

TESIS

**EVALUASI DAN SELEKSI BERBAGAI GENOTIPE JAGUNG
HIBRIDA SILANG TUNGGAL (*Zea mays* L.) TERHADAP
CEKAMAN KEKERINGAN**

**EVALUATION AND SELECTION OF VARIOUS GENOTYPES
FROM A SINGLE CROSS HYBRID CORN (*Zea mays* L.)
AGAINST DROUGHT STRESS**

NUR FADHLI

G012182004



PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI DAN SELEKSI BERBAGAI GENOTIPE JAGUNG HIBRIDA SILANG TUNGGAL (*Zea mays* L.) TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

Disusun dan diajukan oleh:

NUR FADHLI

G012182004

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 06 April 2021, dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

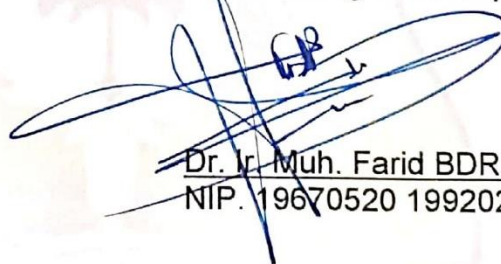
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rafiuddin, M.P.
NIP. 19641229 198903 1 003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Muh. Farid BDR, M.P.
NIP. 19670520 199202 1 001

Ketua Program Studi
Magister Agroteknologi



Ir. Rinaldi Sianril, M.Agr., Ph.D
NIP. 19660925 199412 1 001

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224 198601 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Fadhli
NIM : G012182004
Program Studi : Agroteknologi
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul “Evaluasi dan Seleksi Berbagai Genotipe Jagung Hibrida Silang Tunggal (*Zea mays* L.) Terhadap Cekaman Kekeringan” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari tesis karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, April 2021

Yang Menyatakan




Nur Fadhli

PRAKATA

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tesis yang berjudul “**Evaluasi dan Seleksi Berbagai Genotipe Jagung Hibrida Silang Tunggal (*Zea mays* L.) Terhadap Cekaman Kekeringan**” Tulisan ini dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang pertumbuhan dan produksi beberapa genotipe jagung hibrida pada kondisi normal dan cekaman kekeringan sehingga dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, penulisan tesis ini tidak akan terselesaikan dengan baik, karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Rafiuddin, M.P.** dan **Dr. Ir. H. Muh. Farid BDR, M.P.** selaku pembimbing yang memberikan banyak saran, masukan, serta ilmu kepada penulis sejak awal penelitian hingga selesainya tesis ini.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Yunus Musa, M.Sc.**, dan **Dr. Ir. Muh. Riadi, M.P.**, serta **Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si.** selaku penguji yang memberikan banyak saran dan masukan kepada penulis sejak awal penelitian sampai selesainya tesis ini.
3. Terkhusus yang tercinta kedua orang tua (Bapak **Nursalam** dan Ibu **Dahliah**), mertua (Bapak **Abdul Kadir** dan Ibu **Asriani**) yang telah memberi nasehat dengan segala kesabaran, atas jerih payah serta doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Untuk istri tercinta **Fira Novianti**, adik **Nurzamran**, dan Ipar (**Muh. Fiqri**

Jayakarsa, Fachturrahman dan Farah Zafiriah Farzana) yang menjadi motivasi, dan membuat penulis lebih semangat.

4. Partner penelitian **Fahmi Sahaka, S.P.** dan **Muh. Fadli, S.P.** yang telah memberikan semangat, dukungan, dan bantuan dari awal penelitian sampai selesai.
5. Bapak dan Ibu staf pegawai akademik Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin atas segala arahan dan bantuan teknisnya.

Penulis berharap semoga apa yang terdapat dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya. Aamiin.

Makassar, April 2021

Penulis

ABSTRACT

Nur Fadhli (G012182004). Evaluation and Selection of Various Genotypes from a Single Cross Hybrid Corn (*Zea mays* L.) Against Drought Stress. Supervised by Rafiuddin and Muh. Farid BDR.

The aim of this study was to select maize genotypes tolerant to drought stress in field and screen house. The study consisted of 2 phases, namely research in the field and screen house which was conducted at the IP2TP Bajeng Experimental Field in the Indonesian Cereals Research Institute, Bajeng District, Gowa Regency, South Sulawesi. The field research used a randomized block design in a nested design, namely: hybrid maize genotypes nested in two selection environments, optimal and drought stress, using multivariate analysis to determine secondary characters in the selection of hybrid maize lines adaptive to drought. The screen house study used a separate plot design with main plots of stress intervals, namely: no stress, 7 days stress, 14 days stress, 21 days stress, 28 days stress, and 35 days stress, while subplots were five genotypes of hybrid maize. The results showed that the adaptive genotype that grew well and yield high in both conditions was CAL1471 / MAL03. Meanwhile, in the screen house study, the genotype CAL1471 / MAL03 also had the best response in the stress-free condition and 7 days duration of stress condition. Cob weight is an effective secondary trait for selection of drought stressed – genotypes. Genotypes VL1016556/MAL03 and CAL1471/MAL03 gave the highest production under stress duration up to 14 days at soil moisture 20.14% and 19.10% in the screen house.

Key words: *drought stress, maize, tolerance index*

ABSTRAK

Nur Fadhli (G012182004). Evaluasi Dan Seleksi Berbagai Genotipe Jagung Hibrida Silang Tunggal (*Zea mays* L.) Terhadap Cekaman Kekeringan. Dibimbing Oleh Rafiuddin dan Muh. Farid BDR.

Penelitian bertujuan untuk menyeleksi genotipe jagung yang toleran cekaman kekeringan pada lapangan dan *screen house*. Penelitian terdiri dari 2 tahap yaitu penelitian di lapangan dan *screen house* yang dilaksanakan di Kebun IP2TP Bajeng Balai Penelitian Tanaman Serealia, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Penelitian di lapangan menggunakan rancangan acak kelompok dalam pola tersarang (*nested design*) yaitu : genotipe jagung hibrida tersarang di dua lingkungan seleksi yaitu kondisi normal (optimum) dan cekaman kekeringan dengan menggunakan analisis multivariate untuk menentukan karakter sekunder dalam pemilihan galur jagung hibrida adaptif terhadap kekeringan. Penelitian di *screen house* menggunakan rancangan petak terpisah dengan petak utama interval cekaman yaitu : tanpa cekaman, cekaman 7 hari, cekaman 14 hari, cekaman 21 hari, Cekaman 28 hari, dan cekaman 35 hari, sedangkan anak petak 5 genotipe jagung hibrida. Hasil penelitian menunjukkan genotipe yang adaptif tumbuh dan menghasilkan produksi yang tinggi pada kedua kondisi yaitu CAL1471/MAL03. Sementara pada penelitian *screen house* genotipe CAL1471/MAL03 memiliki respon terbaik pada kondisi tanpa cekaman dan lama cekaman 7 hari. Bobot tongkol merupakan karakter sekunder yang efektif sebagai kriteria seleksi dalam pemilihan genotipe jagung adaptif pada kondisi cekaman kekeringan. Lama cekaman di *screen house* hingga 14 hari menunjukkan produksi tertinggi pada genotipe VL1016556/MAL03 dan CAL1471/MAL03 dengan nilai kadar air tanah yaitu 20.14% dan 19.10%.

Kata kunci : *Cekaman kekeringan, jagung, indeks toleransi*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Karakteristik Tanaman Jagung.....	7
B. Kebutuhan Air Tanaman Jagung.....	8
C. Cekaman Kekeringan Pada Tumbuhan.....	11
D. Ketahanan Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan.....	12
E. Pemuliaan Tanaman Jagung	16
F. Jagung Hibrida Silang Tunggal	18
G. Kerangka Konseptual.....	20
H. Hipotesis Penelitian.....	21
BAB III. METODE PENELITIAN.....	22
A. Tempat dan Waktu.....	22
B. Alat dan Bahan	22
C. Rancangan Penelitian	22
D. Pelaksanaan Penelitian.....	24
E. Parameter Pengamatan	28
F. Analisis Data.....	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Hasil Penelitian	34
B. Pembahasan.....	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	118
A. Kesimpulan	118
B. Saran	118
DAFTAR PUSTAKA.....	119
LAMPIRAN	127

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) Pada Lapangan.....	35
2. Rata-rata Tinggi Letak Tongkol (cm) Pada Lapangan	37
3. Rata-rata Jumlah Daun (helai) Pada Lapangan.....	39
4. Rata-rata Lebar Daun (cm) Pada Lapangan.....	40
5. Rata-rata Panjang Daun (cm) Pada Lapangan.....	42
6. Rata-rata Sudut Daun (°) Pada Lapangan	43
7. Rata-rata Diameter Batang (mm) Pada Lapangan.....	45
8. Rata-rata SPAD Pada Lapangan.....	46
9. Rata-rata Umur Berbunga Betina (HST) Pada Lapangan	48
10. Rata-rata Umur Berbunga Jantan (HST) Pada Lapangan	49
11. Rata-rata ASI (Anthesis Silking Interval) (hari) Pada Lapangan....	51
12. Rata-rata Umur Panen (HST) Pada Lapangan	52
13. Rata-rata Suhu Daun (°C) Pada Lapangan	54
14. Rata-rata Skor Penggulungan Daun Pada Lapangan.....	55
15. Rata-rata Panjang Tongkol (cm) Pada Lapangan.....	57
16. Rata-rata Diameter Tongkol (mm) Pada Lapangan	58
17. Rata-rata Jumlah Baris Biji.Tongkol ⁻¹ (baris) Pada Lapangan.....	60
18. Rata-rata Jumlah Biji.Baris ⁻¹ (biji) Pada Lapangan	62
19. Rata-rata Bobot Tongkol (g) Pada Lapangan	64
20. Rata-rata Bobot Janggél (g) Pada Lapangan	65
21. Rata-rata Rendemen (%) Pada Lapangan.....	67
22. Rata-rata Bobot 1.000 biji (g) Pada Lapangan.....	69
23. Rata-rata Kadar Air Biji (%) Pada Lapangan	71
24. Rata-rata Produksi (ton/ha) Pada Lapangan	73
25. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) Pada <i>Screen House</i>	74
26. Rata-rata Tinggi Letak Tongkol (cm) Pada <i>Screen House</i>	76
27. Rata-rata Jumlah Daun (helai) Pada <i>Screen House</i>	77
28. Rata-rata Diameter Batang (mm) Pada <i>Screen House</i>	78
29. Rata-rata SPAD Pada <i>Screen House</i>	79
30. Rata-rata Sudut Daun (°) Pada <i>Screen House</i>	80

31. Rata-rata Umur Berbunga Betina (HST) Pada <i>Screen House</i>	81
32. Rata-rata Umur Berbunga Jantan (HST) Pada <i>Screen House</i>	82
33. Rata-rata ASI (Anthesis Silking Interval) (hari) Pada <i>Screen House</i>	82
34. Rata-rata Umur Panen (HST) Pada <i>Screen House</i>	83
35. Rata-rata Suhu Daun (°C) Pada <i>Screen House</i>	84
36. Rata-rata Skor Penggulungan Daun Pada <i>Screen House</i>	85
37. Rata-rata Persentase Daun Kering (%) Pada <i>Screen House</i>	86
38. Rata-rata Panjang Tongkol (cm) Pada <i>Screen House</i>	87
39. Rata-rata Panjang Tongkol Berbiji (cm) Pada <i>Screen House</i>	88
40. Rata-rata Diameter Tongkol (mm) Pada <i>Screen House</i>	89
41. Rata-rata Jumlah Baris Biji.Tongkol ⁻¹ (baris) Pada <i>Screen House</i>	90
42. Rata-rata Jumlah Biji.Baris ⁻¹ (biji) Pada <i>Screen House</i>	91
43. Rata-rata Bobot Tongkol (g) Pada <i>Screen House</i>	92
44. Rata-rata Bobot Janggal (g) Pada <i>Screen House</i>	93
45. Rata-rata Rendemen (%) Pada <i>Screen House</i>	94
46. Rata-rata Kadar Air Biji (%) Pada <i>Screen House</i>	95
47. Rata-rata Bobot 1.000 biji (g) Pada <i>Screen House</i>	96
48. Rata-rata Produksi (g) Pada <i>Screen House</i>	97
49. STI Karakter Jagung.....	104
50. Path analisis STI Produksi.....	107
51. Analisis Korelasi Spearman.....	108

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Kerangka Konseptual Penelitian.....	20
2. Ilustrasi Penggulungan Daun.....	30
3. Dinamika Kadar Air Tanah Pada Lapangan.....	101
4. Analisis Biplot Berbasis Komponen Utama.....	105
5. Pemetaan Seleksi Genotipe Jagung.....	109
6. Dinamika Kadar Air tanah Pada <i>Screen House</i>	116

DAFTAR TABEL LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Sidik Ragam Tinggi Tanaman, Tinggi Letak Tongkol, dan Jumlah daun Pada Lapangan	127
2. Sidik Ragam Lebar Daun, Panjang Daun, Sudut Daun, dan Diameter Batang Pada Lapangan.....	127
3. Sidik Ragam SPAD, Umur Berbunga Betina, dan Umur Berbunga Jantan Pada Lapangan	128
4. Sidik Ragam ASI, Umur Panen, Suhu Rata-rata, dan Panjang Tongkol Pada Lapangan	128
5. Sidik Ragam Skor Penggulungan Daun, Diameter Tongkol, dan Jumlah Baris Biji.Tongkol ⁻¹ Pada Lapangan	129
6. Sidik Ragam Jumlah Biji.Baris ⁻¹ , Bobot Tongkol, Bobot Janggél, dan Rendemen Pada Lapangan	129
7. Sidik Ragam Bobot 1.000 Biji, Kadar Air Biji, dan produksi Pada Lapangan	130
8. Sidik Ragam Tinggi Tanaman, Tinggi Letak Tongkol, dan Jumlah Daun Pada <i>Screen House</i>	130
9. Sidik ragam Diameter Batang, SPAD, dan Sudut Daun Pada <i>Screen House</i>	131
10. Sidik Ragam Umur Berbunga Betina, Umur Berbunga Jantan, ASI, dan Umur Panen Pada <i>Screen House</i>	131
11. Sidik Ragam Suhu Rata-rata, Skor Penggulungan Daun, dan Persentase Kekeringan Daun Pada <i>Screen House</i>	132
12. Sidik Ragam Panjang Tongkol, Panjang Tongkol Berbiji, dan Diameter Tongkol Pada <i>Screen House</i>	132
13. Sidik Ragam Jumlah Baris Biji.Tongkol ⁻¹ , Jumlah Biji.Baris ⁻¹ , dan Bobot Tongkol Pada <i>Screen House</i>	133
14. Sidik Ragam Bobot Janggél, Rendemen dan Kadar Air Biji Pada <i>Screen House</i>	133
15. Sidik Ragam Bobot 1.000 Biji dan Produksi Pada <i>Screen House</i> .	134

16. Data Iklim Gowa-Makassar.....	135
17. Analisis Fisik dan Kimia tanah IP2TP Bajeng	136

DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Fenologi Tanaman Jagung Pada Kondisi Normal Dan Kekeringan di Lapangan	137
2. Fenologi Tanaman Jagung Pada Perlakuan Berbagai Lama Cekaman di <i>Screen House</i>	138
3. Penampilan Tongkol Jagung Pada Kondisi Normal dan Cekaman di Lapangan	139
4. Penampilan Tongkol Jagung Pada Kondisi Normal dan Cekaman di <i>Screen House</i>	140

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman sereal penting di dunia yang banyak digunakan sebagai bahan pangan, pakan, dan produksi bioetanol untuk kebutuhan manusia dan hewan. Peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan industri akan berdampak langsung terhadap peningkatan permintaan jagung (Sah, *et. al.*, 2020; Badr, *et. al.*, 2020). Oleh karena itu, peningkatan produksi jagung di dalam negeri perlu terus diupayakan (Azrai, 2013).

Produksi jagung pada tahun 2019 mengalami penurunan menjadi 29.93 juta ton dibandingkan pada tahun 2018 yang mencapai 30,1 juta ton. (Badan Ketahanan Pangan, 2019). Di sisi lain, kebutuhan jagung di Indonesia semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang telah mencapai 267 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2019). Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan produksi jagung yang dalam prosesnya mengalami beberapa kendala. Sebagian besar budidaya jagung dilakukan di lahan kering yang kendalanya adalah terbatasnya ketersediaan air sehingga tidak mencukupi kebutuhan tanaman jagung.

Luas lahan kering sekitar 144 juta ha dari total luas lahan di Indonesia yakni 188,20 juta ha. Dari luas total lahan tersebut, yang sesuai dengan untuk pertanian sekitar 94,07 juta ha. Ketersediaan air mutlak bagi tanaman karena merupakan faktor yang penting untuk produksi tanaman.

Air bersama karbondioksida dengan bantuan sinar matahari didalam klorofil disintesis menjadi karbohidrat. Selain itu, air merupakan penyusun utama protoplasma dan pengangkut bahan hasil fotosintesa untuk didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Priyanto dan Efendi, 2015).

Luas penanaman jagung menurun pada musim kemarau akibat suplai air yang terbatas, sehingga produksi jagung pada musim tersebut sangat rendah, hanya sekitar 24%, padahal 19% produksi biji jagung di Indonesia dihasilkan pada musim kemarau (MK I dan MK II) (Kasryno dalam Efendi dan Azrai 2015). Selain luas tanam jagung yang menurun pada musim kemarau, resiko tanaman akan mengalami cekaman kekeringan menjadi sangat besar. Ancaman cekaman kekeringan pada budidaya jagung di lahan kering semakin meningkat akibat suplai air yang semakin terbatas pada musim kemarau dan anomali iklim yang mengakibatkan periode musim kemarau menjadi lebih lama. Penurunan hasil jagung akibat cekaman kekeringan di daerah tropis berkisar 17 - 60%.

Cekaman kekeringan merupakan cekaman abiotik utama di dunia yang berdampak terhadap penurunan produktivitas tanaman, termasuk tanaman jagung. Cekaman ini menyebabkan ketersediaan air bagi tanaman menjadi berkurang. Hal ini akan berdampak negatif terhadap proses pertumbuhan dan metabolisme tanaman yang sangat tergantung terhadap air (Hammad, *et. al.*, 2011; Sah, *et. al.*, 2020). Selain itu, cekaman ini juga berdampak secara sekunder terhadap penyerapan hara yang juga melibatkan air sebagai perantara hara masuk ke dalam tanaman (Waraich, *et. al.*, 2011). Menurut Adewale, *et. al.*, (2018), cekaman kekeringan dapat

menurunkan potensi produksi 15% dari rata-rata produktivitas global. Oleh sebab itu, masalah cekaman kekeringan pada pertanaman jagung perlu dipecahkan. Salah satunya dengan perakitan varietas jagung hibrida yang adaptif terhadap cekaman kekeringan.

Varietas hibrida merupakan generasi pertama hasil persilangan antara beberapa tetua berupa galur inbrida. Sementara varietas adaptif merupakan varietas yang memiliki respon produktivitas di atas rata-rata galur yang ada, baik pada kondisi normal maupun pada kondisi tercekam. Pengembangan varietas ini memerlukan seleksi yang tepat dan efektif, sehingga pengembangan tersebut sebaiknya dilakukan pada kondisi normal dan bercekaman. Konsep ini juga telah banyak diterapkan oleh Akbar, *et. al.*, (2019) pada kekeringan padi, Adhikari, *et. al.*, (2019), dan Badr, *et. al.*, (2020) pada kekeringan jagung. Oleh sebab itu, pengembangan jagung adaptif terhadap kekeringan perlu dievaluasi pada kondisi normal dan kekeringan.

Efektivitas metode seleksi pada penapisan jagung adaptif terhadap cekaman kekeringan juga ditentukan oleh kriteria seleksinya. Secara umum, seleksi suatu galur dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu seleksi langsung dan seleksi tidak langsung (Costa, *et. al.*, 2008; Fellahi, *et. al.*, 2018). Seleksi langsung merupakan seleksi yang terfokus pada penurunan relatif biji antara kondisi normal dan kondisi cekaman kekeringan, sementara seleksi tidak langsung yakni dengan mengamati karakter morfologi dan fisiologi yang berkorelasi dengan sifat toleransi terhadap cekaman kekeringan (Banziger, *et. al.*, 2000).

Karakter sekunder merupakan karakter morfologi dan fisiologi yang secara tidak langsung mempengaruhi hasil panen tetapi membantu dalam identifikasi genotipe yang dapat dengan mudah beradaptasi dengan lingkungan yang tertekan dan secara tidak langsung mempengaruhi hasil panen (Parajuli, *et. al.*, 2018). Oleh sebab itu, pendekatan metode langsung perlu dipadukan dengan penentuan karakter sekunder dalam menunjang kestabilan produktivitas ketika ditanam pada lingkungan yang bervariasi (Fellahi, *et. al.*, 2018; Anshori, *et. al.*, 2019).

Penelitian yang dilakukan diharapkan mampu memberikan informasi terkait evaluasi dan seleksi tanaman jagung terhadap cekaman kekeringan dalam mengatasi permasalahan menurunnya produktivitas tanaman jagung akibat cekaman kekeringan pada musim kemarau dan tidak sinkronnya parameter-parameter yang digunakan dalam uji kekeringan dan lapangan.

B. Rumusan Masalah

Upaya peningkatan produksi tanaman jagung melalui perluasan areal pertanaman menghadapi beberapa kendala diantaranya adalah semakin terbatasnya ketersediaan dan ketidakpastian pasokan air ke lahan dan lahan kurang subur dengan penurunan hasil jagung 17 - 60% pada daerah tropis (Monneveux, *et. al.*, 2006).

Salah satu alternatif pemecahan masalah tersebut adalah pengembangan tanaman jagung yang adaptif terhadap kekeringan sehingga dapat memanfaatkan lahan-lahan yang ketersediaan airnya terbatas dalam budidaya jagung. Tersedianya plasma nutfah dengan

keragaman genetik yang luas dan adanya informasi tingkat toleransi terhadap cekaman kekeringan, produktivitas tinggi, memiliki variabilitas yang luas dan heritabilitas yang tinggi.

Berdasarkan hal di atas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat satu atau lebih genotipe jagung hibrida silang tunggal yang toleran terhadap kekeringan yang memberikan pertumbuhan dan produksi yang tinggi.
2. Apakah terdapat tingkat ketersediaan air yang memberikan pertumbuhan dan produksi tinggi.
3. Apakah terdapat satu atau lebih karakter sekunder yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi untuk mengukur toleransi jagung hibrida silang tunggal terhadap kekeringan.

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengevaluasi toleransi beberapa genotipe jagung hibrida silang tunggal yang toleran terhadap kekeringan yang memberikan pertumbuhan dan produksi yang tinggi.
2. Untuk mengevaluasi tingkat ketersediaan air yang memberikan pertumbuhan dan produksi tinggi.
3. Untuk mengevaluasi karakter sekunder yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi untuk mengukur toleransi jagung hibrida silang tunggal terhadap kekeringan.

D. Manfaat Penelitian

Diperoleh genotipe jagung hibrida silang tunggal dan karakter sekunder dengan batas minimum kadar air tanah yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan tanaman jagung di kondisi kekeringan sehingga dapat memberikan produksi yang tinggi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Tanaman Jagung

Jagung merupakan tanaman semusim (*annual*), siklus hidupnya diselesaikan dalam 80 - 150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Susunan morfologi tanaman jagung terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah (Wirawan dan Wahab, 2007).

Tanaman jagung dalam pertumbuhannya sangat membutuhkan air untuk proses metabolismenya mulai dari berkecambah sampai panen. Tingkat kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan dengan proses biologis dan morfologi tanaman. Tanaman jagung yang tumbuh pada kondisi keterbatasan air dapat mengalami defisit air sehingga sulit memberikan hasil sesuai dengan potensi yang dimilikinya, yang berpengaruh secara langsung terhadap berbagai proses fisiologi dalam tanaman, defisit air juga mengurangi daya tanaman dalam menyerap unsur hara (Suwardi dan Azrai, 2013).

Tanaman jagung merupakan tanaman yang memiliki kebutuhan air sedang, namun ketersediaan air harus dalam waktu dan jumlah yang tepat sesuai dengan fase pertumbuhan agar produksinya bisa maksimal. Cekaman kekeringan pada fase pembungaan mengakibatkan selisih umur berbunga jantan dan betina menjadi lebih lama yang mengakibatkan tidak terjadinya sinkronisasi antara bunga jantan dan betina sehingga proses penyerbukan tidak sempurna (Priyanto dan Efendi, 2015).

Perakaran tanaman jagung tergolong akar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8 m meskipun sebagian besar berada pada kisaran 2 m. Pada tanaman yang sudah cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman. Komponen morfologi menjadi karakter yang penting untuk mengetahui pengaruhnya terhadap proses pertumbuhan (Azizah, *et. al.*, 2016). Hal ini menunjukkan pertumbuhan tanaman ditunjang oleh perakaran yang dalam dan besar. Perluasan akar yang lebih besar (panjang akar dan bobot kering akar besar) memberi peluang untuk mengabsorpsi air lebih banyak pada lapisan tanah yang lebih dalam dengan luas tanah lebih besar dibanding di permukaan tanah. Absorpsi air yang cukup oleh akar pada kondisi cekaman kekeringan berpengaruh terhadap kelangsungan pertumbuhan tanaman (Efendi dan Azrai, 2010).

Jagung termasuk tanaman C4 dan membutuhkan akumulasi sejumlah panas (*heat unit*) tertentu untuk pertumbuhan dan pematangan bijinya. Suhu yang tinggi berakibat memendeknya umur panen, bahkan apabila selama pertumbuhannya tidak dicapai batas minimal jumlah panas yang diperlukan, tanaman jagung tidak dapat membentuk biji atau biji tidak matang (Yasin, *et. al.*, 2014).

B. Kebutuhan Air Tanaman Jagung

Salah satu upaya peningkatan produktivitas guna mendukung program pengembangan jagung adalah penyediaan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa hampir 79% areal pertanaman jagung di Indonesia terdapat di lahan kering, dan

sisanya 11% dan 10% masing-masing pada lahan sawah beririgasi dan lahan sawah tadah hujan. Data tahun 2002 menunjukkan adanya peningkatan luas penggunaan lahan untuk tanaman jagung menjadi 10-15% pada lahan sawah irigasi dan 20-30% pada lahan sawah tadah hujan (Kasryno, *et. al.*, 2007).

Air merupakan sumber daya esensial bagi tanaman. Air berfungsi sebagai pelarut substansi bahan makanan maupun reaksi kimia, menjaga suhu tubuh tanaman, dan sebagai bahan penyusun protoplasma dalam proses pertumbuhan dan produksi setiap tanaman. Keadaan tanaman yang kekurangan air biasanya disebut cekaman air. Tanaman yang kekurangan air atau dalam kondisi cekaman air menyebabkan tanaman menjadi stress, yang berpotensi menyebabkan tekanan biologis (baik proses fisiologis maupun aktifitas fungsional) pada organisme hidup yang disebabkan oleh faktor lingkungan (Zlatev dan Lidon, 2012).

Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa peranan air pada tanaman sebagai pelarut berbagai senyawa molekul organik (unsur hara) dari dalam tanah ke dalam tanaman, transportasi fotosintat dari sumber (*source*) ke pengguna (*sink*), menjaga turgiditas sel diantaranya dalam pembesaran sel dan membukanya stomata, sebagai penyusun utama dari protoplasma serta pengatur suhu bagi tanaman.

Kebutuhan air tanaman jagung bervariasi menurut iklim, waktu tanam dan ketersediaan air dalam tanah. Cekaman air pada tingkat sedang dalam fase vegetatif akan mengurangi perkembangan tajuk tanaman jagung dan apabila cekaman tersebut terus terjadi maka akan terjadi

penurunan konduktansi stomata. Cekaman air juga berpengaruh terhadap penundaan pembentukan tongkol dan menurunkan proses pengisian biji dalam tongkol (Steduto, *et. al.*, 2012). Hal ini dikarenakan air merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan produksi tanaman, dimana fungsi air adalah sebagai bahan fotosintesis dan pelarut unsur hara. Menurut Tengah, *et. al.*, (2017), Pada tanaman jagung kekurangan air pada fase-fase tertentu sangat berpengaruh besar terhadap produksi.

Ketersediaan air dalam tanah dapat dipengaruhi oleh vegetasi, evapotranspirasi, kemampuan tanah untuk menyimpan air, dan unsur-unsur klimatologi terutama curah hujan. Purbawa dan Wirjaya (2009) mengemukakan bahwa ketersediaan air di dalam tanah dapat diketahui dengan menganalisis ketersediaan air pada suatu wilayah.

Pengujian pada kondisi lahan terkondisikan kekeringan terkontrol masih minim dilakukan. Beberapa penelitian merekomendasikan bahwa sebaiknya penelitian diverifikasi dengan kondisi kekeringan di lapangan dari hasil penelitian skrining kekeringan skala laboratorium atau rumah kaca seperti perlakuan PEG (Rohaeni dan Susanto, 2020). Selanjutnya Garg dan Bhattacharya (2017) menambahkan bahwa seleksi berdasarkan indeks kekeringan akan menghasilkan identifikasi genotipe dengan kinerja yang lebih tinggi secara signifikan di bawah kekeringan sedang hingga berat.

C. Cekaman Kekeringan Pada Tanaman

Cekaman merupakan kondisi pemberian tekanan yang berlebihan atau memberikan pengaruh yang umumnya merugikan terhadap pertumbuhan tanaman. Cekaman air memiliki dua makna, yaitu cekaman berlebihan air dimana jumlah air yang tersedia berlebih sehingga mengakibatkan tanaman terendam biasa disebut keadaan tergenang air dan cekaman kekurangan air dimana jumlah air tidak mencukupi kebutuhan tanaman, keadaan ini disebut kekeringan (Mahajan dan Tuteja, 2005).

Keadaan kekeringan mempengaruhi membran sel yang tersusun dari membran lipid bilayer. Cekaman kekeringan berdampak pada peningkatan porositas membran sel menjadi sangat besar. Hal ini mengakibatkan sel menjadi kehilangan integritas, selektivitas, terganggunya kompartmen dalam sel, dan kehilangan aktivitas enzim pada membran. Selain itu, keadaan kekurangan air dapat menimbulkan kerusakan membran sehingga dapat berdampak pada protein dalam sel dan aktivitas organel menjadi terdenaturasi (Mahajan dan Tuteja, 2005).

Air merupakan salah satu faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan produksi pada lahan arid atau semiarid. Hal ini disebabkan karena pada lahan tersebut memiliki periode stres kekurangan air atau mengalami cekaman kekeringan (Wang, *et. al.*, 2003 dalam Efeoglu, 2009). Menurut hasil penelitian yang dilakukan Efeoglu (2009), biomassa basah dan kering pada tanaman jagung terbukti lebih rendah dari perlakuan kontrol pada cekaman kekeringan, tetapi peningkatan drastis kembali terjadi untuk biomassa segar selama proses

pemulihan (pemberian air kembali) dari kultivar jagung yang mengalami cekaman kekeringan. Kandungan klorofil juga dipengaruhi oleh cekaman kekeringan. Klorofil a, b, dan a+b mengalami penurunan jumlah ketika berada di bawah cekaman kekeringan, namun akan meningkat ketika kembali menjadi proses pemulihan.

Cekaman abiotik akibat interaksi antara kekurangan air dan penyinaran cahaya akan menghambat proses sintesis klorofil. Cekaman kekeringan akan menyebabkan stomata menutup. Hal ini menyebabkan oksigen yang dihasilkan pada proses fotosintesis tertahan di dalam kloroplas, sementara elektron pada reaksi terang terakumulasi di sebelah luar lintasan elektron (Akmalia dan Suharyanto, 2017).

Cakir (2004) melalui hasil penelitiannya yang mengevaluasi tinggi tanaman, indeks luas daun, produksi biji per hektar, jumlah tongkol per tanaman, produksi biji pertongkol dan bobot 1.000 biji terhadap pemberian air dan cekaman kekeringan menunjukkan bahwa seluruh parameter vegetatif dan parameter produksi berpengaruh nyata akibat kekurangan air pada tanah karena menghilangkan irigasi selama periode pembungaan jantan dan pembentukan tongkol.

D. Ketahanan Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan

Tanaman memiliki kemampuan sendiri dalam beradaptasi dan menjaga produktivitasnya terhadap kondisi stres. Agar dapat beradaptasi atau bertahan di bawah cekaman lingkungan, tanaman mempertahankan diri dengan berbagai cara, seperti secara : morfologi, fisiologi, dan sifat biokimia. Terdapat perbedaan dalam hal sudut pandang mengenai toleran

terhadap kekeringan antara aspek evolusi dan pertanian. Berdasarkan aspek pertanian, toleran terhadap kekeringan adalah sejauh mana produksi yang dapat diraih oleh tanaman untuk memproduksi hasil yang tetap ekonomis dalam keadaan ketersediaan air yang terbatas. Sedangkan, dalam aspek evolusi, toleran terhadap kekeringan didefinisikan sebagai kemampuan tanaman baik varietas maupun spesies untuk bertahan dan tetap berkembangbiak dibawah kondisi defisit air (Aslam, *et. al.*, 2015).

Menurut Dubrovsky & Gomez-lomeli dalam Efendi dan Azrai (2010), salah satu ciri penting cara tanaman untuk menghadapi cekaman kekeringan adalah membentuk formasi akar yang bercabang banyak dan dalam. Bentuk adaptasi tersebut merupakan ciri krusial dari karakteristik tanaman toleran cekaman kekeringan. Resisten tanaman terhadap cekaman kekeringan (*drought resistant species*) dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu "*escape*", "*avoidance*" dan "*tolerance*". Varietas tumbuhan yang tahan terhadap kekeringan akan menggunakan lebih dari satu mekanisme (strategi) di atas untuk mempertahankan diri terhadap cekaman kekeringan (Endang, 2006). "Escape", merupakan kemampuan tanaman untuk menyelesaikan siklus hidupnya sebelum mengalami stres kekeringan yang sangat ekstrim. Mekanisme yang biasa dilakukan adalah dengan berbunga dan berbuah lebih awal. Apabila cekaman yang terjadi pada tanaman bersifat musiman, tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya, sehingga tumbuh dalam musim yang sesuai. "Avoidance", merupakan kemampuan tanaman dalam menjaga agar potensial air tubuh tetap tinggi (mendekati nilai nol - kurang negatif), dengan mengoptimalkan

sistem perakaran, sehingga dapat meningkatkan kemampuannya untuk menyerap air dalam jumlah relatif banyak serta mempertahankan kandungan air di dalam jaringan (Pugnaire, *et. al.*, 1999 dalam Endang, 2006).

Menurut Ahmad (2016) pertahanan tanaman merupakan hal yang sangat kompleks. Mekanisme yang dilakukan oleh tanaman ialah menggabungkan respon pada tingkat molekuler, fisiologi, dan tingkat ekosistem. Mekanisme menghindari kekeringan adalah dengan meningkatkan kapasitas penyerapan air, meningkatkan sistem perakaran, dan mempercepat siklus hidup. Mekanisme tahan kekeringan adalah dengan mengganggu jalur metabolisme seperti mempercepat reaksi pembentukan antioksidan. Mekanisme tahan kekeringan dilakukan dengan pengaturan osmotik jaringan. Hormon pun berperan dalam mekanisme kekeringan.

Tanaman menghindari kekeringan dengan cara melakukan adaptasi secara fisiologis. Bentuk toleransi ini dapat diukur dengan cara memperkirakan status air jaringan tanaman yang ditunjukkan pada air turgor potensial di bawah cekaman kekeringan. Status air tanaman jagung dapat dipertahankan dengan cara meningkatkan penyerapan air, menggulung daun, daun terbakar, penutupan stomata, pengguguran daun, dan memperbaiki perakarannya (Aslam, *et. al.*, 2015).

Pengembangan tanaman toleran terhadap stres lingkungan membutuhkan pengetahuan terhadap mekanisme fisiologis tanaman serta peran dan cara kerja genetik tanaman dalam mengendalikan tingkat

toleransi tanaman tersebut. Mekanisme toleran berbagai spesies tanaman terhadap kondisi cekaman berbeda – beda antara satu dengan yang lain. Pada tingkat molekular contohnya, kebanyakan tanaman memiliki respon sederhana sel terhadap cekaman abiotik yang tidak akan berubah (Ashraf dan Foolad, 2007).

Respon tanaman untuk menjaga kadar air sel adalah dengan mengatur potensial osmotik sel. Bentuk adaptasi ini merupakan toleran terhadap paparan cekaman. Umumnya tanaman melakukan bentuk toleran dengan memproduksi osmoprotektan, seperti prolin, poliols, poliamin, glisinbetain (Aslam, *et. al.*, 2015).

Asam absisat ditransfer dalam xilem dan ditransfer ke tunas, stomata, dan daun. Kekeringan yang diinduksi ketika masa pengisian biji berlangsung, maka terjadi penurunan laju fotosintesis dan terjadi penambahan kandungan gula dalam biji sedangkan produksi gula terlarut dalam batang tanaman dipertahankan. Resistensi yang dilakukan tanaman dari segi morfologi dengan mengurangi kerapatan stomata, mengurangi bukaan stomata, menurunkan laju transpirasi . Hal ini akan meningkatkan kandungan klorofil tanaman. Penambahan kadar prolin pada daun muda merupakan bentuk adaptasi lanjutan tanaman terhadap kekeringan yang sangat tercekam. Prolin berperan dalam menjaga potensial air dan memaksa penyerapan air (Ahmad, 2016).

E. Pemuliaan Tanaman Jagung

Plant breeding adalah perpaduan antara seni dan ilmu dalam merakit keragaman genetik suatu populasi tanaman tertentu menjadi lebih baik atau unggul dari sebelumnya (Syukur, *et. al.*, 2012). Pemuliaan dilakukan dengan cara persilangan antara dua spesies jagung galur murni yang biasa disebut dengan persilangan dialel. Hasil persilangan tersebut menghasilkan varietas jagung hibrida.

Pemuliaan tanaman merupakan kegiatan yang dinamis dan berkelanjutan. Kedinamisan dicerminkan dari adanya tantangan dan kondisi alam lingkungan yang cenderung berubah. Pemuliaan tanaman tidak lepas dari pengaruh lingkungan, karena pertumbuhan tanaman diarahkan untuk mendapatkan varietas yang dapat beradaptasi luas dengan kondisi lingkungan yang beragam (Dialista dan Sugiharto, 2017). Sedangkan, dilihat dari metode yang digunakan, pemuliaan dibagi menjadi dua yaitu: pendekatan pemuliaan konvensional (contohnya melalui persilangan, seleksi dan mutasi) dan inkonvensional (kloning gen, marka molekuler dan transfer gen) (Kustiani, *et. al.*, 2019).

Pada umumnya proses kegiatan pemuliaan diawali dengan : (1) usaha koleksi plasma nutfah sebagai sumber keragaman, (2) identifikasi dan karakterisasi, (3) induksi keragaman, misalnya melalui persilangan ataupun dengan transfer gen, yang diikuti dengan (4) proses seleksi, (5) pengujian dan evaluasi, (6) pelepasan, distribusi dan komersialisasi

varietas. Teknik persilangan yang diikuti dengan proses seleksi merupakan teknik yang paling banyak dipakai dalam inovasi perakitan kultivar unggul baru. (Kustiani, *et. al.*, 2019).

Kultivar unggul dapat diperoleh melalui kegiatan pemuliaan tanaman. Salah satu langkah dalam kegiatan pemuliaan tanaman adalah perluasan keragaman genetik melalui hibridisasi atau persilangan. Persilangan merupakan salah satu upaya untuk menambah variabilitas genetik dan memperoleh genotipe baru yang lebih unggul. Salah satu tipe persilangan yang sering dilakukan adalah persilangan dialel (*diallel cross*). Persilangan dialel adalah persilangan yang dilakukan di antara semua pasangan tetua sehingga dapat diketahui potensi hasil suatu kombinasi hibrida, nilai heterosis, daya gabung (daya gabung umum dan daya gabung khusus), dan dugaan besarnya ragam genetik dari suatu karakter (Sujiprihati, *et. al.*, 2012).

Penampilan tanaman tergantung kepada genotip, lingkungan, dan interaksi antara genotip dan lingkungan (GxL) (Trustinah dan Iswanto, 2013). Sebelum suatu galur harapan dilepas menjadi suatu varietas, terlebih dahulu diadakan pengujian adaptasi di berbagai lokasi, musim, atau tahun. Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat kemampuan tumbuh tanaman terhadap lingkungan dibandingkan dengan varietas unggul yang sudah ada. Stabilitas fenotipe tanaman disebabkan oleh kemampuan tanaman untuk dapat menyesuaikan diri terhadap lokasi yang beragam, sehingga tanaman tidak banyak mengalami perubahan fenotipe.

F. Jagung Hibrida Silang Tunggal

Varietas hibrida merupakan generasi pertama hasil persilangan antara tetua berupa galur inbrida. Beberapa varietas hibrida hasil persilangan dialel kemudian ditanam untuk mengetahui variasi genetiknya dari beberapa varietas hibrida tersebut dari segi karakter. Karakter penting seperti produksi, kadar protein dan kualitas hasil dikendalikan oleh banyak gen yang masing-masing mempunyai pengaruh kecil pada karakter itu, karakter demikian disebut karakter kuantitatif. Menurut teori, karakter kuantitatif lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, namun sulit untuk menentukan seberapa jauh suatu karakter disebabkan oleh faktor genetik sebagai akibat aksi gen dan seberapa jauh disebabkan oleh lingkungan (Syukur, *et. al.*, 2012).

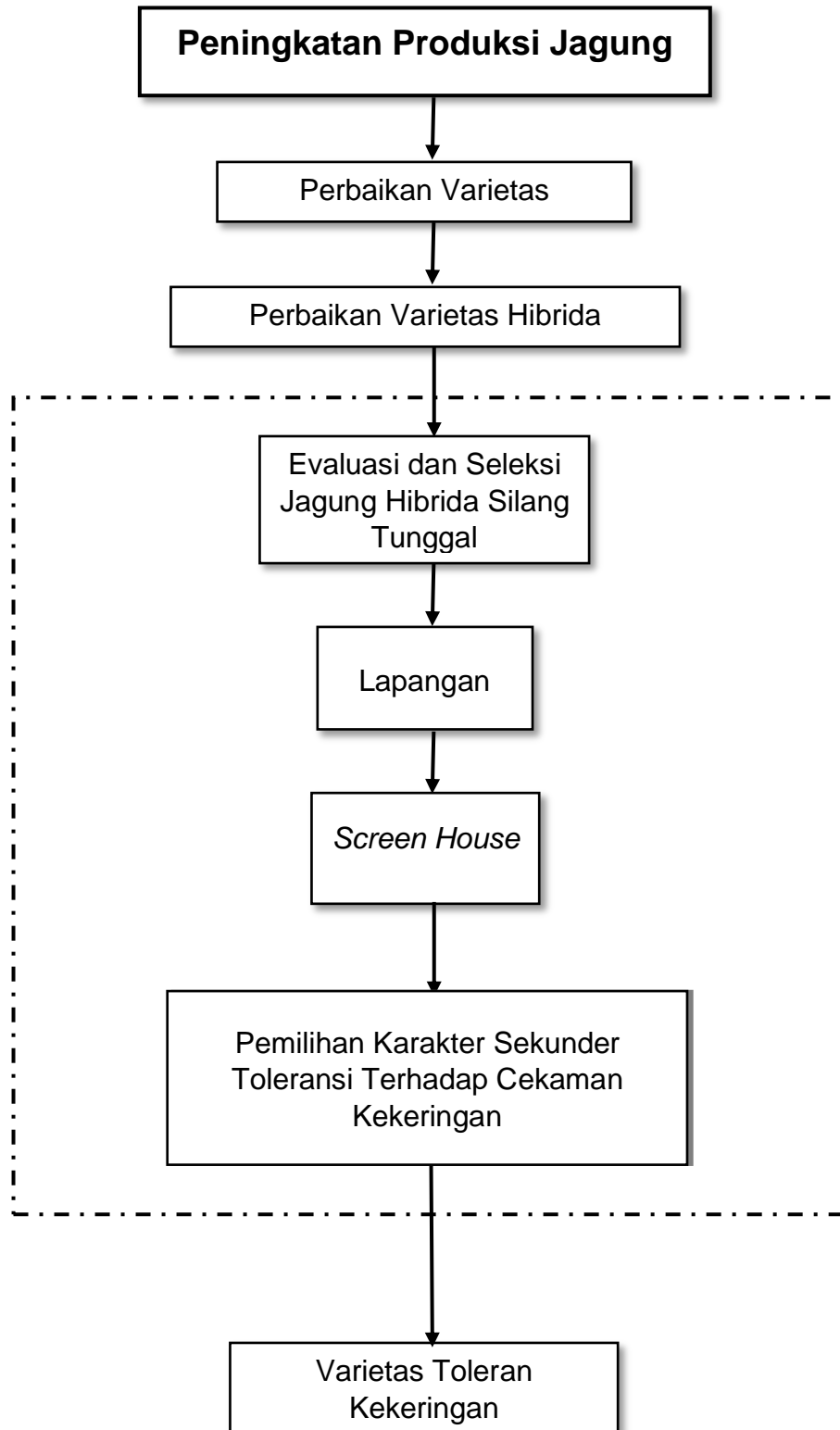
Hibrida silang tunggal adalah generasi pertama dari persilangan antara dua galur murni yang tidak berhubungan satu sama lain. Silang tunggal yang superior mendapatkan kembali vigor dan produktivitas yang hilang saat penyerbukan sendiri serta akan lebih produktif dibandingkan dengan tetuanya. Disamping memiliki hasil yang tinggi, hibrida silang tunggal lebih seragam dan produksi benihnya relatif lebih mudah dibandingkan dengan hibrida silang tiga galur dan silang ganda (Andayani, *et. al.*, 2019).

Perakitan varietas hibrida silang tunggal terdiri dari sejumlah tahapan yang meliputi ketersediaan tetua homozigot, baik dari proses silang dalam/ penyerbukan sendiri (*inbreeding*) berkelanjutan ataupun galur murni, pengujian galur tetua pada semua kombinasi persilangan yang

memungkinkan, serta penggunaan galur tetua terpilih dalam produksi benih hibrida. Hibrida yang unggul tidak hanya ditentukan oleh penampilan galur inbrida tetua, namun juga ditentukan oleh kemampuan bergabung dari galur-galur inbrida yang disilangkan dalam menghasilkan hibrida (Hayati, *et. al.*, 2016).

Menurut Amzeri (2015), bahwa untuk merakit suatu varietas membutuhkan strategi dalam pemuliaan tanaman agar varietas yang diinginkan dapat tercapai, diantaranya : (1) pengenalan tanaman (karakterisasi tanaman), (2) pemilihan bahan pemuliaan (*breeding materials*), (3) pengenalan pola atau metode pemuliaan yang dipilih, dan (4) pengelolaan. Pembentukan jagung hibrida merupakan salah metode umum dalam pemuliaan jagung. Jagung hibrida adalah generasi F1 yang diperoleh dari hasil persilangan galur-galur inbrida.

G. Kerangka Konseptual



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

H. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat satu atau lebih genotipe jagung hibrida silang tunggal yang toleran terhadap kekeringan yang memberikan pertumbuhan dan produksi yang tinggi.
2. Terdapat tingkat ketersediaan air yang memberikan pertumbuhan dan produksi tinggi.
3. Terdapat satu atau lebih karakter sekunder yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi untuk mengukur toleransi jagung hibrida silang tunggal terhadap kekeringan.