

# Analisis Fraktal Untuk Identifikasi Kadar Gula Rambutan dengan Metode *Box-Counting*

Iman<sup>a)</sup>, Nurhasanah<sup>a)</sup>, Joko Sampurno<sup>a)\*</sup>

<sup>a)</sup>Prodi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura  
Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia  
\*Email : jokosampurno@physics.untan.ac.id

## Abstrak

Pada penelitian ini, pemodelan matematis yang menghubungkan antara dimensi fraktal dan kadar gula pada daging buah rambutan telah berhasil dilakukan. Penelitian ini terdiri dari 3 tahap: uji kadar gula, pengolahan citra dan analisis fraktal. Pengujian kadar gula dilakukan dengan menggunakan alat *refraktometer brix*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase kadar gula dalam daging buah rambutan. Pengolahan citra dimulai dengan mengubah citra berwarna menjadi citra *grayscale*, kemudian dilanjutkan dengan proses deteksi tepi, dan proses *thresholding* untuk mendapatkan citra *biner*. Analisis fraktal bertujuan untuk menghitung dimensi fraktal dari tiap sampel dengan metode *box-counting*. Hasil pencocokan kurva antara kadar gula terhadap dimensi fraktal menghasilkan model matematis dengan nilai *R-square* 0.9867 dan *RMSE* 0.132 serta korelasi 0.9781. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi dimensi fraktal kulit rambutan akan diikuti oleh semakin tinggi kadar gula buahnya.

**Kata Kunci :** *Rambutan, Dimensi fraktal, Box-counting, Kadar gula*

## 1. Latar Belakang

Fraktal adalah bentuk apa saja yang jikalau bagian-bagian dari bentuk itu diperbesar akan tampak seperti bentuk fraktal secara keseluruhannya. Seperti halnya benda-benda geometri yang lain, fraktal juga memiliki dimensi. Dimensi fraktal pada umumnya dinyatakan dengan bilangan bukan bulat, yakni berupa bilangan pecahan. Dimensi fraktal dapat dihitung dengan metode perhitungan kotak (*box-counting*)[1].

Metode *box-counting* adalah metode perhitungan kotak untuk mendapatkan dimensi fraktal. Metode ini sudah banyak digunakan dan berhasil untuk menganalisis objek-objek fraktal, seperti yang telah dilakukan oleh Sabariah, dkk (2017) tentang identifikasi kadar gula salak [2]. Selain itu, Norsiah, dkk (2017) juga melakukan penelitian tentang identifikasi jenis gambut berdasarkan struktur porinya dengan menggunakan metode yang sama [3].

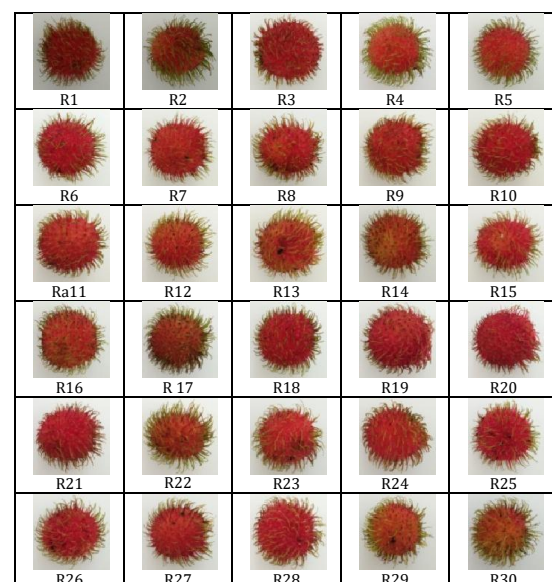
Salah satu objek kajian yang menarik untuk diteliti dari buah rambutan adalah bentuk dari tekstur kulit luarnya. Kulit luar rambutan memiliki rambut dan warna yang agak kemerahan jika sudah matang. Pada umumnya, bentuk rambut dari buah ini berbeda-beda untuk setiap jenis rambutan.

Pada penelitian ini, obyek yang dibahas adalah hubungan antara kadar gula daging rambutan dan dimensi fraktal citra kulit rambutan. Dari hubungan tersebut, dicari nilai korelasi dan model matematis yang menghubungkan kedua parameter tersebut.

Berdasarkan hubungan tersebut, kadar gula rambutan dapat diprediksi berdasarkan pola kulit luarnya.

## 2. Metodologi

### 2.1 Data



Gambar 1. Citra sampel rambutan dalam format *RGB*

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra digital kulit rambutan dengan format penyimpanan *jpg*. Proses pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera digital *cannon powershot A2300* dimana ukuran total *pixel*-nya adalah 16 mega *pixel*. Citra kulit

rambutan yang digunakan adalah citra jenis rambutan rapih. Rambutan rapih (*Nephelium lappaceum*) memiliki kulit berwarna hijau, kuning, dan merah tidak merata, serta daging buahnya manis dan agak kering. Jumlah sampel citra yang diambil adalah 30 buah. Sampel citra tersebut dapat dilihat pada gambar 1.

**2.2 Pre-processing citra**

Sebelum dianalisis, citra terlebih dahulu diolah dengan beberapa tahap, yaitu: *grayscale*, deteksi tepi, dan *thresholding*.

**2.2.1 Grayscale**

Proses ini bertujuan untuk melakukan perubahan suatu gambar *full color (RGB)* menjadi suatu citra *grayscale* (gambar keabuan), persamaan yang digunakan pada proses ini adalah [4]:

$$X = (R + G + B)/3 \tag{1}$$

Dimana :

X : Nilai *Grayscale*

R : Nilai *pixel* unsur warna merah

G : Nilai *pixel* unsur warna hijau

B : Nilai *pixel* unsur warna biru

**2.2.2 Deteksi Tepi (Edge Detection)**

Deteksi tepi bertujuan membentuk sejumlah kurva yang saling terhubung yang mengindikasikan batas-batas objek, tanda-tanda permukaan, serta kurva-kurva yang mengindikasikan diskontinuitas pada orientasi permukaan. Metode deteksi tepi yang digunakan pada proses pendekatan ini adalah metode *sobel*. Metode *sobel* adalah operator yang banyak digunakan sebagai pendeteksian tepi karena kesederhanaan dan keampuhannya. Operator ini terbentuk dari matriks berukuran 3x3 seperti pada persamaan 2. [5]

$$\begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & x, y & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{bmatrix} \tag{2}$$

Operator *sobel* adalah magnitudo dari gradien yang dihitung dengan persamaan 3.

$$M = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \tag{3}$$

Keterangan:

M = Besar gradien operator *sobel*

S<sub>x</sub> = Gradien *sobel* arah horizontal

S<sub>y</sub> = Gradien *sobel* arah vertikal

Turunan parsial dihitung dengan persamaan 4 dan persamaan 5.

$$S_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6) \tag{4}$$

$$S_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4) \tag{5}$$

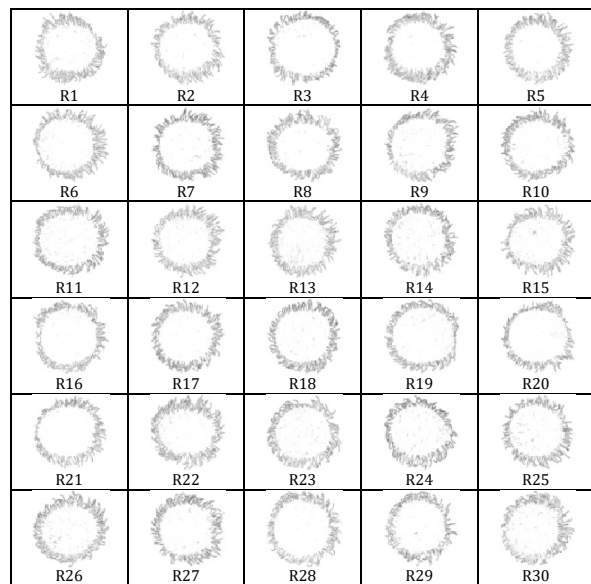
**2.2.3 Thresholding**

Secara umum proses *thresholding* terhadap citra *grayscale* bertujuan menghasilkan citra *biner*, secara matematis dapat ditulis pada persamaan 6.

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T \end{cases} \tag{6}$$

Dengan *g(x,y)* adalah citra *biner* dari citra *grayscale* *f(x,y)*, dan *T* menyatakan nilai *threshold* [6].

Hasil dari *thresholding* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil *thresholding* dalam bentuk *biner*

**2.3 Penentuan dimensi fraktal dengan metode box-counting**

Salah satu metode atau algoritma yang cukup terkenal untuk menghitung dimensi adalah metode *box-counting* [7]. *Box-counting* telah digunakan secara luas karena algoritmanya yang cukup mudah dan dapat digunakan untuk menghitung dimensi fraktal pada objek-objek yang kompleks. Dalam metode ini, dimensi fraktal suatu objek dihitung menggunakan persamaan 7. [8]

$$D_f = \frac{\log N(s)}{\log \frac{1}{s}} \tag{7}$$

Dengan *D<sub>f</sub>* adalah nilai dimensi fraktal, *N(r)* adalah jumlah kotak yang ditutup oleh objek, dan *r* adalah ukuran kotak yang digunakan untuk menutup objek. Berdasarkan Amin dkk, langkah yang harus dilakukan untuk menghitung dimensi fraktal suatu objek yang telah direpresentasikan dalam suatu citra menggunakan metode *box-counting* dapat dijelaskan sebagai berikut [8] :

- Citra ditutup dengan kotak-kotak persegi dimana panjang ruas dari persegi tersebut ( $r$ ) dibuat bervariasi untuk tiap iterasi. Nilai  $r$  diubah-ubah dengan rumus  $r=2^k$ , dimana  $k=0, 1, 2, \dots$  dan  $2^k$  tidak boleh lebih besar dari ukuran citra. Bila citra berukuran  $2^m \times 2^m$  maka nilai  $k$  akan berhenti sampai  $m$ .
- Menghitung banyaknya kotak  $N(r)$  yang terisi oleh citra untuk masing-masing ukuran  $r$ .
- Nilai  $\log(1/r)$  dan  $\log N(r)$  dihitung.
- Membuat regresi linear menggunakan nilai  $\log(1/r)$  dan  $\log N(r)$ . Nilai tersebut digunakan untuk menghitung kemiringan ( $slope$ ) dengan persamaan (8) dan nilai dimensi fraktal  $D_f$  citra tersebut ditunjukkan oleh persamaan (9) :

$$\alpha = \frac{(\sum_{k=1}^n xy) - \frac{(\sum_{k=1}^n x)(\sum_{k=1}^n y)}{n}}{(\sum_{k=1}^n x^2) - \frac{(\sum_{k=1}^n x)^2}{n}} \quad (8)$$

$$D_f = -\alpha \quad (9)$$

Pada proses di atas  $\alpha$  adalah nilai kemiringan ( $slope$ ),  $n$  adalah banyaknya data yang digunakan,  $x$  adalah nilai  $\log(1/r)$ ,  $y$  adalah nilai  $\log N(r)$ , dan  $D_f$  adalah nilai dimensi fraktal.

### 2.4 Penentuan kadar gula

Kadar gula rambutan adalah kandungan gula yang terdapat pada daging buah rambutan. Kandungan kadar gula tersebut ditentukan dengan memasukkan air pada *refraktometer brix*. Dari alat tersebut dapat dilihat hasil pengukuran kandungan kadar gula pada tiap-tiap rambutan.

Penentuan kadar gula rambutan dimulai dengan memisahkan daging rambutan dengan kulit rambutan. Kandungan air daging rambutan diambil dan dimasukkan ke tempat sampel pada alat *refraktometer brix*. Hasil kadar gula rambutan dapat dilihat pada skala alat tersebut. Alat *refraktometer brix* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. alat *refraktometer brix*

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil penentuan dimensi Fraktal

Dimensi fraktal menunjukkan tingkat kompleksitas bentuk rambut pada sampel citra kulit rambutan. Semakin tinggi dimensi fraktal maka tingkat teksturnya semakin kompleks.

Dimensi fraktal untuk masing-masing citra kulit rambutan diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1 hasil dimensi fraktal kulit rambutan

No sampel	Dimensi Fraktal	No sampel	Dimensi Fraktal
1	1.5803	16	1.5036
2	1.5313	17	1.5907
3	1.5082	18	1.56
4	1.5633	19	1.5286
5	1.5627	20	1.4925
6	1.5591	21	1.4903
7	1.548	22	1.5928
8	1.5307	23	1.584
9	1.574	24	1.5896
10	1.5546	25	1.5729
11	1.5796	26	1.59
12	1.5971	27	1.5877
13	1.5992	28	1.4982
14	1.5863	29	1.5396
15	1.5729	30	1.5871

### 3.2 Hasil penentuan kadar gula rambutan

Hasil pengukuran kadar gula rambutan diperlihatkan oleh tabel 2.

Tabel 2 hasil kadar gula dari 30 rambutan

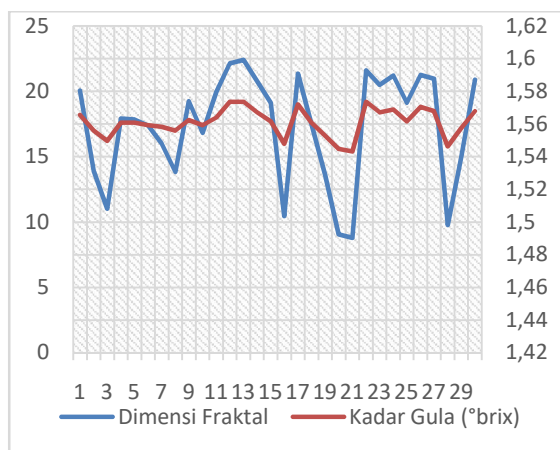
No Sampel	Kadar Gula (%brix)	No Sampel	Kadar Gula (%brix)
1	18.2	16	16
2	17	17	19
3	16.2	18	17.6
4	17.6	19	16.6
5	17.6	20	15.6
6	17.4	21	15.4
7	17.3	22	19.2
8	17	23	18.4
9	17.8	24	18.6
10	17.4	25	17.7
11	18	26	18.8
12	19.2	27	18.5
13	19.2	28	15.8
14	18.4	29	17.2
15	17.7	30	18.5

Berdasarkan hasil dari tabel 2 diperoleh bahwa kadar gula terendah yaitu 15.4 %brix, sedangkan kadar gula tertinggi adalah 19.2 %brix. Semakin tinggi kadar gula pada rambutan akan diikuti semakin manis buah rambutan tersebut.

### 3.3 Analisis hubungan kadar gula dengan dimensi fraktal

Dari hubungan antara dimensi fraktal dan kadar gula pada buah rambutan didapat nilai korelasi antara keduanya yaitu 0.9781. Korelasi

kadar gula dan dimensi fraktal dihasilkan dengan memasukkan nilai kadar gula sebagai variabel dependen ( $Y$ ) dan dimensi fraktal sebagai variabel bebas ( $X$ ). Hasil korelasi tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara dimensi fraktal dan kadar gula memiliki hubungan yang sangat kuat. Ini berarti semakin tinggi dimensi, maka kadar gula semakin tinggi. Hasil korelasi antara dimensi fraktal dan kadar gula dapat dilihat pada gambar 4.



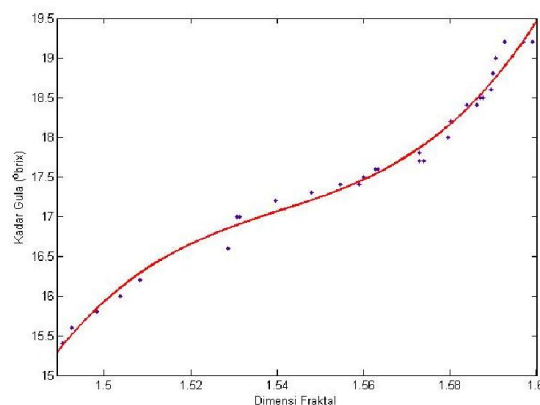
Gambar 4. Grafik korelasi dimensi fraktal dan kadar gula

Hubungan dimensi fraktal dan kadar gula didekati dengan pendekatan regresi polynomial pangkat 3 menghasilkan grafik sebagaimana ditampilkan pada gambar 4. Dari grafik tersebut didapat model matematis dengan nilai  $R$ -square 0.9867 dan nilai  $RMSE$  0.132. Nilai  $R$ -square menunjukkan bahwa suatu model regresi dikatakan baik apabila nilai  $R$ -square mendekati satu. Sedangkan nilai  $RMSE$  menunjukkan semakin kecil nilai errornya atau mendekati nol maka model yang digunakan semakin baik. Dari hasil *curve fitting* didapatkan model yang mewakili hubungan kadar gula terhadap dimensi fraktal:

$$KG(DF) = 6350(DF)^3 - 2.935 \times 10^4(DF)^2 + 4.524 \times 10^4(DF) - 2.324 \times 10^4 \quad (10)$$

Persamaan model *regresi polynomial* pangkat 3 tersebut menunjukkan bahwa model yang digunakan sangat bagus, sesuai dengan nilai  $R$ -square dan  $RMSE$ . Hasil grafik *curve fitting* kadar gula terhadap dimensi fraktal diperlihatkan pada gambar 5.

Berdasarkan hubungan dimensi fraktal citra kulit rambutan dan kadar gula daging buahnya diketahui bahwa semakin tinggi dimensi fraktal kulit rambutan akan diikuti oleh semakin tinggi kadar gula buahnya. Artinya semakin kompleks struktur rambut pada buah rambutan maka akan diikuti oleh semakin tinggi kadar gula daging buahnya.



Gambar 5. Grafik *curve fitting* kadar gula terhadap dimensi fraktal

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode analisis fraktal dapat digunakan untuk membedakan tingkat kadar gula pada rambutan. Semakin tinggi kadar gula pada buah rambutan akan diikuti semakin tingginya dimensi fraktal bentuk rambut buah rambutan.

#### Daftar Pustaka

1. Ratri AA, Purnomo KD, Riwanisa RR. Aplikasi Dimensi Fraktal pada Bidang Biosains Jember: FMIPA Universitas Jember; 2014.
2. Sabariah, Nurhasanah, Sampurno J. Aplikasi Metode Fraktal untuk Identifikasi Kadar Gula Salak Berdasarkan Pola Kulitnya. Prisma Fisika. 2017; **V**(1): p. 17-20.
3. Norsiah, Ihwan A, Sampurno J. Identifikasi Jenis Gambut Berdasarkan Struktur Porinya dengan Menggunakan Geometri Fraktal. prisma fisika. 2017; **V**(2): p. 55-60.
4. Kumaseh MR. Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding. Jurnal Ilmiah Sains. 2013; **13**(1): p. 74-79.
5. Susila. Implementasi Edge Detection pada Citra Grayscale dengan Metode Operator Sobel dan Operator Prewitt. Majalah Ilmiah Inti. 2017; **12**(2): p. 235-240.
6. Purba D. Pengolahan Citra Digital Yogyakarta: Andi; 2010.
7. Narvinda RYE. Analisis Statistik dan Dimensi Fraktal Sinyal Elektrokardiografi lampung: universitas lampung; 2016.
8. Amin MA, Juniati D. Klasifikasi Kelompok Umur Manusia Berdasarkan Analisis Dimensi Fraktal Box-Counting dari Citra Wajah dengan Deteksi Tepi Canny. jurnal ilmiah matematika. 2017; **2**(6): p. 33-42.