

**ANALISIS POLA SPASIAL UNTUK MEMBEDAKAN STRES  
TANAMAN KOPI YANG DISEBABKAN OLEH *HEMILEIA  
VASTATRIX* DENGAN PENYEBAB LAIN MENGGUNAKAN  
CITRA *MULTISPECTRAL REMOTE SENSING***

**Firmansyah**  
Balai Pendidikan dan Pelatihan  
Tambang Bawah Tanah  
Sawahlunto

**Fathurrahmani**  
Faculty Of Computer Science  
University Of Indonesia  
Depok, Indonesia  
Fathurrahmani@ui.ac.id

**Abstrak**

Penyakit karat daun atau *Hemileia vastatrix* adalah penyakit pada tanaman kopi yang disebabkan oleh jamur *Hemileia*. Gangguan penyakit karat daun mengakibatkan stres pada tanaman kopi dan menjadi masalah utama dalam perkebunan kopi. Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan potensi dari citra *multispectral remote sensing* untuk melakukan analisa terhadap metrik pola spasial yang kemudian menggunakan *Discriminant Function Analysis* (DFA) untuk membedakan ciri-ciri dari stres tanaman kopi yang disebabkan oleh penyakit karat daun dan sebab lain. Citra *multispectral remote sensing* didapatkan dari Landsat-8. Stres yang diobservasi dibagi menjadi 3 kategori yakni penyakit karat daun, kekeringan dan masalah agronomi. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengumpulan data, pengolahan citra dan penghitungan stres tanaman kopi. Pengklasifikasian stres dari tanaman kopi diharapkan dapat menekan biaya produksi dan perawatan serta meningkatkan produksi baik individu maupun skala regional.

Kata Kunci:

*multispectral*, penyakit karat daun, faktor stres, *Discriminant Function Analysis* metrik pola spasial, *remote sensing*,

## 1. PENDAHULUAN

Bab ini akan memaparkan latar belakang masalah, rumusan masalah yang akan diteliti, batasan, tujuan, serta manfaat penelitian.

### Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas yang memiliki masa depan yang cerah, hal ini terbukti dengan konsumsi kopi dunia yang terus meningkat setiap tahunnya. Ditambahkan pula permintaan kopi diprediksi akan terus meningkat hingga mencapai 25% dalam lima tahun kedepan. Kesempatan ini harus dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya untuk meningkatkan produksi dan memenuhi permintaan pasar[1].

Indonesia adalah salah satu produsen kopi terbesar dengan menempati peringkat keempat didunia setelah Brazil, Vietnam dan Kolombia. Produksi kopi untuk ekspor Indonesia mencapai 11000 (*in thousand 60kg bags*) pada tahun 2015/16[1]. Pencapaian ini juga menjadikan kopi menjadi 10 besar komoditas utama ekspor Indonesia[2].

Momen ini harus dimanfaatkan Indonesia dengan solusi yang tepat untuk meningkatkan produksi dan memenuhi permintaan pasar, namun pada kenyataannya produksi Indonesia masih kalah bersaing dengan negara lain. Sejak tahun 1998, posisi sebagai produsen kopi terbesar ketiga dunia Indonesia tergeser oleh Vietnam karena kurangnya daya saing produksi yang hanya mencapai 539 kg biji kering/ha/tahun. Rendahnya produktivitas kopi Indonesia disebabkan oleh penyakit tanaman kopi yang disebut penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) yang dapat menurunkan produksi sebesar 20-70%[3].

Suatu tindakan yang cepat dan tepat untuk mengetahui penyakit karat daun serta kemungkinan lainnya sangat diperlukan. Jadi, solusi yang di tawarkan pada penelitian ini adalah menggunakan teknologi penginderaan jauh multispektral (*multispectral remote sensing*). Sehingga dapat mengetahui pola spasial stres suatu lahan tanaman kopi serta membedakan antara lahan yang terkena serangan penyakit karat daun dengan penyebab-penyebab lain. Berdasarkan [4] akan membutuhkan biaya yang mahal dan waktu yang lama jika pencarian daerah yang terinfeksi hama dilakukan secara konvensional.

## **Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana membedakan penyakit karat daun dengan penyebab lain berdasarkan analisis pola spasial faktor stres.

## **Batasan Penelitian**

Lingkup dari penelitian ini terbatas hal-hal berikut :

1. Fokus serangan tanaman yang ingin diteliti adalah penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) pada tanaman kopi.
2. Penulis menyebutkan penyebab-penyebab lain atau kemungkinan lain dalam penelitian ini yang nantinya akan muncul dalam penelitian. Menurut hipotesa penulis sementara, hal tersebut meliputi kekeringan dan masalah agronomi. Tentunya hipotesa ini bisa berubah setelah pengambilan data yang sebenarnya dilapangan.

## **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah membedakan penyakit karat daun dan penyebab lain berdasarkan analisis pola spasial faktor stres.

## **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengklasifikasikan lahan tanaman kopi berdasarkan infeksi yang disebabkan oleh penyakit karat daun atau penyebab-penyebab lainnya dalam bentuk peta tematik. Dampak yang dihasilkan nantinya bisa mengetahui infeksi/penyebab sedini mungkin sehingga bisa dilakukan tindakan yang cepat dan efektif. Yang mana diharapkan bisa menekan biaya produksi dan perawatan serta meningkatkan produksi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### **Penyakit Karat Daun (*Hemileia vastatrix*)**

Penyakit karat daun atau *Hemileia vastatrix* adalah penyakit pada tanaman kopi yang disebabkan oleh jamur *Hemileia*[5]. Gangguan penyakit karat daun mengakibatkan stres pada tanaman kopi dan menjadi masalah utama dalam perkebunan kopi diseluruh dunia, termasuk di Indonesia. Meluasnya bercak pada daun sebagai tanda berkembangnya penyakit, menyebabkan area fotosintesis berkurang secara signifikan yang berdampak pada menurunnya pertumbuhan tanaman[3]. Banyaknya daun yang gugur sebagai gejala lanjut dari penyakit ini menyebabkan jumlah bunga yang terbentuk berkurang, yang berdampak pada berkurangnya jumlah biji kopi yang dihasilkan tanaman[6].

### ***Multispectral Remote Sensing* dan Analisis Pola Spasial**

Pencarian lahan/lokasi perkebunan yang tanamannya terinfeksi oleh suatu penyakit akan memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar apabila dilakukan secara konvensional[4]. Pada penelitian ini penulis memiliki beberapa referensi sebagai pendukung mengenai pemanfaatan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) sebagai alternatif dari cara konvensional tersebut, namun dengan objek penelitian tanaman gandum dengan berbagai macam penyakitnya diantaranya: Penginderaan jauh mempunyai potensi untuk mengetahui ciri-ciri dari tanaman gandum yang mengalami stres pada suatu lahan perkebunan dengan biaya yang murah[7]. Teknologi penginderaan jauh telah digunakan dalam beberapa pembelajaran untuk mengetahui stres tanaman yang disebabkan oleh kutu daun pada perkebunan gandum. [8] menggunakan radiometri multispektral untuk mengetahui stres yang disebabkan oleh *greenbug* di dalam rumah kaca. [9][10] menggunakan foto udara multispektral untuk mengetahui stres tanaman yang disebabkan oleh *greenbug* dan kutu daun rusia dalam perkebunan komersial. [11] menggunakan spektrometer hyperspektral untuk membedakan antara tanaman gandum yang terinfeksi *greenbug* dengan yang tidak terinfeksi pada perkebunan komersial. Pada penelitian ini mendemonstrasikan penggunaan dari informasi spektral untuk mengetahui stres yang disebabkan kutu daun dan tanaman yang tidak mengalami stres. Ketika membedakan antara tanaman yang mengalami stres dan tidak, [7] menemukan bahwa

tanaman gandum yang mengalami stres memberikan respon yang berbeda pada panjang gelombang tertentu. Respon dari tanaman gandum yang mengalami stres tinggi ketika pada gelombang *visible* dan rendah pada gelombang *near infrared*. Meskipun pantulan gelombang yang terdeteksi pada citra multispektral dapat dengan mudah mengetahui tanaman yang stres diakibatkan oleh kutu daun, namun analisis pola spasial masih menjadi tantangan saat ini, karena sulitnya untuk membedakan stres yang disebabkan oleh satu infeksi dengan yang lain. Contohnya [12], tidak dapat membedakan stres yang disebabkan oleh *greenbug* dan stres yang disebabkan oleh kekeringan berdasarkan analisis data pantulan spektralnya. Permasalahan ini menyebabkan harus adanya informasi tambahan untuk membantu membedakan berbagai macam stres pada tanaman gandum.

Mengacu pada [7] analisis dari pola spasial memiliki potensi untuk membantu membedakan faktor stres. Analisis dari pola spasial berdasarkan bentuk geometri, ukuran dan distribusi dari objek spasial pada area tertentu yang sudah didefinisikan. Pola spasial bisa dihasilkan dan digunakan sebagai informasi untuk membedakan ciri-ciri dari tanaman gandum yang disebabkan oleh berbagai macam faktor stres. Contohnya [13] mengembangkan metode yang menggunakan metrik pola spasial yang diambil dari citra multispektral untuk menghitung stres pada lahan tanaman gandum yang terdiri dari stres yang diakibatkan oleh kutu daun rusia, kekeringan dan masalah agronomi.

Beberapa penelitian yang sudah dijelaskan sebelumnya dikatakan bahwa diperlukan informasi tambahan untuk bisa membedakan faktor stres pada tanaman gandum yakni menggunakan metrik pola spasial. Pada penelitian ini penulis mencoba pendekatan yang dilakukan [14][15] dalam membedakan stres pada tanaman kopi yang disebabkan oleh penyakit karat daun dengan stres yang biasa disebabkan oleh faktor lain seperti kekeringan dan masalah agronomi.

### **3.METODOLOGI PENELITIAN**

Tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan dari 11 citra yang terpilih dalam waktu tertentu. Data terdiri dari lokasi geografis dari lahan perkebunan kopi yang terpilih dan citra multispectral *remote sensing*-nya. Pertama, kita melakukan survei lahan tanaman kopi yang banyak terdapat tanaman yang mengalami stres. Melakukan pencocokan antara data survei dan data citra. Kita melakukan observasi terhadap dua keadaan, pertama stres terdistribusi pada setiap lahan, yang terdiri dari stres berat dan tidak mengalami stres. Kedua, kita secara visual mengidentifikasi tiga tipe stres utama tanaman kopi, seperti disebabkan oleh penyakit karat daun, kekeringan dan masalah agronomi. Data citra diambil dengan menggunakan Landsat-8.

#### **Pengolahan Citra**

Pengolahan citra meliputi *preprocessing*, *processing* dan analisis citra multispektral. Selama *preprocessing* data diverifikasi secara geometrik dan dikoreksi menggunakan *grund reference data*. Kemudian setiap data diproyeksikan kedalam bentuk UTM.

Kemudian kita mendapatkan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) citra dari setiap subset. Setiap citra NDVI menjadi target klustering berdasarkan pengelompokan natural spektral. Apabila hasil klustering didapatkan lebih dari 2, kemudian dilakukan analisis ketetanggannya berdasarkan *majority pixel* untuk mendapatkan hanya 2 klustering. Sehingga didapatkan peta tematik dengan wilayah tanaman kopi yang sehat dan yang tidak.

#### **Menghitung Faktor Stres**

Analisis pola spasial dilakukan untuk menghitung aspek spasial dari ciri-ciri tanaman kopi yang mengalami stres. Analisis disini menggunakan FRAGSTATS sehingga didapatkan peta tematik berdasarkan atributnya. Pada penelitian ini 10

metrik pola spasial dihitung dari setiap peta tematik yang sudah didapatkan sebelumnya dengan citra multispektral lahan tanaman kopi yang sudah terpilih. 10 metrik pola spasial itu adalah *patch area*, *patch perimeter*, *radius of gyration*, *perimeter-area ratio*, *shape index*, *fractal dimension index*, *related circumscribing circle*, *contiguity index*, *proximity index*, *euclidean nearest neighbor distance*. Selanjutnya hasil perhitungan sebelumnya dengan menggunakan *Discriminant Function Analysis* (DFA) digunakan sebagai prediktor untuk membedakan diantara tiga tipe stres dari tanaman kopi.

bdtbt.esdm.go.id

## DAFTAR REFERENSI

- [1] International Coffe Organization. (2016). Historical Data on the Global Coffe Trade. Didownload 22 Maret 2016, dari [www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf](http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf).
- [2] Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2016). 10 Komoditi Utama. Didownload 21 Maret 2016, dari [www.kemendag.go.id/id/economic-profile/10-main-and-potential-commodities/10-main-commodities](http://www.kemendag.go.id/id/economic-profile/10-main-and-potential-commodities/10-main-commodities).
- [3] Mahfud, M.C. (2012). Teknologi dan Strategi Pengendalian Penyakit Karat Daun untuk Meningkatkan Produksi Kopi Nasional. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 5(1), 44-57.
- [4] Hodgson, E.W., Burkness, E.C., Hutchison, W.D., Ragsdale, D.W. (2004). Enumerative and Binomial sequential sampling plans for soybean aphid (Homoptera: Aphididae) in soybean. *J. Econ. Entomol.*, 97, 2127-2136.
- [5] Arneson, P.A. 2003. *Coffee Rust*. The American Phytopathological Society, Minnesota. p. 1-7.
- [6] Brown, J.S., Whan, J.H., Kenny, M.K., dan Merriman, M.K. (1995). The effect of coffee leaf rust on foliation and yield of coffee in Papua New Guinea. *Crop Prot.*, 14(7), 589-592.
- [7] Mirik, M., Michels Jr., G.J., Kassymzhanova-Mirik, S., Elliott, N.C. (2007). Reflectance characteristics of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) stress and abundance in winter wheat. *Comput. Electron. Agr.*, 57(2), 123-134
- [8] Yang, Z., Rao, M.N., Elliott, N.C., Kindler, S.D., Popham, T.W. (2004). Using ground-based multispectral radiometry to detect stress in wheat caused by greenbug (Homoptera:Aphididae) infestation. *Comput. Electron. Agr.*, 47, 121-135.
- [9] Elliott, N.C., Mirik, M., Yang, Z., Dvorak, T., Rao, M., Michels, J., Walker, T., Catana V., Phoofolo, M., Giles, K.L., Royer, T. (2007). Airborne multi-spectral remote sensing of Russian wheat aphid injury to wheat. *Southwest. Entomol.*, 2(4), 213-219.



- [10] Elliott, N.C., Mirik, M., Yang, Z., Jones, V.D., Phoofolo, M., Catana, V., Giles, K., Michels Jr., G.J. (2009). Airborne remote sensing to detect greenbug stress to wheat. *Southwest. Entomol.*, 34 (3), 205211.
- [11] Mirik, M., Michels Jr., G.J., Kassymzhanova-Mirik, S., Elliott, N.C., Bowling R. (2006). Hyperspectral spectrometry as a means to differentiate uninfested and infested winter wheat by greenbug (Hemiptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.*, 99 (5), 16821690.
- [12] Yang, Z., 2005. Detection of Greenbug Infestation on Wheat Using Ground-Based Radiometry. Doctorate Thesis. Oklahoma State University. Stillwater, OK.
- [13] Backoulou, G.F., Elliott, N.C., Giles, K.L., Phoofolo, M., Catana, V., Mirik, M., Michels, J. (2011). Spatially discriminating Russian wheat aphid induced plant stress from other wheat stressing factors. *Comput. Electron. Agr.*, 78, 123129.
- [14] Backoulou, G.F., Elliott, N.C., Giles, K.L., Rao, M.N. (2013). Differentiating stress to wheat fields induced by *Diuraphis noxia* from other stress causing factors. *Comput. Electron. Agr.*, 90, 4753.
- [15] Backoulou, G.F., Elliott, N.C., Giles, K.L., Mirik, M. (2015). Processed multi-spectral imagery differentiates wheat crop stress caused by greenbug from other causes. *Comput. Electron. Agr.*, 90, pp. 3439.