



**ANALISIS SIRKULASI UDARA PADA TANAMAN KOPI  
BERDASARKAN TINGKAT KEKASARAN TUMBUHAN  
DAN POLA TANAM GRAF TANGGA PERMATA  
MENGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA**

**SKRIPSI**

Oleh

**ERVIN EKA RIASTUTIK**

**NIM 100210101055**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**



**ANALISIS SIRKULASI UDARA PADA TANAMAN KOPI  
BERDASARKAN TINGKAT KEKASARAN TUMBUHAN  
DAN POLA TANAM GRAF TANGGA PERMATA  
MENGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

**Ervin Eka Riastutik**  
**NIM 100210101055**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya serta sholawat dan salam kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi teladan serta menerangi dunia dengan ilmu dan akhlakunya. Saya persembahkan sebuah kebahagiaan dalam perjalanan hidup ini teriring rasa terima kasih yang terdalam kepada:

1. Ayahanda Abdurrahman dan Ibunda Asiyati yang senantiasa mengalirkan rasa cinta dan kasih sayangnya serta dengan tulus ikhlas memberikan doa yang tiada pernah putus dalam mengiringiku meraih cita-cita serta adik-adikku "Ervan Kurniawan, Andy Prio Wahyudi, Anggi Nur Prihantini, dan Ahmad Wildan Dzakiyan" yang senantiasa memberikan dorongan, semangat, dan menjadi motivatorku selama masa studi;
2. Drs. Suharto, M.Kes., Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., dan Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si selaku pembimbing akademik dan pembimbing skripsi yang dengan sabar telah memberikan ilmu dan bimbingan selama menyelesaikan kuliah dan skripsiku;
3. Saudara-saudaraku Remaja Masjid Agung At-Taqwa Bondowoso "Kak Ipung (Kip), Mbek Sef, dan semuanya" yang telah mengajarkan arti perjuangan dan kesabaran dalam menjalankan hidup;
4. Ustadz dan Ustadzah Remaja Masjid Agung At-Taqwa Bondowoso "Ust. Shodiq, Ust. Taufik, Kyai Imam, Ustdz. Yuni, Ustdz. Nur, dan semuanya" yang telah mengajarkan arti hidup serta memberikan banyak ilmu untuk menjalankan kehidupan yang tidak sia-sia selama beberapa tahun belakangan ini;
5. Bapak dan Ibu Guru yang telah mendidik saya sejak duduk di bangku Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas serta Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan nasehat dengan penuh kesabaran;

6. Teman-teman seperjuanganku angkatan 2010 dan kakak angkatan "Lela, Siska, Nita, mas Joni, mas Gangga, mas Lukman, dan semuanya" semoga ilmu yang kita miliki senantiasa bermanfaat;
7. Teman-teman dalam satu tim penelitian "Rohim dan Avel" yang telah bekerja bersama-sama dan banyak berbagi ilmu selama melakukan penelitian;
8. Teman-teman kostan *Al-Izzah atau Kalduga* "Mbk Alya, Izzah, Mbik Iffah, Dek Iman, Mbik Irma, dan semuanya" yang telah mengajari arti berbagi, selalu memberi semangat, dan mewarnai kehidupanku selama berada di Jember;
9. Lembaga tempatku menimba ilmu selama ini: TK Al-Mawaddah, SD Negeri Kotakulon 3 Bondowoso, SMP Negeri 2 Bondowoso, SMA Negeri 2 Bondowoso, Masjid Agung At-Taqwa Bondowoso, dan Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember, yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat kepadaku.
10. Almamaterku tercinta, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

## HALAMAN MOTTO

... يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ  
وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١١﴾

”... niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antarmu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan”

(QS.Al-Mujaadilah 58 :11 )

يَتَّيِّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِن تَنْصُرُوا اللَّهَ يَنْصُرْكُمْ وَيُثَبِّتْ أَقْدَامَكُمْ ﴿٧﴾

”Hai orang-orang mu'min, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.”

(QS.Muhammad 47 :7 )

”Jika Anda dapat memimpikannya, Anda dapat melakukannya”

(-Walt Disney-)

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ervin Eka Riastutik

NIM : 100210101055

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: Analisis Sirkulasi Udara Pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan Dan Pola Tanam Graf Tangga Permata Menggunakan Metode Volume Hingga adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Januari 2014

Yang menyatakan,

Ervin Eka Riastutik

NIM. 100210101055

## SKRIPSI

ANALISIS SIRKULASI UDARA PADA TANAMAN KOPI  
BERDASARKAN TINGKAT KEKASARAN TUMBUHAN  
DAN POLA TANAM GRAF TANGGA PERMATA  
MENGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA

Oleh

Ervin Eka Riastutik

NIM 100210101055

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Prof. Drs. Dafik., M.Sc, Ph.D

Dosen Pembimbing II : Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul Analisis Sirkulasi Udara Pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan Menggunakan Metode Volume Hingga Untuk meningkatkan Produktivitas Biji Kopi di kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 29 Januari 2014

Tempat : Gedung 3 FKIP UNEJ

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Suharto, M.Kes

Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si

NIP. 19540627 198303 1 002

NIP. 19820529 200912 1 003

Anggota I,

Anggota II,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D

Arika Indah Kristiana, S.Si., M.Pd

NIP. 19680802 199303 1 004

NIP. 19760502 200604 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd

NIP. 19540501 198303 1 005

## RINGKASAN

**ANALISIS SIRKULASI UDARA PADA TANAMAN KOPI BERDASARKAN TINGKAT KEKASARAN TUMBUHAN DAN POLA TANAM GRAF TANGGA PERMATA MENGGUNAKAN METODE VOLUME HINGGA;** Ervin Eka Riastutik, 100210101055, 2014, 83 Halaman. Program studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat membuat matematika menjadi sangat penting. Banyak permasalahan dan kegiatan sehari-hari yang harus diselesaikan dengan ilmu matematika seperti menghitung dan mengukur. Permasalahan aliran udara pada daerah pertumbuhan tanaman juga dapat diselesaikan dengan menggunakan matematika, salah satu contohnya yakni pada tanaman kopi. Kopi merupakan salah satu komoditas penting sumber devisa negara serta dalam pengembangan industri perkebunan. Akhir-akhir ini produksi tersebut menurun atau tidak maksimal jika dibandingkan dengan luas areal yang disediakan untuk perkebunan kopi. Banyak hal yang mempengaruhi penurunan produksi ini, diantaranya adalah usia tanaman kopi yang sudah tua, pola tanam tanaman kopi serta tingkat kekasaran tumbuhan. Pola tanam dan tingkat kekasaran tanaman kopi berpengaruh pada kurang maksimalnya sirkulasi udara pada perkebunan kopi tersebut. Peranan angin adalah membantu berpindahnya serbuk sari bunga dari tanaman kopi yang satu ke putik bunga kopi lain yang klon atau jenisnya berbeda sehingga terjadi penyerbukan yang dapat menghasilkan buah. Sehingga dibuatlah pemodelan matematika. Pemodelan sirkulasi udara pada tanaman kopi bertujuan untuk mengetahui persebaran udara yang terjadi pada daerah tanaman kopi. Dari latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memberikan kontribusi tentang perbaikan cara budidaya tanaman kopi.

Tahapan kegiatan penelitian meliputi, observasi dan studi pustaka tentang tingkat kekasaran tumbuhan dan pola tanam kemudian membuat model dengan peninjauan perubahan energi dan momentum dengan menggunakan Metode Vol-

ume Hingga. Kemudian menentukan diskritisasi model matematika udara pada tanaman kopi berdasarkan tingkat kekasaran tumbuhan dengan pola tanam graf tangga permata. Terakhir, membuat program matematika sirkulasi udara berdasarkan tingkat kekasaran tumbuhan dengan *Matlab* untuk mengetahui sebaran udara serta simulasi *Fluent* untuk mengetahui sebaran udara pada daerah tanaman kopi secara visual.

Hasil penelitian disimpulkan sebagai berikut, pertama, model matematika sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan tingkat kekasaran tumbuhan dengan Metode Volume Hingga adalah:

$$\begin{aligned}
& (\rho u \cos \beta - 1)\phi_s \Delta y \Delta t + (1 - \rho u \cos \beta)\phi_n \Delta y \Delta t + (1 - \rho v \sin \beta)\phi_e \Delta x \Delta t + \\
& (\rho v \sin \beta - 1)\phi_w \Delta x \Delta t = (\Delta y + \Delta x - u' \Delta y - v' \Delta x)p \Delta t - \\
& (\Delta y + \Delta x)\rho g \Delta t - \left(\frac{v \Delta y}{\Delta x} + \frac{u \Delta x}{\Delta y} + u' \Delta x + v' \Delta y + u + v\right)\mu \Delta t - \\
& \frac{1}{2}\rho u' v' \Delta t (\Delta y + \Delta x + u \Delta x + v \Delta y) - (u \Delta y + v \Delta x)\rho u' v' \Delta t + \\
& (v^2 (\Delta y)^2 + 2uv \Delta y \Delta x + u^2 (\Delta x)^2)(\Delta t)^2 \mu
\end{aligned} \tag{1}$$

Kedua, berdasarkan simulasi sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan tingkat kekasaran tumbuhan dan pola tanam graf tangga permata didapatkan bahwa persamaan matematika sirkulasi udara ini merupakan model yang akurat dalam menyelesaikan kasus sirkulasi udara pada tanaman kopi berdasarkan tingkat kekasaran tumbuhan dengan pola tanam graf tangga permata karena persamaan ini mempunyai *error* relatif sebesar 0,007. Nilai *error* mutlak dari metode biasa dan metode metode SUR (*Successive Under-Relaxation*) sebesar 0,00005. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai koefisien kekasaran tumbuhan ( $\alpha$ ) atau mempunyai tingkat kekasaran rendah (teratur), maka kecepatan sirkulasi udara semakin baik dan merata/menyebar sedangkan pada tanaman kopi yang mempunyai tingkat kekasaran tinggi (tidak teratur), sirkulasi udara pada tanaman kopi tersebut kurang baik dan tidak menyebar merata. Hal ini dapat menghambat proses terjadinya penyerbukan sehingga tidak menghasilkan banyak buah. Tingkat kekasaran yang tinggi (percabangan tidak teratur) juga dapat menyebabkan tanaman kopi mudah terserang penyakit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Analisis Sirkulasi Udara Pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan Menggunakan Metode Volume Hingga Untuk Meningkatkan Produktivitas Biji Kopi Di Kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso" dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember;
4. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D selaku dosen Pembimbing I dan Arif Fatahillah, S.Pd., M.Si. selaku dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya untuk membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini;
5. Ketua Laboratorium Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA FKIP;
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
7. Perkebunan PTPN XII Kalisat yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini;
8. Semua pihak yang telah membantu sehingga terselesaikan penulisan skripsi ini.

Segala kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, Januari 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . .	i
HALAMAN PERSEMBAHAN . . . . .	ii
HALAMAN MOTTO . . . . .	iv
HALAMAN PERNYATAAN . . . . .	v
HALAMAN BIMBINGAN . . . . .	vi
HALAMAN PENGESAHAN . . . . .	vii
RINGKASAN . . . . .	viii
KATA PENGANTAR . . . . .	x
DAFTAR ISI . . . . .	xiii
DAFTAR GAMBAR . . . . .	xv
DAFTAR TABEL . . . . .	xvi
DAFTAR LAMBANG . . . . .	xvii
<b>1 PENDAHULUAN . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	3
1.3 Batasan Masalah . . . . .	3
1.4 Tujuan Penelitian . . . . .	4
1.5 Manfaat Penelitian . . . . .	4
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA . . . . .</b>	<b>5</b>
2.1 Tanaman kopi . . . . .	5
2.1.1 Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Tanaman Kopi . . . . .	7
2.1.2 Produktivitas Tanaman kopi . . . . .	14
2.2 Kekentalan ( <i>Viscosity</i> ) . . . . .	16
2.3 Fluida . . . . .	16
2.4 Metode Volume Hingga . . . . .	19
2.4.1 Persamaan Momentum . . . . .	22
2.4.2 Persamaan Energi . . . . .	24
2.5 Teknik Diskritisasi <i>Quadratic Upwind Interpolation Confective Kinetics (QUICK)</i> . . . . .	25

2.6	Pemodelan Matematika dan Model Matematika . . . . .	27
2.7	Persamaan Diferensial . . . . .	28
2.8	Algoritma dan Pemrograman <i>Matlab</i> . . . . .	29
2.8.1	Algoritma . . . . .	29
2.8.2	<i>Matlab</i> . . . . .	29
2.8.3	Metode Iterasi Relaksasi SUR ( <i>Successive Under Relaxation</i> )	31
2.9	<i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i> . . . . .	33
2.9.1	<i>GAMBIT</i> . . . . .	34
2.9.2	<i>FLUENT</i> . . . . .	35
<b>3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> . . . . .	<b>38</b>
3.1	Jenis Penelitian . . . . .	38
3.2	Prosedur Penelitian . . . . .	38
3.3	Definisi Operasional . . . . .	41
3.4	Tempat Penelitian . . . . .	43
3.5	Metode Pengumpulan Data . . . . .	43
3.6	Instrumen Penelitian . . . . .	44
3.7	Data dan Analisis Data . . . . .	45
<b>4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> . . . . .	<b>47</b>
4.1	<b>Persamaan Matematika Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi</b>	<b>47</b>
4.2	<b>Penyelesaian Persamaan Matematika Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan</b>	<b>53</b>
4.3	<b>Diskritisasi QUICK Model Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan . . . . .</b>	<b>57</b>
4.4	<b>Efektivitas Metode Volume Hingga dengan Menggunakan <i>Error</i> Relatif dalam Proses Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berda- sarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan . . . . .</b>	<b>64</b>
4.4.1	Format <i>Programming</i> . . . . .	64
4.4.2	Penggunaan <i>Error</i> Relatif dan <i>Error</i> Mutlak Pada Metode Vo- lume Hingga . . . . .	66
4.4.3	Simulasi Pemodelan . . . . .	66
4.5	<b>Analisis dan Pembahasan</b> . . . . .	<b>67</b>

4.5.1	Komputasi <i>MATLAB</i> . . . . .	67
4.5.2	Visualisasi Simulasi <i>FLUENT</i> . . . . .	73
4.5.3	Analisis Efektivitas Metode Volume Hingga Pada Proses Sirkulasi Udara Pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan . . . . .	77
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> . . . . .	<b>82</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	82
5.2	Saran . . . . .	83
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> . . . . .	<b>84</b>
	<b>LAMPIRAN</b> . . . . .	<b>87</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	(a)Pola Tanam Teratur (b)Pola Tanam Tidak Teratur . . . . .	8
2.2	Cara menentukan tingkat kekasaran tumbuhan . . . . .	11
2.3	Tingkat Kekasaran Tumbuhan . . . . .	12
2.4	Luas Areal Perkebunan Kopi . . . . .	15
2.5	Produktivitas Biji Kopi . . . . .	15
2.6	Aliran Fluida . . . . .	17
2.7	(a)Sel Vertex (b)Sel Pusat . . . . .	21
2.8	Bentuk volume kendali dimensi tiga . . . . .	21
2.9	Bagan Volume Kendali . . . . .	22
2.10	Bagan Volume Kendali Dua Dimensi untuk Persamaan Momentum	23
2.11	Graf Tangga Permata . . . . .	23
2.12	Bagan Volume Kendali Dua Dimensi untuk Persamaan Energi . .	24
2.13	Diskritisasi QUICK . . . . .	25
2.14	<i>MATLAB</i> . . . . .	30
2.15	Lembar kerja <i>GAMBIT</i> . . . . .	35
2.16	Tampilan halaman <i>software fluent</i> . . . . .	36
2.17	sirkulasi udara pada tumbuhan . . . . .	37
3.1	Bagan Alur Penelitian . . . . .	40
3.2	Cara menentukan tingkat kekasaran tumbuhan . . . . .	42
4.1	Bagan Volume Kendali Dua Dimensi untuk Persamaan Momentum	49
4.2	Pola Tanam Graf Tangga Permata . . . . .	50
4.3	Bagian Pola Tanam Tanaman . . . . .	50
4.4	Bagan Volume Kendali Dua Dimensi untuk Persamaan Energi . .	51
4.5	Diskritisasi Pola Tanam Graf Tangga Permata . . . . .	62
4.6	Grafik Sirkulasi Udara dengan Koefisien Kekasaran uji 0.1, 0.5, 0.9	70
4.7	Perbesaran Gambar 4.6 Pada Titik ke 100 . . . . .	71
4.8	Grafik Sirkulasi Udara dengan Metode <i>Successive Under Relaxation</i>	72
4.9	Tingkat Kekasaran Tinggi (Tidak Teratur) . . . . .	74

4.10	Tingkat Kekasaran Rendah (Teratur) . . . . .	75
4.11	Simulasi Pola Tanam Graf Tangga Permata) . . . . .	76
4.12	Grafik <i>Error</i> Relatif Metode Biasa . . . . .	78
4.13	Grafik <i>Error</i> Mutlak Metode Biasa dan Metode SUR . . . . .	78
4.14	Grafik <i>Error</i> setiap titik pada Metode SUR . . . . .	79
4.15	Grafik Konvergensi Simulasi Sirkulasi Udara dengan Tingkat Kekasaran Tinggi (Tidak Teratur) . . . . .	80
4.16	Grafik Konvergensi Simulasi Sirkulasi Udara dengan Tingkat Kekasaran Rendah (Teratur) . . . . .	81
4.17	Grafik Konvergensi Simulasi pada Pola Tanam Tanaman kopi . . . . .	81
5.1	Konvergensi Hasil Perhitungan Metode SUR pada Command Win- dow . . . . .	100

## DAFTAR TABEL

5.1	Tabel Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Pada Nilai Koefisien Kekasaran 0,1; 0,5; 0,9 (Titik 1-25) . . . . .	94
5.2	Tabel Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Pada Nilai Koefisien Kekasaran 0,1; 0,5; 0,9 . . . . .	95
5.3	Tabel Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Pada Nilai Koefisien Kekasaran 0,1; 0,5; 0,9 (Titik 51-75) . . . . .	96
5.4	Tabel Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Pada Nilai Koefisien Kekasaran 0,1; 0,5; 0,9 (Titik 76-100) . . . . .	97
5.5	Tabel Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Pada Nilai Koefisien Kekasaran 0,1 (Titik 1-50) . . . . .	98
5.6	Tabel Hasil Simulasi Sirkulasi Udara Pada Nilai Koefisien Kekasaran 0,1 (Titik 51-100) . . . . .	99
5.7	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Relatif Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan (Titik 1-25)	101
5.8	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Relatif Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan (Titik 26-50)	102
5.9	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Relatif Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan (Titik 51-75)	103
5.10	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Relatif Sirkulasi Udara pada Tanaman Kopi Berdasarkan Tingkat Kekasaran Tumbuhan (Titik 76-100)	104
5.11	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Mutlak dari perbandingan dua metode (Titik 1-25) . . . . .	106
5.12	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Mutlak dari dua metode (Titik 26-50) . . . . .	107
5.13	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Mutlak dari dua metode (Titik 51-75) . . . . .	108
5.14	Tabel Hasil Penghitungan <i>Error</i> Mutlak dari dua metode (Titik 76-100) . . . . .	109

## DAFTAR LAMBANG

$\mu$	=	Koefisien kekentalan udara
$\tau$	=	Gaya tegangan
$R_e$	=	Reynold number
$\frac{\partial}{\partial t}$	=	Derivatif fungsi waktu
$U$	=	Kecepatan rata-rata
$L$	=	Lebar atau ketebalan melintang dari benda
$V$	=	Kecepatan
$F$	=	Gaya
$\rho$	=	Massa jenis fluida
$V_y$	=	Kecepatan angin rata-rata pada ketinggian $y$ (m/s)
$V_r$	=	Kecepatan angin rata-rata pada patokan / acuan (m/s)
$x$	=	Jarak antar tumbuhan (m)
$x_r$	=	Jarak acuan (m)
$\alpha$	=	Harga karakteristik kekasaran tumbuhan
$\phi_0$	=	Kontrol permukaan awal
$\phi_w$	=	Kontrol permukaan <i>west</i> atau barat
$\phi_e$	=	Kontrol permukaan <i>east</i> atau timur
$\phi_n$	=	Kontrol permukaan <i>nort</i> atau utara
$\phi_s$	=	Kontrol permukaan <i>south</i> atau selatan
$\nabla$	=	Divergen
$g$	=	Gaya gravitasi
$p$	=	Gaya <i>pressure</i> tekanan udara
$u$	=	Komponen kecepatan arah sumbu X
$v$	=	Komponen kecepatan arah sumbu Y
$u'$	=	Komponen kecepatan turbulen arah sumbu X
$v'$	=	Komponen kecepatan turbulen arah sumbu Y
$V_{n-1}$	=	Kecepatan angin pada keadaan sebenarnya (m/s)
$V_n$	=	Kecepatan angin hasil simulasi (m/s)

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat membuat matematika menjadi sangat penting. Oleh sebab itu dapat dikatakan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tidak dapat terlepas dari matematika. Banyak permasalahan dan kegiatan sehari-hari yang harus diselesaikan dengan ilmu matematika seperti menghitung dan mengukur. Saat ini peranan matematika sangat penting, karena banyak informasi yang disampaikan menggunakan bahasa matematika seperti grafik dan diagram. Permasalahan aliran udara pada daerah pertumbuhan tanaman juga dapat diselesaikan dengan menggunakan matematika, salah satu contohnya yakni pada tanaman kopi.

Kopi merupakan komoditas yang sering dimanfaatkan sebagai minuman penghangat atau penambah stamina yang sangat populer di dunia. Kopi dikonsumsi bukan sebagai sumber nutrisi tetapi terkait dengan cita rasa dan aroma yang khas. Aspek mutu yang berhubungan dengan sifat fisik, kimiawi, kontaminasi dan kebersihan biji kopi harus diawasi secara ketat karena berpengaruh terhadap cita rasa dan kesehatan konsumen.

Selain itu, kopi juga memegang peranan penting sebagai sumber devisa negara dan memegang peranan penting dalam pengembangan industri perkebunan. Dalam kurun waktu 20 tahun luas areal dan produksi perkebunan kopi di Indonesia, khususnya perkebunan kopi rakyat mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Pada tahun 1980, luas areal dan produksi perkebunan kopi rakyat masing-masing sebesar 663 juta hektar dan 276 juta ton, dan pada tahun 2009 terjadi peningkatan luas areal dan produksi yang cukup signifikan, masing-masing sebesar 1241 juta hektar dan 676 juta ton (Ditjendbun, 2010). Namun akhir-akhir ini produksi tersebut menurun atau tidak maksimal jika dibandingkan dengan luas