

**RESPONS EMBRIOGENESIS MIKROSPORA PADI SIAM DENGAN
PERLAKUAN SUHU PANAS (33°C) DAN STARVASI PADA
LAMA WAKTU INKUBASI YANG BERBEDA**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh

**ANTON OKTA GANDHI
08071004007**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JULI 2011**

R 22017
22481

S
536.507

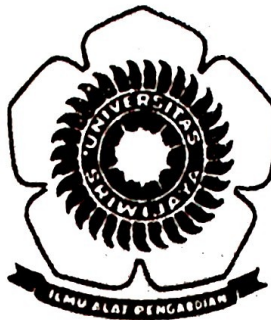
C/11

Ant

**RESPONS EMBRIOGENESIS MIKROSPORA PADI SIAM DENGAN
PERLAKUAN SUHU PANAS (33°C) DAN STARVASI PADA
LAMA WAKTU INKUBASI YANG BERBEDA**



SKRIPSI
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi



Oleh

ANTON OKTA GANDHI
08071004007

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JULI 2011

LEMBAR PENGESAHAN

**RESPONS EMBRIOGENESIS MIKROSPORA PADI SIAM DENGAN
PERLAKUAN SUHU PANAS (33°C) DAN STARVASI PADA
LAMA WAKTU INKUBASI YANG BERBEDA**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**

Oleh

**ANTON OKTA GANDHI
08071004007**

Pembimbing II,



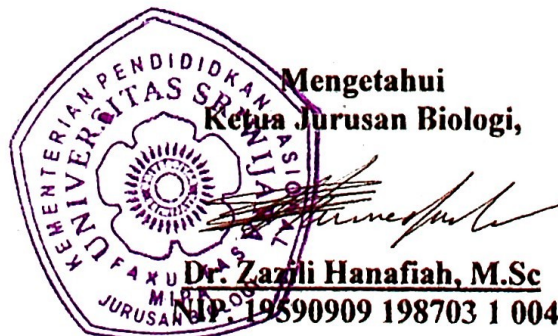
**Singgih Tri Wardana, S.Si, M.Si
NIP. 19710911 199903 1 004**

**Indralaya, 13 Juli 2011
Pembimbing I,**



**Drs. Juswardi, M.Si
NIP. 19630924 199002 1 001**

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi,



**Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc
NIP. 19690909 198703 1 004**

MOTTO:

“Untuk mencapai tujuan akhirmu, kamu harus bersabar. Jika kamu menemukan kegagalan janganlah bersedih karena kegagalan juga menyenangkan. Hidup dengan kepercayaan bahwa cobaan itu berguna untuk menempa diri sendiri, serta tak ada salahnya jika sedikit berharap pada keberuntungan karena keberuntungan juga merupakan kekuatanmu”

Kupersembahkan karyaku untuk:

- .. Dinku (Al Islam)*
- .. Ibu (Misdar, Spd) dan Ayahku (Radiman, SE)*
- .. Kakakku (Deddy Syahputra, Reza Oktadinata, ST)*
- .. Adikku (Age Rahmat Kurnia)*
- .. Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penelitian tentang **“Respons Embriogenesis Mikrospora Padi Siam dengan Perlakuan Suhu Panas (33°C) dan Starvasi pada Lama Waktu Inkubasi yang Berbeda”** dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Biologi di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Terimakasih dan rasa hormat kepada, Drs. Juswardi, M.Si dan Singgih Tri Wardana, M.Si sebagai pembimbing yang telah memberi perhatian, bimbingan dan pengarahan dengan penuh kesabaran, serta keikhlasan dalam meluangkan waktu, tenaga dan pikiran sehingga selesainya penulisan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan semua pihak, untuk itu pada kesempatan ini saya juga mengucapkan terima kasih kepada Yang Terhormat:

1. Drs M. Irfan, M.T selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Dra. Muharni, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi terima kasih atas bimbingan dan bantuannya selama ini.
4. Dwi Puspa Indriani, M.Si selaku Bendahara Jurusan Biologi terima kasih atas bantuannya dalam administrasi selama ini.
5. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si dan Dra. Harmida, M.Si selaku dosen pembahas, terima kasih atas kritik dan saran serta waktu yang diberikan.

1. Dr. Indra Yustian, M.Si selaku Pembimbing Akademik, terima kasih atas pengarahan dan perhatiannya selama menempuh pendidikan di jurusan Biologi.
2. Seluruh Dosen, atas pengajaran materi kuliah yang diberikan selama menuntut ilmu di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Nanang dan Desi, selaku karyawan di Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sriwijaya.
4. Teman seperjuangan (Evi, Putri, Litha, Dewi) yang telah saling memberi motivasi. Masayu dan Istantina yang telah membantu mengurus konsumsi saya dari seminar hasil hingga sidang sarjana.
5. Siti Putri Fadilah Orchidlya, terima kasih atas pengertian, saran, dukungan moril, dan kesabarannya.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2007, adik-adik tingkat 2008, 2009, 2010 dan kakak-kakak tingkat 2006 dan 2005 atas segala nasehatnya.

Semoga skripsi ini dapat dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 13 Juli 2011

Penulis

MICROSPORE EMBRYOGENESIS RESPONSES OF SIAM RICE BY 30°C HEAT TREATMENT AND STARVATION ON THE DIFFERENT LENGTH OF INCUBATION TIME

**By:
ANTON OKTA GANDHI
08071004007**

ABSTRACT

Research about “Microspores Embryogenesis Response of Siam Rice by 30°C Heat Treatment and Starvation on The Different Length of Incubation Time” was done in September 2010 until June 2011. The Research was done at Plant Physiology Laboratory, Biology Department, Mathematics and Natural Sciences Faculty, Sriwijaya University, Indralaya. This research aimed to determine the response of rice plant microspores conjoined get heat treatment (33°C), starvation, the combination of heat treatment and starvation, and get a length incubation time that can delivered results embryogenic development of microspores during the interval of 2, 4, 6, 8 days. This research used Randomized Design Group (RDG) with the control treatment, heat treatment (33°C), starvation, the combination of heat treatment and starvation and as a group that is a length incubation time 2, 4, 6 and 8 days. The results of this research is Siam rice microspore viability decreases with increasing duration of microspores in conditions gripped. Siam rice microspore embryogenesis most appropriate used of combination of heat treatment and starvation. Length incubation time is right for Siam rice microspore embryogenesis is 6 days. The appearance of microspore embryogenic showed identical to the late uninukleat phase, microspore vacuole is fragmented with starlike structures morphological.

Key words: embryogenesis, length incubation time, microspores, Siam rice, starvation, heat treatment.

RESPONS EMBRIOGENESIS MIKROSPORA PADI SIAM DENGAN PERLAKUAN SUHU PANAS (33°C) DAN STARVASI PADA LAMA WAKTU INKUBASI YANG BERBEDA

Oleh:
ANTON OKTA GANDHI
08071004007

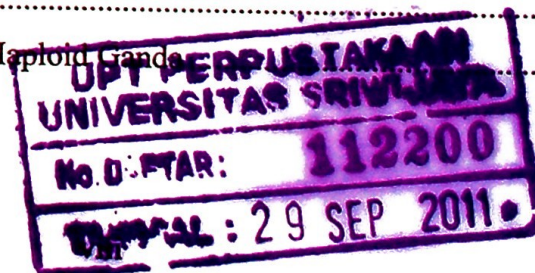
ABSTRAK

Penelitian tentang “Respons Embriogenesis Mikrospora Padi Siam dengan Perlakuan Suhu Panas (33°C) dan Starvasi pada Lama Waktu Inkubasi yang Berbeda” ini dilaksanakan pada bulan September 2010 sampai dengan bulan Juni 2011. Bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons embriogenesis mikrospora tanaman padi Siam pada perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi, dengan mengamati mikrospora viabel dan mikrospora embriogenik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan yaitu kontrol, suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi dan sebagai kelompok yaitu lama waktu inkubasi 2, 4, 6 dan 8 hari. Hasil dari penelitian adalah viabilitas mikrospora padi Siam semakin berkurang seiring dengan semakin lamanya mikrospora tersebut dalam kondisi tercekam. Embriogenesis mikrospora padi Siam paling tepat menggunakan perlakuan kombinasi cekaman suhu panas dan cekaman starvasi. Lama waktu inkubasi yang tepat untuk embriogenesis mikrospora padi Siam adalah 6 hari. Penampakan mikrospora embriogenik memperlihatkan mikrospora dengan ciri yang identik dengan fase uninukleat akhir, mikrospora tersebut mengalami fragmentasi vakuola dan sitoplasma dengan struktur morfologi *starlike*.

Kata kunci: embriogenesis, lama waktu inkubasi, mikrospora, padi Siam, starvasi, suhu panas.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Hipotesis.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Deskripsi Padi Siam	6
2.2. Mikrospora	7
2.3. Fase Perkembangan Mikrospora	9
2.4. Embriogenesis Mikrospora.....	10
2.5. Cekaman Suhu Panas	13
2.6. Starvasi	14
2.7. Tanaman Haploid dan Haploid Ganda	16



BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Alat dan Bahan	19
3.3. Rancangan Percobaan	19
3.4. Cara Kerja	20
3.4.1. Persiapan Sumber Eksplan Bahan Penelitian	20
3.4.2. Pembuatan Medium Starvasi	20
3.4.3. Sterilisasi Alat.....	21
3.4.4. Penanaman Antera Padi.....	21
3.4.5. Pengamatan Mikrospora.....	22
3.5. Variabel Pengamatan	22
3.5.1. Data Kuantitatif.....	22
3.5.2. Data Kualitatif.....	23
3.6. Analisa Data.....	23

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Viabilitas Mikrospora.....	24
4.2. Mikrospora Embriogenik.....	29
4.3. Pengamatan Morfologi Mikrospora.....	34
4.3.1. Morfologi Mikrospora Viabel dan Nonviabel.....	34
4.3.2. Morfologi Mikrospora Embriogenik.....	37

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA.....	42
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	45
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan karakteristik padi unggul dengan padi Siam	7
2. Persentase mikrospora viabel setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi	24
3. Persentase mikrospora embriogenik setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi	29
4. Komposisi medium B.....	45
5. Analisis varian (Anava) persentase mikrospora viabel setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	46
6. Analisis varian (Anava) persentase mikrospora embriogenik setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	46
7. Uji lanjut Wilayah Berganda Duncan (WBD: α 0.05) jumlah mikrospora viabel pada kultur mikrospora padi siam.....	47
8. Uji lanjut Wilayah Berganda Duncan (WBD: α 0.05) jumlah mikrospora embriogenik pada kultur mikrospora padi siam.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sampel padi kultivar Siam	6
2. Jalur gametofitik mikrospora.....	8
3. Proses seluler dan molekuler embriogenesis mikrospora	11
4. Cekaman suhu panas dan mekanismenya.....	14
5 Mekanisme stravasi.....	16
6. Persentase mikrospora viabel setelah mendapatkan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi pada lama waktu inkubasi 2, 4, 6, dan 8 hari.....	27
7. Persentase mikrospora embriogenik setelah mendapatkan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi pada lama waktu inkubasi 2, 4, 6, dan 8 hari.....	32
8. Penampakan mikrospora viabel dan nonviabel.....	35
9. Penampakan mikrospora embriogenik.....	37
10. Penampakan mikrospora embriogenik yang mengalami kematian.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel 4. komposisi medium B.....	45
2. Tabel 5. Analisis varian (Anava) persentase mikrospora viabel setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	46
2. Tabel 6. Analisis varian (Anava) persentase mikrospora embriogenik setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	46
3. Tabel 7. Uji lanjut Wilayah Berganda Duncan (WBD: α 0.05) jumlah mikrospora viabel pada kultur mikrospora padi siam.....	47
4. Tabel 8. Uji lanjut Wilayah Berganda Duncan (WBD: α 0.05) jumlah mikrospora embriogenik pada kultur mikrospora padi siam.....	48
5. Gambar mikrospora padi Siam pada perlakuan suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel 4. komposisi medium B.....	45
2. Tabel 5. Analisis varian (Anava) persentase mikrospora viabel setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	46
2. Tabel 6. Analisis varian (Anava) persentase mikrospora embriogenik setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	46
3. Tabel 7. Uji lanjut Wilayah Berganda Duncan (WBD: α 0.05) jumlah mikrospora viabel pada kultur mikrospora padi siam.....	47
4. Tabel 8. Uji lanjut Wilayah Berganda Duncan (WBD: α 0.05) jumlah mikrospora embriogenik pada kultur mikrospora padi siam.....	48
5. Gambar mikrospora padi Siam pada perlakuan suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi.....	49

antara antara lain tanaman hasil budidaya masih banyak yang steril, dapat memproduksi regenerasi albino, dan tidak semua genotif responsif terhadap kultur antara.

Salah satu penyebab tidak responsifnya genotif terhadap kultur antara dalam menginduksi perkembangan mikrospora yang embriogenik adalah mikrospora berada di dalam lokul yang tertutup oleh dinding antara. Menurut Heberley-Bors 1989 *dalam* Indrianto *et al.* (2004: 135), dinding antara berperan sebagai penghalang aliran nutrisi dari medium kultur ke mikrospora. Dinding antara juga mengeluarkan substansi-substansi yang bersifat memacu maupun menghambat embriogenesis mikrospora.

Alternatif yang dapat digunakan jika kultur antara gagal dikerjakan untuk memproduksi tanaman haploid ganda ialah melalui kultur mikrospora. Mikrospora merupakan stadium muda dalam tahap perkembangan polen. Menurut Bhojwani & Bhatnagar, 1999 *dalam* Wahidah (2010: 1), secara normal, perkembangan mikrospora selanjutnya akan berdiferensiasi menjadi serbuk sari yang berperan sebagai gamet jantan pada tumbuhan. Bila tidak ada persatuan antara gamet jantan dan gamet betina tidak akan terjadi individu baru sehingga mikrospora ini akan terbang secara percuma. Jumlah mikrospora dapat mencapai ribuan tiap satu kuncup bunga dengan satu antara minimal mengandung 300 mikrospora.

Secara umum kelebihan kultur mikrospora dibandingkan dengan kultur antara yaitu kompetisi diantara mikrospora yang disebabkan karena keterbatasan ruang dan nutrisi di dalam antara (lokul) dapat diabaikan. Datta (2001: 2) menyatakan bahwa semua kemungkinan kontaminasi oleh jaringan somatik, sel-sel diploid dari antara dapat diabaikan, oleh karena itu semua faktor *in vitro* seperti nutrisi dan sumber

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Padi Siam merupakan jenis padi rawa yang masih dibudidayakan oleh masyarakat di Sumatera Selatan karena termasuk padi lokal yang terbukti lebih mampu beradaptasi pada lahan yang tergenang dibandingkan dengan padi hasil persilangan (Anonim 2011: 1). Padi Siam memiliki rasa nasi yang pulen, hasil relatif stabil namun potensi hasil yang rendah dan memiliki umur yang lama. Upaya perbaikan sifat perlu dilakukan untuk meningkatkan hasil dan mempercepat umur panen tanaman.

Pemuliaan tanaman untuk meningkatkan hasil produksi dan perbaikan sifat tanaman dapat ditempuh dengan kultur *in vitro*. Menurut Wetherell (1982: 27), keuntungan kultur *in vitro* antara lain dapat mempercepat didapatnya tanaman homozigot, memungkinkan dilakukan hibridisasi jarak jauh, serta kemungkinan memperbaiki sifat dari tanaman yang steril atau sukar menghasilkan bunga. Pemuliaan tanaman melalui kultur *in vitro* dapat dilakukan, misalnya dengan kultur antera dan kultur mikrospora.

Secara teoritis kultur antera dan kultur mikrospora memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing. Menurut Supena *et al.* (2008: 803), keuntungan kultur antera yaitu dapat memperpendek siklus pemuliaan melalui pembentukan galur murni homozigot secara cepat dan mempermudah pemetaan genom tanaman dari tanaman haploid ganda homozigot. Masalah yang biasa timbul pada regenerasi dari kultur

eksplan dapat langsung mempengaruhi mikrospora. Keuntungan lainnya dari kultur mikrospora adalah dapat diketahui sifat-sifat resesif yang muncul ketika dikulturkan yang tidak mudah ditemukan pada metode pemuliaan tanaman yang lain.

Kultur mikrospora menjadi penting karena memungkinkan studi mekanisme biologi pada tingkatan seluler dan molekuler berkaitan dengan induksi embriogenesis. Embriogenesis mikrospora atau androgenesis dapat dilakukan dengan cara mengisolasi mikrospora dari antera dan mengkulturkannya secara *in vitro*. Menurut Chawla *dalam* Tiwari (2004: 441), androgenesis adalah pembentukan tanaman haploid regeneran melalui kultur antera atau kultur mikrospora. Faktor kunci yang umum untuk induksi embriogenesis mikrospora adalah cekaman. Tanpa cekaman mikrospora berkembang menjadi polen normal yang masak.

Cekaman melalui suhu panas, suhu dingin, dan pelaparan nutrisi merupakan perlakuan yang diberikan khusus kepada tanaman yang bertujuan untuk merangsang gametofit berkembang ke arah sporofitik sehingga menghasilkan embrio yang bersifat haploid. Oleszczuck (2006: 1), mengungkapkan bahwa pada embrio yang bersifat haploid, proses penggandaan kromosom lebih lanjut dapat dilakukan sehingga dihasilkan tanaman yang bersifat haploid ganda (homozigot) dan sifat ini sangat penting dalam pemuliaan tanaman.

Cekaman berupa suhu panas (30-35°C) telah terbukti mampu meningkatkan respons androgenesis pada *Brassica*, *Zea mays* L., *Triticum aestivum* serta *Oryza sativa* L. *Brassica campestris* menunjukkan respons embriogenesis pada temperatur 35°C selama 3 hari. Suhu tinggi juga terbukti dapat mempengaruhi induksi mikrospora embriogenesis pada tembakau (Palmer & Keller 1997 *dalam* Indrianto

et al. 2004: 134). Mikrospora gandum akan menunjukkan respon embriogenesis pada temperatur optimal 32°C selama 6 hari dan pada suhu 33°C yang dikombinasikan starvasi (Touraev *et al.* 1996 dalam Wahidah 2010: 2).

Keberhasilan pembentukan mikrospora embriogenik, disamping jenis perlakuan yang diaplikasikan juga ditentukan oleh konsentrasi jenis perlakuan dan lama inkubasi eksplan dalam suatu perlakuan. Ogawa *et al.* 1995; Roy & Mandal 2005 dalam Suaib *et al.* (2008: 64) melaporkan bahwa malai padi indica yang diinkubasikan berturut-turut pada suhu 10°C selama 21–28 hari, dan pada suhu 8° C selama 8 hari, menghasilkan polen embrio dalam jumlah yang sangat tinggi. Demikian juga, malai gandum dengan perlakuan suhu 4°C selama 28 hari, dan inkubasi antera pada suhu 28°C selama 7 hari, mampu menghasilkan mikrospora embriogenik pada frekuensi yang sangat tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Kultur mikrospora mempunyai keunggulan dibandingkan dengan kultur antera dalam hal perbaikan sifat tanaman melalui embriogenesis yang menghasilkan tanaman haploid. Keberhasilan kultur mikrospora ditentukan oleh cekaman untuk merubah jalur perkembangan mikrospora dari jalur gametofitik ke arah sporofitik. Cekaman suhu panas, starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi terbukti dapat menginduksi mikrospora embriogenik, tetapi lama waktu cekaman juga menentukan keberhasilannya sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai respons embriogenesis mikrospora padi Siam dengan perlakuan suhu panas (33°C) dan starvasi pada lama waktu inkubasi yang berbeda.

1.3. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah dengan adanya perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi, maka kultur mikrospora akan menghasilkan mikrospora embriogenik. Diketahui juga waktu yang tepat untuk pembentukan mikrospora embriogenik pada tanaman padi Siam.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons embriogenesis mikrospora tanaman padi Siam pada perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi dengan mengamati mikrospora viabel dan mikrospora embriogenik.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai lama waktu inkubasi yang tepat bagi tanaman padi Siam dalam hal pembentukan mikrospora embriogenik setelah mendapatkan perlakuan cekaman suhu panas (33°C), starvasi, kombinasi suhu panas dan starvasi. Manfaat lainnya yaitu sebagai tahap awal dalam hal upaya pembentukan varietas unggul padi berbasis padi lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Pada Lahan Rawa Lebak. <http://e-learning.unram.ac.id/deptan>. 20 September 2010.
- Datta, S.K. 2001. Androgenic Haploids: Factors Controlling Development and Its Application in Crop Improvement. *Current Science*. 89 (11). 1870–1878.
- Garrido D, E. Heberle-Bors & O. Vicente. 1995. Cellular Changes During the Acquisition of Embryogenic Potential in Isolated Pollen Grains of *Nicotiana tabacum*. *Protoplasma*. 186: 220–230.
- Herawati, R., N. Khumaida & B.S. Purwoko. 2008. Pembentukan Galur Haploid Ganda Padi Gogo dengan Sifat-Sifat Tipe Baru Melalui Kultur Antera. *Bul Agron*. 36 (3): 181-187.
- Indrianto A, E. Heberle-Bors & A. Touraev. 1999. Assessment of Various Stresses and Carbohydrate for Their Effect On The Induction of Embryogenesis in Isolated Wheat Microspores. *Plant Science* 143: 71-79.
- Indrianto A, I. Barinova, A. E. Heberle-Bors & A. Touraev. 2001. Tracking Individual Wheat Microspores *in vitro*: Identification of Embryogenic Microspores and Body Axis Formation in the Embryo. *Planta*. 212: 163–174.
- Indrianto A, E. Semiarti & Surifah. 2004. Produksi Galur Murni Melalui Induksi Embriogenik Mikrospora Cabai Merah Besar Dengan Stres. *Zuriat*. 14 (2): 133-139.
- Kyo M & Harada H. 1986. Control of the Developmental Pathway of Tobacco Pollen *in vitro*. *Planta*. 168: 427–432.
- Latif, S. 1991. Identifikasi Mikrospora Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Untuk Kultur Haploid. *Buletin Perkebunan*. 22: 231-238.
- Maraschin S.F, W. Priester, H.P Spaink & M. Wang. 2005. Androgenic Switch: an Example of Plant Embryogenesis from the Male Gametophyte Perspective. *Journal Experimental Botany*. 56 (417): 1711–1726.
- Munoz M, A.M. Castillo, L. Cistuel & M.P. Valles. 2006. Transcriptome Analysis of Barley Anthers: Effect of Mannitol Treatment in Microspore Embryogenesis. Departamento de Genética y Producción Vegetal, Estación Experimental Aula Dei, CSIC, 50059, Zaragoza, Spain. *Thesis*. 30 page.
- Oleszczuck, S., S. Sowa & J. Zimny. 2006. Androgenic Response to Preculture Stress in Microspore Cultures of Barley. *Protoplasma*. 228: 95-100.

- Raina S.K & S.T Irfan. 1998. High Frequency of Embryogenesis and Plantlet Regeneration From Isolate Microspores of Indica Rice. *Plant Cell Rep.* 17: 957-962.
- Rosmini, H & I. Khairullah. 1999. Penampilan Daya Hasil Galur Padi di Lahan Pasang Surut Menunjang Ketahanan Pangan. *Bul Agron.* 28 (3): 73-76.
- Rusnani. 2006. Aktivitas Polifenol Oksidase Dan Karakteristik Kalus Embriogenik Kultur Antera Padi Setelah Praperlakuan Cekaman Manitol. *Skripsi.* Universitas Sriwijaya. 38 hlm.
- Salisbury, F.B & C.W Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan* (Terjemahan). Sumaryono & D.R. Lukman (Penerjemah). Jilid 3. ITB. Bandung. 16a+343 hlm.
- Sasmita, P. 2001. Kultur Antera Padi Gogo dan F1 Terpilih (Hasil Persilangan Kultivar Dengan Aksesori Toleran Naungan). *Tesis.* Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 40 hlm.
- Segui-Simarro & Nuez F. 2008. How Microspores Transform Into Haploid Embryos: Changes Associated with Embryogenesis Induction and Microspore-derived Embryogenesis. *Physiologia Plantarum.* 134: 1-12.
- Shariatpanahi ME, U. Bal, E. Heberle-Bors & A. Touraev. 2006. Stresses Applied for the re-Programming of Plant Microspores Towards In Vitro Embryogenesis. *Physiol Plant.* 127: 519-534.
- Simmonds, D.H., W. Newcomb & C. Gervais. 2000. Rearrangement of the Actin Filament and Microtubule Cytoskeleton During Induction of Microspore Embryogenesis in *Brassica napus* L. cv. Topas. *Protoplasma.* 213: 194-202.
- Suaib, W. Mangoendidjojo, Mirzawan PDN & A. Indrianto. 2008. Respons Embriogenesis Mikropora Tanaman Tebu (*Saccharum* spp.) Pada Suhu dan Lama Inkubasi Cabang Malai di Dalam Medium B. *Berk Penel Hayati.* 14: 63-72.
- Supena EDJ, E. K. Boutilier, A. Van Lammeren, R. Offringa, T. Riksen & B. Winarto. 2008. Regeneration of Zygotic-Like Microspore-Derived Embryos Suggests an Important Role for the Suspensor in Early Embryo Patterning. *J Exp Bot.* 59: 803-814.
- Suprihatno B., Baehaki, A.A. Daradjat, S.D. Indrasari, O.S. Lesmana, Satoto, H. Sembiring, A. Setyono & I.N. Widiarta. 2009. *Deskripsi Varietas Padi.* Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang. 105 hlm.
- Syahputra, MHD. 2003. *Biokimia Starvasi.* Fakultas Kedokteran Bagian Biokimia. Universitas Sumatra Utara. 11 hlm.

- Tiwari, S., P. Shanker & M. Tripathi. 2004. Effects of Genotype and Culture Medium On *In Vitro* Androgenesis In Soybean (*Glycine max.* Merr.). *Indian Journal of Biotechnology*. 3: 441-444.
- Tjitrosoepomo, G. 2004. Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta). Gajah Mada University Press. Yogyakarta. x+480 hlm.
- Touraev A, A. Indrianto, I. Wratshko & O. Vicente. 1996. Efficient Microspore Embryogenesis in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Induced by Starvation at High Temperature. *Sex Plant Reprod.* 9: 209-215.
- Touraev A, E. Heberle-Bors & M. Pfosser. 2001. The Microspore: a Haploid Multipurpose Cell. *Adv Bot Res.* 35: 53-109.
- Wahidah, B.F. 2010. Pengaruh Stres Pelaparan dan Suhu Tinggi Terhadap Induksi Embriogenesis Mikrospora Tembakau. *Jurnal Biologi*. 14 (1): 1-6.
- Wetherell, D. F. 1982. *Pengantar Propagasi Tanaman secara In Vitro*. Koensoemardiyah (Penerjemah). IKIP Semarang Press. Semarang. v + 110 hlm.
- Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta. xvii+250 hlm.