

# PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK KAJIAN KONDISI TANAMAN CENGKEH BERDASARKAN NILAI NDVI DI KECAMATAN WONOSALAM KABUPATEN JOMBANG

Nur Faizzah<sup>1</sup>, Eko Budiyanto, S. Pd., M. Si.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Surabaya

<sup>2</sup> Dosen pembimbing Skripsi, Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Surabaya

## ABSTRAK

Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia yang berasal dari komoditas perkebunan. Tanaman cengkeh sebagian besar digunakan sebagai bahan baku rokok kretek khas Indonesia dan sebagian kecil digunakan sebagai campuran makanan, obat-obatan dan kosmetik. Kecamatan Wonosalam merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Jombang yang memiliki produktivitas bunga cengkeh paling banyak. Wilayah ini memiliki luas perkebunan cengkeh sebesar 2.106 ha dari luas keseluruhan yaitu 12.163 ha. Berdasarkan karakteristik lahan Kecamatan Wonosalam dapat dikategorikan daerah yang memiliki kondisi fisiografis yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman cengkeh. Akan tetapi pada kenyataan tanaman cengkeh berada dalam kondisi yang cukup beragam dalam satu ruang yang sama. Hingga saat ini penelitian terkait hubungan antara kondisi fisiografis lahan dengan persebaran kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam tersebut belum ada. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji persebaran kondisi tanaman cengkeh dan kemungkinan keterkaitan antara faktor fisiografis lahan dengan kondisi pohon cengkeh di Kecamatan Wonosalam.

Rancangan Penelitian yang digunakan adalah penelitian survey. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan spasial dan deskriptif kuantitatif yang dilakukan dengan menggunakan sistem informasi geografis dan penginderaan jauh. Objek dalam penelitian ini adalah seluruh lahan perkebunan cengkeh masyarakat di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Satuan analisis dalam penelitian ini adalah dengan mendasarkan pada satuan-satuan unit lahan. Teknik analisis dalam penelitian ini ada dua yaitu analisis spasial dan analisis korelasi *Product Moment*.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa wilayah persebaran tanaman cengkeh yang tidak sehat/ mati tersebar pada wilayah yang memiliki kondisi fisiografis yaitu pada ketinggian tempat <600 mdpl memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan pada ketinggian antara 600 – 900 mdpl. Untuk kemiringan lereng tanaman dalam kondisi ini tersebar pada seluruh kelas lereng yang ada di Kecamatan Wonosalam yaitu antara <8 - >30%. Untuk temperatur udara tanaman dalam kondisi tidak sehat tersebar pada temperatur 32 – 35°C dan <20°C, >35 °C yaitu sebesar 0.66 % dan 2.33%. Sedangkan tanaman cengkeh yang sehat tersebar pada ketinggian <600 mdpl lebih nilainya rendah dari rentan ketinggian antara 600-900 mdpl. Persebaran tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam menyebar pada seluruh kelas lereng yang ada. Untuk temperatur tersebar pada suhu 32 – 35°C memiliki nilai lebih besar dari temperatur <20°C, >35 °C pada wilayah tersebut tidak terdapat zona depresi /cekungan.

Berdasarkan hasil uji *korelasi Product Moment* menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antar ketinggian tempat, kemiringan lereng, dan temperatur udara. Ketinggian tempat mempunyai pengaruh negatif dalam kategori sedang terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Kemiringan Lereng tidak mempunyai pengaruh terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Temperatur udara berpengaruh negatif dengan kadar rendah terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang.

**Kata Kunci :** Cengkeh

## ABSTRACT

Cloves are native to Indonesia, which is derived from commodities. Cloves large part is used as a raw material typical Indonesian clove cigarettes and a small portion is used a mixture of , pharmaceuticals and cosmetics. Wonosalam sub-district is one area in Jombang that have the most productivity clove. This region has an area of 2,106 ha clove plantations of the total area is 12 163 ha. Based on the characteristics of the District Wonosalam land can be categorized areas that have physiographic conditions in accordance with the requirements grow cloves. But in reality cloves in a state of considerable variety in the same space. Thus research related to the correlation between land physiographic conditions and the spread of crop conditions in the district Wonosalam clove is very necessary. The purpose of this study was to Assess the spread of the condition cloves and possible links between land physiographic factors to the condition of clove trees in the District Wonosalam.

The study design used is a survey research. The approach used in this study is the spatial and descriptive quantitative approach carried out by using a geographic information system and remote sensing. The object of this research is the entire community clove plantations in the District Wonosalam Jombang. The unit of analysis in this study is based on units of land unit. The data in this study there are two spatial analysis and correlation analysis *Product Moment*.

Results of the study showed that the distribution area cloves unhealthy / off scattered in areas with physiographic conditions, among others, are at altitude <600 meters above sea level. To slope plants in this condition are spread on all slopes type between <8-> 30%. For air temperature spread plants in this condition at a temperature of 32 - 35°C has mark begger than temperate between <20°C,> 35 ° C. While healthy cloves scattered at altitudes <600 m has little more than an altitude between 600-900 meters . On the slopes of all type clove can grow. To spread the temperature at 32 - 35°C and <20°C,> 35 ° C is 33.91% and 11.74%. The area is located on the lower slopes and in the region there is no depression zone / basin.

Based on the results of *Product Moment Correlation* test showed that there is a significant relationship antar ketinggian place, slope, and air temperature. Altitude have a negative impact in the medium category of the condition of cloves in District Wonosalam Jombang. Slopes have a very low positive influence on the condition of cloves in District Wonosalam Jombang. Air temperature negatively affected by low levels of the condition of cloves in District Wonosalam Jombang.

**Key :** Cloves

## PENDAHULUAN

Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia yang berasal dari komoditas perkebunan. Tanaman cengkeh sebagian besar digunakan sebagai bahan baku rokok kretek khas Indonesia dan sebagian kecil digunakan sebagai bahan campuran makanan, obat-obatan dan kosmetik. Tanaman ini dapat tumbuh dan hidup di Indonesia, dan persebaran tumbuhan ini banyak terdapat di kepulauan Banda. Tanaman ini untuk dapat tumbuh dan berproduksi memerlukan kondisi lingkungan yang spesifik (Nurdjannah, N. 2007). Bila tanaman ini ditanam pada tanah dan iklim yang cocok dan disertai pemeliharaan yang khusus, maka pohonnya dapat berproduksi tinggi dan hidup hingga lebih dari 100 tahun (Hadiwijaya, T. 1982:33).

Kecamatan Wonosalam merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Jombang yang memiliki produktifitas bunga cengkeh paling banyak. Wilayah ini memiliki luas perkebunan cengkeh sebesar 2.106 ha dari luas keseluruhan yaitu 12.163 ha. Sebab seluruh desa yang ada di Kecamatan Wonosalam terdapat perkebunan cengkeh.

Berdasarkan data monografi dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jombang. Wilayah ini memiliki ketinggian yang beragam dari dataran rendah hingga dataran tinggi dengan ketinggian antara 50 – 2.500 m dari permukaan laut. Menurut Toyib Hadiwijaya (1979) tanaman cengkeh dapat tumbuh pada ketinggian 0 – 1.200 mdpl dan ketinggian yang paling baik antara 600 – 900 mdpl, pada ketinggian > 900 mdpl cengkeh dapat tumbuh tetapi pertumbuhannya lambat, hasilnya kurang baik dan bunganya tidak bagus (Kartasapoetra, A.G. 2004:40). Sedangkan kemiringan lereng berkisar antara 16 - 40 %, hal ini sesuai dengan pendapat Djoehana Setyamidjaja (1987) yang menyatakan tanaman cengkeh yang ditanam pada tanah yang miring lebih baik dari pada yang rata. dan tanah yang memiliki kemiringan lereng antara 10% - 25 %, serta cocok dimanfaatkan untuk tanaman tahunan (Kartasapoetra, A.G. 2004:71). Temperatur tanahnya yaitu antara 15° - 22°C dengan kelembaban tanahnya tergolong lembab. Wilayah ini memiliki temperatur kurang lebih antara 24–30°C. Menurut Wahid dan Ruhnayat (1995) bahwa pada dataran tinggi unsur iklim yang paling berperan menentukan besar kecilnya hasil cengkeh yaitu intensitas penyinaran matahari dan suhu. Memiliki curah hujan dengan jumlah bulan basah dan jumlah bulan kering yang hampir sama yaitu antara 5 – 6 bulan, dengan curah hujan rata-rata 402 mm – 2.210 mm per tahun. Menurut klasifikasi iklim Mort wilayah ini tergolong daerah kering, sebab wilayah ini memiliki 5 – 6 bulan kering.

Berdasar karakteristik lahan seperti yang tersebut diatas berarti Kecamatan Wonosalam memiliki kondisi fisiografis yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman cengkeh. Akan tetapi pada kenyataan dilapangan tanaman cengkeh tidak dapat hidup dan tidak dapat berproduksi hingga umur lebih dari 30 – 40 tahun.

Hingga saat ini penelitian terkait hubungan antara kematian dan persebaran kejadian kematian tanaman cengkeh dalam usia muda di Kecamatan Wonosalam tersebut belum ada. Dengan demikian penelitian terkait dengan korelasi antara kematian dan persebaran kematian tanaman cengkeh di Kecamatan

Wonosalam tersebut sangat diperlukan.

Penelitian ini bertujuan mengkaji persebaran kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam berdasarkan faktor fisiografis lahannya. Serta mengkaji kemungkinan keterkaitan antara faktor fisiografis lahan dengan kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan cengkeh masyarakat di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang Pada Bulan Mei-Agustus 2014.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000 tahun 2001, GPS eTrex Vista HCx, Abney level, Termometer, Altimeter, Roll meter, Kamera Digital, Laptop, Harddisk eksternal, Software ENVI, Software ArcGIS 10.1, Software Global Mapper, Software SPSS, dan Software MS Word.

Bahan penelitian meliputi data GDEM yang diturunkan dari citra satelit ASTER, citra Landsat 7 ETM+ dengan memanfaatkan band 3 dan band 4, data sekunder diperoleh melalui studi analisa data, arsip, buku serta bentuk dokumentasi lain yang dimiliki oleh instansi yang terkait dengan penelitian ini, diantaranya adalah Dinas Perairan Kabupaten Jombang, Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Jombang, UPTD. Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kecamatan. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi peta lokasi penelitian dan profil, data curah hujan, peta penggunaan lahan.

Penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu pembentukan peta satuan unit lahan, Klasifikasi dan analisis NDVI Citra Landsat 7ETM+, dan pembentukan peta persebaran kondisi tanaman cengkeh berdasarkan faktor fisiografis lahan.

Rancangan Penelitian yang digunakan adalah penelitian survey. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan spasial dan kuantitatif yang dilakukan dengan menggunakan sistem informasi geografis dan penginderaan jauh.

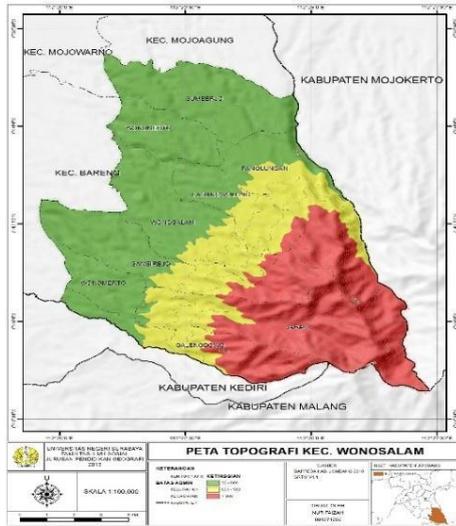
## HASIL PENELITIAN

### Kondisi Fisik Daerah Penelitian

Kecamatan Wonosalam memiliki topografi yang semakin tinggi ke arah selatan dan semakin rendah ke arah utara. Dimana bagian selatan merupakan wilayah pegunungan, yaitu Gunung Arjasmoro dan Gunung Arjuno. Sedangkan pada bagian utara merupakan dataran rendah yang landai. Kecamatan Wonosalam memiliki luas wilayah sebesar 12.163 ha dan luas wilayahnya sebesar 2.105.65 ha digunakan sebagai perkebunan tanaman cengkeh. Seperti yang terlihat pada peta penggunaan lahan pada halaman lampiran yang terlihat bahwa sebagian besar wilayah tersebut dimanfaatkan untuk perkebunan, hutan dan tegal

### Ketinggian Tempat

Hasil analisis surface dan klasifikasi elevasi pada tabel Kecamatan Wonosalam memiliki ketinggian seperti yang terlihat pada gambar 4.2:



Gambar 4.2. Peta Ketinggian Tempat

Kecamatan Wonosalam ± 80% berada pada area E1, dan 20% berada pada area E2. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam banyak dibudidayakan pada wilayah yang memiliki ketinggian <600 mdpl, dimana wilayah tersebut merupakan wilayah yang memiliki ketinggian kurang sesuai untuk tanaman cengkeh.

Menurut Ance G. Kartasapoetra (2007), ketinggian yang paling baik untuk tanaman cengkeh berada pada ketinggian antara 600 – 900 mdpl. Berdasarkan teori ini kelas ketinggian tempat yang tidak sesuai terdapat pada kelas E1 dan E3, yaitu terletak pada ketinggian <600 mdpl dan lebih dari 900 mdpl.

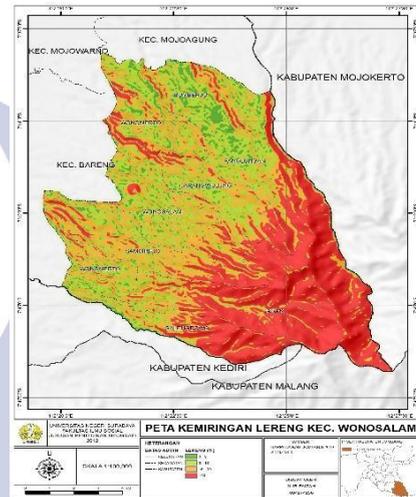
Berdasarkan hasil klasifikasi menunjukkan bahwa pada ketinggian >900 mdpl tidak terdapat area perkebunan cengkeh. Data diatas diperoleh berdasarkan peta satuan lahan yang merupakan hasil *overlay* dari tiga peta, sehingga adapun area kebun cengkeh pada ketinggian <900 mdpl tapi tidak masuk dalam kriteria area penelitian. Dijelaskan bahwa luas kebun cengkeh yang ada pada ketinggian 600 – 900 mdpl memiliki luas sebesar 289859.92 m<sup>2</sup>. Dan pada ketinggian <600 mdpl memiliki luas sebesar 1264053.40 m<sup>2</sup>.

Pada kedua area tersebut menunjukkan selisih luas area yang sangat besar, yaitu 8 : 2. Kebun cengkeh yang ada di

### Kemiringan Lereng

Menurut Djaenudin et al (2003), kemiringan yang sesuai untuk tanaman cengkeh adalah pada lahan dengan kemiringan lereng antara 8 – 16%. Adapun kemiringan wilayah Kecamatan Wonosalam dapat dilihat pada peta pada gambar 4.3 yang menunjukkan secara umum daerah ini memiliki kemiringan lereng antara 0 - >30 %. Berdasarkan klasifikasi, kemiringan lereng yang memiliki luas area terbesar adalah S3 dengan kemiringan antara 16 – 30 %. Luas area S3 yaitu sebesar 641246.83 m<sup>2</sup> dengan prosentase sebesar 41.27 %. Dan area yang memiliki luas terendah yaitu wilayah dengan kemiringan >30 % atau S4, wilayah ini memiliki luas sebesar 136055.73 m<sup>2</sup> dengan prosentase 8.75 %. Sedangkan

wilayah yang kemiringannya paling baik untuk tanaman cengkeh adalah S1 dan S2, dimana S1 memiliki luas area sebesar 173604.93 m<sup>2</sup> dengan prosentase 11.17% dan S2 memiliki luas area sebesar 603005.82 m<sup>2</sup> dengan prosentase sebesar 38.81%.



Gambar 4.3. Peta Kemiringan Lereng

Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Wonosalam yang banyak membudidayakan tanaman cengkeh adalah wilayah dengan kemiringan lereng antara 16 –30 %. Bila lahan pada wilayah tersebut dimanfaatkan untuk budidaya tanaman cengkeh, seharusnya memerlukan penanganan khusus dan biaya yang cukup besar, sehingga membutuhkan bantuan atau campur tangan dari pemerintah. Sebab kemiringan lereng pada wilayah tersebut dapat mempengaruhi proses drainase pada tanaman, sehingga dapat menimbulkan masalah atau penyakit pada tanaman cengkeh.

Pada kemiringan < 30 % sebaiknya tidak dimanfaatkan untuk budidaya tanaman cengkeh, sebab lerengnya terlalu curam. Sehingga tanaman tidak dapat menyerap air dengan baik.

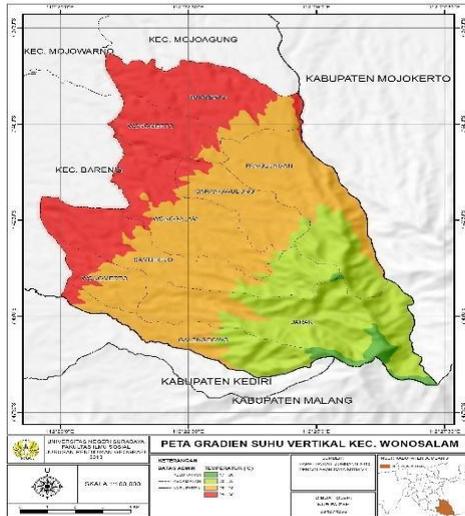
### Temperatur Udara

Salah satu kondisi fisik yang mempengaruhi tanaman cengkeh adalah temperatur udara. Menurut Djaenudin et al (2003), yang sesuai untuk tanaman cengkeh adalah pada lahan dengan temperatur udara antara 20-28°C. Adapun temperatur udara yang ada di Kecamatan Wonosalam dapat dilihat peta pada gambar 4.4. Dari peta tersebut dapat dilihat temperatur udara di wilayah Kecamatan Wonosalam memiliki ragam temperatur yaitu antara 17 - 30°C. Temperatur tersebut terbagi menjadi empat bagian, tapi terlihat bahwa wilayah dengan temperatur 17 - 25°C tidak terdapat area kebun cengkeh. Area perkebunan hanya terlihat pada wilayah dengan temperatur 25 – 30 °C. Data diatas berdasarkan peta satuan lahan, sehingga bila terdapat area kebun cengkeh pada wilayah T1 dan T2 tapi tidak masuk dalam kriteria area penelitian.

Berdasarkan tabel wilayah yang memiliki luasan

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dan Data Penginderaan Jauh Untuk Kajian Kondisi Tanaman Cengkeh Berdasarkan Nilai NDVI di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang

area kebun cengkeh terluas adalah adalah T3. Dengan luas area sebesar 1257429.53 m<sup>2</sup> dengan prosentase sebesar 80.92 %. Sedangkan wilayah yang memiliki luas area terendah adalah T4, dengan luas area sebesar 296483.78 m<sup>2</sup> dan prosentase sebesar 19.08%.



Gambar 4.4. Peta Temperatur Udara

Berdasarkan tabel wilayah yang memiliki luasan area kebun cengkeh terluas adalah adalah T3. Dengan luas area sebesar 1257429.53 m<sup>2</sup> dengan prosentase sebesar 80.92 %. Sedangkan wilayah yang memiliki luas area terendah adalah T4, dengan luas area sebesar 296483.78 m<sup>2</sup> dan prosentase sebesar 19.08%.

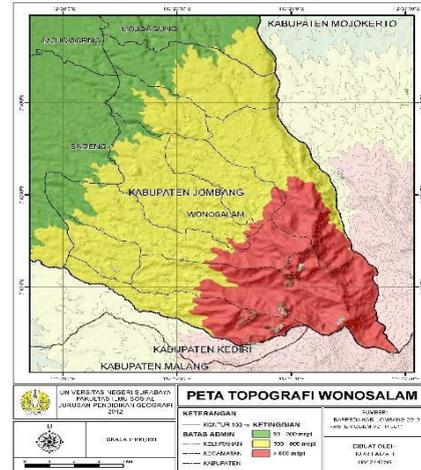
Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar budidaya tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam dilakukan di wilayah dengan suhu 25 - 28 °C. Wilayah ini memiliki suhu udara yang masih tergolong sesuai untuk tanaman cengkeh. Untuk wilayah dengan suhu udara 28 – 30 °C, tanaman cengkeh dapat hidup tapi perkembangannya tidak dapat tumbuh sebaik tanaman cengkeh yang ada pada wilayah T2 dan T3. Sebab wilayah ini merupakan wilayah yang tidak sesuai untuk tanaman cengkeh karena udaranya terlalu kering.

**Morfologi lahan**

Hasil analisis surface morfolan yang ada di Kecamatan Wonosalam menunjukkan adanya perbedaan relief. Perbedaan relief tersebut berdasarkan pada kontur yang terlihat dalam peta topografi pada gambar 4.5. menunjukkan bahwa berdasarkan interpretasi peta topografi diatas terlihat ada beberapa titik cekungan yang terdapat di puncak dan lereng atas gunung Anjasmara. Hal tersebut diidentifikasi sebagai cekungan mata air, danau atau waduk. Sedangkan dari hasil interpretasi peta topografi dan BingMap, morfolan yang berupa punggung terdapat pada daerah lereng atas sampai lereng tengah gunung Anjasmara.

Berdasarkan hasil klasifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar bentuk lahan yang dimanfaatkan untuk budidaya tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam adalah bentuk lahan punggung. Dan penggunaan lahan pada bentuk lahan cekungan di Kecamatan Wonosalam tidak memungkinkan budidaya tanaman cengkeh, sebab bentuk lahan cekungan terdapat pada daerah puncak gunung. Adapun tanaman cengkeh yang dapat

hidup ditempat tersebut, tapi bukan hasil budidaya manusia melainkan tumbuhan cengkeh liar/ cengkeh hutan.



Gambar 4.5. Peta Topografi

Diantara bentuk lahan cekungan dan punggung yang sesuai untuk tanaman cengkeh adalah punggung. Sebab punggung memiliki lereng yang miring ke atas, sehingga bila hujan turun maka air yang jatuh dan mengalir tidak akan berhenti pada lahan tersebut. Sedangkan cekungan merupakan lahan yang memiliki lereng yang miring ke dalam atau memusat, sehingga bila terjadi hujan maka airnya akan mengalir dan berhenti pada tempat depresi.

**Iklim**

Untuk mengetahui tipe iklim Kecamatan Wonosalam menggunakan data curah hujan rata-rata selama sepuluh tahun terakhir. Menurut stasiun pengamatan hujan di Kecamatan Wonosalam tahun 2002 – 2011. Dari angka tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kondisi iklim di Kecamatan Wonosalam. Berdasarkan klasifikasi Schmid- ferguson maka iklim di wilayah Kecamatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{\text{Rata - rata jumlah bulan kering}}{\text{Rata - rata jumlah bulan basah}} \times 100\%$$

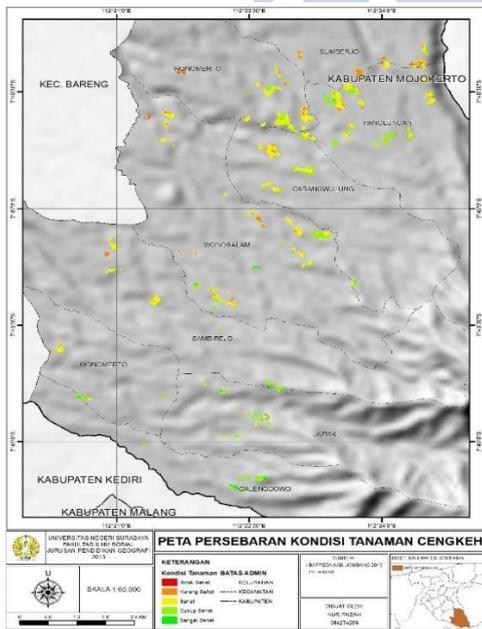
$$Q = \frac{5,6}{5,1} \times 100\% = 109,8 \%$$

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa Kecamatan Wonosalam memiliki nilai rasio Q sebesar 109.8 %. Untuk menentukan iklim Kecamatan Wonosalam menurut Schmid- ferguson menggunakan bantuan diagram iklim. Berdasarkan diagram iklim menunjukkan nilai rasio Q Kecamatan Wonosalam sebesar 109.8%. Maka berdasarkan rasio Q Kecamatan Wonosalam masuk dalam klasifikasi iklim E. Iklim E menunjukkan tipe curah hujannya agak kering. Berdasarkan SK Menteri No.683/Kpts/Um/8/1991 dan 837/Kpts/Um/11/1980 bahwa salah satu ciri kawasan yang diperuntukkan bagi tanaman pangan lahan basah adalah curah hujan antara 1500-4000 mm per tahun. Pada tahun 2002, 2003, 2004, 2006, dan 2011 terbukti

bahwa wilayah Kecamatan Wonosalam berpotensi digunakan sebagai kawasan pertanian khususnya tanaman cengkeh.

**Persebaran Tanaman Cengkeh di Kecamatan Wonosalam Berdasarkan Klasifikasi dan Analisis NDVI Citra Landsat 7 ETM+**

Hasil analisis NDVI pada area penelitian di wilayah Kecamatan Wonosalam menunjukkan adanya perbedaan rona dari seluruh area penelitian. Nilai NDVI wilayah Kecamatan Wonosalam menunjukkan nilai maksimum sebesar 1 dan nilai minimum sebesar 0,0624. Berdasarkan klasifikasi kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang yang terdapat pada tabel 3.5 menunjukkan bahwa di lapangan terdapat perbedaan kondisi tanaman seperti yang terlihat pada gambar 4.7 berikut :



Gambar 4.7. Peta Persebaran Kondisi Tanaman Cengkeh di Kecamatan Wonosalam

Pada peta diatas terlihat ada beberapa area yang menunjukkan rona merah memiliki nilai NDVI terendah, maka dapat diartikan kondisi tanaman pada area tersebut tidak sehat. Rona hijau menunjukkan nilai NDVI tinggi , sehingga kondisi tanaman pada area tersebut dikatakan sangat baik. Untuk rona coklat kehijauan menunjukkan tanaman pada area tersebut dalam kondisi sehat sampai cukup sehat. Rona coklat kemerahan menunjukkan tanaman dalam kondisi sehat sampai kurang sehat.

Untuk persebaran tanaman yang tidak sehat atau nilai NDVI terendah tersebar pada ketinggian E1 dan E2. Dan tersebar pada kemiringan S1, S2, S3, S4. Sedangkan temperaturnya tersebar pada T3 dan T4. Persebaran tanaman cengkeh tidak sehat paling banyak tersebar di lahan T4 yaitu sebesar 2.33% dan persebaran paling sedikit terdapat pada area E2 dan S1.

Persebaran tanaman yang kurang sehat tersebar di lahan yang memiliki kondisi fisik lahan E1, E2, S1, S2, S3, S4, T3, dan T4. Persebarannya paling banyak terdapat pada lahan yang memiliki temperatur antara 28 – 30°C (T4) dengan prosentase 26.25 %. Dan prosentase terendah tersebar pada

wilayah yang memiliki elevasi/ketinggian antara 600 – 900 mdpl (E2).

Untuk tanaman dengan kondisi sedang tersebar pada E1, E2, S1, S2, S3, S4, T3, dan T4. Bila dilihat pada tabel diatas, maka akan terlihat prosentase persebaran kondisi tanaman yang sehat menunjukkan prosentase yang tinggi pada masing-masing kondisi fisiologi. Namun setiap angka hasil prosentase pada masing-masing kondisi fisiologi memiliki selisih yang tidak terlalu besar, dan persebaran paling banyak terdapat pada E1 yaitu sebesar 59.94 %. Untuk prosentase sebaran paling rendah terdapat pada lahan yang memiliki kondisi fisiologi E2 dengan

Persebaran tanaman dengan kondisi sehat tersebar pada lahan E1, E2, S1, S2, S3, S4, T3, dan T4. Prosentase sebaran paling banyak terdapat pada lahan dengan elevasi antara 600 – 900 mdpl atau E2, dengan prosentase sebesar 64.33 %. Dan prosentase terendah tersebar pada lahan dengan temperatur 28-30°C atau T4, dengan prosentase sebesar 11.74 %. Tanaman dalam kriteria sangat sehat tersebar pada E1, E2, S1, S2, S3, S4, T3, dan T4.

Tanaman yang memiliki nilai NDVI tertinggi ini memperoleh prosentase sebaran terbanyak terdapat pada lahan E2 yaitu sebesar 9.24 %. Untuk prosentase sebaran terendah terdapat pada lahan T4 dengan prosentase 0 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada lahan dengan temperatur 28 – 30 °C tidak memenuhi syarat tumbuh tanaman cengkeh, sehingga tidak satu pun tanaman dengan nilai NDVI tertinggi terdapat di wilayah tersebut.

Tabel 4.7. Luas pada Masing-masing Kondisi Tanaman Cengkeh di Kecamatan Wonosalam

Kondisi	Luasan(m <sup>2</sup> )
Cukup Sehat	456494.25312000000
Kurang Sehat	190914.43160400000
Sangat Sehat	41031.62059270000
Sehat	860658.89432200000
Tidak Sehat	4814.12184337000
Jumlah	1553913.32148207000

Berdasarkan tabel kondisi tanaman cengkeh, menunjukkan bahwa klasifikasi kondisi tanaman cengkeh yang menduduki tingkat paling rendah adalah kondisi tanaman yang tidak sehat, dengan luas 4.814.122 m<sup>2</sup>. Wilayah yang memiliki kondisi tanaman cengkeh tidak sehat terdapat pada wilayah dengan ketinggian 50 – 900 mdpl, kemiringan antara 0 - >30 %, dan temperatur antara 25 – 30°C. Sedangkan yang menduduki tingkat tertinggi adalah kondisi tanaman yang sehat dengan luas wilayah sebesar 860.658.894 m<sup>2</sup>. Wilayah yang memiliki kondisi tanaman cengkeh sehat ketinggian 50 – 900 mdpl, kemiringan antara <8- >30 %, dan temperatur antara 25 – 30 °C. Meski kedua kondisi tanaman tersebut terdapat pada lahan dengan kondisi fisiologi yang sama, tapi tanaman sehat lebih dominan pada masing-masing kondisi fisiologi dari pada tanaman tidak sehat.

**Korelasi antara Faktor Fisiologis lahan dengan Kematian Tanaman Cengkeh di Kecamatan Wonosalam.**

Berdasarkan hasil uji korelasi Product Moment dapat diketahui bahwa  $H_0$  = tidak ada hubungan elevasi terhadap kondisi tanaman,  $H_1$  = ada hubungan elevasi terhadap kondisi tanaman.  $H_0$  ditolak jika  $P < \alpha$  (0.01), ternyata  $P = 0.000 < \alpha$  (0.01) dengan nilai  $r = -0.409$ . Maka  $H_0$  ditolak, jadi terdapat hubungan antara elevasi terhadap kondisi tanaman. Nilai  $r$  bernilai negatif, jika koefisien bernilai negatif menunjukkan arah korelasi negatif.

Pada variabel kemiringan lereng diketahui bahwa  $H_0$  = tidak ada hubungan antara kemiringan lereng dengan kondisi tanaman,  $H_1$  = ada hubungan antara kemiringan lereng dengan kondisi tanaman.  $H_0$  ditolak jika  $P < \alpha$  (0.01), ternyata  $P = 0.000 < \alpha$  (0.01) dengan nilai  $r = 0.095$ . Maka  $H_0$  ditolak, jadi terdapat hubungan antara kemiringan lereng dengan kondisi tanaman. Nilai  $r$  bernilai positif, jika koefisien bernilai positif menunjukkan arah korelasi positif.

Selanjutnya variabel temperatur udara, diketahui bahwa  $H_0$  = tidak ada hubungan antara temperatur dengan kondisi tanaman,  $H_1$  = ada hubungan antara temperatur dengan kondisi tanaman.  $H_0$  ditolak jika  $P < \alpha$  (0.01), ternyata  $P = 0.000 < \alpha$  (0.01) dengan nilai  $r = -0.263$ . Maka  $H_0$  ditolak, jadi terdapat hubungan antara temperatur udara dengan kondisi tanaman. Nilai  $r$  bernilai negatif, jika koefisien bernilai negatif menunjukkan arah korelasi negatif.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai koefisien determinasi ketinggian tempat, diperoleh nilai kontribusi variabel ketinggian tempat terhadap kondisi tanaman sebesar 16.73%. Untuk kontribusi variabel kemiringan lereng terhadap kondisi tanaman sebesar 0.90%. Sedangkan variabel temperatur menyumbang nilai sebesar 6.92% terhadap kondisi tanaman cengkeh. Setelah diakumulasikan faktor fisiografis lahan memiliki kontribusi terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam sebesar 24.55%. Nilai 24.55% menunjukkan bahwa faktor fisiografis lahan memiliki hubungan signifikan terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam, dan sisa sebesar 75.45% menunjukkan bahwa ada variabel lain yang mempengaruhi.

## PEMBAHASAN

### Persebaran Tanaman Cengkeh di Kecamatan Wonosalam Berdasarkan Faktor Fisiologi Lahan, Klasifikasi, dan Analisis NDVI Citra Landsat 7 ETM+

Berdasarkan hasil penyajian dan analisis data mengenai persebaran tanaman cengkeh berdasarkan faktor fisiologi lahan. Data persebaran kondisi tanaman cengkeh pada masing-masing kondisi fisik lahan yang terdapat pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa persebaran tanaman cengkeh berdasarkan faktor ketinggian tempat, tersebar pada wilayah E1 dan E2. Wilayah E1 memiliki rentang ketinggian antara 50 – 600 mdpl, tanaman cengkeh yang memiliki prosentase tertinggi pada wilayah ini adalah tanaman cengkeh dengan kondisi sehat yaitu sebesar 59.94 %. Untuk wilayah E2 memiliki rentang antara 600–900 mdpl, persebaran tanaman cengkeh tertinggi di wilayah ini adalah tanaman cengkeh dengan kondisi cukup sehat, persentasenya sebesar 64.33 %. Persebaran tanaman cengkeh yang tidak sehat dari seluruh wilayah elevasi, yang memiliki prosentase terbesar terdapat pada wilayah E1 yaitu sebesar 1.04 % dan 0.35 % untuk wilayah E2.

Hal tersebut membuktikan bahwa faktor ketinggian

tempat berpengaruh cukup besar terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman cengkeh. Seperti yang diungkapkan Ance G. Kartasapoetra bahwa ketinggian yang paling baik untuk tanaman cengkeh yaitu antara 600 – 900 mdpl, hal itu terbukti di Kecamatan Wonosalam persebaran tanaman cengkeh tidak sehat yang memiliki prosentase terendah terdapat pada wilayah E1. Dan persebaran tanaman cengkeh yang sehat, cukup sehat, dan sangat sehat pada wilayah E2 memiliki prosentase cukup besar dibanding wilayah E1. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa faktor ketinggian tempat berpengaruh terhadap persebaran kematian tanaman cengkeh yang ada di Kecamatan Wonosalam.

Persebaran tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam berdasarkan kemiringan lereng tersebar dari wilayah S1, S2, S3, dan S4. Pada wilayah tersebut persebaran tanaman cengkeh pada masing-masing kemiringan lereng memiliki prosentase sebaran tertinggi pada kondisi tanaman yang sama, yaitu tanaman cengkeh dengan kondisi sehat. Seperti yang terlihat pada tabel 4.6 prosentase tertinggi pada masing-masing kemiringan lereng memiliki selisih yang tidak terlalu besar. Sedangkan persebaran tanaman cengkeh cukup sehat prosentase terbesar terdapat pada wilayah S4 yaitu sebesar 40.11 %, selain itu wilayah ini memiliki persebaran tanaman cengkeh dalam kondisi sangat sehat lebih besar dari pada wilayah kemiringan lereng yang lain, yaitu sebesar 4.01 %.

Hal tersebut membuktikan bahwa faktor kemiringan lereng tidak berpengaruh terhadap kondisi tanaman cengkeh yang ada di Kecamatan Wonosalam, sebab selisih dari masing-masing wilayah kemiringan tidak terlalu besar. Namun hal tersebut bertentangan dengan syarat tumbuh tanaman cengkeh yang diungkapkan oleh Ance G. Kartasapoetra (2007) bahwa “Tanaman cengkeh baik dibudidayakan pada daerah yang memiliki kemiringan relatif kecil terutama yang menghadap timur” dan Toyib Hadiwijaya (1982) menyatakan bahwa “Tanah yang miring lebih baik dari pada yang rata. Sebab tanah yang rata memerlukan saluran drainasi sedalam 1 -1, 5 m dan airnya dapat disalurkan ketempat yang lebih rendah”. Tingkat kemiringan lereng yang besar dapat mempengaruhi jumlah air hujan yang meresap oleh tanah, besarnya erosi yang terjadi, dan arahnya pergerakan air yang membawa bahan-bahan terlarut dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah.

Namun persebaran tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam berdasarkan kemiringan, yang memperoleh nilai sebaran tertinggi adalah wilayah S4, dimana wilayah tersebut memiliki rentang kemiringan lereng yang cukup besar yaitu  $> 30$  %. Dan pada wilayah ini pula persebaran tanaman cengkeh yang tidak sehat memperoleh prosentase terendah yaitu 0.36 % dibandingkan dengan wilayah kemiringan lereng yang lain yang memiliki prosentase dengan nilai  $>1$ %. Hal ini menunjukkan bahwa faktor kemiringan lereng terhadap persebaran kematian tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam.

Persebaran tanaman cengkeh berdasarkan temperatur udara, tersebar pada wilayah T3 dan T4. Kedua wilayah ini memiliki nilai prosentase tertinggi pada kondisi tanaman yang sama yaitu tanaman cengkeh yang sehat dengan prosentase sebesar 50.69 % dan 59.69 %, selisihnya sedikit dengan wilayah T4 lebih unggul 9 %. Wilayah T3 memiliki persebaran tanaman cengkeh sangat sehat sebesar 3.44 % dan wilayah T4 tidak terdapat persebaran tanaman sangat sehat di wilayah ini atau persebarannya 0%. Dan untuk persebaran tanaman cengkeh yang tidak sehat wilayah T3 dan T4 prosentasenya sebesar 0.66% dan 2.33%.

Hal ini membuktikan bahwa persebaran kondisi tanaman cengkeh pada wilayah T3 lebih baik dari pada wilayah T4. Meski pada wilayah T4 menunjukkan nilai lebih besar pada tanaman yang sehat dari pada T3, tetapi persebaran tanaman tidak sehat juga menunjukkan nilai tinggi serta tidak terdapatnya persebaran tanaman yang sangat sehat disana. Oleh sebab itu, wilayah T3 lebih baik persebarannya dari T4. Selain itu wilayah T3 tergolong daerah yang memiliki suhu udara yang baik untuk tanaman cengkeh, sebab wilayah T3 berada pada rentang suhu antara 25– 30 °C dan suhu ideal untuk tanaman cengkeh terletak pada rentang antara 20 - 28 °C.

Jadi disimpulkan bahwa tanaman cengkeh yang tumbuh pada daerah yang memiliki temperatur yang sesuai dengan syarat hidup tanaman cengkeh, maka tanaman cengkeh ada di wilayah tersebut tumbuh dengan kondisi yang baik. Sebaliknya bila tanaman cengkeh dibudidayakan pada wilayah yang memiliki temperatur udara yang tidak sesuai dengan syarat tumbuh tanaman tersebut, maka tanaman cengkeh yang hidup di wilayah tersebut kondisi kesehatannya tidak pasti. Sebab bila pemilik melakukan perawatan khusus atau tambahan dari perawatan tanaman cengkeh pada umumnya, sehingga tanaman cengkeh dapat hidup dengan kondisi sehat. Namun hal tersebut tentunya akan memakan biaya lebih untuk perawatannya dan hasil yang diperoleh sama dengan tanaman cengkeh yang hidup di wilayah dengan temperatur yang sesuai, sehingga hal tersebut akan merugikan petani cengkeh karena hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan perawatannya. Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa temperatur udara berpengaruh besar terhadap fenomena kematian tanaman cengkeh yang ada di Kecamatan Wonosalam.

#### **Korelasi antara Faktor Fisiologis Lahan dengan Kematian Tanaman Cengkeh di Kecamatan Wonosalam**

Dari hasil analisis uji Korelasi Product Moment menunjukkan faktor ketinggian tempat mempunyai hubungan yang signifikan atau berarti terhadap kondisi tanaman. Hal itu ditunjukkan oleh nilai P yang dihasilkan lebih kecil dari nilai signifikan  $P = 0.000 < \alpha = 0.01$  dengan nilai  $r = - 0.409$ . Menurut Sugiyono (2007) nilai koefisien korelasi ketinggian tempat masuk dalam kategori sedang, namun karena nilainya negatif. Artinya ketinggian tempat berpengaruh negatif terhadap kondisi tanaman cengkeh dengan kategori sedang.

Begitu juga dengan faktor kemiringan lereng memiliki hubungan yang signifikan, karena  $P = 0.000 < \alpha (0.01)$  dengan nilai  $r = 0.095$ . Berdasarkan interpretasi koefisien korelasi Sugiyono (2007), variabel kemiringan lereng masuk dalam kategori memiliki hubungan yang sangat rendah. Jadi kemiringan lereng memiliki pengaruh positif yang sangat rendah terhadap

kondisi tanaman cengkeh.

Temperatur udara juga menunjukkan nilai yang signifikan terhadap kondisi tanaman cengkeh, sebab  $P = 0.000 < \alpha (0.01)$  dengan nilai  $r = -0.263$ . Menurut Sugiyono (2007), variabel temperatur udara tergolong memiliki hubungan yang rendah. Variabel temperatur menunjukkan arah korelasi negatif, jadi temperatur udara berpengaruh kurang baik/negatif terhadap kondisi tanaman cengkeh dalam kategori rendah.

Berdasarkan grafik kurva kondisi fisiografis lahan terhadap tanaman cengkeh menunjukkan bahwa tingkat hubungan temperatur udara lebih besar dari pada variabel yang lain. Sebab temperatur udara memiliki sudut kurva yang paling besar dari pada variabel yang lain. Tapi tidak keseluruhan variabel temperatur yang menunjukkan pengaruh yang besar hanya sudut dari kurva temperatur 32 – 35 °C dengan besar sudut 23°. Jadi dapat disimpulkan bahwa temperatur udara antara 32 – 35 °C memiliki pengaruh positif yang cukup besar terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pemanfaatan sistem informasi geografis dan data penginderaan jauh untuk kajian kondisi tanaman cengkeh berdasarkan nilai NDVI di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pemanfaatan sistem informasi geografis dan data penginderaan jauh untuk kajian kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Wilayah persebaran tanaman cengkeh yang tidak sehat/ mati tersebar pada wilayah yang memiliki kondisi fisiografis antara lain yaitu berada pada ketinggian tempat <600 mdpl sebesar 1.19% dan 0.35% berada pada ketinggian antara 600 – 900 mdpl. Untuk kemiringan lereng tanaman dalam kondisi ini tersebar pada lereng <8% sebesar 0.36%, lereng antara 8 – 16 % sebesar 1.13%, lereng antara 16 – 30 sebesar 1.12% dan 1.07% tersebar pada lereng >30%. Untuk temperatur udara tanaman dalam kondisi ini tersebar pada temperatur 32 – 35°C dan <20 °C, >35 °C yaitu sebesar 0.66 % dan 2.33%.

Wilayah persebaran tanaman cengkeh dalam kondisi kurang sehat tersebar pada ketinggian <600 mdpl dan 600 – 900 mdpl dengan prosentase sebesar 17.62% dan 2.22%. Persebarannya pada lereng <8% sebesar 18.85%, pada lereng 8-16% sebesar 16.3%, lereng 16-30% sebesar 11.96%, dan lereng >30 sebesar 11.76%. Untuk temperatur persebarannya hanya tersebar pada suhu 32 – 35°C dan <20 °C, >35 °C yaitu 11.29% dan 26.25%.

Persebaran tanaman cengkeh dalam kondisi biasa/ sedang tersebar pada ketinggian <600 mdpl dan 600-900 mdpl yaitu sebesar 59.94% dan 23.86%. Untuk lereng persebarannya tersebar pada lereng <8% sebesar 54.58% , lereng 8-16% sebesar 53.54%, lereng 16-30% sebesar 53.17% dan lereng >30 sebesar

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dan Data Penginderaan Jauh Untuk Kajian Kondisi Tanaman Cengkeh Berdasarkan Nilai NDVI di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang

43.05%. Sedangkan persebarannya tersebar pada temperatur antara 32 – 35°C dan <20 °C, >35 °C yaitu 50.69 % dan 59.69%.

Tanaman cengkeh dalam kondisi sehat tersebar pada ketinggian <600 mdpl dan 600-900 mdpl yaitu sebesar 20.09% dan 64.33%. Pada lereng <8% sebesar 23.34%, lereng 8 – 16% sebesar 26.77%, lereng 16-30% sebesar 30.91%, dan lereng >30 sebesar 40.11%. Untuk temperatur tersebar pada suhu 32 – 35°C dan <20 °C, >35 °C yaitu 33.91% dan 11.74%.

Persebaran tanaman cengkeh dalam kondisi sangat sehat tersebar pada ketinggian <600 dan 600-900 mdpl yaitu sebesar 1.04% dan 9.24%. tersebar pada lereng <8% sebesar 2.69%, 8-16% sebesar 2.26%, 16-30 sebesar 2.84% dan >30% sebesar 4.01%. Untuk temperatur tersebar pada suhu 32 – 35°C yaitu 3.44%. Persebaran tanaman cengkeh dengan berbagai kondisi tanaman tidak tersebar pada daerah cekungan atau depresi.

Berdasarkan hasil uji korelasi Product Moment menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara ketinggian tempat, kemiringan lereng, dan temperatur udara. Ketinggian tempat mempunyai pengaruh negatif dalam kategori sedang terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Kemiringan Lereng mempunyai pengaruh positif yang sangat rendah terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Temperatur udara berpengaruh negatif dengan kadar rendah terhadap kondisi tanaman cengkeh di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang.

#### SARAN

Perlu dilakukan pengalihan tanaman selain tanaman cengkeh untuk wilayah pada ketinggian < 600 mdpl dengan temperatur 32- 35 °C. Sebab wilayah tersebut dirasa kurang sesuai untuk tanaman cengkeh, meski dapat tumbuh dan hidup tetapi tidak produktif seperti tanaman cengkeh yang tumbuh di wilayah yang sesuai untuk tanaman cengkeh. Dan lahan yang memiliki kemiringan lereng > 16% sebaiknya tidak ditanami tanaman cengkeh, sebab lereng yang terlalu curam dapat mengganggu proses drainase pada tanaman cengkeh yang dapat menyebabkan kematian pada tanaman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. "Pengaruh Ketinggian Tempat dan Suhu Terhadap Pertumbuhan Tanaman, Ternak, Hama, Penyakit Tumbuhan dan Gulma. Purwokerto, Jawa Tengah". Online. Diakses pada 28 Desember 2012.
- Anonim. 2006. "Modul Pelatihan Arc.GIS". Online. Diakses pada tanggal 5 Desember 2012.
- Anonim. 2012. "Penginderaan Jauh. Wahana Keilmuan Geospasial". Online. Diakses pada tanggal 5 Desember 2012
- Andika Zain N. dan Yerry Kahaditu F. "Analisis Kestabilan Lereng Akibat variasi Kedalaman Muka Air Tanah". Jurnal online diakses pada tanggal 30 Agustus 2012.
- Barus, B. 2005. "Kamus SIG dengan 128 Diagram". Bogor. Studio Teknologi Informasi Spatial.
- ESRI. 1990. Suhadi Purwantara & Dyah Respati S. S. 2010. "Modul Pratikum Sistem Informasi Geografis Lab Geografi UNY". Jurusan Pendidikan Geografi Universitas

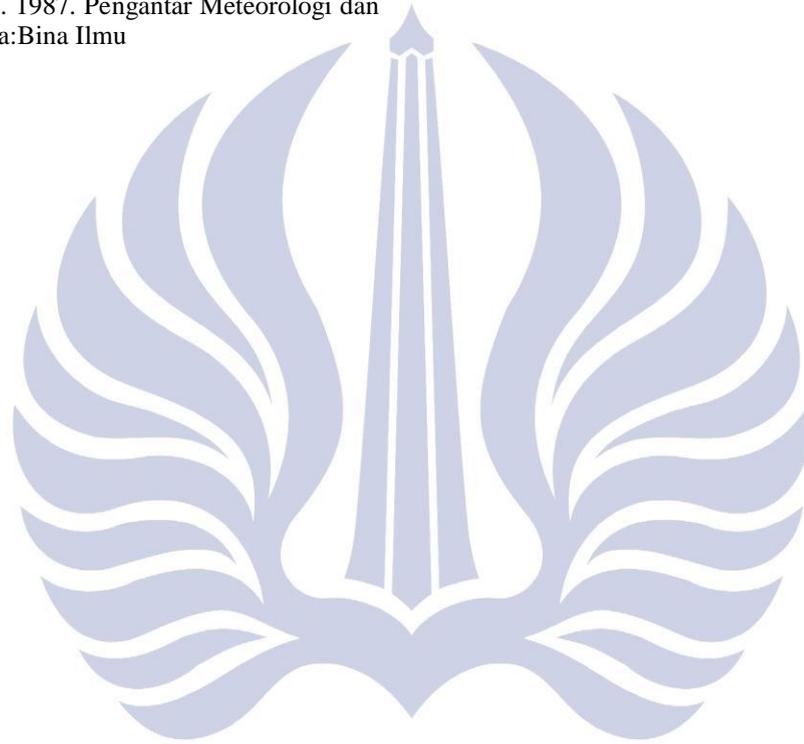
- Negeri Yogyakarta. Online. Diakses pada tanggal 5 Desember 2012.
- Eko Budiyanto. 2009. Sistem Informasi Geografis dengan ArcView GIS. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hardjowigeno. 1993. Dalam Kemas Ali Hanafiah. 2004. Dasar-dasar Ilmu tanah. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Isa Darmawijaya. 1990. Klasifikasi Tanah. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Kartasapoetra, A.G. 2004. Klimatologi. Jakarta: PT.Bumi Aksara.
- Kemas Ali Hanafiah. 2004. Dasar-dasar Ilmu tanah. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Nurdjannah, N. 2007. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. Online. Diakses pada tanggal 7 Agustus 2012.
- Lillesand, T.M., dan Kifer R. W. 1994. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Luis Gaspar Mirio. 2012. Zonasi Vegetasi Berdasarkan Ketinggian Tempat Pada Kawasan Hutan Tuwanwowi Kabupaten Manokwari. Jurusan Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Universitas Negeri Papua Manokwari. Online. Diakses tanggal 28 Desember 2012.
- Projo Danoedoro. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Yogyakarta : ANDI OFFSET
- Prahasta. E. 2001. 2011. Analisis Data Spasial Dengan Menggunakan Perangkat SIG. GEODESI.&GEOMATIKA.FORUM. Yogyakarta. Online. Diakses pada tanggal 2 November 2012.
- Ray, T.W. 1995. Vegetation in Remote Sensing FAQS. Er Mapping Applications. Earth Resources Mapping Pty. Ltd. Perth, West Australia.
- Sri Najiyati dan Danarti. 1993. Budidaya dan Penanganan Pasca Panen Cengkeh. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sulistinah. 1997. Klimatologi. UniPress IKIP Surabaya.
- Suhadi Purwantara & Dyah Respati S. S. 2010. Modul Pratikum Sistem Informasi Geografis Lab Geografi UNY. Jurusan Pendidikan Geografi Universitas Negeri Yogyakarta. Online. Diakses pada tanggal 5 Desember 2012.
- Suharsimi Arikunto. 1996. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek. Jakarta: PT. RINEKA CIPTA.
- Toyib Hadiwijaya. 1982. Cengkeh; Data dan Petunjuk ke Arah Swasembada. Jakarta: PT. Gunung Agung.
- Toyib Hadiwijaya. 1979. Data dan Petunjuk ke Arah Swasembada. Jakarta: PT. Gunung Agung.
- Djoehana Setyamidjaja. 1987. Cengkeh. Yogyakarta: CV.

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dan Data Penginderaan Jauh Untuk Kajian Kondisi Tanaman Cengkeh Berdasarkan Nilai NDVI di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang

Yasaguna.

Tika Pambudu.2005. Metode Penelitian Geografi.Jakarta:  
Bumi Aksara.

Waryono, Rivai dan Gunawan. 1987. Pengantar Meteorologi dan  
Klimatologi. Surabaya:Bina Ilmu



**UNESA**

Universitas Negeri Surabaya