



ANALISIS TINGKAT PENGELUARAN DARAH PADA SAYAP AYAM LAYER BERBASIS KOLORIMETRI DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

WIDYA SASKIA JUKARDI PUTRI



**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

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



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

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

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul “Analisis Tingkat Pengeluaran Darah Pada Sayap Ayam *Layer* Berbasis Kolorimetri dengan Metode Pengolahan Citra Digital” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2021

Widya Saskia Jukardi Putri
NIM B04170177

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

ABSTRAK

WIDYA SASKIA JUKARDI PUTRI. Analisis Tingkat Pengeluaran Darah pada Sayap Ayam *Layer* Berbasis Kolorimetri dengan Metode Pengolahan Citra Digital. Dibimbing oleh PUDJI ACHMADI dan ISDONI.

Ayam *layer* afkir biasanya banyak dijual terutama menjelang hari raya. Banyaknya penjualan ayam *layer* afkir dilakukan dalam rangka memenuhi tingginya permintaan masyarakat terhadap daging ayam. Konsumsi daging ayam terus meningkat setiap waktunya namun tidak sebanding dengan peningkatan kualitasnya. Tujuan penelitian ini yaitu mengukur konsentrasi darah pada daging sayap ayam *layer* afkir serta membandingkan kemampuan pemindai dan kamera ponsel dengan spektrofotometer berdasarkan prinsip kolorimetri. Daging sayap ayam sebanyak 40 sampel sayap kiri dan kanan dipotong kecil-kecil untuk dibuat ekstrak. Ekstrak daging yang telah direaksikan dengan *malachite green* kemudian ditambahkan KMnO_4 kemudian diuji menggunakan spektrofotometer dan pemindaian menggunakan pemindai dan kamera ponsel. Hasil pemindaian kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi *ImageJ*. Nilai konsentrasi darah diolah menggunakan SPSS. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi darah yang diukur menggunakan spektrofotometer, pemindai dan kamera ponsel pada daging sayap ayam *layer* afkir yang disembelih dengan proses penggantungan memiliki perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) dengan daging ayam yang disembelih tanpa proses penggantungan. Nilai koefisien korelasi antara spektrofotometer dengan pemindai dan kamera ponsel masing-masing adalah 0,95 dan 0,98. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemindai dan kamera ponsel memiliki potensi sebagai alat alternatif untuk mengukur konsentrasi darah pada daging ayam *layer*.

Kata kunci: Ayam *layer*, *imageJ*, kamera ponsel, pemindai, spektrofotometer.

ABSTRACT

WIDYA SASKIA JUKARDI PUTRI. Analysis of Blood Draining Level on Layer Chicken Wings Colorimetry Based by Digital Image Processing. Guided by PUDJI ACHMADI and ISDONI.

Culled layer chicken is usually sold, especially before the feast days. The number of sales of culled layer chickens is carried out in order to supply the high public demand for chicken meat. Consumption of chicken meat continues to increase every time but is not comparable with the increase in quality. The purpose of this study was to measure blood concentrations in layer chicken wing meat and to compare the capabilities of scanner and mobile camera to spectrophotometer based on colorimetric principles. 40 samples of left and right wings were cut into small pieces for extract. The meat extract that had been reacted with malachite green was then added with KMnO_4 and then tested using

spectrophotometer and scanning using scanner and mobile camera. The scan results are then processed using the ImageJ application. Blood concentration values were processed using SPSS. The results showed that the blood concentration measured using spectrophotometer, scanner and mobile camera on chicken wing meat slaughtered by the hanging process had a significant difference ($P < 0.05$) with chicken meat slaughtered without hanging. The correlation coefficient values between spectrophotometer with scanner and mobile camera were 0,95 and 0,98 respectively. According to the results, it can be concluded that scanner and mobile camera have the potential as an alternative tools for measuring blood concentrations in layer chicken meat.

Keywords: ImageJ, layer chicken, mobile camera, scanner, spectrophotometer.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



ANALISIS TINGKAT PENGELUARAN DARAH PADA SAYAP AYAM *LAYER* BERBASIS KOLORIMETRI DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

WIDYA SASKIA JUKARDI PUTRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Fakultas Kedokteran Hewan

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi

1. Dr. Drh. Eko Sugeng Pribadi, M.Si
2. Dr. Rini Madyastuti Purwono, S.Si, Apt, M.Si



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

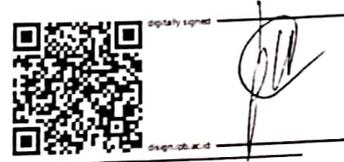


Judul : Analisis Tingkat Pengeluaran Darah pada Sayap Ayam
Layer Berbasis Kolorimetri dengan Metode Pengolahan Citra
 Digital

Nama : Widya Saskia Jukardi Putri
 NIM : B04170177

Disetujui oleh

Pembimbing I:
 Drs. Pudji Achmadi, M.Si



Pembimbing II:

Drh. Isdoni, M.Biomed



Diketahui oleh

Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Kedokteran Hewan
 Prof. Drh. Ni Wayan Kurniani Karja, M.P., Ph.D.
 NIP: 196902071996012001



Tanggal Lulus:

Tanggal Ujian:
 15 Juli 2021

23 JUL 2021

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul Analisis Tingkat Pengeluaran Darah pada Sayap Ayam *Layer* Berbasis Kolorimetri dengan Metode Pengolahan Citra Digital.

Ungkapan terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini terutama kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Drs. Sabur Jukardi dan Ibu Inah Sarinah yang selalu memberikan kasih sayang, doa serta dukungan. Saudara kandung penulis Puspa Indah Lestari Jukardi Putri dan Amira Zahra Shakila Jukardi atas hiburan, dukungan dan doanya.

2. Bapak Drs. Pudji Achmadi, M.Si sebagai pembimbing pertama dan sekaligus sebagai pembimbing akademik dan Bapak Drh. Isdoni, M.Biomed sebagai pembimbing kedua atas waktu, bimbingan, saran, kesabaran dan motivasi serta nasihatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

3. Seluruh staf Laboratorium Fisiologi, Departemen Anatomi, Fisiologi dan Farmakologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB University yang telah membantu selama proses penelitian.

4. Teman-teman satu bimbingan yaitu Ema, Rama, Dian, Isna, Fitria, Adit, Yaksube, Hilman, Ariq dan Arif yang selalu membantu.

5. Sahabat yang selalu memberikan hiburan, semangat, motivasi dan dukungan yaitu Rieka, Yulfa, Putri, Erin, Novia, Kharisma, Amel, Elsi, Linda dan Riri.

6. Teman-teman Grizzoura FKH 54 yang senantiasa membantu dan mendoakan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis serta pihak lain terutama untuk pengembangan ilmu pendidikan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Bogor, Juli 2021

Widya Saskia Jukardi Putri

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Daging Ayam.....	3
2.2 Analisis Tingkat Pengeluaran Darah.....	3
2.3 Kolorimetri dan Spektrofotometer.....	3
2.4 Pengolahan Citra Menggunakan Pemindai dan Kamera Ponsel.....	4
2.5 Citra RGB dan <i>ImageJ</i>	4
III METODE.....	6
3.1 Waktu dan Tempat.....	6
3.2 Alat dan Bahan.....	6
3.3 Prosedur Penelitian.....	6
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	6
3.3.2 Pembuatan Ekstrak Daging.....	6
3.3.3 Pembuatan Larutan Standar untuk Analisis Tingkat Pengeluaran Darah.....	6
3.3.4 Pereaksian Sampel dengan <i>Malachite Green</i>	7
3.3.5 Pembacaan Hasil.....	7
3.3.6 Interpretasi Hasil.....	7
3.3.7 Prosedur Analisis Data.....	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	8
4.1 Analisis Kolorimetri Menggunakan Spektrofotometer.....	8
4.2 Analisis Kolorimetri menggunakan Kamera Ponsel dan Pemindai.....	9
4.3 Perbandingan Hasil dan Korelasi Pengukuran Kadar Darah pada Daging Ayam Menggunakan Spektrofotometer dengan Kamera Ponsel dan Pemindai.....	10



4.4 Spektrofotometer, Kamera Ponsel, dan Pemindai dalam Analisis Tingkat Pengeluaran Darah.....	11
V SIMPULAN DAN SARAN.....	14
5.1 Simpulan.....	14
5.2 Saran.....	14
DAFTAR PUSTAKA.....	15
RIWAYAT HIDUP.....	27

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

DAFTAR TABEL

1. Konsentrasi darah daging sayap ayam (g/dL).....	12
----------------------------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

1. Warna RGB.....	5
2. Fitur <i>imageJ</i>	5
3. Kalibrasi larutan standar spektrofotometer BOECO dan spektrofotometer Vernier.....	8
4. Kurva kalibrasi larutan standar menggunakan kamera ponsel dan pemindai.....	10
5. Perbandingan korelasi absorbansi antara spektrofotometer BOECO dengan spektrofotometer Vernier, spektrofotometer dengan kamera ponsel, spektrofotometer dengan pemindai.....	12
6. Larutan standar yang dipindai menggunakan pemindai.....	18
7. Larutan standar yang dipindai menggunakan kamera ponsel.....	18
8. Larutan sampel dengan perlakuan digantung yang dipindai menggunakan pemindai.....	19
9. Larutan sampel dengan perlakuan tidak digantung yang dipindai menggunakan pemindai.....	19
10. Larutan sampel dengan perlakuan digantung yang dipindai menggunakan kamera ponsel.....	20
11. Larutan sampel dengan perlakuan tidak digantung yang dipindai menggunakan kamera ponsel.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

1. Citra larutan standar menggunakan pemindai dan kamera ponsel.....	18
2. Citra larutan sampel menggunakan pemindai.....	19
3. Citra larutan sampel menggunakan kamera ponsel.....	20
4. Nilai absorbansi larutan standar menggunakan spektrofotometer BOECO.....	21
5. Nilai absorbansi larutan standar menggunakan spektrofotometer Vernier.....	21
6. Konsentrasi dan nilai absorbansi larutan standar menggunakan pemindai.....	22
7. Konsentrasi dan nilai absorbansi larutan standar menggunakan kamera ponsel.....	22
8. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan spektrofotometer BOECO.....	23
9. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan spektrofotometer Vernier.....	24
10. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan pemindai.....	25
11. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan kamera ponsel.....	26

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daging merupakan salah satu bahan pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan gizi. Kebutuhan masyarakat terhadap daging meningkat setiap tahunnya. Menurut Kementerian Pertanian RI 2020, total produksi daging pada tahun 2019 sebanyak 4,9 juta ton dengan produksi daging terbesar disumbang oleh daging ayam yaitu sebanyak 3,9 juta ton. Jumlah daging ayam tersebut terdiri dari ayam ras pedaging sebanyak 3,5 juta ton, ayam buras sebanyak 0,3 juta ton dan ayam ras petelur (*layer*) sebanyak 0,1 juta ton. Daging ayam *layer* telah menjadi alternatif bagi masyarakat sebagai pengganti ayam ras pedaging ataupun ayam buras. Umumnya daging ayam ras petelur yang dijual di pasaran merupakan daging ayam *layer* afkir.

Ayam *layer* afkir adalah ayam yang sudah tidak memproduksi telur (Mardhika *et al.* 2020). Ayam *layer* afkir biasanya banyak dijual terutama menjelang hari raya. Banyaknya penjualan ayam *layer* afkir dilakukan dalam rangka memenuhi tingginya permintaan masyarakat terhadap daging ayam. Konsumsi daging ayam terus meningkat setiap waktunya namun tidak sebanding dengan peningkatan kualitasnya. Kualitas daging meliputi kualitas fisik, kimia, morfologi, biokimia, mikrobiologi, sensorik, higiene, gizi dan aspek kuliner (Jassim *et al.* 2011 dalam Tougan *et al.* 2013; Ingr 1989 dalam Tougan *et al.* 2013). Kualitas daging dipengaruhi berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut diantaranya yaitu faktor intrinsik (spesies, ras, jenis otot, jenis kelamin, asal genetik dan usia pemotongan) atau ekstrinsik (kondisi pembibitan, penyembelihan, pakan, perawatan teknologi dan perubahan biokimia post mortem) (Mourot 2008 dalam Tougan *et al.* 2013).

Proses penyembelihan ayam yang dilakukan di pasar umumnya masih dilakukan dengan memotong esofagus, trakea, vena jugularis dan arteri carotis sampai putus. Dilanjutkan dengan memasukkan ayam ke dalam tong plastik atau karung lalu ditunggu selama tiga sampai lima menit hingga ayam tidak bergerak lagi. Proses pengeluaran darah seperti ini tidak sempurna karena ayam tidak digantung setelah penyembelihan (Delfita 2013). Pengeluaran darah yang tidak sempurna menyebabkan banyaknya darah yang tersisa pada daging. Hal tersebut dapat mengakibatkan peningkatan jumlah mikroorganisme dan pH serta menurunkan kualitas daging. Pengeluaran darah yang tidak sempurna juga menyebabkan menurunnya masa simpan daging karena adanya peningkatan oksidasi (Mohamed dan Mohamed 2012). Oleh karena itu, dibutuhkan adanya pengujian tingkat pengeluaran darah pada daging ayam.

Pengujian untuk mengetahui tingkat pengeluaran darah dapat dilakukan dengan melihat adanya perubahan warna pada uji *Malachite Green* yang ditambahkan pada ekstrak daging (Ulfa *et al.* 2019). Perubahan intensitas warna hasil dari uji tersebut sulit diinterpretasi sehingga biasanya dibutuhkan metode kolorimetri dengan alat yang digunakan yaitu spektrofotometer. Namun spektrofotometer ini harganya relatif mahal dan dibutuhkan tenaga ahli untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, dibutuhkan alat alternatif yang dapat membantu membaca hasil sampel yang diuji. Pemindai dan kamera ponsel dapat



membantu dalam mengolah citra digital dari hasil sampel. Hasilnya kemudian akan diproses menggunakan aplikasi *imageJ*.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengukur konsentrasi darah pada daging sayap ayam dengan perlakuan sembelih digantung dan sembelih tanpa gantung serta membandingkan kemampuan pemindai dan kamera ponsel dengan spektrofotometer berdasarkan prinsip kolorimetri.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu mendeteksi perbedaan konsentrasi darah pada daging ayam dari perlakuan yang berbeda serta memberikan informasi potensi dari pemindai dan kamera ponsel dibandingkan spektrofotometer dengan metode kolorimetri.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daging Ayam

Daging ayam menjadi sumber pangan yang memiliki protein dan nutrisi lain yang tinggi dan memiliki manfaat yang penting bagi tubuh. Daging ayam mengandung energi sebanyak 165 kkal, air 65,26 g, protein 31,02 g, lemak 3,57 g dan kolesterol 8,5 g (dalam 100 g daging). Daging ayam juga merupakan sumber vitamin dan mineral yang baik. Daging jenis ini mengandung vitamin B3, vitamin A, vitamin B6, kalsium, magnesium, fosfor, dan sodium lebih banyak dibandingkan jenis daging lain (Yucel dan Taskin 2018). Daging ayam segar berwarna putih kekuningan dengan pH berkisar antara 5,7-6,50 (Hertanto *et al.* 2018). Warna daging ayam dipengaruhi oleh konsentrasi mioglobin. Daging ayam memiliki konsentrasi mioglobin yang lebih rendah dibandingkan dengan daging merah seperti daging sapi, babi dan kambing (Ricke 2017). Konsentrasi mioglobin pada daging ayam yaitu kurang dari 0,05% (Farrimond 2017).

2.2 Analisis Tingkat Pengeluaran Darah

Pengeluaran darah merupakan syarat penting untuk menentukan kualitas daging sehingga daging layak dikonsumsi. Daging dengan pengeluaran darah yang tidak sempurna akan menjadi media pertumbuhan yang baik untuk mikroorganisme dan memiliki tampilan yang kurang menarik (Ulfa *et al.* 2019). Tingkat pengeluaran darah dapat dianalisis menggunakan uji *malachite green*. Uji *malachite green* dapat dilakukan untuk mengetahui pengeluaran darah secara sempurna atau tidak pada hewan saat disembelih. Pengeluaran darah yang tidak sempurna akan diketahui dari reaksi O_2 yang mereduksi *malachite green*. Pengeluaran darah tidak sempurna akan dijumpai banyak hemoglobin dalam daging. Hal ini dapat diketahui dari reaksi O_2 dari H_2O_2 , O_2 akan diikat oleh hemoglobin sehingga warna larutan tidak berubah. Berbeda halnya jika tidak ada hemoglobin, maka O_2 akan mengoksidasi *malachite green* menjadi warna biru. *Malachite green* berkompetisi dengan hemoglobin untuk mengikat oksigen. Hemoglobin memiliki afinitas yang lebih tinggi terhadap O_2 dari *malachite green* maka hemoglobin akan mengikat oksigen lebih dulu (Ulfa *et al.* 2019).

2.3 Kolorimetri dan Spektrofotometer

Kolorimetri merupakan metode sederhana yang telah banyak digunakan untuk biokimia analisis dan konstruksi biosensor. Dibandingkan dengan metode lain, metode kolorimetri memiliki beberapa keuntungan diantaranya yaitu biaya rendah, instrumen sederhana atau tidak menggunakan instrumen sama sekali dan dapat diidentifikasi secara kualitatif atau semikualitatif dengan mata telanjang (Li 2018). Kolorimetri digunakan untuk menentukan konsentrasi senyawa berwarna dalam larutan berdasarkan hukum Lambert-Beer yang menetapkan hubungan antara absorbansi dan konsentrasi pada panjang gelombang tertentu dari

absorbansi maksimum (Gummadi dan Kommoju 2019).

Spektrofotometer merupakan alat pengukuran dasar yang penting untuk sebagian besar bidang kegiatan penelitian yang membutuhkan sampel yang akan diukur, seperti fisika, bioteknologi dan rekayasa pangan (Kim *et al.* 2015). Spektrofotometer telah digunakan secara luas dalam fisika dan kimia untuk menganalisis suatu zat dengan mengukur transmitansi atau absorbansi sampel sebagai fungsi dari konsentrasi. Secara kualitatif, penentuannya didasarkan pada puncak yang dihasilkan pada spektrum unsur tertentu dan pada panjang gelombang tertentu, sedangkan penentuan kuantitatif didasarkan pada nilai absorbansi yang dihasilkan dari spektrum sampel. Prinsip desain spektrofotometer berasal dari hukum Lambert-Beer yang menjelaskan interaksi antara materi atau bahan kimia dengan gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang tertentu. Spektrofotometer terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk yaitu sumber cahaya polikromatik, monokromator, sel sampel, detektor dan sistem pembaca (Yuniati dan Rifai 2019).

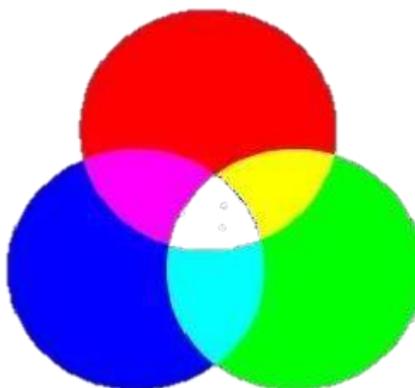
2.4 Pengolahan Citra Digital menggunakan Pemindai dan Kamera Ponsel

Pengolahan citra merupakan proses memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer dengan menggunakan deteksi tepi yang menentukan titik-titik tepi dari objek (Putri 2016). Pemindai adalah salah satu perangkat input komputer yang berfungsi untuk menduplikasi gambar dalam bentuk digital. Pemindai terdiri dari dua bagian fungsional yaitu mekanisme pemindaian dan perangkat lunak. Objek yang dipindai terletak di kaca transparan tetap. Sebuah bagian pengangkut dari pemindai dengan sumber cahaya dan garis fotodetektor (CCD - elemen CCD atau fototransistor) bergerak di sepanjang dan di atas kaca tetap. Sistem optik pemindai memproyeksikan berkas cahaya dari objek ke detektor foto tempat informasi dipisahkan menurut warna. Fotodetektor mengubah tingkat cahaya menjadi tingkat voltase. Selanjutnya, sinyal analog tiba di *analog-digital converter* (ADC) yang mengeluarkan informasi dalam kode biner. Kemudian informasi tersebut diproses dalam pengontrol pemindai dan dimasukkan ke dalam *driver scanner* yang berinteraksi dengan aplikasi komputer (Zheleznyak dan Sidorov 2015). Selain pemindai, terdapat alat lain untuk pengambilan citra yaitu kamera digital, kamera *handphone*, sinar-X, dan berbagai jenis peralatan untuk penginderaan jauh (Dewi dan Supianto 2015). Kamera ponsel memiliki cara kerja yang sama dengan kamera digital hanya saja perbedaan terletak pada besar sensor dan besar lensa (Kurniawan 2013). Kamera digital memiliki semua bagian dari kamera film konvensional kecuali untuk bidang film. Bidang film digantikan oleh sensor CCD atau CMOS yang mengubah intensitas cahaya menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini, setelah diubah menjadi sinyal digital melalui ADC, kemudian digunakan untuk keperluan tampilan atau pencetakan (Prayagi 2015).

2.5 Citra RGB dan *ImageJ*

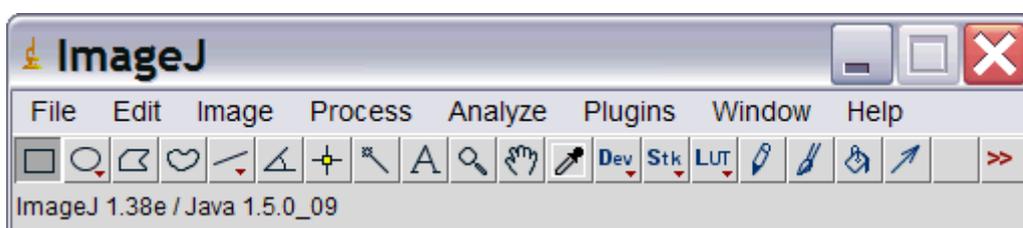
Citra RGB adalah susunan tiga dimensi yang secara konseptual dianggap sebagai tiga bidang dua dimensi yang berbeda dengan masing-masing terdiri dari

tiga saluran warna yaitu merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*). RGB merupakan ruang paling umum yang digunakan untuk menggambarkan citra digital karena sesuai dengan warna primer yang dicampur untuk ditampilkan pada monitor atau alat lain yang serupa. Warna RGB ada berdasarkan bagian spektrum elektromagnetik yang dapat dilihat oleh manusia dengan jangkauan panjang gelombang yaitu sekitar 400-700 nm (Solomon dan Breckon 2011).



Gambar 1. Warna RGB (Nurhidayat 2016)

ImageJ adalah program pengolahan dan analisis citra *public domain Java* yang terinspirasi oleh *NIH Image* untuk *Macintosh*. Distribusi yang dapat diunduh tersedia untuk Windows, Mac OS X dan Linux serta dapat menampilkan, mengedit, menganalisis, memproses, menyimpan dan mencetak gambar 8-bit, 16-bit dan 32-bit. Hasil dapat dibaca dengan banyak format gambar termasuk TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS, dan 'raw'. *ImageJ* dapat menghitung statistik area dan nilai piksel dari pilihan yang ditentukan pengguna. Selain itu, aplikasi ini juga dapat mengukur jarak dan sudut serta dapat membuat histogram kepadatan dan plot profil garis. Hal ini dapat mendukung fungsi pemrosesan gambar standar seperti manipulasi kontras, penajaman, penghalusan, deteksi tepi, dan pemfilteran median (Ferreira dan Rasband 2012).



Gambar 2. Fitur *imageJ* (NIH 2021)

METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 hingga Mei 2021 di Laboratorium Fisiologi Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi (AFF), Fakultas Kedokteran Hewan (FKH), IPB University.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah pisau, papan, *freezer*, *stopwatch*, tissue, plastik, pinset, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *sentrifuge*, pipet tetes, pipet ukur, gelas ukur, tabung *ependorf*, mikropipet, *vortex*, *bulb*, timbangan, spektrofotometer BOECO S-220, spektrofotometer Vernier Go Direct SpectroVis Plus, kuvet, microplate, Pemindai HP C7716, lampu *ceilling* 18 Watt, kamera ponsel ASUS X00ID (resolusi 13 mega piksel), komputer dan kotak kayu.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel daging sayap ayam *layer* afkir. Bahan yang digunakan untuk membuat larutan adalah *malachite green* 0.1%, H_2O_2 3% , akuades, HCl 0.1 N, $FeCl_3$, dan $KMnO_4$ 3%.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 40 sampel sayap kiri dan kanan yang diperoleh dari 20 ekor ayam *layer* afkir yang disembelih tanpa proses penggantungan dan 20 ekor ayam *layer* afkir yang disembelih dengan proses penggantungan.

3.3.2 Pembuatan Ekstrak Daging

Daging sayap ayam bagian kanan dan kiri diambil lalu dipisahkan dari tulang dan kulitnya. Kemudian dicincang menggunakan pisau hingga halus dan direndam dalam akuades selama 30 menit. Ekstrak kemudian disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan antara cairan dan endapan. Bagian cair adalah bagian yang digunakan sebagai ekstrak daging (*supernatan*).

3.3.3 Pembuatan Larutan Standar untuk Analisis Tingkat Pengeluaran Darah

Larutan standar dibuat sebelum sampel uji diperiksa untuk membuat kurva standar yang nantinya dijadikan sebagai acuan hasil. Larutan standar dibuat dari $FeCl_3$ dalam *aquades*, lalu diencerkan dalam HCl sebanyak 10 kali dengan urutan

konsentrasi 0, 0.0005, 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.008, 0.01 dan 0.02%. Setelah itu *malachite green* sebanyak 0.1 mL dan H₂O₂ 3% sebanyak 0.1 mL dimasukkan ke dalam semua tabung, lalu dihomogenkan menggunakan *vortex* dan didiamkan selama 20 menit reaksi berlangsung secara sempurna, setelah 20 menit larutan ditambahkan KMnO₄ 0.3% untuk menghentikan reaksi lalu dihomogenkan kembali dengan menggunakan *vortex* (Santoso *et al.* 2020).

3.3.4 Pereaksian Sampel dengan *Malachite Green*

HCl 0.1 N sebanyak 1.9 ml dan ekstrak daging sebanyak 0.1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian campuran larutan sampel direaksikan ditambah dengan *malachite green* sebanyak 0.1 mL dan H₂O₂ 3% sebanyak 0.1 mL. Lalu dihomogenkan menggunakan *vortex*, didiamkan selama 20 menit, setelah 20 menit larutan ditambahkan KMnO₄ 0.3% sebanyak 0.1 ml untuk menghentikan reaksi lalu dihomogenkan kembali dengan menggunakan *vortex* (Santoso *et al.* 2020).

3.3.5 Pembacaan Hasil

Larutan standar untuk analisis tingkat pengeluaran darah dan larutan sampel yang telah direaksikan dengan *malachite green* dan telah ditambahkan KMnO₄ kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan dibaca dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 430 nm. Kemudian larutan-larutan tersebut dipindah ke *microplate* dengan mikropipet sebanyak 0.2 mL/sumur. Lalu *microplate* yang berisi larutan-larutan tersebut diletakkan diatas pemindai, lalu ditutup menggunakan kardus dan di atas kardus tersebut diletakkan lampu *ceilling*. Sedangkan, pembacaan hasil menggunakan kamera ponsel dilakukan dengan cara *microplate* yang berisi larutan-larutan tadi diletakkan diatas lampu *ceilling* lalu ditutup dengan kotak kayu. Gambar yang telah dipindai dengan kamera ponsel disimpan dalam format *Joint Photographic Experts Group (JPEG)* dan hasil pemindai disimpan dalam format *Tagged Image File Format (TIFF)*. Selanjutnya, gambar-gambar yang telah dipindai tersebut akan diproses lebih lanjut menggunakan aplikasi *imageJ* (Santoso *et al.* 2020).

3.3.6 Interpretasi Hasil

Hasil pengambilan citra menggunakan pemindai dan kamera ponsel kemudian diolah menggunakan aplikasi *imageJ*. Intensitas warna dari ketiga kanal RGB yang didapat dari pemrosesan menggunakan *imageJ* diterjemahkan menjadi absorbansi dengan hukum Lambert-Beer, yaitu

$$A = - \log \frac{I}{I_0}$$

A adalah nilai absorbansi, I adalah intensitas dari masing-masing kanal *red*, *green*, dan *blue* serta I₀ adalah nilai maksimal dari sebuah *pixel* yaitu 255. Nilai absorbansi selanjutnya dimasukkan ke dalam persamaan linear ($y = ax + b$) yang didapatkan dari kurva standar. Kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan hasil dari pemindai dan kamera ponsel.

3.3.7 Prosedur Analisis Data

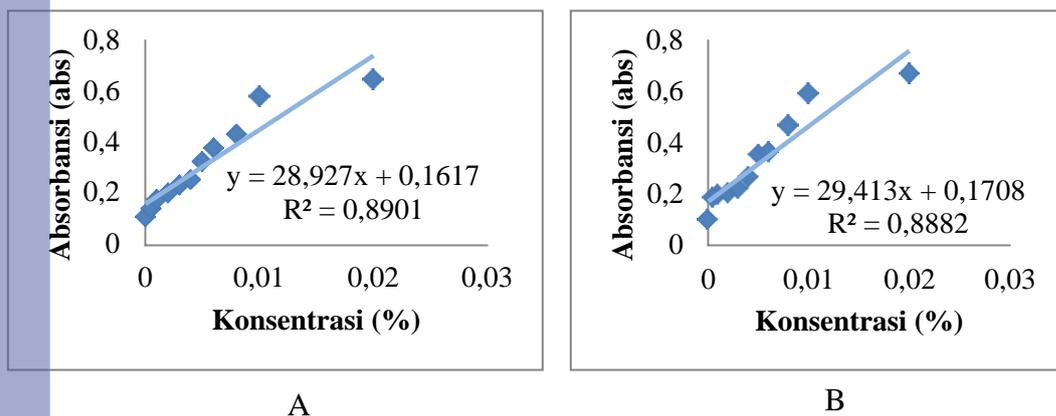
Pengolahan data secara kuantitatif dilanjutkan di *Microsoft Excel* 2010. Nilai absorbansi yang didapatkan dimasukkan ke dalam persamaan dari kurva standar yang didapat sehingga konsentrasi darah dalam daging diketahui. Hasil dianalisis lebih lanjut dengan metode uji T *independent* menggunakan aplikasi SPSS.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kolorimetri menggunakan Spektrofotometer

Kolorimetri merupakan suatu teknik analisis kuantitatif untuk sampel berwarna yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu zat berdasarkan intensitas cahaya warna larutan. Alat yang digunakan dalam analisis kolorimetri diantaranya spektrofotometer UV-Vis (Rusmawan *et al.* 2011). Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis yaitu apabila cahaya monokromatik melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi dipancarkan. Penentuan secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis yaitu berdasarkan nilai absorbansi yang dihasilkan dari spektrum dengan adanya senyawa pengompleks sesuai unsur yang dianalisisnya (Yanlinastuti dan Fatimah 2016).

Analisis kolorimetri secara kuantitatif dilakukan dengan menggunakan dua spektrofotometer untuk mendapatkan nilai absorbansi. Nilai absorbansi ini akan bergantung pada kadar zat yang terkandung di dalamnya, semakin banyak kadar zat yang terkandung dalam suatu sampel maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu sehingga nilai absorbansi semakin besar atau dengan kata lain nilai absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang terkandung didalam suatu sampel (Neldawati *et al.* 2013). Larutan standar diukur dengan panjang gelombang 430 nm. Pemilihan panjang gelombang tersebut berdasarkan penelitian analisis kesempurnaan pengeluaran darah pada daging ayam broiler yang dilakukan oleh Maulani (2019) dan Rachmad (2019). Pada panjang gelombang tersebut didapatkan nilai absorbansi yang maksimum. Kurva kalibrasi larutan standar spektrofotometer pada panjang gelombang 430 nm disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kalibrasi larutan standar spektrofotometer BOECO (A); spektrofotometer Vernier (B)

Berdasarkan hasil penelitian (Gambar 3), kurva kalibrasi larutan standar spektrofotometer BOECO menunjukkan persamaan linear $y = 28,927x + 0,1617$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8901. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai konsentrasi dapat menjelaskan nilai absorbansinya

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

sebesar 89,01%, sedangkan kurva kalibrasi standar spektrofotometer Vernier menunjukkan persamaan linear $y = 29,413x + 0,1708$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8882. Nilai konsentrasi tersebut menjelaskan nilai absorbansinya sebesar 88,82%. Berdasarkan nilai koefisien kedua spektrofotometer tersebut, spektrofotometer BOECO digunakan sebagai *gold standard*.

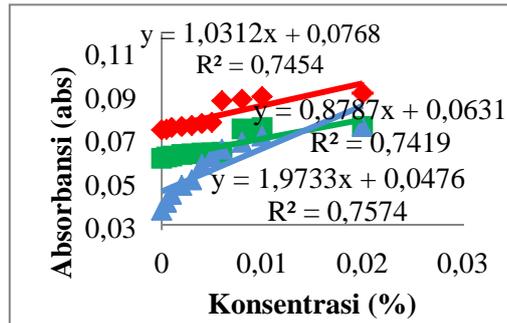
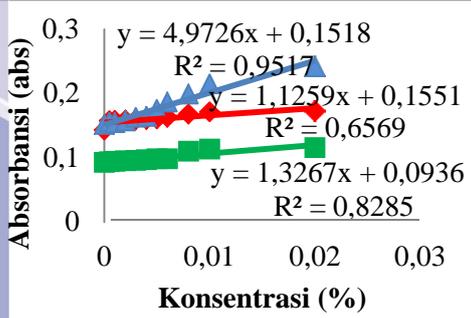
Koefisien determinasi adalah indeks untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat (Zulkifli dan Solot 2018). Nilai koefisien determinasi adalah antara nol dan satu. Nilai (R^2) yang kecil berarti kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variasi variabel terikat amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel bebas memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat (Ghozali 2012). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak cahaya yang diserap, semakin besar nilai absorbansinya dan berbanding lurus dengan nilai konsentrasi. Selanjutnya, absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer dan dilanjutkan menghitung konsentrasinya dengan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi larutan standar yang telah didapatkan.

4.2 Analisis Kolorimetri menggunakan Kamera Ponsel dan Pemindai

Metode citra digital menjadi metode analisis kuantitatif yang mulai berkembang saat ini. Metode ini sederhana, tidak memerlukan alat yang mahal dan memiliki potensi yang tinggi dalam analisis kolorimetrik sehingga dapat menjadi metode analisis kuantitatif yang baik (Dinata *et al.* 2019). Pada penelitian ini, metode citra digital dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa pemindai dan kamera ponsel. Hasil pemindaian citra warna larutan menggunakan pemindai disimpan dalam format *Tagged Image File Format* (TIFF) sedangkan pemindaian dengan kamera ponsel disimpan dalam format *Joint Photographic Experts Group* (JPEG).

Pengolahan citra pemindai dan kamera ponsel dilakukan menggunakan aplikasi *ImageJ*. Pengolahan citra tersebut dibedakan menjadi tiga kanal warna dasar yaitu *red*, *green* dan *blue* (RGB). Intensitas ketiga kanal warna diukur menggunakan fungsi menu *make composite*, kemudian area pada citra diseleksi melalui fungsi *oval selection* lalu dibuat lingkaran dengan ukuran yang sama pada setiap sumur *microplate*. Area citra yang telah diseleksi selanjutnya dianalisis pada menu *ROI manager*. Nilai yang didapatkan dari hasil analisis kemudian dikonversikan menggunakan rumus Lambert-Beer untuk mendapatkan nilai absorbansi dari setiap kanal warna RGB.





A

B

Gambar 4. Kurva kalibrasi larutan standar menggunakan kamera ponsel (A) ♦ Red ($y = 1,1259x + 0,1551$); ▲ Green ($y = 1,3267x + 0,0936$); ■ Blue ($y = 4,9726x + 0,1518$) dan pemindai (B) ♦ Red ($y = 1,0312x + 0,0768$); ▲ Green ($y = 0,8787x + 0,0631$); ■ Blue ($y = 1,9733x + 0,0476$)

Berdasarkan gambar 4, setiap kanal warna RGB memiliki nilai koefisien determinasi yang berbeda. Kanal warna *blue* memiliki nilai koefisien paling tinggi dan kemiringan kurva yang paling curam. Koefisien determinasi kanal *blue* yang diperoleh dari kamera ponsel memiliki nilai sebesar 0,9517 dengan persamaan regresi linear yaitu $y = 4,9726x + 0,1518$ sedangkan nilai koefisien determinasi yang diperoleh dari pemindai yaitu 0,7574 dengan persamaan regresi linear yaitu $y = 1,9733x + 0,0476$. Berdasarkan nilai koefisien determinasi dan kecuraman kurva maka kanal *blue* yang dipakai untuk mengukur konsentrasi darah pada sampel. Kurva yang memiliki kemiringan yang paling curam mengindikasikan bahwa kurva tersebut memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap adanya perubahan konsentrasi (De Morais dan De Lima 2014).

4.3 Perbandingan Hasil dan Korelasi Pengukuran Kadar Darah pada Daging Ayam Menggunakan Spektrofotometer dengan Kamera Ponsel dan Pemindai

Hemoglobin (Hb) adalah sebuah molekul dan terdiri dari empat subunit. Setiap subunit berisi satu kelompok heme yang terkonjugasi oleh polipeptida (globin). Heme merupakan turunan porfirin yang mengandung besi (Fe) (Spiro *et al.* 1979 dalam Pantaya dan Utami 2018). Hb berfungsi membawa oksigen untuk diangkut ke seluruh bagian tubuh. Peningkatan jumlah hemoglobin dipengaruhi oleh jumlah eritrosit sehingga dengan bertambahnya jumlah eritrosit akan disertai peningkatan jumlah hemoglobin (Pantaya dan Utami 2018). Hb memiliki afinitas yang tinggi terhadap oksigen. Dalam uji *Malachite Green* (MG), Hb akan berkompetisi dengan MG dalam mengikat oksigen. Daging dengan proses pengeluaran darah yang tidak sempurna akan mengandung banyak Hb. Hal ini dapat diketahui dari reaksi H_2O_2 3% yang mereduksi MG. Dengan oksigen dari H_2O_2 dalam reaksi, Hb akan mengikat oksigen lebih dulu karena Hb memiliki afinitas yang lebih tinggi terhadap oksigen daripada MG sehingga MG tidak akan dioksidasi dan hasilnya larutan tetap berwarna hijau. Sebaliknya jika tidak ada Hb, maka oksigen akan mengoksidasi MG sehingga larutan berubah menjadi berwarna biru (Lawrie 1995 dalam Ulfa *et al.* 2019). Larutan sampel yang telah

direaksikan dengan MG kemudian diukur nilai absorbansinya menggunakan dua buah spektrofotometer dan dipindai menggunakan kamera ponsel dan pemindai. Citra hasil pemindaian kamera ponsel dan pemindai selanjutnya diolah menggunakan *ImageJ* sehingga didapatkan nilai intensitas warnanya. Nilai intensitas warna tersebut lalu dimasukkan ke dalam rumus dari hukum Lambert-Beer sehingga didapatkan nilai absorbansi. Nilai absorbansi sampel yang diukur dengan keempat alat kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi linear yang didapatkan dari kurva larutan standar sehingga konsentrasi dari sampel dapat diketahui. Berdasarkan hukum Lambert-Beer, absorbansi sebanding dengan konsentrasi dan jalur optik dengan konstanta proposional yang dikenal sebagai absorptivitas molar (Pinho *et al.* 2016).

Tabel 1. Perbandingan konsentrasi darah daging sayap ayam *layer* dengan perlakuan sembelih gantung dan sembelih tidak gantung dalam satuan 1×10^{-3} g/dL

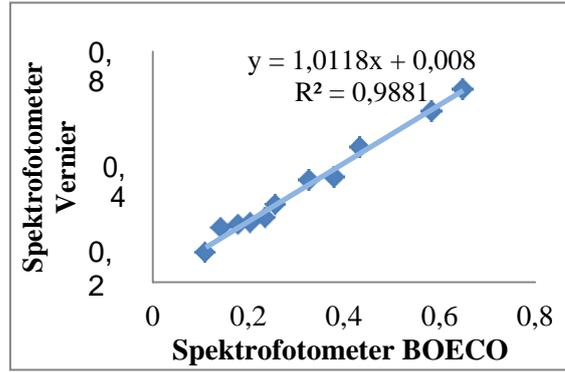
Perlakuan	Spektrofotometer BOECO	Spektrofotometer Vernier	Kamera Ponsel	Pemindai
Sembelih gantung	$2,03 \pm 0,57^a$	$1,55 \pm 0,57^a$	$1,51 \pm 0,50^a$	$2,06 \pm 0,10^a$
Sembelih tidak gantung	$2,73 \pm 0,95^b$	$2,72 \pm 0,87^b$	$2,84 \pm 1,34^b$	$2,94 \pm 0,97^b$

Keterangan : Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menandakan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$)

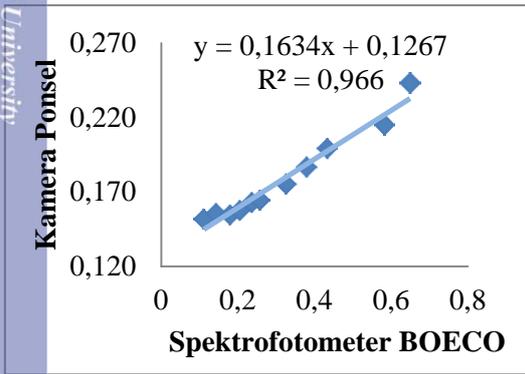
Tabel 1 menunjukkan konsentrasi darah daging sayap ayam *layer* dengan perlakuan sembelih gantung dan sembelih tidak gantung yang diukur menggunakan spektrofotometer, pemindai dan kamera ponsel. Hasil pengukuran menunjukkan terdapat perbedaan nyata ($P < 0,05$) antara daging ayam yang disembelih digantung dengan disembelih tidak digantung. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa keempat alat dapat mendeteksi adanya perbedaan konsentrasi darah pada daging dengan perlakuan yang berbeda.

Daging ayam dengan proses penggantungan setelah penyembelihan memiliki konsentrasi darah yang lebih sedikit dibandingkan dengan daging ayam yang disembelih tanpa adanya proses penggantungan. Penyembelihan ayam dengan tanpa adanya proses penirisan ayam yang sudah disembelih dalam waktu yang memadai dapat menyebabkan pengeluaran darah yang tidak sempurna (Yana *et al.* 2017). Penirisan darah merupakan salah satu tahap dari beberapa tahapan proses pemotongan ayam dan menjadi tahapan yang kritis dalam pemotongan ayam jika dikaitkan dengan tingkat pengeluaran darah (Wulandari *et al.* 2005 dan Razali *et al.* 2007 dalam Yana *et al.* 2017). Ketidaktersempurnaan dalam pengeluaran darah dapat menyebabkan penurunan kualitas suatu bahan pangan. Hal ini terjadi karena darah merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme (Ulfa *et al.* 2019).

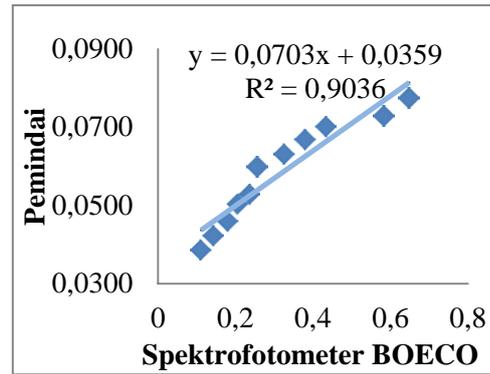
4.4 Perbandingan Korelasi Nilai Absorbansi Menggunakan Spektrofotometer, Kamera Ponsel, dan Pemindai dalam Analisis Tingkat Pengeluaran Darah



A



B



C

Gambar 5. Perbandingan korelasi absorbansi antara (A) spektrofotometer BOECO dengan spektrofotometer Vernier; (B) spektrofotometer BOECO dengan kamera ponsel; (C) spektrofotometer BOECO dengan pemindai

Kuatnya hubungan antara variabel diukur dengan koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi berada dalam rentang -1 hingga 1. Ketika koefisien tersebut bernilai -1 atau 1 maka dapat dikatakan bahwa hubungan antarvariabel sempurna yaitu ketika kejadian pada variabel y dapat dijelaskan atau diprediksi oleh variabel x tanpa terjadi kesalahan (*error*). Semakin kecil nilai koefisien korelasi maka *error* yang dimiliki untuk membuat prediksi semakin akan besar (Kurniawan dan Yuniarto 2016). Nilai koefisien korelasi merupakan akar dari nilai koefisien determinasi (Sarwono dan Budiono 2012). Dengan kata lain, koefisien determinasi merupakan kuadrat dari koefisien korelasi.

Berdasarkan kurva pada Gambar 5, koefisien korelasi spektrofotometer BOECO dengan spektrofotometer Vernier, spektrofotometer BOECO dengan kamera ponsel dan spektrofotometer BOECO dengan pemindai berturut-turut yaitu 0,9940, 0,9828 dan 0,9505. Korelasi antara spektrofotometer, kamera ponsel dan pemindai menunjukkan adanya korelasi yang kuat dan berbanding lurus di antara ketiga alat tersebut. Hal ini dapat dilihat dari kenaikan absorbansi spektrofotometer yang diikuti dengan kenaikan absorbansi pada kamera ponsel dan pemindai serta nilai koefisien korelasi yang dihasilkan mendekati 1. Koefisien korelasi digunakan untuk mengukur korelasi yang mewakili kekuatan hubungan linier antara variabel yang bersangkutan. Kekuatan hubungan ada pada rentang antara -1 dan 1. Semakin kuat korelasi, koefisien korelasinya akan mendekati -1 atau 1. Jika koefisiennya merupakan bilangan positif, maka variabelnya

berhubungan langsung atau berbanding lurus, yaitu ketika nilai satu variabel naik, nilai yang lain juga cenderung naik. Sebaliknya, jika koefisiennya merupakan angka negatif artinya variabelnya berbanding terbalik, yaitu ketika nilai satu variabel naik maka nilai yang lain cenderung turun (Mukaka 2012).

Hubungan antara spektrofotometer, kamera ponsel dan pemindai juga dapat dilihat dari regresi linearnya. Regresi linear merupakan uji statistik yang diterapkan pada kumpulan data untuk mendefinisikan dan mengukur hubungan antara variabel yang dipertimbangkan. Analisis regresi linear memungkinkan memprediksi nilai dari variabel terikat berdasarkan nilai setidaknya satu variabel bebas (Kumari dan Yadav 2018). Berdasarkan gambar 5, kurva korelasi spektrofotometer BOECO dengan spektrofotometer Vernier memiliki persamaan regresi linear sebesar $y = 1,0118x + 0,008$, spektrofotometer BOECO dengan kamera ponsel memiliki persamaan regresi linear sebesar $y = 0,1634x + 0,1267$ serta spektrofotometer BOECO dengan pemindai memiliki persamaan regresi linear sebesar $y = 0,0703x + 0,0359$. Persamaan regresi linear dari ketiga kurva alat tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan linear yang positif. Hal ini dapat diketahui dari nilai koefisien x dari persamaan tersebut yang nilainya lebih besar dari 0 ($a > 0$). Menurut Lolombulan (2020), jenis hubungan linear yang positif apabila koefisien x pada bentuk persamaan $y = ax + b$ yaitu $a > 0$, jenis hubungan linear yang negatif apabila koefisien x pada bentuk persamaan $y = ax + b$ yaitu $a < 0$ dan jenis hubungan linear sejajar sumbu x apabila koefisien x pada bentuk persamaan $y = ax + b$ yaitu $a = 0$.



SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Konsentrasi darah pada daging ayam yang disembelih dengan penggantungan berbeda nyata dengan daging ayam yang disembelih tanpa penggantungan. Daging ayam yang disembelih dengan penggantungan memiliki konsentrasi yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan daging ayam yang disembelih tanpa penggantungan. Hasil pengolahan citra yang dipindai menggunakan pemindai dan kamera ponsel memiliki nilai koefisien korelasi yang baik dengan spektrofotometer sehingga pemindai dan kamera ponsel memiliki potensi untuk dijadikan alternatif dari penggunaan spektrofotometer.

5.2 Saran

Diperlukan jumlah sampel yang lebih banyak untuk meningkatkan akurasi dari uji T serta diperlukan penelitian lebih lanjut menggunakan kamera ponsel dengan resolusi yang berbeda.

@Hak cipta milik IPB University

DAFTAR PUSTAKA

- De Morais CLM, De Lima KMG. 2014. A colorimetric microwell method using a desktop scanner for biochemical assays. *Talanta*. 126:145-150. doi: 10.1016/j.talanta.2014.03.066.
- Delfita R. 2013. Evaluasi teknik pemotongan ayam ditinjau dari kehalalan dan keamanan pangan di Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal Saintek*. 5(1): 78-87.
- Dewi C, Supianto AA. 2015. *Pengolahan Citra Satelit dengan Matlab*. Malang (ID): Universitas Brawijaya Press.
- Dinata AA , Firdaus ML , Elvia R. 2019. Penerapan kemometrik pada metode citra digital untuk analisis ion merkuri (II) dengan indikator nanopartikel perak. *ALOTROP* 3(1):105-113. doi: <https://doi.org/10.33369/atp.v3i1.9049>
- Farrimond S. 2017. *The Science of Cooking*. New York (UK): DK Publishing.
- Ferreira T, Rasband W. 2012. *ImageJ User Guide, Revised Edition*. [internet]. [diakses pada 25 Oktober 2020]. Tersedia pada <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/user-guide.pdf>
- Ghozali I. 2012. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS*. Semarang (ID): Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Gummadi S, Kommoju M. 2019. Colorimetric approaches to drug analysis and applications – a review. *Am. J. PharmTech Res.* 9(1): 15-37. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/3021980>
- Hertanto BS, Nurmalasari C D A, Nuhriawangsa A M P, Cahyadi M, Kartikasari L R. 2018. The physical and microbiological quality of chicken meat in the different type of enterprise poultry slaughterhouse: a case study in Karanganyar District. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 102, International Symposium on Food and Agrobiodiversity (ISFA); 2017 Sep 26–27, Semarang, Indonesia. Semarang: IOP Publishing. Hlm 1-8.
- [Kementan] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2020. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2020*. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI.
- Kurniawan H. 2013. *DSLR untuk Pemula*. Jakarta (ID): Mediakita.
- Kurniawan R, Yuniarto B. 2016. *Analisis Regresi: Dasar dan Penerapannya dengan R, Edisi Pertama*. Jakarta (ID): Kencana.
- Kim JS, Kim AH, Oh HB, Goh BJ, Lee ES, Kim JS, Jung GI, Baik JY, Jun JH. 2015. Simple LED spectrophotometer for analysis of color information. *Bio-Medical Materials and Engineering* 26: 1773-1780. doi: 10.3233/BME-151478
- Kumari K, Yadav S. 2018. Linear regression analysis study. *J Pract Cardiovasc Sci* 4: 33-6. doi: 10.4103/jpcs.jpcs_8_18
- Li G. 2018. *Nano-inspired Biosensors for Protein Assay with Clinical Applications*. London (UK): Elsevier.
- Lolombulan JH. 2020. *Analisis Data Statistika bagi Penelitian kedokteran dan Kesehatan*. Yogyakarta (ID): Andi Offset.
- Mardhika H, Dwiloka B, Setiani BE. 2020. Pengaruh berbagai metode *thawing* daging ayam petelur afkir beku terhadap kadar protein,

protein terlarut dan kadar lemak *steak* ayam. *Jurnal Teknologi Pangan* 4(1):48–54. doi: <https://doi.org/10.14710/jtp.4.1.48-54>

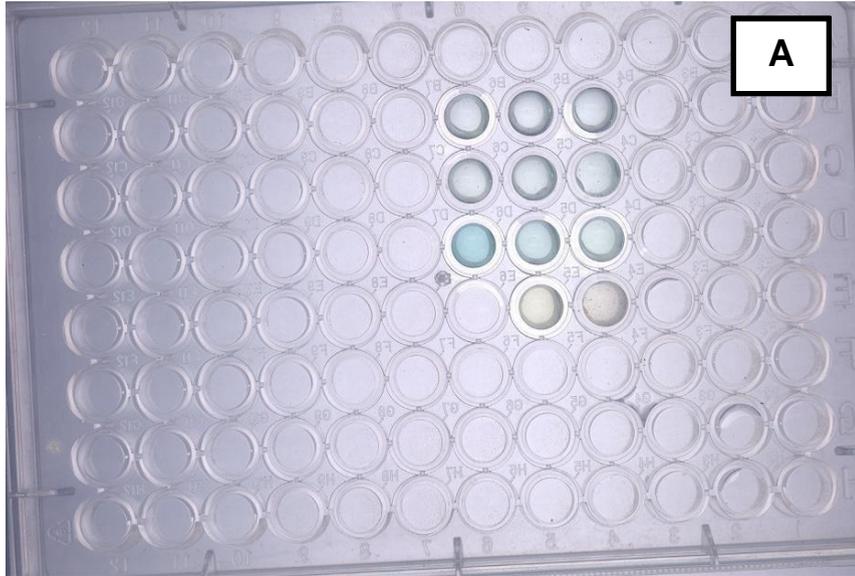
- Maulani RN. 2019. Analisis berbasis kolorimetri menggunakan *scanner* dan *mobile camera* untuk mengukur kandungan darah daging dada broiler.[skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mohamed B, Mohamed I. 2012. The effects of residual blood of carcasses on poultry technological quality. *Food and Nutrition Sciences* 3: 1382-1386. doi:10.4236/fns.2012.310181
- Mukaka MM. 2012. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal* 24(3): 69-71.
- [NIH] National Institutes of Health. 2019. ImageJ features [internet]. [diakses 2021 Mei 30]. Tersedia pada <https://imagej.nih.gov/ij/features.html>
- Neldawati, Ratnawulan, Gusnedi. 2013. Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *Pillar of Physics*. 2:76-83.
- Nurhidayat R. 2016. Online help: GUI application (RGB color) [internet]. [diunduh 2021 Mei 30]. Tersedia pada <https://civitas.uns.ac.id/emagz/software/online-help-rgb-color-system/>
- Pantaya D, Utami MMD. 2018. The blood haematological profile on laying hens that treated by different levels of yeast supplementation. Di dalam: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 207, 1st International Conference on Food and Agriculture 2018; 2018 Okt 20–21, Bali, Indonesia. Bali: IOP Publishing. Hlm 1-6.
- Pinho LAG, Sa-Barreto LCL, Infante CMC, Cunha-Filho MSS. 2016. Simultaneous determination of benzimidazole and itraconazole using spectrophotometry applied to the analysis of mixture: A tool for quality control in the development of formulations. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 159: 48–52. doi: 10.1016/j.saa.2016.01.040.
- Prayagi KP. 2015. *Principles of Colour and Appearance Measurements, Volume 2*. Sawston (UK): Woodhead Publishing.
- Putri AR. 2016. Pengolahan citra dengan menggunakan *web cam* pada kendaraan bergerak di jalan raya. *JUPI* 1(1):1-6. doi: 10.29100/jipi.v1i01.18
- Rachmad SF. 2019. Analisis kesempurnaan pengeluaran darah paha (*drumstick*) ayam broiler berbasis kolorimetri dengan pengolahan citra digital.[skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ricke SC. 2017. *Achieving Sustainable Production of Poultry Meat, Volume 1: Safety, Quality and Sustainability*. Cambridge (UK): Burleigh Dodds Science Publishing.
- Rusmawan CA, Onggo D, Mulyani I. 2011. Analisis Kolorimetri Kadar Besi (III) dalam Sampel Air Sumur dengan Metoda Pencitraan Digital. Di dalam: Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011 (SNIPS 2011); 2011 Jun 22-23, Bandung, Indonesia. Bandung: SNIPS. Hlm 1-8.
- Santoso K, Adistri AK, Purnawarman T, Latif H, Pisestyani H. 2020. Potensi *scanner* dibandingkan spektrofotometer untuk mengukur kandungan darah dalam daging sapi. Di dalam: Juliyarsi I, editor. Prosiding Webinar Nasional

- Sapi Kerbau IV; 2020 Okt 21; Padang, Indonesia. Padang: Andalas University Press. Hlm 20-28.
- Sarwono J, Budiono H. 2012. *Statiska Terapan: Aplikasi Untuk Riset, Skripsi, Tesis dan Disertasi (Menggunakan SPSS, AMOS, dan Excel)*. Jakarta (ID) : PT Elex Media Komputindo.
- Solomon C, Breckon T. 2011. *Fundamentals of Digital Image Processing: A Practical Approach with Examples in Matlab*. New Jersey (US): Wiley.
- Tougan PU, Dahouda M, Salifou CFA, Ahounou SGA, Kpokedon MT, Mensah GA, Thewis A, Karim IYA. 2013. Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality [ulasan]. *IJAAR* 3(8): 1-20.doi: <http://www.m.elewa.org/JAPS>
- Ulfa F, Rastina, Ferasyi TR, Jalaluddin M, Ismail, Harris A. 2019. Kesempurnaan pengeluaran darah pada daging sapi Meugang di Pasar Induk Lambaro Aceh Besar. *JIMVET* 3(2):37-41.doi: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v3i2.10730>
- Yana O, Razali, Jalaluddin M. 2017. Penilaian pemotongan ayam ditinjau dari aspek fisik dan estetika di RPU Peunayong Kota Banda Aceh. *JIMVET* 01(2):218-115. doi: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v1i2.3088>
- Yanlinastuti, Fatimah S. 2016. Pengaruh konsentrasi pelarut untuk menentukan kadar zirkonium dalam paduan U-Zr dengan menggunakan spektrofotometer UV- Vis. *Jurnal Batan* 17: 22-33.
- Yucel B, Taskin T, editor. 2018. *Animal Husbandry and Nutrition*. London (UK): Open Intech Publisher.
- Yuniati A, Rifai R. 2019. Study of simple spectrophotometer design using LDR sensors based on arduino uno microcontroller. *Journal of Physics: Conference Series* 1153: 1-6. doi :10.1088/1742-6596/1153/1/012099
- Zheleznyak AG, Sidorov VG. 2015. Flatbed scanner as an instrument for physical studies. *St. Petersburg Polytechnical University Journal: Physics and Mathematics* 1(2): 134-141. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spjpm.2015.04.001>
- Zulkifli, Solot MG. 2018. Pengaruh *customer offline* dan *customer online* terhadap penjualan pada Toko 3 Second Plaza Mulia Samarinda. *Jurnal Ekonomika* 7(1): 44-55. doi: <https://doi.org/10.24903/je.v7i1.445>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Citra larutan standar menggunakan pemindai (A) dan kamera ponsel(B)

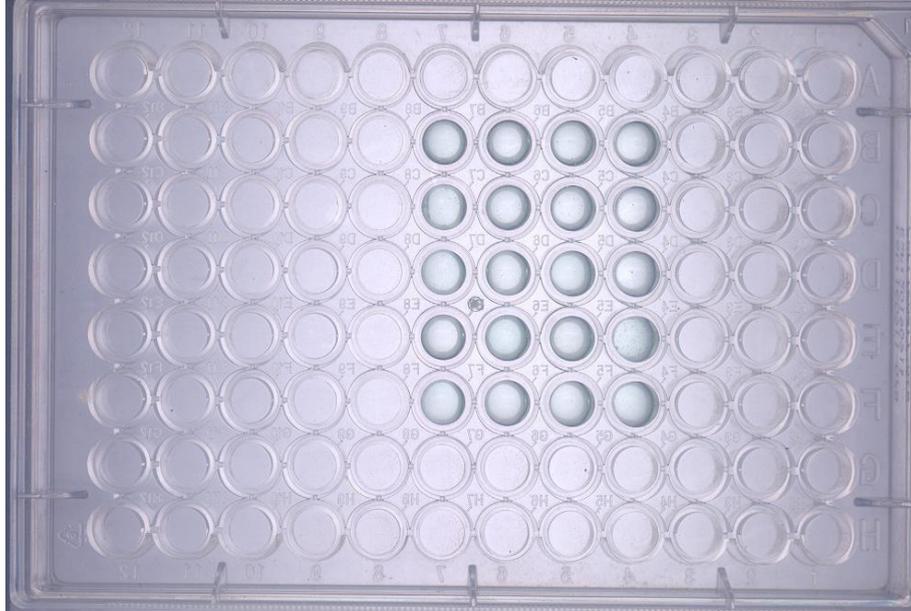


Gambar 6. Citra larutan standar yang dipindai menggunakan pemindai (A)

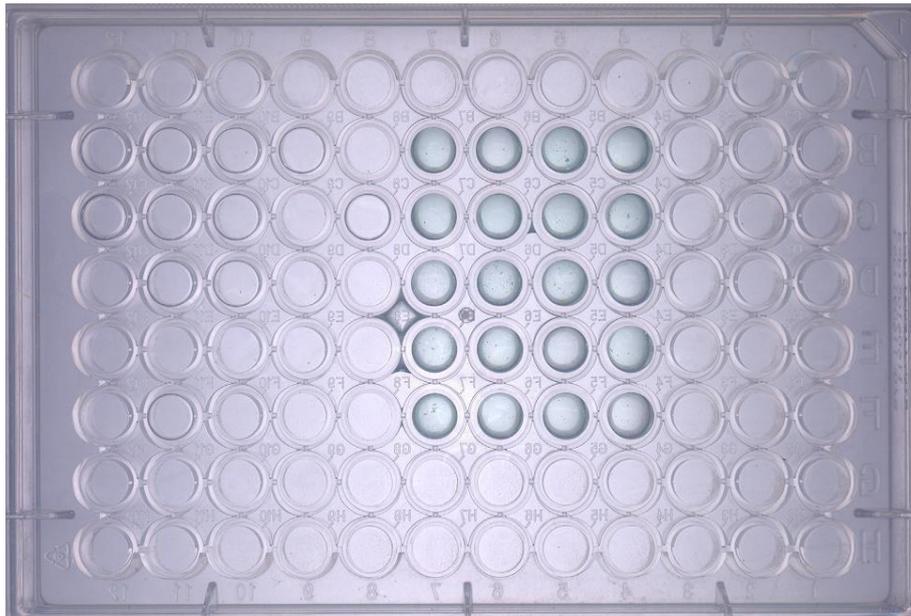


Gambar 7. Citra larutan standar dipindai menggunakan kamera ponsel (B)

Lampiran 2. Citra larutan sampel menggunakan pemindai



Gambar 8. Citra larutan sampel dengan perlakuan digantung yang dipindai menggunakan pemindai

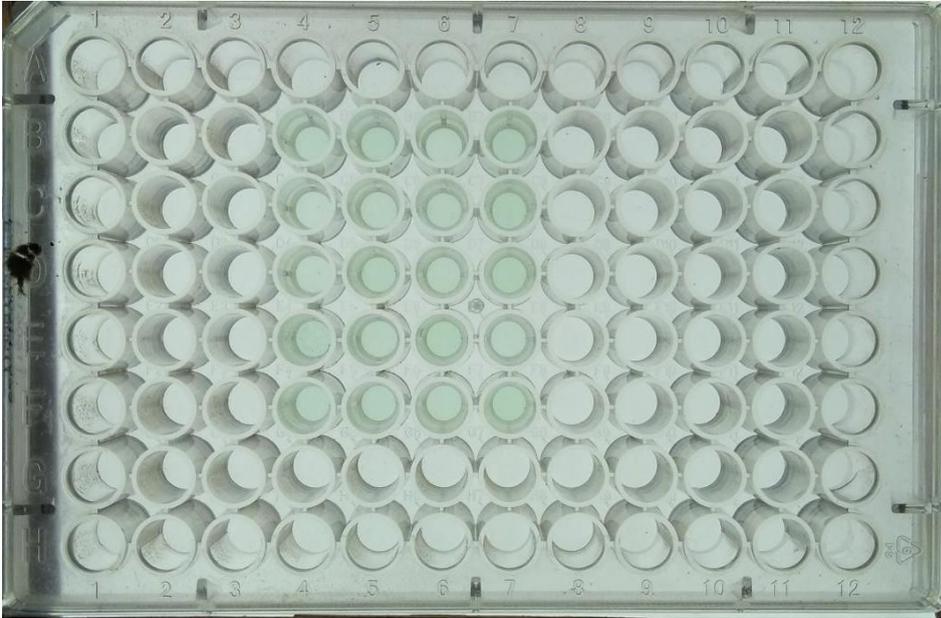


Gambar 9. Citra larutan sampel dengan perlakuan tidak digantung yang dipindai menggunakan pemindai

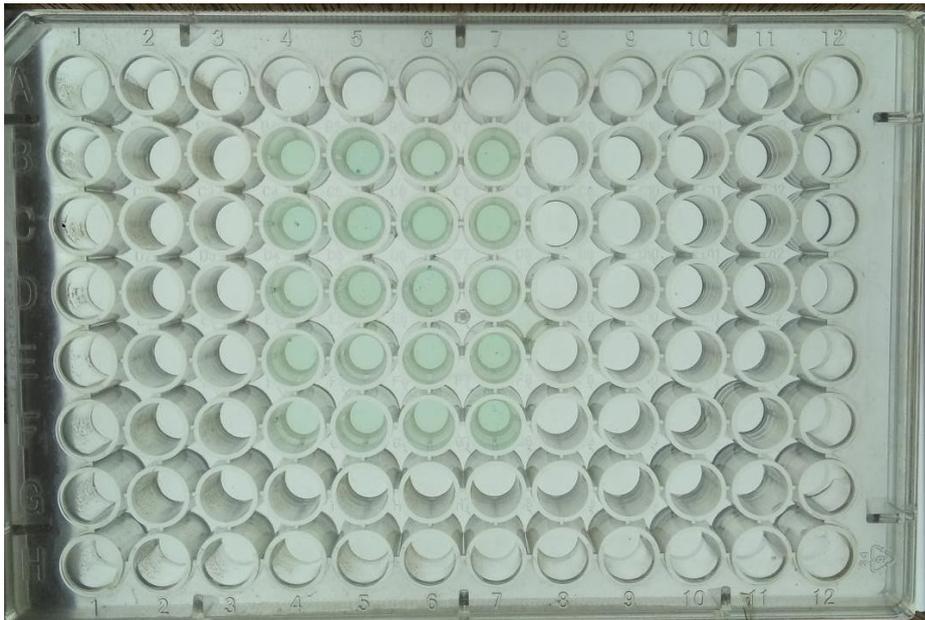
@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Lampiran 3. Citra larutan sampel yang dipindai menggunakan kamera ponsel



Gambar 10. Citra larutan sampel dengan perlakuan digantung yang dipindai menggunakan kamera ponsel



Gambar 11. Citra larutan sampel dengan perlakuan tidak digantung yang dipindai menggunakan kamera ponsel

Lampiran 4. Nilai absorbansi larutan standar menggunakan spektrofotometer BOECO

Konsentrasi (%)	Absorbansi (Abs)
0	0,111
0,0005	0,143
0,001	0,179
0,002	0,204
0,003	0,235
0,004	0,256
0,005	0,327
0,006	0,380
0,008	0,433
0,01	0,583
0,02	0,649

Lampiran 5. Nilai absorbansi larutan standar menggunakan spektrofotometer Vernier

Konsentrasi (%)	Absorbansi (Abs)
0	0,103
0,0005	0,188
0,001	0,199
0,002	0,205
0,003	0,222
0,004	0,267
0,005	0,353
0,006	0,363
0,008	0,467
0,01	0,592
0,02	0,67

Lampiran 6. Konsentrasi dan nilai absorbansi larutan standar menggunakan pemindai

Konsentrasi (%)	Absorbansi <i>blue</i> (abs)	Absorbansi <i>green</i> (abs)	Absorbansi <i>red</i> (abs)
0.0000	0,076	0,063	0,039
0.0005	0,076	0,063	0,042
0.001	0,077	0,064	0,046
0.002	0,077	0,065	0,050
0.003	0,078	0,065	0,053
0.004	0,079	0,065	0,060
0.005	0,079	0,065	0,063
0.006	0,089	0,066	0,067
0.008	0,090	0,076	0,070
0.01	0,091	0,077	0,073
0.02	0,093	0,077	0,077

Lampiran 7. Konsentrasi dan nilai absorbansi larutan standar menggunakan kamera ponsel

Konsentrasi (%)	Absorbansi <i>blue</i> (abs)	Absorbansi <i>green</i> (abs)	Absorbansi <i>red</i> (abs)
0.0000	0,143	0,093	0,152
0.0005	0,158	0,094	0,156
0.001	0,158	0,095	0,155
0.002	0,159	0,096	0,157
0.003	0,159	0,096	0,163
0.004	0,160	0,097	0,164
0.005	0,161	0,099	0,175
0.006	0,163	0,099	0,187
0.008	0,168	0,111	0,199
0.01	0,171	0,114	0,215
0.02	0,173	0,116	0,243

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

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

Lampiran 8. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan spektrofotometer

BOECO

Individu	Digantung	Tidak digantung
1	0,195	0,257
2	0,230	0,276
3	0,239	0,260
4	0,234	0,223
5	0,234	0,222
6	0,236	0,237
7	0,254	0,288
8	0,212	0,241
9	0,229	0,272
10	0,229	0,223
11	0,225	0,202
12	0,219	0,297
13	0,225	0,218
14	0,195	0,245
15	0,226	0,227
16	0,217	0,217
17	0,189	0,233
18	0,204	0,203
19	0,207	0,215
20	0,211	0,258



Lampiran 9. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan spektrofotometer

Vernier

Individu	Digantung	Tidak digantung
1	0,193	0,270
2	0,224	0,314
3	0,232	0,236
4	0,234	0,250
5	0,204	0,238
6	0,236	0,258
7	0,248	0,245
8	0,201	0,288
9	0,213	0,243
10	0,222	0,231
11	0,221	0,227
12	0,216	0,262
13	0,214	0,232
14	0,194	0,240
15	0,228	0,265
16	0,222	0,245
17	0,183	0,228
18	0,201	0,235
19	0,211	0,213
20	0,234	0,300

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 10. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan pemindai

Individu	Digantung	Tidak digantung
1	0,050	0,056
2	0,052	0,056
3	0,054	0,056
4	0,050	0,051
5	0,051	0,054
6	0,050	0,051
7	0,054	0,055
8	0,049	0,049
9	0,051	0,052
10	0,049	0,053
11	0,055	0,056
12	0,052	0,053
13	0,052	0,054
14	0,050	0,051
15	0,053	0,054
16	0,053	0,053
17	0,054	0,054
18	0,054	0,054
19	0,051	0,052
20	0,050	0,053

Lampiran 11. Nilai absorbansi larutan sampel menggunakan kamera ponsel

Individu	Digantung	Tidak digantung
1	0,161	0,166
2	0,156	0,176
3	0,159	0,164
4	0,156	0,157
5	0,159	0,179
6	0,160	0,172
7	0,159	0,167
8	0,163	0,174
9	0,164	0,167
10	0,158	0,157
11	0,155	0,169
12	0,158	0,155
13	0,158	0,159
14	0,161	0,158
15	0,162	0,166
16	0,159	0,169
17	0,160	0,163
18	0,158	0,161
19	0,161	0,166
20	0,163	0,173



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 18 Februari 1999 dari pasangan Bapak Sabur Jukardi dan Ibu Inah Sarinah. Penulis adalah putri pertama dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Sukamaju pada tahun 2011, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 3 Padalarang pada tahun 2014, dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Padalarang pada tahun 2017.

Penulis memasuki pendidikan sarjana di IPB University di tahun 2017 melalui jalur Ujian Tulis Mandiri IPB (UTMI). Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam organisasi Himpunan Minat dan Profesi Ruminansia.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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