

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No.2, Agustus 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 2 Agustus 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof. Dr. Ir. Kamaruddin Abdullah, IPU. (Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Agus Buono, MSi, MKom (Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ery Suhartanto, ST.,MT (Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya), Prof.Dr.Ir.Hj. Nurpilihan Bafdal, MSc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Satyanto Krido Saptomo, STP.,M. Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Yohanes Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Asri Widyasanti, STP.,M.Eng (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App., Sc., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Kurniawan Yuniarto, STP.,MP (Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram), Dr.Ir. Sugiarto, MSi (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Klasifikasi Inti Sawit Berdasarkan Analisis Tekstur dan Morfologi Menggunakan *K-Nearest Neighborhood* (KNN)

Palm Kernel Classification Based on Texture and Morphological Image Analysis Using K-Nearest Neighborhood (KNN)

Okta Danik Nugraheni, Departemen Pertanian dan Pangan, mahasiswa pascasarjana
Institut Pertanian Bogor. Email: oktadanik@yahoo.com

I Wayan Astika, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor,
Email: wayanastikaipb@yahoo.co.id

I Dewa Made Subrata, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor,
Email: dewamadesubrata@yahoo.com

Abstract

As the by product of palm oil, palm kernel contains high-quality oil. The manual inspection has low efficiency, subjective and inconsistent results due different perspectives between the buyer and the seller regarding the kernel quality. This research aims to determine the quality of palm kernel using the texture and morphological image analysis. Texture analysis performed on the kernel images separation to obtain the value of the mean, variance, skewness, kurtosis, entropy, energy, contrast, correlation, and homogeneity. Morphology analysis performed on the kernel images separation to obtain the value of the area, perimeter, metrics, and eccentricity. The classification was performed by KNearest Neighbor (KNN) method. Based on a simulation, the classification system could classify the palm kernel into the whole kernels, broken, and shells. The highest accuracy of 66.59 % was obtained by using a combination of mean and morphology when k was 1.

Keywords: *palm kernel, image processing, texture, morphology, KNN*

Abstrak

Sebagai produk samping dari buah kelapa sawit, inti sawit mengandung minyak berkualitas tinggi. Penentuan mutu inti secara manual seringkali mengakibatkan terjadi konflik antar pembeli dan penjual. Proses penentuan mutu secara manual memiliki kekurangan pada rendahnya efisiensi, subjektif, dan tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kualitas inti sawit menggunakan analisis tekstur dan morfologi. Analisis tekstur dilakukan terhadap hasil pemisahan untuk mendapatkan nilai *mean, variance, skewness, kurtosis, entrophy, energy, contrast, correlation, dan homogeneity*. Analisis morfologi dilakukan terhadap hasil pemisahan untuk mendapatkan nilai *area, perimeter, metric, dan eccentricity*. Dalam penelitian ini, metode klasifikasi yang digunakan adalah metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Berdasarkan simulasi, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat diklasifikasikan menurut inti utuh, inti pecah, dan cangkang. Akurasi tertinggi 66.59% diperoleh dengan menggunakan kombinasi *mean* dan morfologi ketika *k* adalah 1.

Kata kunci: inti sawit, pengolahan citra, tekstur, morfologi, KNN

Diterima: 13 Juni 2016; Disetujui: 30 Mei 2017

Latar Belakang

Inti sawit merupakan produk samping hasil pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) yang masih memiliki nilai jual tinggi. Inti sawit (*kernel*) dapat diolah lebih lanjut untuk pembuatan minyak inti sawit. Menurut USDA (2015) Indonesia memproduksi minyak inti sawit sebesar 3.78 *Milion Matrik Ton* (MMT) dan bungkil inti sawit sebesar 4.55 MMT. Hal

ini menunjukkan bahwa produksi inti sawit dan yang diperdagangkan di Indonesia mencapai 8.30 MMT.

Pada proses perdagangan inti sawit, pembeli mengambil inti sawit di pabrik pengolahan CPO dengan menggunakan truk. Sebelum truk keluar dari pabrik, inti sawit yang telah dimuat dalam truk dilakukan analisis mutu. Cara pengambilan contoh dan cara uji mengacu pada SNI inti sawit nomor 01-0002-1987. Menurut DSN (1987) standar mutu inti

sawit yang diperdagangkan terbagi ke dalam dua bagian, yaitu 1) mutu secara fisik yang terdiri atas kotoran (maksimal 6%), inti pecah (maksimal 15%) dan inti berubah warna (maksimal 40%); 2) mutu secara kimia terdiri atas kadar air (maksimal 8%), kadar minyak (minimal 46%) dan kadar asam lemak bebas (maksimal 3%).

Proses penentuan mutu inti sawit secara fisik dilakukan secara manual dengan memisahkan inti sawit menjadi 3 (tiga) bagian yaitu kotoran, inti pecah dan inti utuh (DSN 1987). Penentuan mutu inti sawit secara manual seringkali mengakibatkan terjadi konflik antar pembeli dan penjual, kondisi ini tentunya merugikan kedua belah pihak. Selain itu proses penentuan mutu secara manual memiliki kekurangan pada rendahnya efisiensi, objektivitas, dan tingkat konsistensi, sehingga perlu dilakukan pengembangan metode identifikasi mutu inti sawit yang baik dan akurat.

Beberapa peneliti telah mengembangkan metode pengolahan citra untuk pemutuan objek yang berbentuk biji-bijian dengan akurasi yang cukup baik berkisar antara 60 – 100% diantaranya pemutuan biji kopi (Sofi'l 2005; Soedibyo 2009), biji pala (Dinar 2012), biji kismis (Mollazade 2012) dan biji ginko (Ahmad 2013). Beberapa peneliti juga telah berhasil membangun sistem pemutuan bijian secara otomatis yang terdiri atas mesin inspeksi otomatis berbasis pengolahan citra (Wan 2002; Soedibyo 2010) meskipun sistem mesin tersebut masih membutuhkan investasi yang cukup besar. Sebagian besar dari penelitian tersebut dikembangkan menggunakan algoritma *Artificial Neural Networks (ANN)*. Menurut Arifin (2012) klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor (KNN)* lebih mudah dan lebih handal untuk direpresentasikan dibandingkan dengan algoritma lain seperti *Support Vector Machines (SVM)*, *Naive Bayesian (NB)* dan *Artificial Neural Networks (ANN)* namun KNN membutuhkan alokasi memori yang besar karena tidak membangun model klasifikasi dalam prosesnya.

Penampakan dari inti sawit utuh, pecah dan kotoran dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan karakteristik kekasaran permukaan sehingga pada penelitian ini penentuan mutu citra inti sawit dilakukan melalui analisis tekstur dan morfologi

yang selanjutnya klasifikasi prediksi ketepatan mutu inti sawit dilakukan menggunakan KNN.

Bahan dan Metode

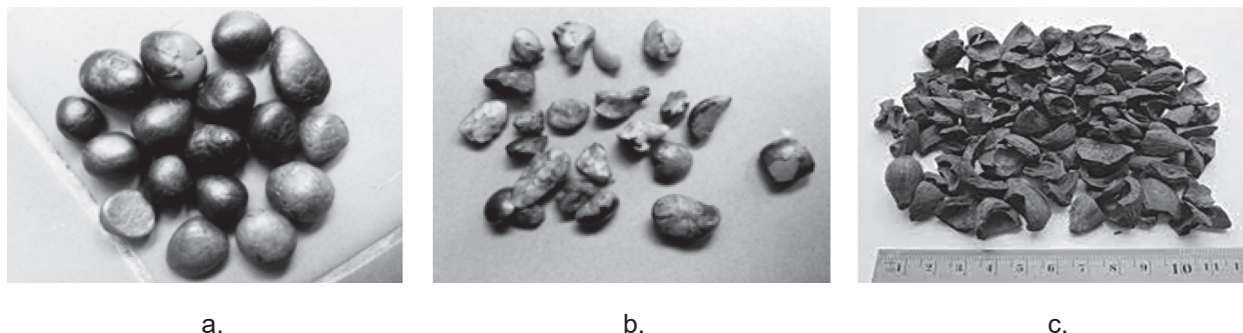
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah inti sawit (*kernel*) yang diperoleh dari pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) PTPN VII Cikasungka, Jawa Barat. Sampel diambil secara acak sebanyak 5 – 10 kg dari tumpukan inti sawit dan dimasukkan ke dalam kantong kertas, kemudian diambil sampel sebanyak 1 kg dengan metode *quartering*. Selanjutnya dilakukan pemisahan biji utuh, biji pecah, dan kotoran seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Total sampel yang digunakan sebanyak 2236 inti, yang dibagi menjadi dua bagian yaitu untuk data latih masing-masing 961 biji utuh, 606 biji pecah, dan 226 kotoran, dan untuk data uji masing-masing 190 biji utuh, 147 biji pecah, dan 106 kotoran.

Peralatan yang digunakan adalah kamera *handphone* merk Samsung Galaxy Mega 6.3 dengan spesifikasi kamera 8 MP, yang dipasangkan dengan dua buah lampu neon berdaya 10W, dengan jarak lensa dan obyek 300 mm. Sebuah komputer digunakan untuk perekaman dan pengolahan citra. Citra direkam dalam resolusi 3264x1836 piksel dalam format JPG dan dianalisis menggunakan program komputer yang dibangun menggunakan Matlab R2014a di atas Sistem Operasi Windows 7. Meja pengambilan sampel tampak pada Gambar 2.

Pengolahan dan Analisis Citra

Proses analisa dan pengolahan citra dilakukan dengan bantuan *software Matlab R2014a* dengan *script* program pengolah citra yang terdapat dalam *toolbox image processing*. Tahap analisa warna dengan matlab dimulai dengan pembacaan *file* citra, merubah ukuran citra asli menjadi 1632x918 *pixel*, kemudian dilakukan proses *segmentasi* citra untuk membersihkan citra dari *noise* kecil yang tidak dapat dihindari dalam proses *binerisasi*. Selanjutnya dilakukan pelabelan untuk masing-masing objek dengan memanfaatkan *toolbox regionprops*. Setelah mendapatkan posisi masing-masing objek, dilakukan proses *cropping* citra asli



Gambar 1. Pengelompokan inti sawit.

sesuai dengan label masing-masing dan diubah dalam *mode grayscale*.

Analisis Tekstur

Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (*roughness*), granularitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktural piksel yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi objek atau daerah yang diinginkan. Pada tahap ini dilakukan analisis tekstur dengan ekstraksi ciri statistik ordo satu dan ordo dua, nilai-nilai hasil dari ekstraksi ciri statistik ordo pertama dihitung dengan beberapa parameter ciri statistik. Parameter tersebut antara lain adalah *mean* (μ) yang menunjukkan ukuran *dispersi* dari suatu citra yang ditunjukkan pada Persamaan 1 dimana f_n merupakan suatu nilai intensitas keabuan, sementara $p(f_n)$ menunjukkan nilai histogram (probabilitas kemunculan intensitas tersebut). *Variance* (σ^2) yang merupakan variasi elemen pada histogram dari suatu citra ditunjukkan pada Persamaan 2. *Skewness* (σ_3) atau tingkat kemencengan relatif kurva histogram dari suatu citra ditunjukkan pada Persamaan 3. *Kurtosis* (σ_4) yang menyatakan tingkat keruncingan relatif kurva histogram dari suatu citra ditunjukkan pada Persamaan 4. *Entropy* (H) yang menyatakan ukuran ketidakteraturan bentuk dari suatu citra ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$\mu = \sum_n f_n p(f_n) \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n) \quad (2)$$

$$\sigma_3 = \frac{1}{\sigma_3} \sum_n (f_n - \mu)^3 p(f_n) \quad (3)$$

$$\sigma_4 = \frac{1}{\sigma_4} \sum_n (f_n - \mu)^4 p(f_n) - 3 \quad (4)$$

$$H = -\sum_n p(f_n)^2 \cdot \log p(f_n) \quad (5)$$

Ekstraksi ciri statistik ordo kedua lebih banyak digunakan apabila ekstraksi ciri statistik ordo pertama belum cukup mengenali perbedaan antar citra. Pada umumnya ekstraksi ciri statistik ordo dua biasa disebut dengan *gray level co-occurrent matrix (GLCM)*. Kookurensi berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut 45° , yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel. Matriks kookurensi merupakan matriks bujursangkar dengan jumlah elemen sebanyak kuadrat jumlah level intensitas piksel pada citra. Setiap titik (p, q) pada matriks kookurensi

berorientasi θ berisi peluang kejadian piksel bernilai p bertetangga dengan piksel bernilai q pada jarak d serta orientasi θ dan $(180-\theta)$. Ciri statistik orde kedua dapat dihitung dari matriks kookurensi rata-rata, antara lain : *energy*, *contrast*, *correlation*, dan *homogeneity*. Energi atau biasa disebut juga dengan *Angular Second Moment* menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra yang ditunjukkan pada Persamaan 6 dimana $p(i, j)$ menyatakan nilai pixel pada baris I dan kolom J pada matriks kookurensi. Kontras menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual pada Persamaan 7, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra. *Correlation* pada Persamaan 8 menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra, dimana μ_x dan μ_y menyatakan nilai rata-rata elemen baris dan kolom pada matriks $p(i, j)$, sedangkan σ_x dan σ_y menunjukkan nilai standar deviasi pada elemen baris dan kolom pada matriks $p(i, j)$. Homogenitas atau biasa disebut juga dengan *invers different moment* menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen memiliki nilai IDM yang besar (Persamaan 9).

$$energy = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \quad (6)$$

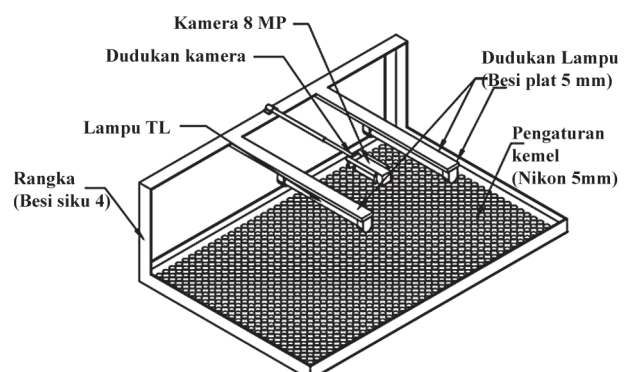
$$CON = \sum_{|i-j|} (i - j)^2 [\sum_i \sum_j \{p(i, j)\}] \quad (7)$$

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (i, j) \cdot p(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (8)$$

$$homogeneity = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \quad (9)$$

Analisis Ciri Morfologi

Tahap selanjutnya adalah mendapatkan ciri-ciri morfologi inti sawit. Ada beberapa fitur dari bentuk yang dapat dihitung seperti: *area* yang dihitung berdasarkan banyaknya piksel yang menempati objek citra, sedangkan *perimeter* (batas objek)



Gambar 2. Meja pengambilan citra inti sawit.

Tabel 1. Perhitungan tabel *confusion matrix*.

Confussion Matrix		Predicted Class			User Accuracy(%)
		Utuh	Pecah	Kotoran	
Actual Class	Utuh	TRUE	FALSE	FALSE	
	Pecah	FALSE	TRUE	FALSE	
	Kotoran	FALSE	FALSE	TRUE	
Producer Accuracy(%)					Over all Accuracy

dihitung berdasarkan banyaknya piksel di sekeliling objek. Berdasarkan fitur *area* dan *perimeter* dapat juga dihitung nilai- nilai fitur morfologi lainnya, yang digunakan pada penelitian ini adalah *metric* dan *eccentricity*. *Metric* merupakan sebuah besaran yang menunjukkan tingkat kebulatan bentuk suatu objek. Nilai $metric = 4\pi \times area / (perimeter)^2$. Nilai ini berkisar antara 0 hingga 1. Semakin bulat suatu objek, maka nilai *metric*-nya semakin mendekati 1. *Eccentricity* adalah perbandingan panjang antara major dan minor axis. Nilai *eccentricity* dari sebuah daerah yang berbentuk *elips* dapat dituliskan pada Persamaan 10, dimana *e* adalah nilai *eccentricity*, *a* adalah panjang dari major axis, dan *b* adalah panjang dari minor axis.

$$e = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2} \tag{10}$$

Penentuan Kombinasi Ciri

Pada tahap pengujian, setelah tahap ekstraksi ciri kemudian ditentukan ciri-ciri yang akan digunakan. Penentuan dilakukan dengan cara menguji akurasi ciri masing-masing fitur orde pertama dan orde kedua untuk dikombinasikan dengan ciri morfologi. Selanjutnya melakukan dua kombinasi antara ciri statistik yang memiliki akurasi lebih dari 50% dengan ciri morfologi. Setelah didapatkan akurasi masing-masing dari kombinasi ciri, kemudian dianalisis kombinasi ciri yang menghasilkan akurasi tertinggi.

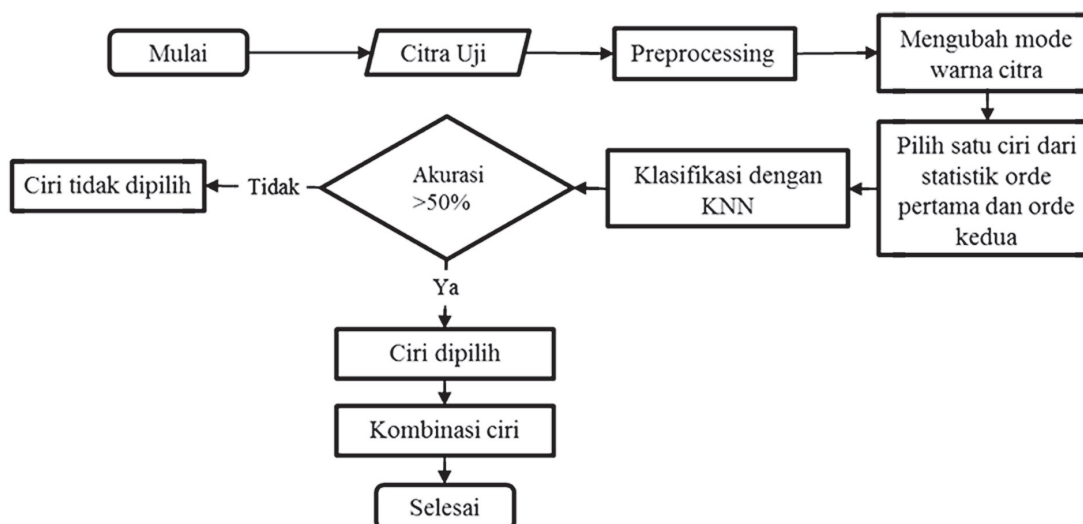
Pengujian untuk mendapatkan akurasi dilakukan dengan menggunakan *K-Nearest Neighbor*. Tahapan penentuan kombinasi ciri ditampilkan pada Gambar 3.

Klasifikasi KNN

KNN adalah salah satu metode klasifikasi yang berbasis pembelajaran. KNN membandingkan data uji yang diberikan dengan data latih yang sama. Setiap data merepresentasikan sebuah titik dalam kelas. Data latih disimpan dalam kelas yang telah ditentukan. Ketika diberikan data yang tidak diketahui kelasnya, KNN akan mencari pola sebanyak *k* data latih yang dekat dengan data yang belum memiliki kelas. Sehingga kinerjanya sangat tergantung pada metrik jarak yang digunakan untuk mengidentifikasi tetangga terdekat (Weinberger et al. 2006). Pada penelitian ini nilai *k* yang dipilih adalah 1, 3, 5 dan 7. Selanjutnya dibandingkan nilai *k* mana yang mendapatkan akurasi tertinggi.

Sebagian besar pengklasifikasi KNN menggunakan jarak *euclidian* sederhana untuk mengukur perbedaan-perbedaan antara contoh yang direpresentasikan sebagai input vektor. Misalkan terdapat dua data, yaitu $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ dan $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, maka jarak *euclidian*-nya adalah :

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_{rx} - a_{ry})^2} \tag{11}$$



Gambar 3. Tahapan proses klasifikasi.

Confussion Matrix

Confusion Matrix digunakan untuk evaluasi kinerja model klasifikasi yang berdasarkan pada kemampuan akurasi prediktif suatu model (Nursalim *et al.* 2014). Akurasi dinyatakan dalam persentase, sehingga aturan dengan akurasi 100% artinya semua kasus yang tercakup oleh aturan klasifikasi, diklasifikasikan dengan benar ke dalam kelas yang diprediksinya.

Untuk mendapatkan nilai akurasi prediktif diperlukan perhitungan jumlah kasus yang diprediksikan dengan benar dan jumlah kasus yang diprediksikan dengan salah. Perhitungan tersebut ditabulasikan ke dalam tabel yang disebut *confusion matrix* (Tabel 1).

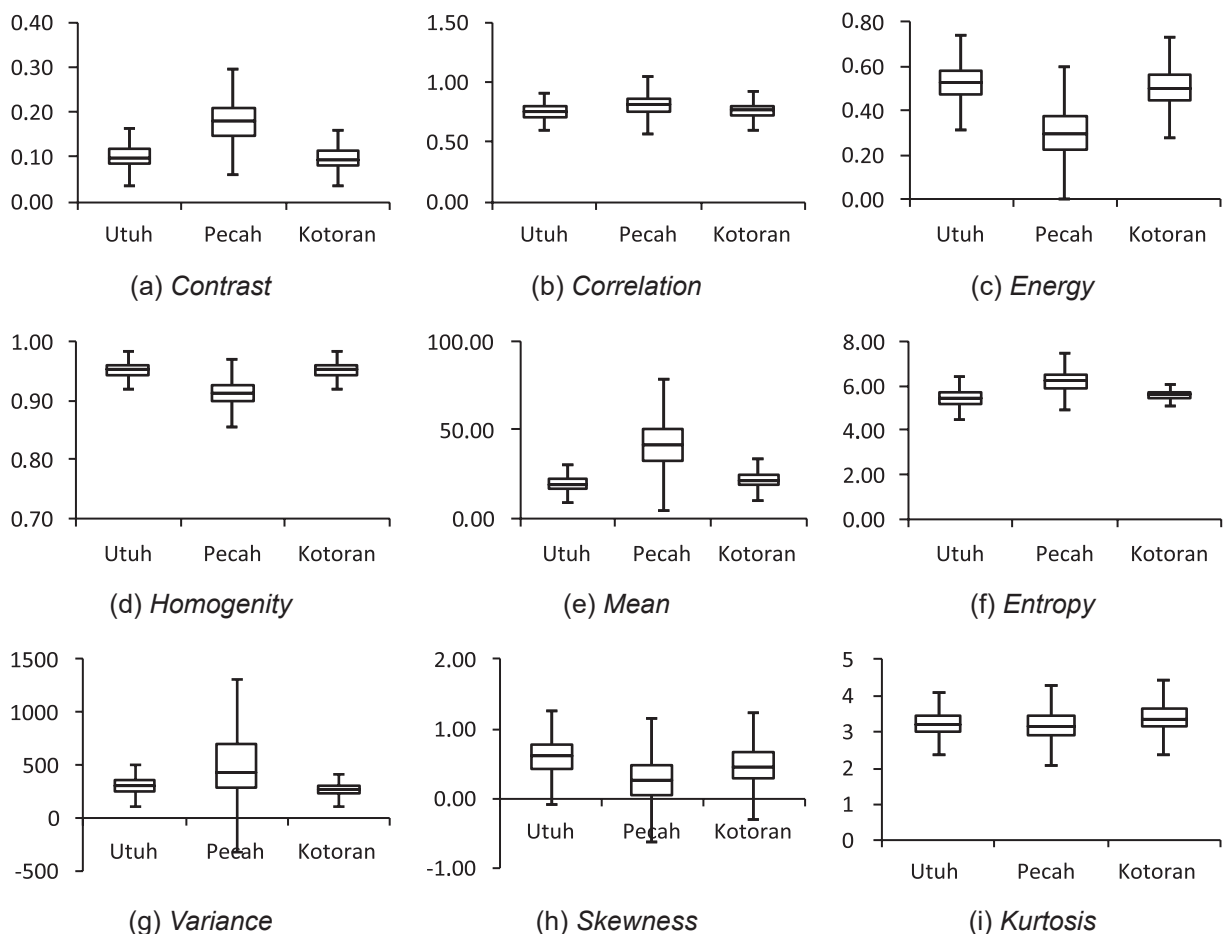
Hasil dan Pembahasan

Penampakan dari inti sawit utuh, pecah, dan kotoran dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan karakteristik kekasaran permukaan sehingga penentuan mutu inti sawit dilakukan menggunakan metode pengolahan citra digital melalui analisis tekstur dan morfologi. Citra dari inti utuh, pecah dan kotoran diubah menjadi citra keabuan, selanjutnya dilakukan ekstraksi ciri statistik untuk menganalisis tekstur permukaan yang akan menghasilkan data

ciri statistik orde satu yang terdiri atas nilai *mean*, *skewness*, *variance*, *kurtosis*, dan *entropy* dan orde dua yang terdiri atas nilai *contrast*, *corelation*, *energy*, dan *homogenity*. Sedangkan identifikasi morfologi menghasilkan data ciri morfologi berupa *area*, *perimeter*, *metric*, dan *eccentricity*. Klasifikasi prediksi ketepatan mutu inti sawit dilakukan menggunakan KNN. Kombinasi dari data ciri statistik dan morfologi untuk mendapatkan ketepatan prediksi yang terbaik dengan mengacu pada nilai ketetangaan (*k*).

Karakteristik Citra Inti Sawit

Secara lengkap karakteristik citra inti sawit untuk masing-masing kategori pada masing-masing parameter karakteristik ciri statistik morfologi ditampilkan pada Gambar 3. Berdasarkan karakteristik tersebut terlihat bahwa parameter morfologi berada pada rentang yang bervariasi meskipun sebagian besar terlihat beririsan. Begitu juga dengan parameter morfologi pada Gambar 4. Hal ini tentunya sangat dipengaruhi oleh bentuk dan warna dari masing-masing kategori. Variasi ukuran dan warna ini yang menyebabkan terjadinya irisan pada karakteristik citra. Semakin besar irisan pada karakteristik citra yang terjadi, maka akan semakin sulit untuk menduga perbedaan setiap kategori. Pada kelompok kategori inti sawit dengan irisan yang

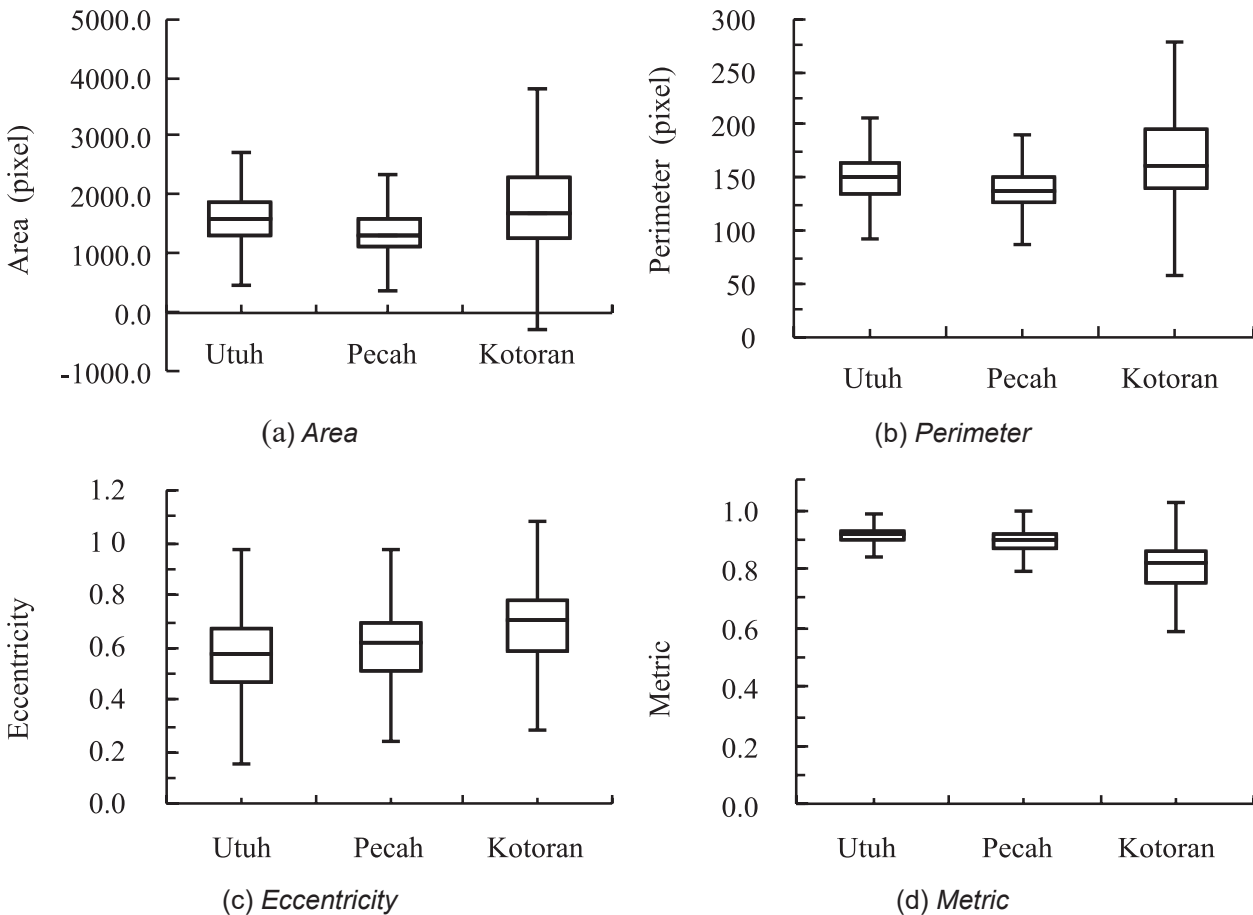


Gambar 4. Karakteristik parameter ekstraksi ciri statistik.

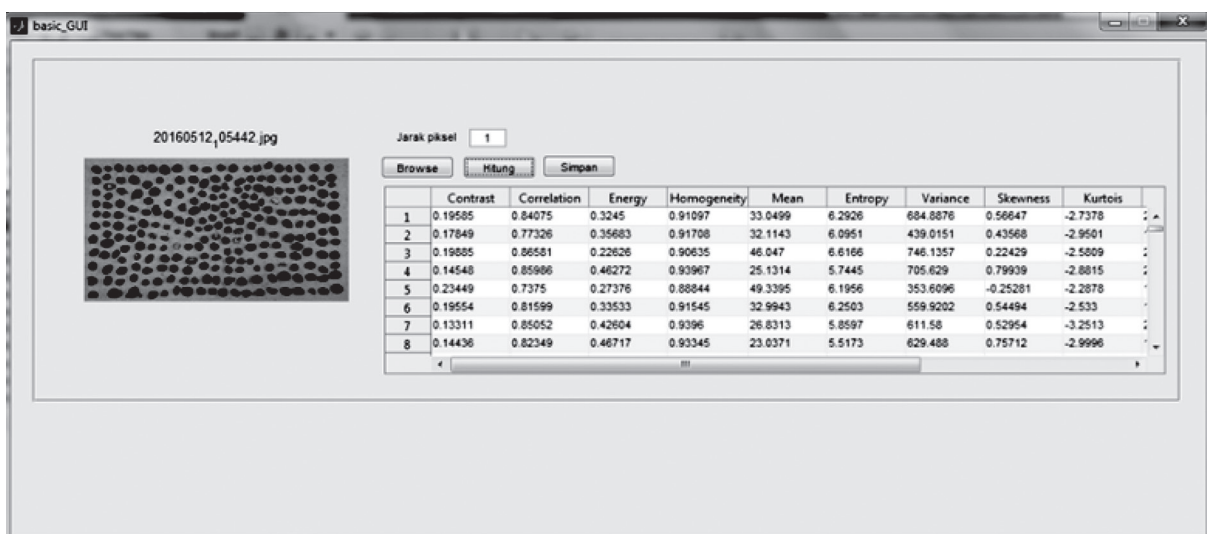
besar pada karakteristik warnanya tentunya akan menyulitkan dalam membedakan antar kategori tersebut. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan dalam pendugaan. Tampilan program pengolahan citra terdapat pada Gambar 5. Program tersebut hanya menghasilkan nilai-nilai dari parameter yang dibutuhkan, sedangkan untuk pengujian klasifikasi dilakukan tersendiri pada *script editor* yang baru.

Hasil Klasifikasi

Pengujian klasifikasi dilakukan dengan jumlah data uji sebanyak 190 biji utuh, 147 biji pecah, dan 106 kotoran. Proses klasifikasi dilakukan dengan metode *K-Nearest Neighbor*. Parameter klasifikasi *euclidean distance* pada simulasi ekstraksi ciri statistik orde pertama dan orde kedua menggunakan default $k = 1$. Hasil pengujian masing-masing fitur dengan akurasi masing-masing kategori ditampilkan



Gambar 5. Karakteristik parameter ekstraksi ciri morfologi.



Gambar 6. Tampilan program pengolahan citra pada Matlab.

Tabel 2. Perhitungan Akurasi dengan tabel *confussion matrix*.

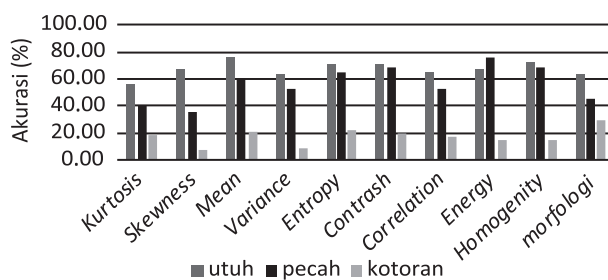
Confussion Matrix		Predicted Class			User Accuracy(%)
		Utuh	Pecah	Kotoran	
Actual Class	Utuh	155	17	18	81.57
	Pecah	27	99	21	67.35
	Kotoran	43	22	41	38.68
Producer Accuracy(%)		68.89	71.74	51.25	66.59

pada Gambar 6, untuk pemilihan fitur digunakan nilai akurasi dari keseluruhan nilai kategori biji utuh, biji pecah, dan kotoran yang ditampilkan pada Gambar 7. Dari Gambar 7 dapat dipilih atau ditentukan bahwa ada 5 ciri yang memberikan akurasi yang cukup signifikan, yaitu lebih dari 50 % pada ciri *mean*, *entropy*, *contrast*, *energy*, dan *homogeneity*.

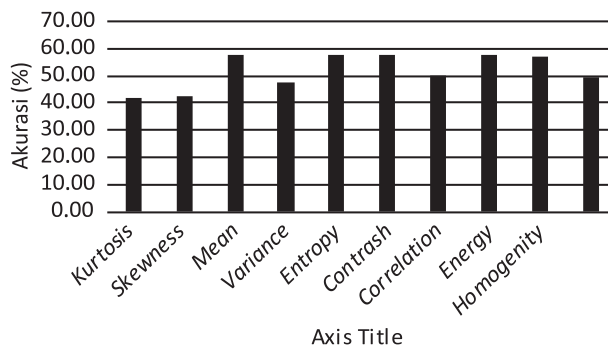
Nilai dari ciri ekstraksi fitur yang lebih dari 50% akan dikombinasikan dengan ciri morfologi untuk mendapatkan akurasi terbaik. Hasil klasifikasi dengan dua kombinasi dapat dilihat pada Gambar 8. Dari lima nilai kombinasi ciri, akurasi terbaik terdapat pada kombinasi antara ciri *mean* dan morfologi, yaitu kategori biji utuh 81.58%, biji pecah 67.35%, dan kotoran 38.68%. Nilai akurasi rata-rata pada kombinasi ciri *mean* dan morfologi adalah 66.59% paling tinggi dibandingkan dengan yang lain dimana nilai kombinasi ciri morfologi dengan *energy* adalah 49.89%, ciri morfologi dengan *homogeneity* 49.66%, ciri morfologi dengan *entropy* 51.47%, dan ciri morfologi dengan *contrast* 49.66%.

Perhitungan nilai akurasi pada kombinasi ciri *mean* dan *morfologi* dengan menggunakan *confussion matrix* ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil tabel *confussion matrix* diperoleh bahwa nilai *user accuracy* bervariasi, nilai paling rendah pada pendeteksian kategori kotoran. Rendahnya kategori kotoran disebabkan karena kotoran sebagian besar adalah cangkang sawit yang memiliki rongga dibagian tengahnya dan secara morfologi lebih banyak memiliki kemiripan dengan kategori utuh. Kesalahan klasifikasi tersebut mengakibatkan nilai *over all accuracy* menjadi sangat rendah.

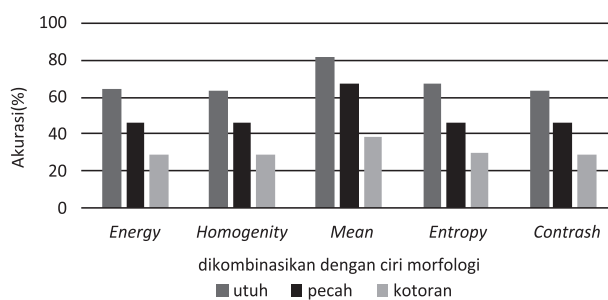
Nilai klasifikasi ini menggunakan *K-Nearest Neighbor* dengan metode jarak *euclidean* dimana pengukuran kemiripan dilakukan berdasarkan geometrik antar vektor latih dengan vektor uji. Pada Gambar 9 nilai *k* diuji pada 1, 3, 5, dan 7. Nilai akurasi rata-rata tertinggi diperoleh pada kombinasi ciri morfologi dengan *mean*, dengan nilai akurasi rata-rata tertinggi 66.59% pada *k* bernilai 1. Saat *k* dinaikkan lebih dari 1, daerah pencarian sampel latih menjadi lebih besar sehingga merusak lokalitas estimasi yang menyebabkan kesalahan klasifikasi yang semakin besar. Pada metode KNN, penggunaan nilai *k* yang besar memiliki keuntungan, yaitu menyediakan informasi



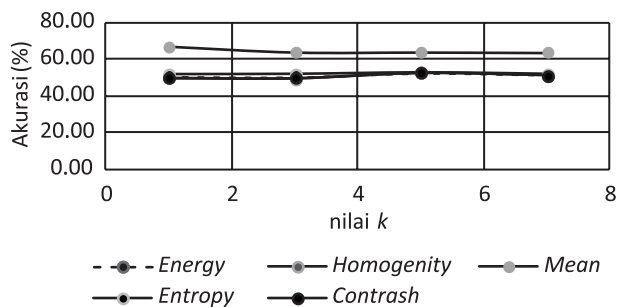
Gambar 7. Hasil klasifikasi KNN masing-masing ciri dengan masing-masing kategori.



Gambar 8. Hasil klasifikasi KNN masing-masing ciri.



Gambar 9. Hasil kombinasi ciri morfologi dan fitur.



Gambar 10. Pengujian nilai *k* pada hasil kombinasi ciri morfologi dan fitur.

probabilistik. Akan tetapi, pengambilan k yang terlalu besar akan merusak lokalitas estimasi dan juga meningkatkan beban komputasi, hal ini juga dinyatakan oleh Santoso (2007).

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa metode ekstraksi ciri statistik dan ciri morfologi mampu mengklasifikasikan jenis kategori inti sawit yaitu biji pecah, biji utuh, dan kotoran menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Dari semua kombinasi ciri yang dilakukan, pengenalan jenis cangkang/kotoran memiliki akurasi paling rendah, hal ini dapat disebabkan karena tekstur permukaan yang memiliki kemiripan dalam kategori inti pecah dan inti utuh. Nilai akurasi rata-rata terbaik terdapat pada kombinasi ciri *mean* dan morfologi sebesar 66.59%, dengan akurasi pengenalan inti utuh, inti pecah, dan cangkang masing-masing adalah 81.58%, 67.35%, dan 38.68%. Pada variasi nilai k menggunakan metode jarak *euclidean* diperoleh nilai optimum pada nilai k adalah 1.

Saran

Berdasarkan tingkat akurasi klasifikasi yang ditunjukkan pada penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan dengan melakukan ekstraksi ciri statistik pada citra *red*, *green*, dan *blue* pada citra inti sawit. Sehingga dapat diketahui hasilnya dan dapat dibandingkan dengan parameter ekstraksi ciri statistik citra *grayscale* yang pada akhirnya mendapatkan keputusan parameter ciri manakah yang lebih akurat untuk menentukan klasifikasi inti sawit.

Daftar Pustaka

- Ahmad U. 2013. Deteksi ujung biji ginko menggunakan pengolahan citra berbasis analisis morfologi. *J Keteknikan Pertanian* 27(1): 1 – 17.
- Arifin A.D. 2012. implementasi algoritma K-Nearest Neighbour yang berdasarkan one pass clustering untuk kategorisasi teks [Tesis].

- Teknik Informatika. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [DSN] Dewan Standarisasi Nasional. 1987. Standar Nasional Indonesia (SNI) Inti Kelapa Sawit 0002:1987. Jakarta (ID): DSN.
- Dinar L., A. Suyantohadi, M.A.F. Fallah. 2012. Pendugaan kelas mutu berdasarkan analisa warna dan bentuk biji pala (*Myristica fragrans* houtt) menggunakan teknologi pengolahan citra dan jaringan saraf tiruan. *J Keteknikan Pertanian* 26(1) : 53 – 59.
- Mollazade K., Omid M., Arefi A. 2012. Comparing data mining classifiers for grading raisins based on visual features. *J Comput Electron Agr.* 84:124–13.
- Nursalim, Suprapedi, Himawan H. 2014. Klasifikasi bidang kerja lulusan menggunakan algoritma *k-nearest neighbor*. *J Teknolog Informasi* 10(1):31-43.
- Santoso I., Christyono Y., Indriani M. 2007. Kinerja Pengenalan Citra Tekstur menggunakan Analisis Tekstur Metode Run Length. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. 2007 Jun 16; Yogyakarta, Indonesia. hlm 17-25.
- Sofi'i I., Astika I.W., Suroso. 2005. Penentuan jenis cacat biji kopi dengan pengolahan citra dan artificial neural network. *J Keteknikan Pertanian* 19 (2) : 99 – 108.
- Soedibyo D.W., Ahmad U., Seminar K.B., Subrata I.D.M. 2009. Pengembangan pengolahan citra untuk pemutuan kopi beras. *J Agro-Tecno* 1 (8) : 489 – 499.
- Soedibyo D.W., Ahmad U, Seminar K.B., Subrata I.D.M. 2010. Rancang bangun sistem sortasi cerdas berbasis pengolahan citra untuk kopi beras. *J Keteknikan Pertanian* 24 (2) : 67 – 74.
- [USDA] United States Departement of Agriculture. 2015. Palm Kernel Oil Production by Country in 1000 MT. terdapat pada (<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-kernel-oil&graph=production-growth-rate>).
- Wan Y.N. 2002. Kernel handling performance of an automatic grain quality inspection system. *ASAE* 45(2): 369–377. *Transaction of the ASAE. USA*.
- Weinberger K., Blitzer J., Saul K. 2006. Distance metric learning for large margin nearest neighbor classification. *In: Proceeding of the Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS) 1473–1480. USA*.