

Metode CBIR Untuk Memprediksi Kualitas Kakao Menggunakan Fitur Warna

Suhendro Yusuf Irianto^{a1}, Ahmad Roffi^{a2}, Sri Karnila^{a3}, Dona Yuliatwati^{a4}

^aInstitut Infomatika dan Bisnis Darmajaya

Jalan Z.A. Pagar Alam. No.93, Bandar Lampung, Indonesia

¹Ahmad_r@darmajaya.ac.id

²suhendro@darmajaya.ac.id

³srikarnila@darmajaya.ac.id

⁴d_yuliatwati@darmajaya.ac.d

Abstrak

Tingkat persaingan yang tinggi dalam dunia usaha agroindustri yang salah satunya industri hulu coklat, membuat Indonesia dituntut untuk selalu menjaga dan meningkatkan kualitas produknya. Penurunan kualitas produk olahan kakao dapat menjadi penyebab rendahnya daya saing kakao nasional terhadap produksi serupa dari negara tetangga penghasil kakao seperti Malaysia. Negara tersebut giat meningkatkan produksi agroindustri terutama produk kakao. Untuk itu dalam upaya meningkatkan kualitas produksi coklat Nasional, pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional Indonesia (BSN) telah menetapkan standar ukuran yang harus dipenuhi agar biji kakao layak pakai dan dapat bersaing dengan produk dari negara lain dan di pasar dunia. Kesulitan yang sekarang masih sering dihadapi adalah kurangnya ke-akuratan dalam menentukan kualitas biji coklat (*cocoa bean*). Dalam penelitian ini digunakan metode *Content Based Image Retrieval* (CBIR) untuk menentukan kualitas kakao atau coklat. Sekitar 1.000 citra digital coklat digunakan dan dikumpulkan dari perkebunan petani kakao Perusahaan Perkebunan Nusantara PTP II di propinsi Lampung. Hasil riset menunjukkan bahwa akurasi rata-rata dalam menentukan kualitas N-AA adalah sebesar 0.98, sedangkan untuk kualitas AA menunjukkan efisiensi akurasi 0.97. Algoritma kami juga menunjukkan waktu yang cukup lumayan dalam pemrosesan pengambilan 1.000 gambar biji kakao yaitu 10,2 detik.

Kata Kunci: CBIR, Agroindustri, Kakao Trinitario, kualitas AA

CBIR Method To Predict Cocoa Quality Using Color Features

Abstract

Since the high level of competition in the agro-industrial business world, particularly the cocoa industry makes Indonesia demanded to always maintain and improve the quality of its products. The decline in the quality of processed cocoa products could be the cause of the low competitiveness of national cocoa against similar products from neighboring cocoa-producing countries such as Malaysia. Malaysia is actively increasing its agro-industrial production, especially cocoa products. For this reason, to improve the quality of National chocolate production, the government through the Indonesian National Standardization Agency for Indonesia (BSN) has set standard sizes that must be met so that cocoa beans are fit for use and can compete with products from other countries and in the world market. The main difficulty faced is the lack of accuracy in determining the quality of cocoa beans. In this study, a Content-based Image Retrieval (CBIR) method was used to determine the quality of cocoa or chocolate. About 1,000 digital images of chocolate were used and collected from the cocoa farmer plantation of PTP VII Nusantara Plantation Company in Lampung province. The research results show that the average accuracy in determining the quality of N-AA is 0.98, while for AA quality it shows an accuracy efficiency of 0.97. Our algorithm also shows a reasonable processing time for capturing 1,000 images of cocoa beans which are 10.2 seconds.

Keywords: CBIR, Agroindustry, Cacao, Trinitario, Quality AA

I. PENDAHULUAN

Dengan semakin ketatnya persaingan di sektor agroindustri dan salah satunya industri hulu kakao atau coklat. Untuk merespon situasi ini maka pemerintah

Indonesia dituntut untuk selalu menjaga dan meningkatkan kualitas produk coklatnya. [1] Banyak masalah atau faktor yang menyebabkan penurunan kualitas kakao terutama penurunan kualitas produk olahan kakao.

Dikatakan oleh [2] bahwa, Penurunan kualitas produk olahan kakao juga disebabkan rendahnya daya saing kakao nasional terhadap produksi kakao serupa dari negara tetangga penghasil kakao lain, seperti Malaysia yang giat meningkatkan produksi agroindustri. Untuk itu dalam upaya meningkatkan kualitas produksi coklat Nasional, pemerintah melalui Standardisasi Nasional Indonesia (SNI) telah menetapkan standar ukuran yang harus dipenuhi agar kakao layak pakai dan mampu bersaing dengan produk dari negara lain di dunia.

Menurut [3] Ukuran Standar Nasional Indonesia merupakan ukuran pencapaian kualitas bagi perusahaan yang bergerak di bidang agribisnis kakao, guna mencapai persyaratan minimum produk agar mampu bersaing di tingkat nasional dan dunia. Berbagai upaya pengendalian dan peningkatan mutu produk coklat yang dilakukan oleh pelaku usaha coklat berimplikasi pada penentuan mutu coklat dalam proses perencanaan produksi.

Sementara itu menurut [4] kegiatan dalam menentukan kualitas dari proses perencanaan mengandung banyak hal yang harus diperhatikan, baik dari sisi eksternal mengenai Standar Nasional maupun internal terkait dengan cacproses produksi coklat itu sendiri. Penentuan kualitas melalui prediksi dengan melibatkan faktor internal dan eksternal merupakan proses yang sering dilakukan oleh perusahaan agroindustri sebagai dasar perencanaan produksi yang kesemuanya tidak lain agar setiap proses produksi selalu memperhatikan target kualitas. itu mencapai [5]. Lebih lanjut dikatakannya, ada banyak metode dan cara yang dapat digunakan untuk memprediksi kualitas, ada yang berdasarkan metode statistik atau berdasarkan pengalaman kerja melalui pengambil keputusan yang intuitif. Semua metode dan metode yang digunakan dalam meramalkan kualitas pada akhirnya bermuara pada poin evaluasi yang menyatakan bahwa prediksi yang dibuat menghasilkan akurat, tepat dan / atau mendekati keadaan yang sebenarnya ketika dilakukan. Dengan semakin banyaknya coklat yang diproses dalam satuan waktu dan intensitas proses produksi, maka ukuran datanya semakin besar. Ukuran data yang dikumpulkan oleh pabrik dari waktu ke waktu semakin besar dan lebih cepat dan ini membuat analisis data manual sangat sulit dilakukan

Dengan menggunakan metode Case Based Image Retrieval (CBIR) yang merupakan bagian dari ilmu *computer vision* yang diperkenalkan oleh [6], diharapkan dapat mengidentifikasi kualitas biji kakao hanya menggunakan citra digital biji cacao tau coklat. Content Based Image Retrieval (CBIR) adalah teknik untuk menentukan kemiripan suatu citra dalam database dengan citra referensi dengan menghitung jarak Euclidean-nya. Menurut [7],[8] ada empat macam ukuran untuk menghitung kemiripan yaitu berdasarkan kemiripan warna, bentuk, tekstur dan struktur. Isi gambar terdiri dari fitur perseptual (warna, bentuk, tekstur, dan struktur), fitur semantik, peran, dan tampilan.

Tanaman kakao menghasilkan biji kakao yang jika dilihat dari warna bagian bijinya dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu kakao putih yang termasuk dalam kelompok Criollo, disebut juga kakao halus atau kakao mulia. Sedangkan tanaman kedua, menghasilkan polong berbiji ungu, termasuk dalam kelompok Forastero. Dari segi rasa dan aroma, jenis pertama lebih baik tetapi dari segi produktivitas tanaman Forastero lebih tinggi. Mayoritas biji kakao yang diperdagangkan adalah jenis kakao kedua atau sering disebut kakao curah [9]. Citra kakao dikumpulkan dari tanaman kakao PT. Perkebunan Nusantara VII di propvinsi Lampung, kami mengumpulkan lebih dari 1000 gambar kakao dalam penelitian ini.

II. METODE PENELITIAN

A. Kualitas Coklat

Petani rakyat mengusahakan tanaman kakao di pekarangan rumah dengan jumlah sedikit, pemeliharaan tanaman belum dilakukan sebagaimana mestinya, sehingga produktivitas tidak optimal. Selanjutnya pada saat panen belum sepenuhnya buah matang yang dipetik dan diikuti dengan tahapan proses pengolahan yang kurang sempurna. Sebagai contoh, fermentasi yang kurang sempurna, sehingga biji yang diperoleh tidak berwarna coklat merata serta tidak berongga. Tanaman kakao menghasilkan biji kakao yang apabila dilihat dari warna belahan bijinya, kakao dibedakan menjadi dua tipe, yaitu warna putih termasuk ke dalam grup Criollo, yang disebut juga dengan fine cocoa atau kakao mulia. Sedangkan tanaman kedua, menghasilkan keping biji berwarna ungu, termasuk grup Forastero. Dari segi citarasa dan aroma, jenis pertama lebih baik tapi dari segi produktivitas, tanaman Forastero lebih tinggi. Biji kakao yang banyak diperdagangkan mayoritas adalah jenis kedua atau sering disebut biji kakao lindak atau bulk cocoa.

B. CBIR

Aplikasi *Content Based Image Retrieval* telah secara luas digunakan di berbagai bidang kehidupan seperti bidang biomedis, kriminalitas, militer, *commerce*, budaya, pendidikan, hiburan, dan pertanian. Banyak proyek dan penelitian telah dikerjakan, diantaranya adalah yang dikerjakan oleh IBM <http://www.qbic.almaden.ibm.com>, Virage www.virage.com, AltaVista www.altavista.com, Yahoo, and Google.

Dalam CBIR untuk menentukan kemiripan suatu citra dalam suatu database dengan citra referensi adalah dengan menghitung *Euclidean distance*-nya. Menurut [10] terdapat empat macam ukuran untuk menghitung kemiripan, yaitu berdasarkan kemiripan warna, bentuk, tekstur dan struktur. Isi (*content*) dari suatu citra terdiri dari fitur persepsi (warna, bentuk, tekstur, dan struktur), fitur semantik, peranan, pandangan, dan fitur impresi dan emosi. Sementara itu untuk mengukur efektivitas dari pencarian gambar dengan menggunakan *Precision* dan *Recall*, *Precision* adalah jumlah citra yang mirip yang terpanggil dibagi dengan semua citra yang terpanggil (*retrieved*). Sedang *Recall* adalah jumlah citra yang

terpanggil dibagi dengan jumlah citra yang dalam kategori [11].

III. METODE PENELITIAN

A. Database

Tidak kurang dari 1.000 citra kakao terkumpul dari PT. Perkebunan Nusantara di Lampung, Indonesia yang terdiri dari kakao kualitas AA dan kualitas N-AA (kualitas asal). Sebelum memproses citra biji kakao ke dalam sistem, maka dilakukan pra-pemrosesan untuk mengubah ukuran semua citra menjadi berukuran 100-200 KB. Dalam penelitiann ini digunakan varietas Kakao *Trinitario* yang berasal dari Sumatera Barat, Indonesia. Varietas ini memiliki kualitas fermentasi yang baik dengan kadar air maksimal 7%, jumlah biji / BC maksimal 110, biji berjamur maksimal 0%, dan limbah maksimal 0%. Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) kakao varietas inki yang terdiri dari kualitas AA, A, B, C, dan S. Namun dalam penelitian ini, kami hanya mengkategorikan menjadi dua kategori atau kelas yaitu kelas AA dan kelas N-AA yang mana kelas N-AA ini terdirin kualitas (A,B,C, dan S). Menurut SNI kelas AA mempnyuai berat sekitar 1,18 gram per biji, sedangkan N-AA beratnya 1,5 hingga 0,83 gram per biji.

B. Analisis Kadar Air Biji Kakao

Analisis kadar air dilakukan dengan metode *oven* menurut AOAC. Langkah pertama adalah mengeringkan piring porselen dalam *oven* pada suhu 105 ° C selama 30 menit. Masukkan peat ke dalam desikator (+ -15 menit) lalu ditimbang. Sampel seberat 1-3 gram dihancurkan kemudian ditimbang. Piring yang telah diisi sampel dimasukkan ke dalam *oven* dengan suhu 105 ° C, ditimbang setiap jam sampai beratnya konstan, kurang lebih selama 3-5 jam.

C. Pengambilan Gambar Berbasis Konten

CBIR digunakan untuk menentukan kemiripan suatu citra dalam *database* dengan citra referensi dengan menghitung jarak Euclidean-nya. Menurut [13] ada empat macam ukuran untuk menghitung kemiripan, yaitu berdasarkan kemiripan warna, bentuk, tekstur dan struktur. Isi suatu citra terdiri dari fitur perseptual (warna, bentuk, tekstur, dan struktur), dalam karya ini kami menggunakan fitur bentuk dalam metode ini, dalam karya ini kami menggunakan fitur tekstur. Untuk mengevaluasi keefektifan ketelitian pengambilan citra dan parameter recall digunakan, menggunakan persamaan 1.

$$p = \frac{a}{z} \dots\dots\dots (1)$$

$$r = \frac{b}{y} \dots\dots\dots (2)$$

Di mana p adalah precision dan r adalah recall, sedangkan a adalah jumlah citra kakao yang relevan atau similar, z adalah jumlah semua gambar yang terpanggil (retrieved) dan y adalah jumlah citra yang relevan dalam

database. Sedangkan untuk mengukur efisiensi teknik pencarian citra (image retrieval) dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Error rate} = \frac{\sum \text{unrelevant images retrieved}}{\sum \text{images retrieved}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Retrieval - efficiency} = \frac{\sum \text{relevant images retrieved}}{\sum \text{images retrieved}} \dots\dots\dots (4)$$

D. Pencocokan Gambar JPEG Berbasis Konten

Dalam penelitian ini digunakan citra JPEG yang dibagi menjadi blok-blok (matriks 8x8), pengindeksan citra dilakukan dengan menggabungkan N blok menjadi satu kombinasi blok dan setiap blok berperan sebagai satu ruang dalam kombinasi blok. Kunci indeks (kunci indeks) akan memiliki 64 elemen dan setiap elemen memiliki satu lokasi. Pengindeksan kunci dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut, [14,15]

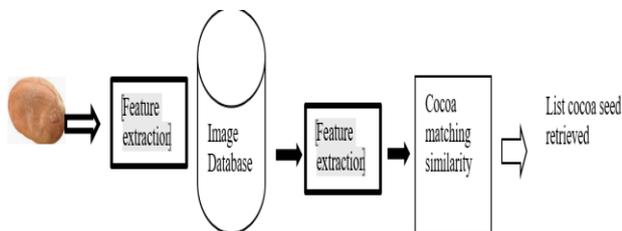
$$hi = \sum_{i=n}^N \frac{(DCT)^2}{N} \dots\dots\dots (5)$$

dimana hi adalah elemen ke i dari vektor, dan kunci pengindeksan dapat dijelaskan sebagai berikut: H1 = {h0 , h1 ,...h63}. Ada banyak pendekatan yang telah digunakan untuk menggabungkan teks atau kata kunci dan konten-teknik berbasis pengambilan gambar. Metode sederhana yang digunakan untuk melakukan pencarian berbasis teks dan konten secara terpisah dan menggabungkan hasil pencarian telah diperkenalkan oleh [16][17]. Dikatakan oleh [18] telah memperkenalkan pencarian gambar berbasis anotasi, pada sistem ini diperlukan kata kunci sebagai titik awal untuk mempercepat pencarian dengan memanfaatkan teknologi pencarian berbasis teks. Sayangnya kata kunci tidak selalu ada, jadi jika kata kunci tidak ada maka sistem kata tidak akan efisien.

E. Content Based Image Retrieval

Aplikasi Pengambilan Gambar Berbasis Konten telah banyak digunakan di banyak bidang kehidupan seperti bidang biomedis, kriminal, militer, perdagangan, budaya, pendidikan, hiburan, dan pertanian.[19]. Banyak dan penelitian telah dilakukan, seperti yang dilakukan oleh IBM (<http://www.qbic.almaden.ibm.com>), Virage (www.virage.com), AltaVista, (www.altavista.com), Yahoo (www.yahoo.com), dan Google (www.google.com). Dalam CBIR untuk mengontrol kemiripan suatu citra dalam database dengan citra referensi adalah menghitung jarak Euclidean-nya. Ada empat ukuran untuk menghitung kemiripan tersebut, yaitu berdasarkan kemiripan warna, bentuk, tekstur dan struktur. Isi suatu citra terdiri dari ciri-ciri persepsi (warna, bentuk, tekstur, dan struktur). Lebih jauh dinyatakan bahwa teknik CBIR dapat dijelaskan sebagai berikut: i). user pertama-tama memasukkan formasi query dalam bentuk gambar, kemudian query tersebut diekstraksi, ii). menghasilkan vektor ciri (fitur citra khusus), sedangkan data citra yang disimpan dalam basis

data akan mengalami struktur yang sama seperti pembentukan query sehingga ditemukan vektor ciri, iii) kemudian akan dibandingkan satu sama lain untuk mencari persamaan, iv). Setelah proses perbandingan, beberapa gambar yang memiliki kesamaan atau hampir sama persis. Gambar 1 mencoba menggambarkan sistem retrieval biji kakao atau cocoa beans.



Gambar 1. Sistem retrieval biji kyang di-ryang di-retrieve

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

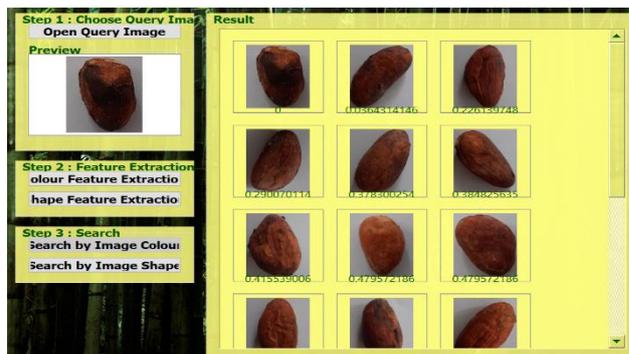
A. Pengumpulan Biji Kakao dan Uji kadar Air

Penelitian dilakukan dengan menggunakan sekitar 1.000 citra biji kakao yang terdiri dari 500 kualitas AA dan 500 kualitas N-AA. Dalam CBIR hingga 80 kueri telah dibuat untuk mengambil gambar kakao. Dari 80 query yang dibuat, didapatkan hasil bahwa efektifitas cukup baik dalam hal presisi dan recall. Dalam penelitian ini juga dilakukan perhitungan kadar air dengan menganalisis kualitas 10 AA dan 10 N-AA kakao *Trinitario* seperti yang telah dilakukan analisis Rata-rata 6,62% dan 11,81%. Berikut ini adalah contoh kueri kakao menggunakan fitur bentuk dengan 1.000 gambar di database dan kueri kualitas N-AA.



Gambar 2. Snapshot retrieval citra kakao kualitas N-AA

Gambar 2, mengilustrasikan retrieval biji kakao kualitas N-AA, sedangkan gambar 3 menyajikan contoh query kakao menggunakan fitur shape dengan 1.000 gambar di database dan query kualitas AA.



Gambar 3. Sebuah contoh biji kakao kualitas AA yang di-retrieve

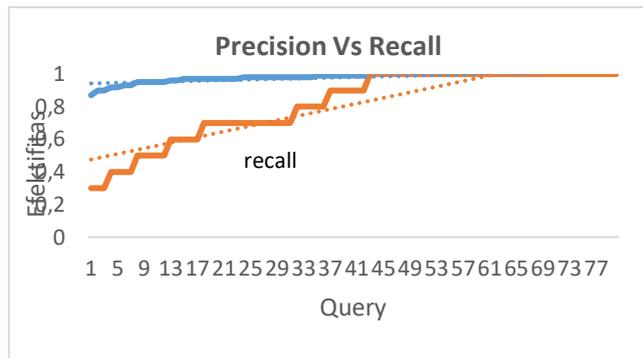
Dalam penelitian ini kami menggunakan citra digital 80 yang terdiri dari 40 kakao kualitas N-AA dan 40 kakao kualitas AA ke dalam sistem. Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata efisiensi dalam hal ketelitian sebesar 0.98 atau 98% dapat dikatakan sangat baik. Sedangkan precision tertinggi adalah 100% sedangkan rata-rata precision terendah adalah 89%, oleh karena itu algoritma retrieval citra kakao berbasis konten dinyatakan sangat baik untuk menentukan kualitas biji kakao, tabel 1 menunjukkan rincian 80 query gambar kakao serta gambar 4, menggambarkan precision dan recall CBIR biji kakao.

TABEL I
RETRIEVAL EFFICIENCY AND TIME NEEDED FOR RETRIEVAL

Query	Cocoa Quality	Precision	Time (second)
1	N-AA	0,65	10,22
2	N-AA	0,85	10,24
.	N-AA	0,55	10,17
4	N-AA	0,80	10,26
5	N-AA	0,35	10,29
.....
.....
76	AA	1,0	10,13
77	AA	1,0	10,21
78	AA	0,5	10,17
79	AA	1,0	10,25
80	AA	1,0	10,17

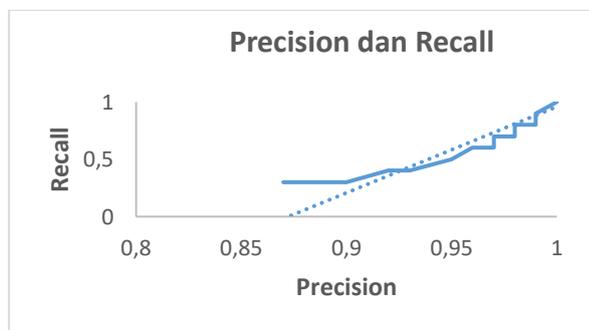
Mengacu pada tabel 1, gambar 4. menunjukkan efektivitas pengambilan biji kakao menggunakan 80 query dengan 1.000 gambar pada database yang terdiri dari dua kategori yaitu kualitas biji kakao AA dan N-AA. Efektivitas yang dihasilkan oleh algoritma kami seperti yang disebutkan sebelumnya hampir sempurna. Artinya sistem ini baik untuk memprediksi dan memisahkan antara kualitas AA dari kualitas N-AA, gambar 4 memberikan presisi yang lebih detail dan jelas serta perolehan kembali

citra kakao. Hasil penelitian menunjukkan nilai *precision* yang cukup tinggi hal ini dapat dikatakan *false positive* (*false positif rate*) yang rendah , hal ini menunjukan bahwa algoritma diusulkan untuk image retrieval yang sangat baik dan mempunyai presisi yang sangat bagus.



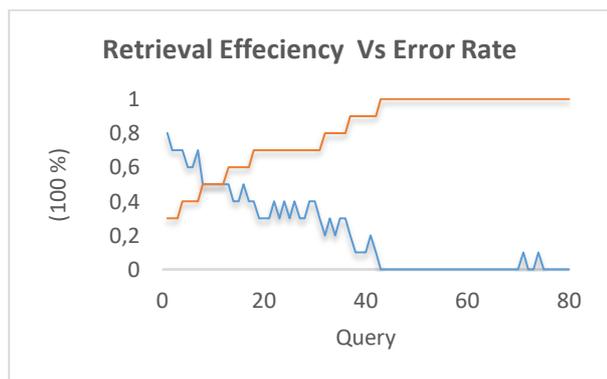
Gambar 4. Efektifitas citra retrieval dengan 80 citra query

Dari gambar 4 diatas *precision* dan *recall* akan mempunyai mendekati sama jika dilakukan query sebanyak banyaknya dengan database yang berjumlah besar juga.



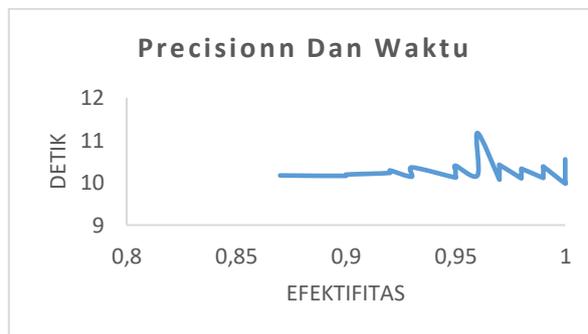
Gambar 5. Grafik citra retrieval biji kakao

Gambar 5 menunjukan bahwa baik *precision* dan *recall* menunjukan bahwa akurasi retrieval biji kakao cukup baik bahkan sangat baik karena precision yang terendah adalah 87%.



Gambar 7. Grafik Efisiensi retrieval dengan error rate.

Dari gambar 6, dapat dikatakan bahwa semakin besar efisiensi semakin kecil nilai *error rate*. Dan pada saat efisiensi 100 % maka *error rate* menjadi nol.



Gambar 6. Presisi vs Waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan

Jenis kualitas *Premium* atau menurut Standar Nasional Indonesia disebut jenis AA, setiap biji kakao memiliki berat 1,17 gram. Sedangkan berat jenis N-AA memiliki bobot antara 1-0,83 gram setiap biji kakao. Dalam penelitian ini, kami juga menghitung waktu yang dibutuhkan dalam pengambilan biji kakao (*image retrieval*) untuk algoritma kami. Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa persentase ketelitian atau *precision* yang tinggi tidak linier terhadap waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan. Lebih lanjut dari table 1, dapat kita analisa bahwa waktu yang dibutuhkan jika query citra kakao kualitas AA akan berbeda waktu yang diperlukan oleh query citra kakao kualitas N-AA yang terdiri dari kualitas A,B,C, dan kualitas S. Tabel 1, menunjukan bahwa waktu rata-rata yang diperlukan untuk citra kakao kualitas AA adalah 10,23 detik dan menghasilkan *precision* 0,80 atau 80%. Sedangkan dengan menggunakan query kakao kualitas N-AA yang terdiri dari kualitas A,B,C dan S memerlukan waktun retrieval 10,25 detik dengan *precision* 0,82 atau 82%. Hasil ini cukup menarik karena kualitas kakao N-AA yang terdiri dari 4 macam kualitas sementara precision yang dihasilkan tidak jauh berbeda begitu juga waktu yang diperlukan. Hal ini memperkuat pembagian kualitas sebaiknya dalam metode ini sebaiknya hanya menggunakan dua jenis atau dua kuliatas biji kakao ,yaitu kualitas AA dan N-AA dimana N-AA terdiri dari kualitas A,B,C,dan S seperti yang telah ditentukan dalam *standard* SNI.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari percobaan dapat disimpulkan bahwa algoritma temu kembali citra biji kakao hampir sangat baik untuk memprediksi kualitas biji kakao yaitu 98%. Selain itu juga dapat diidentifikasi bahwa penelitian *Content Based Image Retrieval* ini dapat menentukan kualitas biji kakao. Sekitar 1000 gambar digital coklat digunakan dan dikumpulkan dari perkebunan petani kakao dari lapangan. Hasil karya menunjukkan bahwa rata-rata kualitas akurasi N-AA

sebesar 0.98, sedangkan untuk kualitas AA menunjukkan efisiensi akurasi 0.97. Algoritma kami juga menunjukkan waktu yang cukup lumayan dalam pemrosesan pengambilan 1.000 gambar biji kakao 0f 10,2 detik.

B. Penelitian Lanjutan

Dalam waktu dekat penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang lebih rigid serta metode yang memiliki kemampuan untuk menyesuaikan waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusalim, L. (2017). STUDI EMPIRIS AGROINDUSTRI DI INDONESIA (Export Tax Effects On Value Added Enhancement: An Empirical Study Of Indonesia ' S Agroindustry). *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*, 27–40.
- [2] Marpaung, R., & Putri, S. N. (2019). KARAKTERISTIK MUTU ORGANOLEPTIK OLAHAN COKLAT DENGAN LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA PADA BIJI KAKAO LINDAK (Theobroma Cacao L.)". *Jurnal Media Pertanian*, 4(2), 64. <https://doi.org/10.33087/Jagro.V4i2.83>
- [3] Nasional, S., Ics, I., & Nasional, B. S. (2014). *Cokelat Dan Produk-Produk Cokelat*.
- [4] Neetu Sharma, S., Paresh Rawat, S., & Jaikaran Singh, S. (2011). Efficient CBIR Using Color Histogram Processing. *Signal & Image Processing: An International Journal*, 2(1), 94–112. <https://doi.org/10.5121/Sipij.2011.2108>
- [5] Dani, Y., Iswani, A., & Permasari, Y. (2020). Cocoa Beans Data Grouping With Fuzzy C-Means Clustering Method. *International Journal Of Scientific And Technology Research*, 9(3), 4962–4966.
- [6] Achadjah, S., & Partha, I. B. B. (2015). Mempelajari Kualitas Biji Kakao Kering Yang Beredar Di Pasaran Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Kemungkinan Pengolahan Lanjutan. *Agroteknose*, 6(2), 31–45.
- [7] Irianto, S.Y., Galih, M., Agus, I., Darmawan, A., & Lindar. (2020). Content Based Image Retrieval On Natural And Artificial Images. *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering*, 917(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/917/1/012061>
- [8] Karnila, S., Irianto, S., & Kurniawan, R. (2019). Face Recognition Using Content Based Image Retrieval For Intelligent Security. *International Journal Of Advanced Engineering Research And Science*, 6(1), 91–98. <https://doi.org/10.22161/Ijaers.6.1.13>
- [9] Irianto, Suhendro Y. (2014). *Content Based Image Retrieval In The Compressed Domain*. 99(13), 18–23.
- [10] Alsmadi, M. K. (2017). An Efficient Similarity Measure For Content Based Image Retrieval Using Memetic Algorithm. *Egyptian Journal Of Basic And Applied Sciences*, 4(2), 112–122. <https://doi.org/10.1016/J.Ejbas.2017.02.004>
- [11] Cempaka, L., Aliwarga, L., Purwo, S., & Penia Kresnowati, M. T. A. (2014). Dynamics Of Cocoa Bean Pulp Degradation During Cocoa Bean Fermentation: Effects Of Yeast Starter Culture Addition. *Journal Of Mathematical And Fundamental Sciences*, 46(1), 14–25. <https://doi.org/10.5614/J.Math.Fund.Sci.2014.46.1.2>
- [12] Besançon, R., Hède, P., Moellic, P.A., And Fluhr, C, 2015. "Cross-Media Feedback Strategies: Merging Text And Image Information To Improve Image Retrieval", 5th Workshop Of The Cross-Language Evaluation Forum, CLEF 2004, LNCS 3491, Pp. 709-717.
- [13] Cho, W.C, Dan D. Richards . 2004. Improvement Of Precision And Recall For Information Retrieval In A Narrow Domain: Reuse Of Concepts By Formal Concept Analysis, WI '04 Proceedings Of The 2004 IEEE/WIC/ACM International Conference
- [14] Kynkäänniemi*, Tero Karras , Dan Samuli Laine. 2019, Improved Precision And Recall Metric For Assessing Generative Models, 33rd Conference On Neural Information Processing Systems (Neurips 2019), Vancouver, Canada.
- [15] Mistry, Y., Ingole, D. T., & Ingole, M. D. (2017). Content Based Image Retrieval Using Hybrid Features And Various Distance Metric. *Journal Of Electrical Systems And Information Technology*. <https://doi.org/10.1016/J.Jesit.2016.12.009>
- [16] Madhavi, K. V., Tamilkodi, R., & Sudha, K. J.(2016). An Innovative Method For Retrieving Relevant Images By Getting The Top-Ranked Images First Using Interactive Genetic Algorithm. *Procedia Computer Science*, 79, 254–261. <https://doi.org/10.1016/J.Procs.2016.03.033>
- [17] Sai, N. S. T., Patil, R., Sangle, S., & Nemade, B. (2016). Truncated DCT And Decomposed DWT SVD Features For Image Retrieval. *Procedia Computer Science*, 79, 579–588. <https://doi.org/10.1016/J.Procs.2016.03.073>
- [18] Kynkäänniemi, T., Karras, T., Laine, S., Lehtinen, J., & Aila, T. (2019). Improved Precision And Recall Metric For Assessing Generative Models. *Arxiv, Neurips*.
- [19] Yue, J., Li, Z., Liu, L., & Fu, Z. (2011). Content-Based Image Retrieval Using Color And Texture Fused Features. *Mathematical And Computer Modelling*, 54(3–4), 1121–1127. <https://doi.org/10.1016/J.Mcm.2010.11.044>
- [20] Ahmad, F., Najam, A., & Ahmed, Z. (2012). Image- - Based Face Detection And Recognition : Image " State Of The A Rt ." *IJCSI International Journal Of Computer Science Issues*, 9(6), 9–12.
- [21] Jenni, K., Mandala, S., & Sunar, M. S. (2015). Content Based Image Retrieval Using Colour Strings Comparison. *Procedia Computer Science*, 50, 374–379. <https://doi.org/10.1016/J.Procs.2015.04.032>