

Sistem Pemantauan Pertumbuhan Anggrek Berdasarkan Pengolahan Citra Digital

Magnolia Gina Ro'fataka Satriorini^{*1}, Raden Sumiharto², Roghib Muhammad Hujja³

¹Program Studi Elektronika dan Instrumentasi, DIKE, FMIPA, UGM, Yogyakarta, Indonesia

^{2,3}Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta, Indonesia

e-mail: ^{*1}magnoliagina@mail.ugm.ac.id, ²r_sumiharto@ugm.ac.id, ³roghib.muh@ugm.ac.id

Abstrak

Pemantauan terhadap pertumbuhan dan proteksi tanaman menjadi aspek penting dalam budidaya tanaman karena produktivitas dipengaruhi oleh kesehatan tanaman tersebut. Metode pengukuran manual secara langsung pada tanaman cenderung destruktif. Pada penelitian ini, diusulkan sebuah sistem cerdas pemantauan pertumbuhan tanaman non kontak berdasarkan pengolahan citra digital yang diimplementasikan pada sebuah chamber dan tanaman anggrek menjadi objek yang diteliti. Citra keseluruhan tanaman anggrek menjadi masukan pada sistem ini yang kemudian akan diproses untuk dihitung ketinggiannya. Perhitungan ketinggiannya dilakukan berdasarkan kontur paling atas dan paling bawah yang terdeteksi pada citra masukan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan ini terbukti mampu melakukan pengukuran ketinggian tanaman anggrek secara real-time dengan akurasi lebih dari 95,7%. Maka dari itu, sistem ini diharapkan mampu secara efektif membantu pembudidaya dalam hal peningkatan kualitas dan kuantitas produksi tanaman.

Kata kunci—Pemantauan Pertumbuhan, Budidaya, Anggrek, Citra Digital

Abstract

Growth monitoring and plant protection is the major aspect of horticulture because its productivity depends on the health of the plants. Manual direct measurement methods tend to be destructive towards observed plants. In this research, a smart non-contact growth monitoring system was implemented on a chamber with orchid plants as the objects observed. The images of the orchids were taken and became the input of the system to be processed to estimate the height of the plants. The contour of the orchid plant as the object was obtained and the height was calculated based on the highest and the lowest contour. The result shows that the developed system is proven to be capable of measuring orchid's height in real-time with accuracy more than 95,7%. Thus, this system will effectively help farmers to improve the quality and the quantity of the plant's productivity.

Keywords—Growth Monitoring, Horticulture, Orchid, Digital Image

1. PENDAHULUAN

Famili anggrek-anggrekan (*Orchidaceae*) adalah salah satu famili terbesar tanaman berbunga yang memiliki lebih dari 28.000 spesies [1]. Anggrek dapat tumbuh pada are geografis

yang beragam, dari hutan hujan yang lembab hingga area pegunungan [2]. Penyebaran spesiesnya mencakupi semua benua, kecuali Antartika, dan varietas terbesarnya berada di daerah tropis [3]. Tahap awal dari siklus hidup anggrek dimulai dari tahap germinasi (perkecambahan). Kemudian kecambah akan tumbuh menjadi batang atau tunas yang akan berkembang menjadi tanaman utuh. Saat memasuki tahap pembungaan, tanaman anggrek akan memproduksi gamet dan melakukan fertilisasi. Dari proses fertilisasi akan dihasilkan buah yang berisi biji. Biji tersebut akan menjadi buah saat sudah matang dan akan menjadi bakal tanaman anggrek yang baru. Dalam hal keanekaragaman hayati, anggrek menjadi salah satu indikator bahwa suatu ekosistem dalam kondisi yang optimal dan berfungsi dengan baik.

Pemantauan terhadap pertumbuhan dan proteksi tanaman adalah aspek yang penting dalam budidaya tanaman. Sebab kualitas dan kuantitas produksinya akan sangat dipengaruhi oleh kesehatan tanaman tersebut. Sebagian besar pembudidaya memilih untuk memantau sendiri pertumbuhan tanaman mereka. Cara tradisional tersebut dapat memakan waktu yang lama dan kontak langsung cenderung destruktif terhadap tanaman. Selain itu, akurasi dan presisi sepenuhnya bergantung pada intuisi sang pengamat yang rawan akan ketidakteelitian atau *human error* [4]. Sistem pemantauan cerdas yang mampu memantau pertumbuhan pada tanaman dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sebuah sistem pemantauan yang non destruktif yang presisi, efisien, stabil, dan dapat diandalkan untuk mengukur pertumbuhan tanaman berdasarkan citra digital.

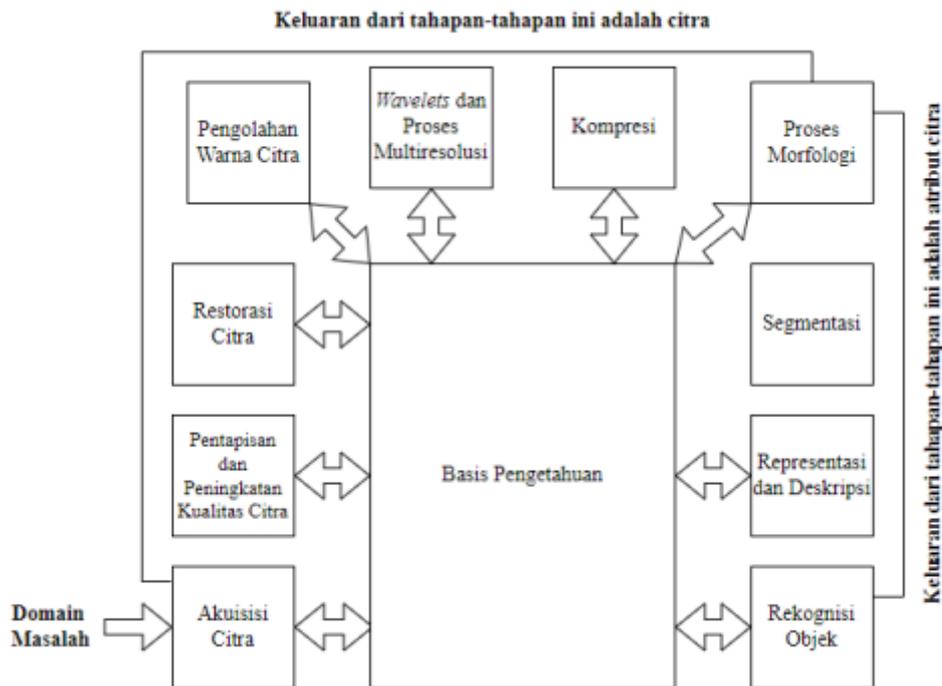
Praktek agrikultur modern yang presisi memandang citra digital sebagai sumber informasi yang dapat digunakan untuk analisis dan pemantauan tanaman [5]. Selain itu, sistem pemantauan modern dapat menangani permasalahan yang terkait dengan tanaman secara individu, interaksi antara tanaman yang satu dengan yang lainnya, dan korelasi di antara tanaman-tanaman yang berada dalam satu komunitas observasi [6]. Penggunaan metode pengolahan citra digital untuk menyimulasikan kemampuan visual dari manusia sudah terbukti menjadi sebuah fitur yang dinamik pada agrikultur cerdas atau presisi [7]. Sehingga metode yang sama juga dapat diaplikasikan pada pemantauan pertumbuhan dalam budidaya tanaman.

Beberapa peneliti telah merancang sistem pemantauan pertumbuhan berbagai jenis tanaman berdasarkan citra digital yang diambil. Penelitian yang dilakukan oleh Kumat et al. [8] memanfaatkan sistem cerdas kamera untuk mengidentifikasi daun pada tanaman pertanian dan menghitung dimensinya. Saputra et al. [9] mengembangkan sebuah sistem pemantauan pertumbuhan berdasarkan beberapa citra yang diambil dari berbagai sudut sebagai masukannya. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Akila et al. [10] dan Lin et al. [11] sama-sama membangun suatu sistem otomatis pengukuran ketinggian dan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini sendiri mengusulkan sebuah sistem cerdas yang mampu memantau pertumbuhan tanaman anggrek berdasarkan citra digital secara *real-time*. Citra seluruh bagian tanaman anggrek akan menjadi masukan pada sistem yang kemudian akan diproses dengan memanfaatkan metode pengolahan citra digital. Data keluaran dari sistem ini diharapkan mampu memberi informasi bagi pembudidaya sebagai acuan untuk optimasi perawatan pertumbuhan anggrek.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengolahan Citra Digital

Sebuah citra dapat diartikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x, y)$, dimana x dan y merupakan koordinat spasial dan amplitudo dari f pada setiap pasangan koordinat (x, y) disebut intensitas atau derajat keabuan dari citra di titik tersebut. Citra dikategorikan sebagai citra digital ketika x , y , dan intensitas f semuanya bernilai terbatas (*finite*) dan diskrit. Citra digital tersusun atas elemen-elemen yang memiliki lokasi dan nilai tertentu yang biasa disebut dengan elemen gambar, elemen citra, *pels*, dan piksel. Piksel adalah istilah yang paling umum digunakan untuk menunjukkan elemen-elemen pada suatu citra digital [12].



Gambar 1 Diagram tahapan-tahapan fundamental dalam pengolahan citra digital [12]

Pengolahan citra digital mengacu pada suatu pengolahan citra menggunakan komputer digital dimana citra sebagai masukan dan keluarannya yang prosesnya meliputi ekstraksi atribut dari citra hingga melakukan rekognisi objek secara individual. Gambar 1 menunjukkan diagram tahapan-tahapan fundamental dalam pengolahan citra digital. Setiap tahapan pada diagram tidak harus diaplikasikan pada suatu citra yang diproses. Sebaliknya, diagram tersebut menunjukkan metode-metode yang dapat diterapkan pada citra untuk tujuan yang berbeda-beda.

Akuisisi citra merupakan tahapan paling awal dari pengolahan citra digital, yaitu proses pengambilan citra secara digital. Peningkatan kualitas citra merupakan proses memanipulasi suatu citra sehingga hasilnya dapat lebih sesuai untuk pengaplikasian tertentu. Restorasi citra juga mengacu pada meningkatkan tampilan suatu citra, namun berbeda dengan peningkatan kualitas citra yang berdasar pada preferensi subjektif manusia akan apa yang dianggap 'bagus', restorasi citra menggunakan Teknik restorasi yang didasarkan model matematika atau probabilitas dari degradasi citra.

Pengolahan warna citra berkaitan dengan analisis citra yang didasarkan pada dua faktor. Pertama, warna sebagai pendiskripsi yang kuat yang mampu memudahkan identifikasi objek dan ekstraksi pada suatu latar. Kedua, manusia dapat melihat ribuan tingkat warna dan intensitasnya. *Wavelets* merupakan pondasi yang merepresentasikan citra dalam beragam tingkatan resolusi. Kompresi adalah teknik untuk mengurangi penyimpanan yang dibutuhkan untuk menyimpan suatu citra atau *bandwidth* yang dibutuhkan untuk mengirimkannya. Proses morfologi meliputi alat-alat untuk mengekstraksi komponen citra yang digunakan untuk merepresentasikan dan mendeskripsikan suatu bentuk. Segmentasi merupakan proses membagi citra ke dalam beberapa segmen sesuai dengan komponen atau objeknya. Dengan kata lain, objek-objek dipisahkan dari latar belakang dalam citra.

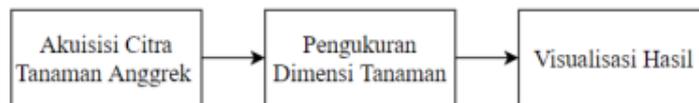
Representasi dan deskripsi selalu mengikuti keluaran dari tahap segmentasi yang biasanya berupa data mentah piksel yang merupakan batas suatu daerah atau semua titik di dalam daerah itu sendiri. Keputusan pertama yang harus dilakukan adalah menentukan apakah data harus direpresentasikan sebagai batas atau sebagai daerah yang utuh. Pemilihan representasi ini merupakan solusi untuk mentransformasi data mentah menjadi suatu bentuk

yang lebih sesuai untuk pemrosesan berikutnya. Deskripsi juga biasa disebut dengan seleksi fitur merupakan proses yang berhubungan dengan ekstraksi atribut yang menghasilkan informasi kuantitatif yang diperlukan atau dasar untuk membedakan suatu kelas objek dengan yang lainnya. Rekognisi merupakan proses pemberian label pada suatu objek berdasarkan deskripsinya.

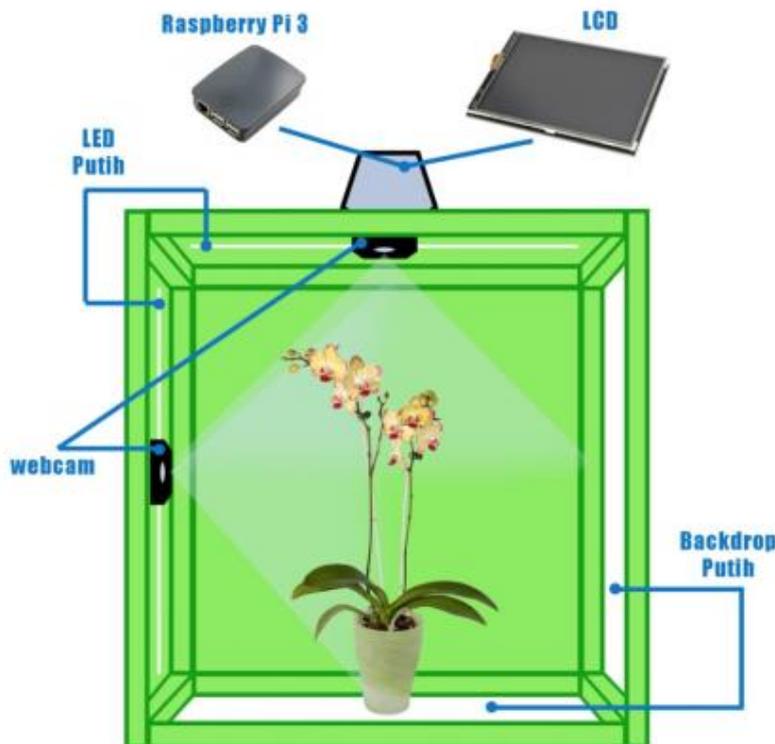
Basis pengetahuan disini dapat sesimpel detail daerah dari suatu citra dimana informasi yang diperlukan diketahui lokasinya sehingga membatasi pencarian informasi yang dibutuhkan. Selain itu, basis pengetahuan juga dapat bersifat kompleks seperti daftar dari semua kemungkinan kecatatan penting yang saling terkait dari sebuah masalah pemeriksaan barang. Dengan demikian, basis pengetahuan juga turut mengontrol interaksi antara modul-modul proses untuk mengarahkan operasi pada setiap modul proses.

2.2 Sistem Pemantauan Pertumbuhan Anggrek

Sistem pemantauan pertumbuhan tanaman anggrek pada penelitian ini mengungus metode pengolahan citra digital yang diimplementasikan pada sebuah *chamber* berukuran 69×49×92 cm yang dilengkapi dengan Raspberry Pi, *webcam*, LED putih, dan LCD. Diagram blok kerja sistem ini ditunjukkan pada Gambar 1. Raspberry Pi akan mengatur *webcam* dan melakukan pengolahan data masukan. *Webcam* berfungsi untuk menangkap citra masukan tanaman anggrek dan LED putih berfungsi untuk memberi penerangan saat pengambilan citra. Terdapat juga *backdrop* berwarna putih yang diletakkan di belakang tanaman anggrek supaya kamera dapat fokus pada objek dan mendapatkan detail yang lebih baik pada citra. Hasil pengukuran akan ditampilkan melalui *user interface* pada LCD. Ilustrasi penempatan perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Diagram blok kerja sistem pemantauan pertumbuhan anggrek

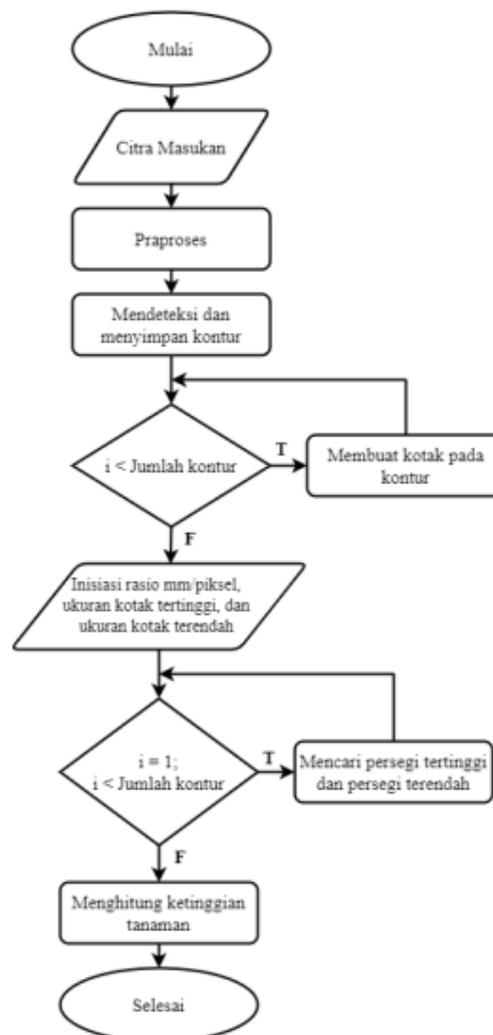


Gambar 2 Penempatan perangkat keras

2.2.1 Analisis Dimensi Tanaman

Program yang digunakan untuk melakukan analisis dimensi tanaman dirancang menggunakan *library* OpenCV. Masukan dari program adalah citra keseluruhan tanaman anggrek dimulai dari bagian di atas tanah hingga bagian teratas dari tanaman anggrek. Citra tanaman anggrek tersebut akan melalui tahap praproses sebelum dideteksi konturnya. Tahap praproses meliputi konversi citra menjadi citra skala keabuan, pengaplikasian *gaussian blur*, dan deteksi tepi menggunakan metode Canny. Pendeteksian tepi akan menghasilkan citra biner yang mana piksel berwarna putih merupakan tepi dan piksel berwarna hitam menunjukkan piksel bukan tepi. Setelah itu, dilakukan proses pelebaran (*dilation*) dan pengikisan (*erosion*) untuk menghasilkan tepi yang lebih baik.

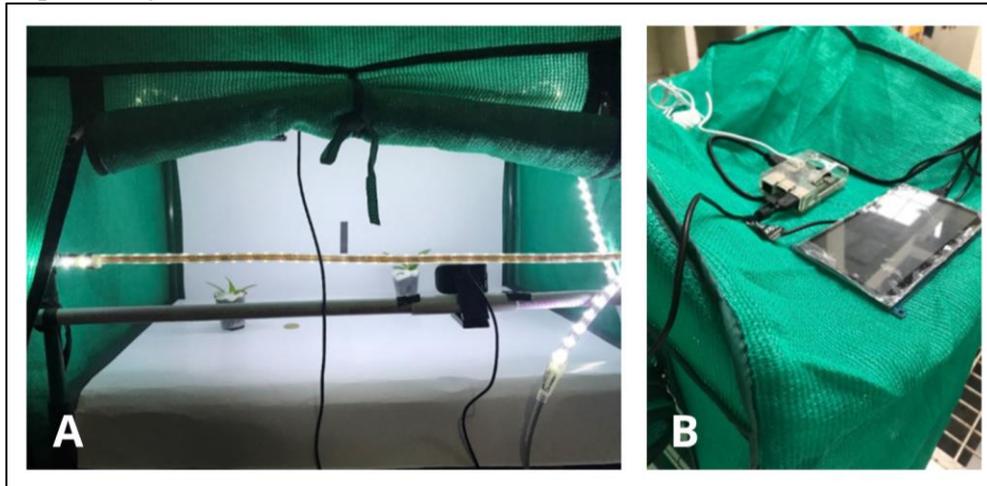
Kontur merupakan rangkaian dari piksel-piksel tepi yang membentuk daerah (*region boundary*), atau dengan kata lain, kontur adalah tepi terluar dari batas suatu daerah. Batas daerah mendeskripsikan bentuk suatu objek. Setelah kontur berhasil didapatkan dan disimpan, setiap kontur tersebut akan diberi kotak (*bounding box*). Perhitungan ketinggian tanaman anggrek dilakukan dengan selisih antara kontur teratas dan terendah. Lalu, hasilnya akan dikalikan dengan rasio mm/piksel untuk mendapatkan nilai ketinggian dalam satuan milimeter (mm). Rasio mm/piksel didapatkan dari membandingkan lebar objek pengkalibrasi yang sesungguhnya (dalam satuan mm) dan lebarnya dalam citra yang ditangkap (dalam satuan piksel). Diagram alir proses analisis dimensi tanaman ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir proses analisis dimensi tanaman

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang dikembangkan diuji pada tiga sampel tanaman anggrek berbeda selama 22 hari. Ketiga anggrek tersebut diberi label Anggrek A, Anggrek B, dan Anggrek C. Ketiga anggrek ini berjenis anggrek bulan dengan usia sekitar delapan bulan. Penempatan perangkat keras sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4 dimana (A) merupakan bagian depan sistem dan (B) merupakan bagian atas sistem.



Gambar 4 Sistem pemantauan pertumbuhan anggrek

Perhitungan anggrek dilakukan dengan cara membandingkan ukuran objek pengkalibrator dengan tanaman anggrek. Objek pengkalibrator tersebut memiliki lebar sebesar 34 mm dan diletakkan pada sebelah kiri anggrek. Dengan mengetahui lebar dari objek tersebut, ketinggian anggrek dapat dihitung. Setelah *webcam* mengambil citra anggrek, citra tersebut akan diolah oleh program. Program pada sistem ini bekerja untuk mencari kontur tanaman pada anggrek dan membatasi setiap kontur yang didapat dengan kotak pembatas (*bounding box*). Kotak pembatas paling atas dan paling bawah akan digunakan untuk menghitung ketinggian tanaman anggrek. Telah dilakukan pengujian awal untuk mencari akurasi sistem dalam mengukur ketinggian tanaman anggrek. Data awal ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data awal sebelum dan sesudah diolah

Sampel	Anggrek A	Anggrek B	Anggrek C
Citra Masukan yang Ditangkap			
Citra yang Sudah Diolah			

Hasil akurasi pengujian awal ini dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan pengujian awal ini, diperoleh rata-rata akurasi sebesar 96,2%. Pengukuran pada Anggrek A memiliki akurasi sebesar 100%, pengukuran pada Anggrek B memiliki akurasi sebesar 93,2%, dan pengukuran pada Anggrek C memiliki akurasi sebesar 95,3%.

Tabel 2 Hasil pengujian awal pengukuran ketinggian anggrek

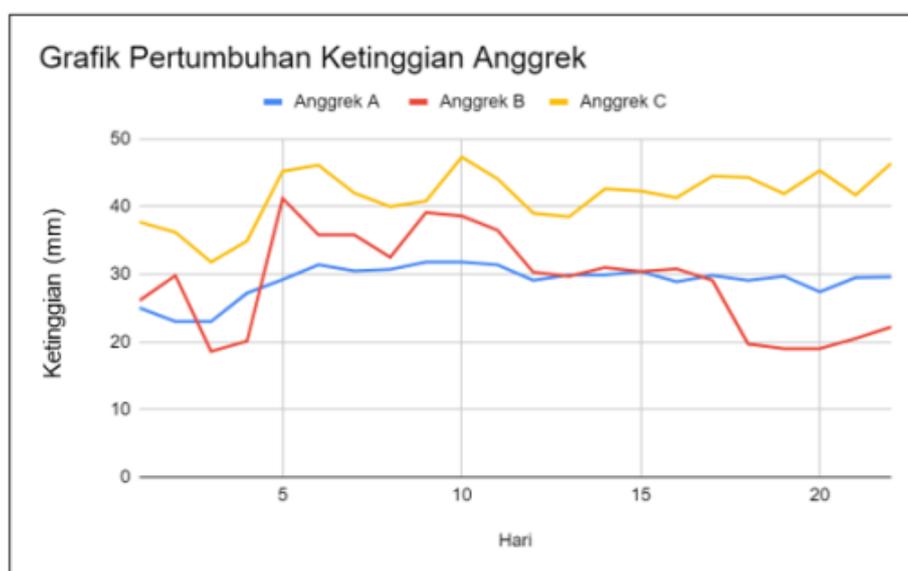
Sampel	Hasil Pengukuran Program (mm)	Hasil Pengukuran Sesungguhnya (mm)	Akurasi (%)
Anggrek A	25	25	100
Anggrek B	26,1	28	93,2
Anggrek C	37,7	36	95,3
Rata-Rata Akurasi			96,2

Selama masa pengambilan data, dilakukan perbandingan hasil pengukuran program dan hasil pengukuran sesungguhnya pada data hari pertama, hari pertengahan, dan hari terakhir. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Akurasi pengukuran pada hari ke-1 adalah 96,2%, akurasi pengukuran pada hari ke-11 sebesar 98,2%, dan akurasi pengukuran hari ke-22 sebesar 92,7%. Sehingga jika dirata-ratakan, akurasi keseluruhan adalah sebesar 95,7%.

Tabel 3 Hasil perbandingan ketinggian pada tiga hari berbeda

Hari ke-	Hasil Pengukuran Program (mm)			Hasil Pengukuran Sesungguhnya (mm)			Akurasi (%)
	Anggrek A	Anggrek B	Anggrek C	Anggrek A	Anggrek B	Anggrek C	
1	25	26,1	37,3	25	28	36	96,2
11	31,4	36,5	44,1	31	36	43	98,2
22	29,6	22,2	46,4	27	20	42	92,7
Rata-Rata Akurasi							95,7

Grafik pertumbuhan ketiga anggrek selama 22 hari ditunjukkan pada Gambar 5. Seperti yang dapat dilihat, grafik menunjukkan pola pertumbuhan anggrek yang tidak pasti. Hal ini disebabkan karena anggrek tidak serta merta tumbuh secara vertikal. Saat daun anggrek yang menguncup akhirnya terbuka, daunnya akan melebar dan mendatar sehingga akan menjadi lebih pendek dari sebelumnya. Namun, batang anggrek akan tetap tumbuh ke atas. Hanya saja, dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengamati pertumbuhan anggrek yang signifikan.



Gambar 5 Grafik pertumbuhan ketinggian anggrek

Pengambilan data dan menampilkan hasil pengukuran dikendalikan melalui GUI yang dibangun. Komponen pada GUI tersebut adalah tombol ‘Ambil Gambar’, ‘Mulai’, ‘Buka Gambar’, dan ‘Unduh Rekap Data’. Masing-masing tombol itu memiliki fungsi yang sesuai dengan namanya. Tombol ‘Ambil Gambar’ berfungsi untuk mengambil citra masukan, tombol ‘Mulai’ berfungsi untuk memulai proses pengukuran, tombol ‘Buka Gambar’ berfungsi untuk membuka gambar hasil pemrosesan, dan tombol ‘Unduh Rekap Data’ berfungsi untuk mengunduh rekap data dan menampilkannya. Ada pula jendela untuk menampilkan ketinggian dan waktu pengambilannya setelah dilakukan proses pengambilan data. Ketinggian ditampilkan dalam satu milimeter (mm) dengan satu angka penting di belakang koma. Data hasil pengolahan berupa citra akan disimpan pada memori internal pemroses dan data rekap data pengukuran akan disimpan pada *database* MySQL. Tampilan GUI tersebut ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Tampilan *user interface*

4. KESIMPULAN

Pemantauan pertumbuhan tanaman memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan tanaman yang akan berpengaruh pada kualitas dan kuantitas produksinya. Pemantauan pertumbuhan secara manual atau dengan kontak pada tanaman cenderung bersifat destruktif. Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem cerdas yang mampu melakukan pemantauan pertumbuhan tanaman secara *real-time* dan non kontak berdasarkan citra digital. Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, sistem ini mampu mendeteksi tanaman anggrek dan mengukur ketinggiannya dengan akurasi di atas 95,7%. Akurasi dalam pengukuran ketinggian ini dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan penempatan kamera karena sudut dan jarak pengambilan gambar akan sangat mempengaruhi hasil perhitungan. Selain itu, pengukuran ketinggian ini dilakukan berdasarkan objek yang terdeteksi secara horizontal. Sehingga sistem ini tidak bisa mengukur ketinggian tanaman yang sesungguhnya jika tanaman tumbuh tidak lurus.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya dapat mengungkap permasalahan yang ditemui jika tanaman tidak tumbuh tegak lurus. Penggunaan kamera berkualitas tinggi juga dinilai akan mengoptimalkan hasil pengukuran. Selain itu, dengan adanya sistem yang mampu mengukur tinggi suatu tanaman, sistem ini dapat dimanfaatkan untuk memprediksi umur dan pertumbuhan tanaman dengan menggunakan bantuan *machine learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Zhou, R. Shi, Y. Zhang, X. Xing, and X. Jin, 'Orchid conservation in China from 2000 to 2020: Achievements and perspectives', *Plant Divers.*, p. S2468265921000792, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.pld.2021.06.003.
- [2] W. Poonsri, 'Effects of active and passive modified atmosphere packaging on biochemical properties of cut Dendrobium orchid flowers', *Heliyon*, vol. 7, no. 6, p. e07197, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07197.
- [3] O. F. Almanac, 'Orchids', *Old Farmer's Almanac*. <https://www.almanac.com/plant/orchids> (accessed May 22, 2021).
- [4] A. K. Dey, M. Sharma, and M. R. Meshram, 'Image Processing Based Leaf Rot Disease, Detection of Betel Vine (Piper BetleL.)', *Procedia Comput. Sci.*, vol. 85, pp. 748–754, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.05.262.
- [5] D. I. Patrício and R. Rieder, 'Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review', *Comput. Electron. Agric.*, vol. 153, pp. 69–81, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.compag.2018.08.001.
- [6] S. V. Vv, G. E.A, S. V, and S. K.P, 'A Complex Network Approach for Plant Growth Analysis using Images', in *2019 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, Chennai, India, Apr. 2019, pp. 0249–0253. doi: 10.1109/ICCSP.2019.8698021.
- [7] S. S. Chouhan, U. P. Singh, and S. Jain, 'Applications of Computer Vision in Plant Pathology: A Survey', *Arch. Comput. Methods Eng.*, vol. 27, no. 2, pp. 611–632, Apr. 2020, doi: 10.1007/s11831-019-09324-0.
- [8] S. Kumar, G. Chowdhary, V. Udutalapally, D. Das, and S. P. Mohanty, 'gCrop: Internet-of-Leaf-Things (IoLT) for Monitoring of the Growth of Crops in Smart Agriculture', in *2019 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (iSES) (Formerly iNiS)*, Rourkela, India, Dec. 2019, pp. 53–56. doi: 10.1109/iSES47678.2019.00024.
- [9] T. W. Saputra, R. E. Masithoh, and B. Achmad, 'Development of Plant Growth Monitoring System Using Image Processing Techniques Based on Multiple Images', in *Proceeding of the 1st International Conference on Tropical Agriculture*, A. Isnansetyo and T. R. Nuringtyas, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 647–653. doi: 10.1007/978-3-319-60363-6_65.
- [10] I. S. Akila, A. Sivakumar, and S. Swaminathan, 'Automation in plant growth monitoring using high-precision image classification and virtual height measurement techniques', in *2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS)*, Coimbatore, Mar. 2017, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICIIECS.2017.8275862.

- [11] T.-T. Lin, T.-C. Lai, T.-Y. Liu, Y.-H. Yeh, C.-C. Liu, and W.-C. Chung, 'An Automatic Vision-Based Plant Growth Measurement System for Leafy Vegetables', p. 6.
- [12] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and B. R. Masters, 'Digital Image Processing, Third Edition', *J. Biomed. Opt.*, vol. 14, no. 2, p. 029901, 2009, doi: 10.1117/1.3115362.