

Analisis Sirkulasi Udara Berdasarkan Kecepatan Awal Udara Pada Tanaman Pelindung Kopi Dan Pola Tanam Graf Tangga Permata Dengan Metode Volume Hingga

Didin Trisnani, Dafik, Arif Fatahillah

CGANT- University of Jember

Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

e-mail: didin.trisnani, d.dafik, fatahillah767@gmail.com

Abstrak

Kopi adalah minuman yang populer di Indonesia. Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan dalam subsektor perkebunan di Indonesia karena memiliki peluang pasar yang baik di dalam negeri maupun luar negeri. Namun demikian ditinjau dari tingkat produktivitas dan mutu hasil belum seperti yang diharapkan, ada banyak hal yang mempengaruhi penurunan produksi kopi. Salah satu diantaranya ialah pola tanam dari tanaman kopi dan sirkulasi udaranya. Dalam penelitian ini, kami menganalisis sirkulasi udara dan mensimulasikannya untuk menemukan solusi dari permasalahan sirkulasi udara pada tanaman kopi dan pola tanamnya. Simulasi didesain berdasarkan pada kecepatan awal udara, dan graf tangga permata dengan menggunakan metode volume hingga. Hasil penelitian ini merupakan model matematika dari sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan kecepatan awal udara tanaman pelindung dan pola tanam graf tangga permata. Model diaplikasikan dengan metode volume hingga.

Kata Kunci : *Tanaman Kopi, Sirkulasi Udara, Tanaman Pelindung, Graf Tangga Permata, Metode Volume Hingga.*

Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu ilmu yang berkembang seiring kemajuan teknologi. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ini telah banyak memberikan kontribusi bagi kemajuan di berbagai bidang kehidupan, misalnya aplikasi dalam bidang pendidikan, bidang peternakan, bidang perkebunan, bidang pertanian dan sebagainya. Salah satu penerapan matematika dan teknologi dalam bidang perkebunan ialah peningkatan produksi kopi melalui analisis matematika dengan pola tanam dan pemodelan sirkulasi udara.

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan dalam subsektor perkebunan di Indonesia karena memiliki peluang pasar yang baik di dalam negeri maupun luar negeri. Sampai dengan saat ini Indonesia menempati urutan keempat sebagai negara produsen kopi terbesar di dunia. Pembangunan perkebunan kopi di Indonesia telah dilaksanakan ± 31 tahun dan berbagai upaya telah dilakukan. Dari segi fisik telah menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi. Pada tahun 1996, luas areal perkebunan kopi rakyat sebesar 1.103.615 ha, dan

sampai tahun 2014 dengan angka estimasi diprediksi luas perkebunan kopi rakyat sebesar 1.300.802 ha [1].

Namun demikian ditinjau dari tingkat produktivitas dan mutu hasil belum seperti yang diharapkan, rendahnya produktivitas kopi rakyat disebabkan antara lain sebagian besar tanaman kopi sudah tua. Faktor yang juga mempengaruhi penurunan produksi kopi adalah sirkulasi udara. Sirkulasi udara yang terlalu tinggi bisa mempengaruhi proses penyerbukan dan hal itu bisa menyebabkan berkurangnya produksi kopi. Selain itu udara berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi. Udara yang mengalir dengan kecepatan tinggi akan merusak tajuk tanaman atau dapat menggugurkan bunga [3].

Udara merupakan komponen lingkungan yang tidak bisa dilihat dan hanya bisa dirasakan keberadaannya. Dalam kehidupan sehari-hari kecepatan udara terjadi tidak tentu, terkadang datang dengan kecepatan yang tinggi tetapi juga sering terjadi dengan kecepatan rendah.[2] Beberapa tanaman yang mudah rusak dengan adanya kecepatan udara yang tinggi diberikan pohon sebagai naungan (pelindung) agar dapat memberikan kecepatan aliran udara yang sesuai. Faktor tersebut sangat penting, dengan adanya pohon pelindung kecepatan udara yang diperoleh oleh pohon kopi menjadi lebih baik [5].

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) Bagaimana model sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan kecepatan awal udara pada tanaman pelindung, (2) bagaimana pengaruh kecepatan awal udara pada tanaman pelindung terhadap sirkulasi udara pada tanaman kopi, (3) bagaimana pengaruh tanaman pelindung terhadap sirkulasi udara pada tanaman kopi. (4) bagaimana efektivitas metode volume hingga dalam menganalisis faktor kecepatan awal udara pada tanaman pelindung kopi terhadap tanaman kopi. Penelitian ini memberikan manfaat yaitu dapat menambah pengetahuan peneliti dalam bidang pemodelan matematika, memberikan kontribusi terhadap berkembangnya pengetahuan baru dalam bidang pemodelan matematika menggunakan metode volume hingga, serta memberikan kontribusi kepada Perusahaan Daerah Perkebunan (PDP) Gunung Pasang di Kecamatan Panti Kabupaten Jember dan juga petani kopi tentang bagaimana pola tanam kopi yang sesuai untuk meningkatkan produktivitas biji kopi.

Metode Penelitian

Berdasarkan jenisnya, penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian studi kasus [6]. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu pengumpu-

lan bahan dan menentukan model sirkulasi udara [4]. Kemudian analisis sirkulasi udara dilakukan dengan *software MATLAB* dengan tingkat kecepatan awal berbeda, dan hasilnya disimulasikan dengan *software FLUENT*.

Efektivitas model sirkulasi udara ditentukan dengan membandingkan kecepatan sirkulasi udara hasil simulasi dengan kecepatan udara di perkebunan kopi. Dan dihitung dengan menggunakan *error* relatif.

$$Error \text{ relatif} = \left| \frac{V_{n-1} - V_n}{V_n} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Untuk menggambarkan akurasi model yang diperoleh, nilai *error* yang dikehendaki adalah kurang dari 0,01 atau 1%.

Hasil Penelitian

Berikut ini akan disajikan hasil analisis sirkulasi kecepatan awal udara pada tanaman pelindung kopi dan pola tanam graf tangga permata menggunakan metode volume hingga.

Model Sirkulasi Udara Pada Tanaman Kopi Berdasarkan Faktor Tanaman Pelindung

Persamaan umum momentum adalah:

$$\frac{\partial \rho \phi_0}{\partial t} + [pure \ rate] = F \quad (2)$$

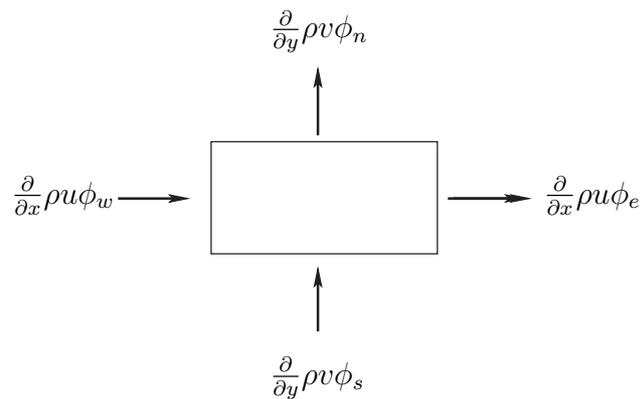


Figure 1: Bagan Volume Kendali Persamaan Momentum
Bentuk persamaan momentum

$$\frac{\partial \rho \phi_0}{\partial t} + \frac{\partial \rho u \phi_e}{\partial x} - \frac{\partial \rho u \phi_w}{\partial x} + \frac{\partial \rho v \phi_n}{\partial y} - \frac{\partial \rho v \phi_s}{\partial y} = -\nabla p + \rho \nabla g + \nabla \tau_{ij} \quad (3)$$

Persamaan umum energi adalah:

$$\frac{\partial \phi_0}{\partial t} + [pure\ rate] = S \tag{4}$$

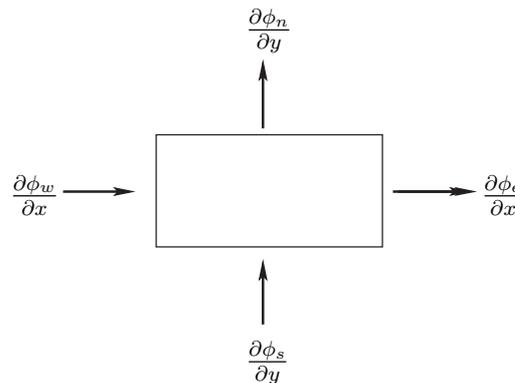


Figure 2: Bagan Volume Kendali Persamaan Energi
Bentuk persamaan energi

$$\frac{\partial \phi_0}{\partial t} + \frac{\partial \phi_e}{\partial x} - \frac{\partial \phi_w}{\partial x} + \frac{\partial \phi_n}{\partial y} - \frac{\partial \phi_s}{\partial y} = \nabla \left(-\rho u' + 2\mu u' - \frac{1}{2}\rho u'v' \right) - 2\mu \bar{e}' - \rho u'v'\bar{E} + \Phi \tag{5}$$

Persamaan momentum dan persamaan energi pada model matematika merupakan persamaan diferensial parsial. Untuk menyelesaikan persamaan momentum dan persamaan energi yaitu dengan mengintegrasikan persamaan diferensial sebanyak variabel bebas yang ada. Persamaan momentum dan Persamaan energi mengandung variabel bebas x , y , dan t .

Efektivitas Metode Volume Hingga dengan Menggunakan *Error* Relatif pada Model Sirkulasi Udara Tanaman Kopi Berdasarkan Faktor Tanaman Pelindung

Hasil simulasi *MATLAB* dan *FLUENT* menunjukkan bahwa adanya tanaman pelindung mempengaruhi kecepatan udara yang diterima oleh tanaman kopi. Berdasarkan grafik simulasi ditunjukkan dengan kecepatan awal udara pada simulasi ialah 0,1; 0,3; dan 0,5. Selain itu tanaman pelindung kopi dianggap sama, sehingga udara yang masuk dapat dikontrol oleh tanaman kopi tersebut. Sehingga penyerbukan bunga dapat berlangsung dengan baik. Dan hasil mengakibatkan kecepatan sirkulasi udara menurun. Hasil Grafik pada *Matlab*

Hasil Simulasi *FLUENT*

1. Simulasi pada Graf Tangga Permata

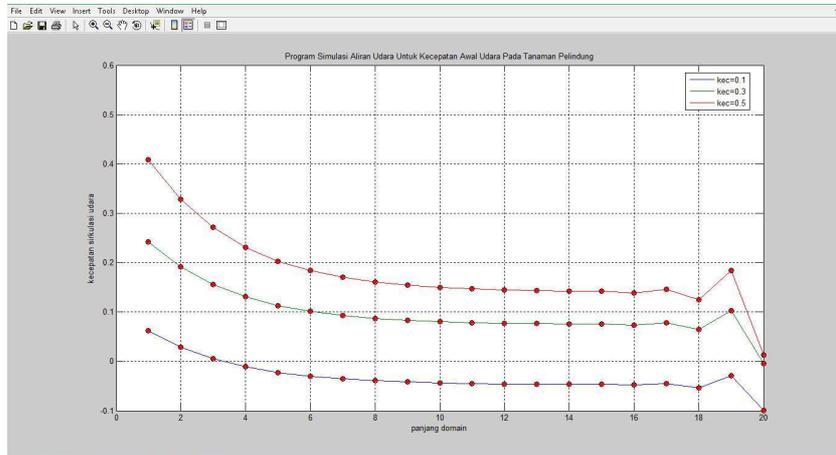


Figure 3: Grafik Simulasi *MATLAB*

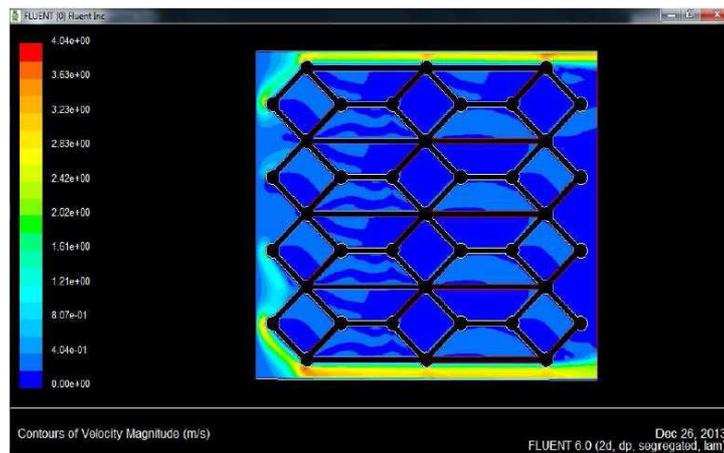


Figure 4: Simulasi Graf Tangga Permata

2. Simulasi kecepatan awal udara pada tanaman pelindung dan tanaman kopi

- Kecepatan awal 0.1 m/s

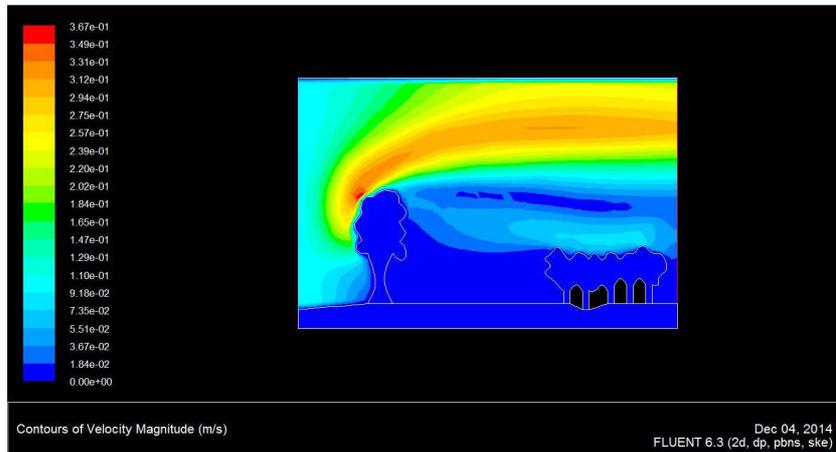


Figure 5: Simulasi dengan Kecepatan Awal 0.1 m/s

- Kecepatan awal 0.3 m/s

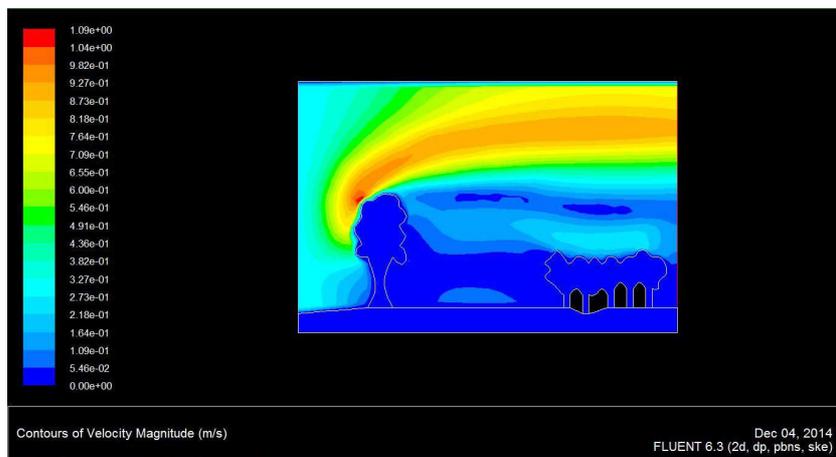


Figure 6: Simulasi dengan Kecepatan Awal 0.3 m/s

- Kecepatan awal 0.5 m/s

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model matematika sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan kecepatan awal merupakan persamaan yang menyatakan persamaan momen-

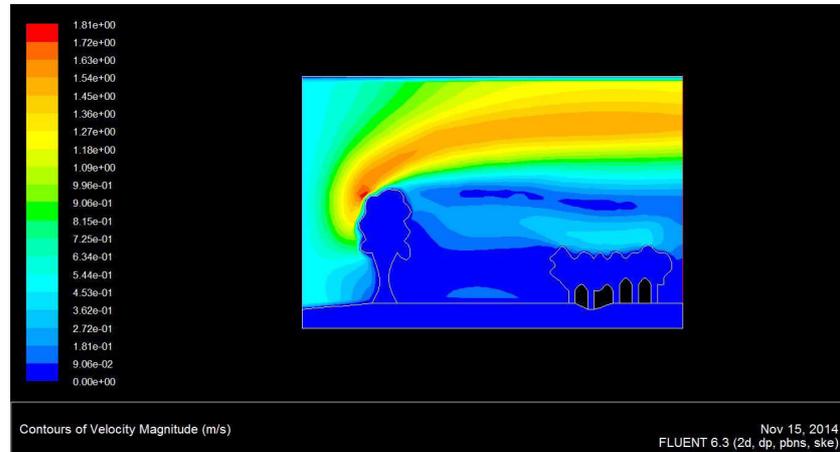


Figure 7: Simulasi dengan Kecepatan Awal 0.5 m/s

tum dan persamaan energi sirkulasi udara berdasarkan kecepatan awal udara pada tanaman pelindung diselesaikan secara numerik dengan metode volume hingga dengan teknik diskritisasi *QUICK*.

2. Hasil simulasi menunjukkan bahwa, tanaman pelindung berpengaruh terhadap sirkulasi udara pada tanaman kopi. Sehingga semakin tinggi kecepatan udara tetap dapat mengatur sirkulasi udara pada tanaman kopi.
3. Pola tanam pada daerah dengan kecepatan sirkulasi udara tinggi maka tanaman pelindung kopi harus lebih diperhatikan agar sirkulasi udara yang bagus, sehingga penyerbukan berlangsung dengan baik. Jika penyerbukan berjalan dengan baik, biji kopi yang terbentuk juga akan banyak, sehingga produktivitas biji kopi akan meningkat.
4. Simulasi pada *Matlab* dan *Fluent* menunjukkan besar pengaruhnya tetapi cara mensimulasikan kurang nyata dengan apa yang terjadi pada lapangan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisa sirkulasi udara pada tanaman kopi, maka:

1. Pemodelan sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan kecepatan awal udara pada tanaman pelindung dengan pola tanam graf tangga permata menggunakan metode volume hingga ini bisa dikembangkan dengan melakukan penelitian tentang sirkulasi udara pada tanaman kopi menggunakan faktor, pola tanam graf maupun *programming* lainnya.
2. Pada simulasi sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan kecepatan awal udara pada tanaman pelindung dengan pola tanam graf tangga per-

mata menggunakan Fluent sebaiknya menggunakan data yang sesuai dengan keadaan sebenarnya agar didapatkan hasil penyebaran udara yang mendekati keadaan sebenarnya.

References

- [1] Badan Pendidikan, Latihan dan Penyuluhan Pertanian. 1984. *Kopi*. Jakarta: Badan Pendidikan, Latihan dan Penyuluhan Pertanian.
- [2] Fatahillah, dkk. 2014. The Analysis of Air Circulation on Coffee Plantation Based on the Level of Plants Roughness and Diamond Ladder Graph Cropping Pattern Using Finite Volume Method.
- [3] Najiyati, S. dan Danarti. 2001. *Kopi, Budi Daya dan Penanganan Lepas Panen*. Cetakan XI. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [4] Nasir, M. 1988. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [5] Nurrohim, dkk. 2014. Air Flow Analysis of Coffee Plantation Based on Crops Planting Pattern of the Triangular Grid and Shackle of Wheel Graphs by Using a Finite Volume Method
- [6] Yin, R. K. 2003. *Case Study Research: Design and Methods (3rd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.