

Technical Paper

Analisis Dimensi Fraktal untuk Identifikasi Tanaman dengan Pendekatan Pemrosesan Citra Secara Paralel

Fractal Dimension Analysis for Plants Identification with Paralel Image Processing Approach

Mohamad Solahudin¹ dan Kudang Boro Seminar²

Abstract

The use of camera vision and real-time computation as plant identification tool has become an active research. Application of both methods can not be separated from a pretension that the computation must produce correct results within the specified time interval where the truth of the calculation depends not only on logical truth but also on the time in which results are produced. The purpose of this study is to identify plants with fractal dimension analysis and the application of parallel computing. Fractal dimension analysis results showed that each plant has a typical Fractal dimension value. Filtration process with a small window size is accompanied by the use of multiple processors indicates that the image processing in parallel show results much faster than processing with a single processor.

Keywords: camera vision, fractal dimension analysis, filtration, parallel computing

Diterima: 24 Mei 2010; Disetujui: 13 September 2010

Pendahuluan

Camera vision telah banyak digunakan untuk aplikasi di bidang pertanian untuk identifikasi tanaman dengan menunjukkan hasil yang baik. Hal ini tidak terlepas dari kemajuan teknologi bidang komputer yang telah mampu mengurai komponen penyusun citra dengan baik.

Saat ini penggunaan camera vision sebagai piranti identifikasi tanaman telah menjadi penelitian yang aktif dilakukan (Steward B. L. 1999). Komputasi secara real-time harus menghasilkan hasil yang benar di dalam selang waktu yang ditentukan dimana kebenaran perhitungan tergantung tidak hanya pada kebenaran logis tetapi juga pada waktu di mana hasil diproduksi. Cristina Nicolescu dan Pieter Jonker (2008) dari universitas Delft mengembangkan pustaka (*Library*) untuk pemrosesan citra dengan nama DIPLIB (*Delft Image Processing LIBrary*). Program tersebut menyediakan pustaka yang fungsional bagi pengolahan citra untuk mengantisipasi aplikasi pengolahan citra real-time yang masih berjalan sangat lambat.

Identifikasi suatu jenis tanaman dapat dilakukan dengan cara mengevaluasi suatu nilai tertentu yang bersifat khas antara satu tanaman dengan tanaman yang lain. Apabila nilai khas tersebut nyata-nyata berbeda di antara tanaman, maka nilai khas yang dimaksud dapat digunakan sebagai acuan bagi

pengenalan bentuk fisik tanaman. Bentuk spesifik tersebut adalah dimensi fraktal. Bentuk fraktal secara umum dapat dihubungkan ke karakteristik *indicial* yang dikenal sebagai dimensi fraktal.

Tujuan dari studi ini adalah mempelajari metode analisis dimensi fraktal untuk identifikasi tanaman. Adapun tujuan khususnya adalah menentukan parameter bagi filterisasi citra tanaman, penentuan nilai dimensi fraktal suatu tanaman, dan studi analisis kecepatan proses secara serial dan membandingkannya dengan hasil analisis pengolahan citra secara paralel hasil penelitian Cristina dan Jonker (2008).

Bahan dan Metode

Pengambilan Citra

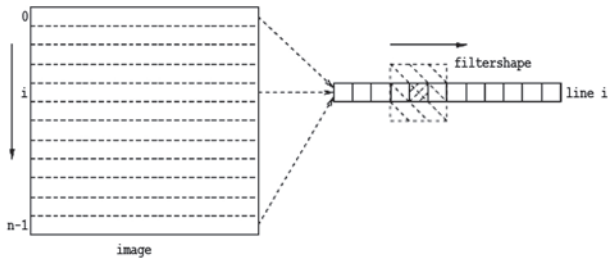
Citra tanaman diperoleh dari dua lokasi yang berbeda, yaitu Laboratorium lapangan Institut Pertanian Bogor Leuwikopo dan lahan pertanian masyarakat di desa Cikarawang, Bogor. Jenis tanaman yang dipilih secara garis besar terdiri tanaman pokok dan gulma. Jenis tanaman pokok yang dipilih adalah Jagung manis berumur 9 hari dan 23 hari, dan Kacang tanah berumur 23 hari. Sedangkan jenis gulma yang dipilih adalah jenis rumput dan gulma yang memiliki bentuk seperti tanaman pokok. Pemilihan tanaman dilakukan

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. email : msoul9@yahoo.com

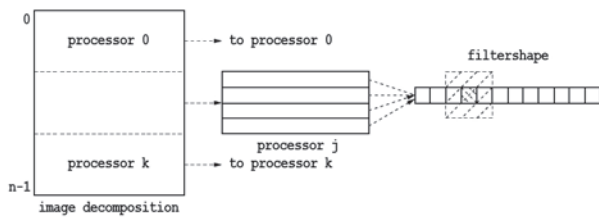
² Staf Pengajar Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. email : kseminar@ipb.ac.id

secara acak di lahan, dan dilakukan pada kondisi hari yang cerah. Camera digital dipakai sebagai peralatan pengambilan citra dengan ukuran memori gambar 1.2 Mb. Citra tanaman ditangkap secara manual dengan ketinggian kamera 1 m. Citra yang diperoleh selanjutnya diolah untuk memperoleh ukuran frame 640 x 480 pixel.

Citra yang telah diambil dianalisa untuk mengetahui komponen warna penyusunnya. Berdasarkan komponen warna tersebut selanjutnya ditentukan parameter filterisasi untuk memisahkan latar belakang citra dengan citra tanaman secara



Gambar 1. Fungsi kerangka pustaka



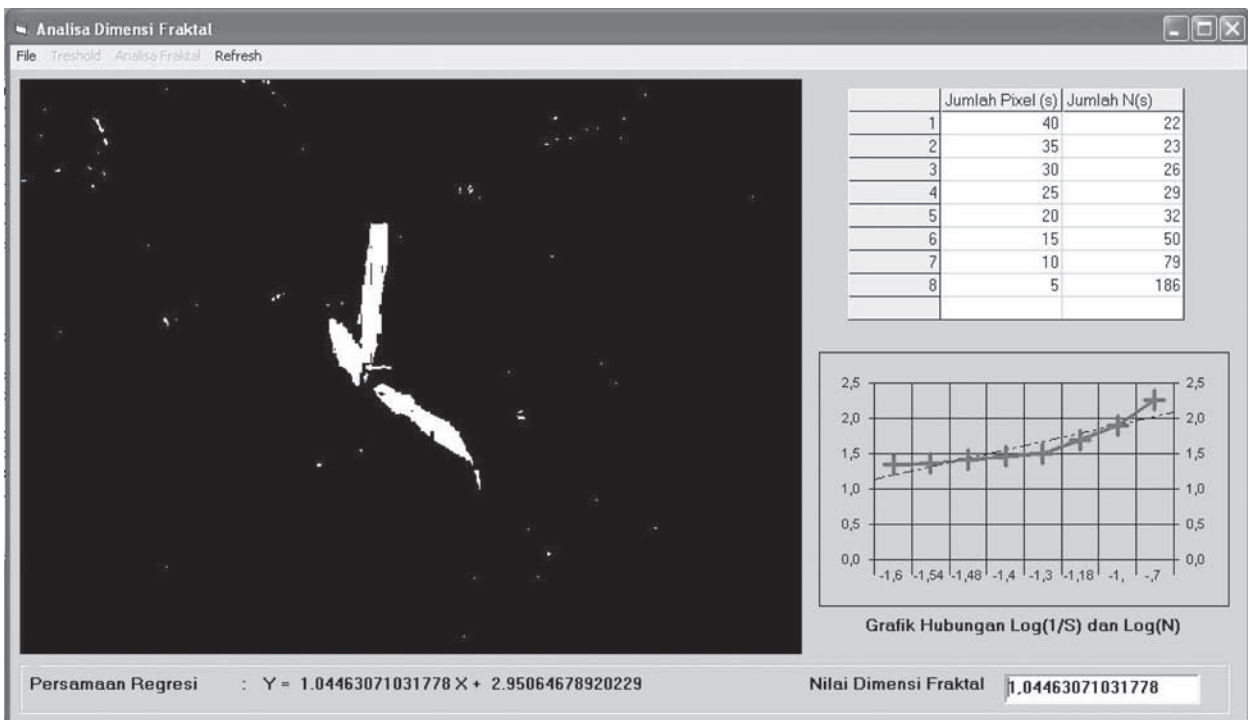
Gambar 2. Fungsi kerangka pustaka dengan perhitungan paralel

biner (hitam-putih). Data array pixel yang menyimpan nilai biner citra diolah menggunakan metode Analisis dimensi Fraktal. Selanjutnya dilakukan identifikasi citra berdasarkan nilai dimensi Fraktal guna membedakan citra gulma dan citra tanaman pokok.

Pengolahan Citra Secara Paralel

Beberapa peneliti terdahulu telah mengembangkan perangkat yang memiliki kemampuan pengolahan citra secara paralel. Konsep yang dibangun umumnya menggunakan pustaka (*library*) yang dibangun khusus maupun penyediaan server yang didedikasikan khusus untuk pengolahan citra. Cristina dan Jonker mengembangkan pustaka untuk mempercepat operator pengolahan gambar yang diberi nama DIPLIB. Percepatan pengembangan operator pengolahan citra dapat dilakukan dengan menggunakan DIPLIB. DIPLIB menyediakan beberapa kerangka fungsi yang berguna dalam pengolahan citra. Salah satu kerangka pustaka yang tersedia adalah yang bertanggungjawab terhadap filterisasi berbagai jenis citra, yang biasa disebut *neighborhood image processing operators*. Dengan pengkodean citra dalam bentuk tabulasi piksel, pustaka filter menyediakan fungsi filterisasi yang dibutuhkan. Fungsi filter akan mengakses piksel pada citra. Gambaran dari kerangka fungsi yang tersedia adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Proses akan berjalan secara berurutan (sekuensial) dari baris ke baris.

Proses paralelisasi dilakukan dengan cara membagi data ke beberapa memori terdistribusi



Gambar 3. Tampilan program analisis dimensi fraktal

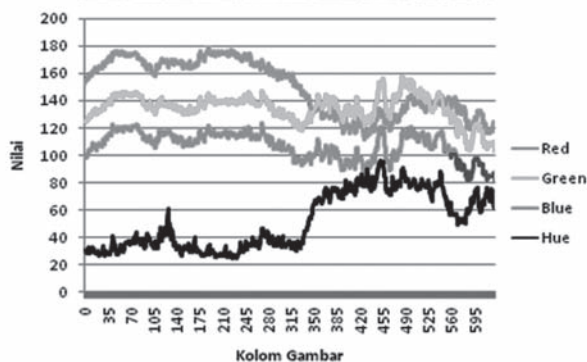
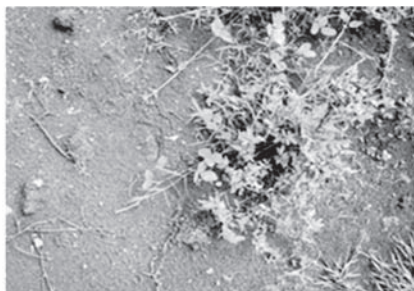
dimana bagian-bagian citra akan difilterisasi secara paralel. Kerangka kerja proses filterisasi secara paralel adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Pada cara ini citra didistribusikan oleh prosesor master. Tiap-tiap prosesor melakukan komputasi bagian yang diterima, selanjutnya prosesor master akan mengumpulkan kembali citra yang telah difilterisasi.

Analisis Dimensi Fraktal

Dimensi benda yang umum dalam kehidupan sehari-hari merupakan dimensi dalam ruang Euclid [1], yaitu 0, 1, 2, dan 3. Dimensi dapat dibayangkan sebagai sebuah ukuran jumlah titik-titik yang sedang ditinjau. Konsep ini secara matematis mungkin

tampak ganjil. Akan tetapi, meski garis paling tipis sekalipun memiliki tak hingga banyaknya titik, suatu permukaan atau suatu bidang tentu “lebih besar” dari sebuah garis atau kurva, seperti halnya suatu ruang “lebih besar” dari sebuah permukaan. Inilah alasan utama pemberian label dimensi 0 untuk titik, 1 untuk garis, 2 untuk bidang, dan 3 untuk ruang.

Pola disebut fraktal jika mereka terlihat sama pada skala yang berbeda (Critten, 1996). Bentuk fraktal secara umum dapat dihubungkan ke karakteristik *indicial* yang dikenal sebagai dimensi fraktal. Analisis dimensi Fraktal dilakukan dengan cara melakukan fragmentasi terhadap citra yang telah difilterisasi kedalam bentuk persegi panjang berukuran **s**. Selanjutnya dihitung jumlah bujursangkar **N(s)** yang berisi warna putih (hasil filterisasi tanaman). Perhitungan ini diulangi dengan berbagi nilai **s**. Pada studi ini dilakukan fragmentasi dengan nilai **s** = 5 sampai dengan **s** = 40 dengan interval 5. Langkah berikutnya adalah memplot nilai log N(s) terhadap nilai log (1/s) dan menentukan bentuk persamaan regresi linier $y = ax + b$. Dimensi Fraktal adalah nilai a pada persamaan regresi linier tersebut.



Gambar 4. Hubungan nilai rata-rata warna merah, hijau, biru, Greyscale dan Hue serta posisi pixel horizontal

Hasil dan Pembahasan

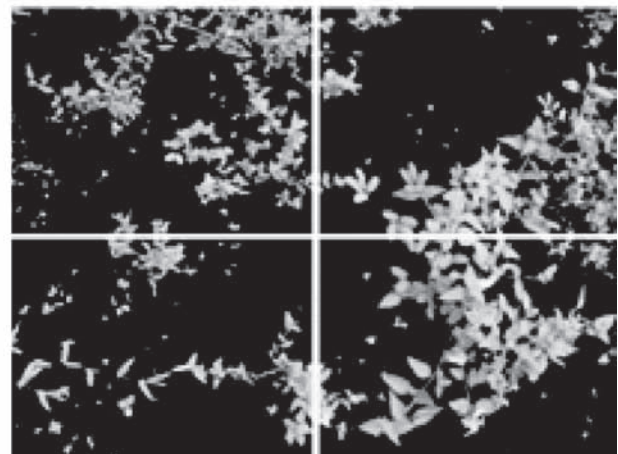
Filterisasi Citra

Langkah awal dari filterisasi adalah menentukan parameter yang akan digunakan sebagai pembatas filterisasi. Parameter pembatas filterisasi digunakan untuk menentukan batasan yang memisahkan antara gulma atau tanaman pokok dengan latar belakangnya.

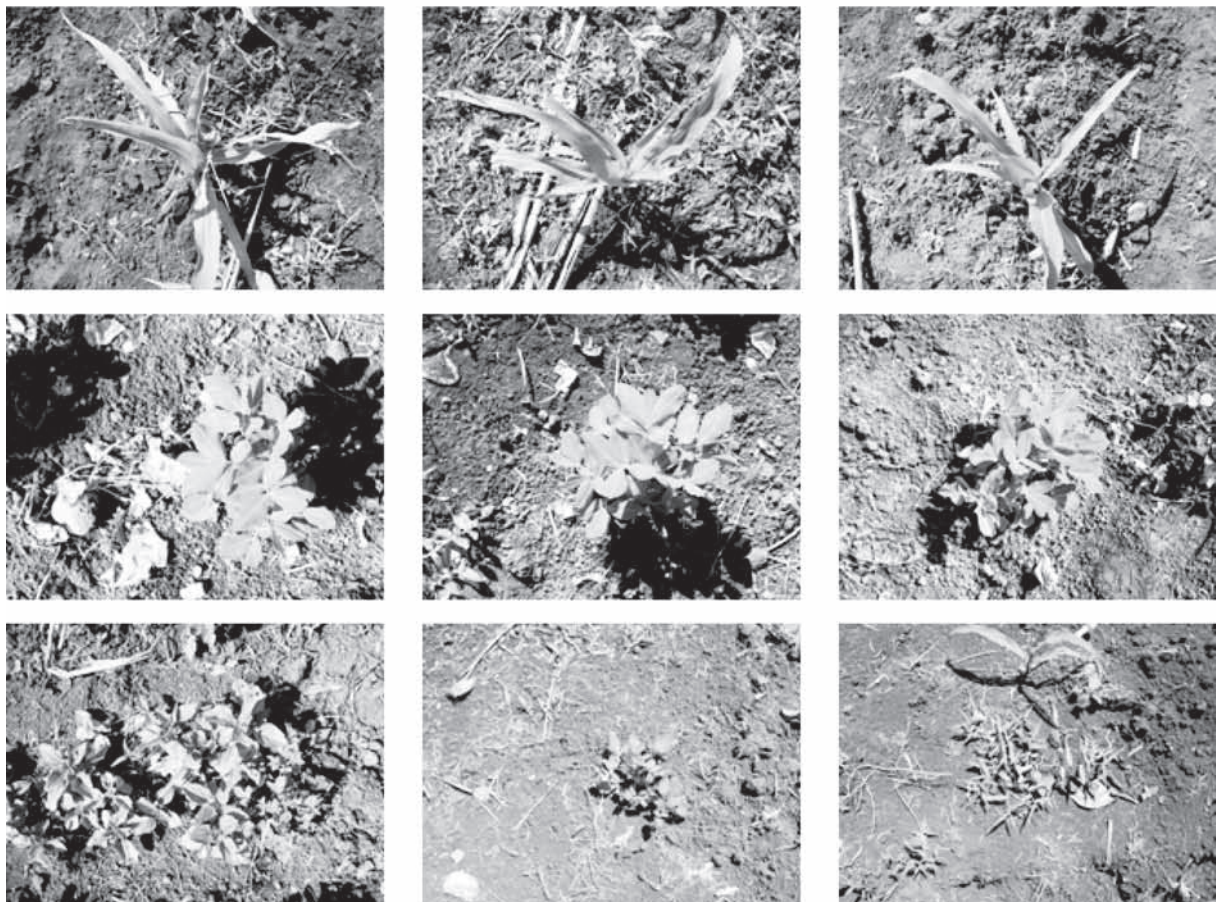
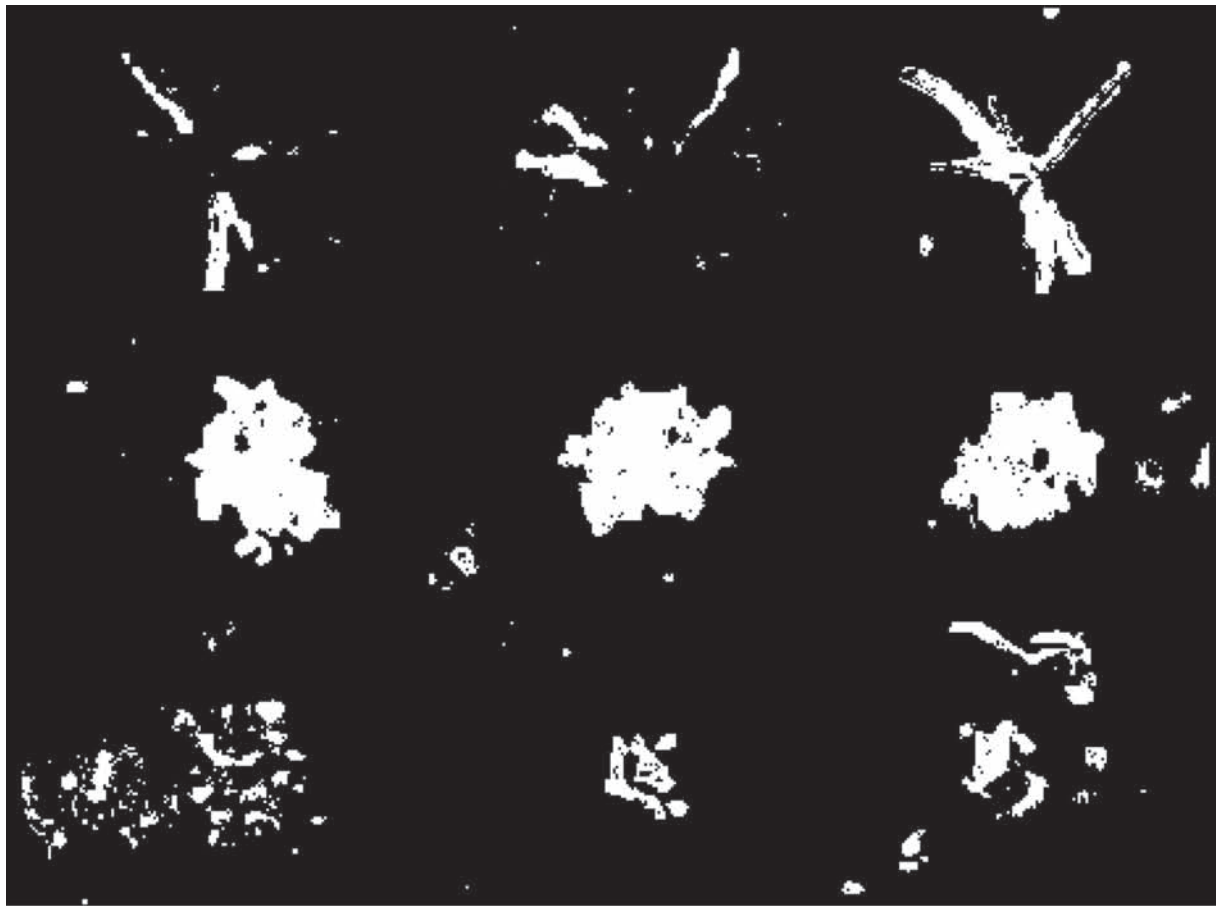
Nilai batas filterisasi ditentukan untuk mengetahui apakah sebuah piksel berupa obyek yaitu gulma atau latar gambar yaitu lahan. Nilai ambang batas yang digunakan dapat berupa kombinasi warna RGB atau Hue. Gambar 4. menunjukkan hasil interpretasi data ke dalam bentuk grafik dengan

SEBELUM

SESUDAH



Gambar 5. Filterisasi citra dengan pembatas nilai rata-rata Hue



Gambar 6. Hasil filterisasi biner pada berbagai jenis tanaman

Tabel 1. Kecepatan proses (detik) pada berbagai ukuran grid citra dan jumlah prosesor

N	256x256	256x256	256x256	1024x1024	1024x1024	1024x1024
	3x3	9x9	15x15	3x3	9x9	15x15
1	1.10	9.23	24.30	16.93	145.89	398.05
2	0.69	5.44	14.72	9.12	74.89	202.35
4	0.35	2.72	7.35	5.35	37.25	100.89
8	0.19	1.36	3.66	2.79	19.84	51.08
16	0.13	1.01	1.81	1.48	11.45	26.42
24	0.82	0.97	1.20	1.12	8.23	18.58

sumbu x menunjukkan kolom piksel pada gambar dan sumbu y adalah rata-rata nilai RGB dan Hue untuk masing-masing kolom piksel pada gambar. Pada Gambar 4 terlihat jelas bahwa nilai rata-rata Green dan Blue tidak dapat merepresentasikan apakah kolom piksel tersebut merupakan gulma ataupun tanah dengan jelas. Berbeda dengan nilai rata-rata Red dan Hue, keduanya memperlihatkan perubahan nilai ketika kolom piksel dari gambar beralih dari lahan ke gulma. Akan tetapi, perubahan nilai rata-rata Hue lebih signifikan dibanding perubahan nilai rata-rata Red yang terjadi. Oleh karena itu, untuk melakukan proses segmentasi digunakan nilai Hue.

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa nilai variabel Hue menunjukkan perubahan paling signifikan terhadap posisi tanaman pada posisi pixel horizontal, sehingga variabel Hue dipilih sebagai variabel filterisasi. Parameter filterisasi adalah konstanta yang ditentukan berdasarkan nilai variabel Hue yang merupakan batas signifikan antara latar belakang dan tanaman.

Berdasarkan Gambar 4. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai batas Hue. Cara yang

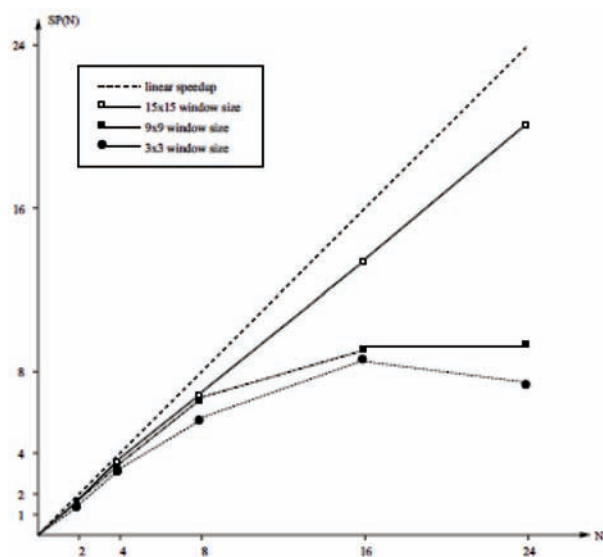
digunakan adalah dengan menarik garis lurus memotong sumbu y dan sejajar dengan sumbu x sehingga diperoleh bagian atas garis menunjukkan gulma dan bagian bawah garis menunjukkan lahan. Dengan cara tersebut nilai batas segmentasi yang diperoleh adalah nilai Hue sebesar 46.5°.

Hasil filterisasi citra pada masing-masing contoh tanaman (jagung dan kacang tanah berumur 23 hari) dan gulma adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 6.

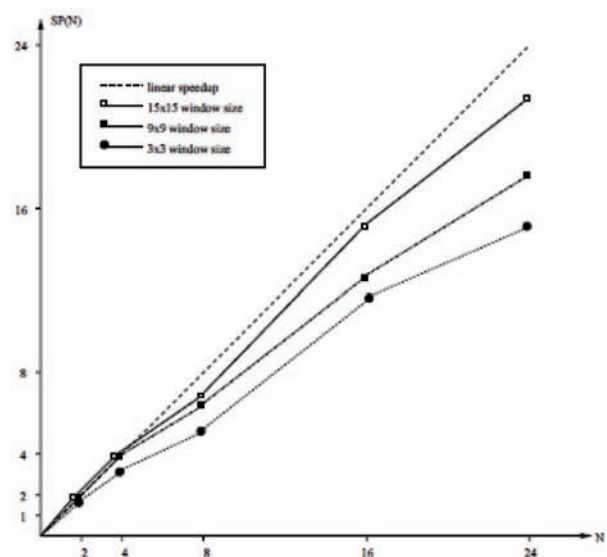
Kinerja pustaka pengolah citra secara paralel

Hasil dari penggunaan memori terdistribusi hasil percobaan Cristina dan Jonker adalah sebagaimana Tabel 1.

Hasil perhitungan pada proses filterisasi secara sekuensial adalah 21.00 detik, nilai ini mendekati kinerja DIPLIB pada pengolahan citra berukuran 256x256 dengan prosesor tunggal dengan ukuran window 15x15 yaitu sebesar 24.30 detik. Akan tetapi pada ukuran window yang kecil disertai dengan penggunaan beberapa prosesor menunjukkan bahwa pemrosesan citra secara paralel menunjukkan hasil yang jauh lebih cepat.



Gambar 7. Hasil perhitungan speed-up pada citra dengan ukuran 256 x 256



Gambar 8. Hasil perhitungan speed-up pada citra dengan ukuran 1024x1024

Tabel 2. Nilai dimensi fraktal tanaman kacang tanah pada berbagai umur.

No. Contoh	Minggu ke-					
	1	2	3	4	5	6
1	1.15	1.33	1.45	1.66	1.71	1.78
2	1.07	1.25	1.48	1.61	1.72	1.81
3	1.06	1.28	1.54	1.58	1.70	1.72
4	1.17	1.18	1.47	1.51	1.59	1.69
5	1.22	1.36	1.54	1.61	1.75	1.83
6	1.04	1.19	1.48	1.68	1.75	1.81
7	1.04	1.39	1.49	1.59	1.65	1.71
8	1.17	1.31	1.54	1.66	1.69	1.79
9	1.13	1.25	1.69	1.76	1.81	1.80
10	1.10	1.20	1.53	1.62	1.64	1.73
11	1.14	1.19	1.42	1.64	1.69	1.78
12	1.13	1.32	1.51	1.68	1.70	1.74
13	1.20	1.27	1.52	1.66	1.71	1.86
14	0.99	1.29	1.44	1.60	1.62	1.67
15	0.98	1.19	1.56	1.60	1.63	1.79
Terkecil	0.98	1.18	1.42	1.51	1.59	1.67
Terbesar	1.22	1.39	1.69	1.76	1.81	1.86
Rataan	1.10	1.27	1.51	1.63	1.69	1.77

Tabel 3. Nilai dimensi fraktal tanaman jagung pada berbagai umur.

No. Contoh	Minggu ke-		
	2	3	4
1	1.45	1.54	1.75
2	1.52	1.59	1.63
3	1.51	1.65	1.65
4	1.49	1.52	1.62
5	1.38	1.40	1.76
6	1.43	1.52	1.74
7	1.42	1.51	1.74
8	1.35	1.65	1.82
9	1.37	1.43	1.57
Terkecil	1.35	1.40	1.57
Terbesar	1.52	1.65	1.82
Rata-rata	1.44	1.53	1.70

Pilihan filterisasi dengan prosesor tunggal ini tentu saja terlalu lama, sehingga pilihan penggunaan komputasi paralel pada pengolahan citra mutlak diperlukan untuk memperoleh kecepatan proses yang diharapkan.

Analisis Dimensi Fraktal

Analisa dimensi Fraktal dilakukan dengan cara melakukan fragmentasi terhadap citra yang telah difilterisasi kedalam bentuk persegi panjang berukuran s . Selanjutnya dihitung jumlah bujursangkar $N(s)$ yang berisi warna putih (hasil filterisasi tanaman). Perhitungan ini diulangi dengan berbagi nilai s . Pada studi ini dilakukan fragmentasi dengan nilai $s = 5$ sampai dengan $s=40$ dengan interval 5 pixel. Langkah berikutnya adalah memplot nilai $\log N(s)$ terhadap nilai $\log (1/s)$ dan menentukan bentuk persamaan regresi linier $y = ax + b$. Dimensi Fraktal adalah nilai a pada persamaan regresi linier tersebut. Nilai-nilai dimensi Fraktal tidak bernilai tetap selama masa budidaya suatu tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh berubahnya bentuk kanopi tanaman selama masa pertumbuhan.

Nilai dimensi fraktal tanaman kacang tanah diperoleh dari pengamatan secara acak dan terus menerus dari minggu ke minggu pada tanaman yang dibudidayakan di laboratorium lapangan IPB. Nilai dimensi fraktal tanaman kacang tanah berubah mengikuti pertumbuhan tajuk daunnya dengan kisaran nilai dimensi fraktal 1.1 (minggu

ke-1) sampai 1.77 (minggu ke-6) dengan sebaran baku antara 0.05 sampai 0.07 (Tabel 2). Selisih nilai dimensi fraktal antar minggu yang berurutan bervariasi tergantung dari kecepatan pertumbuhan tanaman kacang tanah pada periode tersebut. Hal ini dapat dilihat secara jelas dari grafik nilai dimensi fraktal antar minggu (Gambar 9).

Pertumbuhan tajuk kacang tanah (vegetatif) tercepat terjadi pada periode minggu ke-2 dan minggu ke-3. Hal ini sesuai dengan perbedaan rata-rata nilai dimensi fraktal antara minggu tersebut, yaitu 0.24.

Memasuki minggu ke-5 dan ke-6 pertumbuhan vegetatif cenderung melambat (beda nilai dimensi fraktal 0.08), dan mulai terjadi pertumbuhan generatif ditandai dengan mulai munculnya bunga.

Pada contoh studi dengan tanaman jagung dan kacang tanah yang dilakukan di desa Cikarawang, metode dimensi Fraktal mampu mengidentifikasi dengan baik keberadaan gulma di lahan. Hal ini dapat dilihat dari kisaran nilai dimensi Fraktal yang diperoleh (lihat Tabel 2 dan Tabel 3).

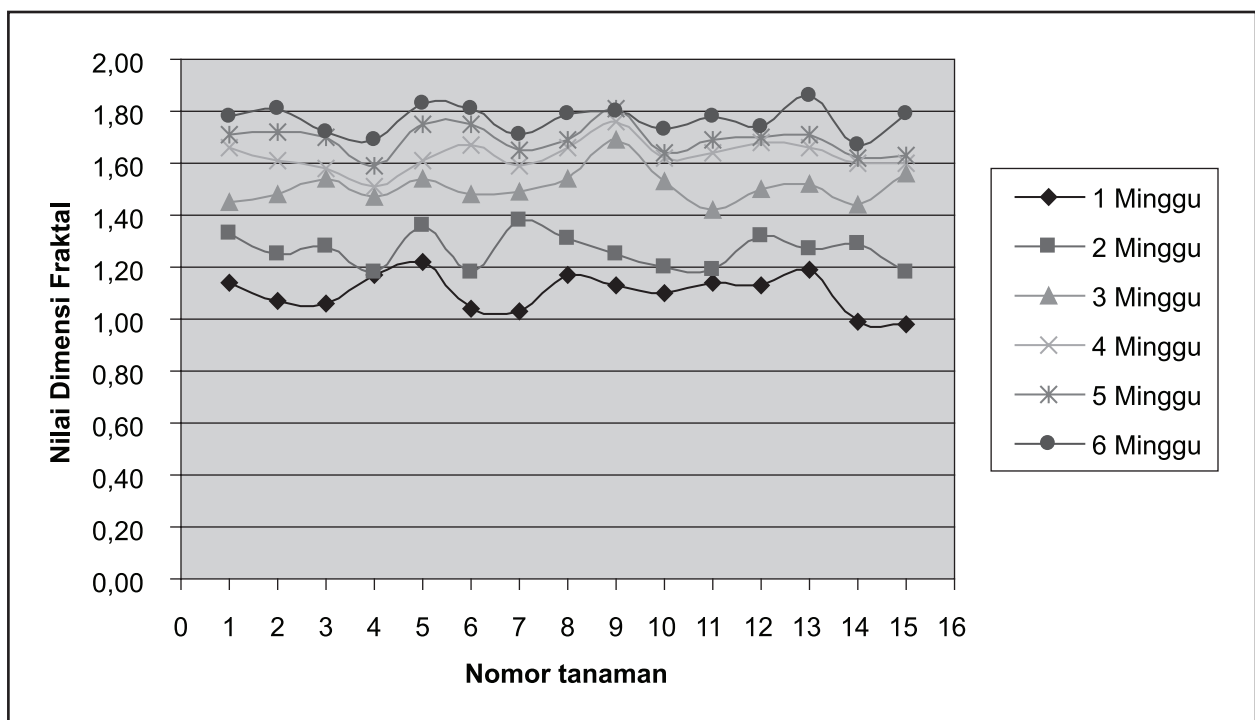
Pada umur 4 minggu nilai dimensi fraktal gulma berkisar antara 1.41 sampai 1.60, jagung memiliki nilai rata-rata dimensi fraktal 1.70, dan kacang tanah memiliki nilai rata-rata dimensi fraktal 1.63. Penggunaan sistem cerdas dimensi fraktal untuk pemberantasan gulma pada minggu ke-4 dengan perangkat kamera visi sebagai sensor dapat dilakukan, karena sistem pendeteksi keberadaan gulma di lahan dapat dengan jelas membedakan antara tanaman pokok dan gulma berdasarkan nilai dimensi fraktal masing-masing tanaman.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis grafis terhadap nilai rata-rata warna merah, hijau, biru, Greyscale, dan Hue diperoleh hasil bahwa nilai Hue memiliki pola yang signifikan terhadap keberadaan tanaman atau gulma. Filterisasi citra tanaman jagung, kacang tanah dan gulma dapat dilakukan dengan hasil yang baik dengan menggunakan parameter nilai Hue sebesar 46.5°.

Hasil analisis dimensi Fraktal menunjukkan bahwa masing-masing tanaman memiliki nilai dimensi Fraktal yang khas. Pada umur 4 minggu nilai dimensi fraktal gulma berkisar antara 1.41 sampai 1.60, jagung memiliki nilai rata-rata dimensi fraktal 1.70, dan kacang tanah memiliki nilai rata-rata dimensi fraktal 1.63. Berdasarkan hasil tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa metode dimensi Fraktal dapat digunakan sebagai alat untuk melakukan identifikasi keberadaan gulma pada lahan dengan tanaman pokok jagung atau kacang tanah.

Hasil perhitungan pada proses filterisasi secara sekuensial adalah 21.00 detik, nilai ini mendekati kinerja DIPLIB pada pengolahan citra berukuran 256x256 dengan prosesor tunggal dengan ukuran window 15x15 yaitu sebesar 24.30 detik. Penggunaan ukuran window yang kecil disertai dengan pengoperasian beberapa prosesor menunjukkan bahwa pemrosesan citra secara paralel menunjukkan hasil yang jauh lebih cepat. Berdasarkan perbandingan ini maka pengolahan citra secara paralel mutlak diperlukan apabila algoritma dimensi fraktal akan digunakan pada *Camera Vision* yang bekerja secara *realtime*.



Gambar 9. Nilai dimensi fraktal tanaman kacang tanah pada berbagai umur tanam.

Daftar Pustaka

- A. Clematis, D. D'Agostino, A. Galizia. 2005. A Parallel IMAGE Processing Server for Distributed Applications. Proceedings of the International Conference ParCo 2005. John von Neumann Institute for Computing, J'ulich, NIC Series, Vol. 33, ISBN 3-00-017352-8, pp. 607-614, 2006.
- Greco J. 2005. Parallel Image Processing and Computer Vision Architecture. University of Florida. USA.
- Cristina N., Jonker P. 2008. Parallel low-level image processing on a distributed-memory system. Delft University of Technology.
- Critten D . L . 1996. Fourier Based Techniques for the Identification of Plants and Weeds. Journal Agricultural Engineering Research . (1996) 64 , 149 – 154. Silsoe Research Institute. Bedford MK45 4HS , UK.
- Lanlan Wu, Youxian Wen, Xiaoyan Deng and Hui Peng. 2009. Identification of weed/corn using BP network based on wavelet features and fractal dimension. Scientific Research and Essay Vol.4 (11), pp. 1194-1200, November, 2009. Wuhan, P. R. China.
- Lauwerier H. 1991. Fractals, Endlessly Repeated Geometrical Figures. Princeton University Press, Princeton-New Jersey.
- Steward B. L.and Tian L. F. 1996. Real Time Machine Vision Weed-Sensing. Department of Agricultural Engineering. University of Illinois at Urbana-Champaign USA.
- Steward B. L.and Tian L. F. 1999. Machine Vision Weed Density Estimation for Real-Time, Outdoor Lighting Conditions. American Society of Agricultural Engineers 0001-2351 / 99 / 4206-1897. USA.
- Weibing Xu. 2005. Development and Implementation of Image Processing Delineation Tools Using MPI. School of Mathematical and Information Sciences, Coventry University.