PROSIDING SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN INFORMATIKA PERTANIAN INDONESIA 2009
ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 – 7

Pemutuan Buah Jeruk Pontianak Berdasarkan Ukuran dan Warna Menggunakan Pengolahan Citra

Usman Ahmad[a], Mardison S.[b], Ana Nurhasanah[b], dan Susanto B. Sulistyo[c]

[a]*Departemen Teknik Pertanian*
Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
email: usmanahmad@ipb.ac.id

[b]*Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian*
Departemen Pertanian

[c] *Alumni Sekolah Pascasarjana*
Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Jeruk merupakan salah satu produk hortikultura yang penting di Indonesia dan produksinya meningkat terus setiap tahun. Namun demikian, peralatan pascapanen untuk masih sangat terbatas sehingga penggunaan teknologi pascapanen masih rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem evaluasi mutu buah jeruk secara real-time menggunakan kamera CCD sebagai sensor citra dan unit pengolah citra untuk evaluasi mutu. Sistem terdiri dari dari kamera CCD warna, komputer yang dilengkapi kartu penangkap citra, ruang penangkap citra, panel pengendali logik, dan sebuah program untuk menjalankan semua hardware yang terinstal.
Beberapa parameter mutu visual penting dari buah jeruk dipelajari dan lima kelompok mutu buah jeruk yang diperoleh dari pedagang besar Pasar Induk Kramatjati digunakan sebagai sampel. Citra buah jeruk direkam dan citra hasil rekaman dianalisis dengan program pengolah citra menggunakan proyeksi area untuk menggolongkan buah jeruk ke dalam kelompok mutu A, B, C, D, dan E sesuai dengan SNI 01-3165-1992. Hasil pemutuan menggunakan pengolahan citra dibandingkan dengan pemutuan manual oleh pekerja pada pedagang besar jeruk. Lebih jauh, pengolahan citra juga menyajikan hasil pemutuan berdasarkan dua parameter mutu sekaligus, ukuran dan warna buah, agar buah dapat dipajang dengan lebih menarik di supermarket.

Kata kunci: *image processing*, *pemutuan, ukuran, warna*

1. PENDAHULUAN

Produktivitas usahatani jeruk nasional cukup tinggi, yaitu berkisar 17-25 ton/ha dari potensi 25-40 ton per ha. Walaupun data impor buah jeruk segar dan olahan cenderung terus meningkat, dan sebagian besar produksi dalam negeri terserap oleh pasar domestik, namun ekspor buah jeruk jenis tertentu seperti lemon, grapefruit dan pamelo juga terus meningkat sekaligus memberikan peluang pasar yang menarik. Pada tahun 2004, impor buah jeruk segar mencapai 94.696 ton sedangkan ekspornya sebesar 1.261 ton, atau sejak tahun 1998 masing-masing meningkat sebesar 16,6% dan 5,6% per tahun.

Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan jeruk sebagai salah satu buah kebanggaan nasional adalah mutu buah yang rendah. Sebagian besar buah jeruk dalam negeri dipasarkan dengan penampakan luar yang kurang menarik, ukuran, rasa dan warna yang beragam. Oleh karena itu, upaya peningkatan mutu jeruk melalui pengembangan sistem jaminan mutu pada jeruk perlu ditingkatkan. Banyak teknologi pasca panen buah-buahan sudah diterapkan seperti pelilinan, modifikasi atmosfir atau atmosfir terkondisi dalam kemasan. Akan tetapi, keseragaman kualitas dan kemasakan buah-buah tersebut tetap menjadi faktor penentu pada semua tahapan berikutnya. Parameter kualitas yang pertama dinilai adalah keseragaman dan kebersihan warna kulit buah, karena secara langsung dapat mempengaruhi selera konsumen untuk mengkonsumsinya atau tidak.
Untuk memecahkan permasalahan diperlukan penataan rantai penanganan dan pasokan jeruk yang prima. Oleh karena dibutuhkan:

1. Kebijakan dan perangkat manajemen pembangunan yang kondusif
2. Prasarana dan sarana yang memadai
3. Sistem informasi yang efektif
4. Kelembagaan yang kuat di semua segmen baik yang mengkordinasikan usahatani secara horizontal maupun yang mengintegrasikan usahatani dan pemasaran yang vertikal
5. Teknologi yang sesuai kebutuhan lapangan baik untuk budidaya maupun pascapanen primer untuk pelaku usaha di semua segmen
6. Kapasitas sumberdaya manusia yang prima

Era perdagangan bebas menuntut persaingan mutu produk yang tinggi agar dapat bersaing, baik di pasar lokal maupun internasional. Untuk meningkatkan ekspor buah jeruk dituntut adanya peningkatan kualitas buah sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan oleh negara-negara tujuan ekspor yakni *Good Agricultural Practices* (GAP) seperti Skema Akreditasi Ladang Malaysia (SALM) untuk Negara Malaysia; Australia dengan *Fresh Care*; New Zaeland dengan *Approved Supplier Program*; Inggris dengan *Assured Produce Scheme*; serta Uni Eropa dengan EUREP GAP.

Otomatisasi pekerjaan di bidang pertanian dapat dilakukan berdasarkan empat pertimbangan berikut [1]; 1) banyak pekerjaan di bidang pertanian yang monoton dan tidak cocok untuk manusia, tetapi diperlukan semacam kemampuan berpikir seperti manusia untuk mengerjakannya, 2) tenaga kerja bidang pertanian untuk beberapa negara semakin kecil ketersediannya karena menjadi petani kurang menarik bagi generasi muda, 3) masalah kekurangan tenaga kerja dapat menyebabkan mahalnya upah, dan 4) permintaan pasar akan kualitas produk pertanian yang tinggi merupakan faktor yang tak bisa diabaikan. Untuk kasus Indonesia, alasan pertama, kedua dan ketiga mungkin kurang relevan, akan tetapi alasan keempat, khususnya untuk produk pertanian berorientasi ekspor, cukup relevan untuk dipertimbangkan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi maju dalam penanganan pascapanen buah-buahan untuk komoditas ekspor perlu direncanakan dan dikembangkan sejak dini.

Banyak peneliti telah mencoba penggunaan teknologi NIR untuk mengukur kandungan gula (*sucrose*) dan asam (*malic acid*) mangga. Hasilnya menunjukkan bahwa ada hubungan antara prediksi dari NIR (*near infrared*) dengan hasil pengukuran dengan HPLC dari kandungan gula dan asam buah mangga. Teknologi NIR dapat gunakan untuk pengukuran kandungan gula beberapa buah utuh seperti buah tomat [2], buah persik [3], dan buah apel [4]. Teknologi ini telah dikembangkan oleh negara-negara maju untuk diaplikasikan dalam mesin-mesin sortasi maupun kontrol kualitas. Namun di Indonesia teknologi ini belum banyak dimanfaatkan untuk keperluan sortasi dan pemutuan produk hortikultura karena perlengkapannya relatif mahal.

Teknologi lainnya yang dapat diterapkan pada mesin sortasi dan pemutuan otomatis adalah pengolahan citra. Teknologi pengolahan citra adalah salah satu teknologi yang dikembangkan untuk mendapatkan informasi dari citra dengan cara memodifikasi bagian dari citra yang diperlukan sehingga menghasilkan citra lain yang lebih informatif [5]. Contoh sederhana adalah mengubah citra warna menjadi citra biner agar ukuran obyek di dalam citra dapat diduga denga cara menghitung luas bayangan obyek. Bila teknologi pengolahan citra ini diintegrasikan dalam satu unit alat di mana informasi yang didapat dari citra akan digunakan untuk menggerakkan bagian lain dari alat tersebut, maka disebut machine vision [5]. Lebih mudahnya adalah hasil pengolahan citra adalah sama jenisnya yaitu citra, sedangkan hasil dari machine vision dapat berupa aksi atau representasi dari citra dalam bentuk lain. Teknologi ini lebih murah karena hanya membutuhkan kamera CCD dan komputer yang dilengkapi dengan *image frame grabber*, yang sudah banyak tersedia di pasaran.

Penggunaan teknologi pengolahan citra diharapkan dapat meningkatkan akurasi sortasi dan pemutuan buah berdasarkan kualitas dan kemasakannya. Kondisi buah dapat didekati dari ukuran obyek dalam citra bila diambil dengan latar belakang yang kontras dengan warna buah yang diamati. Tingkat kemasakan buah bisa didekati dari pengamatan warna dan tekstur kulit buah karena biasanya kulit buah seperti pada mangga mengalami perubahan warna dan tekstur kulitnya seiring dengan perubahan tingkat kemasakan atau kehadiran plek-plek getah pada kulit mangga sehingga mutunya dinilai rendah. Teknologi pengolahan citra telah dicoba untuk mendeteksi buah tomat mini dalam kerimbunan daun pada tanaman tomat mini dengan memanfaatkan perbedaan warna untuk digunakan pada robot pemanen tomat mini [6]. Contoh penerapan lainnya dari teknologi pengolahan citra adalah pada robot pemanen jamur, untuk mencari dan menemukan lokasi jamur yang sudah saatnya dipanen [7] dan pada robot pemanen buah semangka untuk melakukan hal yang sama [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun perangkat lunak pengolahan citra untuk melakukan evaluasi buah jeruk menggunakan kamera CCD yang dapat beroperasi secara langsung, yang akan digunakan sebagai sensor citra dan unit pengolahnya untuk penetuan mutu dari citra jeruk yang dievaluasi.

2. METODOLOGI

Penelitian ini akan dilakukan pada tahun 2008, yang merupakan lanjutan penelitian sebelumnya. Pada tahap sebelumnya, telah diteliti hubungan antara nilai parameter mutu destruktif seperti total padatan terlarut, total asam, dan lain sebaginya dengan karakteristik visual buah jeruk yaitu ukuran, bentuk, warna, dan tekstur yang diperoleh melalui pengolahan citra. Dari hasil penelitian tahap pertama ini diketahui hanya ukuran buah jeruk dan warna permukaan kulit buah yang dapat digunakan sebagai parameter mutu dalam pemutuan menggunakan pengolahan citra untuk melakukan pemutuan berdasarkan satu atau kombinasi dari dua parameter mutu tersebut.

Pada tahap ini kegiatan dimulai dengan pengambilan data citra buah jeruk segar dengan berbagai tingkatan mutu. Sampel buah jeruk yang digunakan adalah jeruk Pontianak, dibeli dari pedagang besar di Pasar Induk Kramajati, dan sudah dikelompokkan mutunya secara manual oleh pedgang besar di Pontianak. Sampel buah jeruk masing-masing 125 buah untuk mutu A dan B, serta masing-masing 200 buah untuk mutu C, D, dan E.

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 – 7

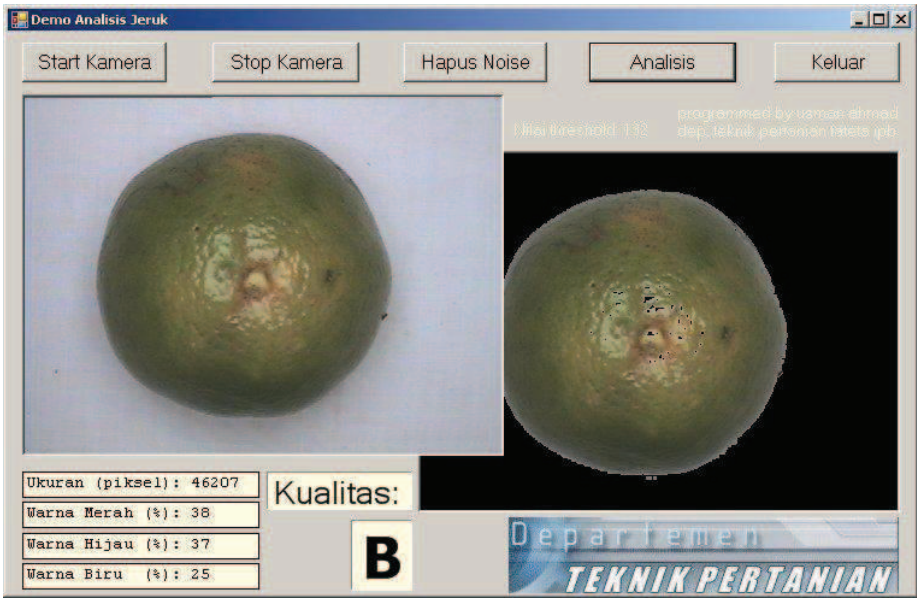
Gambar 1. Lima kelas mutu jeruk yang digunakan sebagai sampel; (a) mutu A, (b) mutu B, (c) mutu C, (d) mutu D, dan (e) mutu E

Gambar 2. Proses akuisisi citra buah jeruk menggunakan komputer dan kamera CCD

Citra buah jeruk yang telah disimpan dalam bentuk file kemudian dianalisis menggunakan program pengolahan citra yang dikembangkan. Analisis dilakukan terhadap ukuran dan warna buah untuk digunakan sebagai parameter pemutuan otomatis menggunakan kamera CCD. Data-data ukuran dan warna tiap kelompok mutu kemudian dianalisis menggunakan statistika sederhana dengan tujuan untuk menentukan batas antar kelompok mutu. Nilai-nilai batas antar kelompok mutu ini nantinya akan digunakan dalam program pemutuan buah secara real-time. Foto-foto jeruk yang digunakan sebagai sampel diperlihatkan dalam Gambar 1, sedangkan proses akuisisi citra diperlihatkan dalam Gambar 2.

Selanjutnya citra still yang sudah direkam dianalisis menggunakan program pengolahan citra yang dikembangkan. Analisis dilakukan terhadap ukuran buah jeruk untuk memperoleh informasi ukuran buah, yang selama ini dijadikan parameter dalam pemutuan buah jeruk, dari citra yang direkam. Analisis juga dilakukan terhadap warna kulit buah jeruk untuk melihat kemungkinan mesin sortasi yang dikembangkan menggunakan parameter warna kulit dalam pemutuan nantinya. Program analisis citra still diperlihatkan dalam Gambar 3.

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 – 7



Gambar 3. Analisis citra buah jeruk menggunakan program pengolah citra

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemutuan menggunakan pengolahan citra sedapat mungkin akan mengacu pada sandard mutu nasional (SNI 01-3165-1992), berdasarkan data hasil pengukuran berat secara langsung. Dengan mengacu pada berat pada SNI untuk buah jeruk segar, 850 buah jeruk sampel dapat digolongkan menjadi empat kelas mutu seperti disajikan pada Tabel 1. Hasil pemutuan manual bila dikembalikan pada standard SNI ternyata mempunyai tingkat kecocokan yang cukup bervariasi seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Penggolongan kelas mutu hasil pengukuran langsung berdasarkan berat buah menurut SNI 01-3165-1992

Kelas	Jumlah (buah)
A	91
B	269
C	467
D	23
Total	850

Tabel 2. Kecocokan hasil pemutuan manual dengan kelas mutu menurut SNI 01-3165-1992

SNI (berat)	Manual (berat)					Jumlah
	A	B	C	D	E	
A	91 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	91
B	34 (12.6%)	124 (46.1%)	111 (41.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	269
C	0 (0.0%)	1 (0.2%)	89 (19.1%)	200 (42.8%)	177 (37.9%)	467
D	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	23 (100.0%)	23
Jumlah	125	125	200	200	200	850

Dari Tabel 2 terlihat tingkat kecocokan pemutuan manual dengan SNI pada kelas A sebesar 100%, kelas B 46.1%, kelas C 19.1%, dan kelas D 0%. Dengan demikian hasil pemutuan manual, tingkat kecocokan rata-rata pemutuan manual dengan SNI untuk kelas mutu A, B, C, dan D adalah 41.3%. Angka-angka ini dapat diartikan sebagai berikut: pemutuan manual tidak mempunyai standard yang jelas karena dilakukan secara subyektif.

Selanjutnya, menggunakan program pengolahan citra yang dibangun, area citra buah dapat digunakan untuk penggolongan kelas buah jeruk Pontianak dengan terlebih dahulu mengkonversi nilai batas parameter berat ke parameter area citra, yang mempunyai hubungan y = 205 x + 7018, dengan y sebagai area (piksel) dan x adalah berat (gram). Kriteria penggolongan kelas berdasarkan berat menurut SNI dan hasil konversi ke area hasil pengolahan citra dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria kelas jeruk Pontianak (SNI 01-3165-1992) berdasarkan berat dan hasil konversinya ke area citra

Kelas	Berat (gram/buah)	Area citra (piksel)
A	≥ 151	≥ 37919
B	101 – 150	27687 – 37715
C	51 – 100	17455 – 27483
D	≤ 50	≤ 17251

Dari 850 sampel buah jeruk yang digunakan, terdapat 45 buah jeruk hasil penggolongan menggunakan pengolahan citra (area) yang tidak sesuai dengan penggolongan hasil pengukuran secara langsung (berat). Hasil penggolongan kelas menurut SNI menggunakan pengolahan citra dengan hasil pengukuran langsung disajikan pada Tabel 4. Dari Tabel 4 terlihat tingkat keberhasilan penggolongan pada kelas A sebesar 92.3%, kelas B 97.8%, kelas C 93.2%, dan kelas D 100%. Dengan demikian tingkat keberhasilan rata-rata penggolongan ini adalah 95.9%.

Tabel 4 juga memperlihatkan terdapat 7 buah jeruk yang seharusnya masuk ke dalam kelas A, tapi oleh pengolahan citra dimasukkan ke dalam kelas B. Selain itu terdapat 6 buah jeruk yang seharusnya digolongkan kelas B, namun oleh pengolahan citra digolongkan kelas A (2 buah) dan kelas C (4 buah). Penggolongan kelas C oleh pengolahan citra menghasilkan tingkat kesalahan yang paling tinggi. Ada 32 buah jeruk yang seharusnya masuk kelas C, namun oleh pengolahan citra dimasukkan ke dalam kelas B sebanyak 18 buah dan kelas D sebanyak 14 buah. Penggolongan kelas D menghasilkan tingkat keberhasilan terbesar (100%). Dari 23 buah jeruk yang seharusnya masuk kelas D, semuanya masuk ke dalam kelas D menggunakan pengolahan citra.

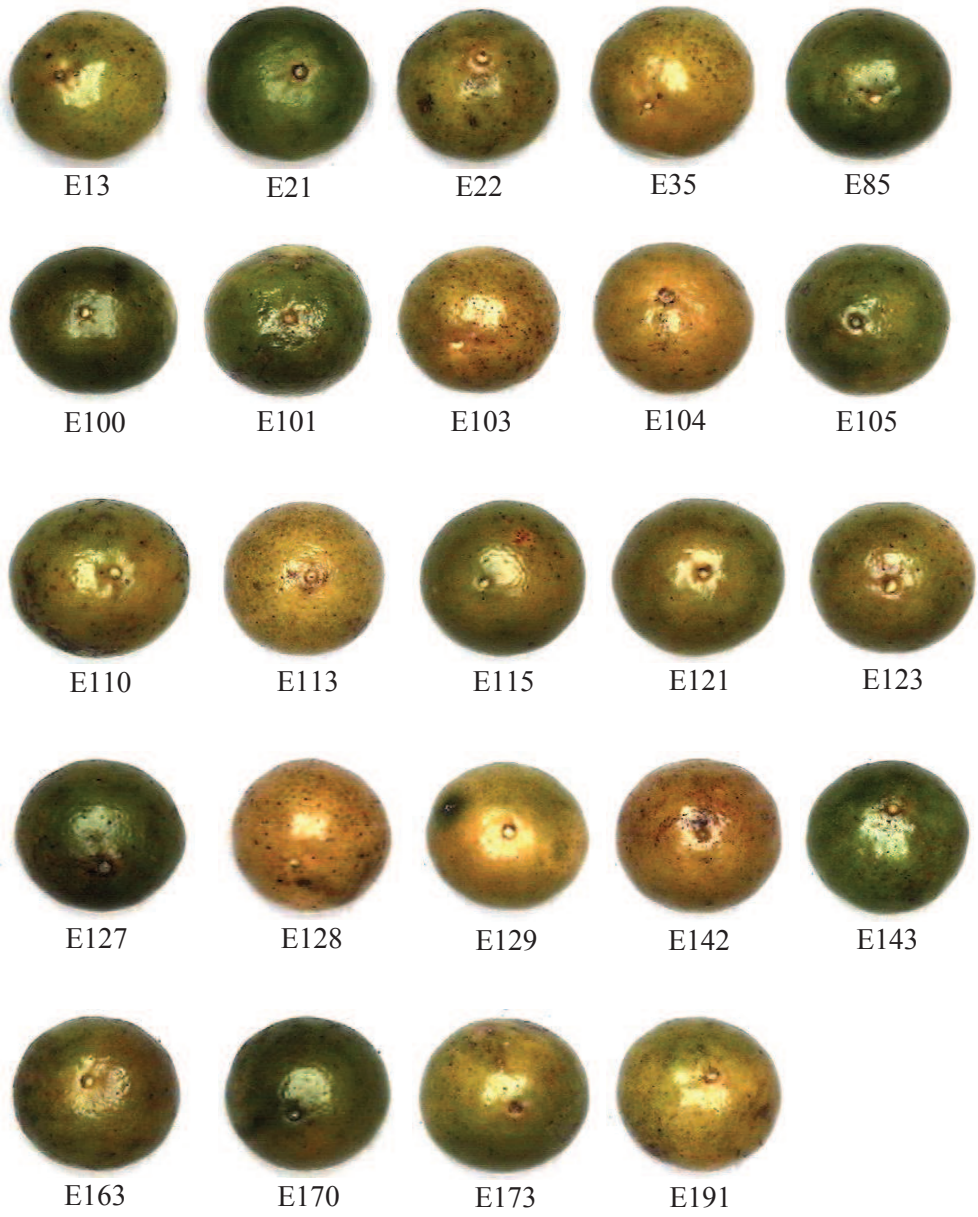
Tabel 4. Penggolongan kelas menggunakan pengolahan citra dengan hasil pengukuran langsung berdasarkan berat buah

SNI (berat)	Pengolahan Citra (area)				Jumlah
	A	B	C	D	
A	84 (92.3%)	7 (7.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	91
B	2 (0.7%)	263 (97.8%)	4 (1.5%)	0 (0.0%)	269
C	0 (0.0%)	17 (3.6%)	436 (93.4%)	14 (3.0%)	467
D	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	23 (100.0%)	23
Jumlah	86	287	440	37	850

Tingkat keberhasilan rata-rata penggolongan kelas menggunakan pengolahan citra belum sepenuhnya 100%. Hal ini mungkin dikarenakan proses thresholding untuk memperoleh citra biner yang kurang sempurna, sehingga nilai area citra yang diperoleh tidak sesuai dengan yang seharusnya.

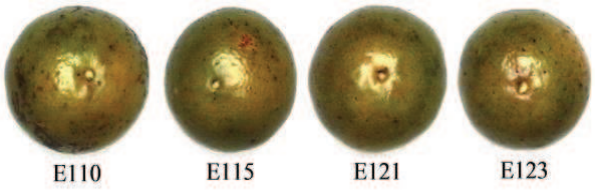
Dengan menggunakan sebagian sampel yang sama (Gambar 4), program juga mencoba melakukan pemutuan menggunakan kombinasi parameter mutu ukuran dan warna. Hasil pemutuan menggunakan du aparameter mutu ini dapat membedakan jeruk-jeruk tersebut menjadi 6 kelas mutu yang baru, yaitu C1, C2, C3, D1, D2, dan D3. Meskipun oleh petani sampel jeruk-jeruk tersebut semuanya dimasukkan ke dalam kelas E, namun berdasarkan hasil pengukuran ukuran buah dengan parameter area sesuai kriteria SNI, jeruk-jeruk tersebut masuk dalam kelas C dan D. Dengan menggunakan algoritma pemutuan yang baru, sampel jeruk yang masuk ke dalam mutu C1 adalah jeruk E103, E104, E113, dan E142 (Gambar 5). Jeruk-jeruk yang masuk mutu C2 adalah E110, E115, E121, dan E123, sedangkan yang masuk mutu C3 adalah jeruk E100, E101, E105, dan E143, seperti terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pada Gambar 8, jeruk E128, E129, E35, dan E191 oleh pemutuan yang baru digolongkan ke mutu D1, sedangkan jeruk E13, E163, E173, dan E22 masuk mutu D2 (Gambar 9). Pada Gambar 10, jeruk E127, E170, E21, dan E85 digolongkan ke mutu D3 oleh pemutuan yang baru.

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 – 7



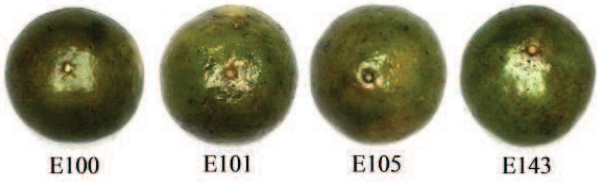
Gambar 4. Hasil pemutuan manual jeruk pontianak oleh petani untuk kategori kelas E (terlihat variasi warna kulit sangat jelas)

Gambar 5. Hasil pemutuan jeruk pontianak menggunakan pengolahan citra untuk mutu C1 (terlihat warna kulit buah kuning dan seragam)



Gambar 6. Hasil pemutuan jeruk pontianak menggunakan pengolahan citra untuk mutu C2 (terlihat warna kulit buah hijau kekuningan dan seragam)

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 – 7



Gambar 7. Hasil pemutuan jeruk pontianak menggunakan pengolahan citra untuk mutu C3 (terlihat warna kulit buah hijau dan seragam)

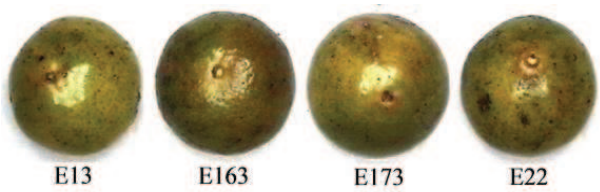
Gambar 8. Hasil pemutuan jeruk pontianak menggunakan pengolahan citra untuk mutu D1 (terlihat warna kulit buah kuning dan seragam)

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, jumlah sampel buah jeruk yang digunakan dalam penelitian adalah sebanyak 850 buah. Jeruk-jeruk tersebut digolongkan secara manual ke dalam lima kelas oleh petani jeruk, yaitu kelas A sebanyak 125 buah, kelas B 125 buah, kelas C 200 buah, kelas D 200 buah, dan kelas E 200 buah. Dengan menggunakan sampel yang sama, pemutuan dengan menggunakan algoritma pemutuan dengan paramater mutu ukuran dan warna, menghasilkan penggolongan buah jeruk ke dalam 12 tingkat mutu, seperti terlihat pada Tabel 5.

Hasil pemutuan berdasarkan parameter mutu area dan warna seperti terlihat pada Tabel 5, akan memberikan efek visual yang lebih baik ketika buah jeruk Pontianak dipajang dalam supermarket. Dengan demikian kesan bahwa kualitas buah seragam dan terjamin akan lebih kuat bagi konsumen.

Tabel 5. Penggolongan kelas menggunakan pengolahan citra dengan hasil pengukuran langsung berdasarkan berat buah

Kelas Mutu Berdasarkan Berat	Kelas Mutu Berdasarkan Ukuran dan Warna			Jumlah
	1	2	3	
A	12	36	38	86
B	55	122	110	287
C	150	140	150	440
D	21	12	4	37
Jumlah sampel				850



Gambar 9. Hasil pemutuan jeruk pontianak menggunakan pengolahan citra untuk mutu D2 (terlihat warna kulit buah hijau kekuningan dan seragam)

Gambar 10. Hasil pemutuan jeruk pontianak menggunakan pengolahan citra untuk mutu D3 (terlihat warna kulit buah hijau dan seragam)

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Hasil pemutuan terhadap 850 sampel buah jeruk berdasarkan ukuran menggunakan program pengolahan citra yang dibangun menunjukkan kecocokan dengan SNI 01-3165-1992 dengan nilai 95.9%, sedangkan hasil pemutuan manual menunjukkan kecocokan hanya sebesar 41.3%.
2. Menggunakan program pengolahan citra yang dibangun, parameter warna juga dapat digunakan sebagai parameter mutu tambahan dalam pemutuan buah jeruk Pontianak untuk menghasilkan kelas mutu dengan tampilan warna yang seragam, selain ukuran yang seragam.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kondo, N. and K.C. Ting. 1998. Robotics for Bioproduction Systems. The Society of for Engineering in Agricultural, Foods, and Biological System (ASAE) Book. St. Joseph, USA.

[2] Suparlan and Itoh, K. (2001). Nondestructive method for determining the quality of tomatoes using visible and near-infrared spectroscopy. J. Hokkaido Branch of the Japanese Society of Agricultural Machinery. 41: 21-27.

[3] Kawano, S., Watanabe, H. and Iwamoto, M. (1992) Determination of Sugar Content in Intact Peaches by Near Infrared Spectroscopy with Fiber Optics in Interactance Mode. J. Japan Soc. Hort. Sci. 61(2), 445-451.

[4] Murakami, M., Himoto, J. and Itoh, K. (1994) Analysis of Apple Quality by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. J. Fac. Agric. Hokkaido Univ. 66(1), 51-61.
[5] Jain, R., R. Kasturi and B.G. Schunck. 1995. Machine Vision. McGraw-Hill Book, Inc. New York, USA.
[6] Kondo, N., Y. Nishitsuji, P. Ling, and K. C. Ting. 1996. Visual feedback guided robotic cherry tomato harvesting, Transactions of the ASAE Vol. 39 No. 6 Hal. 2331-2338.
[7] Reed, J. N., W. He, and R. D. Tillett. 1995. Picking mushrooms by robot. Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and Processing, Vol. 1 Hal. 27-34, Kobe, Japan.
[8] Tokuda M., K. Namikawa, M. Sugari, M. Umeda, and M. Iida. 1995. Development of watermelon harvesting robot (1): machine vision system for watermelon harvesting robot, Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and Processing. Vol. 2 Hal. 9-16. Kobe, Japan.

COPYRIGHT
Paper ini, yang disajikan pada seminar dan dipublikasi pada prosiding Seminar Nasional Informatika Pertanian 2009 adalah yang belum dipublikasi di tempat lain dengan paper serupa dan sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian yang telah mendanai penelitian ini melalui Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T) tahun anggaran 2009.