

PENERAPAN METODE *COLOR FILTERING* DAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* DALAM PENENTUAN TINGKAT KEMATANGAN CAKE DASAR PUTIH

Daniel Boys¹, Arfan Y. Mauko², Kornelis Letelay³

Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email : daniel.boys23@yahoo.com¹, arfanmauko@staf.undana.ac.id², kletelay@gmail.com³

ABSTRAK

Cake merupakan panganan yang terbuat dari campuran bahan-bahan seperti tepung, gula, telur, garam, susu, aroma dan lemak yang dikembangkan dengan atau tanpa bahan pengembang. Penentuan tingkat kematangan *cake* dasar putih dilakukan berdasarkan *grade* warna permukaan pada saat proses pemanggangan. Namun hal ini sering menjadi kendala karena faktor persepsi komposisi warna setiap orang berbeda-beda. Pengambilan data citra menggunakan kamera 3.2 mp dan 13 mp, setelah itu citra disegmentasi dengan *color filtering* untuk membuang *pixels* yang mengandung efek *lighting*. Tahap selanjutnya yaitu ekstraksi ciri warna RGB kemudian dilakukan pelatihan dengan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Hasilnya aplikasi mampu menentukan tingkat kematangan kue *cake* dasar putih dengan rata-rata akurasi 65,19% dan *cake* dasar cokelat sebagai kelas validasi 96,88% untuk kamera 3.2 mp sementara pada kamera 13 mp rata-rata akurasi 64,93% dan *cake* dasar cokelat sebagai kelas validasi yaitu 93,75%. Keberhasilan identifikasi dipengaruhi oleh faktor pencahayaan dalam ruangan, jarak pengambilan dan wadah penampung.

Kata kunci : Tingkat kematangan *cake*, *Color filtering*, RGB (*red, green, blue*), *Learning Vector Quantization* (LVQ).

ABSTRACT

Cake is desserts made from a mixture of dough consisting of flour, sugar, eggs, salt, milk, scents and butter. It can be created with or without cake emulsifier. Identification of the well bake from white base cake is based on surface color level during the baked process, but this often a constraint because perception of the color composition of each person is different. Image data capturing with camera 3.2 mp and 13 mp then segmented with color filtering to remove pixels containing lighting effect. The next step is extraction of RGB color then training with Learning Vector Quantization (LVQ) method. The result of this research application can identification bake cake level of white cake base with average accuracy 65.19% and chocolate base cake as validation class is 96.88% for camera 3.2 mp while average accuracy for camera 13 mp is 64.93% and chocolate base cake as validation class 93.75%. The success of the identification is influenced by indoor lighting factors, distance of harvest and pan or container.

Keywords: Bake cake level, Color filtering, RGB(*red, green, blue*), Learning Vector Quantization (LVQ).

I. PENDAHULUAN

Kue merupakan salah satu jenis makanan ringan dengan berbagai jenis, cita rasa dan aneka bentuk. *Cake* dasar merupakan *cake* yang masih dalam tahapan atau baru melalui tahapan proses pemanggangan dan belum masuk ke tahapan penambahan bahan pelengkap seperti *cheese*, *chocolate*, ekstrak buah dan bahan pelengkap lainnya. *Cake* dasar putih merupakan salah satu bentuk *cake* dasar yang dibuat tanpa campuran bahan-bahan pewarna kue misalnya warna cokelat, hijau dan merah.

Tingkat kematangan *cake* dasar putih merupakan salah satu faktor penentu dalam pengolahan berbagai kreasi aneka bentuk *cake*. Ada beberapa hal yang terjadi jika *cake* dasar putih hasil pemanggangan kurang baik antara lain: berkurangnya kualitas rasa kue *cake* karena *over* matang ataupun kurang matang, berkurangnya permintaan konsumen akibat menurunnya kualitas rasa dan meningkatkan biaya produksi.

Kemampuan dasar yang wajib dimiliki pada saat proses pemanggangan *cake* dasar adalah menentukan tingkat kematangan berdasarkan *grade* warna permukaan. Umumnya penentuan

tingkat kematangan bergantung pada persepsi dan pengalaman masing-masing orang terhadap faktor komposisi warna yang dimiliki oleh kue *cake*. Faktor persepsi dan pengalaman sering menjadi kendala dalam penentuan keakuratan kematangan. Hal ini karena persepsi terhadap warna setiap orang berbeda, khususnya persepsi *grade* warna kematangan *cake* dasar putih yang membutuhkan keahlian dan pengalaman yang cukup.

Kemajuan sistem pengolahan citra, yang dalam pengaplikasiannya digabungkan dengan metode jaringan syaraf tiruan (JST), memungkinkan dilakukannya penentuan tingkat kematangan kue *cake* dasar putih berdasarkan *grade* warna permukaan pada saat tahapan proses pemanggangan dengan lebih akurat.

II. MATERI DAN METODE

2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra kue *cake* dasar putih dan kue *cake* dasar cokelat berformat *.jpg dengan jenis citra RGB. Data citra terdiri dari 15 pan kue *cake*, 9 pan kue *cake* dasar putih dan 6 pan *cake* dasar cokelat, data uji terdiri dari 3 pan kue *cake* dasar putih dan 2 pan *cake* dasar cokelat sementara data latih terdiri dari 6 pan kue *cake* dasar putih dan 4 pan kue *cake* dasar cokelat. Total citra *cake* dasar putih 232 dan citra kue *cake* dasar cokelat 24 dengan total citra pada penelitian ini 256 citra.

2.2 Color Filtering

Color filtering adalah suatu teknik pengolahan citra berdasarkan warna yang spesifik. Cara kerja *color filtering* adalah dengan membandingkan komponen warna setiap *pixel* citra dengan warna spesifik. Kelebihan menggunakan metode *color filtering* adalah sangat sederhana dalam melakukan penyaringan warna dalam ruang warna RGB (*Red, Green, Blue*) yang memberikan performa tercepat pada gambar RGB [1]. Persamaan untuk *color filtering* warna RGB (*red, green, blue*) sebagai berikut :

$$\int_0^R(x, y) = k_{min} < \int_i^R(x, y) < k_{max} \quad (2.1)$$

$$\int_0^G(x, y) = k_{min} < \int_i^G(x, y) < k_{max} \quad (2.2)$$

$$\int_0^B(x, y) = k_{min} < \int_i^B(x, y) < k_{max} \quad (2.3)$$

dimana :

$\int_0^R(x, y)$, $\int_0^G(x, y)$, $\int_0^B(x, y)$ = nilai intensitas warna *red, green, blue* setelah *color filtering*

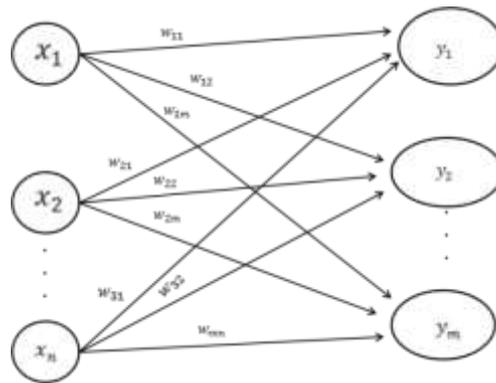
$\int_i^R(x, y)$, $\int_i^G(x, y)$, $\int_i^B(x, y)$ = nilai intensitas warna *red, green, blue* yang dijadikan inputan untuk proses *color filtering*.

k_{min} = nilai intensitas batas bawah untuk warna *red, green, blue*.

k_{max} = nilai intensitas batas atas untuk warna *red, green, blue*.

2.3 Learning Vector Quantization (LVQ)

Learning Vector Quantization (LVQ) merupakan algoritma pembelajaran kompetitif versi terawasi dari algoritma *Kohonen Self - Organizing Map (SOM)*. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor *input* [2]. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Jika vektor *input* mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor *input* tersebut ke dalam kelas yang sama. Contoh arsitektur dari LVQ dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arsitektur LVQ
(sumber : Fauset, 1994)

Keterangan:

- x_1, x_2, x_3 = vektor-vektor inputan
- $w_{11} \dots w_{nm}$ = nilai vektor bobot
- $y_1 \dots y_n$ = vektor-vektor *output*

Algoritma pembelajaran dari metode LVQ :

1. Tetapkan:
 - a. Bobot (w).
 - b. Maksimum Epoch (*MaxEpoch*).
 - c. Error minimum yang diharapkan (*Eps*).
 - d. Laju pembelajaran (α).
2. Masukkan:
 - a. Input $x(n, m)$; m = jumlah input, n = jumlah data.
 - b. Target $T(1, n)$.
3. Tetapkan kondisi awal: $Epoch = 0$.
4. Kerjakan jika: ($Epoch < MaxEpoch$) atau ($\alpha > Eps$)
 - a. $Epoch = Epoch + 1$;
 - b. Kerjakan untuk $i = 1$ sampai n
 - i. Tentukan j sedemikian hingga minimum dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_j = \|x - w_j\|$$
 - ii. Perbaiki w_j dengan ketentuan:
 - Jika $T = C_j$ maka:

$$w_{j(\text{baru})} = w_{j(\text{lama})} + \alpha (x - w_{j(\text{lama})})$$
 - Jika $T \neq C_j$ maka:

$$w_{j(\text{baru})} = w_{j(\text{lama})} - \alpha (x - w_{j(\text{lama})})$$
 - c. Kurangi nilai laju pembelajaran dengan rumus sebagai berikut:

$$\alpha_{(\text{baru})} = \alpha_{(\text{lama})} - (0,1 * \alpha_{(\text{lama})})$$

2.4 Metode Statistika

Metode statistika merupakan metode yang digunakan dalam pengumpulan, penyajian, analisis serta penyimpulan data. Dengan metode statistika, data yang diperoleh dapat ialah menjai informasi yang lebih jelas. Dalam penelitian ini menggunakan metode statistika yaitu perhitungan rata-rata (*mean*). Perhitungan rata-rata [3] adalah sebagai berikut :

$$Mean(\mu) = \frac{\sum x = x_1 + x_2 \dots x_n}{n} \tag{2.4}$$

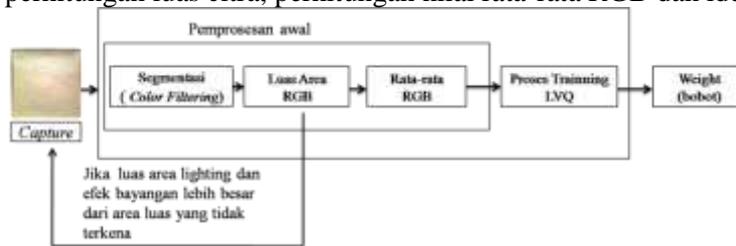
μ = Rata-rata hitung (*mean*)

x = data

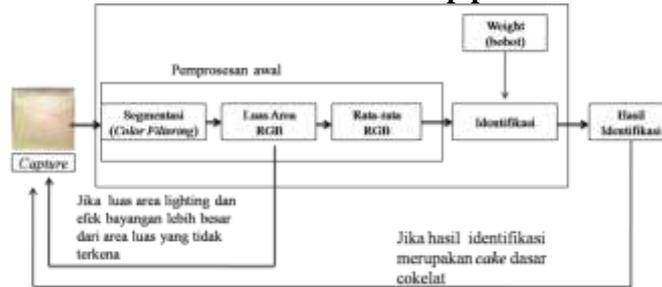
n = Jumlah data

2.5 Tahap Penentuan Identifikasi Kematangan *Cake* Dasar putih

Tahap identifikasi tingkat kematangan kue *cake* dasar putih terdiri dari dua tahap yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan terdiri dari beberapa proses yaitu akuisisi citra, segmentasi (*color filtering*), perhitungan luas citra, perhitungan nilai rata-rata RGB, pelatihan dengan JST LVQ. Sementara untuk tahap pengujian yaitu akuisisi citra, segmentasi (*color filtering*), perhitungan luas citra, perhitungan nilai rata-rata RGB dan identifikasi.



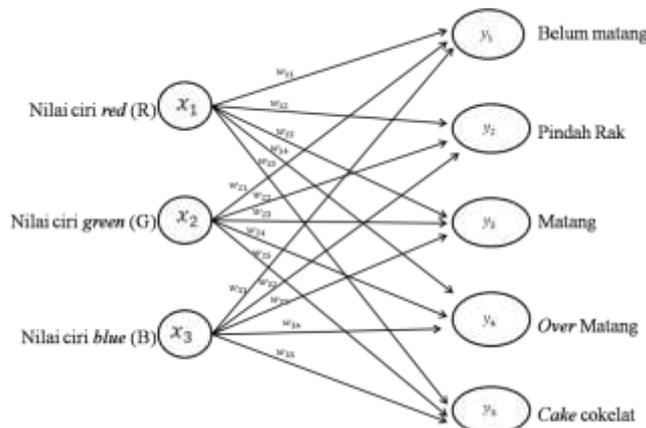
Gambar 3.1 Flowchart tahap pelatihan



Gambar 3.2 Flowchart tahap pengujian

2.6 Arsitektur Perhitungan JST

Proses perhitungan menggunakan tiga inputan nilai ciri yaitu nilai *red*, *green*, *blue* (RGB) dengan target 5 kelas *output* yaitu kelas belum matang, pindah rak, matang, *over* matang dan coklat sebagai kelas validasi sistem. Contoh arsitektur JST untuk proses perhitungan seperti gambar 3.3.



Gambar 3.3 Arsitektur JST untuk perhitungan

Keterangan:

- x_1, x_2, x_3 = inputan nilai ciri RGB
- $w_{11}, w_{12} \dots w_{35}$ = bobot
- y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 = *output* kelas kematangan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sistem

Pengambilan citra menggunakan dua kamera yaitu kamera *handphone* nokia 6303i classic 3.2 MP dan kamera *handphone* android xiami redme note4 13 MP. Data kue *cake* yang digunakan

dalam penelitian ini terdiri dari 9 pan *cake* putih dan 6 pan *cake* cokelat. Dataset *cake* putih dan *cake* cokelat dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Dataset *cake* putih dan *cake* cokelat

<i>Cake Putih</i>	<i>Cake Cokelat</i>
P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9	C1-C2-C3-C4-C5-C6

Keterangan:

P1,P2,..P9 = *cake* putih C1,C2,..C6 = *cake* cokelat

Pada penelitian ini peneliti menggunakan lima kelas kriteria dalam identifikasi tingkat kematangan *cake* dasar putih yang terdiri dari empat kelas untuk *cake* dasar putih yaitu kelas belum matang, pindah rak, matang serta *over* matang dan satu kelas validasi yaitu *cake* dasar cokelat. Keterangan masing-masing kelas dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kelas kematangan kue *cake*

No	Nama Kelas	Keterangan
1	Belum matang	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kue <i>cake</i> ketika masih dalam berbentuk adonan. ✓ Waktu pemanggangan <i>cake</i> yang tidak terlalu lama. ✓ Warna permukaan masih putih
2	Pindah Rak	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kue <i>cake</i> matang pada bagian bawah namun pada permukaan belum matang. ✓ Warna permukaan putih sedikit kecokelatan namun tidak merata.
3	Matang	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kue <i>cake</i> matang merata antara bagian atas dan bagian bawah. ✓ Warna kecokelatan namun tidak pekat.
4	Over matang	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permukaan <i>cake</i> tampak kecokelatan.
5	Cokelat	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kue <i>cake</i> dengan campuran cokelat

3.2 Skenario Pengujian

Pengujian pada penelitian menggunakan metode *cross validation*. Dimana metode ini digunakan untuk mengetahui rata-rata keberhasilan dari suatu sistem. *Cross validation* diawali dengan membagi data sejumlah *fold* yang diinginkan. Data yang digunakan dalam pengujian *cross validation* pada tahap ini sebanyak 9 data *cake* putih dan 6 data *cake* cokelat.

Langkah awal dalam pengujian adalah membagi data ke dalam 3 *fold*, masing-masing *fold* terdiri dari 6 pan *cake* dasar putih dan 4 pan *cake* dasar cokelat untuk data latih serta 3 pan *cake* dasar putih dan 2 pan *cake* dasar cokelat untuk data uji. Proses pembagian *k-fold* untuk data *cake* dasar putih dan *cake* dasar cokelat dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Pembagian *k-fold* *cake* dasar putih dan *cake* dasar cokelat

<i>K-fold</i>	Data Uji		Data Latih	
	<i>Cake</i> putih	<i>Cake</i> cokelat	<i>Cake</i> Putih	<i>Cake</i> Cokelat
1	P1-P2-P3	C1-C2	P4-P5-P6-P7-P8-P9	C3-C4-C5-C6
2	P4-P5-P6	C3-C4	P7-P8-P9-P1-P2-P3	C5-C6-C1-C2
3	P7-P8-P9	C5-C6	P1-P2-P3-P4-P5-P6	C1-C2-C3-C4

Pada *k-fold* ke satu, dua dan tiga data uji yang digunakan adalah 88 citra, 80 citra dan 88 citra sementara data latih yang digunakan adalah 168 citra, 176 citra dan 168 citra dengan total masing-masing *k-fold* 256 citra. Setiap *k-fold* akan dilatih data latihnya secara berulang-ulang menggunakan beberapa nilai pada ketiga parameternya yaitu *max epoch* (100, 200, 300), *error minimum* (0,1, 0,01 dan 0,001) dan *learning rate* (0,05).

Pelatihan dan Pengujian dengan Kamera Handphone Nokia 6303i Classic 3.2 MP
Tabel 3.4 Pelatihan dan pengujian k=1 kamera 3.2 MP

Pembelajaran ke-	Parameter Pembelajaran				Kelas	Data latih			Data Uji			Akurasi kelas
	Max Epoch	Error Minimum	Learning Rate	Epoch		Citra			Citra			
						Total	Benar	Akurasi	Total	Benar	Akurasi	
1	100	0.1	0.05	1	Belum Matang	56	44	78,57%	36	23	63,89%	71,23%
					Pindah Rak	24	14	58,33%	12	5	41,67%	50,00%
					Matang	24	20	83,33%	12	7	58,33%	70,83%
					Over Matang	48	26	54,17%	20	9	45,0%	49,59%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			68,60%			52,22%	60,41%
					Cake dasar coklat	16	16	100,0%	8	8	100,0%	100,00%
2	200	0.01	0.05	16	Belum Matang	56	44	78,57%	36	25	69,44%	74,01%
					Pindah Rak	24	19	79,17%	12	10	83,33%	81,25%
					Matang	24	0	0,0%	12	0	0,0%	0,00%
					Over Matang	48	36	75,0%	20	11	55,0%	65,00%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			58,19%			51,94%	55,00%
					Cake dasar coklat	16	16	100,0%	8	8	100,0%	100,00%
3	300	0.001	0.05	38	Belum Matang	56	47	83,93%	36	27	75,0%	79,47%
					Pindah Rak	24	13	54,17%	12	8	66,67%	60,42%
					Matang	24	2	8,33%	12	0	0,0%	4,17%
					Over Matang	48	36	75,0%	20	12	60,0%	67,50%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			55,36%			50,42%	52,89%
					Cake dasar coklat	16	15	93,75%	8	8	100,0%	96,88%

Tabel 3.5 Pelatihan dan pengujian k=2 kamera 3.2 MP

Pembelajaran ke-	Parameter Pembelajaran				Kelas	Data latih			Data Uji			Akurasi kelas
	Max Epoch	Error Minimum	Learning Rate	Epoch		Citra			Citra			
						Total	Benar	Akurasi	Total	Benar	Akurasi	
1	100	0.1	0.05	1	Belum Matang	68	49	72,00%	24	16	66,67%	69,37%
					Pindah Rak	24	16	66,67%	12	8	66,67%	66,67%
					Matang	24	14	58,33%	12	7	58,33%	58,33%
					Over Matang	44	28	63,64%	24	11	45,83%	54,74%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			65,18%			59,38%	62,28%
					Cake dasar coklat	16	16	100,0%	8	7	87,5%	93,75%
2	200	0.01	0.05	16	Belum Matang	68	48	70,59%	24	16	66,67%	68,63%
					Pindah Rak	24	18	75,0%	12	11	91,67%	83,34%
					Matang	24	8	33,33%	12	1	8,33%	20,83%
					Over Matang	44	34	77,27%	24	15	62,5%	69,89%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			64,05%			57,29%	60,67%
					Cake dasar coklat	16	16	100,0%	8	7	87,5%	93,75%
3	300	0.001	0.05	38	Belum Matang	68	52	76,47%	24	18	75,0%	75,74%
					Pindah Rak	24	14	58,33%	12	7	58,33%	58,33%
					Matang	24	9	37,5%	12	2	16,67%	27,09%
					Over Matang	44	35	79,55%	24	16	66,67%	73,11%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			62,96%			54,17%	58,57%
					Cake dasar coklat	16	16	100,0%	8	7	87,5%	93,75%

Tabel 3.6 Pelatihan dan pengujian k=3 kamera 3.2 MP

Pembelajaran ke-	Parameter Pembelajaran				Kelas	Data latih			Data Uji			Akurasi kelas
	Max Epoch	Error Minimum	Learning Rate	Epoch		Citra			Citra			
						Total	Benar	Akurasi	Total	Benar	Akurasi	
1	100	0.1	0.05	1	Belum Matang	60	41	68,33%	32	27	84,38%	76,36%
					Pindah Rak	24	17	70,83%	12	7	58,33%	64,58%
					Matang	24	15	62,5%	12	5	41,67%	52,09%
					Over Matang	44	16	36,36%	24	14	58,33%	47,55%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			59,51%			60,68%	60,10%
					Cake coklat	16	16	100,0%	8	8	100,0%	100,00%
2	200	0.01	0.05	16	Belum Matang	60	40	66,67%	32	26	81,25%	73,96%
					Pindah Rak	24	22	91,67%	12	9	75,0%	83,34%
					Matang	24	11	45,83%	12	4	33,33%	39,58%
					Over Matang	44	20	45,45%	24	16	66,67%	56,06%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			62,41%			64,06%	63,24%
					Cake coklat	16	15	93,75%	8	8	100,0%	96,88%
3	300	0.001	0.05	38	Belum Matang	60	40	66,67%	32	27	84,38%	75,53%
					Pindah Rak	24	21	87,5%	12	9	75,0%	81,25%
					Matang	24	15	62,5%	12	4	33,33%	47,92%
					Over Matang	44	20	45,45%	24	16	66,67%	56,06%
					Rata-rata akurasi cake dasar putih			65,53%			64,85%	65,19%
					Cake coklat	16	15	93,75%	8	8	100,0%	96,88%

Pelatihan dan Pengujian Kamera *Handphone* Android *Xiomi redme note4 13 MP*
Tabel 3.7 Pelatihan dan pengujian k=1 kamera 13 MP

Pembelajaran ke-	Parameter Pembelajaran				Kelas	Data latih			Data Uji			Akurasi kelas		
	Max Epoch	Error Minimum	Learning Rate	Epoch		Citra		Akurasi	Citra		Akurasi			
						Total	Benar		Total	Benar				
1	100	0,1	0,05	1	Belum Matang	56	35	62,5%	36	11	30,56%	46,53%		
					Pindah Rak	24	20	83,33%	12	8	66,67%	75,00%		
					Matang	24	16	66,67%	12	3	25,0%	45,84%		
					Over Matang	48	35	72,92%	20	4	20,0%	46,46%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						71,36%		35,56%	53,46%
					Cokle cokelat	16	15	93,75%	8	3	62,5%		78,13%	
					Belum Matang	56	39	69,64%	36	14	38,89%	54,27%		
2	200	0,01	0,05	16	Pindah Rak	24	19	79,17%	12	8	66,67%	72,92%		
					Matang	24	11	45,83%	12	3	25,0%	35,42%		
					Over Matang	48	35	72,72%	20	4	20,0%	46,36%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						66,84%		37,64%	52,24%
					Cokle cokelat	16	15	93,75%	8	4	50,0%		71,88%	
					Belum Matang	56	39	69,64%	36	15	41,67%	55,66%		
					Pindah Rak	24	18	75,0%	12	4	33,33%	54,17%		
3	300	0,001	0,05	38	Matang	24	16	66,67%	12	3	25,0%	45,84%		
					Over Matang	48	35	72,92%	20	4	20,0%	46,46%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						71,06%		30,00%	50,53%
					Cokle cokelat	16	15	93,75%	8	3	62,5%		78,13%	
					Belum Matang	56	39	69,64%	36	15	41,67%	55,66%		
					Pindah Rak	24	18	75,0%	12	4	33,33%	54,17%		
					Matang	24	16	66,67%	12	3	25,0%	45,84%		

Tabel 3.8 Pelatihan dan pengujian k=2 kamera 13 MP

Pembelajaran ke-	Parameter Pembelajaran				Kelas	Data latih			Data Uji			Akurasi kelas		
	Max Epoch	Error Minimum	Learning Rate	Epoch		Citra		Akurasi	Citra		Akurasi			
						Total	Benar		Total	Benar				
1	100	0,1	0,05	1	Belum Matang	68	33	48,53%	24	18	75,0%	61,77%		
					Pindah Rak	24	16	66,67%	12	12	100,0%	83,34%		
					Matang	24	13	54,17%	12	6	50,0%	52,09%		
					Over Matang	44	22	50,0%	24	18	75,0%	62,50%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						54,84%		75,00%	64,92%
					Cokle dasar cokelat	16	14	87,5%	8	8	100,0%		93,75%	
					Belum Matang	68	39	57,35%	24	18	75,0%	66,18%		
2	200	0,01	0,05	16	Pindah Rak	24	18	75,0%	12	11	91,67%	83,34%		
					Matang	24	7	29,17%	12	4	33,33%	31,25%		
					Over Matang	44	24	54,55%	24	20	83,33%	68,94%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						54,02%		70,83%	62,43%
					Cokle dasar cokelat	16	12	75,0%	8	8	100,0%		87,50%	
					Belum Matang	68	39	57,35%	24	18	75,0%	80,88%		
					Pindah Rak	24	3	12,5%	12	3	25,0%	18,75%		
3	300	0,001	0,05	38	Matang	24	9	37,5%	12	4	33,33%	35,42%		
					Over Matang	44	24	54,55%	24	20	83,33%	68,94%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						47,83%		54,17%	51,00%
					Cokle dasar cokelat	16	12	75,0%	8	8	100,0%		87,50%	
					Belum Matang	68	39	57,35%	24	18	75,0%	80,88%		
					Pindah Rak	24	3	12,5%	12	3	25,0%	18,75%		
					Matang	24	9	37,5%	12	4	33,33%	35,42%		

Tabel 3.9 Pelatihan dan pengujian k=3 kamera 13 MP

Pembelajaran ke-	Parameter Pembelajaran				Kelas	Data latih			Data Uji			Akurasi kelas		
	Max Epoch	Error Minimum	Learning Rate	Epoch		Citra		Akurasi	Citra		Akurasi			
						Total	Benar		Total	Benar				
1	100	0,1	0,05	1	Belum Matang	60	30	50,0%	32	21	65,63%	57,82%		
					Pindah Rak	24	20	83,33%	12	7	58,33%	70,83%		
					Matang	24	13	54,17%	12	8	66,67%	60,42%		
					Over Matang	44	24	54,55%	24	15	62,5%	58,53%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						60,51%		63,28%	61,90%
					Cokle dasar cokelat	16	13	93,75%	8	8	100,0%		96,88%	
					Belum Matang	60	43	71,67%	32	24	75,0%	73,34%		
2	200	0,01	0,05	16	Pindah Rak	24	13	54,17%	12	7	58,33%	56,25%		
					Matang	24	10	41,67%	12	0	0,0%	20,84%		
					Over Matang	44	20	45,45%	24	9	37,5%	41,48%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						53,24%		42,71%	47,98%
					Cokle dasar cokelat	16	16	100,0%	8	8	100,0%		100,00%	
					Belum Matang	60	46	76,67%	32	29	90,63%	83,65%		
					Pindah Rak	24	10	41,67%	12	6	50,0%	45,84%		
3	300	0,001	0,05	38	Matang	24	15	62,5%	12	1	8,33%	35,42%		
					Over Matang	44	22	50,0%	24	12	50,0%	50,00%		
					Rata-rata akurasi cokle dasar putih						57,71%		49,74%	53,73%
					Cokle dasar cokelat	16	16	100,0%	8	8	100,0%		100,00%	
					Belum Matang	60	46	76,67%	32	29	90,63%	83,65%		
					Pindah Rak	24	10	41,67%	12	6	50,0%	45,84%		
					Matang	24	15	62,5%	12	1	8,33%	35,42%		

5.2 Pembahasan

Penentuan tingkat kematangan kue *cake* dasar putih, data citra diambil menggunakan 2 kamera yaitu kamera *handphone* nokia 6303i *classic* 3.2 MP (1536 x 2048 *pixel*) dan kamera *handphone* android xiami redme note4 13 MP (3120 x 4160 *pixel*). Data citra terbagi atas data latih dan data uji yang dilatih dan diuji menggunakan metode *k-fold cross validation* dengan jumlah *k-fold*=3. Setiap *k-fold* melalui proses pelatihan dan pengujian sebanyak tiga kali dengan parameter yang berbeda-beda, hal untuk mendapatkan hasil akurasi sistem yang baik. Akurasi pengujian dari 2 kamera yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Kamera *Handphone* Nokia 6303i *Classic* 3.2 MP

Pada tabel 5.11 rata-rata akurasi kelas *cake* dasar putih untuk *k-fold* satu sampai *k-fold* tiga, pada pembelajaran pertama yaitu belum matang 72,32%, pindah rak 60,42%, matang 60,42%, *over* matang 50,56% dengan rata-rata akurasi sistem yaitu 60,93% dan *k-fold* terbaik adalah k=2. Sementara rata-rata akurasi kelas *cake* dasar coklat 97,91%. Pembelajaran kedua rata-rata akurasi kelas *cake* dasar putih yaitu: belum matang 72,20%, pindah rak 82,64%, matang 20,14%, *over* matang 63,65% dengan rata-rata akurasi sistem 59,66% dan *k-fold* terbaik adalah k=3. Sementara rata-rata akurasi kelas *cake* dasar coklat 96,88%. Untuk pembelajaran ketiga akurasi rata-rata kelas *cake* dasar putih yaitu belum matang 76,91%, pindah rak 66,67%, matang 26,39%, *over* matang 65,56% dengan rata-rata akurasi sistem 58,88% dengan *k-fold* terbaik adalah k=3. Sementara rata-rata akurasi kelas *cake* dasar coklat 95,84%. Berdasarkan pembelajaran pertama, kedua dan ketiga maka akurasi sistem terbaik untuk *cake* dasar putih yaitu 60,93% dengan nilai *k-fold* terbaik adalah k=3 yaitu pada pembelajaran ketiga dengan nilai akurasi sistem 65,19%. Sementara rata-rata akurasi terbaik *cake* dasar coklat 97,91%.

Tabel 3.10 Perbandingan akurasi pengujian kamera 3.2 MP

Pembe- lajaran ke-	K	Akurasi kelas Belum Matang	Akurasi kelas Pindah Rak	Akurasi kelas Matang	Akurasi kelas Over matang	Rata- rata akurasi sistem <i>cake</i> dasar putih	Rata- rata akurasi sistem kelas <i>cake</i> dasar Cokelat
1	1	71,23%	50,00%	70,83%	49,59%	60,41%	100,00%
	2	69,37%	66,67%	58,33%	54,74%	62,28%	93,74%
	3	76,36%	64,58%	52,09%	47,35%	60,10%	100,00%
	Akurasi	72,32%	60,42%	60,42%	50,56%	60,93%	97,91%
2	1	74,01%	81,25%	0,00%	65,00%	55,07%	100,00%
	2	68,63%	83,34%	20,83%	69,89%	60,67%	93,75%
	3	73,96%	83,34%	39,58%	56,06%	63,24%	96,88%
	Akurasi	72,20%	82,64%	20,14%	63,65%	59,66%	96,88%
3	1	79,47%	60,42%	4,17%	67,50%	52,89%	96,88%
	2	75,74%	58,33%	27,09%	73,11%	58,57%	93,75%
	3	75,53%	81,25%	47,92%	56,06%	65,19%	96,88%
	Akurasi	76,91%	66,67%	26,39%	65,56%	58,88%	95,84%

b. Kamera *Handphone* Android Xiami redme note4 13 MP

Pada tabel 5.12 rata-rata akurasi kelas *cake* dasar putih untuk *k-fold* satu sampai *k-fold* tiga, pada pembelajaran pertama yaitu belum matang 55,37%, pindah rak 76,39%, matang 52,78%, *over* matang 55,83% dengan rata-rata akurasi sistem yaitu 60,09% dan *k-fold* terbaik adalah k=2. Sementara rata-rata akurasi kelas *cake* dasar coklat 89,59%. Pembelajaran kedua rata-rata akurasi kelas *cake* dasar putih yaitu: belum matang 64,60%, pindah rak 70,84%, matang 29,17%, *over* matang 52,26% dengan rata-rata akurasi sistem 54,22% dan *k-fold* terbaik adalah k=2. Sementara rata-rata akurasi kelas *cake* dasar coklat 86,46%. Untuk pembelajaran ketiga akurasi rata-rata kelas *cake* dasar putih yaitu belum matang 73,40%, pindah rak 39,59%, matang 38,89%, *over* matang 55,13% dengan rata-rata akurasi sistem 51,75% dan *k-fold* terbaik adalah k=2. Sementara rata-rata akurasi kelas

cake dasar coklat 88,54%. Berdasarkan pembelajaran pertama, kedua dan ketiga maka akurasi sistem terbaik untuk cake dasar putih yaitu 60,09% dengan nilai *k-fold* terbaik adalah *k*=2 yaitu pada pembelajaran pertama dengan nilai akurasi sistem 64,93%. Sementara rata-rata akurasi terbaik cake dasar coklat 89,59%.

Tabel 3.11 Perbandingan akurasi pengujian kamera 13 MP

Pembe- lajaran ke-	K	Akurasi kelas Belum Matang	Akurasi kelas Pindah Rak	Akurasi kelas Matang	Akurasi kelas Over matang	Rata- rata akurasi sistem cake dasar putih	Rata- rata akurasi sistem kelas cake dasar Cokelat
1	1	46,53%	75,00%	45,84%	46,46%	53,46%	78,13%
	2	61,77%	83,34%	52,09%	62,50%	64,93%	93,75%
	3	57,82%	70,83%	60,42%	58,53%	61,90%	96,88%
	Akurasi	55,37%	76,39%	52,78%	55,83%	60,09%	89,59%
2	1	54,27%	72,92%	35,42%	46,36%	52,24%	71,88%
	2	66,18%	83,34%	31,25%	68,94%	62,43%	87,50%
	3	73,34%	56,25%	20,84%	41,48%	47,98%	100,00%
	Akurasi	64,60%	70,84%	29,17%	52,26%	54,22%	86,46%
3	1	55,66%	54,17%	45,84%	46,46%	50,53%	78,13%
	2	80,88%	18,75%	35,42%	68,94%	51,00%	87,50%
	3	83,65%	45,84%	35,42%	50,00%	53,73%	100,00%
	Akurasi	73,40%	39,59%	38,89%	55,13%	51,75%	88,54%

Akurasi terbaik penentuan tingkat kematangan kue cake dasar putih pada penelitian ini yaitu untuk kamera *handphone* nokia 6303i classic 3.2 MP sebagai berikut: kelas belum matang 75,53%, pindah rak 81,25%, matang 47,92%, over matang 56,06% dengan rata-rata akurasi 65,19% dan akurasi cake dasar coklat sebagai kelas validasi mencapai 96,88%. Sementara pada kamera *handphone* android xiami redme note4 13 MP diperoleh akurasi terbaik untuk cake dasar putih yaitu kelas belum matang 61,77%, pindah rak 83,34%, matang 52,09%, over matang 62,50% dengan rata-rata akurasi 64,93% dan akurasi cake dasar coklat sebagai kelas validasi mencapai 93,75%

Semakin kecil nilai *error minimum* yang digunakan pada proses pelatihan rata-rata akurasi sistem yang diperoleh semakin kecil, baik itu pelatihan untuk data pada kamera 3.2 MP dan data pada kamera 13 MP, sehingga dapat disimpulkan bahwa data penelitian setiap kelas masih bervariasi atau heterogen. Dapat dilihat pada tabel 5.11 dan tabel 5.12

Faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi sistem pada penelitian ini antara lain:

- a. Kondisi pencahayaan dalam ruangan.
Kondisi cahaya ruangan meliputi penggunaan atau tanpa penggunaan cahaya misalnya cahaya lampu atau hanya mengandalkan cahaya ruangan yang bersumber dari cahaya matahari. Arah sumber cahaya juga sangat berpengaruh misalnya dari samping atau dari atas yang akan berpengaruh pada nilai intensitas kecerahan gambar yang dihasilkan.
- b. Jarak pengambilan gambar dari target.
Faktor jarak pengambilan gambar berpengaruh pada hasil identifikasi misalnya jarak pengambilan 10 cm dari obyek memiliki nilai tingkat intensitas kecerahan yang berbeda dengan jarak pengambilan 20 cm dan seterusnya.
- c. Pan atau wadah penampung kue cake.
Pan atau wadah penampung harus dipisahkan dengan kue cake (*cropping*) sebab antara pan dan kue cake memiliki gradasi warna yang berbeda sehingga jika pan ikut diproses maka akan mempengaruhi nilai ciri RGB kue cake yang sebenarnya dan juga mempengaruhi nilai akurasi sistem.

IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada sistem penentuan tingkat kematangan kue *cake* dasar putih menggunakan metode ekstraksi warna *red*, *green*, *blue* dengan pembelajaran *Learning Vector Quantization (LVQ)*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Akurasi sistem penentuan tingkat kematangan kue *cake* dasar putih menggunakan kamera *handphone* Nokia 6303i *Classic* 3.2 MP yaitu kelas belum matang 75,53%, pindah rak 81,25%, matang 47,92%, *over* matang 56,06% dengan rata-rata akurasi sistem 65,19% sementara rata-rata akurasi *cake* dasar cokelat sebagai kelas validasi yaitu 96,88%. Sedangkan akurasi menggunakan kamera *handphone* Android Xiami redme note4 13 MP yaitu kelas belum matang 61,77%, pindah rak 83,34%, matang 52,09%, *over* matang 62,50% dengan rata-rata akurasi 64,69% dan rata-rata akurasi *cake* dasar cokelat sebagai kelas validasi yaitu 93,75%.
2. Berdasarkan penelitian ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akurasi sistem yaitu:
 - a) Cahaya dalam ruangan.
 - b) Jarak pengambilan gambar dari target objek
 - c) Pan atau wadah penampung kue *cake*.

4.2 Saran

Akurasi sistem dalam penelitian sangat dipengaruhi oleh faktor cahaya ruangan, jarak pengambilan citra, waktu pengambilan dan pan atau wadah penampung. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat digunakan suatu metode yang mampu menyelesaikan faktor-faktor penyebab diatas, sehingga akurasi sistem dapat lebih baik dari penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Adriana Fanggidae, ST, M.Cs selaku dosen penguji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Pradhitya, Rio., 2015, Pembangunan Aplikasi Deteksi dan Tracking Warna *Virtual Drawing* Menggunakan Algoritma *Color Filtering*, Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA),ISSN:2089-9033.
- [2]Prahara.H. W dan Sela. E. I., 2016, Tingkat Buah Pepaya dengan Jaringan Syaraf LVQ, Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI) tahun 2016.
- [3]Santi.R.C.N dan Eniyati.S., 2015, Implementasi Statistik dengan Database Mysql, Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 20, No.2, Juli 2015 : 132-139 ISSN : 0854-9524.
- [4] Agian.D.G.,dkk, 2015, Identifikasi Kematangan Buah Markisa (*Passiflora edulis*) Dengan Peongolahan Cita Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan.J.Rekayasa Pangan dan Pert.,Vol.3 No.3 Th.2015.
- [5] Eliyani dkk, 2013, Pengenalan Tingkat Kematangan Buah Pepaya Paya Rabo menggunakan Pengolahan Citra Berdasarkan Warna RGB dengan *K-Means Clustering*,Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SNATIKOM 2013),ISBN 978-602-19837-2-0.
- [6] Fausett,L., 1994, Fundamental of Neural Networks,Prentice Hall,New Jersey.
- [7] Jatmika dan Purnamasari, 2014, Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Apel Dengan Menggunakan Metode Image Processing Berasaran Komposisi Warna, Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA , Vol.8 No 1, Februari 2014.
- [8] Kusumadewi S,2003, Artificial Intelligence (teknik dan Aplikasinya), Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [9]Nurraharjo.E, 2012, Implementasi Image Statistic Method pada pengolahan citra digital,Jurnal Teknologi Informasi DINAMIKA Volume 17,No.1,Januari 2012:01-05.

- [10]Oetomo, Budi Sutedjo Dharma, 2002, Perencanaan dan Pengembangan Sistem Informasi, Edisi I, ANDI Yogyakarta.
- [11]Ranadhi D., 2006, Implementasi *Learning Vector Quantization (LVQ)* untuk Pengenal Pola Sidik Jari Pada Sistem Informasi Narapidana LP Wirogunan, *Skripsi*, Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [12]Riska.S.Y., 2015, Klasifikasi Level Kematangan Tomat Berdasarkan Perbedaan Perbaikan Citra Menggunakan Rata-rata RGB dan *Index Pixel*, *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA (JITIKA)*, Vol 9, No.2, Agustus 2015. ISSN:0852-730X.
- [13]Syakry dkk, 2013, Analisa Tingkat Kandungan Nilai Warna untuk Penentuan Tingkat Kematangan pada Citra Buah *Papaya Callina*, *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, Vol.4 No 1, Maret 2013:31-37.