

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Aplikasi Bahasa Pemrograman R Untuk Analisis *Quantitative Trait Loci* (QTL) Terkait Ukuran Buah Pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*)

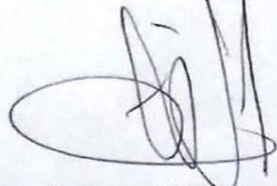
Nama Mahasiswa : Nanda Hadina Wijayanti

Nomor Mahasiswa : 14611106

TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK
DIUJIKAN

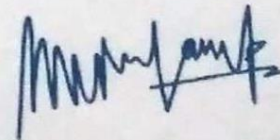
Yogyakarta, Juli 2018

Pembimbing I,



(Dr.techn. Rohmatul Fajriyah, S.Si., M.Si.)

Pembimbing II,



(Muryanto, S.P., M.Si.)

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

APLIKASI BAHASA PEMROGRAMAN R UNTUK ANALISIS QUANTITATIVE TRAIT LOCI (QTL) TERKAIT UKURAN BUAH PADA TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum*)

Nama Mahasiswa : Nanda Hadina Wijayanti

Nomor Mahasiswa : 14611106

TUGAS AKHIR INI TELAH DIAJUKAN
PADA TANGGAL, 01 AGUSTUS 2018

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Husna Nugrahapraja, Ph.D.

2. Muhammad Hasan Sidiq Kurniawan, S.Si., M.Sc.

3. Muryanto, S.P., M.Si

4. Dr. techn. Rohmatul Fajriyah, S.Si., M.Si.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang tak terhitung sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Aplikasi Bahasa Pemrograman R untuk Analisis Quantitative Trait Loci (QTL) Terkait Ukuran Buah pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*)”. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada teladan terbaik Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya, semoga penulis dan kita semua mendapatkan pertolongan di akhirat nanti.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Statistika di Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, penulisan tugas kahir ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan penulis dan memberikan amanah serta kepercayaan ini. Kedua adik tercinta Ajeng dan Ghania, serta saudara-saudari tercinta yang selalu mendukung, memberi semangat, mendorong, dan mendoakan yang terbaik bagi penulis.
2. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Drs. RB. Fajriya Hakim, M.Si., selaku ketua Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan juga selaku pembimbing akademik yang telah membimbing sesuai dengan minat penulis.
4. Ibu Dr. techn. Rohmatul Fajriyah, S.Si., M.Si selaku pembimbing pertama yang telah membimbing dan senantiasa mendoakan penulis. Semoga Allah

memberikan kesehatan kepada ibu dan ilmu yang diberikan bermanfaat bagi penulis.

5. Bapak Muryanto, S.P, M.Si, selaku pembimbing kedua, terimakasih telah banyak memberikan wawasan ilmu pengetahuan baru di bidang bioinformatika. Semoga segala keikhlasannya dibalas oleh Allah sebagai amal jariyah.
6. Ibu-ibu dan Bapak-bapak Dosen Jurusan Statistika, terimakasih ilmu yang diberikan semoga senantiasa diberikan kebaikan oleh Allah SWT.
7. Pak Boy, Mas Sandi, Bu Anisa, dan segenap jajaran staf dan karyawan divisi bioteknologi PT East West Seeds Indonesia, terimakasih atas ilmu, kekeluargaan, serta nasihat selama ini. Semoga senantiasa berada dalam perlindungan Allah.
8. Sahabat PTL yaitu julia, tista, septi, yusi, hanna, ella, tiwi, dila, zarmeila, feby, samsudin, husni, alan, sendhy, febrian, aufa dan hafizan, yang ada dalam suka maupun duka, memberikan motivasi, semangat dan bantuan dalam memulai dan mengakhiri tugas akhir ini.
9. Teman seperjuangan satu bimbingan, Sodiq, Aat, Ari, Gilang, Hawila, Husain, Lina, Ummi, Ika, Leni, Himelda, Maidah, Mas Rakhmat, semoga kita dapat selalu menebar manfaat dimanapun kaki berpijak
10. Pondok Kost Rempong Julia, Mbak Mamal, Syasya, Desya, Silvi, dan Mega yang memberikan motivasi dan semangat, serta menghibur dikala jenuh.
11. Keluarga besar Statistka FMIPA UII, khususnya teman-teman Statistika angkatan 2014 yang telah memberikan banyak dukungan baik secara moril dan materi.
12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bantuannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat

bermanfaat. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa meridhai segala usaha kita.

Aamiin yaa rabbal'alamiin.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 2018

Nanda Hadina Wijayanti

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
PERNYATAAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Analisis QTL Mengenai Ukuran Buah Tomat.....	7
2.2. Penelitian QTL Menggunakan Bahasa Pemrograman R	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1. Tanaman Hortikultura.....	10
3.2. Tomat (<i>Solanum lycopersicum L.</i>).....	10

3.2.1. Pengertian Tomat	10
3.2.2. Klasifikasi	11
3.3. Genotipe	11
3.4. Fenotipe.....	12
3.5. Gen	12
3.6. Alel.....	13
3.7. Pemuliaan Tanaman.....	13
3.8. Marka Molekuler	14
3.8.1. <i>Single Nucleotide Polymorphism</i> (SNPs)	15
3.9. Uji Mendelian [Uji Chi-Square (χ^2)].....	15
3.10. <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA)	16
3.11. Identifikasi Kesalahan Genotyping(Browman & Sen, 2009)	17
3.12. <i>Missing Information Genotype</i> (Broman & Sen, 2009).....	18
3.13. <i>Quantitative Trait Loci</i> (QTL).....	19
3.13.1. Pengertian <i>Quantitative Trait Loci</i> (QTL)	19
3.13.2. LOD (<i>Logarithm of the Odds</i>).....	19
3.13.3. Metode <i>Quantitative Trait Loci</i> (QTL) (Browman & Sen, 2009).....	20
3.14. <i>Software R</i>	21
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	23
4.1. Jenis dan Sumber Data.....	23
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
4.3. Variabel Penelitian.....	23
4.4. Metode Analisis Data.....	24
4.5. Tahapan Penelitian.....	25

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
5.1. Impor Data ke Direktori Kerja R	27
5.2. Summary Data	29
5.3. Data <i>Checking</i>	32
5.4. Interpretasi Data.....	34
5.4.1. Uji Mendelian [<i>Chi-Squared</i> (χ^2)].....	34
5.4.2. Analisis QTL.....	35
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	45
6.1 Kesimpulan	45
6.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 ANOVA	17
Tabel 3.2 Kelebihan dan kekurangan metode interval <i>mapping</i>	20
Tabel 4.2 Definisi operasional variabel.....	24
Tabel 5.1 Daftar packages yang diperlukan pada proses analisis.	27
Tabel 5.2 <i>Summary</i> data	29
Tabel 5.3 Hasil Uji Mendelian [Chi-Squared (χ^2)]	34
Tabel 5.4 Skor LOD panjang buah tomat.....	37
Tabel 5.5 Ringkasan posisi (cM), skor LOD hasil metode <i>Multiple Imputation</i> , dan nilai % var pada panjang buah tomat	39
Tabel 5.6 Skor LOD berat buah tomat	40
Tabel 5.7 Ringkasan posisi (cm), skor LOD hasil metode <i>multiple imputation</i> , dan nilai % var pada berat buah tomat.....	41
Tabel 5.8 Skor LOD diameter buah tomat	42
Tabel 5.9 Ringkasan posisi (cM), skor LOD hasil metode <i>multiple imputation</i> , dan nilai % var pada diameter buah tomat.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Struktur Gen	12
Gambar3.2 Ilustrasi dari <i>multiple imputation</i> untuk <i>single backcross individuals</i> . Warna merah dan biru mengacu pada homozigot dan heterozigot, sedangkan warna putih menunjukkan data yang hilang	21
Gambar 4.1 Diagram alir penelitian	25
Gambar 5.1 Script R untuk <i>install</i> dan memanggil <i>packages</i>	27
Gambar 5.2 Script R memanggil data QTL dengan format <i>cross</i>	28
Gambar 5.3 Struktur data QTL dengan format <i>cross</i>	29
Gambar 5.4 Script R menampilkan ringkasan.....	29
Gambar 5.5 Script R membuat plot.....	30
Gambar 5.6 Plot <i>Missing Genotypes</i>	31
Gambar 5.7 Histogram berat(gram).....	32
Gambar 5.8 Histogram panjang (mm).....	32
Gambar 5.9 Histogram trait diameter (mm)	32
Gambar 5.10 Script R identifikasi <i>genotyping error</i>	33
Gambar 5.11 Plot individu ysng memiliki <i>error genotype</i>	33
Gambar 5.12 Script R uji Mendelian (chi-square)	34
Gambar 5.13 Script R interval mapping menggunakan metode <i>multiple imputation</i>	35
Gambar 5.14 Script R membuat <i>effect plot</i>	36
Gambar 5.15 Script R membuat model QTL	36
Gambar 5.16 Plot skor LOD panjang buah tomat	38
Gambar 5.17 <i>Effect plot</i> panjang buah tomat	38
Gambar 5.18 Plot skor LOD berat buah tomat.....	40
Gambar 5.19 <i>Effect plot</i> berat buah tomat.....	41
Gambar 5.20 Plot skor LOD diameter buah tomat.....	43
Gambar 5.21 <i>Effect plot</i> diameter buah tomat.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data	52
Lampiran 2. <i>Scirpt R</i>	57

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Juli 2018



Nanda Hadina Wijayanti
Nanda Hadina Wijayanti

**APLIKASI BAHASA PEMROGRAMAN R UNTUK
ANALISIS QUANTITATIVE TRAIT LOCI (QTL) TERKAIT
UKURAN BUAH PADA TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum*)**

Nanda Hadina Wijayanti

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

E-mail: 14611106@students.uii.ac.id

INTISARI

Pada umumnya, kualitas buah tomat yang diharapkan masyarakat adalah buah tomat yang warna kulitnya merah, bentuk buah agak lonjong, ukuran buah agak besar, rasa buah manis, dan buahnya yang renyah. Kendala yang dihadapi petani dalam memenuhi kebutuhan pasar adalah ketidaksesuaian antara kualitas yang diharapkan masyarakat dengan kualitas produk yang dihasilkan. Salah satu ketidaksesuaiannya adalah ukuran buah tomat. Sifat dan ciri ukuran buah tomat yang akan diamati adalah diameter, panjang, dan berat buah tomat. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui marka yang berpengaruh signifikan terhadap ukuran buah tomat dengan menggunakan analisis *Quantitative Trait Loci* (QTL). Data yang digunakan adalah data marka SNPs hasil persilangan antara buah tomat besar dengan lokul banyak dan buah tomat kecil dengan lokul sedikit. Hasil analisis QTL dengan menggunakan *software* R didapat 2 marka yang signifikan yaitu Fw 2.2-209 dan Fas-101. Diperoleh hasil untuk panjang buah tomat berkontribusi sebesar 26.574%, pada berat buah tomat memberikan kontribusi sebesar 59.4%, dan diameter buah tomat berkontribusi sebesar 28.695% terhadap diameter buah tomat.

Kata Kunci : QTL, Tomat, Ukuran buah, *package R/ql*

**R LANGUAGE PROGRAMMING APPLICATION
FOR QUANTITATIVE TRAIT LOCI (QTL) ANALYSIS
ON FRUIT SIZE OF TOMATOES(*Solanum lycopersicum*)**

Nanda Hadina Wijayanti

Faculty of Mathematics and Science, Department of Statistics

Universitas Islam Indonesia

E-mail: 14611106@students.uii.ac.id

ABSTRACT

Generally, the quality of tomatoes that people expected is the color of skin a tomato is red, the shape of the fruit is slightly oval, the size is rather large, the taste of fruit is sweet, and crunchy. The constraints faced by farmers to fulfill the necessities of the market is an incompatibility between the quality which is expected by society with the quality of the products produced. One of the incompatibility is the size of a tomato. The characteristics and the size of tomatoes to be observed are the diameter, length, and weight of tomatoes. In this study aims to determine the markas that significantly influence the size of tomatoes using Quantitative Trait Loci analysis (QTL). The data are SNPs marka from crossing between big tomatoes with many locule and small tomato with small quantity. The result of QTL analysis used by software R be obtained from 2 significant markathere are Fw 2.2-209 and Fas-101. The yield for the length of tomatoes contributed 26,574%, the weight of tomatoes contributed 59.4%, and the diameter of tomatoes contributed 28,695% to the diameter of tomato fruit.

Keywords:*QTL, Tomatoes, Fruit Size, package R/qlt*