

IDENTIFIKASI DAGING SEGAR MENGUNAKAN SENSOR WARNA RGB TCS3200-DB

Prastyono Eko Pambudi¹, Edhy Sutanta², Mujiman³

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

²Jurusan Teknik Informatika, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 27 Nopember 2013, revisi masuk: 12 Januari 2014, diterima: 4 Februari 2014

ABSTRACT

The high demand and limited availability of meat meat on the market, making the price of meat to be expensive, and more and more traders are mixing meat rotten into fresh meat. To avoid the risk, the public as consumers must beware and know the characteristics of rotten meat and the difference with the fresh meat. This research developed a tool detection fresh meat using RGB color sensor TCS3200-DB. Instrument works by measuring the composition of the RGB color in meat is identified and compared with the composition of the reference RGB color of fresh meat. The study begins by taking the composition of the RGB color of fresh meat samples as reference. RGB color composition is then recorded in the main program listing in the microcontroller. The instrument works by comparing the RGB color composition in meat detected by the reference RGB color composition. The microcontroller will determine the power of RGB color values identified meat and then display it via an LCD. The results of this study indicate that fresh meat, G and B values are closer to each other, respectively 3-38 and 3-29 to 4-27 and 4-25 G and for B the only difference being the value of R, which is the largest value of R is 58.

Keywords: fresh meat, microcontroler, sensor, TCS3200-DB, RGB.

INTISARI

Tingginya kebutuhan daging dan terbatasnya ketersediaan daging di pasaran, membuat harga daging menjadi mahal dan semakin banyak pedagang daging yang mencampurkan daging busuk ke dalam daging segar. Untuk menghindari resiko, masyarakat sebagai konsumen harus mewaspadainya dan mengetahui karakteristik daging busuk dan perbedaannya dengan daging segar. Penelitian ini mengembangkan alat deteksi daging segar menggunakan sensor warna RGB TCS3200-DB. Alat bekerja dengan mengukur komposisi warna RGB pada daging yang diidentifikasi dan membandingkan dengan komposisi warna RGB daging segar acuan. Penelitian dimulai dengan pengambilan komposisi warna RGB sampel daging segar sebagai acuan. Komposisi warna RGB tersebut kemudian dicatat dalam listing program utama dalam mikrokontroler. Selanjutnya alat akan bekerja dengan membandingkan komposisi warna RGB pada daging yang dideteksi dengan komposisi warna RGB acuan. Mikrokontroler akan menentukan kekuatan nilai warna RGB daging yang diidentifikasi dan kemudian menampilkannya melalui sebuah layar LCD. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daging sapi segar memiliki nilai G dan B yang saling mendekati yaitu masing-masing 3-38 dan 3-29 untuk G dan 4-27 dan 4-25 untuk B yang membedakan hanya nilai R, yaitu nilai R terbesar yaitu 58.

Kata-kata kunci: daging segar, mikrokontroler, TCS3200-DB, RGB.

PENDAHULUAN

Tingginya kebutuhan daging dan minimnya ketersediaan daging di pasaran, mengakibatkan mahalnya harga

daging dan semakin maraknya pedagang daging nakal yang mencampurkan daging busuk ke dalam daging segar. Hal ini akan meningkatkan keuntungan bagi

¹prastyonoekopambudi@yahoo.co.id,

²edhy_sst@yahoo.com.

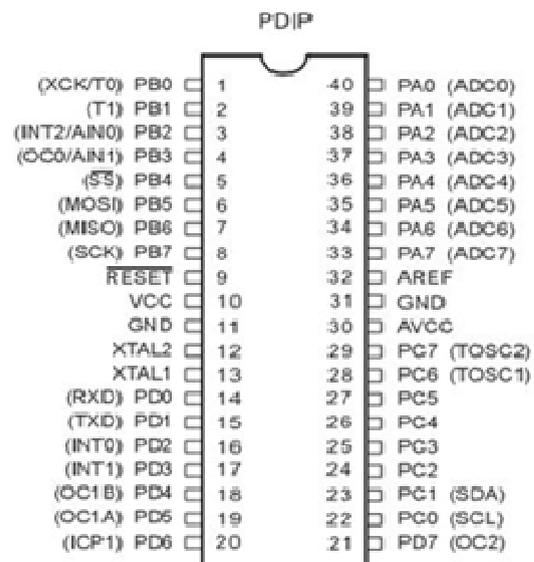
pedagang daging nakal, namun sangat merugikan masyarakat konsumen dan melanggar peraturan dan norma agama. Sayangnya masyarakat konsumen saat ini masih awam dan mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi daging segar atau busuk.

Penelitian ini mengembangkan alat bantu untuk mengidentifikasi kondisi daging berdasarkan warna RGB dengan menggunakan *kit* sensor warna TCS3200-DB, dan menampilkan hasilnya pada layar LCD. Kelebihan alat yang dikembangkan selain biaya pembuatannya murah, juga memiliki inovasi yaitu mampu untuk membedakan daging segar dan busuk. Proses pengembangan alat dimulai dengan merancang rangkaian alat untuk mengukur komposisi warna RGB obyek daging segar yang akan digunakan sebagai acuan. Selanjutnya, komposisi warna RGB daging yang diidentifikasi diukur dan dibandingkan dengan komposisi warna RGB acuan. Selanjutnya hasilnya akan ditampilkan melalui layar LCD.

Secara garis besar, alat yang dikembangkan tersusun atas dua bagian utama, yaitu sensor warna TCS3200-DB dan Pusat Unit Pengendali (uC). TCS3200-DB adalah IC pengkonversi warna cahaya ke frekuensi. Komponen utama pembentuk IC terdiri atas *photodiode* dan pengkonversi arus ke frekuensi. *Photodiode* pada IC TCS3200-DB disusun secara *array* berukuran 8x8 dengan konfigurasi 16 *photodiode* untuk *filter* warna merah, 16 *photodiode* untuk *filter* warna hijau, 16 *photodiode* untuk *filter* warna biru, dan 16 *photodiode* tanpa *filter*. Kelompok *photodiode* mana yang akan dipakai bisa diatur melalui kaki selektor S2 dan S3. *Photodiode* akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus. Frekuensi *output* ini bisa diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1.

Komponen kedua, yaitu Pusat Unit Pengendali (uC) adalah sebuah piranti elektronika digital yang terintegrasi dalam

sebuah IC. uC tersusun atas mikroprosesor dan piranti pendukungnya yang berfungsi sebagai pengontrol dan dapat menyimpan program didalamnya. uC AVR ATmega8535 dirancang sebagai mesin RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang hampir semua instruksinya selesai dikerjakan dalam satu siklus mesin (Inkubator Teknologi MITI, 2010). uC AVR ATmega8535 dilengkapi dengan 32 register serba guna yang semuanya bisa berfungsi sebagai akumulator (Wardhana, 2006). Notasi ATmega8535 adalah representasi dari sebuah uC yang merupakan salah satu anggota keluarga AVR yang diproduksi oleh perusahaan ATMEL. ATmega8535 menggunakan arsitektur 8-bit RISC yang berdaya rendah (*low-power*) dan memiliki sejumlah fitur unggulan lainnya, sehingga efisien dan efektif untuk digunakan sebagai pengendali utama dalam suatu sistem kendali Iswanto (2008). Konfigurasi pin uC ATmega8535 ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Konfigurasi pin uC ATmega8535 (Sumber: www.taosinc.com, 28 Agustus 2010)

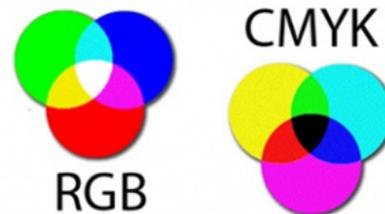
Prinsip kerja alat yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah menggunakan perbedaan komposisi warna antara dua buah obyek, yaitu daging segar dan daging busuk. Setiap warna bisa disusun dari warna dasar, untuk cahaya warna dasar

penyusunnya adalah warna merah, hijau dan biru. Secara teori, model warna (*additive color model*) didasarkan pada pencampuran warna berdasarkan emisi cahaya dan dikenal dengan istilah RGB (*Red Green Blue*) *Color System*. Model ini digunakan oleh media elektronik, seperti layar TV, monitor, LCD, dan lainnya (www.lcdinterfacing.info, 28 Agustus 2010). Pada model RGB, warna putih merupakan warna yang kaya spektrum karena merupakan gabungan dari spektrum cahaya. Sebagai contoh, penguraian cahaya matahari dengan prisma warna, cahaya matahari digambarkan sebagai cahaya putih.

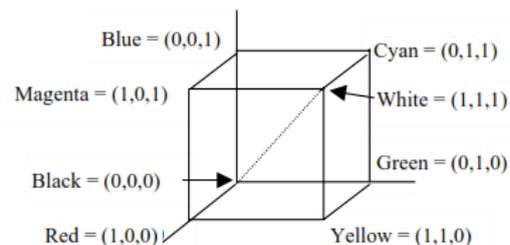
Dalam sistem ruang warna, citra disusun oleh sejumlah piksel yang membentuk matriks. Dengan demikian piksel merupakan komponen terkecil citra yang mengandung informasi. Setiap piksel citra berwarna mengandung tiga komponen warna dasar yaitu komponen warna RGB. Atas dasar komponen-komponen tersebut citra berwarna disusun oleh tiga buah matriks komponen warna, yaitu matriks komponen warna R, matriks komponen warna G, dan matriks komponen warna B untuk sistem ruang warna RGB. Terdapat sistem ruang warna yang diciptakan khusus untuk *platform* perangkat keras tertentu, yaitu: 1. Sistem ruang warna RGB diciptakan untuk menampilkan citra pada layar CRT yang memiliki tiga buah pospor warna yang akan menghasilkan tiga buah warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru; 2. Sistem ruang warna CMY (*Cyan, Magenta, Yellow*) diciptakan untuk keperluan mencetak citra berwarna (*color printing*); 3. sistem ruang warna *luminans-crominans* yaitu YIQ dan LUV diciptakan untuk keperluan penyiaran televisi; serta 4. sistem ruang warna HIS (*hue, intensity, and saturation*) merupakan sistem ruang warna yang banyak digunakan untuk pengolahan citra seni (*artists*). Perbandingan model warna RGB dan CMYK ditampilkan pada Gambar 2.

Sistem ruang warna RGB merupakan sistem ruang warna dasar yang diperkenalkan oleh *National Television System Committee* (NTSC)

dan banyak digunakan untuk menampilkan citra berwarna pada monitor CRT. Sistem ini diilustrasikan menggunakan sistem koordinat tiga dimensi seperti Gambar 3.



Gambar 2: Perbandingan warna RGB dan CMYK. (Sumber: *e-Technology Center*, 2008)

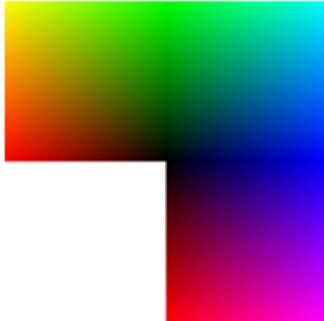


Gambar 3: Sistem ruang warna RGB (Sumber: Kr. Singh et.al., 2003)

Pada Gambar 3 tampak bahwa setiap warna diwakili oleh tiga buah nilai dalam koordinat tersebut yang menyatakan komponen warna RGB, misalnya warna merah diwakili oleh titik (255,0,0). Rentang nilai untuk setiap sumbu berkisar dari 0 sampai 255. Pada Gambar 3 juga tampak bahwa warna *cyan*, *magenta*, dan *yellow* merupakan komplemen warna merah, hijau, dan biru. Masing-masing warna RGB menggunakan 8 *bit*, sehingga rentang nilainya dari 0-255, seperti yang nampak pada Gambar 4.

Obyek dalam penelitian ini adalah menggunakan daging segar dan daging busuk yang akan diidentifikasi komponen warna RGB-nya. Daging adalah bagian yang diperoleh dari pemotongan ternak baik ternak besar (seperti sapi, kerbau, kuda, dll), maupun ternak kecil (seperti kambing, domba, unggas, dll). Daging merupakan salah satu produk pangan

hewani yang mempunyai gizi tinggi karena mengandung karbohidrat, protein,



Gambar 4: Variasi warna RGB 24 bit

lemak, vitamin dan mineral. Namun demikian daging yang tidak sehat (busuk) bila dikonsumsi dapat menyebabkan berbagai macam penyakit bagi yang mengkonsumsinya, seperti keracunan. Secara umum daging yang sehat dan baik adalah daging yang berasal dari ternak yang sehat, disembelih di tempat pemotongan resmi, kemudian diperiksa, diangkut dengan kendaraan khusus, dan dijual di tempat yang bersih dan higienis.

Pelaksanaan penelitian ini mengacu pada beberapa hasil penelitian sebelumnya. Penelitian Indrajaya (2002) mengembangkan *prototipe* alat pencampur cat otomatis. *Prototipe* ini terdiri atas sebuah *konveyor* untuk menggerakkan kontainer, solenoida untuk membuka dan menutup *valve* pada tangki, sensor *infra-red* LED sebagai *proximity switch*, dan motor DC untuk mengangkat dan menurunkan timbangan A dan timbangan B, menggerakkan lengan Z, dan mengaduk cat. Cara kerja dari *prototipe* ini adalah mengisi kontainer dengan cat yang terdapat pada tangki A dan tangki B. Metode yang digunakan untuk mendapatkan perbandingan warna cat tertentu itu adalah dengan menimbang berat masing-masing warna cat dengan suatu transduser LVDT sesuai dengan *setting point* yang diinputkan. Hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem dapat mencampurkan dua warna cat sesuai dengan *setting point* yang diinputkan, meskipun warna cat hasil pencampuran

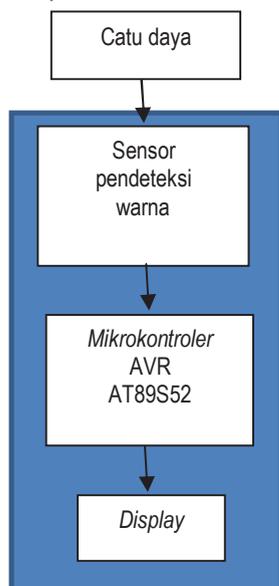
kurang baik. Kr. Singh et.al. (2003) melakukan penelitian perbandingan deteksi wajah yang dikendalikan *background* menggunakan ruang warna RGB, YcbCr, dan HSI. Penggunaan sistem warna ini lebih efisien meskipun belum mampu memberikan hasil yang sangat baik. Raja dan Sankaranarayanan (2006) juga telah melakukan penelitian tentang penggunaan sensor warna RGB untuk memperoleh hasil pengukuran klinis glukosa darah yang lebih baik. Penelitian lainnya, Santosa (2007) telah mengembangkan robot mesin sortir dengan *embedded system*. Hasil yang diperoleh dari pembuatan *embedded system* ini berupa alat *scanning* warna dan mekanisme sortir benda setelah di-*scan*. Robot ini digunakan sebagai alat bantu untuk menyeleksi suatu benda berdasarkan warna RGB. Nilai yang diperoleh akan dicocokkan dengan tabel data warna menggunakan batasan nilai pada R, G, dan B. Sementara penelitian Nugroho (2008) telah menciptakan alat pendeteksi warna berdasarkan warna dasar penyusun "RGB" dengan menggunakan sensor TCS230.

PEMBAHASAN

Alat yang dikembangkan dalam penelitian ini akan digunakan untuk mengidentifikasi daging, apakah daging yang diidentifikasi masih segar sehingga layak konsumsi atau tidak layak konsumsi karena sudah busuk. Untuk dapat melakukan fungsi tersebut, maka dibutuhkan alat dengan spesifikasi berikut: 1. Komponen rangkaian catu daya yang berfungsi untuk memberikan *supply* tegangan dan arus pada rangkaian; 2. Komponen alat pengindra berupa sensor yang peka untuk mendeteksi warna; 3. Komponen pengendali yang berfungsi untuk mengendalikan alat pendeteksi secara keseluruhan; serta 4. Komponen penampil nilai digital pada pendeteksi warna yang sederhana dan informatif.

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan peralatan, maka diperoleh alternatif komponen yang sesuai, yaitu sensor TCS3200-DB sebagai komponen pengindra berupa sensor yang peka untuk mendeteksi warna, mikrokontroler

ATMega 8535 sebagai komponen pengendali, dan LCD sebagai penampil nilai digital pada pendeteksi warna. Untuk memenuhi spesifikasi tersebut diperlukan blok rangkaian perangkat keras untuk catu daya, pengendali utama (*main controller*), sensor TCS3200-DB, dan penampil nilai warna (LCD). Blok diagram alat yang dikembangkan ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Blok Diagram Alat

Peralatan dikembangkan dengan sensor warna RGB TCS3200-DB dari Parallax.Inc, dengan alasan kemudahan penggunaan dan kemudahan kalibrasi. Rincian spesifikasi dan fitur alat yang dikembangkan adalah sebagai berikut: 1) . Sensor warna memiliki ukuran lensa 5,6mm dan jarak obyek yang dapat dibaca 25mm, modul sensor akan membaca area kotak didepannya berukuran 3,5mm². 2). uC yang digunakan berasal dari keluarga AVR dari Atmel, yaitu ATMega8535 atau ATMega16. 3). Sampel daging yang diidentifikasi adalah daging sapi. 4). Alat mampu mengidentifikasi daging segar dan daging busuk. 5). Daging yang diidentifikasi adalah daging segar yang disimpan >24 jam tanpa proses pendinginan. 6). Alat mampu menampilkan teks nilai kekuatan warna

daging pada LCD. 7). Alat yang dikembangkan masih sebatas untuk keperluan riset ilmiah, sehingga masih belum dapat digunakan secara langsung di masyarakat karena harus melalui proses kalibrasi terlebih dahulu.

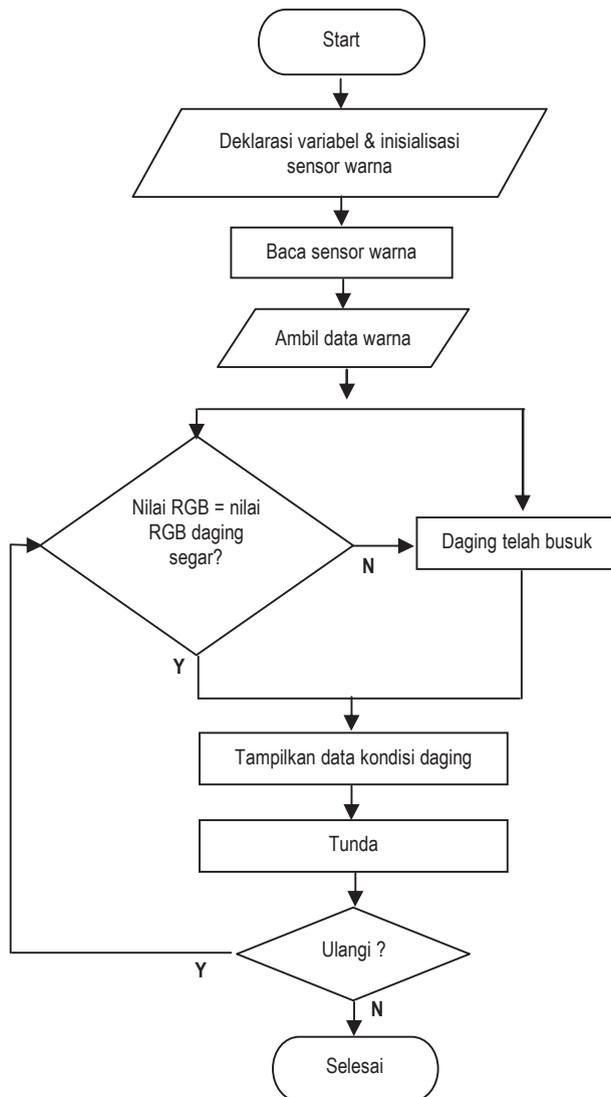
Saat pertama kali alat dinyalakan, uC akan menjalankan program dari awal, yaitu mulai dari melakukan inisialisasi hingga melakukan perhitungan aritmatik. Pada proses inisialisasi, dilakukan seluruh inisialisasi seluruh nilai yang akan digunakan untuk deteksi warna oleh sensor TCS3200-DB. Apabila pada saat pertama kali sistem dinyalakan belum terdapat pendeteksian, maka tidak akan dilakukan langkah perhitungan aritmatik. Pada saat awal, program diseting untuk menampilkan *frame* utama dan sensor akan *stand by* menunggu adanya benda yang akan dideteksi. Apabila daging yang akan dideteksi warnanya diletakkan di bawah sensor, maka sensor secara otomatis akan mendeteksi komponen warna RGB daging. Secara lebih detail, cara kerja alat yang dikembangkan ditampilkan pada Gambar 6.

Pengujian alat dilakukan dalam dua aspek, yaitu pengujian hasil deteksi warna dan pengujian kinerja alat. Data hasil pengamatan digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil yang diperoleh dari alat yang dikembangkan dengan data teoritis.

Hasil pengamatan menggunakan alat yang dikembangkan ditampilkan pada Tabel 1. Nilai yang diperoleh selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus agar mendapatkan nilai sesuai standar warna RGB yaitu 0-255 Nilai yang digunakan adalah berasal dari nilai saat pengukuran warna putih, karena warna putih dianggap sebagai warna kalibrasi. Untuk meningkatkan ketelitian, maka pengamatan dilakukan sebanyak 3 kali, kemudian dihitung nilai RGB rata-rata.

Tabel 1: Hasil pencacahan sinyal kotak *output* sensor

Warna	Filter			
	Red	Green	Blue	Clear
Merah	11.246	3.830	5.278	19.332
Hijau	5.050	10.274	9.310	24.244
Biru	4.575	7.211	11.777	23.218
Putih	20.790	22.115	23.307	64.942
Hitam	1.581	1.616	1.670	4.743



Gambar 6: Cara kerja alat

Tabel 2: Hasil pengamatan pada daging sapi non SNI segar

No	Red Filter	Green Filter	Blue Filter	Clear Filter
1	33	14	14	18
2	24	13	12	15
3	35	15	17	22
4	16	4	5	7
5	22	9	8	10

Berdasarkan data pengamatan daging yang busuk tidak mengalami perubahan warna yang signifikan sehingga daging masih memiliki warna yang mirip dengan daging segar. Perubahan hanya terjadi

pada bau daging yang berubah secara khas menjadi bau daging busuk. Komposisi warna RGB daging busuk mendekati komposisi warna RGB daging segar, seperti tampak pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil pengamatan pada daging sapi non SNI busuk

No	Red Filter	Green Filter	Blue Filter	Clear Filter
1	17	5	5	7
2	21	8	7	11
3	17	6	6	8
4	12	3	3	5
5	12	3	3	5

Pengamatan pada Daging Sapi SNI Segar dan Busuk

Pada pengamatan ini dilakukan deteksi warna RGB pada daging sapi SNI, baik dalam kondisi segar maupun kondisi beku. Hasil pengamatan tersebut ditampilkan pada Tabel 4. Pada daging sapi SNI segar perbandingan nilai *filter* merah dengan *filter* lain sangat signifikan, warna daging yang berwarna merah darah menyebabkan nilai *filter* merah sangat tinggi.

Tabel 4: Pengamatan pada daging sapi SNI segar

No	Red Filter	Green Filter	Blue Filter	Clear Filter
1	38	19	16	23
2	38	15	16	23
3	45	20	20	26
4	17	7	6	9
5	22	10	8	12

Pada daging sapi SNI busuk, warna yang dimiliki mirip dengan warna daging ketika masih segar. Hal ini tampak seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Pengamatan pada daging sapi SNI busuk

No	Red Filter	Green Filter	Blue Filter	Clear Filter
1	15	5	5	7
2	48	26	23	30
3	36	17	14	19
4	50	31	25	34
5	36	18	16	21

Nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan terprogram, untuk setiap warna RGB berkisar dari 0-255, warna hitam nilai RGB semuanya mendekati 0, sedangkan warna mendekati putih nilai RGB semakin membesar mendekati 255.

Berdasarkan data percobaan identifikasi pada daging sapi SNI segar, alat yang dikembangkan telah mampu mengidentifikasi secara baik, sehingga rentang nilai yang digunakan untuk acuan identifikasi telah sesuai yaitu pada daging sapi, yaitu 17-45 untuk nilai R, 5-21 untuk nilai G, 5-20 untuk nilai B dan 7-27 untuk nilai *clear*. Pada daging sapi non SNI segar diperoleh nilai 14-39 untuk nilai R, 4-25 untuk nilai G, 4-19 untuk nilai B dan 8-22 untuk nilai *clear*, sehingga nilai yang diperoleh dari identifikasi sesuai dengan rentang nilai yang ditentukan.

Berdasarkan seluruh hasil percobaan yang dilakukan, alat identifikasi daging yang dikembangkan dalam penelitian ini telah mampu bekerja sesuai fungsi yang diharapkan, layar LCD menampilkan output sesuai yang diharapkan, seperti tampak pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 6: Hasil percobaan pada daging sapi SNI segar

No	Jenis daging yang diuji	Tampilan LCD	Filter Error
1	Daging sapi SNI segar	segar	-
2	Daging sapi SNI segar	segar	-
3	Daging sapi SNI segar	segar	-
4	Daging sapi SNI segar	segar	-
5	Daging sapi SNI segar	segar	-

Tabel 7: Hasil percobaan pada daging sapi SNI busuk

No	Jenis daging yang diuji	Tampilan LCD	Filter Error
1	Daging sapi SNI busuk	busuk	-
2	Daging sapi SNI busuk	busuk	-
3	Daging sapi SNI busuk	busuk	-
4	Daging sapi SNI busuk	busuk	-
5	Daging sapi SNI busuk	busuk	-

Kekurangan dari alat yang dikembangkan adalah jarak pengukuran efektifnya tidak lebih dari 2cm, sehingga sampel harus diletakkan tepat di titik fokus sensor. Posisi sensor juga harus menutupi seluruh permukaan daging yang akan dideteksi sehingga tidak ada

cahaya yang keluar atau masuk. Ketidaktepatan penempatan daging akan mempengaruhi akurasi hasil pembacaan warna dan hasil identifikasi kondisi daging.

Dalam satu potong daging juga dimungkinkan dapat memiliki nilai RGB yang berbeda. Hal ini juga akan mempengaruhi akurasi hasil identifikasi daging.

Tabel 8: Hasil percobaan pada daging sapi non SNI segar

No	Jenis daging yang diuji	Tampilan LCD	Filter Error
1	Daging sapi non SNI segar	segar	-
2	Daging sapi non SNI segar	segar	-
3	Daging sapi non SNI segar	segar	-
4	Daging sapi non SNI segar	segar	-
5	Daging sapi non SNI segar	segar	-

Tabel 9: Hasil percobaan pada daging sapi non SNI busuk

No	Jenis daging yang diuji	Tampilan LCD	Filter Error
1	Daging sapi non SNI busuk	busuk	-
2	Daging sapi non SNI busuk	busuk	-
3	Daging sapi non SNI busuk	busuk	-
4	Daging sapi non SNI busuk	busuk	-
5	Daging sapi non SNI busuk	busuk	-

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan dan pengujian alat diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1). akurasi pembacaan warna sangat tergantung pada faktor teknis (letak sensor). 2). Hasil yang diperoleh melalui perubahan bilangan biner menjadi bilangan desimal pada *levelling* uC diperoleh hasil daging sapi segar adalah memiliki nilai R (*Red*) terbesar: 58; G (*Green*): 3-38, dan 3-29; nilai B (*Blue*): 4-27 dan 4-25. 3). Apabila hasil *levelling* uC daging sapi memiliki nilai R>58, G>38, dan B>29, maka kemungkinan besar daging tersebut telah busuk atau tidak layak dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

Indrajaya, R., 2002, Pembuatan Prototipe Alat Pencampur Cat Berbasis MCS-51, *Skripsi*, Surabaya, Universitas Kristen PETRA, <http://repository.petra.ac.id/id/eprint/7593>, diakses 28 Agustus 2010.

- Iswanto, 2008, *Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroler ATmega8535 dengan Bahasa Basic*, Yogyakarta, Penerbit Gava Media.
- Kr. Singh, S., Chauhan, D.S., Vatsa, M., and Singh, R., 2003, A Robust Skin Color Based Face Detection Algorithm, *Tamkang Journal of Science and Engineering*, Vol. 6, No. 4, pp. 227-234.
- Nugroho, W., 2008, Alat Pendeteksi Warna Berdasarkan Warna Dasar Penyusun RGB Menggunakan Sensor TCS230, Yogyakarta, *Skripsi*, IST AKPRIND.
- Santosa, B.B.S., 2007, *Scanning Warna dengan TCS230 Color Sensor pada Mesin Sortir*, Yogyakarta, Universitas Kristen Duta Wacana.
- Raja, A.S. and Sankaranarayanan, K., 2006, Use of RGB Color Sensor in Colorimeter for Better Clinical Measurement of Blood Glucose, *ICGST International Journal on Bioinformatics and Medical Engineering*, BIME, Vol. 06, No. 1, pp. 23-28, <http://www.icgst.com/bime/v1/P1160701001.html>.
- Wardhana, 2006, *Belajar Sendiri Mikrokontroler Atmel AVR Seri ATmega8535 Simulasi Hardware dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- , *Datasheet TCS230 Programmable Color Light-to-Frequency Converter*, TAOS, Januari 15, 2003, www.taosinc.com, diakses 28 Agustus 2010.
- , *e-Technology Center*, 2008.
- , *LCD Interfacing*, 2010, www.lcdinterfacing.info, diakses 28 Agustus 2010.
- Inkubator Teknologi MITI, 2010, *Modul Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega8535 dengan Bascom AVR*, Yogyakarta, Inkubator Teknologi MITI.