

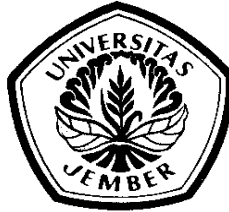
**SCREENING KETAHANAN SINGKONG (*Manihot
esculenta* Crantz) TERHADAP KEKERINGAN DAN
KEBASAHAN MENGGUNAKAN KARAKTER
MORFOLOGI, FISILOGI DAN PROTEIN**

TESIS

Oleh

**I GUSTA DIMAS SATYALOWA, S.P.
NIM 111520101005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**SCREENING KETAHANAN SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz)
TERHADAP KEKERINGAN DAN KEBASAHAN MENGGUNAKAN
KARAKTER MORFOLOGI, FISILOGI DAN PROTEIN**

TESIS

diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan
untuk menyelesaikan Program Pasca Sarjana pada
Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Jember

oleh

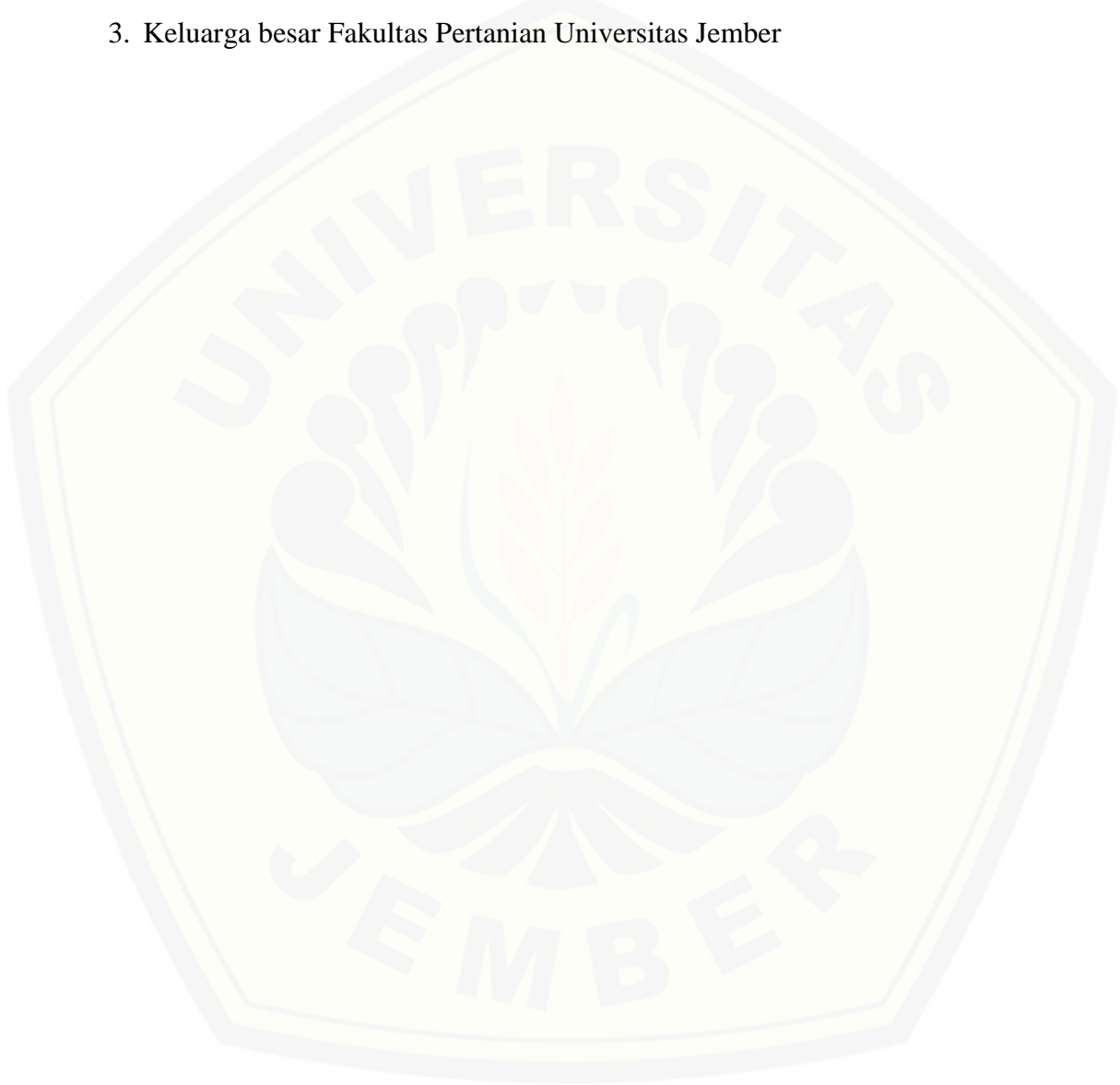
**I GUSTA DIMAS SATYALOWA, S.P.
NIM 111520101005**

**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan untuk :

1. Ayah Bambang Setyono, S.E. dan Ibu Susilowati tercinta
2. Guru dan dosen sebagai pahlawan yang selalu kuingat dalam doaku
3. Keluarga besar Fakultas Pertanian Universitas Jember

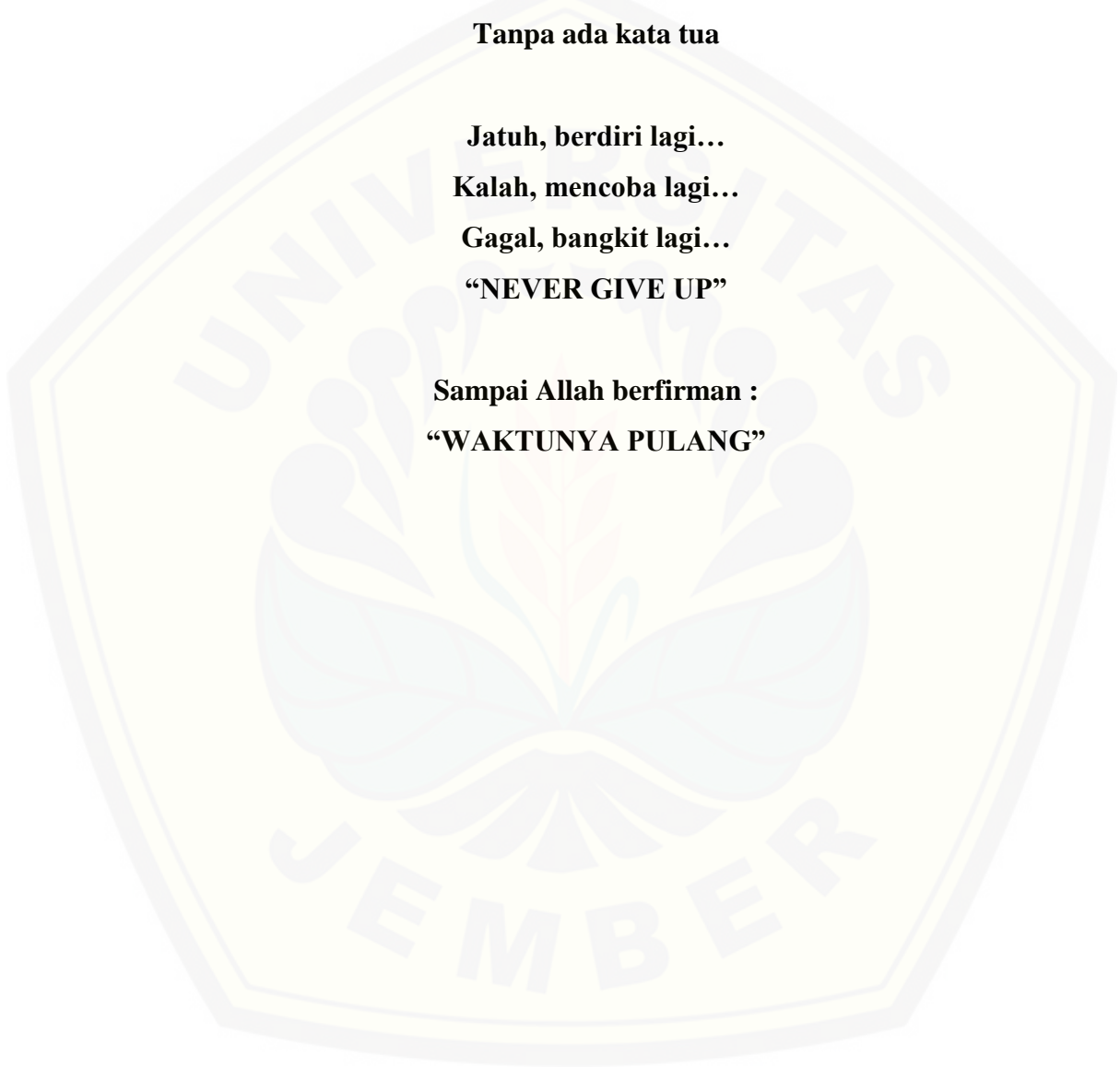


MOTTO

**Hidup adalah proses
Hidup adalah belajar
Tanpa ada kata batas umur
Tanpa ada kata tua**

**Jatuh, berdiri lagi...
Kalah, mencoba lagi...
Gagal, bangkit lagi...
“NEVER GIVE UP”**

**Sampai Allah berfirman :
“WAKTUNYA PULANG”**



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : I Gusta Dimas Satyalowa, S.P.

NIM : 111520101005

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Screening Ketahanan Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) terhadap Kekeringan dan Kebasahan Menggunakan Karakter Morfologi, Fisiologi dan Protein” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya belum pernah diajukan pada institusi manapun dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Juni 2016

Yang menyatakan,

I Gusta Dimas Satyalowa, S.P.

NIM 111520101005

KARYA ILMIAH TERTULIS (TESIS)

**SCREENING KETAHANAN SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz)
TERHADAP KEKERINGAN DAN KEBASAHAN MENGGUNAKAN
KARAKTER MORFOLOGI, FISILOGI DAN PROTEIN**

Oleh

**I Gusta Dimas Satyalowa, S.P.
NIM 111520101005**

Pembimbing :

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sholeh Avivi, MSi.
NIP : 19690721 200012 1 002

Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Didik Pudji Ristanto, MS.
NIP : 19650426 199403 1 001

PENGESAHAN

Tesis berjudul : “Screening Ketahanan Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) terhadap Kekeringan dan Kebasahan Menggunakan Karakter Morfologi, Fisiologi dan Protein” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 29 Juni 2016
Tempat : Ruang Ujian Fakultas Pertanian

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama (DPU)

Dosen Pembimbing Anggota (DPA)

Dr. Ir. Sholeh Avivi, MSi.
NIP. 19690721 200012 1 002

Dr. Ir. Didik Pudji Ristanto, MS.
NIP. 19650426 199403 1 001

Penguji 1

Penguji 2

Prof. Tri Agus Siswoyo, SP., M.Agr., PhD
NIP. 19700810 199803 1 001

Prof. Dr. Sri Hartatik, MS.
NIP. 19600317 198303 2 001

Mengetahui

Ketua Program Studi,

Prof. Dr. Sri Hartatik, MS.
NIP. 19600317 198303 2 001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Jani Januar, M.T.
NIP. 19590102 198803 1 002

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi varietas-varietas singkong yang tahan terhadap kekeringan dan kebasahan, mengetahui karakter morfologi, fisiologi dan protein singkong yang ditanam lingkungan dengan kadar air media tanam rendah dan tinggi. Penelitian telah dilakukan di Green House Fakultas Pertanian Universitas Jember mulai 18 April 2015 sampai dengan 5 Desember 2015. Penelitian menggunakan Percobaan dilakukan secara faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari dua faktor perlakuan dengan 3 ulangan. Dua faktor perlakuan yang diuji adalah Varietas (V) sebagai faktor pertama dan Kapasitas Lapang (K) sebagai faktor kedua. Hasil penelitian menunjukkan setiap varietas memberikan respon yang berbeda terhadap perlakuan kekeringan dan kebasahan serta terindikasi adanya protein. Respon terbaik seleksi varietas yang tahan kering ditunjukkan oleh varietas dengan kode 11, 10 dan 5. Sedangkan varietas yang paling tidak tahan kering ditunjukkan oleh varietas dengan kode 19, 16 dan 8. Respon terbaik seleksi varietas yang tahan basah ditunjukkan oleh varietas dengan kode 17, 14 dan 13. Sedangkan varietas yang paling tidak tahan basah ditunjukkan oleh varietas dengan kode 8, 6 dan 2. Kapasitas lapang 150% memiliki nilai variabel tinggi tanaman, jumlah daun, bagan warna daun dan diameter batang paling baik dibandingkan dengan perlakuan kapasitas lapang 50% dan 100%. Protein singkong dengan berat molekul 35,0 kDa (Lactate dehydrogenase) dan 4,5 kDa (Ovalbumin) muncul pada perlakuan kapasitas lapang 50% atau kurang air sedangkan protein singkong dengan berat molekul 66,2 kDa (Bovine serum albumin) muncul pada perlakuan kapasitas lapang 150% atau kelebihan air.

Kata kunci: singkong, varietas, kekeringan kebasahan, protein

ABSTRACT

Research conducted to identify cassava varieties that can endure on dryness and wetness, to know morphology, physiology and cassava's protein planted on area whether low or high precipitation. Research has done in Green House of Agriculture Faculty University of Jember from 18 April 2015 to 5 factors and three repetitions. Those two factors tested are variety (V) as the first factor and space capacity (K) as the second factor. Result shows that every varieties give the different response on dryness and wetness treatment also indicated the existence of protein. Best response on dryness resistance variety selection shown by varieties code of 11, 10 and 5. While the most irrisistance variety on dryness shown by varieties code of 19, 16 and 8. Best response on wetness resistance variety selection shown by varieties code of 17, 14 and 13. While the most irrisistance variety on wetness shown by varieties code of 8, 6 and 2. Space capacity of 150% give the best plant height, leaf number, leaf color scheme, and stem diameter compared to space capacity of 50% and 100%. Cassava's protein with molecule weight of 35,0 kDa (Lactate dehydrogenase) and 4,5 kDa (Ovalbumin) appear on treatment capacity roomy 50% or less water condition. Cassava's protein with molecule weight of 66,2 kDa (Bovine serum albumin) appear on treatment capacity roomy of 150% or excess water condition.

Keywords: cassava, variety, dryness, wetness, protein

RINGKASAN

Screening Ketahanan Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) terhadap Kekeringan dan Kebasahan Menggunakan Karakter Morfologi, Fisiologi dan Protein; I Gusta Dimas Satyalowa, S.P., 111520101005; 2015; 82 Halaman; Jurusan Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Budidaya singkong (*Manihot esculenta* Crantz.) bisa menjadi solusi bagi masalah ketahanan pangan di Indonesia. Selain memiliki karbohidrat yang tinggi, permintaan singkong terus naik dengan peningkatan laju permintaan 3,63% per tahun dan menyerap antara 62–78% dari produksi nasional (Sunyoto dan Wargiono, 2009). Sementara potensi produksi singkong di Indonesia yaitu sebesar 25–40 ton/ha. Potensi tersebut tergolong rendah, akibatnya menyebabkan defisit pada tahun 2010 hanya sebesar 126 ribu ton (Saliem dan Nuryanti, 2011). Hal ini selain disebabkan oleh sistem budidaya singkong yang masih menggunakan sistem budidaya konvensional juga disebabkan oleh alih fungsi lahan. Pemerintah Indonesia telah mengatasi permasalahan ini dengan cara ekstensifikasi di bidang pertanian. Ekstensifikasi pertanian dilakukan salah satunya dengan cara memanfaatkan lahan marginal. Saat ini masih belum ada varietas singkong unggulan Indonesia yang tahan stres air. Kegunaan dalam penelitian ini adalah mencari varietas singkong unggul yang toleran stres air yang terdiri dari varietas singkong yang toleran kekeringan dan varietas singkong yang toleran kebasahan.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi varietas-varietas singkong yang tahan terhadap kekeringan dan kebasahan, mengetahui karakter morfologi, fisiologi dan protein singkong yang ditanam lingkungan dengan kadar air media tanam rendah dan tinggi. Penelitian telah dilakukan di Green House Fakultas Pertanian Universitas Jember mulai 18 April 2015 sampai dengan 5 Desember 2015. Penelitian menggunakan Percobaan dilakukan secara faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari dua faktor perlakuan dengan 3 ulangan. Dua faktor perlakuan yang diuji adalah Varietas (V) sebagai faktor pertama dan Kapasitas Lapang (K) sebagai faktor kedua.

Hasil penelitian menunjukkan setiap varietas memberikan respon yang berbeda terhadap perlakuan kekeringan dan kebasahan serta terindikasi adanya protein. Respon terbaik seleksi varietas yang tahan kering ditunjukkan oleh varietas dengan kode 11, 10 dan 5. Sedangkan varietas yang paling tidak tahan kering ditunjukkan oleh varietas dengan kode 19, 16 dan 8. Respon terbaik seleksi varietas yang tahan basah ditunjukkan oleh varietas dengan kode 17, 14 dan 13. Sedangkan varietas yang paling tidak tahan basah ditunjukkan oleh varietas dengan kode 8, 6 dan 2. Kapasitas lapang 150% memiliki nilai variabel tinggi tanaman, jumlah daun, bagan warna daun dan diameter batang paling baik dibandingkan dengan perlakuan kapasitas lapang 50% dan 100%. Protein singkong dengan berat molekul 35,0 kDa (Lactate dehydrogenase) dan 4,5 kDa (Ovalbumin) muncul pada perlakuan kapasitas lapang 50% atau kurang air sedangkan protein singkong dengan berat molekul 66,2 kDa (Bovine serum albumin) muncul pada perlakuan kapasitas lapang 150% atau kelebihan air.

SUMMARY

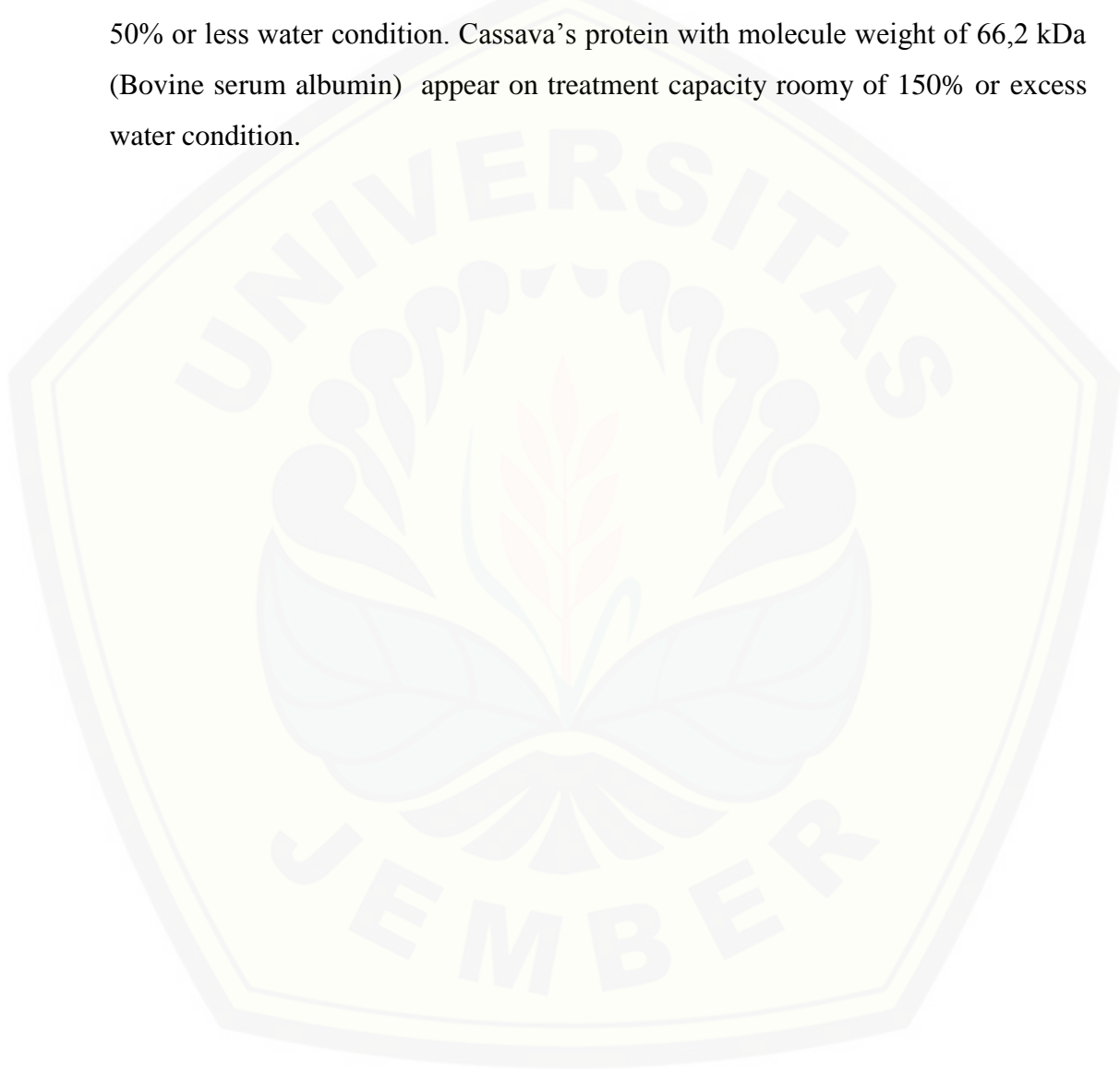
Cassava's Resistance Screening (*Manihot esculenta* Crantz) on Dryness and Wetness Using Morphology, Physiology and Protein; I Gusta Dimas Satyalowa, S.P., 111520101005; 2015; 82 Pages; Magister Agronomi Department Agriculture Faculty Jember University.

Cultivation cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to be a solution to the problem food security in Indonesia. Besides having of carbohydrates that high, cassava demand continues to climb with an increase in rate of demand 3,63% per year and absorb between 62-78% of national production (Sunyoto and Wargiono, 2009). While production potential cassava in Indonesia is as much as 25-40 ton/ha. The potential are low, as a result causing the deficit in the 2010 is only 126 thousand tonnes (Saliem and Nuryanti, 2011). Apart from caused by the system cultivation cassava still use system cultivation conventional is also caused by over the area. The Indonesian government has overcome this problem by means of extension in agriculture. Ekstensification way on agriculture can be done by utilizing marginal land. Nowadays there still no superior cassava variety in Indonesia that can handle water stress. The research is aimed to find superior cassava variety with water stress tolerant ability, that consist from cassava variety with dryness and wetness tolerant.

Research conducted to identify cassava varieties that can adapt on dryness and wetness, to know morphology, physiology, and cassava's protein planted on area whether low or high precipitation. Research has done in Green House of Agriculture Faculty University of Jember from 18 April 2015 to 5 December 2015. Research was done factorially using random plot consist of two factors and three repetitions. Those two factors tested are variety (V) as the first factor and space capacity (K) as the second factor.

Result shows that every varieties give the different response on dryness and wetness treatment also indicated the existence of protein. Best response on dryness resistance variety selection shown by varieties code of 11, 10 and 5. While the most ireresistance variety on dryness shown by varieties code of 19, 16 and 8. Best response on wetness resistance variety selection shown by varieties

code of 17, 14 and 13. While the most irrisistance variety on wetness shown by varieties code of 8, 6 and 2. Space capacity of 150% give the best plant height, leaf number, leaf color scheme, and stem diameter compared to space capacity of 50% and 100%. Cassava's protein with molecule weight of 35,0 kDa (Lactate dehydrogenase) and 4,5 kDa (Ovalbumin) appear on treatment capacity roomy 50% or less water condition. Cassava's protein with molecule weight of 66,2 kDa (Bovine serum albumin) appear on treatment capacity roomy of 150% or excess water condition.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa, karena dengan segala rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul “Screening Ketahanan Singkong (*Manihot esulenta* Crantz) terhadap Kekeringan dan Kebasahan Menggunakan Karakter Morfologi, Fisiologi dan Protein”.

Penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini diselesaikan guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pasca sarjana (S2) pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember. Pada kesempatan ini penulis tak lupa menyampaikan ucapan kepada berbagai pihak diantaranya :

1. Allah SWT, pencipta, pelindung dan maha segalanya di alam semesta ini yang telah memberikan kesempatan untuk berkarya di dunia ini.
2. Ayah “Bambang Setyono” dan Ibu “Susilowati” sebagai kedua orang tua yang sangat saya sayangi.
3. Bapak Dr. Ir. Sholeh Avivi, MSi., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan petunjuk dan pengarahan serta bimbingannya kepada penulis.
4. Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D., atas bantuan dana penelitian proyek LPDP.
5. Bapak Dr. Ir. Didik Pudji Ristanto, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan petunjuk dan pengarahan serta bimbingannya kepada penulis.
6. Bapak Prof. Tri Agus Siswoyo, SP., M.Agr., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Penguji I yang telah memberikan petunjuk dan pengarahan serta bimbingannya kepada penulis.
7. Ibu Prof. Dr. Sri Hartatik, MS., selaku Dosen Pembimbing Penguji II dan Ketua Program Studi Magister Agronomi yang telah memberikan petunjuk dan pengarahan serta bimbingannya kepada penulis dan yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menyusun Karya Ilmiah tertulis ini.

8. Bapak Dr. Jani Januar, M.T., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah memberikan izin atas penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
9. Rekan-rekan suka duka satu kata UKSM PANJALU, CHORUS RUSTICARUM, UKMO, IMAGRO dan WARUNG BULECK COMMUNITY yang mendukung keseharian penulis selama proses.
10. Segenap keluarga besar Universitas Jember yaitu semua mahasiswa mahasiswa, para asisten Agronomi, teknisi lahan dan laboratorium (Mas Gik, Mas Fauzan, Mbak Erni dan Mas Budi), karyawan, dosen, Ka.Bag, Ka.Subbag, pembantu dekan dan para alumni Fakultas Pertanian Universitas Jember.
11. Segenap keluarga besar Universitas Jember yaitu semua mahasiswa mahasiswa, para asisten Agronomi, teknisi lahan dan laboratorium (Mas Gik, Mas Fauzan, Mbak Erni dan Mas Budi), karyawan, dosen, Ka.Bag, Ka.Subbag, pembantu dekan dan para alumni Fakultas Pertanian Universitas Jember.
12. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan motivasi dan kenangan tersendiri yang tak terlupakan selama penulis menjalani bangku perkuliahan.
13. Semua Penulis, sutradara, produser, pengarang, pencipta karya-karya seni dan sastra sebagai pihak pembawa dunia yang semakin berarti. Terima kasih turut memberikan inspirasi, semangat, dorongan untuk menjadi orang besar.
14. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis berupaya menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis ini sebaik-baiknya, namun segala bentuk kekurangan yang ada akan senantiasa mengharap saran dan kritik dari pembaca. Semoga Karya Ilmiah Tertulis ini memberikan manfaat bagi kita, Amin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PRSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN TESIS	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xii
PRAKATA	xiv
DAFTAR ISI	xvi
DATAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1.PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Taksonomi Singkong	4
2.2 Morfologi Tanaman Singkong	4
2.3 Interaksi Genotipe dan Lingkungan	5
2.4 Identifikasi Plasma Nutfah Singkong	7
2.5 Kondisi Stress Kekeringan.....	8
2.6 Kondisi Stress Kebasahan	12
2.7 Analisis Pola Pita Protein menggunakan Metode Elektroforesis.....	15
2.8 Hipotesis.....	17

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Percobaan	18
3.2 Bahan dan Alat Percobaan	18
3.3 Metode Percobaan	18
3.3.1 Seleksi Varietas Singkong Untuk Ketoleranan terhadap Kekeringan dan Kebasahan	18
3.3.2 Penyiraman Berbagai Kondisi Kapasitas Lapang	19
3.4 Parameter Pengamatan	20
3.4.1 Karakter Morfologi	20
3.4.2 Karakter Fisiologi	20
3.4.3 Karakter Protein	21
3.5 Ekstraksi Protein	21
3.6 Pengukuran Konsentrasi Protein	21
3.7 Analisa Pola Pita Protein Daun SDS PAGE	21

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbedaan Respon Tiap Varietas Tanaman Singkong terhadap Cekaman Air	24
4.2 Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan Tanaman Singkong	33
4.3 Pola Pita Protein pada Masing-masing Kombinasi Perlakuan	35

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

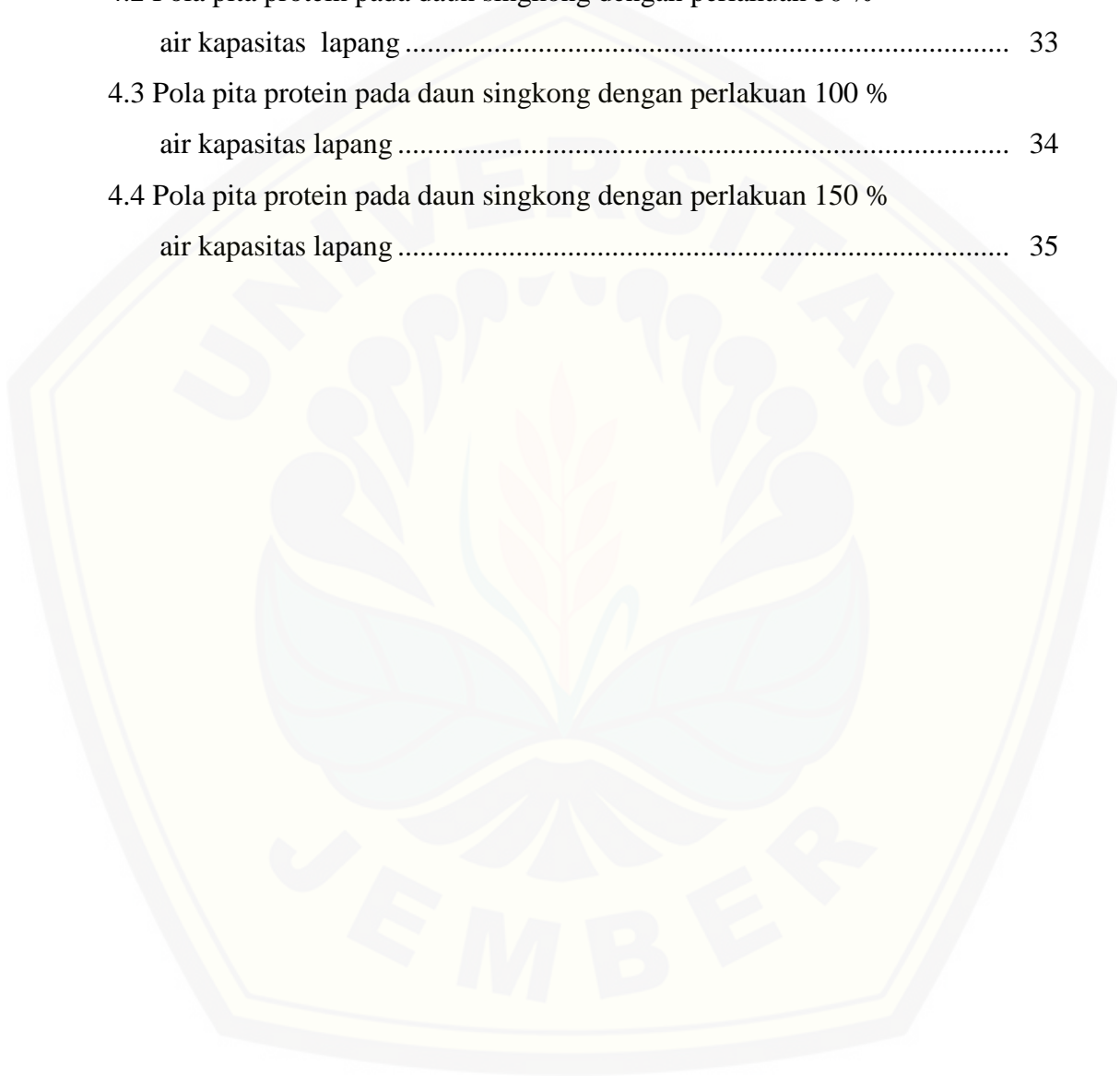
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA	40
-----------------------------	----

LAMPIRAN	46
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
4.1	Rangkuman Bagan Warna Daun (Badan Litbang Pertanian-IRRI)	29
4.2	Pola pita protein pada daun singkong dengan perlakuan 50 % air kapasitas lapang	33
4.3	Pola pita protein pada daun singkong dengan perlakuan 100 % air kapasitas lapang	34
4.4	Pola pita protein pada daun singkong dengan perlakuan 150 % air kapasitas lapang	35



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
4.1	Rangkuman nilai Kuadrat Tengah dari Semua Variabel Pengamatan	21
4.2	Karakter morfologi dan fisiologi pada 20 varietas singkong yang berbeda	23
4.3	Perbandingan pemberian air 50 % dan 100 % kapasitas lapang 20 varietas singkong pada beberapa parameter	24
4.4	Perbandingan pemberian air 100 % dan 150 % kapasitas lapang 20 varietas singkong pada beberapa parameter.....	25
4.5	Rangkuman nilai rata-rata pengaruh kapasitas lapang pada beberapa variable pengamatan.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Data Rerata Tinggi Tanaman	46
2.	ANOVA Tinggi Tanaman	48
3.	Data Rerata Jumlah Daun	48
4.	ANOVA Jumlah Daun	50
5.	Data Rerata Bagan Warna Daun	50
6.	ANOVA Bagan Warna Daun	52
7.	Data Rerata Diameter Batang.....	53
8.	ANOVA Diameter Batang	55
9.	Data Rerata Daya Hantar Stomata.....	55
10.	ANOVA Daya Hantar Stomata.....	57
11.	Data Rerata Kandungan Klorofil	57
12.	ANOVA Kandungan Klorofil	59
13.	Data Rerata Laju Fotosintesis	60
14.	ANOVA Laju Fotosintesis	62
15.	Daftar Varietas	62

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara agraris yang rata-rata mata pencaharian adalah petani dan menggantungkan kehidupannya pada bidang pertanian. Tetapi lahan pertanian sampai saat ini luasnya semakin menurun oleh semakin besarnya pertambahan penduduk. Jumlah penduduk yang bertambah telah menyita fungsi lahan pertanian, akibatnya kemampuan lahan untuk mencukupi kebutuhan pangan bagi penduduk semakin berkurang (Moniaga, 2011).

Budidaya singkong (*Manihot esculenta* Crantz.) bisa menjadi solusi bagi masalah ketahanan pangan di Indonesia. Selain memiliki karbohidrat yang tinggi, permintaan singkong terus naik dengan peningkatan laju permintaan 3,63% per tahun dan serapannya mencapai antara 62–78% dari produksi nasional (Sunnyoto dan Wargiono, 2009). Sementara potensi produksi singkong di Indonesia yaitu sebesar 25 – 40 ton/ha. Potensi tersebut tergolong rendah, akibatnya menyebabkan defisit pada tahun 2010 hanya sebesar 126 ribu ton (Saliem dan Nuryanti, 2011). Hal ini selain disebabkan oleh sistem budidaya singkong yang masih menggunakan sistem budidaya konvensional juga disebabkan oleh alih fungsi lahan.

Pemerintah Indonesia telah mengatasi permasalahan ini dengan cara ekstensifikasi di bidang pertanian. Ekstensifikasi pertanian dilakukan salah satunya cara memanfaatkan lahan marginal. Lahan pasang surut mempunyai potensi besar untuk pengembangan pertanian dengan produktivitas tinggi bila dilakukan dengan baik. Luas lahan rawa di Indonesia diperkirakan 33,4 juta ha, terdiri dari pasang surut 20,1 juta ha dan lahan lebak 13,29 juta ha. Dari total luasan lahan pasang surut, sekitar 9,53 juta ha berpotensi untuk dijadikan lahan pertanian dan sudah direklamasi sekitar 4,18 juta ha. Dengan demikian, tersedia cukup luas lahan rawa, terutama pasang surut, yang dapat dikembangkan sebagai areal pertanian (Nugroho et al. 1992).

Tanaman singkong mudah dibudidayakan. Saat ini masih belum ada varietas Singkong unggulan Indonesia yang tahan stres air. Seluruh usaha perbaikan sifat tanaman dapat dimodifikasi oleh manusia dinamakan pemuliaan tanaman. Sifat-sifat yang diinginkan oleh para budidaya antara lain mampu memproduksi lebih tinggi, toleran terhadap lingkungan, memiliki nilai gizi yang baik dan penanganannya lebih mudah.

Meski tanaman singkong memiliki kelebihan mudah dibudidayakan, kondisi kekurangan dan kelebihan air tetap menjadi masalah pada bidang pertanian. Pengaruh awal dari tanaman yang mendapat cekaman air adalah terjadinya hambatan terhadap pembukaan stomata daun yang kemudian berpengaruh besar terhadap proses fisiologis dan metabolisme dalam tanaman (PennyPacker, et al., 1990). Pengaruh cekaman kekeringan tidak saja menekan pertumbuhan dan hasil bahkan menjadi penyebab kematian tanaman. Demikian juga kelebihan air pada tanaman dapat merusak pertumbuhannya. Menurunnya oksigen mengakibatkan energi bagi sel yang menyebabkan aktivitas metabolik dan produksi energi. Dengan kondisi ini, tanaman melakukan perubahan morfologi, anatomi, fisiologi dan biokimia untuk dituntut beradaptasi dengan lingkungan tercekam (Tetsushi and Karim, 2007).

Kegunaan dalam penelitian ini adalah mencari varietas singkong unggul yang toleran stres air yang terdiri dari varietas singkong yang toleran kekeringan dan varietas singkong yang toleran kebasahan. Varietas singkong tahan stres air hasil penelitian ini akan merupakan varietas unggul hasil seleksi beberapa karakter yaitu karakter morfologi, karakter fisiologi, fisiko kimia umbi dan karakter molekuler.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat produktivitas sangat ditentukan oleh interaksi genotip dan lingkungan. Faktor lingkungan menjadi poin penting bagi petani untuk dapat mempertimbangkan varietas apa yang cocok ditanam di lokasi lahan petani khususnya lahan kekeringan dan kebasahan. Lingkungan tersebut sangat menentukan jumlah produksi karena dapat menyebabkan kegagalan panen.

Penggunaan seleksi varietas tahan diharapkan mampu beradaptasi luas dan stabil mengurangi resiko kegagalan petani terutama menyangkut masalah cekaman kekeringan dan kebasahan. Dengan menggunakan beberapa varietas singkong yang diuji dapat diidentifikasi permasalahannya antara lain varietas yang paling tahan terhadap cekaman kekeringan dan kebasahan. Dalam hal ini juga dapat kita pelajari tentang morfologi tanaman singkong dan protein yang terkandung terkait dengan ketahanan di lingkungan kekeringan dan kebasahan tersebut.

1.3 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk menghasilkan varietas singkong yang toleran stress air. Setelah diperoleh varietas singkong toleran stress air, diharapkan varietas tersebut dapat mengatasi permasalahan nasional yang ada terkait kasus impor tiap tahun yang terjadi. Varietas yang dapat ditanam di lahan stress air diharapkan dapat memberikan tambahan sumbangan penambahan hasil produksi singkong nasional yang berkelanjutan.

Tujuan penelitian ini berjangka panjang dan dilakukan secara bertahap. Untuk tahap ini tujuan utama yang ingin dicapai adalah seleksi plasma nutfah singkong tahan stress air dan identifikasi karakter agronomi, fisiologi dan protein yang dapat digunakan sebagai marka seleksi.

1.4 Manfaat

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang baik mengenai tingkat ketahanan singkong yang tahan terhadap cekaman kekeringan dan kebasahan.
2. Hasil penelitian yang diperoleh nantinya diharapkan dapat memberikan informasi tentang varietas singkong yang tahan berdasarkan karakter morfologi, fisiologi dan protein.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Singkong

Menurut Suprpti (2005) klasifikasi tanaman singkong antara lain :

Kingdom	: Plantae (Tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: Spermatophyta (Tumbuhan berbiji)
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae (Biji berkeping dua)
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Species	: <i>Manihot esculenta</i>

2.2 Morfologi Tanaman Singkong

Singkong atau ubi kayu memiliki banyak nama yaitu ketela pohon, ubi jenderal, ubi inggris, telo puhung, kasape, bodin, telo jenderal (Jawa), Sampeu, huwi dang deur, huwi jenderal (Sunda), kasbek (Ambon) dan ubi perancis (Padang). Bagian tubuh tanaman singkong terdiri atas batang, daun, bunga dan umbi.

Menurut Suprpti (2005), batang tanaman singkong berkayu dan beruas dengan tinggi hingga mencapai lebih dari 3 m. Warna batangnya bervariasi yaitu ketika masih muda berwarna hijau dan setelah tua menjadi keputih-putihan, kelabu atau hijau kelabu. Batang berlubang berisi empulur warna putih, lunak dengan struktur seperti gabus. Daun singkong berurat menjari berkisar 5-9 helai. Daun yang masih muda mengandung racun sianida, namun demikian dapat dimanfaatkan sebagai sayuran dan dapat menetralsir rasa pahit sayuran yang lain seperti daun pepaya dan kenikir. Bunga tanaman ini berumah satu dengan penyerbukan silang sehingga jarang terjadi pembuahan. Umbi yang menggelembung berfungsi sebagai cadangan makanan. Bentuk umbi biasanya memanjang yang terdiri atas kulit luar tipis (ari) yang berwarna kecoklat-coklatan.

Sedangkan kulit dalam agak tebal berwarna keputih-putihan dan daging berwarna putih atau kuning (tergantung varietasnya) yang mengandung sianida dengan kadar yang berbeda.

2.3 Interaksi Genotipe dan Lingkungan

Genotipe dan lingkungan sangat mempengaruhi kondisi fisik tanaman di mana terjadi interaksi. Genotipe dan beberapa faktor seperti kadar pemupukan, populasi tanaman dan pengendalian hama dapat kita kendalikan. Namun cahaya matahari, curah hujan dan beberapa hal materi tanah sulit kita kendalikan. Sebab, keragaman dapat disebabkan oleh perbedaan lingkungan. Keadaan lingkungan yang optimum sangat dibutuhkan tanaman untuk mengekspresikan program genetiknya secara penuh. Keadaan ini juga dapat berbeda di antara jenis tanaman tergantung pada keragaman dan susunan genetiknya (Sitompul dan Guritno, 1995).

Pada umumnya pengaruh faktor lingkungan dikelompokkan sebagai pengaruh dari perbedaan tempat dan musim tanam atau tahun (Bari *et al.*, 1974). Lebih lanjut Falconer (1972) menyatakan bahwa keragaman lingkungan nilainya dapat menjadi lebih besar untuk suatu genotipe. Hasil penelitian akan kurang sempurna apabila ragam lingkungannya sumber nilainya lebih besar. Ragam lingkungan harus ditekan dengan penanganan percobaan yang seksama atau menggunakan rancangan percobaan. Nutrisi dan faktor iklim adalah faktor yang menyebabkan keragaman lingkungan dan berhubungan dengan proses metabolisme.

Dalam pengamatan beberapa sifat perlu diamati apakah disebabkan perbedaan gen atau perbedaan lingkungan. Dalam hal ini diperlukan adanya pernyataan yang bersifat kuantitatif antar faktor keturunan relatif terhadap faktor lingkungan dalam memberikan penampilan akhir atau fenotipe sifat yang diamai (Bari *et al.*, 1974).

Fenotipe suatu sifat adalah fungsi dari genotipe dan lingkungan, sedangkan interaksi genotipe x lingkungan merupakan fungsi dari tempat dan waktu. Lingkungan dianggap sebagai perlakuan yang dikenakan pada genotipe yang

sama (Kasno, 1986). Ditambahkan oleh bahwa komponen-komponen yang menjadi sumber interaksi genotipe dan lingkungan adalah tinggi tempat di atas permukaan air laut, temperatur, fotoperiode, ph, keracunan Al dan Fe, curah hujan (pengairan), hama penyakit dan kesuburan tanah (Dahlan dan Slamet, 1992).

Genotipe merupakan pengaruh kerja dari gen-gen yang dimiliki oleh suatu individu dan lingkungan adalah semua pengaruh yang bukan genetik. Nilai kedua komponen tersebut mempengaruhi nilai fenotipik yang masing-masing disebut dengan nilai genotipik dan simpangan lingkungan. Bila P adalah nilai fenotipik, G nilai genotipik dan E simpangan lingkungan, maka secara sederhana dapat diperoleh hubungan yaitu $P = G+E$. Rata-rata simpangan lingkungan akan sama dengan 0. Maka nilai genotipik akan bernilai sama dengan nilai fenotipiknya. Bila simpangan lingkungan tidak sama dengan 0 dan nilai genotipe berubah pada setiap keadaan lingkungan, berarti terdapat interaksi genotipe x lingkungan (GE) sehingga ekspresi fenotipik sifat kuantitatif dapat dinyatakan sebagai kesamaan $P = G + E + GE$. Karena pengukurannya berdasarkan fenotipe maka nilai-nilai G, E dan GE harus dinyatakan dalam ukuran-ukuran fenotipik.

Ragam fenotipe total ragam di antara fenotipe bila ditanam pada suatu gugus keadaan lingkungan tertentu, ragam genotipe adalah ragam yang ditimbulkan oleh perbedaan-perbedaan lingkungan di mana individu ditanam dan ragam interaksi genotipe x lingkungan ialah bagian dari ragam fenotipe yang ditimbulkan oleh perbedaan-perbedaan di antara genotipe yang ditimbulkan oleh perbedaan-perbedaan di antara genotipe yang sama pada lingkungan yang berbeda-beda. Ragam interaksi genotipe x lingkungan timbul karena kegagalan suatu genotipe untuk memberikan hasil yang sama di berbagai lingkungan yang perbedaannya tidak mencolok dengan jumlah ulangan, tempat dan musim tanam yang optimal (Kasno, 1986). Untuk mengetahui sampai seberapa jauh peranan faktor lingkungan pada suatu sifat tanaman, didekati usaha untuk memisahkan antar pengaruh genotipe dan lingkungan serta interaksinya (Poespodarsono, 1998).

Terdapat dua kemungkinan penyebab suatu varietas dapat beradaptasi dengan baik yaitu : 1) varietas dengan satu macam genotipe, mempunyai susunan

genetik atau kombinasi gen sedemikian sehingga mampu mengendalikan sifat morfologi dan fisiologi yang dapat menyesuaikan diri pada lingkungan tertentu atau perubahan lingkungan, seperti pada varietas tanaman menyerbuk sendiri dan klon; 2) varietas dengan jumlah genotipe yang berbeda, masing-masing mempunyai kemampuan menyesuaikan diri terhadap perbedaan lingkungan seperti pada varietas lokal dan tanaman menyerbuk silang. Sangat sulit untuk mengatur suatu lingkungan sehingga varietaslah yang harus beradaptasi terhadap lingkungan.

2.4 Identikasi Plasma Nutfah Singkong

Plasma nutfah dapat dikumpulkan dari beberapa daerah seperti sekitar Jember, Bondowoso, Situbondo, Ngawi, Jogjakarta, Lampung, Bogor dan NTT. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan & Umbi-umbian Malang (Balitkabi) telah menyediakan aksesori. Perlakuan mutasi juga dapat meningkatkan keragaman plasma nutfah.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Pusat Penelitian Pengembangan pertanian telah melepas beberapa varietas unggul ubi kayu antara lain varietas Malang 1 dan Malang 2 yang mempunyai umur panen 270 dan 240 hari dengan produksi mencapai 37 dan 32 ton/ha. Pada tahun 1993 telah dilepas varietas yang mempunyai ketahanan tungau merah dan bercak coklat merah daun yang menjadi varietas unggul. Tiga varietas introduksi lainnya juga dilepas pada tahun 1993 seperti Adira 1, Adira 2, dan Adira 4, ketiga varietas ini mempunyai sifat ketahanan terhadap hama tungau merah dan tahan layu. Sedangkan umur panennya berbeda yaitu Adira 1 selama 215 hari, Adira 2 kurang lebih 250 hari, dan Adira 4 selama 270 hari. Produksi per hektarnya juga berbeda-beda, berturut-turut berkisar antara 21, 35, dan 37 ton/ha. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2013).

Pada tahun 2000 telah dilepas varietas unggul yaitu varietas UJ-3 yang telah diintroduksi. Varietas ini memiliki ciri-ciri umum berbatang tegak, tidak bercabang dengan produktivitas rata-rata 35–40 ton/ha, warna kulit umbi krem keputihan dengan warna kulit dalam umbi putih kemerahan, rasa pahit (kadar

HCN>100 ppm), kadar pati 25–30% dan umur panen 8–10 bulan. Varietas ini mempunyai ciri–ciri umur panen 8–10 bulan, potensi hasil perhektarnya 102 ton/ha, warna daging umbi berwarna putih dan berkadar pati antara 25.0-31,5% (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2013).

Pada tahun 2000 juga dilepas varietas UJ-5 yang memiliki ciri–ciri tidak bercabang, rata–rata produksinya 38 ton/ha dan warna kulit umbi putih, warna kulit dalam agak ungu, daging umbi putih, rasa pahit (kadar HCN >100 ppm). Kadar pati 19–30%, agak tahan terhadap bakteri hawar (*Cassava bacterial blight*), umur panen 9–10 bulan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2013). Sedangkan pada tahun 2001 dilepas dua varietas introduksi yaitu Malang-4 dan Malang-6. Varietas Malang-4 memiliki batang yang tidak bercabang, kulit umbi berwarna coklat dan kulit dalam umbinya berwarna putih. Sedangkan varietas Malang-6 memiliki batang yang bercabang tinggi, kulit umbinya berwarna putih dan kulit dalam berwarna agak kuning. Keduanya mempunyai rata–rata produksi kedua varietas berkisar antara 36,5–39,7 ton/ha. Umur panen kedua varietas rata–rata pada umur 9 bulan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2013).

2.5 Kondisi Stress Kekeringan

Air mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan. Pada tanaman yang kekurangan air secara umum ukuran jaringan dan organnya akan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang kecukupan air. Cekaman air sangat berpengaruh dalam tubuh tanaman. Proses fisiologi dan biokimia pada tanaman akan berpengaruh apabila keadaan ini terjadi, sehingga hal ini akan menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tubuh tanaman. Perubahan tekanan osmotik dan tekanan dinding sel dari positif menjadi negatif akan terjadi dalam keadaan kekurangan air (Bae *et al.*, 2007). Cekaman kekeringan juga akan menurunkan kadar air tanah pada media tempat tumbuh, potensial daun, kadar air pada daun, kadar air relatif pada daun dan luas daun relatif pada tanaman kelapa sawit (Toroun-matius dkk., 2001). Proses

pembentukan prolin, glisin betain dan glukosa juga dapat terjadi apabila tanaman kekeringan.

Berikut adalah beberapa mekanisme toleransi pada tanaman sebagai respon adanya cekaman kekeringan. Pertama tanaman akan tetap tumbuh pada kondisi ini dengan merubah dan menurunkan luas daun dan memperpendek siklus tumbuh. Kedua, kemampuan akar untuk menyerap air di lapisan tanah paling dalam. Ketiga, kemampuan untuk melindungi meristem akar dari kekeringan dengan meningkatkan akumulasi senyawa tertentu seperti glisin, betain, gula alkohol atau prolin untuk osmotic adjustment dan yang terakhir mengoptimalkan peranan stomata untuk mencegah hilangnya air melalui daun (Nguyen *et al.*, 1997 dalam Lestari. 2006). Dengan adanya osmotic adjustment tersebut memungkinkan pertumbuhan tetap berlangsung dan stomata tetap membuka.

Respon tanaman akan beragam terhadap situasi cekaman kekeringan sangat tergantung pada tingkat toleransinya. Cekaman kekeringan akan mempengaruhi morfologi dari tanaman. Penelitian tanaman kopi *Canephora* yang dilakukan oleh Pinheiro *et al.* (2005). Cekaman kekeringan pada kopi jenis ini mengakibatkan perbedaan pada bentuk daun dan perakarannya. Pada klon kopi yang toleran terhadap kekeringan bentuk perakaran lebih luas dan akar lebih memanjang. Berat brangkasan pada tanaman kedelai akan turun jika terjadi cekaman kekeringan. Pada pemberian air 80% kapasitas lapang menjadi 40% kapasitas lapang akan secara nyata menurunkan berat berat kering dari akar kedelai seperti yang telah dilaporkan oleh (Hanum dkk., 2007). Namun ada beberapa varietas lain tanaman kedelai yang dapat membentuk akar lebih baik dibandingkan varietas yang lain seperti contohnya Wilis, Sinyonya dan Lumut.

Cekaman kekeringan juga mempengaruhi berat basah dan berat kering akar dan tunas, panjang akar dan tunas serta luas daunnya pada tanaman *Paseolus vulgaris* dan *Sesbania aculeata*. Hal ini disebabkan pembentukan asam amino juga berbeda sangat signifikan pada kedua spesies tersebut dan mempengaruhi laju asimilasi CO₂, laju transpirasi dan stomatal conductalnya. Pembentukan klorofil akan meningkat pada tanaman yang terkena stress. Sebaliknya aktivitas nitrat reductase (NR) akan semakin menurun. Namun pada pembentukan Glicine

betain pada daun hal ini tidak signifikan (Asraf dan Iram, 2005). Keberadaan senyawa ascorbic dan kandungan tokoferol yang meningkat akan dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stress kekeringan seperti yang dilaporkan oleh Jaleel (2009) pada tanaman *Whitania somnifora*.

Pada tanaman *Lotus glaber* kekeringan tanaman akan mempengaruhi biji yang dihasilkan (Clue *et al.*, 2006). Hal ini juga akan menyebabkan penurunan jumlah bunga per tanaman, jumlah biji per tananaman dan jumlah biji per pot. Daya kecambah dari biji tersebut juga menurun. Protein pada jagung akan menurun jika kondisi stress kekeringan terjadi. Namun, beberapa jenis jagung mempunyai daya adaptasi yang cukup baik pada kondisi kering. Gen-gen yang berperan dalam mekanisme ketahanan ini adalah gen yang dapat menstimulir terbentuknya lignin yang lebih tinggi pada tanaman tersebut seperti yang telah dilaporkan oleh Hu *et al.* (2009).

Pada tanaman singkong yang mengalami stress kekeringan akan menghambat pembelahan sel yang selanjutnya akan menghambat perkembangan daun muda (Alves & Setter, 2004). Tanaman singkong yang toleran kekeringan mempunyai mekanisme mengurangi kehilangan air dengan cara menutup sebagian stomata Gene yang di anggap berperan penting dalam ketahanan tanaman singkong terhadap kekeringan adalah gen MeALDH, MeZFP, MeMSD and MeRD28 (Turyagyenda *et al.* 2013).

Tabel 2.1 Karakter yang berubah saat stress kekeringan

Karakter	Komoditas	Ciri Tanaman Tahan	Sumber
Tinggi tanaman	Jagung	Performa tanaman tinggi, cekaman kekeringan hanya berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman	Wijayanto <i>et al.</i> , 2014
Jumlah daun	Belukar	Menggugurkan daun tua, ranting serta cabang dan menyisakan daun muda dan lebih kecil	Fitter dan Hay, 1991
Warna daun	Jagung	Warna daun normal, karena jagung yang mengalami kekurangan air akan berubah warna menjadi kuning pucat	Edmeades <i>et al.</i> , 1992

Berat segar	Kelapa sawit	Berat kering tajuk, akar dan volume akar tinggi karena salah satu mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan untuk mempertahankan status air tetap tinggi	Endah dan Dedywiryanto, 2008
Diameter batang	Jagung	hasil-hasil fotosintat yang terbentuk banyak diarahkan pada batang dibanding dengan tanaman yang tinggi hasil-hasil fotosintat memacu pertumbuhan tinggi tanaman dibanding pertumbuhan diameter batang	Wijayanto <i>et al.</i> , 2014
Volume akar	Jagung	Panjang dan volume akar normal karena Cekaman air dapat mengurangi tinggi tanaman, luas daun, berat tajuk dan berat akar tanaman jagung	Sutoro <i>et al.</i> , 1989
Daya hantar stomata	Padi	Daya Hantar stomata menurun karena cekaman air akan meningkatkan tahanan difusi stomata dan tahanan mesofil. Tahanan difusi stomata adalah kebalikan dari daya hantar stomata. Tahanan difusi stomata yang meningkat karena stomata menutup akan menghambat asimilasi karbon, sedangkan tahanan mesofil yang meningkat akan menurunkan aktivitas enzim karboksilase	Kluge, 1976
Kandungan gula (brix)	Shorgum	Tanaman yang tercekam cenderung membentuk gula dalam batang sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan	Unaiyatin <i>et al.</i> , 2010
Kandungan klorofil	Jahe	Salah satu aspek fotosintesis yang sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan adalah biosintesis klorofil dan pembentukan protoklorofil terhambat pada PA sedikit di bawah 0 atm	Salisbury dan Ross, 1992

Laju Fotosintesis	Jagung	Penurunan laju fotosintesis dan laju transpirasi, penurunan laju penyerapan dan translokasi nutrien (unsur hara), penurunan pemanjangan sel, serta penghambatan pertumbuhan.	Lisar <i>et al.</i> , 2012
-------------------	--------	--	----------------------------

2.6 Kondisi Stress Kebasahan

Menurut Islam MS *et al.* (2011), kelebihan air di lahan akan menyebabkan penurunan karakter pertumbuhan, penurunan hasil, hingga kematian bibit. Kehilangan hasil panen akibat tergenangnya air di lahan tanaman dipengaruhi oleh genotipe, kondisi lingkungan, fase tumbuh saat terjadi genangan air dan lama waktu penggenangan.

Pada tanaman yang tercekam kelebihan air terjadi beberapa perubahan karakter fisiologis seperti menurunnya tingkat transpirasi, menurunnya tingkat fotosintesis tetapi konduktansi stomata meningkat, menurunnya tingkat pertumbuhan, respirasi menjadi lebih tinggi, berpengaruh cekaman genangan terhadap respirasi yang tergantung pada varietas dan fase fisiologinya, perubahan proses metabolisme dari aerobik menjadi anaerobik, menurunnya serapan nutrisi oleh akar dan jumlah daun menguning meningkat (Malik and Tomer, 2003; Tetsushi and Karim, 2007). Selama cekaman genangan terjadi tanaman melakukan perubahan morfologi, anatomi, fisiologi, dan biokimia untuk beradaptasi dengan lingkungan tercekam. Besarnya kerusakan akibat cekaman genangan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah tinggi genangan, durasi atau lama waktu genang dan kecepatan aliran air (Tetsushi and Karim, 2007). Karakter morfologi dan fisiologi tersebut akan di pilih untuk di jadikan marka seleksi.

Menurunnya oksigen dalam perakaran disebabkan kondisi perakaran yang tercekam kelebihan air. Penurunan oksigen di bawah tingkat yang optimal disebut hipoksia adalah bentuk paling umum dari cekaman genangan dan terjadi ketika akar terendam di dalam air tetapi tajuk tetap di atmosfer (Parent *et. al.*, 2008). Jumlah maksimum oksigen terlarut saat terjadinya genangan dalam

kesetimbangan dengan udara sekitar 3% dalam volume yang sama dari udara itu sendiri.

Oksigen memainkan peran dalam menghasilkan energi bagi sel dan keberadaan oksigen menentukan aktivitas metabolik dan produksi energi. Fungsi oksigen adalah sebagai akseptor elektron dalam oksidatif dalam jalur fosforilasi, yang menghasilkan ATP, energi untuk metabolisme sel, dengan regenerasi penting NAD kofaktor dari NADH, untuk mempertahankan biokimia sel (Dennis, *et al.*, 2000). Keadaan ini menyebabkan terjadinya perubahan dari respirasi aerob ke fermentasi anaerob yang menginduksi glikolisis dan gen-gen fermentasi (Dat, *et al.*, 2004). Peningkatan fluks glikolitik bersamaan dengan regenerasi NAD⁺ oleh fermentasi piruvat menjadi etanol melalui dekarboksilase piruvat dan alkohol dehydrogenase (ADH). Etanol berdifusi keluar dari sel masuk ke dalam lingkungan eksternal untuk mengurangi cadangan karbon dalam tanaman. Metabolisme piruvat ke alanin menyediakan alternatif produk, termasuk 2-oxoglutarate yang dapat lebih dimetabolisme menjadi suksinat melalui siklus TCA oleh enzim Succinate CoA ligase (SCS). Sehingga memberikan tambahan ATP per molekul sukrosa. Oksidasi NADH dalam matriks mitokondria dijamin oleh pengurangan oksaloasetat melalui kebalikan dari reaksi siklus TCA yang dikatalisis oleh enzim malat dehydrogenase agar reaksi tetap berjalan. Malat yang dihasilkan selanjutnya dikonversi menjadi fumarat dan suksinat yang dapat dibawa dari jaringan hipoksia ke bagian aerasi tanaman (Bailey-Serres *et al.*, 2012).

Tabel 2.2 Karakter yang berubah saat stress kebasahan

Karakter	Komoditas	Ciri Tanaman Tahan	Sumber
Tinggi tanaman	Cabai	Perlakuan genangan setengah dan genangan penuh mengalami pertambahan tinggi tanaman yang lebih rendah dibandingkan tanaman pada perlakuan kontrol	Safrizal <i>et al.</i> 2008
Jumlah daun	Cabai	Jumlah daun normal karena jumlah daun perlakuan penggenangan semakin	Safrizal <i>et al.</i> 2008

		menurun, hal ini karena pada minggu ke 2 daun tanaman GS dan GP mulai gugur.	
Warna daun	Kedelai	Warna daun Normal karena perlakuan penggenangan pada umur 8-10 MST daun-daun telah menguning dan mulai gugur, sehingga kemampuannya berfotosintesis telah berkurang	Tampubolon <i>et al.</i> , 1989
Berat segar	Kedelai	Berat segar normal karena penggenangan menurunkan pada jumlah biji/pot. Penurunan jumlah biji adalah sebagai akibat menurunnya jumlah polong dan meningkatnya persen polong hampa	Tampubolon <i>et al.</i> , 1989
Diameter batang	Karet	Diameter batang normal karena perlakuan tinggi genangan berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang	Holidi <i>et al.</i> 2013
Volume akar	Kedelai	Tanaman dapat mengadakan adaptasi secara morfologis terhadap keadaan tergenang dengan membentuk akar adventif	Russel, 1973
Daya hantar stomata	Kelapa Sawit	Daya hantar stomata menurun. Walaupun air tersedia dalam jumlah berlebihan pada media tumbuh namun kemampuan tanaman menyerap air pada kebanyakan species akan menurun, terbukti dengan penurunan potensial air tanaman. Penurunan potensial air tanaman ini tidak disebabkan oleh peningkatan laju transpirasi, karena pada kondisi tergenang hampir semua species menunjukkan penurunan daya hantar stomata (karena stomata	Dewi, Nurmala. 2009

		mulai menutup).	
Kandungan gula (brix)	Tebu	Kandungan brix normal karena tanaman tebu yang mengalami cekaman air memiliki kandungan brix yang cukup tinggi dikarenakan saat tanaman tergenang air menyebabkan unsur hara yang terdapat pada media tanam menjadi terlarut dan tidak terbuang dari media tanam sehingga tanaman lebih mudah menyerap unsur hara	Kuspratomo <i>et al.</i> , 2013
Kandungan klorofil	Cabai	Kandungan klorofil pada tanaman kontrol lebih tinggi karena pertumbuhan tanaman lebih baik dan unsur-unsur yang berperan sebagai penyusun klorofil juga lebih banyak. Secara visual dapat dilihat dengan warna yang lebih hijau pada tanaman kontrol dibandingkan perlakuan genangan	Safrizal <i>et al.</i> 2008
Laju Fotosintesis	<i>Gynura segetum</i>	Laju fotosintesis tinggi karena Fotosintesis berkurang karena penutupan stomata setelah genangan pada beberapa spesies tanaman. Berkurangnya fotosintesis juga terjadi karena adanya hambatan non-stomata yaitu adanya perubahan enzim karboksilase dan penurunan jumlah klorofil	Kozlowski, 1997

2.7 Analisis Pola Pita Protein menggunakan Metode Elektroforesis

Beberapa metode penelitian genetik dunia tumbuhan sebagian besar mencoba untuk memaparkan bahan genetik seperti enzim/protein dan DNA/RNA. Elektroforesis adalah alat analisa molekuler secara modern yaitu pemaparan bahan genetik (Sudarmono, 2006). Elektroforesis berperan dalam proses pemisahan

molekul-molekul biologi, khususnya protein (Sugiharsono dkk., 2014). Setiap genom tumbuhan baik enzim atau protein dan DNA memiliki berat yang berbeda-beda sehingga kecepatan Bergeraknya pada media gel juga berbeda-beda dan hal ini hanya dapat dilihat melalui pewarnaan (Sudarmono, 2006). Metode untuk mengidentifikasi suatu zat berdasarkan pada sifat kelistrikan zat tersebut khususnya berdasarkan besarnya berat molekul dan struktur fisik atau ukuran zat tersebut disebut metode elektroforesis. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian di bidang biologi dan genetika. Di bidang ilmu biologi ataupun biologi molekuler, metode elektroforesis banyak digunakan untuk taksonomi, sistematik dan genetik dari hewan ataupun tumbuhan. Kita harus mengetahui terlebih dahulu pengetahuan mengenai biokimia protein serta pengetahuan tentang metode elektroforesis sebelum melakukan metode elektroforesis guna mengetahui suatu populasi ataupun sistematik dari suatu jenis hewan ataupun tumbuhan (Pratiwi, 2001).

Metode penelitian terhadap enzim atau protein dapat dilakukan dengan alat elektroforesis horizontal atau vertikal. Prinsip kerjanya bergerak dari arus negatif (katoda) ke positif (anoda). Saat *running* harus didalam pendingin (antara 4 sampai 20°C), dalam waktu biasanya 3-4 jam (250-300 volt), dikarenakan bahan genetik tersebut sensitif terhadap panas listrik. Apabila menggunakan elektroforesis horizontal, maka gel tepung setebal 1 cm dipotong lembaran menjadi 6 lembar (6 sistem enzim) dan diwarnai sehingga muncul pita sesuai dengan sistem enzim yang dipakai. Perbedaan pewarnaan elektroforesis vertikal, bahan kimia gelnya berbahaya terhadap tubuh karena bersifat karsinogen (Sudarmono, 2006). Ketebalan pita dibedakan pita yang tebal dan tipis. Pita yang tebal menunjukkan bahwa kandungan protein tersebut besar atau konsentrasinya besar sedangkan pita yang tipis menunjukkan bahwa kandungan proteinnya sedikit (Sunarto, 2011). Faktor yang dapat mempengaruhi gambaran pita-pita protein dalam gel antara lain konsentrasi gel, suhu, dan pH. Konsentrasi gel yang terlalu tinggi mengakibatkan pori-pori gel semakin kecil sehingga pita-pita yang nampak menunjukkan berat molekul yang lebih kecil. Suhu tinggi mengakibatkan adanya pemanasan yang dapat menguraikan struktur protein menjadi lebih

sederhana sehingga pita-pita protein menunjukkan berat molekul yang lebih kecil. pH yang ekstrim dapat menyebabkan proses denaturasi. (Sugiharsono dkk., 2014).

Menurut Crawford (1990) dalam Suwarno dan Suranto (2010) pola pita protein banyak dilakukan pada protein cadangan makanan dalam biji (seed protein) sebagai usaha pendekatan keanekaragaman hayati. Visualisasi dilakukan dengan pewarna protein, misalnya Coomassie Blue dan Indigo Black. Dengan metode ini, setiap protein biji dapat memunculkan lebih dari 20 pita dengan pola yang kompleks sehingga sulit diinterpretasikan. Pola pita yang dihasilkan terkadang kala tidak stabil dan sangat tergantung kondisi peralatan elektroforesis, sehingga memerlukan banyak ulangan.

2.8 Deskripsi Varietas Singkong (berdasarkan hasil pencandraan)

Nama	Asal	Tinggi (m)	Jumlah Cabang	Banyak Daun	Diameter Batang (cm)	Produksi
Puhung	Jember	2-3	3-5	120-140	3-5	3188 gram
Kasesat Beracun	Medan	1,5-2	1-2	30-15	3,5-5	1096 gram
Gajah	Kalimantan	1,3-1,8	1-3	30-40	2,3-4	4732,6 gram
Pepe Kuning	Jember	1,8-2,3	2-4	70-110	4-6	4248 gram
Mentega	Lumajang	1,6-1,7	1-2	25-45	2,5-3,5	4440 gram
Sawi Ketan	Banyuwangi	1,2-1,6	1-2	25-50	2-4	
Puhung	Jember	2-3	1-2	120-140	2-4	1562 gram
Ketan	Jember	1,2-1,5	1-2	25-50	3-4	1288 gram
Kuning	Sumenep	1,1-1,8	1-2	25-40	3-5,5	1544 gram
Puhung	Jember	1,6-1,9	1-3	30-55	4-5	1562 gram
Puhung	Bondowoso	1-1,3	2	25-40	1,5-2,5	952 gram

2.9 Hipotesis

1. Terdapat karakter morfologi dan fisiologi yang berperan penting dalam mempengaruhi ketahanan tanaman singkong terhadap cekaman kekeringan dan kebasahan.
2. Terdapat protein yang berpengaruh terhadap ketahanan tanaman singkong terhadap cekaman kekeringan dan kebasahan.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Percobaan

Percobaan dilaksanakan di Kabupaten Jember dengan ketinggian tempat kurang lebih 500 meter di atas permukaan laut, tepatnya di lahan percobaan Green House dan Laboratorium Analisis Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jember pada bulan 18 April hingga 5 Desember 2015.

3.2 Bahan dan Alat Percobaan

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah 20 varietas singkong yang terdiri dari 1: Puhung, 2: Singkong Sumatra, 3: Kasesat Beracun, 4: Gajah, 5: Pepe Kuning, 6: Mentega, 7: Sawi Ketan, 8: Gatot Kaca, 9: Puhung, 10: Ketan, 11: Singkong Kuning, 12: Gadong, 13: Singkong Raja, 14: Puhung, 15: Darul Hidayah, 16: Karetan, 17: Puhung, 18: Pohong Sawo, 19: Daun Ganja dan 20: Genjah Santan, polybag, media tanam, bak, gelas ukur, pupuk NPK dan pestisida. Alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah penggaris meteran, Bagan Warna Daun Badan Litbang Pertanian-IRRI, timbangan digital, jangka sorong, leaf porometer, digital refractometer, chlorophyllmeter (SPAD-502 Minolta), MINI-PAM, spektrofotometer, elektroforesis dan alat-alat yang berhubungan dengan pemeliharaan tanaman dan panen.

3.3 Metode Percobaan

3.3.1 Seleksi varietas Singkong untuk ketoleranan terhadap kekeringan dan kebasahan

Rancangan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) menggunakan 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah varietas (V) yang terdiri 20 taraf. Faktor kedua adalah tinggi penggenangan (K) yang terdiri dari 3 taraf, antara lain: K1 (pemberian air 50% kapasitas lapang), K2 (pemberian air 100% kapasitas lapang) dan K3 (pemberian air 150% kapasitas lapang). Perbedaan antara perlakuan diuji dengan *Duncan Multiple*

Range Test (DMRT) dengan tingkat kepercayaan 5%. Pengamatan di lakukan terhadap karakter agronomi, fisiologi, dan fisiko kimia umbi yang terkait erat dengan sifat tahan basah.

Data yang diuji dan dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam dengan model linier.:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + T_j + (VT)_{ij} + p_k + \sum_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ijk} : Nilai pengamatan dari ulangan ke-k yang mendapatkan tara ke-i dari faktor V dan taraf ke-j dari faktor T

μ : Nilai tengah umum

V_i : Pengaruh varietas taraf ke-i

T_j : Pengaruh tinggi penggenangan taraf ke-j

$(VT)_{ij}$: Pengaruh interaksi varietas taraf ke-i dengan tinggi Penggenangan taraf ke-j

p_k : Pengaruh aditif dari kelompok

\sum_{ijk} : Pengaruh galat percobaan ke-k yang memperoleh taraf perlakuan ke-i faktor V dan taraf ke-j yang memperoleh faktor T

Apabila hasil dari analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5 % .

3.3.2. Penyiraman Berbagai Kondisi Kapasitas Lapang

Penyiraman berbagai kondisi kapasitas lapang ini dilakukan sesuai dengan perlakuan 50%, 100% dan 150% kapasitas lapang. Untuk mengetahui volume air sudah mencapai kapasitas lapang yaitu dengan menimbang berat awal media setelah dikering anginkan (14 kg). Kemudian disiram dengan air sampai media dalam polybag tidak menetes di bagian permukaan bawah. Volume air yang ditambahkan untuk kondisi tersebut sebanyak 1200 ml (kondisi ini ditetapkan sebagai kondisi 100% kapasitas lapang). Setelah itu menghitung berapa jumlah volume air yang disiramkan pada media sampai mencapai kondisi kapasitas lapang. Penentuan volume penyiraman air sebagai berikut:

- K1 volume penyiraman air 50% kapasitas lapang = $\frac{50}{100} \times 1200 \text{ ml} = 600 \text{ ml}$
- K2 volume penyiraman air 100% kapasitas lapang = $\frac{100}{100} \times 1200 \text{ ml} = 1200 \text{ ml}$
- K3 volume penyiraman air 150% kapasitas lapang = $\frac{150}{100} \times 1200 \text{ ml} = 1800 \text{ ml}$

3.4 Variabel Pengamatan

3.4.1 Karakter Morfologi

- Tinggi tanaman, diukur sebelum perlakuan dan dilakukan seminggu sekali sesudah perlakuan dengan metode meteran.
- Jumlah daun, diukur sebelum perlakuan dan dilakukan seminggu sekali sesudah perlakuan.
- Warna daun, diukur sebelum perlakuan dan dilakukan seminggu sekali sesudah perlakuan dengan metode *colour chart*.
- Berat segar tanaman (akar, batang dan daun), diukur pada akhir penelitian dengan timbangan digital.
- Diameter batang, diukur sebelum perlakuan dan dilakukan seminggu sekali sesudah perlakuan dengan menggunakan jangka sorong.
- Volume akar, diukur pada akhir penelitian dengan menggunakan gelas ukur.

3.4.2 Karakter Fisiologi

- Daya hantar stomata, diukur saat sebelum dan sesudah perlakuan dengan menggunakan *Leaf Porometer* ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$).
- Kandungan gula (brix), diukur di akhir penelitian menggunakan *digital refractometer*.
- Kandungan klorofil, diukur di akhir penelitian menggunakan *Clorophyllmeter SPAD-502 Minolta* ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$).
- Laju fotosintesis, diukur saat sebelum dan sesudah perlakuan dengan menggunakan MINI-PAM.

3.4.3 Karakter Protein

- Analisa protein dilakukan terhadap SDS page

3.5 Ekstraksi Protein

Ekstraksi ini menggunakan sampel daun yang masing-masing sebanyak 0.5 gram digerus menggunakan mortar dengan campuran pasir quarsa agar lebih mudah halus. Kemudian sampel yang sudah digerus dicampur dengan buffer phospat dengan perbandingan berat sampel dan buffer 1 : 3. Langkah selanjutnya kemudian larutan protein dalam ependolf disentrifugasi 10.000 rpm selama 10 menit dan selanjutnya mengambil supernatannya.

3.6 Pengukuran Konsentrasi Protein

Kadar protein ditentukan dengan metode Bradford (1976). Sebanyak 5 μ l larutan protein yang dicampur dengan 45 μ l aquades dan larutan bradford 950 μ l. Selanjutnya, larutan di vorteks sampai homogen. Absorban larutan diukur dengan panjang gelombang 595 nm. Larutan standar protein yang digunakan adalah larutan BSA dengan konsentrasi 0 μ g/ μ l, 2 μ g/ μ l, 5 μ g/ μ l, 10 μ g/ μ l, 15 μ g/ μ l, 20 μ g/ μ l.

3.7 Analisis Pola Pita Protein Daun SDS PAGE

Pertama, membuat separating gel 12,5 % sebanyak 24 ml (lower): 8,2 ml Aquades, 6 ml 1.5 M Tris-Cl pH 8.8, 240 μ l 10% SDS, 9,6 ml Akrilamid/bis, 10% amonium persulfate dan 12 μ l TEMED. Selanjutnya menuangkan separating gel ke dalam plat sampai terbentuk ikatan polimer. Selanjutnya, menyiapkan stacking gel 12,5 % sebanyak 8 ml (upper): 4,88 ml Aquades, 2 ml 0,5 M Tris-Cl pH 6.8, 80 μ l 10% SDS, 1,04 ml Akrilamid/bis, 10% amonium persulfate dan 8 μ l TEMED. Kemudian mencetak sumuran pada larutan upper dengan cetakan dan setelah jadi kemudian melepasnya.

Selanjutnya menyiapkan larutan 1 (sampel): menambahkan larutan sampel dengan buffer phospat sampai menjadi 20 μ l. Menyiapkan larutan 2 (buffer

sampel): 0.06M Tris-Cl, 2% SDS, 10% Gliserol, 0.025% Bromophenol Blue dan menambahkan aquades hingga 100ml. Lalu mengambil larutan stok buffer sampel 950 μ l dan menambahkan 50 μ l 2-mercaptoethanol. Mencampurkan larutan 1 (sampel) 20 μ l dan larutan 2 (buffer sampel) 20 μ l yang kemudian divorteks dan dipanaskan 5 menit..

Tahap selanjutnya adalah memasukkan larutan sampel dan buffer sampel serta marker ke dalam sumuran. Lalu memasukkan plat yang sudah berisikan larutan sampel dan marker tersebut ke dalam tangki elektroforesis serta mengisi tangki elektroforesis dengan larutan running buffer. Selanjutnya menghubungkan alat dengan power supply dan running gel pada tegangan 100 V selama beberapa jam atau sampai sampel telah mencapai bagian dasar gel. Setelah proses elektroforesis selesai dilakukan, dilanjutkan melepas rakitan alat elektroforesis, melepaskan gel dan melakukan pewarnaan (staining dye): 0.2gram Comassie Brilliant Blue R-250, 80ml Methanol, dan 20ml Acetic Acid dan menambahkan aquades hingga mencapai 200 ml. Setelah itu, kemudian melakukan proses pencucian warna (destaining): 80ml Methanol, 20ml Acetic Acid dan menambahkan aquades hingga mencapai 200 ml. Setelah itu hasilnya difoto dan discan menggunakan scanner.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Respon terbaik seleksi varietas yang tahan kering ditunjukkan oleh varietas dengan kode 11, 10 dan 5. Sedangkan varietas yang paling tidak tahan kering ditunjukkan oleh varietas dengan kode 19, 16 dan 8. Respon terbaik seleksi varietas yang tahan basah ditunjukkan oleh varietas dengan kode 17, 14 dan 13. Sedangkan varietas yang paling tidak tahan basah ditunjukkan oleh varietas dengan kode 8, 6 dan 2.
2. Protein singkong dengan berat molekul 35,0 kDa (*Lactate dehydrogenase*) dan 4,5 kDa (*Ovalbumin*) muncul pada kapasitas lapang 50% atau kurang air sedangkan protein singkong dengan berat molekul 66,2 kDa (*Bovine serum albumin*) muncul pada kapasitas lapang 150% atau kelebihan air.

5.2 Saran

3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang baik mengenai tingkat ketahanan singkong yang tahan terhadap cekaman kekeringan dan kebasahan.
4. Hasil penelitian yang diperoleh nantinya diharapkan dapat memberikan informasi tentang varietas singkong yang tahan berdasarkan karakter morfologi, fisiologi dan protein.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves A.A.C. and Setter. T.L. 2004. Response of cassava leaf area expansion to water deficit: cell proliferation, cell expansion and delayed development. *Annals of Botany*. 94: 605–613.
- Asraf, M. and Iram, A. 2005. Drought Stress Induced Changes in Some Organic Substances in Nodules and Other Plant Parts of Two Potential Legumes Differing in Salt Tolerance. *Jurnal Elsiwier*. 200:535-546.
- Bae, H., Soo-Hyung Kim, M. S. Kim, R. C. Sicher, D. Lary, M. D. Strem, S. Navarajan, B. A. Bailey. 2007. The Drought Response of *Theobroma cacao* (cacao) And The Regulation of Genes Involved in Polyamine Biosynthesis by Drought and Other Stresses. *Plant Physiology and Chemistry*. 46 : 174–188.
- Bailey-Serres, J., T. Fukao, D.I.J. Gibbs, M. J. Holdsworth, S. C. Lee, F. Licausi, P.Perata, L. A.C.J. Voeselek and J. T. van Dongen. 2012. Making sense of low oxygen sensing. *Trends in Plant Science*. 17 (3).
- Bari, A., Sjarkani, Musa., Endang, Syamsuddin. 1974. *Pengantar Pemuliaan Tanaman*. Bogor: Departemen Agronomi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Belitz, A.R. & C.E. Sams, 2007. The Effect Of Water Stress On The Growth, Yield And Flavonolignan Content In Milk Thistle (*Silybum marianum*). *Acta Hort*. 756: 259-266.
- Bhardwaj, J., & S.K. Yadav. 2012. Comparative Study on Biochemical Parameters and Antioxidant Enzymes in a Drought Tolerance and a Sensitive Variety of Horsegram (*Macrotyloma uniflorum*) Under Drought Stress. *American J. Of Plant Physiol*. 7(1): 17 – 29.
- Clue, A., Fernandez, G. F. L., and Dietrich, M. 2006. Drought Stress Conditions During Seed Development of Narrowleaf Birdsfoot Trefoil (*Lotus glaber*) Influences Seed Production and Subsequent Dormancy And Germination. *Journal Lotus New Letter*. 36(2) : 58-63.
- Dahlan, M.M. dan S. Slamet. 1992. Pemuliaan tanaman jagung. 17-38. Dalam: A. Kasno, M. Dahlan, dan Hasnam. *Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I. PPTI Jawa Timur*. 439.
- Dat, J. F., N. Capelli, H. Folzer, P. Bourgeade, and P. Badot. 2004. Sensing and Signalling during Plant Flooding. *Plant Physiology and Biochemistry*. 42: 273–282.

- Dennis, E.S., R. Dolferus, M. Ellis, M. Rahman, Y. Wu, F.U. Hoeren, A. Grover, K.P. Ison, A.G. Good and W.J. Peacock. 2000. Molecular strategies for Improving Waterlogging Tolerance in Plants. *Journal of Experimental Botany*. 51(342): 89-97.
- Dewi, Nurmala. 2009. Respon Bibit Kelapa Sawit Terhadap Lama Penggenangan dan Pupuk Pelengkap Cair. *Agronomis*, Vol. 1, No. 1. 117–129
- Edmeades, G. O., Balanos J., and Lafittle H. R. 1992. Progress In Breeding for drought tolerance in maize. Proceeding of the 47 th. Annual Corn and Shorghum Industry Research Conference. ASTA. Washington. Dalam M. Yasin HG, M. Anas Barata, Arbi Mappé, dan Firdaus Kasim, 1997. Seleksi Famili Jagung Terhadap Kekeringan. *Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain*. 2: 1-6.
- Endah, Retno, Palupi dan Dedywiryanto, Yopy. 2008. Kajian Karakter Ketahanan terhadap Cekaman Kekeringan pada Beberapa Genotipe Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB. *Bul. Agron.* (36) (1) 24 – 32.
- Falconer, D.S. 1972. *Introduction To Quantitative Genetics*. Longman, London. p. 365.
- Fitter, A. H dan R.K.M. Hay. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. UGM Press, Yogyakarta. Hal 178-181.
- Hanum C., W. Q. Muqnisjah, S. Yahya, D. Supandi, K. Idris dan A. Sahar. 2007. Pertumbuhan Akar Kedelai pada Cekaman Aluminium, Kekeringan dan Cekaman Ganda Aluminium dan Kekeringan. *Journal Agritop*. 26 (1) :13-18.
- Hendriyani, I. S. dan N. Setiari. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. *Sains & Matematika*, 17(3): 145-150.
- Holidi., Safriyani, Etty dan Sutejo. 2013. Pertumbuhan Bibit Karet Okulasi Berbagai Umur pada Media Tergenang. *Jurnal Lahan Suboptimal*. Vol. 2, No.2: 190-196.
- Hu, Y., Li, W-C., Xu, Y-Q., Li, G-J., Liao, Y., Fu, F-L. 2009. Differential expression of candidate genes for lignin biosynthesis under drought stress in maize leaves. *J Appl Genet*. 50 (3) : 213–223.
- Islam, M. S., M. A. S. Miah, M. K. Begum, M. R. Alam and M. S. Arefin. 2011. Growth, Yield and Juice Quality of Some Selected Sugarcan e Clones

- Under, Water-Logging Stress Condition. *World Journal of Agricultural Sciences*. 7 (4): 504-509.
- Jaleel, C. A. 2009. Non-Enzymatic Antioxidant Changes in *Withania somnifera* with Varying Drought Stress Levels. *Amerikan-eurasian journal of scientific research*. 4 (2):64-67.
- Kasno, A. 1986. Hubungan Interaksi Genotip Lingkungan pada Penampilan Galur-galur Kacang Tanah pada Uji Daya Hasil Lanjutan. Makalah. Bogor: Balittan.
- Kluge, M. 1976. Carbon and Nitrogen Metabolism Under Water Stress. p. 243-252. In O.L. Lange, L. Kappen and E.D. Schulze (Eds). *Water and Plant Life, Problem and Modern Approaches*. Springer – Verlag, Berlin.
- Kozłowski, T. T. 1997. “Responses of Woody Plants to Flooding and Salinity”. *Tree Physiol. Monogh*. 1:1-29.
- Kuspratomo, A. D., Burhan, M. Fakhry. 2013. Pengaruh Varietas Tebu, Potongan dan Penundaan Giling terhadap Kualitas Nira Tebu. *Agrointek*. 6 (2) : 123-132.
- Lestari, E. G. 2006. Hubungan Antara Kerapatan Stomata dengan Ketahanan Kekeringan pada Somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. *Journal Biodiversitas*. 7(1): 44-48.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plant to Environmental Stresses, Volume II: Water, Radiation, Salt, and Other Stresses*. New York, Academic Press.
- Li, R., P. Guo, M. Baum, S. Grando, S. Ceccarelli. 2006. Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of Drought Tolerance in Barley. *Agricultural Sciences in China*, 5 (10): 751-757.
- Lisar, S.Y.S., R. Motafakkerazad., M.M. Hossain., & I.M.M. Rahman. 2012. *Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses*. Water Stress, Prof. Ismail Md. Mofizur Rahman (Ed.), ISBN: 978-953-307-963-9, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/water-stress/water-stress-in-plants-causes-effects-and-responses>.
- Malik, S. S. and B. S. Tomer. 2003. Sugarcane Varietal Performance Under High Water-Logging Conditions. *Indian Sugar*, 53: 585.
- Moniaga, Vicky R.B. 2011. Analisis Daya Dukung Lahan Pertanian. *ASE Volume 7 Nomor 2, Mei 2011*: 61 – 68.
- Mundre, S.G. 2002. Physiological and Molecular Insight Into Drought Tolerance. *Af. J Biotechnol*. 1(2):28 – 38.

- Nugroho, K, Alkushima, Paidi, W, Wahdini, Abdurrahman, H, Suhardjo, dan IPG, Widjaya Adhi, 1992, Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut, rawa dan pantai, Proyek Penelitian Sumber Daya Lahan, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Nurchaliq, Agus., Baskara, Medhadan S. NurEdy. 2013. Pengaruh Jumlah dan Waktu Pemberian Air pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *Antiquorum*). *Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya*, 1(1): 354-360.
- Parent, C. N. Capelli, A. Berger, M. Crèvecoeur, J. F. Dat. 2008. An Overview of Plant Responses to Soil Waterlogging. *Plant Stress*. 2 (1) :20-27.
- Penny-Packer, B. W., K. T. Leath., W. L. Stout, and R. R. Hill. 1990. Technique for stimulating field drought stress in the green house. *Agr. J.* 82 (5): 951–957.
- Pinheiro H. A., F. M. Damatta, A. R. M. Chaves, M. E. Loureiro, and C. Ducatti. 2005. Drought Tolerance is Associated with Rooting Depth and Stomata Control of Water Use in Clones of *Coffea canephora*. *Annal Botany*. 96: 102-108.
- Poespodarsono, S. 1998. *Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman*. Bogor: IPB Press.
- Pratiwi, R. 2001. Mengenal Metode Elektroforesis. *Oseana*. 26(1): 25-31.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2013. <http://puslittan.bogor.net/>. (diakses tanggal 30 Mei 2015).
- Russel, E.W. 1973. *Soil condition and plant growth. 10th Edition*. Longman, London. 688 p
- Safrizal., Santosa, Edi dan Bakhtiar. 2008. Pengaruh Penggenangan terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai. *J. Floratek*. 3: 61 – 67
- Saliem, P. H. dan S. Nuryanti. 2011. Analisis Kebijakan: Perspektif Ekonomi Global Kedelai dan Ubikayu Mendukung Swasembada. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Sitompul, M. dan Guritno, Bambang. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Solichatun., Anggarwulan, Endang. dan M. Widya. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.). *Biofarmasi*, 3 (2): 47-51.
- Sudarmono. 2006. Pendekatan Konservasi Tumbuhan dengan Teknik Molekuler Elektroforesis. *Inovasi*. 7(18): 50-56.
- Sugiharsono, A. C., I. D. A. R. Dewanti. dan E. Sulistyani. 2014. Analisis Profil Protein Ekstrak Biji Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dengan Pemanasan Basah sebelum Ekstraksi melalui Metode SDS-PAGE. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2014*.
- Suhartono., R.A. Z. Sidqi. & A. Khoiruddin. 2008. Pengaruh Interval Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merril.) Pada Berbagai Jenis Tanah. *EMBRYO* 5(1): 98-112.
- Sunarto. 2011. Karakteristik Pola Pita Protein *Anodonta woodiana* Lea Akibat Terpapar Logam Berat Cadmium (Cd). *EKOSAINS*. 3(1): 41-46.
- Sunyotodan J. Wargiono. 2009. Kebijakan Pengembangan Agribisnis Ubikayu. Dalam edisi J. Wargiono. Ubikayu Inovasi Teknologi dan Kebijakan Pengembangan. Puslit Sos ek Pertanian, Bogor.
- Suprapti, M.L. 2005. *Tepung Tapioka Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutoro, I., Somadiredja dan Tirtoutomo, S. 1989. Pengaruh cekaman air dan reaksi pemuliaan tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) pada fase pertumbuhan vegetatif. Dalam: *Penelitian Pertanian* 19(4): 147-151. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Bogor.
- Suwarno dan Suranto. 2010. *Study Variasi Morfologi dan Profil Pola Pita Protein Pada 3 Varietas Lokal Tanaman Waluh (Curcubita moschata) dari Jawa Tengah*. Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP UNS. Semarang.
- Suwarti., Effendi, Roy. dan T. Nirwana. 2013. Pertumbuhan, Hasil dan Indeks Sensitivitas Tanaman Jagung terhadap Cekaman Genangan Air. *Balai Penelitian Tanaman Serealia Universitas Muslim Indonesia*. 1(1): 169-180.
- Tampubolon, Bangun., Wiroatmodjo, Joedojono., Baharsjah, J.S. dan Soedarsono. 1989. Pengaruh Penggenangan Pada Berbagai Fase Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap Pertumbuhan dan Produksi. *Forum Pascasarjana* 12: 17-25.

- Tetsushi, H. and M. A. Karim. 2007. Flooding tolerance of sugarcane in relation to growth, physiology and root structure. *South Pacific Studies*. 28(1):9-22.
- Toroun-Matius. N., G. Wijana, E. Guharja, H. Aswidinoor, l S. Yahya dan Subronto. 2001. Respon Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap cekaman kekeringan. *Menara Perkebunan*. 69 (2) : 29-45.
- Turyagyenda, L. F., Kizito, E. B. , Ferguson, M., Baguma Y., Agaba, M, Harvey J. J. W., Osiru, D. S. O. 2013. Physiological and molecular characterization of drought responses and identification of candidate tolerance genes in cassava. *AoB PLANTS* 5: plt007; doi: 10.1093/aobpla/plt007.
- Unaiyatin, Hasanah, Taryono dan Yudono, Prpto. 2010. Pengaruh Salinitas terhadap Komponen Hasil Empat Belas Kultivar Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Yogyakarta: Fakultas Pertanian Gadjah Mada.
- Van Der Mescht, A., J. A. de Ronde and F.T. Rossouw. 1999. Chlorophyll Fluorescence and Chlorophyll Content as A Measure of Drought Tolerance in Potato. *South African Journal of Science*, 9(5): 407-412.
- Wayah, E., Sudiarso., & R. Soelistyono. 2014. Pengaruh Pemberian Air Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays Saccharata* Sturt L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2 (2): 94-102.
- Wijayanto, Teguh., Ginting, Candra., Boer, Dirvamena dan Ode, Wa., 2014. Ketahanan Sumberdaya Genetik Jagung Sulawesi Tenggara terhadap Cekaman Kekeringan Pada Berbagai Fase Vegetatif. *Jurnal Agroteknos*. Vol. 4 No. 2 Hal 102-107.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rerata Tinggi Tanaman

VARIETAS	U1	U2	U3	TOTAL	RATA-RATA
V1K1	81.5	69.5	71.6	222.6	74.20
V2K1	79.2	65.6	65.6	210.4	70.13
V3K1	78.1	24.4	70.1	172.6	57.53
V4K1	41.6	59.4	35.2	136.2	45.40
V5K1	100.6	41.5	117.2	259.3	86.43
V6K1	56.1	91.2	47.6	194.9	64.97
V7K1	69.7	98.1	85.8	253.6	84.53
V8K1	41.2	56.8	46.8	144.8	48.27
V9K1	71.5	63.4	46.1	181	60.33
V10K1	67.5	86.3	72.4	226.2	75.40
V11K1	124.2	94.2	89.4	307.8	102.60
V12K1	82.2	69.2	73	224.4	74.80
V13K1	101.6	77.6	59	238.2	79.40
V14K1	72.1	69.1	70.1	211.3	70.43
V15K1	45.7	39.6	58.4	143.7	47.90
V16K1	39.1	51.5	46.2	136.8	45.60
V17K1	96.5	66.1	70.2	232.8	77.60
V18K1	53.4	60.1	87.1	200.6	66.87
V19K1	60.5	83.5	82.2	226.2	75.40
V20K1	81.5	65.6	65.2	212.3	70.77
V1K2	93.2	132.2	97.6	323	107.67
V2K2	128.1	133.2	145.3	406.6	135.53
V3K2	51.2	103.4	58.1	212.7	70.90
V4K2	99.2	55.3	58.1	212.6	70.87
V5K2	120.3	127.2	83.2	330.7	110.23
V6K2	66.2	71.2	97.3	234.7	78.23
V7K2	137.6	141.3	96.1	375	125.00
V8K2	79.2	101.2	127.6	308	102.67

V9K2	49.6	109.2	81.5	240.3	80.10
V10K2	72.4	110.9	70.1	253.4	84.47
V11K2	89.4	91.6	102.3	283.3	94.43
V12K2	95.2	92.6	100.5	288.3	96.10
V13K2	75.6	70.2	104.2	250	83.33
V14K2	95.1	85.3	84.3	264.7	88.23
V15K2	98.2	60	87.6	245.8	81.93
V16K2	67.1	94.6	103.3	265	88.33
V17K2	123.2	103.1	100.5	326.8	108.93
V18K2	33.3	99.1	105.5	237.9	79.30
V19K2	174.2	138.7	149.5	462.4	154.13
V20K2	101.3	51.2	88.2	240.7	80.23
V1K3	147.3	128.3	102.3	377.9	125.97
V2K3	169.6	137.6	109.6	416.8	138.93
V3K3	86.2	85.4	73.4	245	81.67
V4K3	69.1	123.2	44.2	236.5	78.83
V5K3	133.2	90	176.6	399.8	133.27
V6K3	105.2	97.1	104.2	306.5	102.17
V7K3	137.1	200.2	123.6	460.9	153.63
V8K3	104.2	68.4	87.6	260.2	86.73
V9K3	89.2	115.6	97.8	302.6	100.87
V10K3	97.6	128.6	128.6	354.8	118.27
V11K3	153.1	221	107.2	481.3	160.43
V12K3	137.6	136.3	112.1	386	128.67
V13K3	179	179.3	137.2	495.5	165.17
V14K3	235	115.2	85.6	435.8	145.27
V15K3	125.1	148.1	148.1	421.3	140.43
V16K3	104.6	67.4	155.2	327.2	109.07
V17K3	117.1	166.3	77.6	361	120.33
V18K3	79.2	99.6	103.4	282.2	94.07
V19K3	188.1	143.6	142.2	473.9	157.97

V20K3	123.2	149.2	104.2	376.6	125.53
TOTAL	5874.1	5904.6	5520.7	17299.4	
RATA-RATA	97.902	98.41	92.012		96.11

Lampiran 2. ANOVA Tinggi Tanaman

SK	db	JK	KT	f-hitung		5%	1%
Kelompok	2	1517.783444	758.8917222	1.19600281	ns	3.072667	4.796333
Perlakuan	59	169954.7291	2880.588629	4.539767655	**	1.44185	1.54053
K	2	88895.59811	44447.79906	70.04911373	**	3.072667	4.796333
V	19	54145.46689	2849.761415	4.491184394	**	1.680475	2.0655775
KxV	38	26913.66411	708.2543187	1.116198965	ns	1.513066	1.785934
Error	118	74873.75656	634.5233606				
Total	179	246346.2691					

Lampiran 3. Data Rerata Jumlah daun

VARIETAS	U1	U2	U3	TOTAL	RATA-RATA
V1K1	15	4	7	26	8.67
V2K1	5	2	2	9	3.00
V3K1	13	5	7	25	8.33
V4K1	9	3	6	18	6.00
V5K1	13	14	13	40	13.33
V6K1	2	3	2	7	2.33
V7K1	6	3	6	15	5.00
V8K1	21	2	5	28	9.33
V9K1	4	9	14	27	9.00
V10K1	15	5	19	39	13.00
V11K1	19	7	2	28	9.33
V12K1	7	11	14	32	10.67
V13K1	3	8	5	16	5.33
V14K1	11	10	5	26	8.67
V15K1	7	6	16	29	9.67
V16K1	8	4	3	15	5.00
V17K1	2	12	5	19	6.33
V18K1	7	4	3	14	4.67
V19K1	11	31	27	69	23.00

V20K1	10	2	2	14	4.67
V1K2	12	16	8	36	12.00
V2K2	16	10	15	41	13.67
V3K2	8	29	8	45	15.00
V4K2	13	2	8	23	7.67
V5K2	4	4	25	33	11.00
V6K2	14	5	5	24	8.00
V7K2	8	12	14	34	11.33
V8K2	2	7	12	21	7.00
V9K2	9	9	29	47	15.67
V10K2	19	4	6	29	9.67
V11K2	2	24	31	57	19.00
V12K2	4	4	8	16	5.33
V13K2	12	5	17	34	11.33
V14K2	10	18	13	41	13.67
V15K2	9	9	23	41	13.67
V16K2	6	8	8	22	7.33
V17K2	11	11	11	33	11.00
V18K2	2	10	11	23	7.67
V19K2	28	21	15	64	21.33
V20K2	2	24	18	44	14.67
V1K3	4	22	17	43	14.33
V2K3	27	20	55	102	34.00
V3K3	21	27	7	55	18.33
V4K3	20	30	8	58	19.33
V5K3	30	21	41	92	30.67
V6K3	17	22	9	48	16.00
V7K3	18	50	12	80	26.67
V8K3	17	33	7	57	19.00
V9K3	26	20	18	64	21.33
V10K3	31	52	52	135	45.00


V11K3	18	18	17	53	17.67
V12K3	21	28	45	94	31.33
V13K3	20	14	24	58	19.33
V14K3	40	24	11	75	25.00
V15K3	29	41	41	111	37.00
V16K3	14	15	11	40	13.33
V17K3	13	32	18	63	21.00
V18K3	37	27	22	86	28.67
V19K3	41	48	14	103	34.33
V20K3	16	20	18	54	18.00
TOTAL	839	941	895	2675	
RATA-RATA	13.983	15.68	14.92		14.86

Lampiran 4. ANOVA Jumlah Daun

Sk	db	JK	KT	f-hitung		5%	1%
Kelompok	2	86.97777778	43.48888889	0.618696517	ns	3.072667	4.796333
Perlakuan	59	15166.19444	257.0541431	3.656991636	**	1.44185	1.54053
K	2	8765.211111	4382.605556	62.34932323	**	3.072667	4.796333
V	19	3298.861111	173.624269	2.470073004	**	1.680475	2.0655775
KxV	38	3102.122222	81.63479532	1.161380867	ns	1.513066	1.785934
Error	118	8294.355556	70.29114878				
Total	179	23547.52778					

Lampiran 5. Data Rerata Bagan Warna Daun

VARIETAS	U1	U2	U3	TOTAL	RATA-RATA
V1K1	4	3	3	10	3.33
V2K1	2	2	2	6	2.00
V3K1	4	4	4	12	4.00
V4K1	4	3	3	10	3.33
V5K1	4	5	4	13	4.33
V6K1	2	4	2	8	2.67
V7K1	3	3	4	10	3.33
V8K1	4	2	2	8	2.67
V9K1	2	3	3	8	2.67
V10K1	4	2	4	10	3.33



V11K1	4	3	2	9	3.00
V12K1	2	3	4	9	3.00
V13K1	3	4	3	10	3.33
V14K1	4	4	3	11	3.67
V15K1	4	3	4	11	3.67
V16K1	4	3	4	11	3.67
V17K1	3	4	2	9	3.00
V18K1	4	3	2	9	3.00
V19K1	4	3	4	11	3.67
V20K1	4	3	4	11	3.67
V1K2	3	3	4	10	3.33
V2K2	4	2	2	8	2.67
V3K2	4	4	3	11	3.67
V4K2	4	2	3	9	3.00
V5K2	4	2	4	10	3.33
V6K2	5	4	4	13	4.33
V7K2	3	2	2	7	2.33
V8K2	2	2	4	8	2.67
V9K2	2	2	4	8	2.67
V10K2	4	3	4	11	3.67
V11K2	2	4	4	10	3.33
V12K2	4	3	3	10	3.33
V13K2	4	2	4	10	3.33
V14K2	4	4	4	12	4.00
V15K2	4	2	4	10	3.33
V16K2	4	3	3	10	3.33
V17K2	4	4	3	11	3.67
V18K2	2	3	4	9	3.00
V19K2	4	3	4	11	3.67
V20K2	2	4	4	10	3.33
V1K3	4	4	4	12	4.00

V2K3	3	4	4	11	3.67
V3K3	5	4	4	13	4.33
V4K3	4	4	4	12	4.00
V5K3	5	4	4	13	4.33
V6K3	4	3	4	11	3.67
V7K3	4	4	4	12	4.00
V8K3	3	5	3	11	3.67
V9K3	4	3	4	11	3.67
V10K3	5	4	4	13	4.33
V11K3	3	4	4	11	3.67
V12K3	4	4	4	12	4.00
V13K3	4	4	4	12	4.00
V14K3	4	4	4	12	4.00
V15K3	4	5	5	14	4.67
V16K3	4	4	4	12	4.00
V17K3	4	4	4	12	4.00
V18K3	4	4	4	12	4.00
V19K3	4	4	4	12	4.00
V20K3	4	4	4	12	4.00
TOTAL	218	202	214	634	
RATA-RATA	3.63333	3.3667	3.5667		3.52

Lampiran 6. ANOVA Bagan Warna Daun

SK	db	JK	KT	f-hitung		5%	1%
Kelompok	2	2.311111111	1.155555556	2.259205	ns	3.072667	4.796333
Perlakuan	59	54.24444444	0.919397363	1.797496	**	1.44185	1.54053
K	2	20.57777778	10.28888889	20.11561	**	3.072667	4.796333
V	19	19.57777778	1.030409357	2.014534	*	1.680475	2.0655775
KxV	38	14.08888889	0.370760234	0.724866	ns	1.513066	1.785934
Error	118	60.35555556	0.511487759				
Total	179	116.9111111					

Lampiran 7. Data Rerata Diameter Batang

VARIETAS	U1	U2	U3	TOTAL	RATA-RATA
V1K1	1.13	1.1	1.1	3.33	1.11
V2K1	0.95	0.96	0.96	2.87	0.96
V3K1	1.12	1.04	1.03	3.19	1.06
V4K1	2.03	1.11	1.04	4.18	1.39
V5K1	1.12	1.9	1.14	4.16	1.39
V6K1	1.53	1.2	0.93	3.66	1.22
V7K1	1.41	1.21	1.1	3.72	1.24
V8K1	1.12	1.1	0.92	3.14	1.05
V9K1	1.13	1.03	1.03	3.19	1.06
V10K1	1.12	1.22	1.8	4.14	1.38
V11K1	1.41	1.11	1.22	3.74	1.25
V12K1	1.05	1.1	1.05	3.2	1.07
V13K1	1.36	1.1	1.06	3.52	1.17
V14K1	1.78	1.45	1.01	4.24	1.41
V15K1	0.84	1.03	1.18	3.05	1.02
V16K1	0.94	1.01	0.95	2.9	0.97
V17K1	1.43	1.26	1.39	4.08	1.36
V18K1	1.33	0.84	0.95	3.12	1.04
V19K1	0.92	0.93	0.97	2.82	0.94
V20K1	1.1	1.1	1.12	3.32	1.11
V1K2	1.29	1.22	1.04	3.55	1.18
V2K2	0.97	1.13	1.03	3.13	1.04
V3K2	1.04	1.12	1.13	3.29	1.10
V4K2	1.22	1.14	1.13	3.49	1.16
V5K2	1.27	1.33	1.14	3.74	1.25
V6K2	1.23	0.91	1.33	3.47	1.16
V7K2	1.04	1.14	1.23	3.41	1.14
V8K2	1.09	0.94	1.11	3.14	1.05
V9K2	1.01	1.21	1.08	3.3	1.10
V10K2	1.8	1.17	1.04	4.01	1.34

V11K2	1.22	1.21	1.24	3.67	1.22
V12K2	1.16	1.14	1.25	3.55	1.18
V13K2	1.12	1.15	1.41	3.68	1.23
V14K2	1.33	1.31	1.34	3.98	1.33
V15K2	1.07	0.95	1.31	3.33	1.11
V16K2	1.12	0.74	1.13	2.99	1.00
V17K2	1.28	1.41	1.48	4.17	1.39
V18K2	0.81	1.04	1.13	2.98	0.99
V19K2	1.21	1.11	1.36	3.68	1.23
V20K2	1.23	0.72	1.21	3.16	1.05
V1K3	1.45	1.32	1.33	4.1	1.37
V2K3	1.22	1.13	1.18	3.53	1.18
V3K3	1.42	1.2	1.2	3.82	1.27
V4K3	1.02	1.21	1.08	3.31	1.10
V5K3	1.42	1.51	1.55	4.48	1.49
V6K3	1.21	1.34	0.98	3.53	1.18
V7K3	1.49	1.81	1.33	4.63	1.54
V8K3	1.12	1.22	1.08	3.42	1.14
V9K3	1.33	1.41	1.22	3.96	1.32
V10K3	0.41	1.41	1.41	3.23	1.08
V11K3	1.43	1.84	1.41	4.68	1.56
V12K3	1.35	1.51	1.32	4.18	1.39
V13K3	1.72	1.63	1.52	4.87	1.62
V14K3	1.82	1.41	1.33	4.56	1.52
V15K3	1.13	1.86	1.86	4.85	1.62
V16K3	1.05	0.93	1.08	3.06	1.02
V17K3	1.44	1.86	1.33	4.63	1.54
V18K3	1.12	1.33	1.02	3.47	1.16
V19K3	1.41	1.13	1.54	4.08	1.36
V20K3	1.33	1.52	1.35	4.2	1.40
TOTAL	74.22	73.47	72.19	219.88	
RATA-RATA	1.237	1.2245	1.2032		1.22

Lampiran 8. ANOVA Diameter Batang

SK	db	JK	KT	f-hitung		5%	1%
Kelompok	2	0.035121111	0.017560556	0.405559877	ns	3.072667	4.796333
Perlakuan	59	5.623497778	0.095313522	2.201259522	**	1.44185	1.54053
K	2	1.331221111	0.665610556	15.37223206	**	3.072667	4.796333
V	19	2.556142222	0.134533801	3.107049301	**	1.680475	2.0655775
KxV	38	1.736134444	0.045687749	1.055155552	ns	1.513066	1.785934
Error	118	5.109345556	0.043299539				
Total	179	10.76796444					

Lampiran 9. Data Rerata Daya Hantar Stomata

VARIETAS	U1	U2	U3	TOTAL	RATA-RATA
V1K1	33.3	35.8	38.6	107.7	35.90
V2K1	13.6	12.6	12.6	38.8	12.93
V3K1	22.2	21.6	21.9	65.7	21.90
V4K1	29	33.8	32.4	95.2	31.73
V5K1	11.5	11.7	11.8	35	11.67
V6K1	8.8	7.9	7.4	24.1	8.03
V7K1	22.6	23.1	29.6	75.3	25.10
V8K1	17.9	19.3	19.4	56.6	18.87
V9K1	15.4	11.1	13.8	40.3	13.43
V10K1	23.4	24.6	24.8	72.8	24.27
V11K1	9.4	9.8	9.6	28.8	9.60
V12K1	25.1	27.9	24.9	77.9	25.97
V13K1	17.6	18.6	26.4	62.6	20.87
V14K1	13	14.9	17.5	45.4	15.13
V15K1	13.4	14.2	18.8	46.4	15.47
V16K1	25.7	24.7	24.5	74.9	24.97
V17K1	19.7	19.6	19.7	59	19.67
V18K1	17.5	24.7	22.6	64.8	21.60
V19K1	5.8	6.1	6.3	18.2	6.07
V20K1	22.1	24.5	25.1	71.7	23.90
V1K2	20.5	24.6	17.7	62.8	20.93
V2K2	26.9	31.8	32.2	90.9	30.30
V3K2	28	26.1	22.1	76.2	25.40

V4K2	26.7	0	22.1	48.8	16.27
V5K2	33.6	38.6	22.5	94.7	31.57
V6K2	25.7	25.6	29.6	80.9	26.97
V7K2	25.8	24.4	25.8	76	25.33
V8K2	21.5	27.5	27.9	76.9	25.63
V9K2	28.4	30.7	26.2	85.3	28.43
V10K2	24.8	17.1	19.7	61.6	20.53
V11K2	9.6	25.1	25.2	59.9	19.97
V12K2	25.8	29.7	21.7	77.2	25.73
V13K2	27.1	28.3	23.4	78.8	26.27
V14K2	26.6	25.1	24.2	75.9	25.30
V15K2	25.3	26.7	21.1	73.1	24.37
V16K2	24.6	25.7	26.5	76.8	25.60
V17K2	22.6	21.7	24.6	68.9	22.97
V18K2	27.6	26.5	26.8	80.9	26.97
V19K2	23.5	24.7	23.9	72.1	24.03
V20K2	30.8	34.7	34.6	100.1	33.37
V1K3	21.2	19.6	18.7	59.5	19.83
V2K3	33.6	31.9	35.1	100.6	33.53
V3K3	26.7	30.5	32.6	89.8	29.93
V4K3	23.5	25.8	23.1	72.4	24.13
V5K3	21	21.6	22.9	65.5	21.83
V6K3	25.7	24.3	32.1	82.1	27.37
V7K3	26.9	26.4	26.5	79.8	26.60
V8K3	30.5	27.6	28.5	86.6	28.87
V9K3	25.8	26.1	27	78.9	26.30
V10K3	23.1	23.2	23.2	69.5	23.17
V11K3	26.1	26.9	28.4	81.4	27.13
V12K3	22.8	21.7	23.1	67.6	22.53
V13K3	23.6	25.7	25.6	74.9	24.97
V14K3	24.6	25.5	25.6	75.7	25.23

V15K3	22.2	23.6	23.6	69.4	23.13
V16K3	28.9	27.2	28.7	84.8	28.27
V17K3	21.6	23.6	23.6	68.8	22.93
V18K3	28.6	24.8	24.9	78.3	26.10
V19K3	24.6	24.6	24.8	74	24.67
V20K3	34.1	40.8	34.1	109	36.33
TOTAL	1387.5	1422.5	1437.6	4247.6	
RATA-RATA	23.125	23.70833	23.96		23.60

Lampiran 10. ANOVA Daya Hantar Stomata

SK	db	JK	KT	f-hitung		5%	1%
Kelompok	2	22.01677778	11.00838889	1.072856823	ns	3.072667	4.796333
Perlakuan	59	6933.985778	117.5251827	11.45378269	**	1.44185	1.54053
K	2	1642.883111	821.4415556	80.05614505	**	3.072667	4.796333
V	19	1461.361333	76.91375439	7.49586947	**	1.680475	2.0655775
KxV	38	3829.741333	100.7826667	9.822088652	**	1.513066	1.785934
Error	118	1210.776556	10.26081827				
Total	179	8166.779111					

Lampiran 11. Data Rerata Kandungan Klorofil

VARIETAS	U1	U2	U3	TOTAL	RATA-RATA
V1K1	45.1	38.4	42	125.5	41.83
V2K1	16.9	47.1	47.1	111.1	37.03
V3K1	45.8	48.1	47.9	141.8	47.27
V4K1	54.6	40	55.2	149.8	49.93
V5K1	50.7	54.6	40.8	146.1	48.70
V6K1	42.9	48.6	49	140.5	46.83
V7K1	47.5	50.9	50.7	149.1	49.70
V8K1	54.1	49.7	51.1	154.9	51.63
V9K1	39.2	40.6	41.3	121.1	40.37
V10K1	53.1	42.9	47.7	143.7	47.90
V11K1	39.5	36.8	48	124.3	41.43
V12K1	55	49.2	50.3	154.5	51.50
V13K1	36.2	61.2	23.7	121.1	40.37
V14K1	41.5	45.3	42.4	129.2	43.07

V15K1	42.8	46.9	51.4	141.1	47.03
V16K1	46	34.8	48.1	128.9	42.97
V17K1	37	40.5	31.9	109.4	36.47
V18K1	42	22.1	39.4	103.5	34.50
V19K1	60.4	53.2	48.6	162.2	54.07
V20K1	51	44	41.6	136.6	45.53
V1K2	34.3	36.5	41.3	112.1	37.37
V2K2	47.1	48.7	49.2	145	48.33
V3K2	59.7	43.2	54.2	157.1	52.37
V4K2	48.6	0	54.2	102.8	34.27
V5K2	42	49.7	45.8	137.5	45.83
V6K2	48.6	44.8	46.9	140.3	46.77
V7K2	42.2	44.8	36.7	123.7	41.23
V8K2	51.8	43.6	47.3	142.7	47.57
V9K2	43.5	39.9	49.5	132.9	44.30
V10K2	47.7	48.3	46	142	47.33
V11K2	48	41.9	42.7	132.6	44.20
V12K2	47.1	48.2	49.1	144.4	48.13
V13K2	42.8	34	43.3	120.1	40.03
V14K2	38.8	44.7	42.8	126.3	42.10
V15K2	45.8	54.2	45.4	145.4	48.47
V16K2	47.8	40.1	41.1	129	43.00
V17K2	37.6	43.4	28.6	109.6	36.53
V18K2	30	29	36.2	95.2	31.73
V19K2	54.2	57.8	51.2	163.2	54.40
V20K2	51.2	49.8	44.1	145.1	48.37
V1K3	31	38.9	45.4	115.3	38.43
V2K3	43.1	43.2	50.6	136.9	45.63
V3K3	38.9	53.5	0	92.4	30.80
V4K3	40.5	38.1	53.3	131.9	43.97
V5K3	45.8	45	46.6	137.4	45.80

V6K3	38.8	48.8	41.5	129.1	43.03
V7K3	43	39.9	38	120.9	40.30
V8K3	47.5	57.3	54.9	159.7	53.23
V9K3	41.1	37.6	44.6	123.3	41.10
V10K3	39.9	52.5	52.5	144.9	48.30
V11K3	41.1	48.3	25.8	115.2	38.40
V12K3	50.1	52.8	45.3	148.2	49.40
V13K3	45.1	42.5	40.4	128	42.67
V14K3	46	41.5	40.1	127.6	42.53
V15K3	46.4	46.3	46.3	139	46.33
V16K3	26.5	35.9	41.5	103.9	34.63
V17K3	37.7	41.8	35.3	114.8	38.27
V18K3	38.9	43.3	42.3	124.5	41.50
V19K3	47.2	48.6	53.4	149.2	49.73
V20K3	43.6	45.9	46.2	135.7	45.23
TOTAL	2642.3	2639.2	2637.8	7919.3	
RATA-RATA	44.03833	43.98667	43.96333		44.00

Lampiran 12. ANOVA Kandungan Klorofil

SK	db	JK	KT	f-hitung		5%	1%
Kelompok	2	0.176777778	0.088388889	0.001418059	ns	3.072667	4.796333
Perlakuan	59	5448.887278	92.35402166	1.481673761	**	1.44185	1.54053
K	2	114.4101111	57.20505556	0.917764363	ns	3.072667	4.796333
V	19	3340.058389	175.7925468	2.820312525	**	1.680475	2.0655775
KxV	38	1994.418778	52.48470468	0.842033822	ns	1.513066	1.785934
Error	118	7355.043222	62.33087476				
Total	179	12804.10728					

Lampiran 13. Data Rerata Laju Fotosintesis

VARIETAS	U1	U2	U3	TOTAL	RATA-RATA
V1K1	412	422	447	1281	427.00
V2K1	425	419	419	1263	421.00
V3K1	423	415	417	1255	418.33
V4K1	414	430	422	1266	422.00
V5K1	422	423	422	1267	422.33
V6K1	422	416	414	1252	417.33
V7K1	416	419	457	1292	430.67
V8K1	414	422	420	1256	418.67
V9K1	432	413	421	1266	422.00
V10K1	412	425	424	1261	420.33
V11K1	421	421	419	1261	420.33
V12K1	416	429	413	1258	419.33
V13K1	422	418	458	1298	432.67
V14K1	410	416	423	1249	416.33
V15K1	419	418	427	1264	421.33
V16K1	430	417	412	1259	419.67
V17K1	418	418	416	1252	417.33
V18K1	403	431	425	1259	419.67
V19K1	419	421	421	1261	420.33
V20K1	423	435	432	1290	430.00
V1K2	425	441	413	1279	426.33
V2K2	437	416	416	1269	423.00
V3K2	421	414	410	1245	415.00
V4K2	422	0	410	832	277.33
V5K2	447	466	423	1336	445.33
V6K2	416	417	428	1261	420.33
V7K2	417	414	422	1253	417.67
V8K2	442	420	421	1283	427.67
V9K2	426	433	424	1283	427.67
V10K2	424	429	420	1273	424.33

V11K2	419	415	419	1253	417.67
V12K2	416	430	415	1261	420.33
V13K2	424	433	416	1273	424.33
V14K2	423	417	412	1252	417.33
V15K2	419	425	413	1257	419.00
V16K2	413	419	421	1253	417.67
V17K2	413	412	428	1253	417.67
V18K2	424	419	421	1264	421.33
V19K2	409	413	411	1233	411.00
V20K2	435	418	417	1270	423.33
V1K3	424	415	411	1250	416.67
V2K3	421	413	428	1262	420.67
V3K3	413	428	410	1251	417.00
V4K3	414	425	415	1254	418.00
V5K3	417	418	423	1258	419.33
V6K3	419	414	446	1279	426.33
V7K3	420	421	422	1263	421.00
V8K3	427	413	418	1258	419.33
V9K3	419	414	414	1247	415.67
V10K3	432	432	432	1296	432.00
V11K3	417	419	426	1262	420.67
V12K3	421	415	421	1257	419.00
V13K3	410	417	414	1241	413.67
V14K3	412	416	414	1242	414.00
V15K3	416	417	417	1250	416.67
V16K3	430	422	425	1277	425.67
V17K3	412	421	422	1255	418.33
V18K3	429	414	413	1256	418.67
V19K3	415	412	414	1241	413.67
V20K3	415	439	411	1265	421.67
TOTAL	25228	24864	25265	75357	
RATA-RATA	420.4667	414.4	421.0833		418.65

Lampiran 14. ANOVA Laju Fotosintesis

sk	db	jk	kt	f-hitung		5%	1%
Kelompok	2	1637.033333	818.5166667	0.784969424	ns	3.072667	4.796333
perlakuan	59	66328.95	1124.219492	1.078142893	ns	1.44185	1.54053
K	2	1570.033333	785.0166667	0.752842435	ns	3.072667	4.796333
V	19	22193.39444	1168.073392	1.120199423	ns	1.680475	2.0655775
KxV	38	42565.52222	1120.145322	1.074235704	ns	1.513066	1.785934
Error	118	123042.9667	1042.737006				
Total	179	191008.95					

Lampiran 15. Daftar Varietas

No	Nama Pemilik	Nama Singkong	Asal Daerah
1	Pak Fajri	Puhung	Jember
2	Pak Rudi	Singkong Sumatra	Medan, Sumatra
3	Pak Avivi	Kasesat Beracun	Kalimantan
4	Pak Avivi	Gajah Kalimantan	Kalimantan
5	Pak To	Pepe Kuning	Kebonsari, Jember
6	Pak Lulus	Mentega	Yosowilangun, Lumajang
7	Pak Zaini	Sawi Ketan	Jajag, Gambiran, Banyuwangi
8	Pak Lulus	Gatot Kaca	Yosowilangun, Lumajang
9	Pak Anas	Puhung	Jember
10	Pak To	Ketan	Kebonsari, Jember
11	Pak Juhari	Singkong Kuning	Pancor, Gayam, Sumenep
12	Pak Herbin M.S.	Gadong	Pematang Siantar, Medan
13	Supriyono	Singkong Raja	Sumberdawesari, Grati, Pasuruan
14	Pak Faris	Puhung	Tegal Boto, Jember
15	Pak Didik	Darul Hidayah	Jember
16	Pak Lulus	Karetan	Yosowilangun, Lumajang
17	Pak Daniel	Puhung	Bondowoso
18	Pak Didik	Pohong Sawo	Patrang, Jember
19	Pak Didik	Daun Ganja	Patrang, Jember
20	Pak Didik	Genjah Santan	Patrang, Jember