_array.
[29 Januari 2013]
- Anonim, 2009 *Khazanah*. <http://www.republika.co.id/berita/ensiklopedia-islam/khazanah/kita-b-al-manazhir-karya-perdana-di-bidang-optik>. Republika [13 Desember 2011]
- Anonymous, 2004. *Lebih Baik Pewarna Alami*. www.pikiran-rakyat.com [21 November 2011]
- Basset, dkk. 1994. *Vogel Text book of Kuantitatif Chemical Analysis fifth edition*.
London : the school of chemistry phemes politechnics
- Cahyadi, W. 2006. *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta:
Bumi Aksara.
- Chevi, A. R, Onggo, D dan M. I. 2011. *Analisis Kolorimetri Kadar Besi(III) dalam Sampel Air Sumur dengan Metoda Pencitraan Digital*. Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011 (SNIPS 2011). Bandung: IPB.
- Febriyanto, R. 2011. *Sensor CMOS vs CCD*. <http://vulvix12.blogspot.com/2011/02/sensor-cmos-vs-ccd.html> [13 Desember 2011].
- Fitriyana. 2012. *Spektrum Cahaya Tampak*. <http://fitriyanamigumi.blogspot.com/2012/03/spektrum-cahaya-tampak.html>. [13 Desember 2011]
- Hardjono, S. 1991. *Dasar-Dasar Spektroskopi*, Yogyakarta : Liberty.
- Harjadi, W. 1993. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jakarta : Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Khopkar, S.M.. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press, Jakarta.

- Nurdwiyanti, Ani. 2008. *Waspadai Jajanan Anak di Sekolah*. <http://www.swaberita.com/news/waspadai-jajanan-anak-di-sekolah.html>. [13 Februari 2013]
- Rusmawan, dkk. 2011. *Analisis Kolorimetri Kadar Besi(III) dalam Sampel Air Sumur dengan Metoda Pencitraan Digital*. Bandung: Jurnal Prosiding Simposium Nasional
- Seran, Emel. 2011. *Pengertian Dasar Spektrofotometer uv-vis* <http://wani-besak.wordpress.com/pengertian-dasar-spektrofotometer-vis-uv-uv-vis/>. [13 Desember 2011]
- Slamet Soesilo, 1994. *Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat Dan Makanan Departemen Kesehatan Republik Indonesia Nomor :00386/C/Sk/Ii/90 Tentang Perubahan Lampiran Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 239/Menkes/Per/V/85 Tentang Zat Warna Tertentu Yang Dinyatakan Sebagai Bahan Berbahaya* Direktur Jenderal Pengawasan Obat Dan Makanan. Jakarta : Menteri Kesehatan Republik Indonesia
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika Edisi 6*. Bandung : Tarsito
- Suhendra, A. Tanpa Tahun. *Catatan Kuliah Pengantar Pengolahan Citra*.
- Underwood, A.I dan Day, R.A. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta : Erlangga.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Zou, 2011. *Cara Kerja Pengertian Kamera Digital*. <http://carakerjapengertian.blogspot.com/cara-kerja-pengertian-kamera-digital.html>. [29 Januari 2013]

LAMPIRAN

Lampiran A. Hubungan Reflektansi dengan Konsentrasi

A1. Hasil konversi dari foto ke digital dengan konsentrasi 0,002-0,6 g/ml pada sirup menggunakan pewarna makanan hijau

Tabel A.1.1 Hasil analisis reflektan dan absorbans dengan sudut 90° pada daerah konsentrasi 0.002-0.6 g/ml

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.002	159	175	62	0.622	0.685	0.634	0.206	0.164	0.198
0.004	162	190	64	0.635	0.744	0.608	0.197	0.128	0.216
0.006	141	184	55	0.551	0.723	0.537	0.259	0.141	0.270
0.008	113	178	44	0.442	0.700	0.427	0.354	0.155	0.369
0.01	111	190	44	0.436	0.746	0.427	0.361	0.127	0.370
0.02	69	201	27	0.270	0.787	0.314	0.568	0.104	0.503
0.04	29	202	12	0.115	0.791	0.197	0.938	0.102	0.705
0.06	4	200	1	0.014	0.784	0.152	1.845	0.106	0.817
0.08	2	197	1	0.009	0.771	0.164	2.036	0.113	0.785
0.1	8	209	3	0.029	0.821	0.183	1.531	0.086	0.737
0.2	1	85	0	0.004	0.334	0.066	2.452	0.476	1.179
0.4	6	25	2	0.022	0.099	0.050	1.661	1.006	1.302
0.6	4	14	2	0.017	0.055	0.038	1.772	1.261	1.416

Lampiran B. Hasil Konversi dan Analisa Sirup dengan Menggunakan Hasil Gambar Keseluruhan

B.1 Hasil Konversi dan Analisa sirup dengan Hasil Gambar Keseluruhan pada Pewarna Hijau

$$R = \frac{I_r}{I_0} \text{ dan } A = \text{Log} \left(\frac{1}{R} \right)$$

Dimana R = Reflektan

A = Absorbans

I_0 = 255 (nilai intensitas putih pada *software* matrik)

I_r = nilai intensitas hasil konversi analog ke digital menggunakan *software* matrik

Tabel B.1.1 Reflektansi dan Absorbans Pewarna Hijau Alami

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	145	188	190	0.570	0.738	0.745	0.244	0.132	0.128
0.04	126	170	175	0.494	0.668	0.686	0.307	0.176	0.164
0.06	117	160	162	0.460	0.629	0.635	0.337	0.202	0.197
0.08	112	156	146	0.440	0.611	0.573	0.356	0.214	0.242

Tabel B.1.2 Transmittansi dan Absorbans Pewarna Hijau Alami

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Transmitan (It)			Transmitan (T)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	37	34	45	0.144	0.135	0.178	0.842	0.871	0.750
0.04	36	32	42	0.141	0.127	0.166	0.850	0.897	0.780
0.06	37	34	43	0.144	0.135	0.170	0.842	0.871	0.770
0.08	34	31	38	0.132	0.122	0.148	0.879	0.915	0.831

Tabel B.1.3 Reflektansi dan Absorbans Pewarna Hijau Makanan

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	163	231	162	0.637	0.907	0.634	0.196	0.042	0.198
0.04	129	224	107	0.507	0.877	0.418	0.295	0.057	0.378
0.06	95	216	64	0.374	0.847	0.249	0.427	0.072	0.604
0.08	55	215	58	0.215	0.843	0.229	0.667	0.074	0.640

Tabel B.1.4 Transmittansi dan Absorbans Pewarna Hijau Makanan

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Transmitan (It)			Transmitan (T)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	33	29	33	0.112	0.115	0.117	0.949	0.940	0.931
0.04	34	30	34	0.113	0.121	0.121	0.946	0.917	0.916
0.06	22	20	23	0.117	0.134	0.139	0.931	0.874	0.857
0.08	22	20	24	0.115	0.124	0.119	0.941	0.905	0.925

Tabel B.1.5 Reflektansi dan Absorbans Pewarna Hijau Tekstil

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	110	165	116	0.432	0.647	0.455	0.364	0.189	0.342
0.04	21	156	57	0.083	0.612	0.225	1.080	0.213	0.647
0.06	14	146	25	0.055	0.573	0.099	1.259	0.242	1.006
0.08	3	153	33	0.012	0.599	0.128	1.917	0.223	0.891

Tabel B.1.6 Transmittansi dan Absorbans Pewarna Hijau Tekstil

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Transmitan (It)			Transmitan (T)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	33	29	33	0.130	0.113	0.129	0.888	0.947	0.891
0.04	34	30	34	0.134	0.119	0.133	0.873	0.926	0.875
0.06	22	20	23	0.086	0.079	0.092	1.068	1.105	1.037
0.08	22	20	24	0.087	0.079	0.093	1.063	1.101	1.030

B.2 Hasil Konversi dan Analisa sirup dengan Hasil Gambar Keseluruhan pada Pewarna Kuning

Tabel B.2.1 Reflektansi dan Absorbans Pewarna Kuning Alami

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	148	192	195	0.581	0.751	0.764	0.236	0.124	0.117
0.04	161	194	181	0.631	0.762	0.708	0.200	0.118	0.150
0.06	180	210	191	0.705	0.824	0.748	0.152	0.084	0.126
0.08	197	219	182	0.771	0.858	0.713	0.113	0.067	0.147

Tabel B.2.2 Transmittansi dan Absorbans Pewarna Kuning Alami

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Transmitan (It)			Transmitan (T)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	36	34	44	0.142	0.133	0.174	0.846	0.875	0.760
0.04	38	35	47	0.149	0.139	0.183	0.827	0.858	0.738
0.06	36	33	41	0.140	0.131	0.161	0.854	0.884	0.794
0.08	33	30	35	0.128	0.116	0.139	0.892	0.934	0.858

Tabel B.2.3 Reflektansi dan Absorbans Pewarna Kuning Makanan

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	190	245	120	0.745	0.961	0.471	0.128	0.017	0.327
0.04	178	213	33	0.699	0.834	0.129	0.156	0.079	0.891
0.06	174	186	10	0.682	0.731	0.039	0.166	0.136	1.407
0.08	180	169	3	0.708	0.662	0.010	0.150	0.179	2.003

Tabel B.2.4 Transmittansi dan Absorbans Pewarna Kuning Makanan

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Transmitan (It)			Transmitan (T)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	11	12	12	0.112	0.118	0.118	0.949	0.929	0.929
0.04	12	12	14	0.122	0.122	0.136	0.915	0.915	0.867
0.06	12	12	11	0.116	0.122	0.114	0.934	0.915	0.944
0.08	12	13	12	0.115	0.125	0.118	0.939	0.901	0.929

Tabel B.2.5 Reflektansi dan Absorbans Pewarna Kuning Tekstil

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	177	212	103	0.696	0.830	0.405	0.158	0.081	0.393
0.04	118	188	31	0.464	0.738	0.122	0.334	0.132	0.913
0.06	126	177	14	0.494	0.694	0.053	0.307	0.159	1.272
0.08	115	170	21	0.450	0.665	0.081	0.347	0.177	1.093

Tabel B.2.6 Transmittansi dan Absorbans Pewarna Kuning Tekstil

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Transmitan (It)			Transmitan (T)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	20	20	24	0.080	0.077	0.095	1.098	1.113	1.020
0.04	21	20	25	0.082	0.078	0.097	1.084	1.106	1.014
0.06	22	21	25	0.085	0.081	0.098	1.071	1.091	1.009
0.08	22	20	24	0.085	0.080	0.095	1.071	1.098	1.020

B3. Hasil Konversi dan Analisa sirup dengan Hasil Gambar *Cropping* pada Pewarna Hijau dengan Metode Reflektansi

Tabel B.3.1 Hasil Analisa Reflektan dan Absorbans dengan *Cropping* Hasil Gambar pada Sirup Menggunakan Pewarna Hijau Makanan pada Bagian Atas

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	R	B	R	G	B
0.02	177	235	169	0.813	0.974	0.859	0.090	0.012	0.066
0.04	134	229	109	0.724	0.962	0.762	0.140	0.017	0.118
0.06	64	224	72	0.535	0.949	0.592	0.272	0.023	0.228
0.08	63	213	64	0.493	0.929	0.553	0.307	0.032	0.257

Tabel B.3.2 Hasil Analisa Reflektan dan Absorbans dengan *Cropping* Hasil Gambar pada Sirup Menggunakan Pewarna Hijau Makanan pada Bagian Tengah

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
0.02	207	248	219	0.693	0.920	0.663	0.159	0.036	0.179
0.04	185	245	194	0.525	0.899	0.427	0.279	0.046	0.369
0.06	136	242	151	0.252	0.880	0.281	0.598	0.056	0.551
0.08	126	237	141	0.247	0.835	0.250	0.607	0.078	0.603

Tabel B.3.3 Hasil Analisa Reflektan dan Absorbans dengan *Cropping* Hasil Gambar pada Sirup Menggunakan Pewarna Hijau Makanan pada Bagian Bawah

Konsentrasi (g/ml)	Intensitas Reflektan (Ir)			Reflektan (R)			Absorbans (A)		
	R	G	R	R	R	B	R	G	B
0.02	173	231	139	0.677	0.904	0.546	0.169	0.044	0.263
0.04	118	228	71	0.464	0.893	0.278	0.333	0.049	0.556
0.06	38	223	52	0.151	0.876	0.205	0.822	0.058	0.689
0.08	25	215	45	0.097	0.842	0.176	1.014	0.075	0.754

Lampiran C. Sampel Sirup Hijau dari Pewarna Makanan dan Pewarna Tekstil

C1. Hasil konversi dan analisa sampel pada sirup menggunakan pewarna hijau dengan metode reflektansi

Tabel C.1.1 Hasil konversi dan analisa sampel dengan pewarna hijau secara reflektansi

Jenis Pewarna	Konsentrasi teoritis (g/ml)	Konsentrasi hitung (g/ml)	Intensitas Reflektan Green	Reflektan Green	
Makanan	0.01	0.015	231	0.906	
		0.012	232	0.910	
		0.012	232	0.910	
	Rata2	0.013	232	0.908	
	0.03	0.030	227	0.890	
		0.030	227	0.890	
		0.033	226	0.886	
		Rata2	0.031	227	0.889
	0.05	0.047	222	0.871	
		0.047	222	0.871	
		0.044	223	0.875	
		Rata2	0.046	222	0.872
	0.07	0.072	215	0.843	
		0.079	213	0.835	
		0.076	214	0.839	
		Rata2	0.076	214	0.839
	Tekstil	0.01	0.007	165	0.647
			0.007	165	0.647
0.007			165	0.647	
Rata2			0.007	165	0.647
0.03		0.024	161	0.631	
		0.015	163	0.639	
		0.050	155	0.608	
Rata2		0.029	160	0.626	
0.05		0.050	155	0.608	
		0.050	155	0.608	
		0.054	154	0.604	
Rata2		0.051	155	0.607	
0.07		0.062	152	0.596	
		0.071	150	0.588	
		0.075	149	0.584	
Rata2		0.070	150	0.590	

Lampiran D. Perhitungan

D1. Penyiapan Larutan Induk dari Pewarna Alami (pandan atau kunir)

Larutan induk pewarna $100 \text{ g}/250 \text{ ml}$

$$100 \text{ g}/\text{ml} (w/v) = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{volume larutan (ml)}} \times 100\%$$

$$100 \text{ g}/\text{ml} = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{250\text{ml}} \times 100\%$$

$$\frac{100 \text{ g}/\text{ml} \cdot 250\text{ml}}{100\%} = \text{massa zat terlarut (gram)}$$

$$250\text{g} = \text{massa zat terlarut (gram)}$$

Pengenceran

Konsentrasi 0,02 g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 0,02\text{g}/\text{ml} \cdot 100\text{ml}$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 2\text{g}$$

$$V_1 = \frac{2\text{g}}{100\text{g}} \times 250\text{ml} = 5\text{ml}$$

Konsentrasi 0,04 g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 0,04\text{g}/\text{ml} \cdot 100\text{ml}$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 4\text{g}$$

$$V_1 = \frac{4\text{g}}{100\text{g}} \times 250\text{ml} = 10\text{ml}$$

Konsentrasi 0,06g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 0,06\text{g}/\text{ml} \cdot 100\text{ml}$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 6\text{g}$$

$$V_1 = \frac{6\text{g}}{100\text{g}} \times 250\text{ml} = 15\text{ml}$$

Konsentrasi 0,08g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 0,08\text{g}/\text{ml} \cdot 100\text{ml}$$

$$100\text{g}/250\text{ml} \cdot V_1 = 8\text{g}$$

$$V_1 = \frac{8\text{g}}{100\text{g}} \times 250\text{ml} = 20\text{ml}$$

D2. Penyiapan Larutan Induk dari Pembuatan Larutan Pewarna Makanan dan Tekstil

$$g/ml(w/v) = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{volume larutan (ml)}} \times 100\%$$

Larutan induk pewarna (0.5 g/ml)

$$g/ml(w/v) = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{volume larutan (ml)}} \times 100\%$$

$$0,5g/ml = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{100ml} \times 100\%$$

$$\frac{0,5g/ml \cdot 100ml}{100g\%} = \text{massa zat terlarut (gram)}$$

$$0,5gram = \text{massa zat terlarut}$$

Pengenceran

Konsentrasi 0,02 g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,02g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 2ml$$

$$V_1 = \frac{2ml}{0,5} = 4ml$$

Konsentrasi 0,04 g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,04g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 4ml$$

$$V_1 = \frac{4ml}{0,5} = 8ml$$

Konsentrasi 0,06g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,06g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 6ml$$

$$V_1 = \frac{6ml}{0,5} = 12ml$$

Konsentrasi 0,08g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,08g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 8ml$$

$$V_1 = \frac{8ml}{0,5} = 16ml$$

D3. Penyiapan Larutan Induk dari Pembuatan Larutan Sampel dengan Menggunakan Pewarna Makanan dan Tekstil

$$g/ml(w/v) = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{volume larutan (ml)}} \times 100\%$$

Larutan induk pewarna (0.5 g/100ml)

$$g/ml(w/v) = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{volume larutan (ml)}} \times 100\%$$

$$0,5g/ml = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{100ml} \times 100\%$$

$$\frac{0,5g/ml \cdot 100ml}{100g\%} = \text{massa zat terlarut (gram)}$$

$$0,5gram = \text{massa zat terlarut}$$

Pengenceran

Konsentrasi 0,01 g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,01g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 1ml$$

$$V_1 = \frac{1ml}{0,5} = 2ml$$

Konsentrasi 0,03 g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,03g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 3ml$$

$$V_1 = \frac{3ml}{0,5} = 6ml$$

Konsentrasi 0,05g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,05g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 5ml$$

$$V_1 = \frac{5ml}{0,5} = 10ml$$

Konsentrasi 0,07g/ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,5g/ml \cdot V_1 = 0,07g/ml \cdot 100ml$$

$$0,5V_1 = 7ml$$

$$V_1 = \frac{7ml}{0,5} = 14ml$$