SISTEM AKUISISI GAMBAR MENGGUNAKAN KAMERA 3D KINECT V2 UNTUK MEMONITORING KETINGGIAN TANAMAN PAKCOY (*BRASSICA RAPA L.*)

(*Image Acquisition System Using Kinect V2 3D Camera for Monitoring Pakcoy
(Brassica Rapa L.) Plant Height*)

Azizah Alma¹, Ichwana¹, Indera Sakti Nasution^{1*}

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author : i.nasution@unsyiah.ac.id

Abstrak. Tinggi tanaman merupakan salah satu parameter utama pertumbuhan tanaman pakcoy yang dibudidayakan secara hidroponik. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran tinggi tanaman dimana membutuhkan waktu relatif lama jika diukur secara manual. Maka solusi dari permasalahan ini adalah pengukuran otomatis menggunakan pengolahan citra untuk menggantikan tenaga manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan memonitoring ketinggian tanaman pakcoy sistem hidroponik menggunakan teknologi pengolahan citra dan kamera 3D Kinect v2 terintegrasi dengan komputer. Penelitian ini terdapat dua pengukuran yaitu dengan cara manual menggunakan penggaris, dan pengambilan citra menggunakan kinect v2 dengan resolusi kamera 1920 x 1080 piksel. Sampel tanaman pakcoy yang digunakan pada penelitian ini pada umur 2,3 dan 4 minggu sebanyak 60 sampel. Pengambilan citra dilakukan pada sore hari yaitu dimulai pada jam 15.00-17.00. Data citra *depth* yang dihasilkan diolah menggunakan *software Halcon HDevelop 20.05 Student Edition* dengan memasukkan algoritma dan diidentifikasi menggunakan metode *Distance Transform* dan *Watersheds Segmentation* berfungsi untuk memisahkan antara objek dengan latar belakang (*background*) dan membuat batas antara satu objek dengan objek lainnya yang bersentuhan ataupun berhimpit, untuk menentukan jarak tiap-tiap daun yang terdeteksi dengan kamera kinect v2 digunakan metode histogram pada pengolahan citra. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan teknologi pengolahan citra digital sensor kinect v2 telah terbukti mampu untuk mengumpulkan data tinggi tanaman pakcoy. Persentase akurasi pada pengukuran tinggi tanaman secara actual dan kinect v2 dengan metode *Root mean square error* (RMSE) yaitu <2 dengan kriteria baik, sedangkan menggunakan metode *mean absolute percentage error* (MAPE) yaitu sebesar 93%.

Kata kunci: Pakcoy (*Brassica rapa L.*), Kamera *Kinect*, Pengolahan Citra, *software Halcon HDevelop 20.05 Student Edition*

Abstract. Plant height is one of the main parameters for the growth of pakcoy plants that are cultivated hydroponically. Therefore it is necessary to measure the height of the plant which takes a relatively long time if it is actually measured. So the solution to this problem is automatic measurement using image processing to replace human labor. The purpose of this research is to design and monitor the height of the hydroponic system pakcoy plant using image processing technology and a 3D Kinect v2 camera integrated with a computer. In this study, there are two measurements, namely manually using a ruler, and image taking using kinect v2 with a camera resolution of 1920 x 1080 pixels. Pakcoy plant samples used in this study at the age of 2,3 and 4

weeks were 60 samples. Image retrieval is carried out in the afternoon, starting at 15.00-17.00. The resulting depth image data is processed using Halcon HDevelop 20.05 Student Edition software by entering an algorithm and identified using the Distance Transform and Watersheds Segmentation method, which functions to separate objects from the background and create boundaries between objects that touch or coincide. To determine the distance of each leaf detected by the kinect v2 camera, the histogram method was used in image processing. Based on the test results using digital image processing technology, the kinect v2 sensor has been proven to be able to collect data on the height of pakcoy plants. The percentage of accuracy in the actual measurement of plant height and kinect v2 using the Root mean square error (RMSE) method is <2 with good criteria, while using the mean absolute percentage error (MAPE) method, which is 93%.

Keywords: Pakcoy (*Brassica rapa* L.), Kinect Camera, Image Processing, Halcon HDevelop software 20.05 Student Edition

PENDAHULUAN

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan salah satu jenis sayuran daun yang banyak dibudidayakan dengan sistem hidroponik karena banyak diminati dipasaran karena lebih bersih dan bebas pestisida. Pakcoy hidroponik memiliki prospek untuk dikembangkan karena permintaan pasar dan harga yang tinggi dibandingkan jenis sawi-sawian yang lain. Budidaya sistem hidroponik fokus pada cara pemberian air dan hara yang optimal, sesuai dengan kebutuhan tanaman, umur tanaman, dan kondisi lingkungan sehingga tercapai hasil yang maksimum (Irawan, 2003).

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang dibudidayakan dengan sistem hidroponik, pertumbuhan dan hasil yang didapat masih belum optimal. Hal tersebut diduga karena konsentrasi larutan hara yang digunakan belum tepat sehingga pada akhirnya menyebabkan produksi dari bagian vegetatif tanaman yang tidak optimal, sehingga harus dikontrol secara rutin, sehingga perlu adanya perkembangan teknologi untuk memonitoring pertumbuhan pakcoy untuk menggantikan sistem secara manual menjadi sistem otomatis dengan menggunakan kamera 3D *Microsoft Kinect Xbox One v2* (versi terbaru) untuk mengukur dan memonitoring pertumbuhan tanaman pakcoy. Kamera ini menggunakan prinsip *Time of Flight* (ToF) dengan cahaya *infrared* pada panjang gelombang 860 nm. dimana kondisi tanaman dapat diketahui secara *real time* sehinggaantisipasi pencegahan penyakit dan kekurangan nutrisi dapat dilakukan secara cepat dan tepat.

Penggunaan kamera 3D banyak digunakan untuk memperoleh hasil pengukuran yang akurat dan detail tentang spasial morfologi pada tanaman dengan sistem akuisisi gambar menggunakan kamera *kinect v2*.

Kamera *Time of Flight* (ToF) dapat digunakan untuk pengamatan 3D pertumbuhan tanaman (Glasbey, dkk., 2014). Keuntungan kamera ToF yaitu mempunyai kecepatan dan ketahanan yang tinggi, namun kamera ini mempunyai *noise* yang tinggi pada data 3D. Metode lainnya dapat menggunakan video (T. T. Nguyen et al., 2016) dengan kamera 2D biasa. Disamping itu terdapat metode-metode mahal lainnya seperti, *laser scanner* (Dornbusch et al., 2012), kamera *light-field* (Apelt, dkk., 2015), dan teknologi tomography (Mathers et al., 2018). Oleh sebab itu, penggunaan kamera 3D yang murah dengan hasil yang baik menjadi tantangan penelitian untuk melihat pertumbuhan tanaman seperti ketinggian tanaman, luas daun, luas kanopi dan variabel fenotip (*phenotyping*) lainnya pada tanaman.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Ismulia Farm Ulee Kareng dan di Laboratorium Perbengkelan Alat dan Mesin Pertanian Gedung B, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juli sampai dengan Agustus 2020.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari besi, pipa, netpot, media tanam *rockwool*, *container*, kran buka tutup (*Pressure valve*), plastic UV, TDS/EC, kamera Kinect v2, Laptop, koneksi internet, aplikasi pengolahan citra digital MVTec *Halcon* versi 20.5, pompa, mistar, instalasi kamera. Sedangkan bahan yang digunakan adalah bibit pakcoy dan nutrisi hidroponik AB mix.

Prosedur Penelitian

a. Perancangan Perangkat Keras

Pembuatan Instalasi hidroponik yaitu menggunakan pipa paralon dengan diameter 2,5 inci, panjang pipa 200 cm sebanyak 4 batang, kemudian buat lobang tanam sebanyak 8 lobang pada setiap batang pipa dengan jarak 15 cm menggunakan pipa PVC. Setelah dirangkai Instalasi hidroponik di sisi kanan dan kiri dipasang tiang besi dengan ketinggian 180 cm dan dipasang mur untuk mengatur tinggi rendah untuk mengatur instalasi kamera yang diupasang tepat diatas tanaman yang dapat digeser secara horizontal. Kemudia diatas tiang dipasang atap yang berbahan plastik UV. Sistem hidroponik menggunakan sistem *deep flow technique* (DFT) dimana nutrisi cair dialirkan menuju tanaman menggunakan pompa. Rancangan sistem hidroponik dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :

Gambar 2. Rancangan posisi kamera pada sistem hidroponik

b. Perancangan Perangkat Lunak

Microsoft® melalui *software development kit* (SDK) Kinect memungkinkan pengembangan algoritma untuk pengontrolan Kinect. Pada penelitian ini akan dikembangkan *standalone exe file* menggunakan bahasa pemrograman C# dan *windows presentation foundation* (WFP) untuk dapat mengakuisisi citra/gambar *depth* (D) melalui USB adapter.

c. Persiapan sampel

Persiapan sampel dilakukan di Ismulia Farm Ule Kareng yang merupakan salah satu Instansi yang membudidayakan tanaman secara hidroponik. Bibit yang digunakan yaitu bibit pakcoy varietas Nauli F1 disemai pada *rockwool* yang telah dipotong kotak-kotak ukuran 2 cm kemudian *rockwool* dibasahi menggunakan air biasa dan diberikan lubang kecil diatas *rockwool* kemudian dimasukkan benih pakcoy menggunakan lidi, kemudian disimpan dalam ruangan gelap, setelah 24 jam dikenalkan dengan cahaya matahari. Pada saat bibit sudah berdaun 4-5 atau berumur 14 hari, *rockwool* bibit pakcoy dipindah ke netpot kemudian baru ditanam ke gully (sistem hidroponik).

d. Pengambilan Citra

Pengambilan citra dilakukan setiap minggu sekali dimulai pada umur pakcoy 2 minggu, 3 minggu dan umur 4 minggu setelah tanam. Pengambilan citra dilakukan pada jam 5 sore dengan jumlah 60 sampel tanaman setiap minggunya. Pada tahapan ini posisi kamera ditempatkan tegak lurus dengan objek, Data citra yang diperoleh berupa citra *Depth* (D). Pada saat yang bersamaan dilakukan pengukuran ketinggian tanaman secara aktual. Proses perhitungan ketinggian tanaman menggunakan citra dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 3. proses perhitungan ketinggian tanaman pakcoy

e. Pengolahan Citra

Pengukuran ketinggian tanaman menggunakan citra *raw depth* yang diambil menggunakan kamera *Kinect v2*. Pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan *MVTec Halcon HDevelop 20.05 Student Edition*.

f. Metode *distance transform* dan Metode *Watersheds*

Distance Transform digunakan untuk menghitung jarak setiap *pixel* ke *pixel foreground* atau piksel *non-zero* terdekat. Proses ini bertujuan untuk mengubah citra uji biner ke citra *gray level*. Tujuan penerapan metode DT adalah untuk mencari jarak terdekat citra biner dengan menghitung setiap *pixel* gambar dan fitur poin terdekat berdasarkan *Euclidean Distance* (D) atau jarak kesamaan objek berhimpit dihitung dalam ruang kemunculan tulisan angka pada setiap *pixel x* dan referensi *pixel y*. Sedangkan metode *Watersheds Segmentation* merupakan salah satu metode dalam segmentasi citra yang membagi citra menjadi *region* yang berbeda dengan menggambarkan citra sebagai relief topografi.

g. Metode Histogram

Histogram adalah alat bantu dalam proses segmentasi citra, Kegunaan histogram antara lain untuk memisahkan objek dengan latar belakang dan perbaikan kontras dengan teknik histogram equalization dan memilih nilai ambang untuk melakukan segmentasi objek.

Analisa Data

Halcon MVTEC *image processing* digunakan untuk menganalisa citra menggunakan laptop dengan spesifikasi Intel® Core™ i7-4510U processor, 2.6 GHz, 12.0 GB RAM, 64-bit operating system. Dilakukan pengukuran *root means square error* (RMSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE). *Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. *mean absolute percentage error* (MAPE) merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan, Penggunaan MAPE pada evaluasi hasil peramalan digunakan untuk memastikan nilai akurasi antara nilai aktual dengan nilai peramalan hasil pengukuran seperti kriteria < 10% sangat baik, 10% - 20% baik, 20% - 50% cukup, dan > 50% buruk (Chang, *et al.* 2007).

$$RMSE = \sqrt{\sum \left(\frac{k-a}{n} \right)^2}$$

(1)

Dimana, a adalah hasil pengukuran target secara manual (*actual*), sedangkan k adalah hasil pengukuran menggunakan kamera *kinect* v2 (prediksi), n ada jumlah data.

$$MAPE = \sum \left(\left| \frac{k-a}{k} \right| \times 100 \right)$$

(2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Algoritma Pengolahan Citra Tanaman Pakcoy

Aplikasi yang digunakan untuk mengukur ketinggian tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) adalah *software MVTEC Halcon HDevelop 20.05 Student Edition*. Tampilan layar utama pada software ini terdiri dari 3 layar kerja utama yang pertama yaitu *Graphics Window* berfungsi untuk menampilkan gambar atau citra yang akan diolah pada tahap selanjutnya, layar kerja kedua yaitu program *listing* (program *editor*) yang berfungsi sebagai tempat memasukkan perintah algoritma yang dibutuhkan dalam mengolah citra, seperti pemisahan objek dengan *background*, menampilkan citra, dan penentuan ukuran *pixel* dari citra, dan layar kerja yang ketiga yaitu *variable view* berfungsi untuk menampilkan tahapan perubahan citra yang sedang diolah berdasarkan perintah algoritma yang diberikan.

Segmentasi Citra Menggunakan Metode Histogram

Metode histogram pada penelitian ini sebagai alat bantu dalam proses segmentasi citra tanaman pakcoy. Histogram pada pengolahan citra berguna memisahkan objek dengan latar belakang dan untuk memperbaiki kontras dari sebuah gambar dan menentukan jarak tiap-tiap daun yang terdeteksi dengan kamera. Proses menentukan jarak antara kamera dan daun menggunakan histogram dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Histogram abu-abu proses menentukan jarak antara kamera dan daun

Segmentasi Citra Menggunakan *Distance Transform* dan *Watersheds Segmentation*

Pada penelitian ini segmentasi citra merupakan langkah awal dalam pengenalan objek yang berfungsi untuk memisahkan masing-masing daun dan menentukan jarak terdekat daun dengan kamera. Citra gambar yang telah disegmentasi menggunakan metode *distance transform* dan *watersheds segmentation* pada tanaman pakcoy dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:

Gambar 2. Pemisahan tanaman pakcoy dengan latar belakang (a) Citra asli, (b) Citra depth, (c) segmentasi menggunakan metode *distance transform*, (d) Pemisahan antar objek menggunakan metode *watersheds segmentation*

Pengukuran Ketinggian Tanaman Pakcoy dengan Kamera Kinect v2

Ketinggian tanaman pakcoy diukur dengan pengambilan gambar menggunakan kamera kinect v2 yang berupa citra depth, kemudian diolah citranya menggunakan *software Halcon HDevelop 20.05 Student Edition*, dengan metode yang telah ditentukan dan kemudian dibandingkan dengan perhitungan ketinggian tanaman yang diukur secara aktual dengan alat bantu meteran dan rol.

Gambar 4. Pengukuran tinggi tanaman dengan Citra

Pengukuran Tanaman Pakcoy

Pengukuran tanaman pakcoy pada umur 2,3 dan 4 minggu hst (hari setelah tanam) diambil sebanyak 60 sampel tanaman, hasil pengukuran dapat di lihat Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perbandingan pengukuran kinect v2 dan aktual

Umur	Tinggi Rata-rata (h2)		RMSE	MAPE (%)
	Aktual (cm)	Kinect (cm)		
2 Minggu	3,53	4,41	1,88	36
3 Minggu	11,12	10,94	0,86	6,6
4 Minggu	16,45	16,20	1,87	6,7

Tabel 1 dapat dilihat perbandingan antara pengukuran *kinect v2* dan aktual dari 60 sampel tanaman pakcoy pada umur 2 minggu dimana tinggi tanaman yang diukur secara aktual yaitu dengan tinggi rata-rata 3,53 cm sedangkan yang diukur menggunakan *kinect* yaitu 4,41 cm. Berdasarkan hasil evaluasi *root means square error* (RMSE) nilai yang didapat adalah dengan presentasi 1,88 nilai RMSE dikatakan baik, semakin kecil nilai RMSE maka Error yang didapatkan semakin kecil. sedangkan *mean absolute percentage error* (MAPE) diperoleh nilai dengan presentase MAPE 36% menunjukkan nilai akurasi cukup. Pada minggu ke dua ada beberapa tanaman yang tidak terdeteksi dan teridentifikasi dengan benar oleh kamera, kesalahan terjadi karena tanaman masih kecil, daun permukaan yang tidak rata (Liang et al., 2015) Sehingga pada saat pengambilan gambar yang tidak lengkap ataupun tidak terdeteksi karena dianggap sebagai paralon.

Pada umur 3 minggu tanaman pakcoy dimana tinggi tanaman yang diukur secara aktual yaitu dengan tinggi rata-rata 11,12 cm sedangkan yang diukur menggunakan *kinect* yaitu 10,94 cm. Berdasarkan hasil evaluasi *root means square error* (RMSE) nilai yang didapat adalah dengan presentasi 0,86, nilai RMSE pada minggu ke 3 dikatakan sangat baik karena error yang didapatkan relatif kecil, sedangkan *mean absolute percentage error* (MAPE) diperoleh nilai dengan presentase nilai 6,6%, nilai MAPE yang diperoleh menunjukkan nilai peramalan sangat baik.

Pada minggu ke 4 dengan 60 sampel tanaman pakcoy dimana tinggi tanaman yang diukur secara aktual yaitu dengan tinggi rata-rata 16,45 cm sedangkan yang diukur menggunakan *kinect* yaitu 16,20 cm. Berdasarkan hasil evaluasi *root means square error* (RMSE) nilai yang didapat adalah dengan presentasi 1,40 nilai yang diperoleh baik dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi hasil prediksi baik hal itu dapat dilihat dari tingkat kesalahan yang relatif kecil. sedangkan *mean absolute percentage error* (MAPE) diperoleh nilai dengan presentase nilai MAPE 6,7%, nilai MAPE yang didapatkan dengan peramalan sangat baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian didapatkan beberapa kesimpulan seperti berikut.

1. Teknologi pengolahan citra digital mampu digunakan untuk mengukur tinggi tanaman pakcoy dengan sistem akuisisi gambar menggunakan kamera 3D *kinect v2* yang terintegrasi dengan komputer.
2. Persentase akurasi pada pengukuran tinggi tanaman secara aktual dan *kinect v2* dengan metode *Root mean square error* (RMSE) yaitu <2 dengan kriteria baik, sedangkan menggunakan metode *mean absolute percentage error* (MAPE) yaitu pada umur 2 minggu akurasi 64% kriteria baik, pada umur 3 minggu 93,4% dengan kriteria sangat baik dan pada umur 4 minggu 93,3% dengan kriteria sangat baik.

Saran

Untuk mendapatkan akurasi lebih tinggi perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan pengukuran tanaman pada hidroponik skala besar dan diukur tinggi tanaman yang tidak tegak lurus dengan kamera. dan pada saat akuisisi citra/gambar sebaiknya dilakukan pada sore hari ketika cahaya redup atau teduh.

DAFTAR PUSTAKA

- Apelt, F., Breuer, D., Nikoloski, Z., Stitt, M., & Kragler, F. 2015. Phytotyping^{4D}: A Light-Field Imaging System For Non-Invasive And Accurate Monitoring Of Spatio-Temporal Plant Growth. *Plant Journal*, 82(4), 693–706. <https://doi.org/10.1111/Tpj.12833>
- Aksoy, E. E., Abramov, A., Wörgötter, F., Scharr, H., Fischbach, A., dan Dellen, B. 2015. Modeling Leaf Growth Of Rosette Plants Using Infrared Stereo Image Sequences. *Computers And Electronics In Agriculture*, 110, 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.10.020>
- Chang, P., Wang, Y., & Liu, C. (2007). The development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting. 32, 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.11.021>
- Glasbey, C. A., Polder, G., Van Der Heijden, G. W. A. M., and Song, Y. 2014. Non-Destructive Automatic Leaf Area Measurements By Combining Stereo And Time-Of-Flight Images. *IET Computer Vision*, 8(5), 391–403. <https://doi.org/10.1049/Iet-Cvi.2013.0056>
- Mathers, A. W., Hepworth, C., Baillie, A. L., Sloan, J., Jones, H., Lundgren, M., Sturrock, C. J. 2018. Investigating The Microstructure Of Plant Leaves In 3D With Lab-Based X-Ray Computed Tomography. *Plant Methods*, 14(1), 99. <https://doi.org/10.1186/S13007-018-0367-7>
- Nguyen, T. T., Slaughter, D. C., Townsley, B., Carriedo, L., N., J. N., and Sinha, N. 2016. Comparison Of Structure-From-Motion And Stereo Vision Techniques For Full In-Field 3D Reconstruction And Phenotyping Of Plants: An Investigation In Sunflower. In 2016 ASABE International Meeting (P. 1). American Society Of Agricultural And Biological Engineers. <https://doi.org/10.13031/Aim.20162444593>