

Analisis Kualitas Sangraian Biji Kopi Berdasarkan Ekstraksi Fitur Bentuk dan GLCM

I Gede Pramana Ade Saputra¹, I Gede Aris Gunadi², I Made Gede Sunarya³

^{1,2,3} Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Ganesha

Jl. Udayana No.11, Banjar Tegal, Singaraja, Kabupaten Buleleng, Bali

e-mail : ¹adeade403@gmail.com, ²igagunadi@undiksha.ac.id, ³sunarya@undiksha.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem analisa citra digital yang dapat menentukan kualitas dan tingkat kematangan sangraian biji kopi, dalam hal mendeteksi sangraian biji kopi yang layak dan tidak layak di konsumsi dan dijual sebagai kopi berkualitas (*specialty coffee*) sebagaimana yang terdapat pada Standar klasifikasi biji kopi disediakan oleh SNI No. 01-2907-1999. Penelitian ini berfokus pada perubahan fisik biji kopi setelah dilakukannya proses sangrai perubahan yang mempengaruhi dari segi kualitas yaitu bentuk. Ekstraksi bentuk menggunakan Metrik karena bentuk yang akan dicari adalah bentuk lingkaran, dan ekstraksi tekstur menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matric (GLCM). Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data berupa gambar digital 2D dari sangraian biji kopi. Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari dua tahapan utama yaitu pelatihan dan pengujian. Jumlah data citra biji kopi yang digunakan berjumlah 90 citra. Pada analisa kualitas biji kopi, data yang digunakan adalah berupa citra biji kopi yang terdiri dari dua tingkat yaitu biji baik dan tidak baik. Klasifikasi menggunakan algoritma Naive Bayes. Berdasarkan hasil penelitian pada analisis kualitas biji kopi diperoleh akurasi pelatihan tertinggi sebesar 87,5% dan akurasi pengujian tertinggi sebesar 90%.

Kata kunci: Analisis citra digital, sangraian biji kopi, ekstraksi fitur bentuk, GLCM, Naive Bayes.

Abstract

This study aims to develop a digital image analysis system that can determine the quality and maturity level of roasted coffee beans, in terms of detecting roasted coffee beans that are suitable and unfit for consumption and sold as specialty coffee as contained in the standard coffee bean classification provided by SNI No. 01-2907-1999. This study focuses on the physical changes of coffee beans after the roasting process, changes that affect in terms of quality, namely shape. Shape extraction uses Metric because the shape to be searched for is a circle shape, and texture extraction uses Gray Level Co-Occurrence Matric (GLCM). This research began by collecting data in the form of 2D digital images of roasted coffee beans. The system developed in this study consisted of two main stages, namely training and testing. The number of coffee bean image data used is 90 images. In analyzing the quality of coffee beans, the data used is an image of coffee beans which consists of two levels, that is good and bad beans. Classification using Naive Bayes algorithm. Based on the results of research on coffee bean quality analysis, the highest training accuracy was 88% and the highest test accuracy was 90%.

Keywords: Digital image analysis, coffee bean roaster, shape feature extraction, GLCM, Naive Bayes.

1. PENDAHULUAN

Biji kopi merupakan salah satu komoditas yang banyak diperdagangkan di era global saat ini. Biji kopi dihasilkan oleh tanaman kelompok genus *Coffea*, famili *Rubiaceace*. Biji kopi dihasilkan lebih dari 70 negara yang sebagian besar terletak di daerah tropis, yakni di benua Amerika Selatan, Afrika, India, dan Asia Tenggara. Total produksi dunia yang mencapai 8.920.840 ton (FAOSTAT, 2013) pada Tahun 2013, membuat biji kopi ini menjadi komoditas yang paling banyak dicari. Terdapat beberapa negara yang menjadi produsen kopi terbesar di dunia, salah satunya adalah Indonesia. Indonesia harus mampu menjaga mutu kopi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan agar dapat bersaing dengan negara lain yang juga merupakan negara penghasil kopi. Dengan 70% total produksi nasional dijadikan komoditas ekspor, maka perlu adanya standarisasi kualitas biji kopi. Dalam melakukan penilaian

kualitas biji kopi, dapat dilakukan berbagai macam metode, salah satunya adalah melakukan pemutuan kualitas terhadap biji kopi. Untuk menghasilkan kopi yang bercita rasa baik terdapat beberapa proses salah satunya adalah proses penyangraian.

Analisis citra tentang kualitas maupun kerusakan biji kopi menjadi salah satu yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti, seperti Faridah, dkk (2013) yang telah meneliti kualitas determinasi biji kopi berdasarkan parameter gambar. Penelitian tersebut dilakukan dengan ekstraksi data parameter citra biji kopi beras dalam bentuk tekstur (energi, entropi, kontras, homogenitas) dan warna (RGB) dan menentukan mutu biji kopi berdasarkan parameter citra dengan menerapkan algoritma jaringan syaraf tiruan, dengan akurasi mencapai 100%. Carmelita A., dkk (2018) telah meneliti tentang klasifikasi biji kopi berdasarkan tipe kerusakan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM).

Salah satu tahapan penting dalam pengolahan biji kopi adalah proses penyangraian. Proses penyangraian dilakukan untuk pembentukan aroma serta cita rasa khas kopi dari dalam biji kopi tersebut (Heryanto, T. A. 2019). Apabila proses sangrai dilakukan pada suhu dan waktu penyangraian yang tepat maka hal itu dapat meningkatkan kualitas biji kopi (Edvan, B.T., dkk, 2016). Penyangraian kopi adalah operasi kesatuan yang penting untuk mengembangkan sifat organoleptik spesifik (rasa, warna dan aroma) yang menopang kualitas kopi. Proses penyangraian relatif akan lebih mudah dikendalikan jika biji kopi memiliki keseragaman ukuran, tekstur, *specific gravity*, struktur kimia dan kadar air. Namun pada kenyataannya, terdapat perbedaan yang besar pada setiap biji kopi, sehingga proses penyangraian menjadi suatu seni yang memerlukan keterampilan serta pengalaman sebagaimana permintaan konsumen (Joko, Lumbanbatu, & Sri, 2009). Beberapa tahapan dalam proses penyangraian adalah (Hoffmann, 2018) :

1) Tahap *Drying* (Pengerangan)

Jadi Tahapan pertama yang akan terjadi saat biji kopi yang masih raw (mentah) dimasukkan ke dalam mesin sangrai adalah terjadinya penyerapan panas oleh biji kopi, lalu kandungan air akan mulai menguap. Pada proses pengeringan ini dibutuhkan panas serta energi yang besar.

2) Tahap *Yellowing* (Penguningan)

Pada tahap penguningan ini terjadi reaksi pencoklatan pada biji kopi karena kandungan air yang tersisa telah dikeluarkan dari biji kopi. Ketika ada dalam tahapan ini, biasanya biji kopi masih padat serta memiliki sedikit aroma beras basmati. Kondisi seperti ini yang membuat biji kopi terasa agak ganjil, seperti berada dalam kombinasi rasa pahit dari luar namun terasa agak asam di dalamnya.

3) Tahap *First Crack* (Pecahan Pertama)

Pada saat air dan gas karbondioksida mencapai puncak tekanan, biji kopi mulai terbuka dan biji kopi akan mulai terpecah. Proses ini dikenali melalui bunyi atau suara renyah, yang terdengar seperti bunyi kacang pecah. Ketika berada di tahapan ini karakter dan rasa-rasa familiar pada biji kopi mulai terbentuk dan berkembang.

4) Tahap *Roast Development* (Perkembangan Penyangraian)

Setelah *cracking* pertama, tekstur biji kopi cenderung menjadi semakin lembut di permukaan tapi belum secara keseluruhan. Fase sangrai ini menentukan warna akhir dari biji kopi dan termasuk juga “derajat” sangrai-nya. Menurut National Coffee Association (1911) kualitas kopi sangrai yang baik dapat diklasifikasikan menjadi kategori jenis *light roast*, *medium roast* dan *dark roast*. Ketiga klasifikasi tersebut sangat bergantung oleh temperatur biji kopi saat proses penyangraian berlangsung.

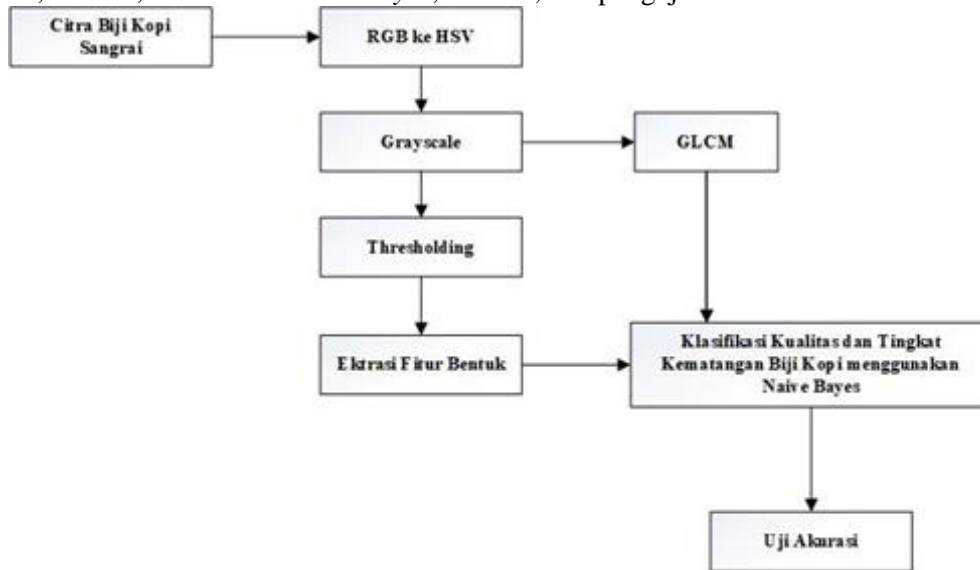
5) Tahap *Second Crack* (Pecahan Kedua)

Pada tahapan ini, biji kopi terpecah kembali untuk kedua kalinya, tetapi bunyi yang terdengar lebih ringan dan lembut. Saat mencapai fase ini, minyak alami pada biji kopi biasanya akan muncul di permukaan biji kopi. Banyak karakter *acidity* kopi yang hilang pada fase ini, sekaligus juga rasa-rasa jenis baru berkembang pada tahap ini.

2. METODE

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data berupa gambar digital 2D dari sangraian biji kopi. Sampel biji kopi berasal dari jenis *Arabica*. Pengumpulan dan akuisisi data citra sangraian biji kopi dijadikan sebagai data latih. Sebelum gambar dideteksi, gambar yang akan diproses

berlaku sebagai data uji harus melalui beberapa tahap diantaranya: *grayscale*, *hresholding*, ekstraksi fitur bentuk, GLCM, Klasifikasi *Naïve Bayes*, analisis, dan pengujian akurasi.



Gambar 1. Rancangan sistem penelitian

2.1. Pengumpulan dan Akuisisi Data

Data berupa gambar digital 2D dari sangraian biji kopi jenis *Arabica*. Sangraian biji kopi ditempatkan di atas kertas putih dan gambar diambil dengan kamera telepon genggam *iPhone 8*. Kamera diletakkan 30 cm di atas permukaan objek. Sisi depan dan belakang biji diambil. Tingkat kecerahan pencahayaan dibantu dengan menggunakan cahaya alami matahari dan cahaya *blitz* kamera.

Pengumpulan dan akuisisi data citra sangraian biji kopi dijadikan sebagai data latih, sejumlah 3 contoh citra yang mewakili tingkat kematangan dan kualitas sangraian biji kopi yang bagus yaitu biji kopi dengan tingkat kematangan *light* (Gambar 2), biji kopi dengan tingkat kematangan *medium* (Gambar 3), biji kopi dengan tingkat kematangan *dark* (Gambar 4), contoh citra yang mewakili kualitas sangraian biji kopi utuh (Gambar 5) dan citra biji kopi mewakili yang rusak dari masing2 tingkat kematangan biji kopi hasil sangrai (Gambar 6).



Gambar 2.
Biji kopi dengan
kematanga light



Gambar 3.
Biji kopi dengan
kematangan medium



Gambar 4.
Biji kopi dengan
kematangan dark

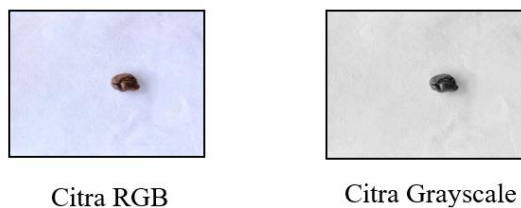


Gambar 5. Jenis biji kopi utuh



Gambar 6. Sangraian biji kopi rusak

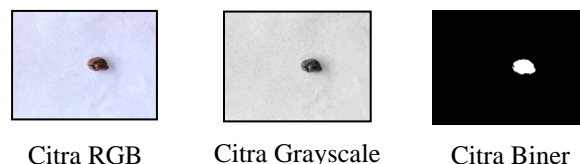
Gambar asli sebagai data uji dimasukkan ke dalam sistem. Warna asli dari gambar akan dikonversi dari *Red, Green, Blue* (RGB) menjadi hitam putih (*grayscale*). Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas (Noor Santi. 2011). Warna yang dimiliki adalah warna hitam, keabuan, dan putih. Tingkat keabuan pada biji kopi merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga hampir menyerupai putih. Tujuan perhitungan nilai keabuan adalah mempermudah proses selanjutnya yaitu proses *thresholding*. Hasil dari proses ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil konversi rgb ke grayscale

2.2. Thresholding

Thresholding adalah mengubah citra menjadi citra biner. *Thresholding* melihat pada setiap pixel kemudian memutuskan apakah dibuat putih (255) atau hitam (0). Keputusan ini secara umum dibuat dengan cara membandingkan nilai numerik pixel dengan nilai tertentu yang disebut dengan *threshold*. Jika nilai pixel lebih kecil daripada *threshold*, maka pixel tersebut diubah menjadi 0, sebaliknya yang lain diubah menjadi 255. Hal ini juga dapat dilakukan sebaliknya. *Thresholding* adalah proses penyederhanaan citra dari tingkat keabuan menjadi warna biner sehingga berdasarkan tingkat keabuannya pixel-pixel dibagi menjadi latar dan objek *interest*. Tujuan *thresholding* adalah untuk memisahkan objek dengan latar belakang. Hal ini dilakukan dengan cara mengubah intensitas pixel-pixel dari suatu citra yang ada menjadi hanya 2 intensitas yaitu hitam dan putih. Hasil dari proses ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 8. Hasil *thresholding*

2.3. Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi ciri dilakukan berdasarkan pada parameter metric, contrast, energy, homogeneity, dan entropy. Pada tahap ekstraksi ciri analisa kualitas biji kopi dilakukan ekstraksi ciri bentuk dan GLCM dengan parameter metric, contrast, energy, homogeneity, dan entropy. Tahap selanjutnya adalah mencari hasil ekstraksi ciri untuk seluruh data latih tersebut kemudian dijadikan sebagai nilai masukan dalam proses klasifikasi.

2.4. Ekstraksi Fitur Bentuk

Bentuk adalah suatu fitur citra yang digunakan untuk mendeteksi objek atau batas wilayah. Fitur bentuk dari suatu citra digital dapat ditentukan oleh tepi atau besaran momentnya. Pada fitur ini besaran moment digunakan oleh banyak peneliti dengan memanfaatkan nilai transformasi fourier citra. Dalam menentukan fitur bentuk, proses yang bisa digunakan yaitu diantaranya deteksi tepi, thresholding, segmentasi dan perhitung moment (seperti mean, median dan standard deviasi dari setiap lokal citra) (Irianto, Suhendro Y., 2016).

2.5. Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) merupakan metode yang telah terbukti menjadi descriptor tekstur yang efektif serta memiliki akurasi dan waktu komputasi yang lebih baik dari metode ekstraksi tekstur lainnya (Siqueira, et al., 2013).

2.6. Analisis

Pada analisa kualitas biji kopi, data yang digunakan adalah berupa citra biji kopi yang terdiri dari 2 tingkat kualitas yaitu baik dan tidak baik. Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari dua tahapan utama yaitu pelatihan dan pengujian. Jumlah data citra biji kopi yang digunakan berjumlah 90 citra. Proses pembagian data menggunakan *k-fold cross validation* dengan jumlah 60 data untuk pelatihan dan 30 data untuk pengujian. Cross Validation adalah metode untuk memperkirakan kesalahan prediksi untuk evaluasi kinerja model. Dalam cross validation dikenal sebagai estimasi rotasi, dengan membagi data menjadi himpunan bagian k dengan ukuran yang hampir sama, model dalam klasifikasi dilatih dan diuji sebanyak k. Disetiap pengulangan, salah satu himpunan bagian akan digunakan sebagai data penguji dan sub kelompok data k lainnya berfungsi sebagai data pelatihan (Nurhayati, et al., 2014). Skenario *cross validation* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Skenario pertama data gambar1.jpg sampai data gambar60.jpg digunakan sebagai data latih. Data gambar61.jpg sampai data gambar90.jpg digunakan sebagai data uji.
2. Skenario kedua data gambar31.jpg sampai data gambar90.jpg digunakan sebagai data latih. Data gambar1.jpg sampai data gambar30.jpg digunakan sebagai data uji.
3. Skenario ketiga data gambar1.jpg sampai data gambar30.jpg dan data gambar61 sampai data gambar90.jpg digunakan sebagai data latih. Data gambar31.jpg sampai data gambar60.jpg digunakan sebagai data uji.

2.7. Klasifikasi

Tahap klasifikasi menggunakan algoritma *Naive Bayes* dengan menentukan masing-masing nilai dari kelas tingkat kematangan biji kopi sangrai dan kelas kualitas biji kopi sangrai dilakukan dengan perhitungan distribusi normal masing-masing data latih dan data uji. *Naive Bayes Classifier* merupakan sebuah metoda klasifikasi yang berakar pada teorema Bayes. Metode pengklasifikasian dengan menggunakan metode probabilitas dan statistik yg dikemukakan oleh ilmuwan Inggris Thomas Bayes, yaitu memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya sehingga dikenal sebagai Teorema Bayes (Karami, Amin. 2011).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini akan diimplementasikan dengan menggunakan Matlab 2016. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat melakukan analisis citra digital untuk mendeteksi tingkat kematangan dan kualitas hasil sangraian biji kopi menggunakan ekstraksi fitur bentuk dan GLCM. Pada analisa kualitas biji kopi objek yang berhasil teridentifikasi akan diberi label sebagai sangraian biji kopi yang bagus “baik” atau sangraian biji kopi yang rusak “tidak baik”. Untuk mendapatkan hasil, harus melalui beberapa tahap yaitu: memasukkan data uji, mengkonversi warna citra data uji menggunakan teknik *grayscale*, melakukan segmentasi untuk memisahkan objek dengan latar belakangnya, dan terakhir menganalisis hasil ekstraksi fitur bentuk dan GLCM menggunakan nilai dari parameter masing-masing ekstraksi citra untuk menentukan apakah hasil sangraian biji kopi tersebut termasuk “baik” atau “tidak baik”. Untuk akurasi yang didapatkan pada analisa kualitas biji kopi dapat dilihat pada table 1 di bawah ini :

Tabel 1. Akurasi pelatihan dan pengujian pada analisa kualitas biji kopi masing-masing skenario

Skenario	Akurasi (%)	
	Pelatihan	Pengujian
1	88	70
2	85	90
3	75	85

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan analisis kualitas biji kopi menggunakan teknik pengolahan citra digital. Sistem dikembangkan untuk mengklasifikasi kualitas biji kopi yang terdiri dari dua kelas kategori yaitu biji tidak baik dan biji baik. Sistem analisis yang dikembangkan dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahapan pelatihan dan tahapan pengujian. Pengolahan citra diawali dengan membaca citra rgb, me-resize ukuran citra, mengkonversi citra RGB menjadi citra grayscale, melakukan segmentasi dengan metode thresholding, melakukan ekstraksi ciri berdasarkan bentuk, tekstur, dan warna, serta proses terakhir yaitu melakukan klasifikasi menggunakan algoritma *Naive Bayes*. Berdasarkan hasil penelitian pada analisis kualitas biji kopi diperoleh akurasi pelatihan tertinggi sebesar 88% dan akurasi pengujian tertinggi sebesar 90%. Akurasi tersebut menunjukkan bahwa metode yang dikembangkan pada penelitian ini cukup baik dalam menganalisis kualitas biji kopi. Sistem yang dikembangkan juga dibuat dalam tampilan antarmuka sehingga memudahkan pengguna dalam pengoperasian.

Saran untuk pengembangan sistem analisis tingkat kematangan dan kualitas biji kopi yang perlu ditingkatkan di antaranya adalah:

1. Mengembangkan algoritma segmentasi, ekstraksi ciri, dan klasifikasi sehingga diperoleh sistem yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi
2. Memperbanyak dataset citra biji kopi
3. Mengembangkan prototype analisis tingkat kematangan dan kualitas biji kopi dengan divalidasi oleh pakar kopi sehingga diperoleh prototype yang handal dan terpercaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiansyah. (2015). Pengolahan Citra Penginderaan Jauh Menggunakan ENVI 5.1 dan ENVI LiDAR. Jakarta Selatan.
- [2] Asmara, R. A., & Heryanto, T. A. (2019). Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur. Seminar Informatika Aplikatif (SIAP), 316–322. Retrieved from <http://jurnalti.polinema.ac.id/index.php/SIAP/article/view/581>
- [3] Carmelita A, Hidekazu FUKAI. (2018). Classification of Coffee Bean Images Based on Defect Types using SVM. TAJST, 2018; 1: 181–187
- [4] Elex Media Komputindo. (2013). Komputer Wahana. Ragam Aplikasi Pengolahan Image dengan Matlab. Jakarta.
- [5] Faridah, Gea OF, Parikesit, Ferdiansjah. (2011). Coffee Bean Grade Determination Based on Image Parameter. TELKOMNIKA, 2011; 9(3): 547–554.
- [6] Food and Agriculture Organization of United Nation (FAO). (2013). <http://faostat.fao.org>.
- [7] Irianto, Suhendro. (2016). "Analisa Citra Digital Dan Content Based Image Retrieval"
- [8] James Hoffmann. (2018). The World Atlas of Coffee "From Beans to Brewing"- Coffees Explored, Explained and Enjoyed". Inggris. Firefly Books. 2018. Hal: 256
- [9] Joko, N., Lumbanbatu, J., & Sri, R. (2009). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta. Seminar Nasional Dan Gelar Teknologi PERTETA, 6(2006), 217–225.
- [10] Karami, Amin. (2011). Utilization and Comparison of Multi Attribute Decision Making Techniques to Rank Bayesian Network Options. Master Degree Project in Informatics One year Level ECTS 30 Spring Term Year 2011
- [11] Noor, S. C. (2011). Mengubah Citra Berwarna Menjadi Grayscale Dan Citra Biner. Jurnal Teknologi Informasi Dinamik. Vol.16 No.1.
- [12] Nurhayati, Iwan K, Hadihardaja, Indratmo Soekarno., & M. Cahyono. (2014). A Study of Hold-Out and K-Fold Cross Validation for Accuracy of Groundwater Modeling in Tidal Lowland Reclamation Using Extreme Learning Machine. 2nd International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment. pp: 228 – 233

- [13] Siqueira, F. R. d., Schwartz, W. R. & Pedrini, H., (2013). Multi-scale Gray Level Co- occurrence Matrices for Texture Description. *Neurocomputing*, Volume 120, pp. 336-345.
- [14] Thomas Edvan, B., Edison, R., Made Same, D., Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan dan, M., & Pengajar Jurusan Budidaya, S. (2016). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian pada. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 4(1), 31–40.
- [15] Yang, J & Miao, Z. (2016). On the Image Enhancement Histogram Processing. 2016 3rd International Conference on Informative and Cybernetics for Computational SocialSystems (ICCSS). School Electronics and Information Engineering. Liaoning University of Technology China.