Technical Paper

ALGORITMA PENGOLAHAN CITRA UNTUK DETEKSI JERUK LEMON (*CITRUS MEDICA*) MENGGUNAKAN KAMERA ONLINE

(*Image Processing algorithm for lemon (Citrus medica) detection using online camera*)

Jarot Prianggono[1]
Kudang B. Seminar[2], Hadi K. Purwadaria[3], Usman Ahmad[4], I Dewa Made Subrata[5]

Abstract

This research aimed to support the application of automatic lemon harvesting using camera. Detection of lemon existence by means of image processing started on the basis of color signal analysis of the surface of an object and its background. To realize this idea, some images of lemon fruits aged 120 day after flowering were recorded. The image data were processed to get the RGB information. Furthermore, the data were derived to get RGB index and HSI model for deep analysis required. The analysis was done in order to get some parameters that could be used to separate fruits from their background. Based on the experiment, separation of lemon fruits from their background including leaves, stems, flowers, and others could be done by the use of R > 200, G > 180, and R=G=B < 248 as main formula and 2r-0.5g-b ≥ 0.15 and 2r-0.5g-b ≤ 0.55 as an additional formula at level of illumination of 40 to 60 lux. Result of algorithm tested using the parameters showed that crucial factor implying to the unstable result was illuminance.

Keywords: *Lemon, image processing, algorithm, illuminance*

PENDAHULUAN

Potensi buah jeruk termasuk jeruk lemon secara nasional amat besar. Rukmana dan Oesman (2001) menyatakan sebelum tahun 1970 Indonesia pernah berjaya sebagai produsen jeruk, yang akhirnya wabah *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) menghancurkan tanaman jeruk di berbagai sentrum produksi potensial.Sehingga potensi ini perlu diimbangi oleh penanganan pemanenan yang baik.

Karena pemanenan merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi mutu akhir dari produk pertanian, maka perlu dikembangkan riset yang berkaitan dengan pemanenan otomatis. Untuk negara maju yang tenaga kerjanya mahal, pengembangan metode pemanenan dengan menggunakan manipulator robot pemanen merupakan hal yang patut dipertimbangkan.

Dalam konteks ini diperlukan penelitian yang dapat mendukung pemanenan dengan manipulator robot pemanen. Salah satu penelitian yang mendukung ke arah itu adalah

[1] Mahasiswa pascasarjana Fateta IPB & staf pengajar di fakultas teknik, UNISMA Bekasi, Jl. Cut Meutia 86, Bekasi, jarotprianggono@yahoo.com
[2,3,4,5] Dosen Fateta, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

pengembangan algoritma untuk mendeteksi obyek buah lemon pada tanamannya.

Namun robot pertanian memiliki kompleksitas yang lebih tinggi dibanding dengan robot *industri*. Ryuh et al. (1995) {dalam Subrata (1998)} menyatakan kompleksitas disebabkan karena lingkungan pertanian memiliki keragaman yang tinggi akibat banyaknya kendala-kendala seperti buah yang belum matang, cabang-cabang, dan daun.

Teknik pengolahan citra digital dapat digunakan untuk keperluan pemanenan ataupun sortasi. Citra ditangkap bisa menggunakan sensor kamera ataupun sensor pengindra tiga dimensi. Subrata (2002) menggunakan pengindra tiga dimensi untuk mendeteksi lokasi dan posisi tiga dimensi tanaman cabai merah dengan ketelitian 82%. Sedang Ahmad (2002) menggunakan metode pengolahan citra untuk pemeriksaan mutu buah mangga menggunakan kamera.

Data citra digital yang diperoleh dari kamera diolah untuk mendapat informasi tentang karakteristik warna dan bentuknya. Karakteristik warna citra yang didasarkan dari tiga warna dasar yaitu merah, hijau, dan biru, dapat digunakan untuk memisahkan suatu citra dari citra yang lainnya. Hasilnya dapat digunakan sesuai kebutuhan seperti pemanenan dan sortasi.

Damiri (2003) melaporkan bahwa indeks warna merah dan indeks warna hijau pada pengolahan citra dapat membedakan tingkat kematangan jeruk lemon pada umur petik 100 hsbm. dan umur 110 hsbm. sedang fitur energi pada teknik pengolahan citra dapat membedakan tingkat kematangan pada umur 110 hsbm. dan umur 120 hsbm.

Fujiura et al. (1990) {dalam Kondo dan Ting (1998)} melaporkan untuk membuat citra biner jeruk orange mandarin digunakan sinyal merah (R) dan hijau (G). Juga dilaporkan sensor kamera yang digunakan di alam bebas menggunakan filter optik (*neutral-density optical filter*) untuk menetralkan cahaya matahari yang masuk ke dalam lensa kamera.

Wulfhson et al. (1993) melaporkan penerangan merupakan hal yang kritis dalam pemrosesan citra digital. Sehingga tingkat cahaya yang berbeda dapat menghasilkan kualitas citra yang berbeda pula.

Slaughter dan Harrel (1987) {dalam Choi et al. (1995)} menunjukkan bahwa *threshold* dengan *hue* (panjang gelombang dominan) dan *saturation* (tingkat kejenuhan) dapat digunakan untuk membedakan buah jeruk (orange) dari latarnya seperti daun-daunan, langit, awan dan tanah.

Woebbecke et al. (1995) melaporkan untuk membedakan gulma (weed) terhadap latarnya (bukan tanaman hidup) dapat digunakan kombinasi indeks r-g, g-b, (g-b)/|r-g|, 2g-r-b, dan hue yang dimodifikasi. Hasilnya, hue yang dimodifikasi dan indeks 2g-r-b dapat membedakan gulma (weed) terhadap latarnya lebih baik dari yang lainnya.

Untuk menormalisasikan nilai R, G, dan B dari hasil pembacaan citra, maka digunakan rumus (Jain et al., 1995) :

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad 1)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \quad 2)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \quad 3)$$

dengan r, g, dan b adalah nilai indeks warna merah, hijau, dan biru.

Untuk model warna HSI diperoleh dengan cara melakukan konversi dari warna-warna RGB, dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut (Jain et al., 1995):

$$\cos H = \frac{2R-G-B}{2\sqrt{(G-B)^2+(R-B)(G-B)}} \quad (4)$$

Sehingga :

$$H = Cos^{-1}\left(\frac{2R-G-B}{2\sqrt{(G-B)^2+(R-B)(G-B)}}\right) \quad (5)$$

$$S = 1-\frac{3}{R+G+B}\min(R,G,B) \quad (6)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (7)$$

dengan H, S, dan I adalah hue, saturasi, dan intensitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari, mengkaji, dan menganalisis karakteristik sinyal-sinyal warna dalam model warna RGB dan HSI dari citra buah jeruk lemon 120 hari setelah bunga mekar (hsbm.) dan latarnya. Sehingga didapat parameter warna yang dapat digunakan sebagai sarana untuk memisahkan antara buah jeruk lemon dan latarnya.

Setelah didapat parameter warna tersebut, maka tahap selanjutnya adalah mengembangkan algoritma *thresholding* yang digunakan untuk membuat citra biner buah jeruk lemon. Dengan telah dihasilkannya citra biner buah jeruk lemon ini maka sistem ini telah dapat mendeteksi buah jeruk lemon pada tanamannya.

Penelitian ini dibatasi hanya pada pengembangan algoritma untuk mendeteksi keberadaan buah jeruk lemon saja. Latarnya meliputi daun, bunga, dan tangkai jeruk lemon, sedang latar kain hitam hanya digunakan sebagai alat bantu sementara. Pencahayaan diatur sedemikian rupa sehingga citra hasil rekaman kamera memilki karakteristik yang sama dengan obyek aslinya. Penelitian ini sebagai dasar untuk mengembangkan sistem deteksi yang meliputi jarak dan posisi tiga dimensi dari buah jeruk yang telah terdeteksi tersebut.

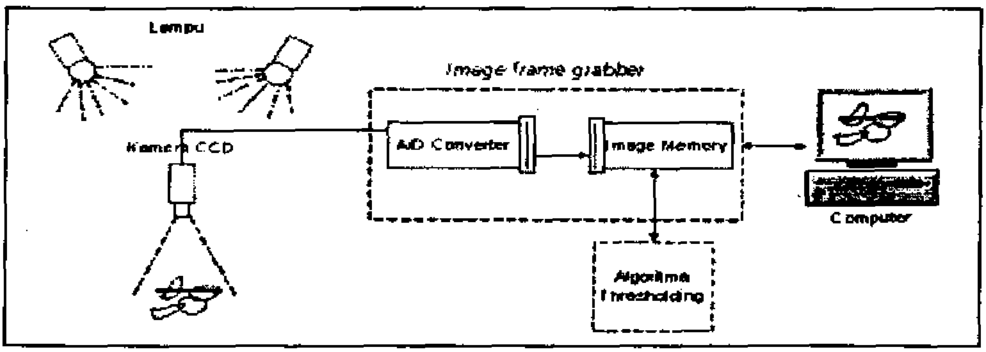
Hasil dari penelitian ini adalah didapat algoritma yang bisa digunakan untuk menghasilkan citra biner buah lemon saja, sehingga keberadaan dari buah lemon tersebut pada tanamannya dapat terdeteksi. Manfaat penelitian adalah dapat digunakan sebagai dasar penelitian lanjutan untuk menentukan posisi tiga dimensi buah jeruk lemon pada tanamannya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di bagian Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP), Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Mulai bulan September 2004 sampai bulan Januari 2005.

Untuk mendapatkan citra jeruk lemon, maka sensor kamera dihubungkan dengan unit komputer pemrosesan citra digital sedemikian rupa sehingga obyek dapat diletakkan secara vertikal ke arah bawah seperti terlihat pada Gambar 1.

Untuk mendapatkan citra jeruk lemon pada tanamannya, maka daun, tangkai, dan buah jeruk lemon direkam lalu dianalisis warnanya. Latar yang



Gambar 1. Skema aliran data perekaman citra jeruk lemon dengan komputer

digunakan adalah kain hitam dengan pencahayaan yang diatur sehingga warna dari citra buah, daun, dan tangkai tidak terdistorsi dan tetap seperti dalam keadaan alami.

Citra direkam dengan resolusi lebar 256 pixel dan tinggi 192 pixel. Penerangan yang digunakan adalah 4 buah lampu TL yang dapat diatur tingkat intensitasnya. Luxmeter digunakan untuk mengukur tingkat cahaya di sekitar obyek jeruk lemon yang direkam citranya. Dengan diketahuinya tingkat cahaya tersebut maka informasi tersebut dapat digunakan untuk melihat efektivitas algoritma yang akan dikembangkan.

Dari hasil pembacaan citra berwarna dengan program bahasa C, maka didapat informasi nilai RGB (merah, hijau, dan biru) pada tiap pixel citra tersebut. Nilai ini kemudian diolah untuk mendapatkan nilai indeks rgb dan model HSI (*hue*, *saturation*, dan *intensity*) yang selanjutkan digunakan untuk keperluan analisis. Rumus yang digunakan adalah rumus (1) hingga (7).

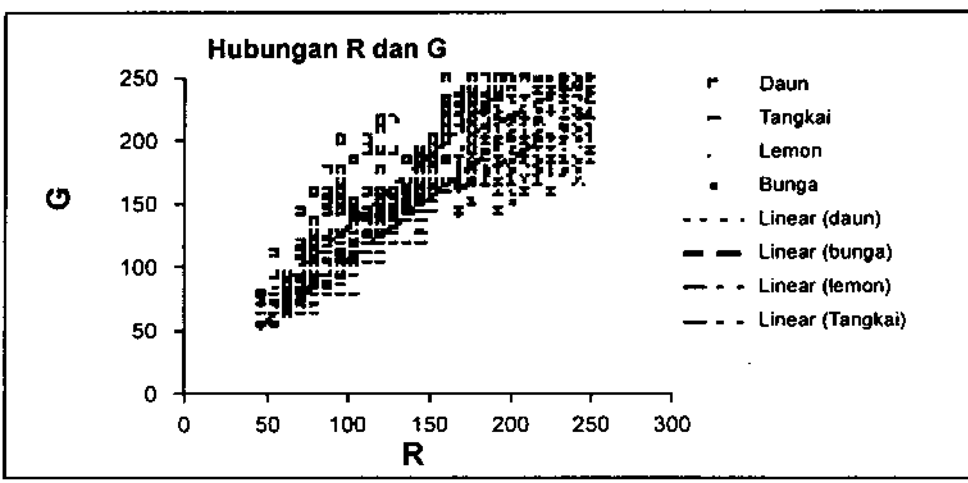
Dari hasil analisis pada tiap titik pixel obyek dan latar maka bisa didapat perkiraan nilai yang sesuai untuk digunakan sebagai sarana pemisah citra obyek dan latar belakang. Pemisahan dikatakan berhasil jika citra biner buah jeruk lemon hasil thresholding dengan algoritma yang dikembangkan telah terpisah dengan citra biner latarnya. Uji ini dilakukan secara berulang dan dilakukan validasi secara terus menerus hingga didapat hasil yang cukup baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi

Dari hasil percobaan terhadap citra tanaman jeruk lemon didapat hubungan antara sinyal warna R dan G pada daun, tangkai, bunga, dan buah seperti pada Gambar 2.

Dan Gambar 2 memperlihatkan hubungan sinyal warna R dan G pada daun, tangkai, dan bunga lemon memiliki korelasi yang ketat. Koefisien determinasi (R^2) untuk daun, tangkai, dan bunga lemon masing-masing adalah 0.8331, 0.9076, 0.5964. Sedangkan koefisien determinasi (R^2) untuk buah lemon adalah 0.0111. Artinya adalah perubahan sinyal warna R pada citra daun, tangkai, dan bunga lemon sangat berpengaruh pada sinyal warna G pada citra daun, tangkai, dan bunga lemon. Sehingga sinyal warna R dan G ini dapat digunakan untuk



Gambar 2. Grafik hubungan sinyal warna R dan G pada citra daun, tangkai,bunga, dan buah lemon serta persamaan garis thresholding

Tabel 1. Nilai rata-rata R, G, B, r, g, b, 2r-g-b, 2r-0.5g-b

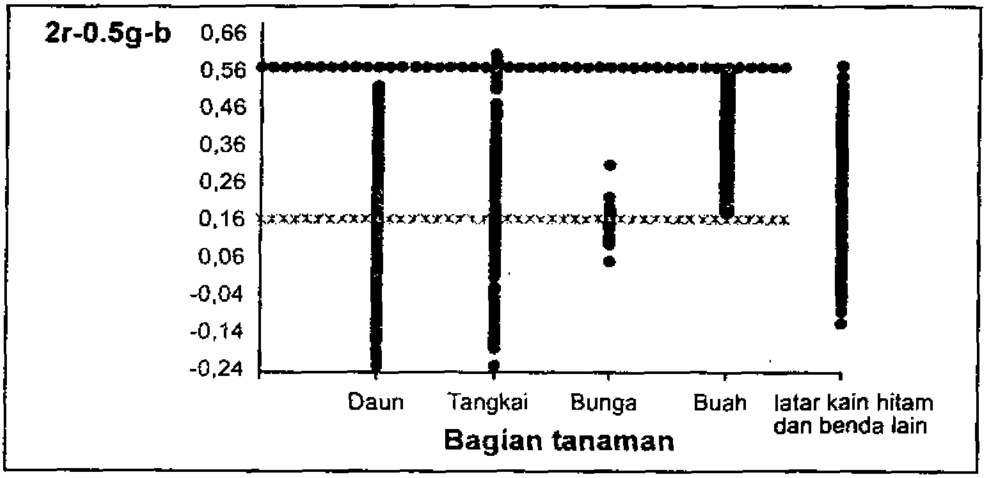
Obyek\Nilai Rata2	R	G	B	r	g	b	2r-g-b	2r-0.5g-b
Daun	123.8720	158.3680	114.5560	0.3081	0.3954	0.2965	-0.0757	0.1220
Tangkai	107.5760	113.7280	107.2280	0.3232	0.3423	0.3345	-0.0304	0.1407
Buah	225.0080	205.2800	135.9200	0.3988	0.3621	0.2391	0.1963	0.3773
Bunga	245.9520	246.7840	246.8800	0.3326	0.3338	0.3337	-0.0023	0.1645

menghilangkan citra daun, tangkai, dan bunga lemon dan menyisakan citra buah lemon.

Untuk mendapatkan nilai yang dapat digunakan mengeliminasi daun dan tangkai, kita tinjau Tabel 1, yang menginformasikan nilai rata-rata R daun dan tangkai 123.8720 dan 107.5760. Dengan mempertimbangkan adanya nilai yang lebih besar dari nilai tersebut maka ditentukan nilai sinyal R untuk menghilangkan daun dan tangkai adalah R > 200. Sedang dari dari Tabel 1 juga terlihat bahwa nilai rata-rata G untuk daun dan tangkai adalah 158.3680 dan 113.7280. Dengan mempertimbangkan adanya nilai yang lebih besar dari nilai rata-rata tersebut, maka nilai G yang digunakan untuk menghilangkan daun dan tangkai adalah G > 180. Sehingga nilai R dan G yang digunakan untuk menghilangkan daun dan tangkai dirumuskan dalam formula 1 : R > 200 dan G >180.

Selanjutnya dicoba menghilangkan bunga lemon yang berwarna putih. Dalam percobaan ini karena kesulitan mendapatkannya, selain obyek bunga, juga digunakan kertas putih yang memiliki kemiripan warna dengan bunga lemon. Dari Tabel 1 terlihat bahwa nilai rata-rata R, G, dan B pada kertas putih hampir sama yaitu 245.9520, 246.7840, dan 246.8800. Dengan dasar ini maka dilakukan analisis terhadap data aktual yang didapat dari hasil perekaman citra. Dan ternyata nilai R, G, dan B sering muncul dengan angka yang sama yaitu 248. Sehingga untuk menghilangkan bunga lemon dirumuskan formula 2 : R=G=B<248.

Dan dari Tabel 1 juga terlihat nilai rata-rata untuk kombinasi indeks 2r-0.5g-b buah 0.3773 jauh di atas daun, tangkai,



Gambar 3. Grafik Kombinasi indeks 2r-0.5g-b pada citra daun, tangkai, bunga dan buah lemon

dan bunga yang bernilai 0.1220, 0.1407, dan 0.1645. Dengan dasar ini maka kombinasi indeks 2r-0.5g-b dapat digunakan sebagai sarana tambahan untuk memisahkan buah lemon terhadap latarnya. Dan dengan melihat Gambar 3, maka untuk memisahkan buah lemon terhadap latarnya dapat digunakan formula 3 : $2r-0.5g-b \geq 0.15$ dan $2r-0.5g-b \leq 0.35$

Selanjutnya dicoba untuk digabungkan formula 1 hingga 3 tersebut dan menghasilkan algoritma thresholding lemon, yang dinyatakan dengan :

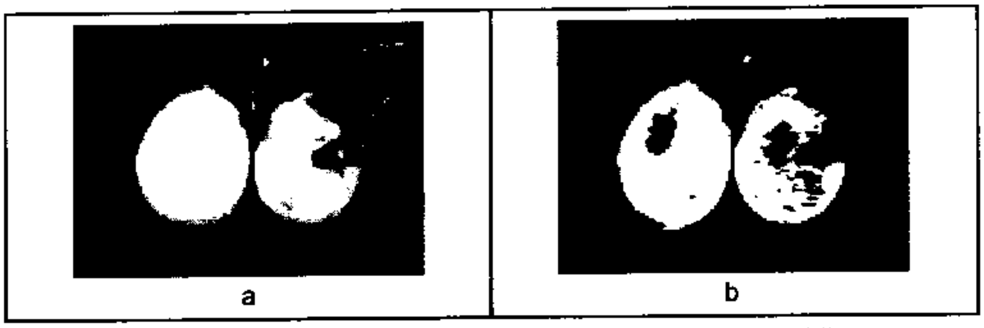
<u>Jika</u> [(R > 200 dan G > 180 dan R=G=B < 248) dan (2r-0.5g-b ≥ 0.15 dan 2r-0.5g-b ≤ 0.55)] <u>maka</u>
Tampilkan citra dalam warna putih (lemon)
<u>Selain itu</u>
Tampilkan citra dalam warna hitam (latar)
<u>Selesai</u>

EVALUASI

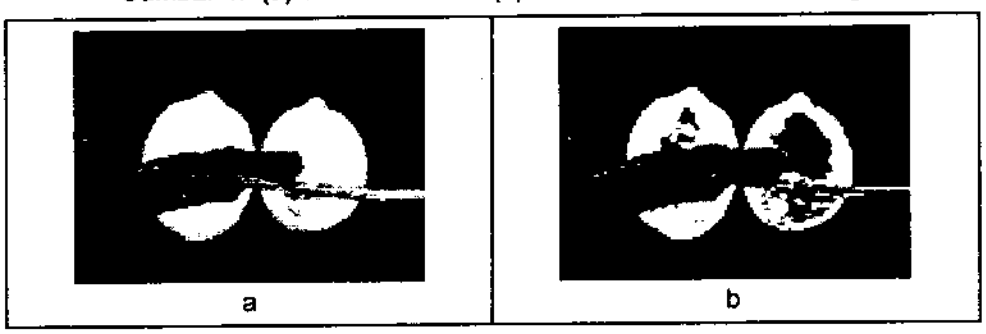
Dengan pencahayaan berkisar 40 sampai 60 lux, maka didapat hasil thresholding dalam bentuk citra biner buah lemon dan komentarnya sebagai berikut :

Dari Gambar 4 dan 5 di atas dapat terlihat bahwa cahaya yang terlalu terang membuat antara warna satu dengan yang lain menjadi sulit dibedakan. Atau dengan kata lain warna apapun akan dianggap putih (tinggi), sehingga citra lemon di atas menjadi tidak utuh. Dan dengan mengurangi intensitas cahaya yang digunakan maka citra biner lemon hasil thresholding tersebut akan menjadi lebih baik.

Pada Gambar 6, karena pencahayaan kurang fokus, maka terjadi sedikit perubahan warna pada jeruk lemon. Jeruk lemon yang sudah layak panen terdeteksi sebagai buah lemon yang masih hijau (usia < 120 hsbm), yang belum memenuhi syarat panen. Disamping itu citra biner buah jeruk lemon yang dihasilkannya tidak sempurna. Dan tentunya hasil ini sesuai dengan skenario perancangan algoritma ini, mengizinkan usia ≥120 hsbm dan tidak mengizinkan usia <120



Gambar 4. (a) citra lemon asli (b) citra biner hasil thresholding



Gambar 5. (a) Citra lemon dan daun asli ; (b) citra biner hasil thresholding

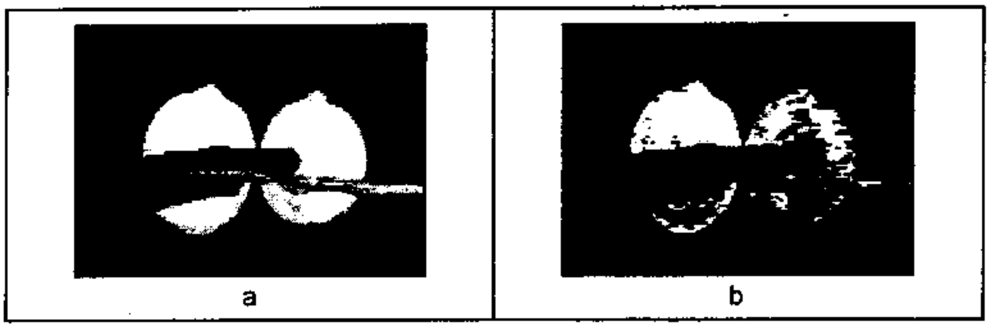
hsbm. Ketidaksempurnaan citra biner yang dihasilkan kemungkian disebabkan oleh pengaturan cahaya yang kurang tepat.

Selanjutnya pada Gambar 7 terlihat bahwa hasil thresholding untuk jeruk lemon usia ≥120 hsbm lebih baik. Sedang untuk jeruk lemon yang masih agak kehijauan (usia < 120 hsbm) hasil thresholdingnya kurang baik. Hal ini sesuai dengan rancangan algoritma yang digunakan.

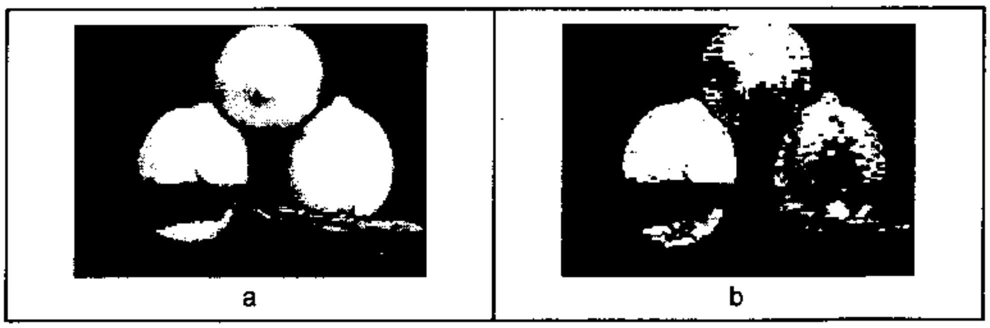
Gambar 8 direkam menggunakan obyek yang sama, namun ditambahkan potongan kertas putih pada kain hitam dan di sisi kanan atas (permukaan) jeruk lemon paling kanan. Penggunaan potongan kertas ini dimaksudkan sebagai pengganti bunga lemon (yang juga berwarna putih). Dan hasilnya terlihat bahwa selain daun dan kain hitam, kertas putih itu juga tereliminasi dengan baik. Sehingga ini sesuai skenario untuk menghilangkan bunga yang berwarna putih seperti kertas putih.

Sedang pada Gambar 9, dilakukan uji coba merekam tanaman lemon yang ada buah, bunga, dan latar benda-benda lain yang juga terdapat warna putih. Dalam percobaan ini latar kain hitam dilepas dan kondisi diusahakan sealami mungkin. Setelah dilakukan thresholding, didapat hasil citra biner yang hanya menampilkan buah jeruk lemon usia >120 hsbm. saja. Sedang bunga, daun, tangkai, dan latar belakang benda-benda lain baik yang berwarna putih, hitam, merah, dan biru berhasil dieliminasi.

Percobaan selanjutnya adalah dengan menggunakan gabungan citra buah lemon usia ≤ 120 hsbm, daun, dan tangkai. Hasil thresholding menghasilkan citra biner yang cukup baik juga ditampilkan pada Gambar 10, 11, 12, 13.



Gambar 6. (a) Citra lemon dan daun ; (b) Citra biner hasil thresholding dengan pengaturan pencahayaan yang kurang fokus sehingga terjadi perubahan warna lemon menjadi lebih hijau dan berdampak pada citra biner yang dihasilkannya



Gambar 7. (a) Citra lemon usia ≥120 hsbm, lemon < 120 hsbm, daun, dan tangkai; (b) Citra biner hasil thresholding

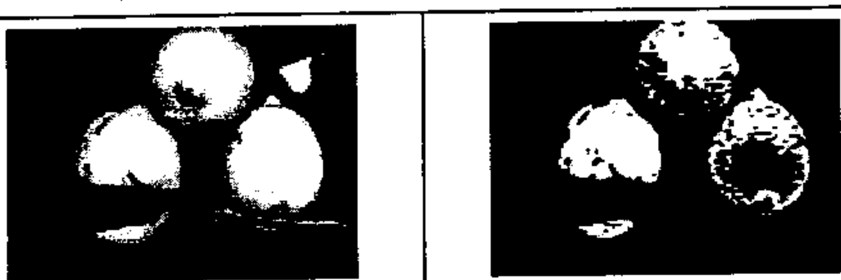
KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Thresholding buah jeruk lemon terhadap latar daun, tangkai, bunga, dan kain hitam terutama dapat dilakukan dengan menggunakan sinyal R dan G. Hal ini disebabkan hubungan antara sinyal R dan G pada daun, tangkai, dan bunga sangat erat dengan koefisien determinasi (R^2) untuk daun, tangkai, dan bunga lemon masing-masing adalah 0.8331, 0.9076, 0.5964.
2. Nilai ambang sinyal R dan G yang diperlukan untuk menghilangkan latar daun, tangkai, dan bunga tanaman jeruk lemon adalah R > 200 dan G > 180 , dengan skala 0 sampai 255.
3. Nilai ambang yang digunakan untuk menghilangkan bunga lemon dan latar lain yang berwarna putih digunakan nilai ambang R=G=B<248, dengan skala 0 sampai 255.
4. Sebagai tambahan untuk menampilkan buah jeruk lemon juga digunakan kombinasi indeks 2r-0.5g-b, dan nilai ambang yang digunakannya adalah 2r-0.5g-b ≥ 0.15 dan 2r-0.5g-b ≤ 0.55.
5. Citra biner hasil thresholding dengan menggunakan algoritma ini sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang digunakan. Pada percobaan ini intensitas cahaya yang digunakan 50 lux. Dan setiap perubahan terhadap nilai intensitas cahaya tersebut akan sangat mempengaruhi hasil binerisasi citra.

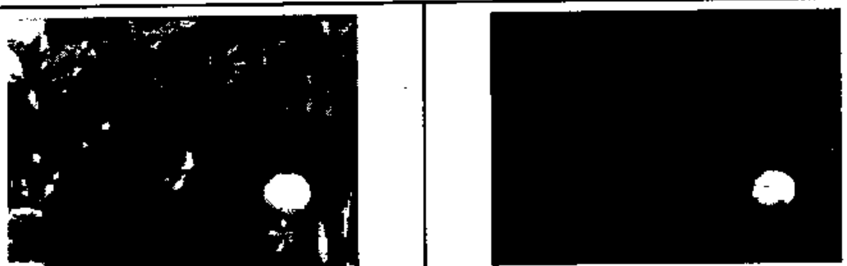
SARAN

1. Dalam pengambilan citra perlu dilakukan penentuan dan penetapan intensitas cahaya yang tepat dan harus diperhatikan pengaruh cahaya·



a b

Gambar 8. (a) Citra lemon usia ≥120 hsbm, lemon < 120 hsbm, daun, tangkai, dan potongan kertas putih ; (b) Citra biner hasil thresholding

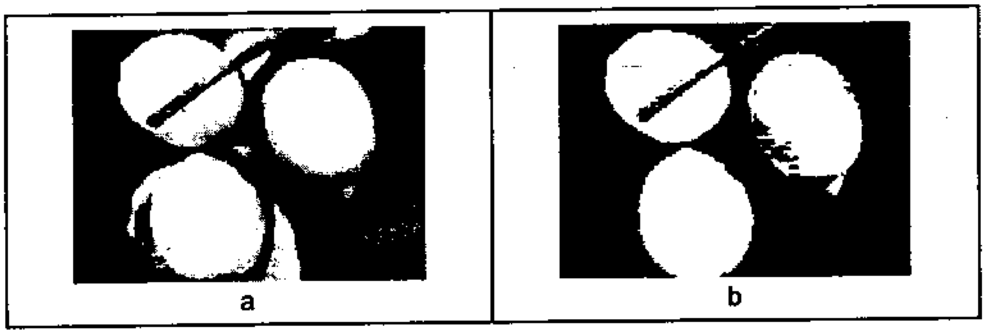


a b

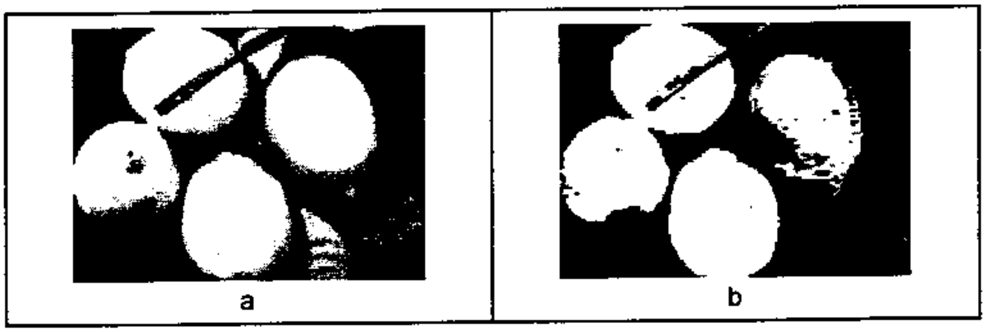
Gambar 9. (a) Citra lemon usia ≤120 hsbm, lemon < 120 hsbm, daun, tangkai, dan potongan kertas putih ; (b) Citra biner hasil thresholding penentuan lokasi tiga dimensi obyek jeruk lemon.

Damiri DJ. 2003. Identifikasi Tingkat Ketuaan dan Kematangan Jeruk Lemon (Citrus Medica) Menggunakan Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf

Gambar 10. (a) Citra lemon usia ≥120 hsbm, daun, dan tangkai; (b) Citra biner hasil thresholding



Gambar 11. (a) Citra lemon usia ≥120 hsbm, daun, dan tangkai; (b) Citra biner hasil thresholding



Gambar 12. (a) Citra lemon usia ≥120 hsbm, daun, dan tangkai ; (b) Citra biner hasil thresholding

Tiruan. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Jain R., R. Kasturi and BG. Schunck. 1995. Machine Vision. McGraw-Hill Book, Inc. New York. USA.

Kondo N. and KC Ting. 1998. Robotics For Bioproduction Systems, ASAE Publication.

Judd DB. 1975. Color in Business, Science and Industry. John Willey & Sons, N.Y.,USA.

Rukmana HR. dan YY. Oesman. 2001. Jeruk Lemon. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Subrata, IDM. 2002 Algoritma Pengolahan Citra Tanaman Cabai Merah Menggunakan Pengindra Tiga Dimensi. Buletin Keteknikan Pertanian 16 (1) : 42-50.

Subrata, IDM. 1998. Cherry Tomato Harvesting Robot Using 3-D Vision Sensor. Doctor Thesis. Tottori University.

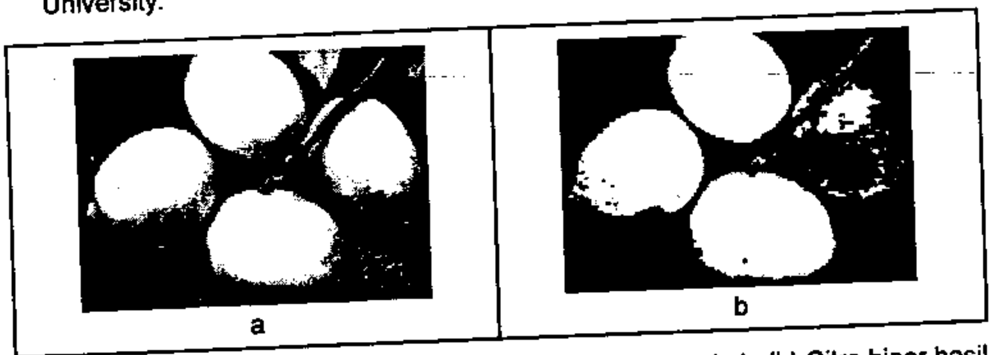
Tao Y., PH. Heinemann, Z. Varghese, CT. Morrow, and HJ. Sommer. 1995. *Machine Vision for Color Inspection of Potatoes and Apples*. Transaction of the ASAE. 38(5) :1555-1561.

Choi K., G. Lee, YJ. Han, and JM. Bunn. 1995. *Tomato Maturity Evaluation Using Color Image Analysis*. Transaction of the ASAE. 38(1) :171-176.

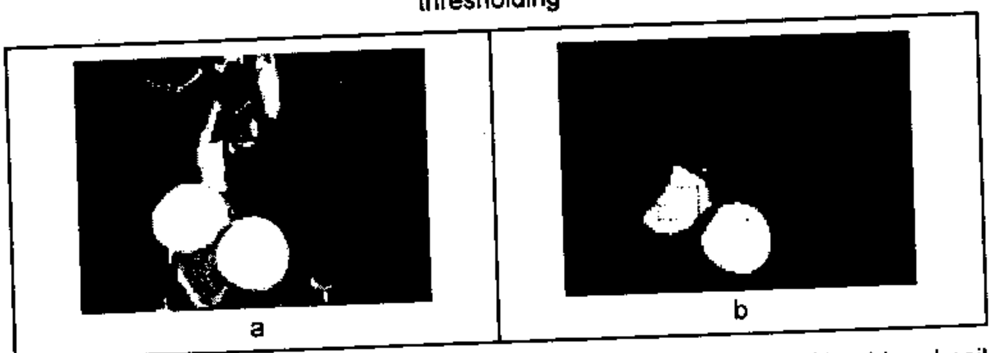
Kondo, N. and KC Ting. 1998. *Robotics For Bioproduction Systems*, ASAE Publication.

Wulfhson, D., Y. Sarig, and RV. Algazi. 1993. *Defect Sorting of Dry Dates by Image Analysis*. Canadian Agricultural Engineering. Vol. 35, No.2.

Woebbecke DM, GE Meyer, KV Bargen, DA Mortensen. 1995. *Color Indices Weed Identification Under Various Soil, Residu, and Lighting Conditions. Transaction ASAE*. Vol. 38(1) : 259-269.



Gambar 13. (a) Citra lemon usia ≥120 hsbm, daun, dan tangkai ; (b) Citra biner hasil thresholding



Gambar 14. (a) Citra lemon usia ≥120 hsbm, daun, dan tangkai ; (b) Citra biner hasil thresholding