

PEMERIKSAAN MUTU KARET RSS MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA

Evaluation Method for RSS Rubber Using Image Processing

Usman Ahmad¹, Fahmi Riadi², dan I Dewa Made Subrata³

ABSTRACT

Evaluation of ribbed smoked sheet (RSS) quality is commonly done manually through an assessment of rubber sheet surface appearance based on its uniformity and brightness of color, and also existence of physical defect like air bulb, white spot and spotted by fungus prior to classification into RSS-1, RSS-2 and of RSS-3. This research aimed to develop a method to evaluate RSS quality using image processing. Each 40 sheets of sample in a size of 30x25 cm was captured using a CCD camera from 40 cm distance with a resolution 341x256 pixels. The characteristics observed were RGB index, HSI color components, and textural features. Three groups of sample could be discriminated using blue color index with 80.0%, 82.5% for RSS-1, 60.0% for RSS-2 and 97.5% for RSS-3. Grading based on HSI color model gave better result with 86%, 77.5%, 85.0% and 95.0% accuracy for the RSS-1, RSS-2 and RSS-3, respectively. The computer-based grading indicated that the classification by computer using HSI component was more reliable than manually grading. In conclusions, the developed algorithm was able to classify 120 samples and corrected some of miss-classification by manual grading.

Keyword : *image processing, ribbed smoked sheet, grading*

BAHAN DAN METODE

Indonesia merupakan eksportir karet alam terbesar kedua setelah Thailand diikuti oleh Malaysia di posisi ketiga. Luas areal tanaman karet mencapai 3.4 juta ha, dimana 2.9 juta ha (85%) merupakan perkebunan rakyat, dan sisanya adalah perkebunan negara dan swasta (Ditjenbun, 1998). Ekpor karet alam Indonesia terdiri dari karet remah atau *Standard Indonesian Rubber (SIR)*,

lembaran karet asapan atau *ribbed smoked sheet (RSS)*, karet crepe, lateks pekat dan karet skim. SIR menempati proporsi terbesar sekitar 70% diikuti oleh RSS dan crepe sekitar 15 – 20% (BPP Bogor, 1997). Namun sejak tahun 1999, ekspor karet alam lebih didominasi oleh SIR 20 dan RSS (Budiman, 1999).

LMC International (2002) melaporkan bahwa total *supply* dan *demand* karet alam sejak tahun 1997 – 2001 relatif stabil dengan peningkatan produksi rata-rata

¹ Departemen Teknik Pertanian, Fateta-IPB, Kampus IPB Darmaga PO Box 220 Bogor, usmanahmad@ipb.ac.id

² Alumni Program S2 TPP Sekolah Pascasarjana IPB, Fateta-IPB, Kampus IPB Darmaga PO Box 220 Bogor

³ Departemen Teknik Pertanian, Fateta-IPB, Kampus IPB Darmaga PO Box 220 Bogor, subrata@ipb.ac.id

sekitar 1% dan penurunan konsumsi sebesar 0.5%. Produksi meningkat dari 6,836,000 ton menjadi 6,930,000 dan konsumsi menurun dari 6,920,000 ton menjadi 6,893,000 ton. Namun ekspor RSS Indonesia menurun sebesar 28% dari 43,000 ton pada tahun 2000 menjadi 31,000 ton pada tahun 2001, sementara pada periode yang sama, ekspor Malaysia meningkat 5%. Penurunan ini mengindikasikan adanya "masalah" dengan mutu RSS Indonesia sehingga negara importir berpaling ke negara eksportir lainnya.

Kualitas RSS disesuaikan dengan *International Standards of Quality and Packing for Natural Rubber Grades (The Green Book)*, dan SNI 06-001-1987. Namun demikian, sampai sekarang, sortasi dan pemutuan RSS di perusahaan-perusahaan perkebunan di Indonesia dilakukan secara manual melalui pengamatan visual permukaan lembaran karet. Pengamatan ini umumnya dilaksanakan di atas meja sortasi beralas kaca dimana pada bagian dalamnya dipasang beberapa lampu TL. Terkadang pengamatan dilakukan dengan cara membeberkan lembaran karet ditempat yang terang, bila meja pengamatan tidak tersedia. Penilaian manual melalui pengamatan visual ini hanya dapat melihat cacat-cacat fisik permukaan yang terlihat jelas saja seperti kotoran, gelembung udara, warna tidak merata dan lengket. Kadang-kadang ketebalan, warna, lebar dan berat dari RSS juga diperhatikan, namun hasilnya kurang akurat karena bersifat subyektif.

Penelitian Muir et al. (1998) menunjukkan bahwa efisiensi beberapa pekerjaan sortasi manual sangat bervariasi, misalnya pada *roller table* bisa efisiensi dapat mencapai angka terendah di bawah 8% dan paling tinggi 60%. Meskipun otak dan mata manusia cukup fleksibel, tapi tidak cukup efisien saat mengambil keputusan dalam penggolongan mutu. Tugas yang

memerlukan penanganan intensif dan berulang-ulang seperti sortasi produk dapat menimbulkan kejenuhan. Hal ini juga bisa terjadi pada sortasi mutu lembaran karet. Pada kondisi dimana jumlah produksi karet sudah sedemikian tinggi, pekerjaan sortasi sering mendatangkan masalah karena kelambanan pekerjaan analisis sehingga karet terakumulasi di ruang sortasi yang selanjutnya berdampak menurunkan mutu karet dan produktifitas pabrik karet.

Pengembangan metoda pemeriksaan mutu RSS menggunakan pengolahan citra diharapkan akan membuka jalan bagi terciptanya mesin sortasi lembaran karet. Kelak mesin sortasi berbasis komputer ini akan dapat melakukan pekerjaan analisis mutu karet secara konsisten, akurat, cepat dan dapat dioperasikan sepanjang waktu. Hal ini akan sangat membantu pabrik pengolahan karet dalam meningkatkan mutu produknya, terutama karet olahan jenis RSS, selain juga meningkatkan produktifitasnya.

Tujuan umum penelitian ini adalah mengkaji kemungkinan penerapan teknik pengolahan citra untuk pemutuan RSS. Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai adalah:

- 1) Mempelajari karakteristik warna permukaan karet RSS melalui pengolahan citra, baik menggunakan model warna RGB maupun HIS, dan karakteristik tekstur menggunakan analisis tekstur untuk tiap-tiap kelas mutu RSS.
- 2) Memilih karakteristik visual yang dapat digunakan untuk pengembangan program pengolah citra untuk sortasi dan pemutuan karet RSS.
- 3) Membandingkan hasil pemutuan karet RSS secara manual dan hasil pemutuan menggunakan program pengolah citra yang dikembangkan berdasarkan karakteristik visual terpilih.

BAHAN DAN METODE

Pemilihan bahan sebagai obyek penelitian dilakukan di perkebunan karet Cikumpay Purwakarta, dan perekaman citra sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP), Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB Bogor. Lembaran karet RSS yang digunakan sebagai sampel diperlihatkan pada Gambar 1.

Sampel karet RSS yang digunakan sebanyak 120 lembar, terdiri dari 40 lembar RSS-1, 40 lembar RSS-2 dan 40 lembar RSS-3. Sampel dipotong berukuran 30x25 cm dan dikelompokkan berdasarkan kelas mutunya untuk diambil citranya.

Perekaman citra dilakukan menggunakan kamera CCD dengan jarak kamera 40 cm dan dengan resolusi 341x256 piksel. Pencahayaan menggunakan 4 unit lampu TL dengan daya 7 Watt pada jarak 35 cm dan sudut pencahayaan 35°. Perlengkapan untuk perekaman citra diperlihatkan pada Gambar 2.

Analisis yang dilakukan meliputi analisis warna model RGB dan HSI, dan

analisis tekstur serta analisis titik mentah dan gelembung udara melalui operasi binerisasi citra warna.

Nilai indeks RGB dihitung berdasarkan persamaan:

$$r = R/(R+G+B) \tag{1}$$

$$g = G/(R+G+B) \tag{2}$$

$$b = B/(R+G+B) \tag{3}$$

Nilai HSI diperoleh dari konversi model RGB dengan persamaan berikut (Choi et al., 1994):

$$I = (R+G+B)/3 \tag{4}$$

$$S = 1 - [\min(R, G, B)]/I \tag{5}$$

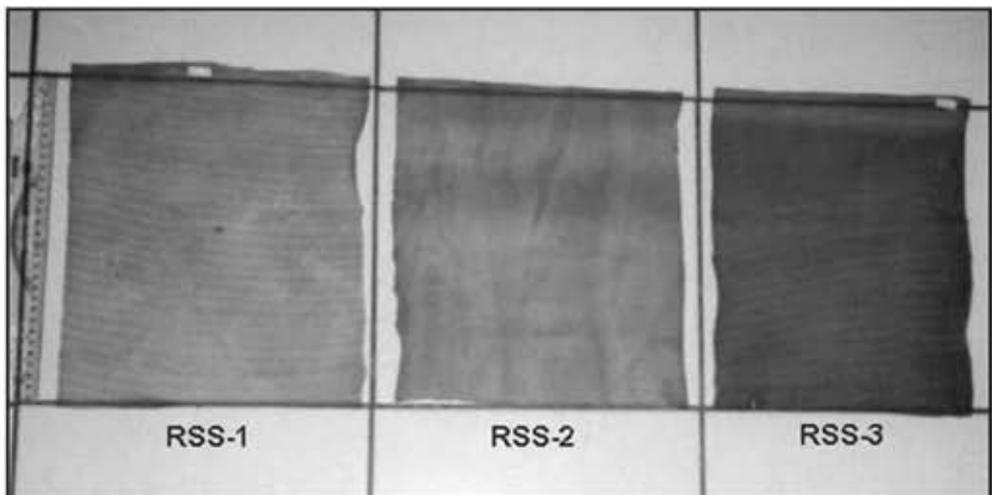
$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \text{ jika } B \leq G \tag{6}$$

atau

$$H = 360 - \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \text{ jika } B > G \tag{7}$$

Fitur tekstur dihitung menggunakan rumus-rumus sebagai berikut (Haralick et al., 1973):

$$Entropi = - \sum_i \sum_j p(i, j) \log p(i, j) \tag{8}$$



Gambar 1. Lembaran karet RSS yang digunakan sebagai sampel.

$$\text{Homogenitas} = \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (9)$$

$$\text{Kontras} = \sum_{n=0}^{N_g-1} n^2 \left\{ \sum_i \sum_j p(i, j) \right\}; |i - j| = n \quad (10)$$

$$\text{Energi} = \sum_i \sum_j p^2(i, j) \quad (11)$$

Keterangan :

i dan j : nilai grey level dari resolusi 2 piksel yang berdekatan

p(i,j) : frekuensi relatif matriks dari resolusi 2 piksel yang berdekatan

n : perbedaan absolut *i dan j*

N_g : jumlah nilai grey level yang berbeda pada perhitungan citra.

Hasil analisis citra kemudian diolah untuk mengamati sebaran nilai parameter visual untuk masing-masing kelas mutu. Parameter mutu yang mempunyai korelasi terbaik selanjutnya digunakan sebagai penentu dalam proses pemutuan menggunakan program pengolahan citra yang dibangun.



Gambar 2. Perlengkapan untuk perekaman citra sampel RSS.

Hasil pemutuan menggunakan program pengolahan citra yang dibangun kemudian dibandingkan dengan hasil pemutuan manual. Perbedaan antara kedua cara pemutuan tadi kemudian dianalisis secara obyektif melalui pengamatan langsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian telah dibangun program komputer untuk mengekstrak parameter mutu visual dari citra lembaran karet RSS yang telah direkam dengan kamera CCD dan disimpan sebagai file citra berformat bitmap (bmp). File citra kemudian dibuka dan pengolahan citra untuk menghitung nilai warna dan fitur tekstur dilakukan. Nilai-nilai tersebut kemudian disimpan dan dianalisis kemudian. Tampilan program computer pengolahan citra lembaran karet RSS yang dibangun diperlihatkan pada Gambar 3.

Ekstraksi terhadap karakteristik citra masing-masing sampel RSS dari setiap kelas mutu memberikan hasil seperti disajikan pada Tabel 1, yang selanjutnya diikuti dengan analisis sebaran karakteristik citra secara grafis diperlukan untuk melihat kemungkinan terdapat batas yang jelas antar masing-masing kelas mutu, sedangkan nilai pembatas yang sebenarnya ditentukan melalui komposisi sebaran nilai parameter yang akan digunakan, melalui perhitungan statistik sederhana berdasarkan nilai rata-rata suatu kelas mutu dan simpangan bakunya. Secara grafis, sebaran nilai karakteristik citra berupa indeks warna biru dan komponen HSI yang digunakan dalam pemutuan disajikan pada Gambar 4 sampai Gambar 7.

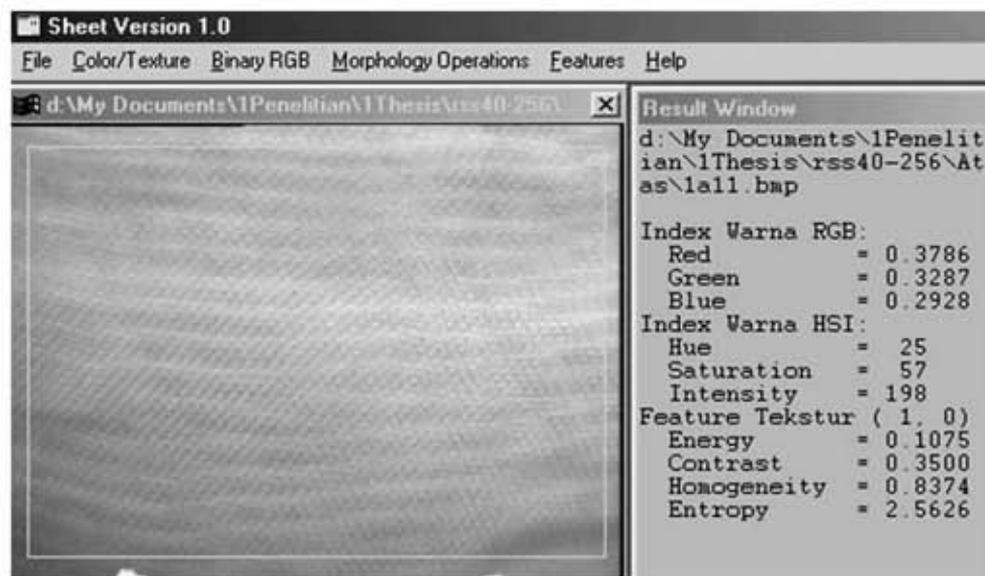
Berdasarkan pola sebaran nilai indeks RGB, ketiga kelompok sampel RSS bisa dipisahkan menggunakan komponen warna biru (b) dengan kesesuaian 80.0% dengan pemutuan manual. Tabel 1

Table 1. Nilai rata-rata parameter mutu citra karet RSS

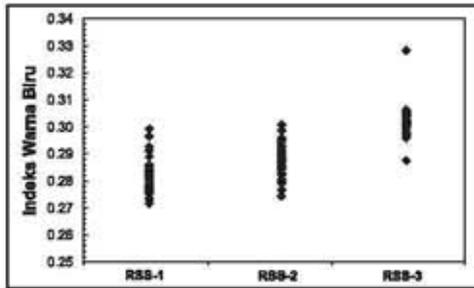
Parameter Mutu	Kelas Mutu		
	RSS-1	RSS-2	RSS-3
Merah	0.4071 ± 0.0135	0.4137 ± 0.0092	0.3919 ± 0.0128
Hijau	0.3115 ± 0.0083	0.2984 ± 0.0101	0.3057 ± 0.0081
Biru	0.2815 ± 0.0065	0.2879 ± 0.0058	0.3024 ± 0.0056
Hue	18.55 ± 5.54	76.50 ± 60.40	110.67 ± 30.98
Saturasi	77.73 ± 9.86	79.05 ± 5.94	61.63 ± 8.09
Intensitas	225.10 ± 9.75	227.22 ± 8.91	217.28 ± 9.94
Energi	0.1458 ± 0.0367	0.1367 ± 0.0521	0.1011 ± 0.0262
Kontras	0.3611 ± 0.0841	0.4506 ± 0.2590	0.5101 ± 0.1901
Homogenitas	0.8326 ± 0.0303	0.8110 ± 0.0580	0.7957 ± 0.0485
Entropi	2.3232 ± 0.2132	2.4202 ± 0.3186	2.6846 ± 0.2404

memperlihatkan bahwa komponen warna biru memiliki pola rata-rata yang linier dengan simpangan lebih kecil dari indeks warna merah maupun hijau. Klasifikasi dilakukan dengan batasan $b \leq 0.2857$ untuk RSS-1, $0.2857 < b \leq 0.2958$ untuk RSS-2, dan $b > 0.2958$ untuk RSS-3 dengan kesesuaian masing-masing

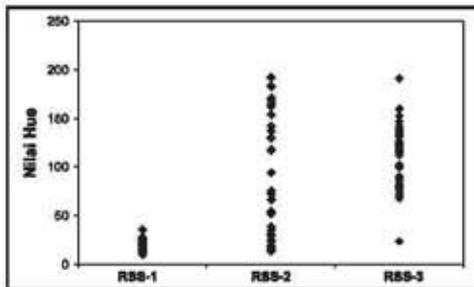
82.5%, 60.0% dan 97.5% masing-masing untuk RSS-1, RSS-2 dan RSS-3. Namun klasifikasi menggunakan indeks warna biru ini menyisakan masalah dimana dua sampel RSS-1 diklasifikasikan sebagai RSS-3 seperti disajikan pada Tabel 2, sedangkan pengamatan visual yang dilakukan untuk klarifikasi tidak



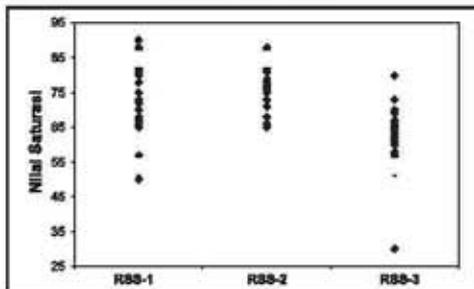
Gambar 3. Tampilan program komputer untuk menganalisis citra lembaran karet RSS.



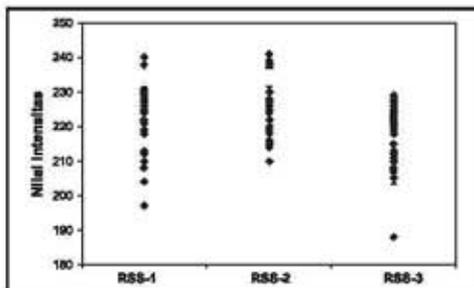
Gambar 4. Sebaran indeks warna biru.



Gambar 5. Sebaran nilai komponen warna hue (H).



Gambar 6. Sebaran nilai komponen warna saturasi (S).



Gambar 7. Sebaran nilai komponen warna intensitas (I).

menemukan cukup bukti bahwa pengelompokan tersebut memang seharusnya demikian. Bentuk kesalahan seperti ini menunjukkan bahwa komponen warna biru kurang stabil bila digunakan sebagai pembeda, karena sangat peka terhadap kualitas citra.

Klasifikasi dengan kombinasi komponen warna HSI memberikan hasil yang lebih baik dengan angka kesesuaian dengan pemutuan manual sebesar 86.0%. RSS-1 ditetapkan berdasarkan nilai $H \leq 28$ dan $I \geq 220$ sesuai 77.5%, dengan sembilan sampel diklasifikasikan sebagai RSS-2. RSS-3 ditetapkan berdasarkan nilai $H \geq 68$ dan $S \leq 73$, menghasilkan kesesuaian sebesar 95.0% dengan dua sampel diklasifikasikan sebagai RSS-2. Selebihnya ditetapkan sebagai RSS-2 dengan kesesuaian 85.0%, dimana lima sampel diklasifikasikan sebagai RSS-1 dan satu sampel sebagai RSS-3.

Berbeda dengan klasifikasi berdasarkan komponen warna biru yang masih menyisakan kesalahan fatal dimana dua sampel RSS-1 diklasifikasikan sebagai RSS-3 (masing-masing dengan nilai $b = 0.2966$ dan $b = 0.2911$), maka pada klasifikasi dengan kombinasi komponen warna HSI tidak ditemukan masalah ini. Sebaliknya, algoritma yang digunakan dapat mengklasifikasikan dengan tepat kedua sampel tersebut sebagai RSS-1 serta meningkatkan kesesuaian yang cukup signifikan pada penggolongan RSS-2 menjadi 85.0% serta peningkatan kesesuaian 95.0% pada RSS-3. Sementara pada RSS-1 kesesuaian tetap 77.5% dimana sembilan sampel RSS-1 diklasifikasikan sebagai RSS-2. Pada sampel RSS-2, lima sampel diklasifikasikan sebagai RSS-1 dan satu sampel diklasifikasikan sebagai RSS-3, sedangkan pada RSS-3 dua sampel diklasifikasikan sebagai RSS-2 seperti ditunjukkan dalam Tabel 3.

Fitur tekstur tidak dapat digunakan

Table 2. Kesesuaian antara hasil pemutuan program dan manual berdasarkan model RGB.

Manual	Program			Jumlah
	RSS-1	RSS-2	RSS-3	
RSS-1	33 (82.5%)	5 (12.5%)	2 (5.0%)	40 (100%)
RSS-2	14 (35.0%)	24 (60.0%)	2 (5.0%)	40 (100%)
RSS-3	0 (0%)	4 (10.0%)	39 (97.5%)	40 (100%)
Jumlah	47	30	43	120

Table 3. Kesesuaian antara hasil pemutuan program dan manual berdasarkan model HSI

Manual	Program			Jumlah
	RSS-1	RSS-2	RSS-3	
RSS-1	31 (77.5%)	9 (22.5%)	0 (0%)	40 (100%)
RSS-2	5 (12.5%)	34 (85.0%)	1 (2.5%)	40 (100%)
RSS-3	0 (0%)	2 (5.0%)	38 (95.0%)	40 (100%)
Jumlah	36	45	39	120

sebagai parameter mutu pembeda meskipun RSS-1 dan RSS-3 memiliki pola yang berbeda, namun sulit menentukan batas RSS-2 karena simpangan bakunya cukup besar. Hal ini cukup beralasan karena lembaran RSS yang digunakan dicetak menggunakan roller berpola sehingga membentuk tekstur yang hampir sama pada permukaan lembaran, bagaimana pun penampilan visualnya. Jadi, pola yang terbentuk pada lembaran karet lebih dominan daripada kualitas permukaan karet itu sendiri, sehingga ketika diekstrak fitur teksturnya tidak menunjukkan kualitas permukaan lembaran karet tetapi menunjukkan kejelasan pola cetakan. Dengan kata, fitur tekstur yang diekstrak tidak berhubungan dengan kualitas mutu

permukaan karet.

Analisis keberadaan gelembung udara dan titik mentah dengan cara menganalisis citra biner yang dihasilkan dari proses *global thresholding* tidak memberikan hasil yang memuaskan. Namun demikian, sebenarnya keberadaan cacat-cacat visual tersebut telah terakomodasi dalam komponen warna HSI yang telah diekstrak sebelumnya. Sampel yang tidak seragam cenderung memiliki nilai hue tinggi dan saturasi rendah. Hal ini terlihat pada sampel RSS-3 yang memiliki nilai hue tinggi ($H \geq 68$) dan saturasi rendah ($S \leq 73$). Sampel RSS-2 yang diklasifikasikan sebagai RSS-3 ketika dianalisis menggunakan program komputer juga secara visual terlihat gelap, gelembung udara terlihat jelas, tidak seragam dan dipenuhi bercak-bercak hitam. Keadaan yang demikian dapat diketahui melalui pemeriksaan nilai hue dan saturasinya dari komponen warna HSI.

Sampel dengan keadaan permukaan yang seragam cenderung memiliki hue rendah dan Saturasi yang tinggi. Sebaliknya, sampel dengan tingkat keseragaman rendah mempunyai intensitas yang tinggi, yang dapat saja disebabkan oleh bercak-bercak putih akibat pengasapan yang belum sempurna (mentah) atau permukaan yang lengket sehingga menimbulkan kilauan. Namun hal ini akan menaikkan nilai hue dan menurunkan saturasi yang mengakibatkan sampel secara visual terkesan tidak seragam.

Tujuh dari sembilan sampel RSS-1 yang diklasifikasikan sebagai RSS-2 memiliki intensitas kurang dari 214, bahkan dua diantaranya memiliki nilai intensitas kurang dari 210. Hanya satu dari sembilan sampel yang memiliki hue di atas 28 yaitu dengan intensitas di bawah 210 dan saturasi sebesar 50. Secara visual, citra sembilan sampel tersebut terlihat kurang cerah dan kurang seragam dan sedikit memiliki bintik-bintik

putih kecil yang tersebar. Sedangkan sampel selebihnya dari kelompok RSS-1 memiliki nilai hue ≤ 28 dan intensitas kurang dari 220 yang terlihat agak gelap meskipun umumnya seragam.

Lima sampel RSS-2 yang diklasifikasikan sebagai RSS-1 mempunyai nilai intensitas berkisar antara 227–239, hue antara 15–25, dan saturasi antara 73–84, secara visual terlihat seragam, kecerahan tinggi dan bebas dari semua cacat visual sehingga memang sudah sepatutnya diklasifikasikan sebagai RSS-1. Inilah yang dimaksud koreksi program komputer terhadap kesalahan pemutuan manual melalui pengamatan visual.

Salah satu dari dua sampel RSS-3 yang diklasifikasikan sebagai RSS-2 sebenarnya memenuhi kriteria sebagai RSS-2 dengan nilai $H = 24$, $I = 219$, dan $S = 60$. Sampel inipun secara visual memiliki kecerahan cukup tinggi dan relatif seragam dengan sedikit bintik-bintik putih yang tersebar. Sementara satu sampel lainnya memiliki kecerahan tinggi, namun kurang seragam serta memiliki gelembung-gelembung kecil yang tersebar dan ada bagian yang belum matang, namun masih bisa diterima sebagai RSS-2.

Secara keseluruhan, algoritma yang dikembangkan bisa mengklasifikasikan 120 sampel dengan hasil pemutuan yang konsisten dan lebih akurat daripada pemutuan manual sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki hasil pemutuan manual. Hasil ini mempertegas kesimpulan Choi et al. (1994), yang menyatakan bahwa model HSI lebih cocok dalam aplikasi mesin visual karena sangat mirip dengan persepsi manusia dalam menangkap dan menginterpretasikan warna. Demikian pula halnya dengan pendapat Muir et al. (1998) yang menyebutkan bahwa meskipun otak dan mata manusia cukup fleksibel, tapi tidak cukup efisien saat mengambil keputusan dalam

penggolongan mutu karena ada faktor keraguan. Tugas yang memerlukan penanganan intensif dan berulang-ulang seperti sortasi dan pemutuan produk seperti pada lembaran karet RSS dapat menimbulkan kejenuhan dan kelelahan yang berujung pada inkonsistensi dan subyektivitas dalam pemutuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis data yang dihasilkan dalam penelitian ini, dan pengamatan visual pada lembaran karet RSS sampel secara langsung dan hati-hati, beberapa hal dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Karakteristik warna permukaan karet RSS yang dianalisis menggunakan pengolahan citra dapat digunakan sebagai parameter mutu untuk keperluan sortasi dan pemutuan karet RSS berdasarkan warna. Fitur tekstur pada penelitian ini tidak dapat dijadikan parameter mutu untuk menggolongkan mutu RSS, khususnya menentukan batas RSS-2.
- 2) Indeks warna biru dari model RGB dapat digunakan untuk mengklasifikasikan mutu RSS, dengan kesesuaian yang cukup tinggi, namun mempunyai kelemahan karena sangat peka terhadap kualitas citra yang dianalisis. Hasil yang lebih baik dan konsisten diperoleh dengan menggunakan model warna HSI.
- 3) Model warna HSI pada penelitian ini dengan kriteria $H \leq 28$ dan $I \geq 220$ untuk RSS-1; $H \geq 68$ dan $S \leq 73$ untuk RSS-3 dan RSS-2 diluar kriteria tersebut memiliki kesesuaian 86% dengan rincian RSS-1 77.5%, RSS-2 85% dan RSS-3 95% untuk kondisi perekaman citra seperti dijelaskan dalam metodologi. Hasil pemutuan berdasarkan komponen warna HSI ini bisa digunakan untuk mengoreksi hasil pemutuan manual.

Untuk meningkatkan akurasi analisis terhadap citra lembaran karet, perlu dilakukan kajian lebih jauh mengenai:

- 1) Penentuan tingkat pencahayaan yang tepat dalam perekaman citra untuk mengurangi sensitifitas dalam perhitungan nilai warna menggunakan model RGB.
- 2) Pengamatan lebih jauh terhadap ukuran titik-titik mentah yang didapat melalui proses *thresholding* sehingga dapat digunakan juga untuk menentukan kualitas mutu RSS bersama-sama dengan parameter warna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Indonesia Toray Science Foundation (ITSF), yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian ini melalui Scientific and Technology Research Grant (STRG) Tahun 2002.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Perkebunan Bogor. 1997. Pedoman Praktek Pengolahan Karet Konvensional. Seri No.7/TEKN/8/77.
- Budiman, A.F.S. 1999. Partnership of Rubber Producer Association with Smallholders. Workshop on Agricultural Producer Organizations: their Contribution to Rural Capacity Building and Poverty Reduction, presented by the Rural Development Department, World Bank, Washington, DC, June 28-30, 1999.
- Choi, K., G. Lee, Y.J. Han, J.M. Bunn. 1994. Tomato maturity evaluation using color image analysis. ASAE Paper No. 93-6567.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 1998. Statistik Perkebunan Indonesia 1997 - 1999.

Haralick, R.M., K. Shanmugam and I. Dinstein. 1973. Texture feature for image classification. IEEE Trans. On System, Man and Cybernetics 3(6): 620-621.

LMC International Ltd. 2002. Rubber January 2002. LMC Commodity Bulletin. New York. NY. <http://www.lmc-ny.com>.

Muir, A.Y., D.W. Ross, C.J. Dewar, and D. Kennedy. 1998. Defect and diseases detection in potatoes. In: Stenning, B.ed., Quality assessment for the fresh produce market. Conference Proceedings, Postharvest Convention held at Silsoe College, Cranfield University, Bedford, United Kingdom, 12-15.

