

**SELEKSI KULTIVAR PADI SAWAH YANG DIGOGOORGANIKKAN
BERDASARKAN VARIETAS QTL SEBAGAI ALTERNATIF
SELEKSI VARIETAS**

(Tesis)

**Oleh
SRI NURMAYANTI**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

CULTIVAR SELECTION OF LOWLAND RICE FOR ORGANIC UPLAND RICE TREATMENT BASED ON QTL VARIETIES AS VARIETY SELECTION ALTERNATIVE

By

SRI NURMAYANTI

Development of upland (gogo) rice in dry land has not been optimally utilized. Displacement of agro-ecological cultivation of paddy to upland environment is to determine the adaptability of new varieties will be made. Also, the displacement is done to avoid the influence caused by land cleavage at the new fields of the physiology of rice plants. Segregation that occurs on rice varieties planted can be identified by Quantitative Trait Loci (QTL) analysis. In addition to QTL analysis, it is also necessary to analyze genetic components to find out how big the varieties are planted. Crosses based on different varieties no longer have a significant effect. Crosses with different varieties QTL (transgressive segment) are more effective than varieties crossing because in the current rice crop there is the possibility of a large similarity between varieties. The rice used has the same elders that have developed over the years, so that the kinship rate becomes closer. This research aims to: (1) Get a positive evaluation of the genetic components of lowland rice for upland rice treatment; (2) Getting the best variety of lowland rice for upland rice treatment ; (3) Find out observation variables can be used as initial

reference for plant breeding selection; (4) Find out cultivars that produce the best crosses to obtain QTL accumulation; (5) Provide a temporary phenotype description of the cultivars used.

The treatments in this study were arranged in a Perfect Scaled Group Design classified by repetition. Data are analyzed to obtain a rating of the cultivars used. The estimation of genetic variation (σ^2_g) and broad-sense heritability (h^2_{bs}) use a mathematical model based on Hallauer and Miranda. Comparison of all observation variables using boxplot analysis. The proximity of relationship and influence between observation variables using correlation test and main component analysis. Furthermore, a class analysis is performed based on a single link using a dendrogram.

Based on the result of research, plant height variable, dry weight of panicle, number of grain per-clump, grain weight per-clump, and significantly different tillers angle at P level <0.05 . Cultivars PBBogor- seedlings angle, Tewe- tillers angle, Mutiara-The number of grains, Gendut-The number of grains, PBBogor-The number of grains, Ciherang-The number of grains, Kesit-The number of grains, Tewe-The number of grains, Gendut-Plants height and PBBogor-plants height ranked first with 10 'a' letter. Genetic diversity and broad-sense heritability variables plant height value, number of productive tillers, panicle dry weight, number of grain per-clump, grain weight per-clump, flowering age, and the tiller angle shows the results of different evaluation from zero ($> 1GB$), with the best KKg value being 1.60 in the flowering age variable. Cultivars Sarinah-plant height and Gendut- plant height are cultivars that consistently appear in the first quadrant (realistic field) on all components, so it can be recommended as elders

crosses to get accumulated QTL. The plant height variables and the angle of the tillers are indicators of indirect selection. Classes that are formed with similarity levels reach 100% as many as eight classes.

Keywords: organic upland rice, segregation, accumulation Quantitative Trait Loci, Genetic variety, broad-sense heritability.

ABSTRAK

SELEKSI KULTIVAR PADI SAWAH YANG DIGOGOORGANIKKAN BERDASARKAN VARIETAS QTL SEBAGAI ALTERNATIF SELEKSI VARIETAS

Oleh

SRI NURMAYANTI

Pengembangan padi gogo di lahan kering selama ini belum termanfaatkan secara optimal. Pemandangan agroekologi penanaman padi sawah ke lingkungan gogo adalah untuk mengetahui daya adaptasi padi varietas baru yang akan dibuat juga untuk menghindari pengaruh yang ditimbulkan oleh tanah rengkah pada sawah baru terhadap fisiologi tanaman padi. Segregasi yang terjadi pada varietas padi yang ditanam dapat diketahui dengan menggunakan analisis *Quantitative Trait Loci* (QTL). Selain analisis QTL, juga perlu dilakukan analisis komponen genetik untuk mengetahui seberapa besar perbedaan varietas yang ditanam. Persilangan yang didasarkan pada perbedaan varietas tidak lagi memberikan pengaruh yang signifikan. Persilangan dengan varietas yang berbeda QTL (segregan transgresif) lebih efektif dibandingkan dengan persilangan beda varietas. Hal tersebut dikarenakan pada tanaman padi saat ini terdapat kemungkinan adanya kesamaan yang besar antarvarietas. Padi yang digunakan memiliki tetua yang sama yang telah dikembangkan selama bertahun-tahun, sehingga tingkat kekerabatannya menjadi dekat.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mendapatkan hasil evaluasi positif terhadap komponen-komponen genetik padi sawah yang digogoorganikkan; (2) Memperoleh varietas terbaik padi sawah yang digogoorganikkan; (3) Menemukan variabel pengamatan yang dapat menjadi acuan seleksi awal dalam pemuliaan tanaman; (4) Menemukan kultivar yang menghasilkan persilangan terbaik untuk mendapatkan akumulasi QTL; (5) Membuat deskripsi fenotipe sementara dari kultivar-kultivar yang digunakan.

Perlakuan dalam penelitian ini disusun dalam Rancangan Kelompok Teracak Sempurna yang dikelompokkan berdasarkan ulangan. Data di analisis ragam untuk mendapatkan peringkat dari kultivar-kultivar yang digunakan. Pendugaan ragam genetik (σ^2_g) dan heritabilitas *broad-sense* (h^2_{bs}) menggunakan model matematika berdasarkan Hallauer dan Miranda. Perbandingan semua variabel pengamatan menggunakan analisis *boxplot*. Kedekatan hubungan dan pengaruh antar variabel pengamatan menggunakan uji korelasi dan analisis komponen utama. Selanjutnya dilakukan analisis kelas berdasarkan tautan tunggal menggunakan dendogram.

Berdasarkan hasil penelitian, variabel tinggi tanaman, bobot kering malai, jumlah gabah perrumpun, bobot gabah perrumpun, dan sudut anakan berbeda nyata pada taraf $P < 0.05$. Kultivar PBBogor-Sudut Anakan, Tewe-Sudut Anakan, Mutiara-Jumlah Bulir, Gendut-Jumlah Bulir, PBBogor-Jumlah Bulir, Ciherang-Jumlah Bulir, Kesit-Jumlah Bulir, Tewe-Jumlah Bulir, Gendut-Tinggi Tanaman, dan PBBogor-Tinggi Tanaman menempati peringkat pertama dengan jumlah huruf a sebanyak 10. Nilai ragam genetik dan heritabilitas *broad-sense* variabel tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, bobot kering malai, jumlah gabah perrumpun,

bobot gabah perumpun, umur berbunga, dan sudut anakan menunjukkan hasil evaluasi yang berbeda dari nol ($> 1GB$), dengan nilai KKg terbaik adalah 1.60 pada variabel umur berbunga. Kultivar Sarinah-Tinggi Tanaman dan Gendut-Tinggi Tanaman merupakan kultivar yang konsisten selalu muncul di kuadran I (bidang realistik) pada seluruh komponen, sehingga dapat dijadikan rekomendasi sebagai tetua persilangan untuk mendapatkan akumulasi QTL. Variabel tinggi tanaman dan sudut anakan merupakan indikator seleksi tidak langsung. Kelas yang terbentuk dengan tingkat kesamaan mencapai 100 % sebanyak delapan kelas.

Kata kunci: gogoorganik, segregasi, akumulasi *Quantitative Trait Loci*, ragam genetik, heritabilitas *broad-sense*

**SELEKSI KULTIVAR PADI SAWAH YANG DIGOGOORGANIKKAN
BERDASARKAN VARIETAS QTL SEBAGAI ALTERNATIF
SELEKSI VARIETAS**

Oleh

SRI NURMAYANTI

Tesis

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
MAGISTER SAINS**

Pada

**Program Pascasarjana Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Tesis : SELEKSI KULTIVAR PADI SAWAH YANG
DIGOGOORGANIKKAN BERDASARKAN
VARIETAS QTL SEBAGAI ALTERNATIF
SELEKSI VARIETAS

Nama Mahasiswa : Sri Nurmayanti

Nomor Pokok Mahasiswa : 1324011011

Jurusan : Agroteknologi

Program Studi : Magister Agronomi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Saiful Hikam, M.Sc
NIP. 195407231982111001



Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S.
NIP. 196209281987031001

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi



Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP. 196108031986032002

MENSAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Saiful Hikam, M.Sc.

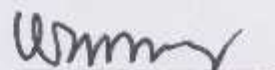


Sekretaris : Dr. Ir. Paul B. Timotiwa, M.S.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Warsono, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002



Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.
NIP. 195305281981031002

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 29 Maret 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis dengan judul **“SELEKSI KULTIVAR PADI SAWAH YANG DIGOGOORGANIKKAN BERDASARKAN VARIETAS QTL SEBAGAI ALTERNATIF SELEKSI VARIETAS”** adalah karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Pembimbing penulisan tesis ini berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh isi tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hak intelektual karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Unila.

Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, dan saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juli 2017

Pembuat Pernyataan,



Sri Nurmayanti
NPM 1324011011

RIWAYAT HIDUP

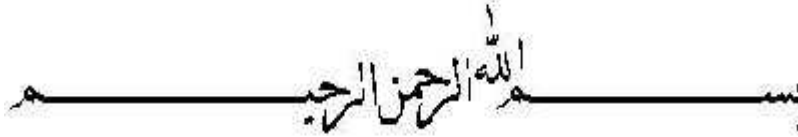
Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 12 Januari 1988. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Marjito dan Ibu Sutyem.

Pertama kali penulis mengenyam bangku pendidikan formal adalah di Taman Kanak-kanak Aisyah Bustanul Atfal (TK ABA) I Labuhan Ratu pada tahun 1993. Setahun kemudian penulis meneruskan pendidikannya di Sekolah Dasar (SD) Muhammadiyah I Labuhan Ratu. Masa SD penulis selesaikan pada tahun 2000. Jenjang pendidikan yang lebih tinggi penulis enyam di Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri (SLTP N) 19 Bandar Lampung. Jenjang ini penulis selesaikan pada tahun 2003. Penulis meneruskan pendidikan selanjutnya di Sekolah Menengah Atas Negeri (SMA N) 1 Bandar Lampung. Masa SMA penulis ditutup pada tahun 2006. Di tahun 2006 pulalah penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agronomi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB).

Selama menjadi mahasiswa pada Jurusan Budidaya Pertanian penulis pernah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah Fisiologi Tumbuhan, mata kuliah Pemuliaan Tanaman, dan mata kuliah Genetika Dasar. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik yang diadakan Universitas Lampung di Desa Pesawaran Indah Kecamatan Padang Cermin Kabupaten

Pesawaran. Selain aktif kuliah, penulis juga bergiat di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) di tingkat Universitas. UKM yang digeluti penulis adalah Unit Kegiatan Penerbitan Mahasiswa (UKPM) *Teknokra* sejak September 2006 hingga Desember 2010.

Penulis menyelesaikan jenjang strata 1 pada Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian pada Juni 2011. Dua tahun kemudian penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Magister Agronomi, sejak tahun 2013.



Dengan menyebut nama Allah SWT
kupersembahkan karya sederhana ini untuk:

Kedua orangtuaku terkasih, Ayahanda Marjito dan Ibunda SutiyeM, terima kasih untuk setiap airmata dalam doa yang tulus kalian berikan dalam mengiringi langkahku. Semoga ini merupakan awal kecil dari persembahan-persembahan besar berikutnya yang akan kuberikan untuk kalian. Semua yang ku tahu tentang kasih sayang, ketulusan, pengorbanan, dan kebaikan berasal dari kalian.

Mba'Inik, kamu selalu memiliki cara untuk memberikan semangat kepada penulis. Dampingi terus langkah adikmu ini mba'.

Adikku tercinta "Tono" jadilah malaikat dalam keluarga kita. Terangi rumah kita dengan kesuksesanmu.

Seseorang yang kelak akan menjadikan aku bidadari di Jannah-Nya. Orang yang akan selalu menemaniku menghabiskan nafas di dunia ini.

Dan Almamaterku tercinta...

Tuhan telah memasang tangga di hadapan kita, kita harus mendakinya
setahap demi setahap (Jalaluddin Rumi)

Ikatlah ilmu dengan menuliskannya (Ali bin Abi Thalib)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini.

Dengan selesainya tesis ini, penulis mengucapkan terima kasih setulusnya kepada:

1. Dr. Ir. Saiful Hikam, M.Sc. selaku pembimbing pertama atas bimbingan dan arahan selama penulis menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis.
2. Dr. Ir. Paul B. Timotiwu, M.S. selaku pembimbing kedua atas bimbingan dan arahan selama penulis menyelesaikan penulisan tesis.
3. Dr. Ir. Warsono, M.S. selaku pembahas atas masukan serta kritikan yang tentunya sangat bermanfaat dalam penyusunan tesis.
4. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc. selaku pembimbing akademik atas bimbingannya selama penulis menjadi mahasiswa.
5. Teman penelitian Desis Kurniati, S.P. atas kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
6. Bapak Marjito dan Mamak Sutyem atas segala doa dan dukungannya baik moril dan materil. Beribu terimakasihku takkan pernah cukup membayar kasih sayang kalian. Serta Mba'ku Sri Purwatini, S.Pi dan adikku Sri Humartono yang memberi motivasi secara tidak langsung.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Padi	9
2.2 Padi gogo	10
2.3 Potensi Anakan Tanaman Padi	12
2.4 Pendugaan Beberapa Parameter Genetik dalam Seleksi	12
2.5 Segregasi Transgresif	13
2.6 Heritabilitas	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	17
3.3 Pelaksanaan Penelitian	19
3.3.1 Pengolahan tanah	19

	Halaman
3.3.2 Penanaman	19
3.3.3 Pemeliharaan	19
3.3.4 Pengambilan sampel	20
3.3.5 Panen	20
3.3.6 Pascapanen	20
3.3.7 Variabel pengamatan	21
3.4 Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Ragam	24
4.2 Analisis Peringkat	26
4.3 Pendugaan Ragam genetik, Heritabilitas <i>Broad sense</i> , dan KKg	30
4.4 Analisis Keragaman Komponen Utama	33
4.5 Korelasi Antarvariabel Pengamatan	37
4.6 Penetapan Peubah untuk Seleksi Tidak Langsung	40
4.7 Analisis Kelas	43
4.8 Deskripsi Fenotipe	46
IV. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Dua puluh lima kultivar padi QTL yang digunakan sebagai bahan tanam dalam penelitian	18
2. Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas <i>broad-sense</i> berdasarkan kuadrat nilai tengah harapan pada hasil analisis ragam	22
3. Analisis kuadrat nilai tengah untuk seluruh kultivar yang digunakan ..	25
4. Analisis peringkat kultivar yang digunakan berdasarkan BNT 0.05 %	28
5. Pendugaan nilai ragam genetik, heritabilitas <i>broad sense</i> , dan koefisien keragaman genetik	30
6. Analisis keragaman tiga komponen utama	33
7. Nilai komponen utama variabel pengamatan	34
8. Analisis tiga komponen utama tiap kultivar	37
9. Korelasi antarvariabel pengamatan	39
10. Analisis kelas metode tautan tunggal	45
11. Analisis deskriptif variabel pengamatan	76
12. Analisis ragam untuk tinggi tanaman	79
13. Analisis ragam untuk jumlah anakan	79
14. Analisis ragam untuk jumlah anakan produktif	79
15. Analisis ragam untuk jumlah malai	79
16. Analisis ragam untuk bobot kering malai	79
17. Analisis ragam untuk jumlah gabah perumpun	80
18. Analisis ragam untuk bobot gabah perumpun	80

Tabel	Halaman
19. Analisis ragam untuk bobot 100 butir	80
20. Analisis ragam untuk umur berbunga	80
21. Analisis ragam untuk sudut anakan	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Segregasi transgresif pada suatu sifat kuantitatif yang muncul mulai Pada zuriat selfing F2 setelah persilangan	15
2. Analisis komponen utama 1 vs komponen utama 2 pada kultivar padi yang digunakan	35
3. Analisis komponen utama 1 vs komponen utama 3 pada kultivar padi yang digunakan	35
4. Analisis komponen utama 2 vs komponen utama 3 pada kultivar padi yang digunakan	36
5. Penetapan peubah untuk seleksi tidak langsung yang berpengaruh terhadap seleksi langsung (produksi)	41
6. Klasifikasi lima kelas metode tautan rerata antar kultivar	44
7. Sebaran data variabel pengamatan tinggi tanaman	81
8. Sebaran data variabel pengamatan jumlah anakan	81
9. Sebaran data variabel pengamatan jumlah anakan produktif	82
10. Sebaran data variabel pengamatan jumlah malai	82
11. Sebaran data variabel pengamatan bobot kering malai	83
12. Sebaran data variabel pengamatan jumlah gabah perrumpun	83
13. Sebaran data variabel pengamatan bobot gabah perrumpun	84
14. Sebaran data variabel pengamatan bobot 100 butir	84
15. Sebaran data variabel pengamatan umur berbunga	85

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai lahan kering yang cukup luas dan tidak termanfaatkan secara optimal. Lahan kering yang dimaksud adalah lahan kering yang tidak mempunyai saluran irigasi. Air yang terkandung di lahan tersebut hanya berasal dari air hujan yang ditahan oleh partikel-partikel tanah. Hal itu menyebabkan pada musim kemarau lahan kering tidak memiliki cukup banyak air di dalam partikel-partikel tanahnya. Karakter seperti inilah yang menyebabkan komoditas tanaman budidaya yang dapat dikembangkan di lahan kering sangat terbatas. Salah satu komoditas tanaman pangan yang dapat di tanam di lahan kering adalah padi gogo. Pengembangan padi gogo di lahan kering selama ini belum termanfaatkan secara optimal. Penurunan areal sawah akibat alih fungsi lahan yang berubah menjadi areal perumahan dan pabrik industri, tingginya biaya membuka areal sawah baru, serta peruntukan air irigasi padi sawah yang semakin terbatas menyebabkan padi gogo menjadi penting untuk dikembangkan.

Perbaikan lahan kering yang digunakan dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik tanah. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami dekomposisi dan menyisakan bagian yang resisten dalam bentuk humus. Oleh sebab itu bahan organik dapat menyuburkan tanah pada lahan kering. Selain meningkatkan kesuburan tanah, penambahan kandungan bahan

organik dan humus di dalam tanah mempengaruhi berbagai sifat fisika, kimia, dan biologi tanah (Bernas, 2011 dalam Salam, 2012). Hal inilah yang menyebabkan tanah subur yang mengandung banyak bahan organik akan berwarna lebih coklat atau hitam. Bahan organik dan humus yang ditambahkan ke dalam tanah merupakan perekat partikel-partikel tanah. Pengaruh bahan organik dalam tanah tidaklah kekal, karena bahan organik akan selalu mengalami proses dekomposisi. Dengan demikian penambahan bahan organik di areal pertanaman perlu dilakukan secara kontinyu (Salam, 2012)

Selain penggunaan pupuk organik, dalam budidaya tanaman padi di lahan kering juga perlu memperhatikan varietas padi yang digunakan. Penggunaan varietas padi sawah yang ditanam secara gogo diharapkan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan padi gogo itu sendiri. Hal ini mengingat rendahnya produksi padi gogo tiap hektarnya bila dibandingkan dengan padi sawah.

Pemindahan agroekologi penanaman padi sawah ke lingkungan gogo adalah untuk mengetahui daya adaptasi padi varietas baru yang akan dibuat. Pemindahan lingkungan penanaman juga dilakukan untuk menghindari pengaruh yang ditimbulkan oleh tanah rengkah terhadap fisiologi tanaman padi. Tanah rengkah terjadi pada lingkungan penanaman di sawah baru karena adanya kebocoran pada lahan sawah. Hal ini terjadi karena sawah baru belum memiliki lapisan kedap air yang mampu menahan air agar tidak bocor. Perbedaan kondisi ini membuat tanaman harus melakukan adaptasi kembali. Dengan demikian sangat memungkinkan akan terjadi segregasi fenotipe akibat perubahan lingkungan tumbuh.

Adanya pengaruh dari lingkungan akan mengaburkan penarikan kesimpulan mengenai tampilan fenotipe tanaman. Hal itu karena individu tanaman dengan keragaan terbaik dalam suatu populasi bersegregasi belum tentu menghasilkan populasi zuriat dengan keragaan yang sama seperti induknya. Hasil keragaan terbaik pada induknya tersebut berasal dari pengaruh lingkungan yang lebih besar. Bila tidak ada pengaruh lingkungan yang besar, secara teoritis suatu segregasi transgresif telah ada pada Generasi Segregasi F2 atau pada Generasi Seleksi S0 (Jambormias dan Riry, 2009). Segregasi transgresif membentuk dua gugus segregasi transgresif, yaitu lebih kecil dari sebaran tetua dengan keragaan rendah dan lebih besar dari sebaran tetua dengan keragaan tinggi.

Segregasi yang terjadi pada varietas padi yang ditanam dapat diketahui dengan menggunakan analisis *Quantitative Trait Loci* (QTL). Selain analisis QTL, juga perlu dilakukan analisis komponen genetik untuk mengetahui seberapa besar perbedaan varietas yang ditanam.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut

1. Apakah didapat hasil evaluasi positif terhadap komponen-komponen genetik padi sawah yang digogoorganikkan?
2. Apakah diperoleh varietas terbaik padi sawah yang digogoorganikkan?
3. Apakah dapat ditentukan variabel pengamatan yang dapat menjadi acuan seleksi awal dalam pemuliaan tanaman?
4. Apakah dapat ditentukan kultivar yang menghasilkan persilangan terbaik untuk mendapatkan akumulasi QTL?

5. Apakah dapat dibuat deskripsi fenotipe sementara dari kultivar-kultivar yang digunakan?

1.2 Tujuan Penelitian

Berasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dipaparkan, maka dirumuskan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan hasil evaluasi positif terhadap komponen-komponen genetik padi sawah yang digogoorganikkan.
2. Memperoleh varietas terbaik padi sawah yang digogoorganikkan.
3. Menemukan variabel pengamatan yang dapat menjadi acuan seleksi awal dalam pemuliaan tanaman.
4. Menemukan kultivar yang menghasilkan persilangan terbaik untuk mendapatkan akumulasi QTL.
5. Membuat deskripsi fenotipe sementara dari kultivar-kultivar yang digunakan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoritis terhadap perumusan masalah sebagai berikut:

Penelitian ini sebelumnya dilakukan pada agroekologi sawah tadah hujan di Tulang Bawang Barat (Agroekologi 1), agroekologi sawah irigasi di Way Jepara, Lampung Timur (Agroekologi 2), agroekologi sawah baru di Polinela, Bandar Lampung (Agroekologi 3), dan penanaman secara gogo-organik di Polinela, Bandar Lampung (Agroekologi 4). Pada penelitian kali ini dilakukan penanaman secara gogo-organik di Universitas Lampung, Bandar Lampung (Agroekologi 5).

Pada agroekologi 1 dan agroekologi 2 penanaman dilakukan di lokasi yang kondusif bagi tanaman padi. Dalam keadaan ini tanaman padi dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan tumbuhnya. Pada agroekologi 3, penanaman dilakukan di sawah yang baru saja dibuat. Dalam keadaan ini, tanaman padi harus beradaptasi pada lingkungan tumbuh yang baru. Hal ini karena pada sawah baru yang belum memiliki lapisan kedap air masih terjadi kebocoran air. Kebocoran pada sawah tersebut mengakibatkan tanah dipermukaan rengkah karena kurangnya genangan air. Hal ini tentu saja mempengaruhi perkembangan fisiologi tanaman padi, karena akar tanaman padi menyebar di lapisan tanah bagian atas (*top soil*). Pada kondisi tanah rengkah yang parah, dapat mengakibatkan akar tanaman padi terputus. Karena hal itulah pada agroekologi 4 dan agroekologi 5 penanaman padi dilakukan secara gogo. Penanaman padi pada lahan gogo diharapkan mampu menghindari stres tanaman akibat tanah rengkah. Karena pada penanaman secara gogo, kondisi tanah memang kering dan tidak tergenang air.

Perbedaan agroekologi ini membuat tanaman harus melakukan adaptasi kembali. Dengan demikian sangat memungkinkan terjadinya segregasi fenotipe akibat perubahan lingkungan tumbuh. Lingkungan dapat saja berpengaruh terhadap genotipe, sehingga mempengaruhi tampilan fenotipe nya ($F=G+L$). Interaksi antara genotipe dan lingkungan terjadi apabila fenotipe tanaman memperlihatkan tampilan yang berbeda pada tiap lingkungan yang berbeda pula. Apabila di tiap lingkungan tumbuh (agroekologi) tanaman padi memiliki hasil yang sama maka hal itu berarti tanaman padi tersebut memiliki genotipe yang baik. Hal itu karena tidak adanya interaksi antara genotipe dengan lingkungan yang menyebabkan

perubahan fenotipe. Karakter inilah yang nantinya akan diturunkan kepada zuriatnya. Namun apabila pada tiap agroekologi tersebut tanaman padi menunjukkan hasil yang berlainan, hal itu berarti terjadi interaksi antara genotipe dan lingkungan. Hal ini menandakan bahwa sifat genotipe tersebut akan sulit diwariskan kepada zuriatnya.

Penelitian kali ini kembali dilakukan secara gogo-organik untuk melihat respon tanaman terhadap kondisi kering dilingkungan yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Penambahan bahan organik pupuk kandang dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penambahan pupuk kandang dapat meningkatkan daya jerap tanah. Hal itu karena bahan organik mampu membantu meningkatkan aktivitas jasad mikro tanah yang menguntungkan bagi tanaman.

Penambahan bahan organik pada penelitian kali ini bertujuan untuk menampilkan kembali segregasi seperti yang terjadi pada lingkungan penanaman sebelumnya. Segregasi dapat terjadi apabila varietas tertentu ditanam pada kondisi subbtimum. Penyimpangan ini dapat menyebabkan keragaman genetik yang tinggi.

Penyimpangan yang terjadi dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu: faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik dapat diwariskan ke zuriatnya, sedangkan faktor lingkungan tidak dapat diwariskan ke zuriatnya karena dipengaruhi oleh lingkungan. Dengan demikian sifat-sifat yang diinginkan akan diturunkan kepada generasi selanjutnya secara konsisten. Untuk melihat besar kecilnya faktor genetik tersebut terhadap fenotipe maka perlu diketahui nilai heritabilitasnya.

Seleksi merupakan langkah awal bagi pemulia tanaman untuk merakit suatu varietas dan merupakan dasar dilakukannya perbaikan tanaman untuk mendapatkan varietas unggul baru. Seleksi dalam pemuliaan tanaman dapat dilakukan pada sejak awal dengan memanfaatkan komponen-komponen utama yang paling berkorelasi dengan hasil yang diinginkan yang biasa disebut dengan seleksi tidak langsung. Seleksi tidak langsung bertujuan untuk mengungkapkan seberapa jauh peranan semua komponen hasil terhadap hasil akhir. Manfaat seleksi tidak langsung juga untuk menghemat waktu dilakukannya seleksi terhadap sifat-sifat yang diinginkan. Informasi kekerabatan dapat pula dimanfaatkan untuk pendugaan beberapa parameter genetik menurut hierarki kekerabatan yang biasanya dimanfaatkan dalam seleksi, khususnya untuk sifat-sifat kuantitatif. Hasil uji korelasi antarvariabel pengamatan yang dihubungkan dengan hasil perhitungan komponen genetik dapat mengetahui hubungan seleksi langsung dengan seleksi tidak langsung. Dengan demikian dapat diduga kemampuan peubah produksi sebagai faktor seleksi langsung melalui pendugaan peubah-peubah yang mempengaruhi produksi.

Seleksi setelah persilangan untuk pemuliaan bertujuan untuk meningkatkan frekuensi genotipe-genotipe segregan transgresif yang dikehendaki dari dalam populasi homozigositas dan heterozigositas pada setiap generasi. Hal itu bertujuan untuk memperoleh genotipe-genotipe segregan transgresif homozigot untuk semua gen yang telah mengalami fiksasi. Persilangan bertujuan untuk merakit kombinasi gen-gen baru dari sifat-sifat penting yang berada pada dua atau lebih varietas berbeda. Persilangan yang didasarkan pada perbedaan varietas tidak lagi memberikan pengaruh yang signifikan, karena persilangan antarvarietas

sudah tidak lagi meningkatkan hasil selama 40 tahun. Persilangan dengan varietas yang berbeda QTL (segregan transgresif) lebih efektif dibandingkan dengan persilangan beda varietas. Hal tersebut dikarenakan pada tanaman padi saat ini terdapat kemungkinan adanya kesamaan yang besar antarvarietas. Padi yang digunakan memiliki tetua yang sama yang telah dikembangkan selama bertahun-tahun, sehingga tingkat kekerabatannya menjadi dekat.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan hipotesis sebagai berikut:

1. Didapatkan hasil evaluasi positif terhadap komponen-komponen genetik padi sawah yang digogoorganikkan.
2. Diperoleh varietas terbaik padi sawah yang digogoorganikkan.
3. Ditemukan variabel pengamatan yang dapat menjadi acuan seleksi awal dalam pemuliaan tanaman.
4. Ditemukan kultivar yang menghasilkan persilangan terbaik untuk mendapatkan akumulasi QTL.
5. Dapat dibuat deskripsi fenotipe sementara dari kultivar-kultivar yang digunakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi

Padi masuk kedalam genus *Oryza*, famili *Gramineae* atau rumput-rumputan. Genus *Oryza* tersebar di daerah tropis dan subtropis yang terdiri dari 23 spesies liar dan dua spesies budidaya. Spesies budidaya yaitu *Oryza sativa* yang dibudidayakan di Asia dan *Oryza glaberrima* yang dibudidayakan di Afrika (Randhawa *et al.*, 2006). Spesies *Oryza sativa* terbagi menjadi tiga subspecies yaitu Japonica, Indica dan Javanica.

Padi merupakan tanaman pangan yang dapat hidup dalam genangan karena adanya tabung dalam daun, batang dan akar. Tabung ini memungkinkan udara dapat bergerak dari daun hingga ke akar sehingga akar yang terendam tetap memiliki persediaan oksigen yang cukup untuk respirasi secara normal.

Tanaman padi dapat hidup baik di daerah yang berhawa panas dan banyak mengandung uap air. Curah hujan rata-rata 200 mm per bulan atau lebih, dengan distribusi selama 4 bulan, atau sekitar 1.500—2.000 mm per tahun. Tanaman padi tumbuh baik pada suhu 23 °C. Padi tumbuh pada ketinggian berkisar antara 0—1.500 m dpl. Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah sawah yang kandungan fraksi pasir, debu dan lempung dalam perbandingan

tertentu. Angin berpengaruh pada penyerbukan dan pembuahan tetapi jika terlalu kencang akan merobohkan tanaman (Balai Penelitian Tanaman Padi, 2007).

Pertumbuhan tanaman padi terdiri atas 3 fase, yaitu:

1. Fase vegetatif: fase awal pertumbuhan sampai dengan terbentuknya malai.
Jumlah anakan dan luas daun akan meningkat pada fase ini. Lama panjang hari dan suhu rendah dapat mempengaruhi fase vegetatif ini.
2. Fase reproduktif: fase yang ditandai dengan adanya pembungaan dan berakhir pada waktu pembungaan telah berakhir. Pada fase ini tanaman padi membutuhkan waktu sekitar 35 hari.
3. Fase pematangan: fase yang dimulai pada waktu pembungaan telah berakhir. Fase ini berakhir setelah 30 hari. Pada musim hujan dan suhu rendah dapat menunda fase ini.

2.2 Padi gogo

Tanaman padi secara ekologi terbagi menjadi dua yaitu padi irigasi dan padi non irigasi. Padi gogo merupakan salah satu jenis padi non irigasi yang mampu tumbuh pada input pertanian yang terbatas, salah satunya adalah ketersediaan air. Kondisi tersebut menjadikan padi gogo dapat tumbuh dan berkembang pada lahan kering (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Padi gogo mampu tumbuh dan berproduksi pada tanah-tanah marginal yang memiliki tingkat kesuburan rendah dan iklim yang kering.

Faktor lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi gogo. Temperatur, radiasi matahari dan curah hujan mempengaruhi hasil padi gogo yang secara langsung berpengaruh terhadap proses fisiologi dalam pengisian

bulir padi dan berpengaruh secara tidak langsung terhadap perkembangan hama dan penyakit (Yoshida, 1981). Menurut Allard (1960) faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap tanaman adalah lingkungan mikro yang terdapat disekitar tanaman. Faktor tersebut dapat bervariasi pada setiap tempat sehingga memberi pengaruh yang berbeda pada pertumbuhan dan hasil tanaman. Curah hujan merupakan unsur agroklimat yang paling penting dan dapat diukur.

Yoshida (1981) menyatakan temperatur atau suhu mempunyai hubungan secara langsung terhadap pembentukan gabah, pemasakan dan hasil gabah. Suhu normal untuk pertumbuhan dan hasil berkisar antara 20 °C sampai 30 °C. Suhu yang rendah dan kelembaban tinggi pada waktu pembungaan akan mengganggu proses pembuahan sehingga mengakibatkan gabah menjadi hampa, hal ini akibat tidak membukanya bakal biji. Selain itu, suhu yang rendah pada waktu masak susu dapat menyebabkan serbuk sari rusak dan menunda pembentukan tepung sari.

Pengaruh sinar matahari terhadap padi gogo berkaitan terhadap proses fotosintesis. Radiasi matahari pada tahap reproduksi mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil produksi. Lama penyinaran atau panjang hari berhubungan dengan inisiasi bunga pada berbagai jenis tanaman (Yoshida, 1981). Intensitas cahaya matahari merupakan salah satu faktor yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan yang lambat pada padi akibat kurangnya cahaya matahari (Salisbury dan Ross, 1995).

2.3 Potensi Anakan Tanaman Padi

Tanaman padi membentuk rumpun dengan anakannya yang tumbuh pada dasar dan bersusun. Pembentukan anakan padi berlangsung sejak munculnya anakan pertama sampai pembentukan anakan maksimum. Anakan akan terus berkembang sampai tanaman memasuki fase berikutnya yaitu pemanjangan batang. Menurut Makarim dan Suhartatik (2009), anakan yang aktif ditandai dengan pembentukan anakan yang cepat sampai dengan pembentukan anakan yang maksimal. Stadia anakan maksimum dapat bersamaan, sebelum atau sesudah primordia malai. Setelah anakan maksimum tercapai sebagian dari anakan akan mati. Anakan yang mati tersebut merupakan anakan tidak efektif, sedangkan anakan yang menghasilkan malai disebut anakan produktif.

Hasil panen pada tanaman padi merupakan salah satu yang paling penting dan merupakan prioritas utama dalam bidang pemuliaan tanaman. Hasil panen ditentukan berbagai faktor antara lain pertumbuhan, jumlah anakan, gabah isi permalai dan bobot gabah per bulir (Liu *et al.*, 2008). Menurut Widyastuti *et al.* (2007), bahwa program pemuliaan padi lebih memfokuskan peningkatan potensi hasil panen terutama untuk mencukupi kebutuhan pangan.

2.4 Pendugaan Beberapa Parameter Genetik dalam Seleksi

Informasi kekerabatan dapat pula dimanfaatkan untuk pendugaan beberapa parameter genetik menurut hierarki kekerabatan yang biasanya dimanfaatkan dalam seleksi, khususnya untuk sifat-sifat kuantitatif. Parameter genetik utama suatu nilai fenotipe yang bisa diperoleh adalah keragaan, keragaman genetik,

peragam genetik, heritabilitas dan koheritabilitas dalam arti sempit untuk setiap struktur hierarki. Nilai-nilai ini akan dimanfaatkan secara optimal untuk membangkitkan model seleksi bagi suatu sifat kuantitatif, atau beberapa sifat kuantitatif secara serempak (Jambormias et al., 2004; 2007).

2.5 Segregasi Transgresif

Pelepasan varietas baru dapat diperoleh melalui seleksi sebelum persilangan dan seleksi setelah persilangan (Poehlman & Sleper, 1996). Persilangan bertujuan untuk merakit kombinasi gen-gen baru dari sifat-sifat penting yang berada pada dua atau lebih varietas berbeda. Zuriat pertama (F1) dari hasil persilangan umumnya homogen dan heterozigot serta memiliki homogenitas dan heterozigositas maksimum. Hasil *selfing* zuriat F1 menghasilkan zuriat F2 yang umumnya merupakan populasi hasil segregasi yang heterogen, dengan beberapa individu yang mengandung genotipe-genotipe homozigot, kombinasi homozigot dan heterozigot, serta genotipe-genotipe heterozigot (Stoskopf et al., 1993 dalam Jambormias dan Riry, 2009). Diantara genotipe-genotipe yang heterogen ini, terdapat genotipe-genotipe hasil segregasi yang bersifat transgresif (Poehlman & Sleper, 1996).

Frekuensi heterozigositas semakin berkurang dengan bertambahnya generasi *selfing* F3, F4, F5, F6 dan seterusnya, dan berimplikasi pada meningkatnya homozigositas (Allard, 1960). Seleksi setelah persilangan untuk pemuliaan galur bertujuan untuk meningkatkan frekuensi genotipe-genotipe segrekan transgresif yang dikehendaki dari dalam populasi homozigositas dan heterozigositas pada

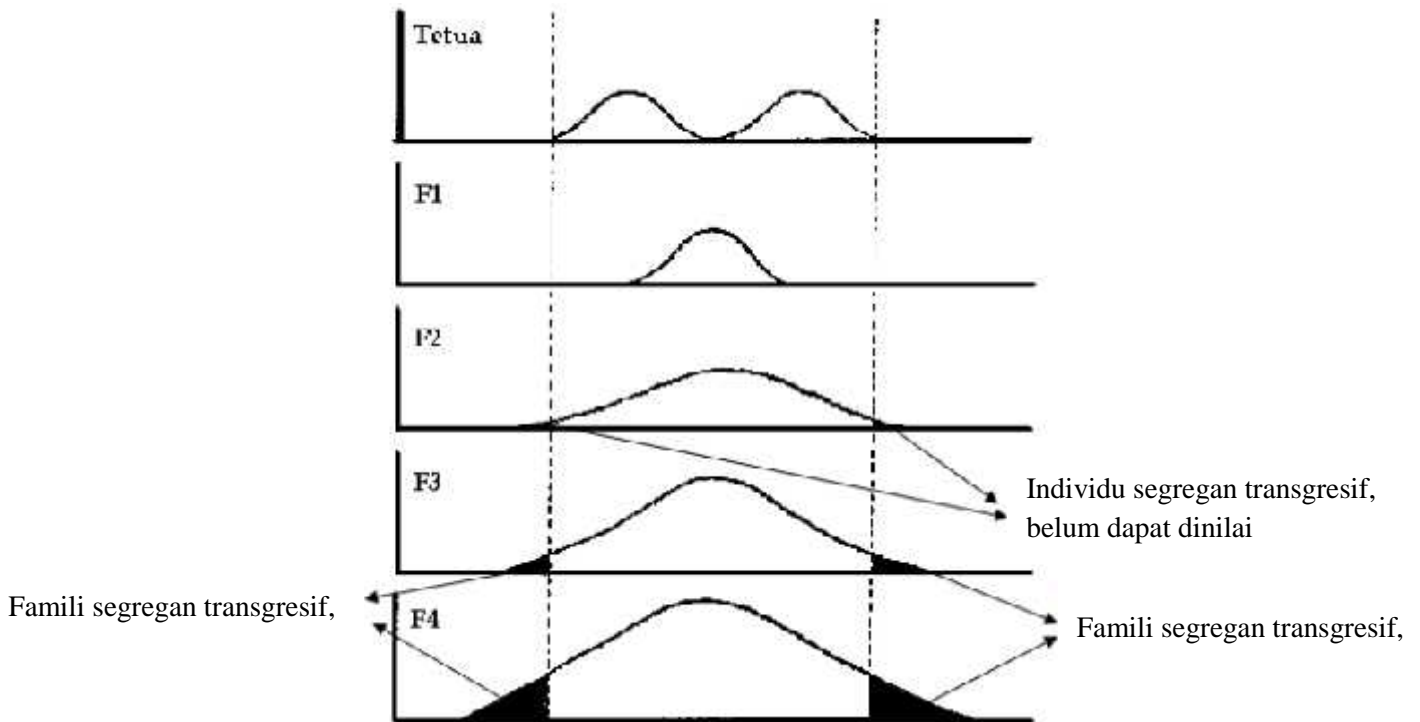
setiap generasi. Hal itu bertujuan untuk memperoleh genotipe-genotipe segregan transgresif homozigot untuk semua gen yang telah mengalami fiksasi.

Nilai fenotipe suatu tanaman tidak hanya terdiri dari pengaruh genotipe, tetapi juga oleh pengaruh lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan (Falconer & Mackay, 1996).

Adanya pengaruh genotipe dan interaksi genotipe \times lingkungan ini akan mengaburkan penarikan kesimpulan mengenai nilai fenotipe tanaman. Oleh sebab itu, individu tanaman dengan keragaan terbaik dalam suatu populasi bersegregasi belum tentu menghasilkan populasi zuriat dengan keragaan yang sama seperti induknya. Hal itu dapat diakibatkan karena keragaan terbaik pada induknya itu berasal dari kontribusi pengaruh lingkungan yang lebih besar.

Segregasi transgresif adalah segregasi gen pada sifat-sifat kuantitatif dari zuriat hasil persilangan dua tetua yang memiliki jangkauan sebaran yang melampaui jangkauan sebaran kedua tetuanya (Poehlman & Sleper, 1996 dalam Jambormias dan Riry, 2009). Genotipe-genotipe dengan perilaku demikian dapat disebut sebagai segregan transgresif. Bila tidak ada pengaruh lingkungan yang besar, maka secara teoritis suatu segregan transgresif telah ada pada Generasi Segregasi F₂ atau pada Generasi Seleksi S₀ (Gambar 1). Segregasi transgresif membentuk dua gugus segregan transgresif dalam spektrum sebaran, yaitu lebih kecil dari sebaran tetua dengan keragaan rendah, dan lebih besar dari sebaran tetua dengan keragaan tinggi. Bila menggunakan seleksi positif, misalnya seleksi untuk memperoleh varietas yang produksi bijinya tinggi, kandungan protein biji tinggi, dan berbagai sifat yang ingin ditingkatkan nilai fenotipenya, maka gugus segregan

transgresif dengan keragaan yang lebih besar dari keragaan tetua tertinggi yang akan ditingkatkan frekuensi genotipenya, sedangkan gugus segregan trasgresif dengan sebaran yang lebih kecil dari keragaan tetua rendah dibuang. Keadaan sebaliknya berlaku untuk seleksi negatif, misalnya seleksi untuk memperoleh varietas berumur genjah.



Gambar 1. Segregasi transgresif pada suatu sifat kuantitatif yang muncul mulai pada zuriat selfing F2 setelah persilangan

2.6 Heritabilitas

Nilai heritabilitas merupakan pernyataan kuantitatif peran faktor genetik dibanding faktor lingkungan dalam memberikan keragaan akhir atau fenotipe suatu karakter (Allard, 1960). Heritabilitas dari suatu populasi bersegregasi penting diketahui untuk memahami besarnya ragam genetik yang mempengaruhi suatu fenotipe tanaman. Nilai duga heritabilitas yang akurat juga perlu untuk

membangun sistem seleksi dan evaluasi yang optimum (Weaver, 1982). Nilai duga heritabilitas yang diperoleh sangat beragam tergantung dari populasi, generasi dan metode pendugaannya (Sjamsudin, 1990). Untuk menduga nilai heritabilitas diperlukan beberapa populasi yaitu populasi homogen dan populasi heterogen (populasi bersegregasi). Populasi homogen dapat berupa populasi tetuanya atau populasi tanaman hibrida dan populasi heterogen dapat berupa populasi tanaman bersegregasi. Bila ragam genetik untuk setiap generasinya semakin besar maka nilai heritabilitas akan meningkat dan dikatakan bahwa karakter tersebut sebagian besar disebabkan oleh faktor genetik. Menurut Tillman (1996) heritabilitas dapat digunakan sebagai strategi untuk menyeleksi genotipe-genotipe dalam populasi. Untuk mengetahui seberapa jauh peranan lingkungan pada suatu sifat tanaman maka didekati dengan usaha untuk memisahkan antar pengaruh genotipe dan lingkungan serta interaksinya (Poespodarsono, 1988).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai ragam genetik dan heritabilitas *broad-sense* variabel tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, bobot kering malai, jumlah gabah perumpun, bobot gabah perumpun, umur berbunga, dan sudut anakan menunjukkan hasil evaluasi yang berbeda dari nol ($> 1GB$), dengan nilai KKg terbaik adalah 1.60 pada variabel umur berbunga.
2. Kultivar PBBogor-Sudut Anakan, Tewe-Sudut Anakan, Mutiara-Jumlah Bulir, Gendut-Jumlah Bulir, PBBogor-Jumlah Bulir, Ciherang-Jumlah Bulir, Kesit-Jumlah Bulir, Tewe-Jumlah Bulir, Gendut-Tinggi Tanaman, dan PBBogor-Tinggi Tanaman merupakan kultivar terbaik padi sawah yang mampu digogoorganikkan, sehingga dapat dijadikan rekomendasi sebagai tetua dalam perakitan padi hibrida.
3. Variabel tinggi tanaman dan sudut anakan dapat dijadikan sebagai indikator seleksi tidak langsung yang dapat meningkatkan produksi, sehingga dapat menjadi acuan seleksi awal dalam pemuliaan tanaman.
4. Kultivar Sarinah-Tinggi Tanaman dan Gendut-Tinggi Tanaman merupakan kultivar yang konsisten selalu muncul di kuadran I (bidang realistik) pada

seluruh komponen, sehingga dapat dijadikan rekomendasi sebagai tetua persilangan untuk mendapatkan akumulasi QTL.

5.2 Saran

Berdasar kan penelitian yang telah dilakukan diajukan saran sebagai berikut:

1. Dilakukan penelitian pada musim yang berbeda untuk memperoleh data yang lebih presisi. Penelitian kali ini dilakukan pada musim kemarau, sebaiknya penelitian selanjutnya dilakukan pada musim hujan untuk menghasilkan varietas padi sawah yang dapat dijadikan alternatif ditanam di lingkungan gogo organik.
2. Dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui terjadinya akumulasi QTL pada kultivar yang memiliki nilai komponen utama yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- BALITPA. 2007. *Varietas Unggul Padi Sawah*. www.litbang.deptan.go.id.
- Dobermann and Fairhurst. 2000. *Rice Nutrient Disorder and Nutrient Management*. International Rice Research Institute. Philippines. 201pp.
- Falconer, D.S. & T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics (Ed 4). Adison-Wesley Longman, Harlow UK.
- Hallauer, A.R., and J.B. Miranda Fo. 1981. Quantitative Genetics in Corn Breeding. Iowa University Press. Ames. IO.
- Jambormias, E., S.H. Sutjahjo, M. Jusuf & Suharsono. 2004. Keragaan, keragaman genetik dan heritabilitas sebelas sifat kuantitatif kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada generasi seleksi *F5* persilangan varietas Slamet × Nakhonsawan. Jurnal Pertanian Kepulauan 3: 114—123.
- Jambormias, E., S.H. Sutjahjo, M. Jusuf & Suharsono. 2007. Keragaan dan keragaman genetik sifat-sifat kuantitatif kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada generasi seleksi *F6* persilangan varietas Slamet x Nakhonsawan. Buletin Agronomi 35: 168-175.
- Jambormias, E. & J. Riry. 2009. Penyuaian Data dan Penggunaan Informasi Kekeabatan untuk Mendeteksi Segregan Transgresif Sifat Kuantitatif pada Tanaman Menyerbuk Sendiri (Suatu Pendekatan dalam Seleksi). Jurnal Budidaya Pertanian 5 (1) 11—18.
- Liu, G. F. J, Yang, H. M. Xu, A. Y. Hayat, dan J. Zhu. 2008. Genetic analysis of grain yield conditioned on its component traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol 59, 189–195
- Makarim, A.K dan E. Suhartatik. 2009. *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 50 halaman
- Poehlman, J.M. & D.A. Sleper. 1996. Breeding Field Crops (Ed 4). Iowa State University Press, Iowa.

- Poespodarsono, S. 1988. Dasar-Dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor. Bekerja sama dengan Lembaga Sumberdaya Informasi-IPB, Bogor.
- Randhawa, Jit Gurinder. Shashi Bhalla Manoranjan, Hota V. Celia Chalam, Vandana Tyagi dan Desh Deepak Verma. 2006. Document on Biology of Rice (*Oryza sativa* L.) in India. *National Bureau of Plant Genetic Resources and Project Coordinating and Monitoring Unit, Ministry of Environment and Forests, New Delhi*
- Salam, A. K. 2012. Ilmu Tanah Fundamental. Global Madani Press, Bandar Lampung.
- Salisbury, FB. Dan Ross CW. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid 1. Lukman D.R, Sumaryono penerjemah. Bandung: ITB press. terjemahan dari *Plant Phsiology*
- Sjamsudin, E. 1990. Pendugaan Heritabilitas Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) tipe Virginia di Queensland Australia. *Buletin Agronomi* 19: 1-6.
- Tillman, B.L., & S. A. Harrison. 1996. Heritabilities of resistance to bacterial streak in winter wheat. *Crop Sci* 36: 412-418.
- Weaver, D.B., and J.R. Wilcox. 1982. Heritabilities, gains from selection, and genetic correlation for characteristic of soybeans grow in two row spacing. *Crop Sci* 22: 625-628
- Widyastuti, Yuni. Indrastuti AR., dan Satoto. 2007. Studi Keragaman Genetik Karakter Bunga yang Mendukung Persilangan Alami Padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* vol. 26 no. 1.
- Yoshida, S. 1981. *Foundamentals of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute. Los Baños: 277 p.