

# PENENTUAN MUTU UDANG VANNAME (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE MORFOLOGI BERBASIS ANALISIS DIMENSI

Sumardi<sup>1</sup>, Aji Bijaksana Abadi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>PT Midi Utama Indonesia Tbk, Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

<sup>1</sup>sumardi175z@gmail.com

*Abstract*—North Kalimantan is the main producer of shrimp with an achievement of 9,900 tons or about 57.56 percent of the total shrimp production in Kalimantan, where Tarakan City is the main supplier, so it is called the Fisheries City. Shrimp exports for the Tarakan region are up to 75% from Japan and the rest to the USA and China. Vaname shrimp which is far superior to disease with a high survival rate than tiger prawns. Efforts to improve the quality can be done through the process of sorting and grading which is the post-harvest stage after the process of separating the heads of shrimp, shrimp will be grouped based on size (large, small and medium) according to market demand. This study will propose a system for determining the quality criteria of Vanname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) using digital image processing technology with morphological methods based on dimensional analysis. Broadly speaking, the morphological method will be used to determine the vannamei shrimp image against the background by using dilation and erosion as the separation, thus the edge of the image can be determined properly on the pixel per metric calculation, then dimensional analysis will process the length, width and area of the resulting binary image. Vannamei shrimp morphology is based on pixel comparison with the actual reference length, so that Vanname shrimp quality criteria will be obtained automatically and can work in real-time. The result of measuring length as a parameter determining the category of shrimp has an accuracy of 96.7% with an accuracy percentage of 53.3% in determining the category.

*Keywords*—Vaname Shrimp, Sorting, Grading, Digital Image Processing

**Intisari**—Kalimantan utara merupakan produsen utama udang dengan capaian 9.900 ton atau sekitar 57,56 persen dari total produksi udang se-Kalimantan, Dimana Kota Tarakan sebagai pemasok utamanya, sehingga disebut Kota Perikanan. Ekspor udang untuk wilayah Tarakan adalah Jepang hingga 75% dan sisanya USA dan Cina. udang vaname yang jauh lebih unggul terhadap penyakit dengan angka hidup yang tinggi daripada udang windu. Upaya peningkatan kualitas tersebut dapat dilakukan melalui proses sortasi dan *grading* yang merupakan tahapan pasca panen setelah proses pemisahan kepala udang, udang akan dikelompokkan berdasarkan ukuran (besar, kecil dan sedang) sesuai dengan permintaan pasar. Penelitian kali ini akan mengusulkan sistem penentuan kriteria mutu udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan teknologi pengolahan citra digital dengan metode morfologi berbasis analisis dimensi. Secara garis besar metode morfologi akan digunakan untuk menentukan citra udang vaname terhadap background dengan menggunakan dilasi dan erosi sebagai pemisahannya, dengan demikian tepi citra dapat ditentukan dengan baik pada perhitungan *pixel per metric*, kemudian analisis dimensi akan mengolah panjang, lebar dan luasan

dari citra biner hasil morfologi udang vaname berdasarkan perbandingan pixel dengan panjang referensi sebenarnya, sehingga akan diperoleh kriteria mutu udang Vanname secara otomatis dan dapat bekerja secara real-time. Hasil pengukuran panjang sebagai parameter penentu kategori udang memiliki akurasi sebesar 96.7% dengan persentase akurasi pada penentuan kategori sebesar 53.3%.

**Kata Kunci**—Udang Vaname, Sortasi, Grading, Pengolahan Citra Digital

## I. PENDAHULUAN

Kalimantan utara merupakan produsen utama udang dengan capaian 9.900 ton atau sekitar 57,56 persen dari total produksi udang se-Kalimantan [1]. Dimana Kota Tarakan sebagai pemasok utamanya, sehingga disebut Kota Perikanan. Ekspor udang untuk wilayah Tarakan adalah Jepang hingga 75% dan sisanya USA dan Cina [2]. Udang windu merupakan jenis udang yang menjadi primadona pengekspor, akan tetapi mulai mengalami penurunan akibat dari serangan penyakit, sehingga pihak pengekspor mengalihkan permintaannya pada udang vaname yang jauh lebih unggul terhadap penyakit dengan angka hidup yang tinggi [3]. Udang vaname atau udang putih merupakan udang asli amerika yang memiliki daya tarik dari kenggulannya terhadap udang windu sehingga masyarakat Tarakan mulai membudidayakan udang ini.

Peningkatan hasil produksi perikanan ini mempengaruhi tingkat ekspor dan pendapatan daerah. Kegiatan produksi yang meningkat ini menyebabkan tuntutan terhadap kualitas yang tinggi pula. Upaya peningkatan kualitas tersebut dapat dilakukan melalui proses sortasi dan *grading*. Proses ini merupakan tahapan pasca panen setelah proses pemisahan kepala udang yaitu pemisahan terhadap udang yang baik dan segar, tidak cacat serta berwarna cerah [4]. Setelah itu udang akan dikelompokkan berdasarkan ukuran (besar, kecil dan sedang) sesuai dengan permintaan pasar.

Pada umumnya kegiatan sortasi dan *grading* yang dilakukan dengan tenaga manusia yang mengakibatkan produk yang dihasilkan memiliki kualitas hasil sortasi yang tidak seragam. Ketidak seragaman kualitas hasil sortasi akan menyebabkan rendahnya volume dan nilai ekspor. Dimana proses tersebut melibatkan interaksi antara beberapa manusia dalam hal ini pegawai perikanan yang melakukan sortasi dengan melakukan kontak langsung dengan produk dan pegawai lainnya, yang

memerlukan minimal 2 pegawai dalam 1 meja kerja dan mengharuskan untuk berdekatan untuk mempercepat pekerjaan.

Maka perlu adanya teknologi tepat guna dalam hal otomatisasi pemrosesan hasil perikanan seperti proses sortasi dan grading serta mengurangi interaksi antar manusia yang padat sesuai dengan program 3M pemerintah (memakai masker, mencuci tangan dan menjaga jarak), hal ini sejalan dengan visi Kementerian Kelautan dan Perikanan yaitu mewujudkan sektor kelautan dan perikanan Indonesia yang mandiri, maju, kuat, dan berbasis kepentingan nasional.

Salah satu alternatif teknologi yang dapat diterapkan adalah *image processing* atau pengolahan citra terhadap udang vaname berdasarkan ukuran untuk menentukan *grading* atau kelompok udang (besar, kecil dan sedang). Pengolahan citra digital merupakan pemrosesan setiap data 2 dimensi sedangkan citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu.

Penelitian yang pernah dilakukan dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra adalah rancang bangun system deteksi ukuran udang vaname dengan metode *pixel counting* [5]. Pada penelitian tersebut menggunakan metode deteksi warna RGB dan HSV untuk mendapatkan jumlah pixel citra dari webcam external berupa gambar yang akan diproses di PC. Namun metode ini belum efektif dalam menyelesaikan permasalahan sortasi dan grading secara cepat dan *real-time* karena citra yang diperoleh berupa gambar bukan video dan harus melalui pemrosesan secara eksternal di PC.

Oleh karena itu berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian kali ini akan mengusulkan sistem penentuan kriteria mutu udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan teknologi pengolahan citra digital dengan metode morfologi berbasis analisis dimensi. Secara garis besar metode morfologi akan digunakan untuk menentukan citra udang vaname terhadap background dengan menggunakan dilasi dan erosi sebagai pemisahannya, dengan demikian tepi citra dapat ditentukan dengan baik pada perhitungan *pixel per metric*, kemudian analisis dimensi akan mengolah panjang, lebar dan luasan dari citra biner hasil morfologi udang vaname berdasarkan perbandingan pixel dengan panjang referensi sebenarnya, sehingga akan diperoleh kriteria mutu udang Vanname secara otomatis dan dapat bekerja secara *real-time*. Diharapkan sistem ini akan bekerja secara akurat, presisi, dan konsisten sehingga ke depan dapat dijadikan sebagai sistem pendukung keputusan kriteria mutu udang Vanname secara otomatis yang terintegrasi..

## II. LANDASAN TEORI

Pemutuan suatu produk secara konvensional dapat menurunkan kualitas produk dikarenakan ketidakseragaman manusia dalam menentukan satuan tertentu berdasarkan perkiraan dan hanya memanfaatkan penglihatan yang tidak konsisten. Salah satu pemutuan produk seperti udang vaname sebagai salah satu komoditi ekspor yang unggul adalah menggunakan metode *grading* berdasarkan berat dari udang yang kemudian dikategorikan berdasarkan ukuran (besar, kecil dan

sedang) kemudian diterapkan pada system otomatisasi seperti pada penelitian [6] yang menggunakan mikrokontroler Arduino uno R3 dan sensor load cell sebagai penentu bobot udang vaname yang kemudian akan dikategorikan berdasarkan berat. Hasil pengujian timbangan alat *grading* tersebut dibandingkan dengan hasil timbangan digital memiliki akurasi 99,77% dengan nilai persen perolehan kembali sebesar 99,93%. Saat dioperasikan dengan menggunakan masing-masing 5 udang dengan grade S, M dan L memiliki akurasi 80%. Namun teknologi ini masih belum efektif dikarenakan tidak dapat membedakan kualitas dari udang yang akan dikelompokkan. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan teknologi pengolahan citra digital yang mampu mengenali kualitas produk dari citra yang ditangkap dan kemudian dapat dikelompokkan berdasarkan ukuran.

Penentuan kriteria mutu produk menggunakan metode pengolahan citra digital sudah banyak dilakukan seperti pada penelitian [7] yang memanfaatkan teknologi pengolahan citra digital yang dikombinasikan dengan jaringan syaraf tiruan untuk menentukan pemutuan pada produk cabai merah besar. Parameter mutu citra yang digunakan adalah indeks r, indeks g, perimeter, area, Panjang, area yang cacat dan diameter. Pelatihan JST yang digunakan menggunakan tiga variasi yaitu 10, 15 dan 20 dengan data training sebanyak 300 buah data. Dimana variasi JST terbaik adalah 20 node lapis tersembunyi dengan tingkat akurasi 100%. [8] menggunakan pengolahan citra digital pada pemutuan beras kepala, beras patah, beras menir dan gabah dengan dua tipe parameter yaitu menggunakan indeks B, *roundness*, luas, panjang dan saturation, sedangkan untuk beras merah, beras kuning/rusak, beras hijau mengapur dan benda asing dapat menggunakan parameter indeks R, indeks G, indeks B, *roundness* dan luas. *Training* yang dilakukan pada 5 parameter menunjukkan hasil yang baik yaitu 97,14% untuk Inpari 13, 99,6% untuk Inpari 19, 98,37% untuk Cirata, 97,9% untuk Muncul dan 99,6% untuk Way Apo Buru. Validasinya menunjukkan 96,74% untuk Inpari 13, 95,35% untuk Inpari 19, 96,73% untuk Cirata, 96,02% untuk Muncul, dan 98,68% untuk Way Apo Buru. Sedangkan untuk Training citra beras merah, beras kuning/rusak, beras hijau mengapur dan benda asing hasilnya adalah 98,55% dengan validasinya adalah 90,48%. [6] melakukan penelitian untuk menentukan pemutuan udang vaname dengan teknologi pengolahan citra. Metode yang digunakan adalah *pixel counting* dimana data ukuran diperoleh dari serangkaian proses pengenalan citra menggunakan metode deteksi warna RGB dan HSV lalu dithresholding untuk mendapatkan citra biner yang kemudian pixel hitam dan putih dihitung sebagai penentu ukuran dari udang vaname yang sebelumnya telah dibandingkan dengan data referensi.

Penggunaan teknologi pengolahan citra digital banyak digunakan dalam penyortiran industri makanan [9], pemutuan buah-buahan [10] dan [11], termasuk industri udang. Dalam industri udang PCD diterapkan pada penentuan mutu, seperti udang beracun [12], kekerasan cangkang [13], panjang [14], bentuk [15], kesegaran [16], cacat [17] dan massa udang [18]. Dalam industri pertanian seperti pada penelitian [19]. Pada penelitian ini menggunakan metode yang berbeda yaitu morfologi

sebagai proses segmentasi yang dikombinasikan dengan metode PPM (*pixel per metric*) dalam menentukan nilai konversi ukuran udang vaname yang bekerja secara *real-time*.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Jenis dan Waktu Penelitian

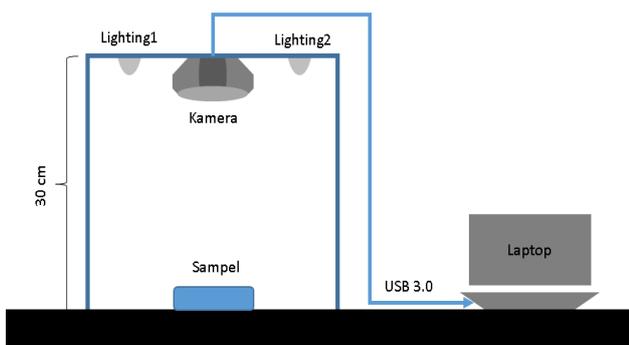
Penelitian ini merupakan penelitian experimental dengan menggunakan metode morfologi dalam menentukan jumlah pixel pada citra yang akan ditentukan kriteria mutunya. Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen pada penelitian ini adalah kelompok hasil sortir udang vaname dalam besar (B), sedang (S), dan kecil (K). Variabel independen pada penelitian ini adalah ukuran area citra udang hasil tangkap kamera. Waktu penelitian ini adalah 3 bulan. Perancangan dan pengujian sistem pemutuan udang vaname dilakukan secara daring melalui aplikasi Zoom dengan mengacu pada data base melalui pendekatan analisis data sekunder terhadap penelitian serupa dan secara Luring pada Laboratorium Konversi Energi Listrik Universitas Borneo Tarakan dengan memperhatikan protokol kesehatan.

#### B. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah 30 ekor udang vanamei dengan ukuran dimensi yang berbeda-beda. Sampel yang digunakan masing-masing berupa 10 ekor udang vanamei dengan kategori besar, kecil dan sedang. Keseluruhan data sampel dan populasi diperoleh melalui pendekatan data sekunder pada jurnal ilmiah serupa dan pengukuran sample secara langsung.

#### C. Rancang Bangun Sistem Pemutuan Udang Vaname

Sistem Pemutuan udang vanamei dengan teknologi pengolahan citra meliputi beberapa proses, yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan citra dan tahap penentuan mutu. Persiapan sampel ditunjukkan pada Gambar 2 yang merupakan tahap awal dengan menyajikan 3 kelompok ukuran udang sebelum diakuisisi menggunakan kamera seperti pada Gambar 1 dengan ketentuan background yang berwarna hitam atau kontras.

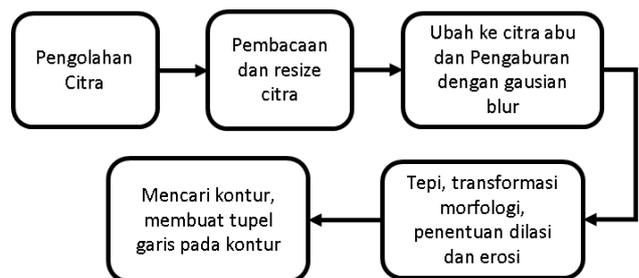


Gambar 1. Skema Diagram Sistem Akuisisi Citra Pemutuan Udang Vaname

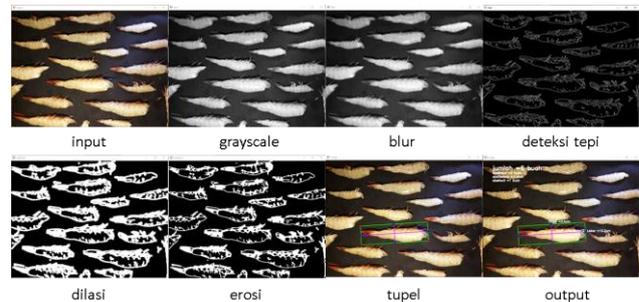


Gambar 2. Diagram Blok Tahap Persiapan Sampel

Tahap pengolahan citra seperti yang ditunjukkan pada gambar 2, terdiri dari proses pembacaan dan resize ukuran citra sehingga hanya objek saja yang diukur, kemudian citra dikonversi menjadi *grayscale* dan *blur* untuk mempermudah proses segmentasi, selanjutnya tahap segmentasi dengan metode morfologi, tahap akhir adalah pembuatan tupel dari area objek yang telah disegmentasi. Tahap olah citra pada *python* ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 3. Diagram Blok Tahap Pengolahan Citra



Gambar 4. Proses Olah Citra

Tahap akhir adalah penentuan mutu udang berdasarkan kelompok yang telah ditentukan seperti pada table 1 dibawah. Tupel berupa garis panjang dan lebar dari kontur udang ditampilkan pada interface sistem beserta kategori dari ukuran udang yang didapatkan dari olah PPM. Penentuan mutu ditunjukkan pada gambar 4 dibawah.

Tabel 1 Kriteria Mutu Udang Vaname

No	Kategori	Keterangan
1	Kecil	Berat 70-100 ekor/kg atau size 70-100 dan memiliki lebar kurang dari 8 cm.
2	Sedang	Berat 40-70 ekor/kg atau size 40-70 dan memiliki lebar lebih dari 8 cm dan kurang dari 10 cm.
3	Besar	Berat 20-40 ekor/kg atau size 20-40 dan memiliki lebar lebih dari 10 cm.



Gambar 5. Diagram Blok Tahap Penentuan Mutu

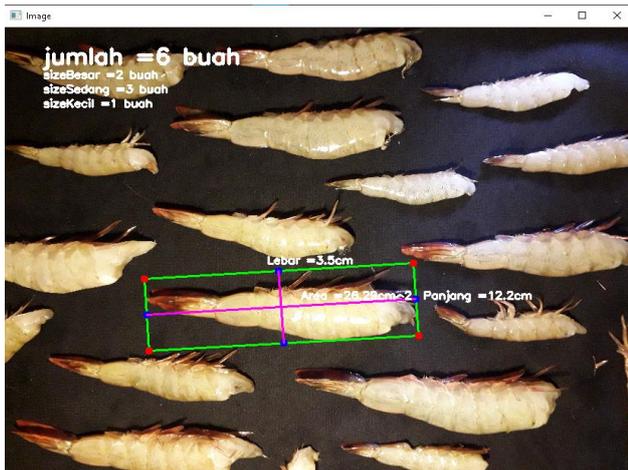
#### D. Analisa Data

Setelah nilai citra udang vanamei dikumpulkan pada 30 sampel penelitian berdasarkan *database* dan pengukuran referensi maka data akan dianalisa menggunakan PPM (*pixel per metric*) berdasarkan perbandingan nilai pixel pajang, lebar dan luas dengan nilai referensi dari dimensi udang vaname.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Akuisisi Citra

Hasil pemrosesan sistem menggunakan Bahasa pemrograman python ditampilkan melalui plot seperti pada gambar 5, dimana citra udang yang ditangkap kamera secara *real-time* berupa video diproses satu per satu dengan menunjukkan tupel berupa garis dan titik dari panjang dan lebar udang serta sistem *counting* jumlah udang perkategori.



Gambar 6. Output Program Pemutuan Udang Vaname

#### B. PPM (*pixel per metric*)

Perhitungan PPM ditentukan dari perbandingan panjang dan lebar citra udang output sistem terhadap panjang dan lebar udang referensi atau ukuran udang sebenarnya. Pada tahapan pemanggilan program melalui cmd (*command prompt*), direktori file *python* dipanggil beserta panjang dan lebar referensi. Hasil konversi PPM ditunjukkan pada gambar 6, dimana parameter yang ditampilkan adalah panjang dan lebar dalam cm dan area udang dalam kuadrat.

Area udang ditentukan dari perhitungan jumlah piksel dalam kontur udang hasil segmentasi dengan metode morfologi yang dibandingkan dengan area koin sebagai referensi.

#### C. Analisa Data

Hasil pengukuran panjang udang secara *real* dan pengukuran sistem dibandingkan sehingga diperoleh error rata-rata sistem sebesar 3.3% dengan akurasi sebesar 96.7%, data ini menunjukkan nilai pengukuran sistem dapat ditolerir karena error kurang dari 5 %, sedangkan akurasi sistem dalam menentukan kategori mutu udang sebesar 53.3%. Besarnya persentase akurasi penentuan kategori didasarkan dari ukuran panjang udang, dimana perubahan kecil dari nilai panjang mempengaruhi kategori secara signifikan. Data pengukuran dari 30 sampel dapat dilihat pada table 2 dibawah.

Tabel 2. Akurasi Perhitungan Panjang dan Kategori

Citra	Panjang <i>Real</i> (cm)	Panjang Sistem (cm)	Kategori	<i>Error</i> (%)
1	9	9.2	B	2.17
2	5.9	6	S	1.67
3	9	8.9	B	1.12
4	11.8	12.1	B	2.48
5	9.4	9.5	B	1.05
6	12.2	12	B	1.67
7	9.3	9.2	S	1.09
8	10.7	10.3	B	3.88
9	9.6	9.7	S	1.03
10	2	2.4	K	16.67
11	11.1	10.8	B	2.78
12	7.2	7	S	2.86
13	5.9	6.2	S	4.84
14	8.7	8.8	B	1.14
15	6.1	6.2	S	1.61
16	6.3	6.2	S	1.61
17	13.4	13.1	B	2.29
18	12.8	12.9	B	0.78
19	9.6	9.9	B	3.03
20	6.3	6.2	K	1.61
21	10.2	10	S	2.00
22	14.1	13.8	B	2.17
23	5.5	5.9	K	6.78
24	3.2	3.6	K	11.11
25	7.6	7.7	S	1.30
26	8.8	8.3	S	6.02
27	11	11.2	B	1.79
28	12.4	12.3	B	0.81
29	3.7	3.6	K	2.78
30	9.2	9.2	B	8.90
Error Rata-Rata (%)				3.3
Akurasi Kategori ((30-14)/30*100%)				53.3
Akurasi Panjang (100% - Error Rata-rata)				96.7

## V. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat menentukan panjang, lebar dan area udang menggunakan metode PPM dengan baik, sehingga proses sampling secara konvensional dapat dilakukan dengan cepat, serupa dan konstan. Hasil pengukuran panjang sebagai parameter

penentu kategori udang memiliki akurasi sebesar 96.7% dengan persentase akurasi pada penentuan kategori sebesar 53.3%. Perubahan kecil pada ukuran panjang udang dapat mempengaruhi pengkategorian secara signifikan. Pada proses akuisisi citra diperlukannya pencahayaan yang baik dan background yang berwarna gelap agar citra yang diperoleh mudah diproses, oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan untuk mengatasi batasan dari penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Muklis, "kaltara antaranews," 2020. [Online]. Available: <https://kaltara.antaranews.com/berita/473410/kaltara-sebagai-produsen-utama-udang-di-kalimantan>. [Accessed 16 February 2021].
- [2] Uno, "rakyatkaltara prokal," 2020. [Online]. Available: <https://rakyatkaltara.prokal.co/read/news/19358-black-tiger-jatuh-alihkan-permintaan-ke-udang-vaname.html>. [Accessed 16 February 2021].
- [3] Amri, K., Budi Daya Udang Vaname, Gramedia Pustaka Utama, 2013.
- [4] Putro, S, "Peran Mutu Dalam Menunjang Ekspor Udang Nasional.," *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, vol. 3, no. 1, pp. 1-6, 2008.
- [5] Caritasillah, S and Sutoko, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Ukuran Udang Vaname (Litopenaeus Vannamei) Dengan Metode Hitung Pixel (Pixel Count)," in *Prosiding Seminakel*, 2019.
- [6] Framita,R., Kuncoro, E and Purnomo,R.H., "Penggunaan Mikrokontroler Tipe Arduino Uno R3 Untuk Proses Pemutuan Udang Vanname (Litopenaeus vannamei) Berdasarkan Bobot," *Doctoral dissertation, Sriwijaya University*, 2017.
- [7] Sugianto, A, "Pemutuan Buah Cabai Merah Besar (Capsicum Annuum L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan," 2012.
- [8] Somantri, E.A., Darmawati and Astika, I "Identifikasi Mutu Fisik Beras Dengan Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan (Identification of physical quality of rice by using technology image processing and artificial neural network)," *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, vol. 10, no. 2, pp. 95-103, 2017.
- [9] Sitorus, S. H., & Ristian, U., "Penerapan Metode Decision Tree Untuk Mengklasifikasikan Mutu Buah Jeruk Berdasarkan Fitur Warna Dan Ukuran.," vol. 9, no. 1, p. 11, 2021.
- [10] Al Rivan, M. E., & Sung, G. R., "Identifikasi Mutu Buah Pepaya California (Carica Papaya L.) Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 10, no. 1, pp. 113-119, 2021.
- [11] Tomasevic, I., Tomovic, V., Ikonic, P., Lorenzo Rodriguez, J. M., Barba, F. J., Djekic, I., Nastasijevic, I., Stajic, S., & Zivkovic, D., "Evaluation of poultry meat colour using computer vision system and colourimeter: Is there a difference?," *British Food Journal*, vol. 121, no. 5, pp. 1078-1087, 2019.
- [12] Zhang, D., Lillywhite, K. D., Lee, D.-J., & Tippetts, B. J., "Automatic shrimp shape grading using evolution constructed features.," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 100, pp. 116-122, 2014.
- [13] Thanasarn, N., Chaiprapat, S., Waiyakan, K., & Thongkaew, K., "Automated discrimination of deveined shrimps based on grayscale image parameters," *Journal of Food Process Engineering*, vol. 42, no. 4, 2019.
- [14] Liu, Z., "Soft-shell Shrimp Recognition Based on an Improved AlexNet for Quality Evaluations," *Journal of Food Engineering*, vol. 266, 2020.
- [15] Ghasemi-Varnamkhashti, M., Goli, R., Forina, M., Mohtasebi, S. S., Shafiee, S., & Naderi-Boldaji, M., "Application of Image Analysis Combined with Computational Expert Approaches for Shrimp Freshness Evaluation," *International Journal of Food Properties*, vol. 19, no. 10, pp. 2202-2222, 2016.
- [16] Afrinanda, L., & Ilyas, I., "Perancangan Sistem Klasifikasi Udang Beracun Pada Jenis Udang Tenggek Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN).," *Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, vol. 6, no. 1, pp. 1-7, 2020.
- [17] Lin, H.-Y., Lee, H.-C., Ng, W.-L., Pai, J.-N., Chu, Y.-N., Liou, C.-H., Liao, K.-C., & Kuo, Y.-F., "Estimating shrimp body length using deep convolutional neural network," 2019.
- [18] Poonnoy, P., & Asavasanti, S., "Implementation of coupled pattern recognition and regression artificial neural networks for mass estimation of headless-shell-on shrimp with random postures," *Journal of Food Process Engineering*, vol. 44, no. 8, 2019.
- [19] Jana, S., Parekh, R., & Sarkar, B., "De novo approach for automatic volume and mass estimation of fruits and vegetables," *Optik*, 2020.