

Analisis Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Faktor Tanaman Pelindung dan Pola Tanam Tumbuhan Graf Tangga permata dengan Menggunakan Metode Volume Hingga

Peneliti : Dafik¹, Arif Fatahillah², Susanto³
Mahasiswa Terlibat : Ahmad Syaiful Rizal⁴ dan Didin Trisnani⁵
Sumber Dana : BOPTN PENELITIAN UNGGULAN

¹ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

² Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

³ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

⁴ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

⁵ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

ABSTRAK

Tanaman Kopi adalah salah satu komoditi ekspor utama Indonesia. Berdasarkan data dari tahun 2013, Indonesia menempati peringkat empat besar sebagai pengeksport biji kopi di dunia setelah Columbia, Vietnam, dan Brasil. Perluasan lahan tanaman kopi telah dilakukan untuk meningkatkan produktifitas biji kopi, namun masih belum efektif. Salah satu faktor yang mempengaruhi produktifitas biji kopi adalah pola tanam. Pola tanam yang baik akan mengakibatkan sirkulasi udara yang baik dan akhirnya mempengaruhi produktifitas biji kopi. Kami akan menggunakan metode volume hingga untuk menganalisis aliran udara dari penanaman kopi berdasarkan tingkat kemiringan tanah dan pola tanam graf tangga segitiga. Proses simulasi dilakukan menggunakan software MATLAB dan FLUENT. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola tanam graf tangga segitiga mengakibatkan proses sirkulasi udara yang lebih baik pada penanaman kopi.

Kata Kunci: Graf Tangga Segitiga, Metode Volume Hingga, Sirkulasi Udara, Tanaman Kopi, Faktor Tanaman Pelindung.

Analysis of Air Circulation on Coffee Plantation Based on the Factor of Protector Plants and the Cropping Pattern of the Diamond Ladder Graphs by Using Finite Volume Method

Researcher : Dafik¹, Arif Fatahillah², Susanto³
Students Involved : Ahmad Syaiful Rizal⁴ dan Didin Trisnani⁵
Sumber Dana : BOPTN PENELITIAN UNGGULAN

¹ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

² Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

³ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

⁴ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

⁵ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

ABSTRACT

Coffee bean is one of the Indonesia major export commodity. Based on the data from the 2013, Indonesia was ranked at fourth biggest coffee beans exporter in the world, after Columbia, Vietnam, and Brazil. A coffee land expansion have been done to increase the productivity of coffee beans, however it is not so effective. One of the factors that affect the productivity is a crops planting pattern. A good crops planting pattern will make a good air circulation and it will finally affect to the productivity of coffee beans. We will use a finite volume method to analyze the air flow of coffee plantation based on the land slope level, crops planting pattern of the triangular grid graphs. The simulation process is carried out by using MATLAB and FLUENT softwares. The result shows that the crops planting pattern of triangular grid graphs gives a better air circulation process in the coffee bean plantation.

Keywords: Diamond Ladder Graph, Finite Volume Method, Air Flow, Coffee Plants, Protector Plants Factor.

Analisis Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Faktor Tanaman Pelindung dan Pola Tanam Tumbuhan Graf Tangga permata dengan Menggunakan Metode Volume Hingga

Analysis of Air Circulation on Coffee Plantation Based on the Factor of Protector Plants and the Cropping Pattern of the Diamond Ladder Graphs by Using Finite Volume Method

Peneliti : Dafik¹, Arif Fatahillah², Susanto³
Mahasiswa Terlibat : Ahmad Syaiful Rizal⁴ dan Didin Trisnani⁵
Sumber Dana : BOPTN PENELITIAN UNGGULAN

¹ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

² Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

³ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

⁴ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

⁵ Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

ABSTRAK

Tanaman Kopi adalah salah satu komoditi ekspor utama Indonesia. Berdasarkan data dari tahun 2013, Indonesia menempati peringkat empat besar sebagai pengeksport biji kopi di dunia setelah Columbia, Vietnam, dan Brasil. Perluasan lahan tanaman kopi telah dilakukan untuk meningkatkan produktifitas biji kopi, namun masih belum efektif. Salah satu faktor yang mempengaruhi produktifitas biji kopi adalah pola tanam. Pola tanam yang baik akan mengakibatkan sirkulasi udara yang baik dan akhirnya mempengaruhi produktifitas biji kopi. Kami akan menggunakan metode volume hingga untuk menganalisis aliran udara dari penanaman kopi berdasarkan tingkat kemiringan tanah dan pola tanam graf tangga segitiga. Proses simulasi dilakukan menggunakan software MATLAB dan FLUENT. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola tanam graf tangga segitiga mengakibatkan proses sirkulasi udara yang lebih baik pada penanaman kopi.

Coffee bean is one of the Indonesia major export commodity. Based on the data from the 2013, Indonesia was ranked at fourth biggest coffee beans exporter in the world, after Columbia, Vietnam, and Brazil. A coffee land expansion have been done to increase the productivity of coffee beans, however it is not so effective. One of the factors that affect the productivity is a crops planting pattern. A good crops planting

pattern will make a good air circulation and it will finally affect to the productivity of coffee beans. We will use a finite volume method to analyze the air flow of coffee plantation based on the land slope level, crops planting pattern of the triangular grid graphs. The simulation process is carried out by using MATLAB and FLUENT softwares. The result shows that the crops planting pattern of triangular grid graphs gives a better air circulation process in the coffee bean plantation.

Kata Kunci: Graf Tangga Segitiga, Metode Volume Hingga, Sirkulasi Udara, Tanaman Kopi, Faktor Tanaman Pelindung.

Keywords: Diamond Ladder Graph, Finite Volume Method, Air Flow, Coffee Plants, Protector Plants Factor.

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu minuman yang telah dikenal banyak orang. Kopi dikenal bukan hanya dikalangan masyarakat di Indonesia melainkan di dunia. Kopi memiliki aroma yang khas, cita rasa yang unik dan nikmat, serta memiliki berbagai manfaat yang dapat menyegarkan badan. Hal itulah yang membuat kopi berbeda dari minuman lainnya. Aroma yang khas dan cita rasa yang unik dan nikmat hanya dihasilkan dan ditentukan dari biji kopi yang memiliki kualitas dan pengolahan yang baik, sehingga para konsumen tertarik untuk menikmatinya sebagai minuman penyegar dan penghangat badan.

Kopi menjadi sumber devisa negara dari subsektor perkebunan yaitu urutan kedua setelah karet berdasarkan Badan Pendidikan, Latihan dan Penyuluhan Pertanian[1]. Menurut data dari Ditjendbun tahun 2011 produksi kopi sangat mempunyai keterkaitan dengan luas areal pertanaman kopi. Luas areal perkebunan kopi rakyat pada tahun 2010 seluas 1.219.802 ha dengan produksi 655.399 ton dan tahun 2011 menjadi 1.254.921 ha dengan produksi 679.366 ton.

Akan tetapi terjadi penurunan produksi tanaman kopi yang tidak sesuai dengan luas areal tanaman yang tersedia. Hal ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal antara lain areal tanaman masih dipenuhi dengan tanaman kopi yang tua atau tanaman kopi yang tidak berkembang dengan baik, penyiapan lahan yang kurang maksimal, dan faktor lingkungan. Menurut Sri Najiyati & Danarti[3] faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi antara lain adalah ketinggian tempat, curah hujan, sinar matahari, angin/udara, dan tanah. Udara membantu proses penyerbukan tanaman kopi. Tanah sebagai tempat penanaman kopi harus diolah dan disiapkan dengan baik agar tanaman kopi tumbuh dengan optimal. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pengolahan tanah untuk penanaman tanaman kopi adalah tingkat kemiringan tanah. Tingkat kemiringan tanah akan mempengaruhi pengolahan konservasi tanah, air, dan tingkat kesuburan lahan. Selain itu keadaan udara pada daerah dengan tingkat kemiringan yang berbeda juga akan beragam sehingga perlu dipertimbangkan tingkat kemiringan tanah yang optimal untuk mendapatkan sirkulasi udara yang baik bagi penyerbukan tanaman kopi.

Pada penelitian ini akan dibangun model matematika dua dimensi dalam bentuk persamaan diferensial dari sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan tingkat kemiringan tanah dan pola tanam graf tangga segitiga. Persamaan yang dibangun pada model matematika dari sirkulasi udara pada tanaman kopi ini adalah persamaan momentum (1) dan persamaan energi (2).

$$\frac{\partial \rho \phi_0}{\partial t} + \nabla \rho u_i u_j = -\nabla P + \mu \nabla (\nabla u + \nabla v) + \rho \bar{\nabla} \bar{\tau} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \phi_0}{\partial t} + \nabla u_i u_j = \nabla (\pi u) + \nabla \left(\left(\nu + \frac{\nu_T}{\sigma_K} \right) \nabla K \right) \quad (2)$$

dimana: ρ adalah massa jenis fluida, P adalah tekanan udara, μ adalah viskositas udara, K adalah energi kinetik turbulen, ν adalah viskositas molekular kinetik, ν_T adalah viskositas eddy kinetik, $\bar{\tau}$ adalah laju tegangan fluida, u dan v adalah kecepatan rata-rata pada arah X axis and Y axis.

Berdasarkan Ning Huang, dkk [4], hubungan antara tingkat kemiringan tanah terhadap kecepatan udara dapat diekspresikan dalam persamaan berikut :

$$\frac{u_t^2}{u_{t0}^2} = \cos(\theta) + \frac{\sin(\theta)}{\tan(\alpha)} \quad (3)$$

dimana: u_t adalah kecepatan angin pada tanah yang miring, u_{t0} adalah kecepatan angin sebelum sampai pada tanah yang miring, θ adalah sudut kemiringan tanah, dan α adalah sudut gesek statis. Menurut C. McKenna Neuman, dkk [2] sudut gesek statis α merupakan sudut antara angin dan tanah yang terbentuk setelah terjadi benturan antara angin yang datang dengan tanah pada tingkat kemiringan tertentu. Model matematika yang telah dibentuk akan disimulasikan dan dianalisis menggunakan *software FLUENT* dan *MATLAB*.

METODE PENELITIAN

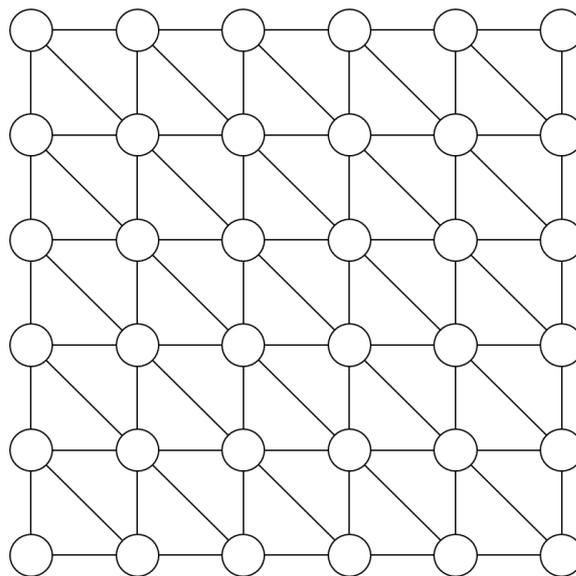
Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan beberapa literatur atau sumber rujukan yang dapat dijadikan sumber informasi mengenai tanaman kopi, fluida,

aliran turbulen, kemiringan tanah, dan metode volume hingga. Setelah itu akan didesain model dari sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan tingkat kemiringan tanah dan pola tanam graf tangga segitiga. Langkah selanjutnya, peneliti akan mendeskripsikan model dengan menggunakan teknik QUICK (*Quadratic Upwind Interpolation Confective Kinematics*) pada metode volume hingga.

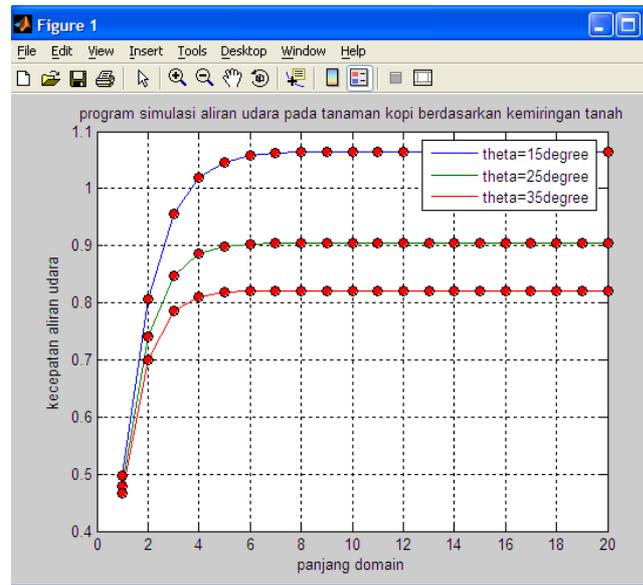
Simulasi dari sirkulasi udara akan dilakukan dengan menggunakan *software MATLAB* dan *FLUENT* untuk menganalisis hubungan antara tingkat kemiringan tanah dan sirkulasi udara pada tanaman kopi. Langkah terakhir, peneliti mengetes dan mengevaluasi simulasi program untuk mengetahui apakah pemrograman telah berjalan dengan baik atau tidak dalam mendapatkan sirkulasi udara dari tanaman kopi berdasarkan tingkat kemiringan tanah.

HASIL PENELITIAN

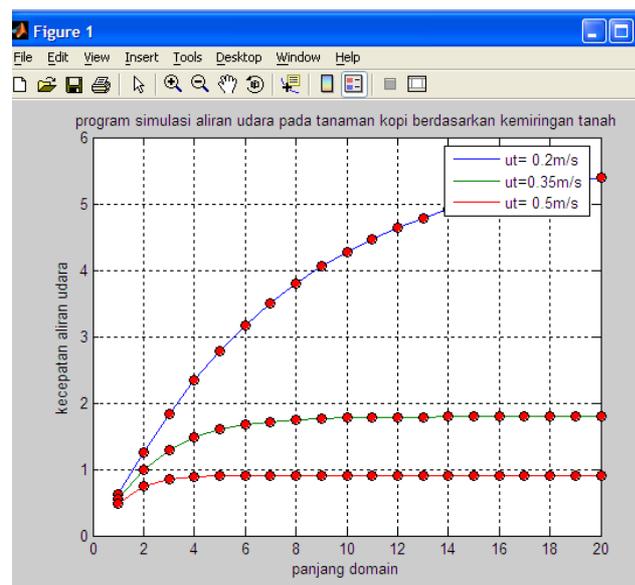
Simulasi dilakukan dengan membandingkan tingkat kemiringan tanah dan sirkulasi udara pada tanaman kopi. Tingkat kemiringan tanah yang digunakan dalam simulasi adalah 15° , 25° , dan 35° . Kecepatan awal dari sirkulasi udara adalah 0.5 m/s. Jumlah tanaman kopi pada pola tanam graf tangga segitiga pada arah X axis dan arah Y axis adalah 10. Dengan mensubstitusikan nilai dari tingkat kemiringan tanah, maka didapatkan Gambar 2.



Gambar 1. Pola Tanam Graf Tangga Segitiga



(a)



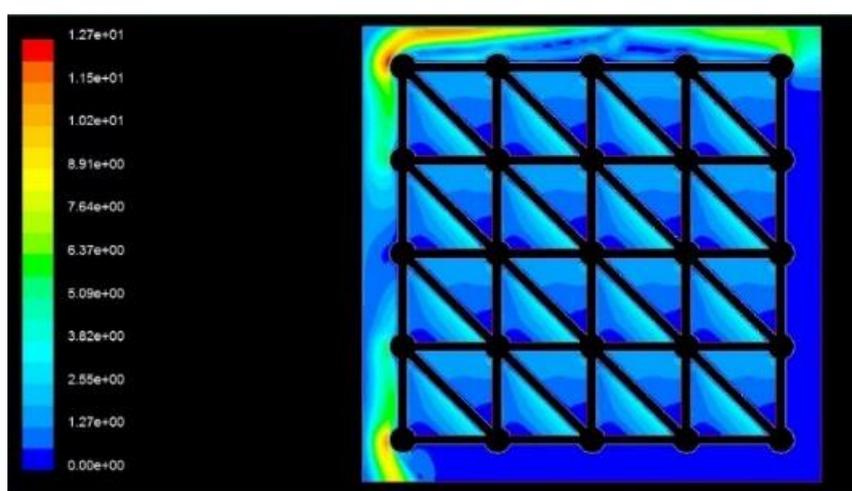
(b)

Gambar 2. Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Berdasarkan Tingkat Kemiringan Tanah dengan MATLAB

Simulasi pada gambar 2 menggunakan metode iterasi gauss seidel. Pada gambar 2(a) terlihat bahwa grafik kecepatan sirkulasi udara dimulai pada kecepatan ± 0.5 m/s. Nilai kecepatan tersebut, merupakan kecepatan aliran udara pada saat mengalami benturan dengan tanah. Terdapat tiga grafik kecepatan. Ketiga grafik

tersebut mewakili perubahan kecepatan udara pada tanah dengan kemiringan berturut-turut 15° , 25° , dan 35° . Kecepatan aliran udara pada tanah dengan kemiringan 15° adalah 0.5 m/s. Semakin besar sudut kemiringan tanah yaitu berturut-turut 25° dan 35° , kecepatan udara mengalami penurunan dari nilai kecepatan udara sebelum mengalami benturan dengan tanah yaitu 0.5 m/s. Berdasarkan gambar 2(a), setelah aliran udara mengalami benturan kecepatan aliran udara mengalami peningkatan. Peningkatan tersebut dapat dilihat dimulai dari titik domain ke-2 sampai titik domain ke-8. Pada titik domain ke-8, aliran udara berada pada titik tertinggi tanah. Dari grafik tersebut dapat dilihat pula bahwa semakin besar sudut kemiringan tanah maka semakin besar pula kecepatan aliran udara pada permukaan tanah. Dari ketiga sudut yang disimulasikan, sudut 25° memberikan kecepatan aliran udara yang sedang dibanding sudut 15° dan 35° . Kecepatan udara yang optimal akan mengakibatkan penyerbukan yang optimal.

Gambar 2(b) merupakan hasil simulasi sirkulasi udara dengan kecepatan awal 0.2 m/s, 0.35 m/s, dan 0.5 m/s. Terlihat jelas bahwa semakin tinggi kecepatan awal dari aliran udara maka peningkatan kecepatan pada permukaan tanah pada kemiringan 25° semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena semakin besar nilai dari kecepatan awal aliran udara, maka benturan akan semakin keras sehingga posisi udara yang terpantul akan berbeda. Berdasarkan grafik, peningkatan kecepatan udara tertinggi terjadi saat nilai kecepatan awal adalah 0.2 m/s.

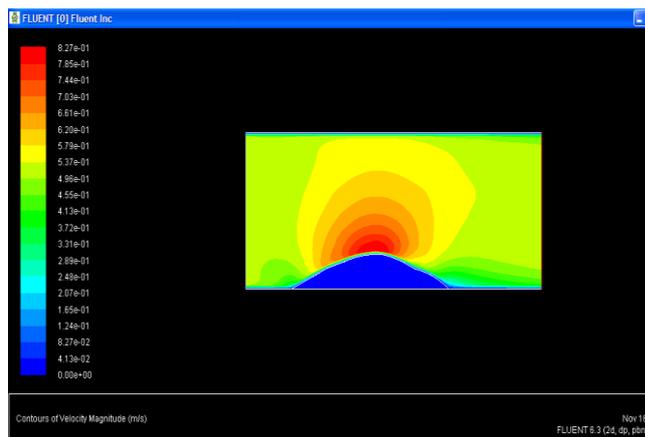


Gambar 3. Hasil Simulasi Pola Tanam Graf Tangga Segitiga dengan FLUENT

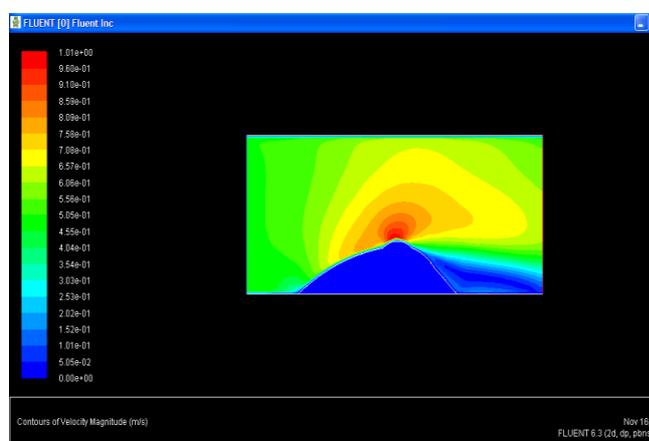
Simulasi dengan *software* FLUENT menunjukkan sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan kemiringan tanah. Simulasi dilakukan sebanyak dua kali dan menghasilkan 3 gambar. Simulasi pertama dilakukan untuk mengetahui sirkulasi udara pada tanaman kopi dengan pola tanam graf tangga segitiga. Simulasi kedua dilakukan untuk mengetahui efek dari tingkat kemiringan tanah terhadap aliran udara pada tanaman kopi.

Simulasi pertama menggunakan kecepatan awal 1 m/s. Hasil dari simulasi ditunjukkan pada gambar 3. Dari hasil simulasi tersebut dapat dilihat bahwa sirkulasi udara di depan barisan tanaman kopi memiliki kecepatan 3 m/s - 5 m/s. Tetapi ketika melewati barisan pertama dan masuk di antara tanaman-tanaman kopi, kecepatan sirkulasi udara mengalami penurunan dan akhirnya stabil. Kecepatan sirkulasi udara memiliki interval kecepatan antara 0,6 m/s sampai 2 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan udara di depan area perkebunan tanaman kopi lebih tinggi dibandingkan dengan sisi lainnya. Sehingga dibutuhkan tanaman pelindung untuk melindungi tanaman kopi dari udara yang kencang.

Simulasi kedua dilakukan untuk mengetahui efek dari tingkat kemiringan tanah terhadap sirkulasi udara pada tanaman kopi. Kecepatan awal yang digunakan adalah 0.5 m/s. Hasil dari simulasi ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4(a) menunjukkan bahwa kecepatan sirkulasi udara pada perkebunan kopi dengan sudut kemiringan tanah 15° adalah 0.49 m/s sampai 0.82 m/s. Kecepatan aliran udara tersebut merupakan kecepatan udara yang cukup baik bagi penyerbukan tanaman kopi. Namun area perkebunan yang memiliki sirkulasi udara dengan kecepatan lebih dari 0.7 m/s lebih luas dibandingkan dengan area perkebunan dengan sudut kemiringan tanah 25° . Hasil simulasi dengan sudut kemiringan tanah 25° ditunjukkan pada Gambar 4(b). Gambar 4(b) menunjukkan bahwa kecepatan sirkulasi udara pada perkebunan kopi dengan sudut kemiringan tanah 25° adalah 0.45 m/s sampai 1.1 m/s. Dengan kecepatan sirkulasi udara seperti ini maka penyerbukan akan terjadi lebih baik dan mengakibatkan produktivitas tanaman kopi menjadi lebih baik pula.



(a)



(b)

Gambar 4. Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Berdasarkan Tingkat Kemiringan Tanah dengan FLUENT

PENUTUP

Tingkat kemiringan tanah mempengaruhi kecepatan dari sirkulasi udara pada tanaman kopi. Semakin besar sudut kemiringan tanah maka semakin rendah kecepatan udara pada permukaan tanah. Namun tanaman kopi memerlukan sirkulasi udara dengan kecepatan yang optimal untuk mendapatkan penyerbukan yang baik. Metode yang digunakan untuk menganalisis model sirkulasi udara dengan *software MATLAB* adalah metode Gauss Seidell. Pada penelitian ini, penggunaan tanaman pelindung tidak diperhatikan. Penelitian mengenai sirkulasi udara pada tanaman kopi akan lebih baik dan menantang apabila detail-detail seperti tanaman pelindung juga diteliti. Hal tersebut dapat dilakukan oleh peneliti lain.

Bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian sejenis, diharapkan dapat membuat simulasi *FLUENT* yang lebih detail, agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pendidikan, Latihan dan Penyuluhan Pertanian.1984. *Kopi*. Jakarta: Badan Pendidikan, Latihan dan Penyuluhan Pertanian.
- [2] C. McKenna Neuman, dkk. 1997. *Relation Between Dune Morphology, Air Flow and Sediment Flux on Reversing Dunes, Silver Peak, Nevada*.Sedimentology.International Association of Sedimentologists.
- [3] Najiyati, S. dan Danarti. 2001. *Kopi, Budi Daya dan Penanganan Lepas Panen*. Cetakan XI. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [4] Ning Huang, dkk. 2007. The Effect of Slope and Slope Position on Local and Up-stream Fluid Threshold Friction Velocities. United State of America:John Wiley & Sons, Ltd.

Kata Kunci: Graf Tangga Segitiga, Metode Volume Hingga, Sirkulasi Udara, Tanaman Kopi, Faktor Tanaman Pelindung.

Keywords: Diamond Ladder Graph, Finite Volume Method, Air Flow, Coffee Plants, Protector Plants Factor.