

Klasifikasi Penyakit Tanaman Kedelai Melalui Tekstur Daun dengan Metode *Gabor Filter*

Rangga Pahlevi Putra¹, Rahmadwati², Onny Setyawati³

Abstrak— Salah satu hasil tanaman pangan yang penting dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah kedelai. Kedelai merupakan tanaman polong-polongan yang menjadi sumber protein dan minyak nabati di dunia. Namun karena berbagai penyebab seperti penyakit, serangan hama, dan kondisi cuaca yang tidak stabil menyebabkan penurunan kualitas maupun kuantitas dari produksi kedelai. Dalam rangka memberikan kontribusi dalam mempertahankan produktivitas hasil tanaman kedelai, penggunaan teknologi bisa menjadi salah satu alternatif untuk diterapkan pada budidaya tanaman kedelai.

Penelitian ini menyajikan pengembangan teknologi berbasis aplikasi teknik pengolahan citra digital yang digunakan untuk mendeteksi tekstur daun kedelai yang terkena penyakit menggunakan metode *Gabor Filter*. Diantara penyakit kedelai yang sering muncul adalah bercak coklat (*septoria blight*) dan lapuk daun (*downey mildew*). Pada penelitian ini dipilih metode *Gabor Filter* karena kehandalannya dalam membedakan tekstur suatu benda dengan cara mengisolasi frekuensi dan orientasi tertentu dari suatu citra sehingga bisa dimengerti oleh sistem visual manusia. Berdasarkan hasil percobaan, diperoleh bahwa parameter masukkan *Gabor filter* dengan orientasi 45°, 60°, 90°, dan 135° dengan kombinasi frekuensi 0,176 Hz menghasilkan hasil keluaran dengan kontras yang cukup jelas. Sedangkan untuk orientasi 0° dan 30° dengan kombinasi frekuensi 0,707 Hz dan 0,353 Hz hasil keluaran masih terlihat gelap. Dan untuk orientasi 180 dan 210 dengan kombinasi frekuensi 0,088 Hz dan 0,044 Hz, kondisi keluaran *Gabor* terlihat terlalu cerah sehingga tampak *blur*. Untuk nilai *energy* memiliki ciri yang berbeda antara kelas yang diklasifikasikan. Untuk kelas penyakit *downey mildew* memiliki rata-rata nilai *energy* 0,0817, kelas *septoria blight* memiliki nilai *energy* 0,5287, dan kelas terakhir yaitu daun normal memiliki nilai *energy* antara 0,9815.

Kata Kunci— Tanaman Kedelai, *Gabor Filter*, Frekuensi, Orientasi, *Energy*.

I. PENDAHULUAN

Penyakit tanaman dianggap sebagai salah satu masalah penting di seluruh dunia karena pertumbuhan ekonomi mayoritas negara berkembang tergantung pada sektor pertanian. Beberapa penyakit tanaman sering disebabkan oleh beberapa patogen termasuk jamur, bakteri, dan virus. Untuk mengatasi masalah ini penelitian dalam bidang pertanian sering

dilakukan untuk mengembangkan sistem otomatis untuk deteksi atau diagnosis penyakit [1].

Salah satu komoditas tanaman pangan yang penting untuk dikonsumsi masyarakat adalah kedelai. Kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang merupakan sumber utama protein dan minyak nabati di dunia [2]. Termasuk di Indonesia, kedelai merupakan salah satu komoditi pangan utama setelah padi dan jagung. Perkembangan produktivitas kedelai di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 963.183 ton, meningkat dari tahun sebelumnya yaitu 954.997 ton [3]. Dalam rangka memberikan kontribusi dalam mempertahankan produktivitas kedelai, penggunaan teknologi tentunya bisa menjadi salah satu alternatif untuk diterapkan pada budidaya tanaman kedelai khususnya pengenalan dan pengendalian penyakit. Karena salah satu penyebab turunnya produktivitas tanaman kedelai adalah gangguan penyakit tanaman. Tidak kurang dari 20 jenis penyakit tanaman disebabkan oleh jamur, bakteri, virus, dan mikroplasma yang menyerang tanaman kedelai di Indonesia [4]. Maka dari itu, untuk dapat mengelola penyakit secara baik maka perlu dipahami identitas patogen penyebab penyakit, ekobiologi patogen, tanaman dan virus penyebab penyakit. Identifikasi penyakit ini merupakan langkah awal yang sangat menentukan keberhasilan pengendalian penyakit tanaman kedelai [4].

Selama ini, identifikasi dan deteksi penyakit tanaman kedelai dilakukan melalui pengamatan gejala penyakit pada daun di lapangan [5]. Untuk konfirmasi penyakit kedelai, dilakukan beberapa pengujian, antara lain menumbuhkan patogen pada media padat untuk melihat karakter morfologi dan pengujian sifat fisiologinya [5]. Walaupun karakter morfologi dan fisiologi diperlukan sebagai studi awal, namun untuk mendeteksi patogen di lapangan tidak efektif, karena pengujian tersebut membutuhkan waktu yang lama [5].

Teknologi yang berkembang saat ini diantaranya dalam bidang pengolahan citra. Dengan mengenal pola atau karakteristik dari citra daun yang terkena penyakit, diharapkan bisa membantu untuk melakukan identifikasi dari penyakit tanaman kedelai. Selain itu, penerapan teknologi pengenalan penyakit pada tanaman kedelai diharapkan bisa membantu pemeriksaan secara dini mengenai tanda-tanda tanaman yang kemungkinan terjangkit penyakit sehingga bisa dilakukan pengendalian penyakit sejak awal [6].

Pada penelitian sebelumnya, deteksi penyakit tanaman kedelai dilakukan dengan pendekatan beberapa teknik segmentasi yaitu *filter Sobel*, *filter Prewitt*, *filter*

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Indonesia
 rangga.pahlevi@gmail.com, rahma@ub.ac.id, osetyawati@ub.ac.

Canny, dan *K-Means Clustering* [7]. Dengan langkah awal citra daun diubah menjadi mode *grayscale* dan *binary*, kemudian disegmentasi sehingga bisa didapatkan estimasi luasan daerah terdampak pada daun yang terkena penyakit. Hasil penelitian menunjukkan *filter Sobel*, *Prewitt*, dan *Canny* masih memiliki kelemahan, seperti bidang segmentasi yang kurang tepat atau kemampuan untuk mengurangi derau yang kurang. Sedangkan *K-Means Clustering* memberikan hasil yang lebih baik dari metode sebelumnya, namun penggunaan metode tersebut memiliki kelemahan yaitu sering ditemukan segmentasi yang melebihi area yang terdampak, sehingga menimbulkan kurangnya akurasi dari proses tersebut.

Selain itu, penelitian lain juga pernah dilakukan untuk menentukan penyakit pada tanaman tebu yang disebabkan oleh jamur melalui noda pada citra daun [8]. Dengan menggabungkan konsep dimensi *fractal* dan *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* dari citra yang tersegmentasi. Sedangkan untuk ekstraksi ciri tekstur menggunakan *Segmentation Based Fractal Co-Occurrence Texture Analysis (SFCTA)* dan *La*b* color moments* sebagai fitur warna. Dari penelitian tersebut menghasilkan akurasi sebesar 73% menggunakan segmentasi tesktur SFCTA. Namun untuk penggunaan metode SFCTA tergantung dari tahap *preprocessing* dalam proses mengurangi derau, agar metode tersebut bisa menghasilkan akurasi yang lebih tinggi.

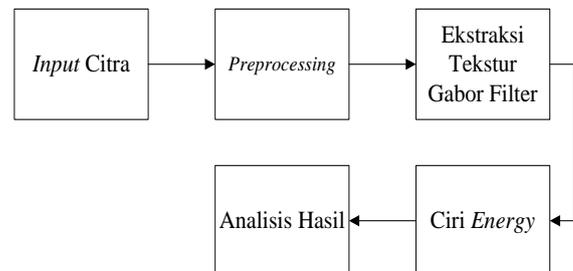
Selain metode GLCM dan SFCTA, penelitian lain juga dilakukan untuk ekstraksi citra tanaman obat menggunakan *Local Binary Pattern* dan *Fuzzy Local Binary Pattern* [9]. Berdasarkan hasil penelitian, ekstraksi menggunakan metode *Local Binary Pattern* memiliki kelemahan dalam penentuan *thresholding* pada nilai keabuan piksel yang membuat penyajian teksturnya sensitif terhadap *noise* yang mengakibatkan hasil pengkodean biner tidak sesuai dengan kandungan nilai pikselnya.

Dengan beberapa kelemahan tersebut, pemilihan metode ekstraksi citra harus dipertimbangkan ketepatannya agar bisa diketahui akurasi yang maksimal dari proses tersebut. Seperti pada penelitian deteksi penyakit tanaman yang lain yaitu deteksi penyakit tanaman tomat melalui citra daun menggunakan metode *Gabor filter* [10]. Penggunaan metode ekstraksi tekstur *Gabor filter* dalam penelitian ini menghasilkan akurasi rata-rata mencapai 98% dari dua jenis penyakit yang diteliti. Hal itu disebabkan *Gabor filter* dianggap mampu mengisolasi frekuensi dan orientasi tertentu dari citra, sehingga metode ini tepat dalam proses ekstraksi tekstur khususnya citra [11].

Berdasarkan keunggulan dari metode ekstraksi tekstur *Gabor filter* yang dapat mengidentifikasi dari sisi sudut, frekuensi, dan tekstur dari suatu obyek serta dari penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian ini memiliki tujuan mengembangkan aplikasi pengolahan citra digital untuk identifikasi penyakit tanaman kedelai menggunakan masukan citra daun kedelai yang terkena penyakit.

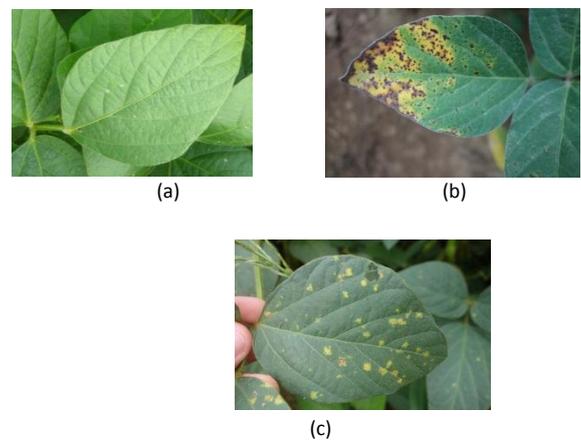
I. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, dikembangkan suatu skema utama yaitu proses ekstraksi citra daun kedelai yang terkena penyakit menggunakan metode *Gabor filter* untuk mengetahui tekstur dari masing-masing penyakit yang diteliti. Setelah ditampilkan kondisi tekstur dari daun, maka proses selanjutnya adalah pengambilan ciri *energy* agar bisa diketahui informasi dari daun tersebut. Secara garis besar, diagram alir dari penelitian ini ditunjukkan pada Gbr.1.



Gbr. 1. Diagram Alir Proses Aplikasi

Gbr.1 menunjukkan bahwa proses dimulai dari input citra daun kedelai yang terkena penyakit dengan mode RGB. Pada penelitian ini digunakan tiga kelas yaitu kelas lapuk daun (*downey mildew*), bercak cokelat (*septoria blight*), dan daun normal seperti yang ditunjukkan pada Gbr.2.



Gbr. 2. Sample Daun Kedelai (a) Daun Normal, (b) Daun *Septoria Blight*, (c) Daun *Downey Mildew*

Setelah proses masukkan citra, maka proses selanjutnya adalah *preprocessing* untuk tahap awal pengolahan citra. Selanjutnya hasil *preprocessing* akan dilanjutkan pada proses ekstraksi tekstur *Gabor filter* serta ekstraksi ciri *energy*. Setelah ciri *energy* diperoleh maka langkah terakhir adalah analisis hasil serta mengklasifikasikan hasil ekstraksi tekstur daun.

Adapun tahapan lebih jelas dari proses utama akan dijelaskan sebagai berikut:

A. Input Citra

Proses awal dari penelitian ini adalah proses memasukan citra kedalam program. Data citra yang digunakan adalah citra daun kedelai RGB yang terkena penyakit dan kondisi normal dalam format .JPEG.

Ukuran resolusi rata-rata yang digunakan pada citra yaitu 800×533 piksel dan 533×800 piksel. Citra yang dimasukan dalam program akan diatur kembali resolusinya menjadi 300×400 piksel agar lebih proporsional.

Adapun data citra daun kedelai ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu sebagai data latih dan data uji. Untuk data latih berjumlah 60 data latih dengan rincian 20 data daun *downey mildew*, 20 data daun *septoria blight*, dan 20 data daun normal. Sedangkan untuk data uji menggunakan data uji berjumlah 30 data dengan rincian 10 data untuk masing-masing kelas.

B. Preprocessing

Pada tahap ini citra daun RGB akan diubah ke dalam mode *grayscale*. Tujuan dari mengubah ke dalam aras *grayscale* adalah sebagai masukan dalam proses segmentasi *Gabor filter* agar bisa dikenali teksturnya. Adapun persamaan untuk mengubah citra daun ke dalam mode *grayscale* adalah sebagai berikut:

$$I_{greyscale} = \alpha I_{col}(n, m, r) + \beta I_{col}(n, m, g) + \gamma I_{col}(n, m, b) \quad (1)$$

dengan (n, m) adalah indeks piksel, r adalah *red*, g adalah *green*, b adalah *blue*, $\alpha = 0,2989$, $\beta = 0,5870$, $\gamma = 0,1140$ adalah koefisien.

C. Ekstraksi Gabor Filter

Hasil citra *preprocessing* dalam mode *grayscale*, akan dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu tahap ekstraksi. Proses ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gabor filter* untuk mengetahui karakteristik dari tekstur daun yang terkena penyakit. Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekerasan (*roughness*), granularitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) [12]. Sedangkan *Gabor filter* adalah fungsi sinusoidal yang dimodulasi oleh fungsi *gaussian* [13]. Metode ini sering difungsikan sebagai detektor tepi, garis, dan bentuk [14]. Untuk membangkitkan kernel *Gabor* digunakan persamaan sebagai berikut:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi} \exp\left\{-\frac{x^2}{\sigma_x^2} - \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right\} \exp(j2\pi\mu_0(x \cos \theta + y \sin \theta)) \quad (2)$$

dengan (x, y) adalah koordinat dari *Gabor filter*, σ adalah standard deviasi *gaussian envelope*, θ adalah orientasi, j adalah bilangan imajiner, dan μ_0 adalah frekuensi.

Pemilihan parameter merupakan sesuatu yang penting untuk mencari karakteristik tekstur yang terdapat pada citra untuk proses segmentasi [13]. Adapun pada proses *Gabor filter* pada penelitian ini menggunakan parameter masukan yang meliputi 5 frekuensi dan 8 orientasi. Pemilihan parameter tersebut karena semakin tinggi nilai frekuensi, maka deteksi tekstur akan semakin halus [14]. Sehingga semakin banyak variasi masukan, akan semakin terlihat hasil tekstur yang semakin jelas. Adapun parameter masukkan untuk *Gabor filter* yaitu sebagai berikut:

- Frekuensi = $(\sqrt{2}/2^1)$ atau 0,707 Hz, $(\sqrt{2}/2^2)$ atau 0,353 Hz, $(\sqrt{2}/2^3)$ atau 0,176 Hz, $(\sqrt{2}/2^4)$ atau 0,088 Hz, $(\sqrt{2}/2^5)$, atau 0,044 Hz.
- Orientasi (ϑ) = $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$, dan 210°

Setelah keluaran hasil segmentasi *Gabor filter* didapat, maka langkah selanjutnya adalah mendapatkan ciri *Gabor* dengan cara melakukan proses ekstraksi ciri *energy* sebagai informasi dari tekstur daun yang terkena penyakit dengan persamaan sebagai berikut:

$$energy = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |x(m, n)|^2 \quad (3)$$

dengan m adalah jumlah baris citra atau panjang citra, n adalah jumlah kolom citra atau lebar citra, i adalah ordinat piksel dan j adalah absis piksel, sedangkan MN adalah jumlah piksel dalam citra. Untuk $x(m, n)$ adalah intensitas piksel pada posisi (m, n) .

Ciri *energy* menunjukkan tingkat homogenitas dari suatu tekstur citra, jika nilai *energy* tinggi maka jumlah area yang homogen semakin besar, dan sebaliknya jika nilai *energy* semakin rendah maka jumlah area yang dianggap homogen menjadi kecil atau sedikit.

Setelah diperoleh nilai *energy*, maka akan dilakukan uji kecocokan untuk menemukan nilai akurasi dari penggunaan metode *Gabor filter*. Sebuah sistem yang melakukan klasifikasi diharapkan dapat melakukan klasifikasi semua dataset dengan benar, walaupun tidak bisa dipungkiri bahwa kinerja suatu sistem tidak bisa bekerja 100% benar [15]. Maka dari itu untuk mengetahui akurasi dan tingkat kecocokan diperlukan proses validasi hasil identifikasi terhadap data yang diuji menggunakan persamaan berikut:

$$TPR = \frac{\text{Hasil Identifikasi Benar}}{\text{Data Uji (N)}} \times 100\% \quad (4)$$

$$FPR = \frac{\text{Hasil Identifikasi Salah}}{\text{Data Uji (N)}} \times 100\% \quad (5)$$

TPR atau *True Positive Rate* adalah probabilitas *sample* atau data uji yang diidentifikasi positif atau benar sesuai label pada data latih. Sedangkan *FPR* atau *False Positive Rate* merupakan probabilitas *sample* yang diidentifikasi negatif atau salah padahal memiliki kondisi positif pada label data latih.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraksi Tekstur Gabor Filter

Pada proses ekstraksi tekstur *Gabor filter* bertujuan untuk mengetahui kondisi tekstur daun kedelai yang diujikan. Pengujian dilakukan pada masing-masing kelas pada daun kedelai. Proses pengujian dilakukan dengan cara memberikan nilai orientasi dan frekuensi yang sudah ditentukan pada bab sebelumnya. Pemberian nilai parameter masukan yang berubah-ubah bertujuan agar bisa diketahui hasil keluaran yang menyajikan kondisi tekstur paling jelas. Berikut disajikan contoh hasil perhitungan untuk memperoleh nilai bilangan *real* dan *imaginer* pada *Gabor filter*.

1) Perhitungan Gabor Filter

Diketahui :

- Koordinat : $x = 77, y = 98$
- $\theta = 30^\circ$ atau $(0,1667 * \pi)$
- $B\theta = 30^\circ$
- $\mu_0 = F = 0,707$ Hz

- $j = \sqrt{-1}$

- a) Langkah pertama adalah mencari nilai " σy " dengan persamaan :

$$\sigma y = \frac{\sqrt{\log 2}}{\sqrt{2\pi F} \tan\left(\frac{\beta\theta}{2}\right)} \quad (6)$$

Sehingga menjadi :

- Nilai $F = 0,707$ Hz
- Nilai $\sqrt{\log 2} = 0,5486$
- Nilai $\tan \frac{30}{2} = \tan 15 = 0,2579$
- Maka, $\sigma y = \frac{0,5486}{(\sqrt{2} \times 3,14 \times 0,707) \times 0,2679} = 0,230$

- b) Berikutnya adalah mencari nilai " σx ", dengan persamaan :

$$\sigma x = \frac{\sqrt{\log 2} \times (2^{Bf+1})}{\sqrt{2\pi F} \times (2^{Bf-1})} \quad (7)$$

Sehingga menjadi :

- $Bf = 1$
- $\sqrt{\log 2} \times (2^{1+1}) = 0,5486 \times 4 = 2,194$
- $\sqrt{2.3,14.0,707} \times (2^{1-1}) = 2,1$
- Maka, $\sigma x = \frac{2,194}{2,1} = 1,044$

- c) Berikutnya adalah mencari nilai *Gabor filter* dengan memasukkan nilai piksel yang diujikan, yaitu $x = 77, y = 98$. Menggunakan persamaan *Gabor filter*.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi} \exp\left\{\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right\} \exp(j2\pi\mu_0(x \cos \theta + y \sin \theta)) \quad (8)$$

- d) Cari nilai :

$$\mu_0(x \cos \theta + y \sin \theta) \quad (9)$$

Sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} &= 0,707 (77 (\cos 30^\circ) + 98 (\sin 30^\circ)) \\ &= 0,707 (66,6 + 49) = 81 \end{aligned}$$

- e) Maka nilai $G(x, y)$ adalah :

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi} \exp\left\{\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right\} \exp(j2\pi\mu_0(x \cos \theta + y \sin \theta)) \quad (10)$$

$$= \frac{1}{2 \times 3,14} \exp\left\{\frac{77^2}{1,044^2} + \frac{98^2}{0,230^2}\right\} \exp(\sqrt{-1} \times 2(3,14)(81))$$

$$= 0,159 \times \exp\{47436\} \exp\{506\} \sqrt{-1}$$

$$= 0,159 (47436 e + 0) (506 e + 0) \sqrt{-1}$$

$$= 0,159 (47436 e + 0) (506 e + 0) \sqrt{-1}$$

$$\mathit{real} = 0,159 (47436 e + 0)$$

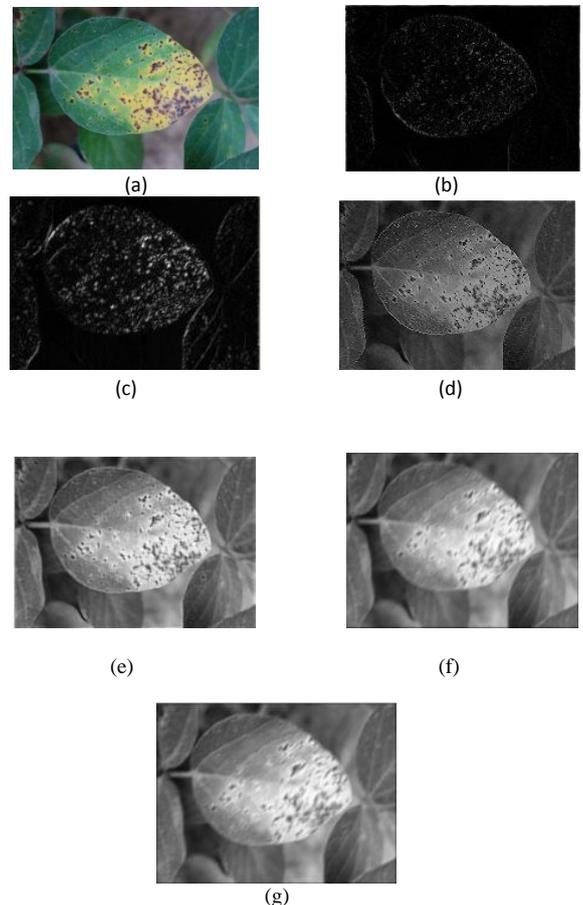
$$\mathit{imajiner} = (506 e + 0) \sqrt{-1}$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai bilangan *real* yaitu $0,159 (47436 e + 0)$ dan bilangan *imajiner* yaitu $(506 e + 0) \sqrt{-1}$. Sehingga untuk nilai *magnitude* diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mathit{output} &= \sqrt{\mathit{imajiner}^2 + \mathit{real}^2} \quad (11) \\ &= \sqrt{(506 e + 0)^2 + 0,159 (47436 e + 0)^2} \end{aligned}$$

2) Hasil Keluaran Gabor Filter

Setelah disajikan hasil perhitungan untuk *Gabor filter*, hasil selanjutnya adalah menampilkan hasil keluaran ekstraksi menggunakan *Gabor filter* dengan frekuensi dan orientasi tertentu. Gbr. 3(a) – (g) merupakan hasil keluaran ekstraksi tekstur dari penyakit daun kedelai jenis *septoria blight*



Gbr. 3. Daun *Septoria Blight* (a) *Septoria Blight* RGB, (b) $F = 0,707, (\theta) = 30^\circ$, (c) $F = 0,353, (\theta) = 30^\circ$, (d) $F = 0,176, (\theta) = 135^\circ$, (e) $F = 0,176, (\theta) = 180^\circ$, (f) $F = 0,088, (\theta) = 180^\circ$, (g) $F = 0,044, (\theta) = 210^\circ$

Gbr. 3(a) merupakan daun *septoria blight* dengan kondisi RGB. Sedangkan Gbr. 3(b) merupakan hasil keluaran ekstraksi dengan kombinasi frekuensi $0,707$ Hz dan orientasi 30° . Dari Gbr. 3(b) bisa dijelaskan bahwa kondisi keluaran terlihat gelap atau memiliki kontras yang rendah sehingga masih sulit untuk diamati tekstur dan bentuknya. Sedangkan Gbr. 3(c) memiliki masukkan orientasi yang sama yaitu orientasi 30° dengan kombinasi frekuensi $0,353$ Hz. Dari Gbr. 3(c) kondisi keluaran mulai terlihat dari sisi tepi daun karena

pergeseran frekuensi dari 0,707Hz ke 0,353 Hz, namun masih terlihat gelap karena efek sudut atau orientasi yang tetap yaitu 30°.

Gbr. 3(d) memiliki hasil keluaran dengan kombinasi masukkan frekuensi 0,176 Hz dan orientasi 135°. Dari hasil tersebut bisa dijelaskan bahwa keluaran mulai terlihat jelas karena kondisi orientasi yang sudah melebihi 90° dan pengaruh frekuensi dengan nilai 0,176 Hz. Sedangkan Gbr. 3(e) memiliki hasil keluaran lebih cerah karena pergeseran orientasi dari 135° menjadi 180°, namun dengan kondisi frekuensi yang sama seperti Gbr. 3 (d) yaitu 0,176 Hz.

Gbr. 3(f) dan 3(g) merupakan hasil keluaran dengan masukkan frekuensi masing-masing 0,088 Hz dan 0,044 Hz. Dari keluaran tersebut bisa diamati bahwa nilai frekuensi 0,088 Hz dengan orientasi 180° memberikan hasil keluaran dengan tingkat kontras yang tinggi sehingga terlihat sangat cerah atau hampir sama dengan kondisi daun dalam kondisi *grayscale*. Sedangkan untuk frekuensi 0,044 Hz dengan orientasi 210° bisa diamati bahwa keluaran memiliki tingkat kontras yang tinggi serta terlihat kabur atau *blur*. Sehingga bisa disimpulkan bahwa keluaran ekstraksi tekstur dengan frekuensi kurang dari 0,176 memiliki tingkat kondisi kontras yang tinggi.

Daun yang sudah diekstraksi tekstur menggunakan *Gabor filter* akan diambil nilai *energy*-nya sebagai ciri yang membedakan antara penyakit yang satu dengan penyakit yang lain. Nilai *energy* berkaitan dengan tingkat homogenitas piksel dari tekstur yang sudah dimunculkan. Semakin tinggi nilai *energy* maka tingkat homogenitas semakin besar. Berikut disajikan hasil nilai ciri *energy* pada masing-masing kondisi daun kedelai.

TABEL I
NILAI CIRI ENERGY

No.	Jenis Kondisi	Ciri Energy
1.	<i>Downey Mildew</i>	0,0817
2.	<i>Septoria Blight</i>	0,5284
3.	Daun Normal	0,9815

Berdasarkan Tabel I, untuk kelas penyakit *downey mildew* mempunyai nilai *energy* 0,0817. Untuk kelas penyakit *septoria blight* mempunyai nilai *energy* 0,5284. Dan kelas terakhir adalah kondisi sehat dengan nilai *energy* 0,9815. Dari nilai yang sudah ditunjukkan, bisa dijelaskan bahwa kondisi daun normal atau sehat memiliki nilai *energy* yang tinggi, karena kondisi daun yang sehat memiliki tekstur yang sama karena tidak ada lesi atau bercak pada permukaan daun.

B. Uji Akurasi

Setelah proses ekstraksi, maka proses selanjutnya adalah uji akurasi, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kecocokan dari hasil ekstraksi menggunakan *Gabor filter*.

1) Akurasi Kecocokan

Berikut disajikan sebagian hasil identifikasi daun kedelai yang dijadikan sebagai data uji pada Tabel II.

TABEL II
HASIL IDENTIFIKASI SISTEM

No. Dataset	Target Latih (Label)	Output Hasil Identifikasi/Data Uji
1	<i>Downey Mildew</i>	<i>Downey Mildew</i>
2	<i>Downey Mildew</i>	<i>Downey Mildew</i>
3	<i>Downey Mildew</i>	<i>Downey Mildew</i>
4	<i>Downey Mildew</i>	<i>Septoria Blight</i>
5	<i>Downey Mildew</i>	Daun Normal
6	<i>Downey Mildew</i>	<i>Downey Mildew</i>
7	<i>Downey Mildew</i>	<i>Downey Mildew</i>
...
30	Daun Normal	Daun Normal

Untuk kelas *downey mildew* (DM) data yang diuji berjumlah 10, dengan hasil identifikasi benar berjumlah 8, sedangkan hasil identifikasi salah berjumlah 2 yang teridentifikasi 1 data sebagai kelas *septoria blight* dan 1 data sebagai daun normal. Maka hasil *TPR* dan *FPR* adalah sebagai berikut:

$$TPR = \frac{8}{10} \times 100\% = 80\%; FPR = \frac{2}{10} \times 100\% = 20\%$$

Kelas berikutnya adalah *septoria blight*, dengan hasil 9 data diidentifikasi dengan benar dan hasil identifikasi salah berjumlah 1 teridentifikasi sebagai *downey mildew*. Dengan *TPR* dan *FPR* sebagai berikut:

$$TPR = \frac{9}{10} \times 100\% = 90\%; FPR = \frac{1}{10} \times 100\% = 10\%$$

Kelas terakhir adalah kelas daun normal, dengan hasil identifikasi benar adalah 10 data, dengan 0 data teridentifikasi salah. Dengan *TPR* dan *FPR* adalah sebagai berikut:

$$TPR = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\%; FPR = \frac{0}{10} \times 100\% = 0$$

Berikut disajikan hasil akurasi kecocokan secara keseluruhan pada Tabel III.

TABEL III
NILAI TPR DAN FPR

Kelas	TPR	FPR
<i>Downey Mildew</i>	80%	20%
<i>Septoria Blight</i>	90%	10%
Daun Normal	100%	0

Dari Tabel III, bisa dijelaskan bahwa untuk masing-masing kelas tidak ada yang mencapai nilai 100% dengan rata-rata 93,3%. Untuk kelas *downey mildew* memiliki nilai akurasi kecocokan positif atau *TPR* sebesar 80% dan nilai akurasi kecocokan negatif atau *FPR* sebesar 20%. Kelas *septoria blight* memiliki nilai akurasi kecocokan positif atau *TPR* sebesar 90% dan nilai akurasi kecocokan negatif atau *FPR* sebesar 10%. Dan kelas daun normal memiliki nilai akurasi kecocokan positif atau *TPR* sebesar 100% dan nilai akurasi kecocokan negatif atau *FPR* sebesar 0.

Kelas *downey mildew* dua data teridentifikasi salah yaitu sebagai kelas *septoria blight* dan daun normal. Kesalahan tersebut bisa terjadi karena nilai *energy* dari daun yang di uji, memiliki nilai yang hampir sama dengan kelas lain. Begitu juga untuk kelas lain yang

memiliki hasil identifikasi yang salah atau tidak sesuai dengan data label.

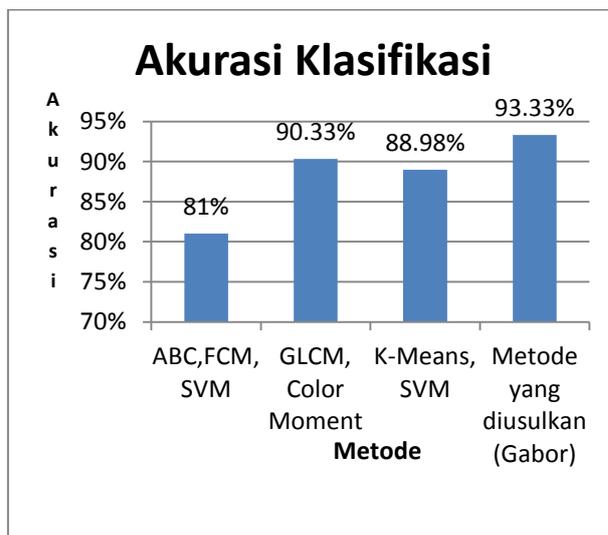
2) Perbandingan Akurasi

Proses perbandingan akurasi ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan akurasi dengan metode lain dengan penelitian yang sama dalam bidang pengolahan citra digital khususnya pemeriksaan penyakit pada tanaman. Beberapa penelitian yang terkait diantaranya pada Tabel IV.

TABEL IV
PENELITIAN TERKAIT

Jenis Penelitian	Metode	Akurasi Rata-Rata
Segmentasi Penyakit pada Citra Daun Tebu [16]	Artificial Bee Colony – Fuzzy C Mean - SVM	81%
Identifikasi Penyakit pada Daun Tebu [17]	Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Color Moments	90,33%
Klasifikasi Penyakit Anggur berdasarkan Citra Daun [18]	K-Means dan SVM	88,98%

Tabel IV, merupakan beberapa penelitian terkait mengenai deteksi penyakit tanaman, mulai dari tanaman tebu dan anggur. Berikut adalah grafik perbandingan akurasi dari penelitian yang dilakukan dengan penelitian lain.



Gbr. 4. Grafik Perbandingan Akurasi Metode

Gbr. 4, merupakan perbandingan akurasi dari beberapa metode penelitian yang terkait. Pada metode ABC, FCM, dan SVM memiliki akurasi nilai 81%. Untuk penelitian lain menggunakan metode GLCM dan Color Moment, menghasilkan akurasi 90,33%. Sedangkan penelitian yang menggunakan metode K-Means dan SVM menghasilkan akurasi 88,98%. Dan untuk metode yang diusulkan menggunakan metode Gabor filter menghasilkan akurasi nilai 93,33%. Jadi bisa disimpulkan bahwa metode yang diusulkan bisa digunakan salah satu alternatif untuk proses klasifikasi penyakit tanaman.

III. PENUTUP

Metode ekstraksi tekstur Gabor filter terbukti bisa digunakan untuk mengenali penyakit tanaman kedelai melalui citra daun. Berdasarkan proses ekstraksi menggunakan metode Gabor filter dihasilkan kesimpulan bahwa untuk menghasilkan bentuk tekstur citra yang mudah diidentifikasi, sangat bergantung pada pemberian nilai parameter orientasi dan frekuensi. Berdasarkan analisis parameter frekuensi, semakin rendah nilai frekuensi yang diberikan, maka hasil segmentasi tekstur menjadi semakin cerah dan blur. Hal tersebut terjadi pada masukkan frekuensi 0,088 Hz dan 0,044 Hz. Sedangkan semakin tinggi nilai frekuensi, maka kondisi citra akan semakin sulit dikenali karena hasil ekstraksi menjadi tidak jelas karena tingkat kontras yang rendah, seperti pada frekuensi 0,707 dan 0,353. Untuk nilai frekuensi pada nilai pertengahan yaitu 0,176 menghasilkan keluaran Gabor filter dengan tingkat kecerahan cukup.

Untuk parameter orientasi, pemilihan parameter yang tepat merupakan hal yang cukup penting untuk melihat pengaruh tingginya tekstur pada arah tertentu. Dari sudut tertentu, tampilan tekstur dari objek yang diteliti bisa terlihat semakin jelas wilayah yang dianggap memiliki kelainan. Pada penelitian ini orientasi yang terlihat paling mudah dikenali adalah sudut 45° dan 135°. Sehingga dengan kemampuannya mengisolasi frekuensi dan orientasi tertentu dari citra, maka Gabor filter bisa digunakan sebagai salah satu metode dalam proses ekstraksi tekstur dalam mengenali kondisi daun yang terkena penyakit.

REFERENSI

- Kumar, P. & Rath, A. (2017). An Image Processing Approach for Detection Quantification, and Identification of Plant Leaf Diseases – A Review. *International Journal of Engineering and Technology*. 9(2): 635-648. India: Sambalpur University, Veer Surendra Sai University of Technology.
- Aldillah, R. (2014). Analisis Produksi dan Konsumsi Kedelai Nasional. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik Produksi Kedelai Indonesia*. Jakarta: BPS.
- Saleh, N. (2004). Strategi Pengendalian Penyakit Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*. No. 7 & 8. hlm. 51-60.
- Khaeruni, A, Suwanto, A, Tjahjono, B. & Sinaga, S. M. (2007). "Deteksi Cepat Penyakit Pustul Bakteri pada Kedelai Menggunakan Teknik PCR dengan Primer Spesifik". *HAYATI Journal of Biosciences*. June 2007, p. 76-80.
- Shinde, R. C., Mathew, J. C. & Patil, Y. C. (2015). Segmentation Technique for Soybean Leaves Disease Detection. *International Journal of Advanced Research*. 3(1): 522-528. India: Departement of Instrumentation and Control, College of Engineering Pune.
- Gui, J., Hao, L., Zhang, Q. & Bao, X. (2015). A New Method for Soybean Leaf Disease Detection Based on Modified Salient Regions. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*. China: v.10, p. 45-52.
- Kamilah, E. R. (2014). Identifikasi Penyakit Noda pada Citra Daun tebu Menggunakan Segmentation-Based Fractal Co-Occurrence Texture Anaylsis (SFCTA) dan La*b* Color Moments. *Tesis*. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Valerina, F. (2012). Perbandingan Local Binary Pattern Dan Fuzzy Local Binary Pattern Untuk Ekstraksi Citra Tumbuhan Obat. *Skripsi*, Bogor : Institut Pertanian Bogor (ITB).
- Mokhtar, U., Ali, M. A., Hassenian, A. E. & Hefny, H. (2015). Tomato Leaves Diseases Detection Approach Based on Support Vector Machines. *IEEE*. 246-250.

- Arifin, A. Z., Roidel, L. & Yuniarty, A. (2015). "Klasifikasi Citra Gigi Berbasis Tekstur dengan Filter Gabor". *Researchgate*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Novianti, F. A. (2012). Analisis Diagnosis Pasien Kanker Payudara Menggunakan Regresi Logistik dan *Support Vector Machine* (SVM). Surabaya: *E-Journal*. <http://www.ejurnal2.its.ac.id>. (diakses 21 Juni 2017).
- Rahmadwati., Naghdy, G., Ros, M. & Todd, C. (2012). "Computer aided decision support system for cervical classification". *Proceedings of SPIE : Applications of Digital Image Processing XXXV*. 8499, pp. 1-13.
- Belc, D. (2006). *A Hybrid Wavelet Filter For Medical Image Compression*. Florida : Doctor of Philosophy, Electrical and Computer Engineering, FAMU/FSU College Engineering.
- Prasetyo, E. (2014). *DATA MINING - Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Mentari, M. (2014). Segmentasi Penyakit pada Citra Daun Tebu Menggunakan Artificial Bee Colony – Fuzzy C Means – Support Vector Machine. Surabaya: ITS-paper. <http://digilib.its.ac.id>. (diakses 5 Juni 2017).
- Dewi, R. K. (2014). Identifikasi Penyakit pada Daun Tebu dengan Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Color Moments. *Tesis*. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Padol, P. B. & Yadav, A. (2016). SVM Classifier based Grape Leaf Disease Detection. *IEEE- 2016 Conference on Advances in Signal Processing (CASP)*, 175-179.