

**PENGARUH PEMANFAATAN ZAT PEMACU TUMBUH
ALAMI URINE KAMBING DAN PENGUPASAN KULIT
ARI TERHADAP VIABILITAS BENIH DAN
PERTUMBUHAN AWAL BIBIT KAKAO
SETELAH DISIMPAN**

SKRIPSI

Oleh

Jaliman
NIM 061510101187

**PS AGRONOMI-AGROINDUSTRI KOPI DAN KAKAO
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN**

UNIVERSITAS JEMBER

2010



**PENGARUH PEMANFAATAN ZAT PEMACU TUMBUH
ALAMI URINE KAMBING DAN PENGUPASAN KULIT
ARI TERHADAP VIABILITAS BENIH DAN
PERTUMBUHAN AWAL BIBIT KAKAO
SETELAH DISIMPAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Agronomi-Agroindustri
Kopi dan Kakao (S1) dan mencapai gelar sarjana pertanian

Oleh

Jaliman

NIM 061510101187

**PS AGRONOMI-AGROINDUSTRI KOPI DAN KAKAO
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS JEMBER
2010
PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jaliman

NIM : 061510101187

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengaruh Pemanfaatan Zat Pemacu Tumbuh Alami Urine Kambing dan Pengupasan Kulit Ari Terhadap Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Kakao Setelah Disimpan* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2010

Yang menyatakan,

Jaliman

NIM 061510101187

SKRIPSI

**PENGARUH PEMANFAATAN ZAT PEMACU TUMBUH
ALAMI URINE KAMBING DAN PENGUPASAN KULIT
ARI TERHADAP VIABILITAS BENIH DAN
PERTUMBUHAN AWAL BIBIT KAKAO
SETELAH DISIMPAN**

Oleh

Jaliman

NIM 061510101187

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Bambang Sukowardojo, MP.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Setiyono, MP.

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul *Pengaruh Pemanfaatan Zat Pemacu Tumbuh Alami Urine Kambing dan Pengupasan Kulit Ari Terhadap Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Kakao Setelah Disimpan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 30 Juni 2010
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Tim penguji

Ketua,

Ir. Bambang Sukowardojo, MP.
NIP 195212291981031001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Setiyono, MP.
NIP 196301111987031002

Ir. Soetilah Hardjosudarmo, MS.
NIP 194908141976032001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP.
NIP 196111101988021001

Pengaruh Pemanfaatan Zat Pemacu Tumbuh Alami Urine Kambing dan Pengupasan Kulit Ari terhadap Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Kakao Setelah Disimpan

Jaliman¹⁾, Ir. Bambang Sukowardojo, MP²⁾, Ir. Setiyono, MP³⁾

ABSTRAK

Penyimpanan biasanya dilakukan dengan mengupas kulit ari sehingga memerlukan biaya, tenaga kerja, keterampilan, dan waktu yang lama. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyimpanan benih tanpa pengupasan kulit ari, tetapi viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao tetap terjaga. Viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao dapat dipertahankan dengan memanfaatkan zat pemacu tumbuh alami maupun buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh terbaik interaksi antara zat pemacu tumbuh dan pengupasan kulit ari, mengetahui pengaruh konsentrasi zat pemacu tumbuh urine kambing yang tepat, serta pengaruh terbaik pengupasan kulit ari terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan. Penelitian menggunakan RAL dan RAK faktorial dengan 2 faktor yaitu jenis zat pemacu tumbuh (A), pengupasan kulit ari (B). Benih menggunakan klon PA 191, terdiri dari B₁ = tanpa dikupas, B₂ = dikupas. Perlakuan jenis zat pemacu tumbuh diberikan dengan 5 taraf yaitu: A₀ = kontrol, A₁ = 150 ppm urine kambing, A₂ = 300 ppm urine kambing, A₃ = 450 ppm urine kambing, A₄ = GA₃ 100 ppm + NAA 50 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh interaksi terbaik antara jenis zat pemacu tumbuh (A) dan pengupasan kulit ari (B) terhadap viabilitas benih (indeks kecepatan tumbuh) dihasilkan pada benih yang dikupas dengan perlakuan 150 ppm urine kambing (B₂A₁), tetapi tidak berbeda dengan benih tanpa dikupas dengan perlakuan kontrol (B₁A₀). Sedangkan terhadap pertumbuhan awal bibit kakao, perlakuan jenis zat pemacu tumbuh dan pengupasan kulit ari terbaik terdapat pada benih dikupas dengan perlakuan 300 ppm urine kambing (B₂A₂). Faktor tunggal jenis zat pemacu tumbuh urine kambing berpengaruh tidak nyata terhadap seluruh parameter viabilitas benih kakao dan pertumbuhan awal bibit kakao kecuali indeks vigor bibit. Pengaruh terbaik pengupasan kulit ari terhadap viabilitas benih (kadar air benih sebelum dan setelah disimpan, persentase benih berjamur setelah disimpan, daya hantar listrik, dan daya tumbuh benih) serta pertumbuhan awal bibit kakao (indeks vigor bibit kakao) setelah disimpan terdapat pada perlakuan benih tanpa dikupas (B₁).

Kata kunci: Kakao, Tanpa Pengupasan, Penyimpanan, ZPT

-
- 1) Mahasiswa S1 Universitas Jember
 - 2) Dosen Pembimbing Utama, Pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember
 - 3) Dosen Pembimbing Anggota, Pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Pengaruh pemanfaatan zat pemacu tumbuh alami urine kambing dan pengupasan kulit ari terhadap viabilitas benih dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan”*

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Menteri Pendidikan Nasional yang telah memberikan dukungan pembiayaan melalui Program Beasiswa Unggulan hingga penyelesaian tugas akhir Skripsi berdasarkan DIPA Sekretariat Jenderal DEPDIKNAS tahun anggaran 2006 sampai dengan tahun 2010.
2. Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Pemerintah Kabupaten Berau, PT Berau Coal, dan Dinas Pendidikan Kabupaten Berau yang telah memberikan rekomendasi serta bantuan sarana dan prasarana;
4. Ir. Usyadi, MP., selaku Ketua Jurusan PS Agronomi-Agroindustri Kopi dan Kakao;
5. Ir. Bambang Sukowardojo, MP., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, koreksi, dan masukan dalam penulisan skripsi ini;
6. Ir. Setiyono, MP., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, arahan, koreksi, dan masukan dalam penulisan skripsi ini;
7. Ir. Soetilah Hardjosudarmo, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, arahan, koreksi, dan masukan dalam penulisan skripsi ini;
8. Ir. Arie Mudjiharjati, MS yang telah memberikan izin lokasi penelitian;
9. Dr. Ir. Anang Syamsunihar, MP yang telah memberikan izin tempat penelitian;

10. PTPN XII (Persero) Kebun Banjarsari yang telah memberikan bantuan benih kakao;
11. kedua orang tua yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
12. semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PEN	
DAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.3.1 Tujuan.....	4
1.3.2 Manfaat.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengolahan Benih Kakao.....	6
2.2 Penurunan Viabilitas Benih Kakao.....	8
2.3 Proses Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Tanaman.....	10

2.4 Peranan Zat Pemacu Tumbuh Alami	11
2.5 Peranan Zat Pemacu Tumbuh Buatan	14
2.6 Hipotesis.....	16
3.	MET
ODELOGI	17
3.1	Temp
at dan Waktu	17
3.2	Baha
n dan Alat	17
3.3	Meto
de percobaan	17
3.4	Pelak
sanaan percobaan	18
3.4.1.....	Persi
apan Pengolahan Biji untuk Benih.....	18
3.4.2.....	Persi
apan Penyimpanan Benih.....	18
3.4.3.....	Pemb
uatan Bedengan Perkecambahan.....	18
3.4.4.....	Persi
apan Zat Pemacu Tumbuh (Alami, Buatan)	
dan Pengecambahan	19
3.4.5.....	Persi
apan Pemindahan Kecambah ke Pembibitan	19
3.4.6.....	Peme
liharaan di Pembibitan	19
3.5	
Parameter Pengamatan	20
3.5.1 Viabilitas Benih Kakao.....	20
3.5.2 Pertumbuhan Awal Bibit Kakao	21

4.	HAS	
IL DAN PEMBAHASAN		23
4.1 Hasil Penelitian		23
4.2 Pembahasan		26
4.2.1 Viabilitas Benih Kakao		26
4.2.1.1 Kadar Air Benih Sebelum dan Setelah Disimpan (%) ..		26
4.2.1.2 Persentase Benih Berjamur Setelah Disimpan (%).....		28
4.2.1.3 Jumlah Benih Berkecambah Setelah Disimpan (%)		29
4.2.1.4 Daya Hantar Listrik Benih (ms).....		31
4.2.1.5 Kadar Lemak Benih (%).....		32
4.2.1.6 Indeks Kecepatan Tumbuh (%).....		33
4.2.1.4 Daya Tumbuh Benih (%).....		35
4.2.2 Pertumbuhan Awal Bibit Kakao		36
4.2.2.1 Berat Kering Bibit (gram).....		36
4.2.2.2 Indeks Vigor Bibit.....		37
5.	KES	
IMPULAN DAN SARAN		39
5.1 Kesimpulan.....		39
5.2 Saran.....		39
DAFTAR PUSTAKA		40
LAMPIRAN		43

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Perbandingan Benih Kakao Setelah Disimpan dengan Cara Penyimpanan yang Berbeda.....	7
2. Kandungan GA ₃ dan Auksin pada Beberapa Urine Ternak.....	12
3. Rangkuman F. Hitung pada Seluruh Parameter Pengamatan	23

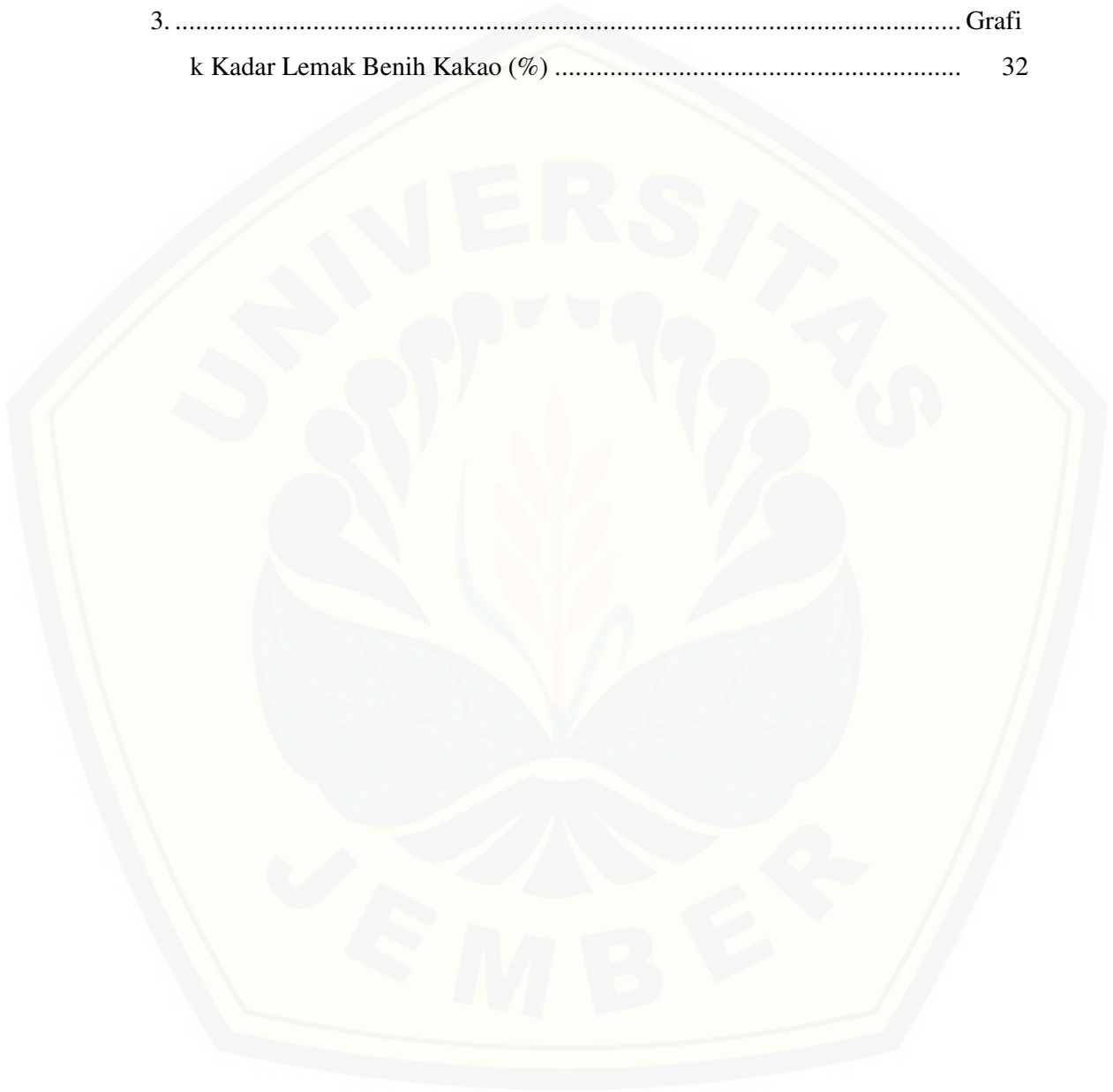
4.	Peng	
aruh Pengupasan Kulit Ari (B) terhadap Viabilitas dan Pertumbuhan Awal Bibit Kakao		24
5. Interaksi Jenis Zat Pemacu Tumbuh (A) dengan Pengupasan Kulit Ari (B) terhadap Indeks Kecepatan Tumbuh		24
6.		
Interaksi Jenis Zat Pemacu Tumbuh (A) dengan Pengupasan Kulit Ari (B) terhadap Indeks Vigor Bibit Kakao		25

DAFTAR GAMBAR

Halaman

1.	Beni	
h Kakao Tanpa Pengupasan Kulit Ari (a), dan Benih Kakao yang		

dikupas Kulit Arinya (b) Setelah Disimpan Selama 28 Hari	28
2.	Grafi
k Jumlah Benih Berkecambah Setelah Disimpan (%)	30
3.	Grafi
k Kadar Lemak Benih Kakao (%)	32



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1a. Data Kadar Air Benih Sebelum Disimpan (%).....	43
1b. Sidik Ragam Kadar Air Benih Sebelum Disimpan	43
1c. Uji Duncan 5% Kadar Air Benih Sebelum Disimpan (Faktor II).....	43
2a. Data Kadar Air Benih Setelah Disimpan (%).....	43
2b. Sidik Ragam Kadar Air Benih Setelah Disimpan.....	44
2c. Uji Duncan 5% Kadar Air Benih Setelah Disimpan (Faktor II).....	44
3a. Data Persentase Benih Berjamur Setelah Disimpan (%).....	44
3b. Transformasi Arcsin x Data Persentase Benih Berjamur Setelah Disimpan (%).....	44
3c. Sidik Ragam Persentase Benih Berjamur Setelah Disimpan.....	45
3d. Uji Duncan 5% Persentase Benih Berjamur Setelah Disimpan (Faktor II)	45
4a. Data Jumlah Benih Berkecambah Setelah Disimpan (%)	45
4b. Transformasi Arcsin x Jumlah Benih Berkecambah setelah Disimpan Disimpan (%).....	46
4c. Sidik Ragam Jumlah Benih Berkecambah Setelah Disimpan	46
5a. Data Daya Hantar Listrik (ms).....	46
5b. Sidik Ragam Daya Hantar Listrik.....	46
5c. Uji Duncan 5% Daya Hantar Listrik Setelah Disimpan (Faktor II).....	47
6a. Kadar Lemak Benih (%).....	47
6b. Sidik Ragam Kadar Lemak Benih	47
7a. Data Indeks Kecepatan Tumbuh (%)	48
7b. Sidik Ragam Indeks Kecepatan Tumbuh.....	48
7c. Uji Duncan 5% Indeks Kecepatan Tumbuh	49
8a. Data Daya Tumbuh Benih (%)	49
8b. Transformasi Arcsin x Data Daya Tumbuh Benih (%).....	50
8c. Sidik Ragam Daya Tumbuh Benih	50
8d. Uji Duncan 5% Daya Tumbuh Benih (Faktor II)	51
9a. Berat Kering bibit (gr), Pada Umur Satu Bulan.....	51
9b. Sidik Ragam Berat Kering bibit Pada Umur Satu Bulan	52

9c. Berat Kering bibit (gr), Pada Umur Dua Bulan.....	52
9d. Sidik Ragam Berat Kering bibit Pada Umur Dua Bulan	53
10a. Indeks Vigor Bibit Pada Umur Dua Bulan.....	53
10b. Sidik Ragam Indeks Vigor Bibit Pada Umur Dua Bulan.....	54
10c. Uji Duncan 5% Indeks Vigor Bibit Pada Umur Dua Bulan.....	54
11. Data Pendukung Indeks Vigor Bibit Pada Umur Dua Bulan	55
11a. Jumlah Daun Bibit (Helai), Pada Umur Dua Bulan.....	55
11b. Log Jumlah Daun Bibit Pada Umur Dua Bulan	55
11c. Luas Daun Bibit (cm ²), Pada Umur Dua Bulan.....	56
11d. Log Luas Daun Bibit Pada Umur Dua Bulan	56
11e. Tinggi Bibit (cm), Pada Umur 2 Bulan	57
11f. Log Tinggi Bibit Pada Umur 2 Bulan.....	57
11g. Lilit Batang (cm), Pada Umur Dua Bulan.....	58
11h. Log Lilit Batang Pada Umur Dua Bulan.....	58
11i. Berat Kering Akar Bibit (gram), Pada Umur Dua Bulan.....	59
11j. Log Berat Kering Akar Bibit Pada Umur Dua Bulan.....	59

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan, dan devisa negara. Di samping itu kakao juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri. Pada tahun 2009 luas perkebunan kakao di Indonesia adalah 1.475.343 ha yang terdiri dari kakao rakyat seluas 1.372.705 ha (87,4%), perkebunan besar negara seluas 47.473 ha (6,0%), dan perkebunan besar swasta seluas 55.165 ha (6,7%). Kakao rakyat menyumbang 90,53% dari produksi nasional (Wahyudi dan Abdullah, 2008). Berdasarkan data diatas, perkebunan kakao mampu menyerap dan menyediakan lapangan kerja serta menjadi sumber pendapatan sekitar 1,4 juta kepala keluarga petani. Kakao juga memberikan sumbangan devisa terbesar ke tiga sub sektor perkebunan setelah karet dan kelapa sawit dengan nilai sebesar US\$ 701 juta (Tim Tanaman Perkebunan Besar, 2005).

Departemen Pertanian telah menjabarkan salah satu kegiatan dalam revitalisasi pertanian, perikanan, dan kehutanan (RPPK) dengan menerbitkan Peraturan Menteri Pertanian No. 33 Permentan/OT.140/7/2006 tentang perkembangan perkebunan melalui revitalisasi perkebunan. Komoditas utama yang masuk dalam program revitalisasi perkebunan lima tahun pertama adalah kelapa sawit, karet, dan kakao. Program tersebut bertujuan menciptakan kesempatan kerja, meningkatkan daya saing dengan mengembangkan industri hilir berbasis perkebunan, memperkuat ekonomi nasional dengan mengikutsertakan masyarakat dan pengusaha lokal, meningkatkan pendapatan pekebun serta menjadikan Indonesia sebagai produsen utama. Program kerja perkebunan kakao antara lain: a) rehabilitasi dan peremajaan, b) perluasan areal tanam, c) intensifikasi, dan d) diversifikasi (Drajat dan Wibawa, 2008).

Program kerja tersebut membawa dampak terhadap permintaan bibit yang semakin meningkat. Salah satu faktor yang menentukan dalam mendapatkan bibit kakao yang baik adalah penggunaan benih yang bermutu. Rahardjo dan Wahyudi

(2006) menyebutkan kebutuhan benih kakao dalam rangka revitalisasi perkebunan kakao di Indonesia selama 5 tahun (2006-2010) akan meningkat. Estimasi kebutuhan benih sebagai berikut: 29,3 juta butir (2006), 63,2 juta butir (2007), 84,9 juta butir (2008), 86,1 juta butir (2009), 90,1 juta butir (2010). Kebutuhan benih yang cukup tinggi membuka peluang usaha bagi produsen benih untuk memenuhi kebutuhan pasar dengan memproduksi benih kakao yang memiliki viabilitas dan pertumbuhan tinggi.

Penggunaan bahan tanaman kakao unggul merupakan modal dasar dalam menentukan keberhasilan usaha perkebunan kakao. Kesalahan dalam memilih bahan tanam, akibatnya akan dirasakan pekebun selama 25 tahun karena akan berdampak negatif terhadap perkebunan dan terhadap usaha kakao nasional. Oleh karena itu, pemilihan bahan tanam harus diperhitungkan secara cermat (Prawoto *et al.*, 2004).

Masalah benih merupakan persoalan yang tidak dapat diabaikan dalam rangkaian kegiatan budidaya tanaman kakao. Namun demikian dalam memenuhi kebutuhan benih masih dijumpai masalah yaitu pengadaan dan penanganan benih yang memadai agar viabilitasnya tetap tinggi. Seperti diketahui, benih kakao adalah benih rekalsitran yang tidak memiliki masa dormansi. Benih rekalsitran membutuhkan kadar air tinggi selama penyimpanan sehingga kadang-kadang benih telah berkecambah dan mudah menurun viabilitasnya selama penyimpanan maupun pengiriman dalam waktu yang lama. Dengan demikian perlu digunakan zat pengatur tumbuh untuk menunda dan memacu perkecambahan biji.

Penggunaan zat pemacu tumbuh dan penyimpanan benih merupakan suatu cara yang dapat dilakukan agar benih kakao tersedia dalam jumlah besar saat dibutuhkan. Zat pemacu tumbuh yang biasa digunakan adalah zat pemacu tumbuh buatan (GA_3+NAA), tetapi harganya mahal dan sulit didapat sehingga perlu dicarikan zat pengatur tumbuh alami yang harganya lebih murah dan mudah didapat.

Usaha untuk memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan bibit kakao dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan urine kambing dan GA_3+NAA . Pengaruh urine kambing dan GA_3+NAA yaitu meningkatkan daya

berkecambah dan vigor bibit. Kelemahan dari zat pengatur tumbuh buatan adalah harganya lebih mahal, konsentrasinya harus tepat, dan penggunaannya memerlukan ketrampilan khusus.

Zat pemacu tumbuh yang terdapat pada urine kambing terdapat pada tanaman. Hal ini terjadi karena zat pemacu tumbuh yang terdapat pada tanaman termakan oleh kambing, tetapi tidak dibutuhkan tubuhnya sehingga dibuang bersama-sama dengan urine. Urine ternak mengandung dua jenis zat pemacu penting yaitu auksin dan GA₃. Kandungan GA₃ dalam urine kambing lebih tinggi daripada kandungan GA₃ dalam urine hewan lainnya seperti domba, sapi, kerbau maupun kuda. Urine kambing mengandung GA₃ lebih tinggi daripada kandungan auksinnya. Dalam rangka pengembangan teknologi masukan rendah dalam bidang pertanian, urine dapat menempati kedudukan yang penting. Hal ini terjadi karena secara alami urine dapat memacu pertumbuhan tanaman (Prawoto dan Suprijadji, 1992).

Selain masalah di atas, pengupasan kulit ari merupakan masalah yang dihadapi oleh produsen benih, karena memerlukan biaya dan tenaga kerja yang besar, keterampilan, dan waktu yang lama serta menyebabkan perubahan kadar air, peningkatan daya hantar listrik serta mudah terserang jamur saat di kecambahkan. Menurut Soedarsono (1985) dalam (Prawoto *et al.*, 2004), menyatakan keuntungan dari pengupasan kulit ari yang disimpan dengan menggunakan serbuk arang lembab dalam kantong plastik tertutup, yakni benih dapat disimpan lebih lama, daya tumbuh, dan viabilitas benih terjaga.

Di sisi lain penyimpanan tanpa pengupasan kulit ari memberikan keuntungan yaitu biayanya lebih murah, hemat tenaga kerja, dan tidak memerlukan waktu yang lama dalam pengolahan benih (Rahardjo, 1992). Tetapi menurut Soedarsono (1985) dalam (Prawoto *et al.*, 2004), menyatakan penyimpanan tanpa pengupasan kulit ari dengan menggunakan serbuk arang lembab dalam kantong plastik tertutup menyebabkan benih mudah berkecambah saat penyimpanan dan persentase tumbuh setelah dikecambahkan rendah sehingga perlu adanya perlakuan zat penghambat tumbuh saat penyimpanan yaitu dengan menggunakan larutan *paclobutrazol*.

1.2 Perumusan Masalah

Penyimpanan benih merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan agar benih kakao tersedia dalam jumlah besar saat dibutuhkan. Benih kakao yang disimpan umumnya dilakukan dengan mengupas kulit ari. Pengupasan ini memerlukan biaya dan tenaga kerja yang besar, keterampilan, dan waktu yang lama serta menyebabkan penurunan viabilitas dan pertumbuhan benih akibat cacatnya benih saat dikupas, perubahan kadar air dan lemak benih, peningkatan daya hantar listrik, serta mudah terserang jamur saat di kecambahkan. Oleh karena itu, perlu adanya teknologi yang dapat digunakan untuk memacu viabilitas benih dan pertumbuhan awal bibit kakao tanpa pengupasan kulit ari (*testa*).

Viabilitas dan pertumbuhan benih kakao dapat dipertahankan dengan menggunakan zat pemacu tumbuh. Zat pemacu tumbuh yang biasa digunakan adalah zat pengatur tumbuh buatan (GA_3+NAA), tetapi harganya mahal dan sulit didapat sehingga perlu dicarikan zat pengatur tumbuh alami (urine kambing) yang harganya relatif lebih murah dan mudah didapat.

1. Adakah pengaruh interaksi antara zat pemacu tumbuh dan pengupasan kulit ari terhadap viabilitas serta pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan?
2. Apakah ada pengaruh konsentrasi zat pemacu tumbuh urine kambing terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan?
3. Apakah terjadi pengaruh pengupasan kulit ari terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh interaksi terbaik antara zat pemacu tumbuh dan pengupasan kulit ari terhadap viabilitas serta pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan.
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi zat pemacu tumbuh urine kambing yang tepat terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan.

3. Untuk mengetahui pengaruh terbaik pengupasan kulit ari terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan.

1.3.2 Manfaat

1. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya khasanah ilmu pertanian, khususnya dalam usaha meningkatkan ketersediaan benih kakao melalui penyimpanan dengan memanfaatkan urine kambing dan GA₃+NAA sebagai zat pengatur tumbuh alami dan buatan.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya dalam upaya mempertahankan viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi petani kakao dalam upaya memperbaiki perkakaoan di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Benih Kakao

Pengolahan benih adalah suatu rangkaian kegiatan terhadap benih dalam rangka untuk mempertahankan viabilitas benih sampai siap tanam. Kegiatan tersebut meliputi proses pemanenan, pengeringan, pembersihan, perlakuan benih, dan proses pengepakan (Sadiman, 2003).

Pengolahan benih kakao yang biasa dilakukan selama ini diantaranya pemecahan buah dengan menggunakan sabit atau golok. Pengupasan lendir (*Pulp*) dilakukan dengan menggunakan larutan air kapur dengan konsentrasi 2,5 % (2 gram/liter air) selama ± 30 detik. Prestasi kerja penghilangan lendir tanpa pengupasan *testa* dalam penyiapan benih kakao adalah 430 butir per jam, sedangkan pencampuran benih dengan air kapur dan pengupasan *testa* menghasilkan 242 butir per jam. Pencampuran benih dengan air kapur dan membuang (*pulp*) dengan serbuk gergaji tanpa pengupasan *testa* sebesar 130 butir per jam (Raharjo, 1992).

Pengupasan kulit ari dilakukan secara manual menggunakan tangan dilanjutkan dengan perendaman dalam fungisida *Delsene MX-200* yang bersifat sistemik kontak dengan bahan aktif *Carbendazim-Mankozeb* yang memiliki kemampuan melindungi benih dari serangan jamur. Satu liter fungisida dapat digunakan untuk merendam 2000 benih dengan konsentrasi 1% selama 5-10 menit. Pengering angin dilakukan dengan menghampar benih pada tempat yang teduh sampai kadar air mencapai 35-40% dengan ditandai tidak adanya bintik air pada permukaan benih (Prawoto *et al.*, 2004). Proses pengeringan adalah proses penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat menghambat laju kerusakan biji-bijian akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan digunakan. Parameter yang mempengaruhi waktu pengeringan adalah suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal, dan kadar air bahan kering (Sadiman, 2003).

Soedarsono (1985) dalam (Prawoto *et al.*, 2004), menyatakan penyimpanan benih kakao dengan pengupasan kulit ari lebih baik dari pada

penyimpanan tanpa pengupasan kulit ari. Keuntungan dari pengupasan kulit ari yang disimpan selama 28 hari dengan menggunakan serbuk arang lembab dalam kantong plastik tertutup adalah benih dapat disimpan lebih lama, jumlah benih tumbuh dan daya kecambah dapat dipertahankan sampai 89% sehingga viabilitas benih terjaga (Tabel 1).

Tabel 1. Perbandingan Benih Kakao Setelah disimpan dengan Cara Penyimpanan yang Berbeda

Cara	Lama Penyimpanan (Hari)	JBBSP(%)	JBTBP(%)
A	7 hari	97,7%	82,3%
	14 hari	99,4%	24,4%
	28 hari	99,5%	0,0%
B	7 hari	0,0%	97,5%
	14 hari	0,0%	97,5%
	28 hari	4,6%	80,0%

Sumber: (Soedarsono, 1985 *dalam* Prawoto *et al.*, 2004)

Keterangan:

- A : Cara pengiriman benih kakao dalam bentuk benih berkulit dengan serbuk arang lembab dalam kantong plastik tertutup.
 B : Cara pengiriman benih kakao dalam bentuk benih tanpa kulit dengan serbuk arang lembab dalam kantong plastik tertutup.
 JBBSP : Jumlah benih berkecambah selama dalam penyimpanan (%).
 JBTBP : Jumlah benih tumbuh di bedengan pasir (%).

Selain memiliki keuntungan, pengupasan kulit ari juga memiliki kelemahan yaitu memerlukan biaya dan tenaga kerja yang besar, keterampilan, dan waktu yang lama serta menyebabkan penurunan viabilitas dan pertumbuhan benih akibat cacatnya benih saat dikupas, perubahan kadar air dan lemak benih, peningkatan daya hantar listrik serta mudah terserang jamur saat di kecambahkan. Sedangkan penyimpanan tanpa pengupasan kulit ari keuntungannya adalah biayanya lebih murah, hemat tenaga kerja, dan tidak memerlukan waktu yang lama dalam pengolahan benih (Rahardjo, 1992). Tetapi menurut Soedarsono (1985) *dalam* (Prawoto *et al.*, 2004), menyatakan penyimpanan tanpa pengupasan kulit ari dengan menggunakan serbuk arang lembab dalam kantong plastik tertutup yang disimpan selama 28 hari menyebabkan benih mudah berkecambah selama dalam penyimpanan dan jumlah benih tumbuh di bedengan pasir rendah.

2.2 Penurunan Viabilitas Benih Kakao

Viabilitas benih merupakan kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan bibit dengan pertumbuhan normal. Viabilitas benih adalah kemampuan benih untuk hidup yang ditunjukkan oleh gejala pertumbuhan dan gejala metabolismenya (Sadjad, 1986). Viabilitas benih dicerminkan oleh daya kecambah atau daya tumbuh dan vigor benih. Peranan viabilitas bagi benih kakao sangat penting mengingat permasalahan utama benih kakao adalah penurunan viabilitas yang cepat serta adanya benih yang berkecambah selama penyimpanan.

Viabilitas benih juga dapat diartikan sebagai daya hidup benih yang ditunjukkan dalam fenomena pertumbuhannya, gejala metabolisme, kinerja kromosom atau garis viabilitas, sedangkan viabilitas potensial adalah parameter viabilitas dari suatu benih yang menunjukkan kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal yang berproduksi normal pada kondisi lapang yang optimum (Hartati *et al.*, 1999). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih kakao selama penyimpanan dapat dibagi menjadi faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal antara lain sifat genetik, vigor awal dan kadar air benih. Faktor eksternal mencakup lingkungan fisik seperti suhu, kelembaban nisbi, gas dan unsur biotik misalnya hama, bakteri, cendawan serta virus. Faktor internal mempunyai peran besar untuk mempengaruhi daya simpan benih kakao. Benih yang digunakan sebaiknya berasal dari kebun benih dengan buah yang tumbuh normal, sehat dan cukup matang (Budiarti *et al.*, 1993 *dalam* Sadikin, 2009).

Benih kakao merupakan benih rekalsitran yang mempunyai kadar air tinggi, sehingga perlu penanganan khusus selama penyimpanan. Penyimpanan benih kakao pada ruang simpan yang mempunyai kelembaban relatif tinggi akan menyebabkan mikroorganisme berkembang cepat sehingga benih akan mengalami kerusakan embrio dan keping biji serta akan menurunkan viabilitasnya. Penyimpanan dapat menggunakan serbuk gergaji atau serbuk arang. Caranya yaitu dengan memasukkan benih kedalam serbuk gergaji atau arang (Sahupala, 2007).

Prawoto *et al.*, (2004), menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan kakao adalah kadar air benih dan patogen (infeksi jamur) yang berkaitan dengan keadaan suhu serta kelembaban relatif udara yang

berada disekitar penyimpanan benih. Kadar air benih di bawah batas kritis menyebabkan penurunan viabilitas benih dan pertumbuhan awal bibit kakao. Benih kakao yang berkadar air tinggi mudah terserang jamur, mudah mengalami perombakan cadangan makanan (lemak, protein, karbohidrat), dan terbentuk molekul hasil perombakan serta mudah berkecambah saat penyimpanan sehingga dapat meningkatkan kerusakan benih. Benih yang berkecambah saat penyimpanan dapat menyulitkan penanaman karena akarnya bengkok atau patah sehingga dapat menurunkan indeks vigor bibit (Budiarti, 1992).

Suseno (1974), menyatakan perombakan cadangan makanan dan terbentuknya molekul hasil perombakan terjadi karena perubahan kadar air benih yang terlalu tinggi, sehingga dapat meningkatkan aktivitas enzim serta mempercepat terjadinya proses respirasi. Proses respirasi menyebabkan perombakan cadangan makanan seperti lemak, protein, dan karbohidrat. Lemak merupakan cadangan makanan terbesar pada benih kakao yang berkisar lebih dari 55% (Widyotomo *et al.*, 2004). Protein yang terkandung dalam benih kakao berupa *albumin, globulin, prolamin, dan glutelin*. Selain itu, Peningkatan laju respirasi dalam penyimpanan menyebabkan meningkatnya kandungan asam lemak bebas, asam fosfat, dan asam amino di dalam benih.

Peningkatan kandungan asam lemak bebas mengakibatkan peningkatan keasaman dalam benih sehingga mempengaruhi reaksi enzimatik. Akumulasi asam lemak berantai panjang tidak jenuh dapat menyebabkan fungsi mitokondria menjadi abnormal. Hal ini menyebabkan antioksidasi terhadap asam lemak tidak jenuh pada *phospholipid* menghasilkan gugus bebas. Gugus bebas ini bergabung dengan oksigen membentuk hidrogen peroksida. Selanjutnya hidrogen peroksida menginaktifkan enzim, mengubah sifat enzim, dan merusak asam lemak nukleat yang akhirnya dapat menurunkan viabilitas benih serta pertumbuhan awal bibit kakao (Bewley dan Black, 1982 *dalam* Sukowardojo, 1990).

Lebih lanjut Darussamin (1979) *dalam* (Sukowardojo, 1990), menyatakan bahwa pada biji berlemak, proses kemunduran benih terjadi akibat meningkatnya kandungan asam lemak, penurunan, dan rusaknya susunan membran sel sehingga menyebabkan kebocoran zat-zat metabolisme dan ion-ion yang dibutuhkan untuk

kelangsungan metabolisme di dalam sel. Benih yang telah kehilangan zat-zat metabolisme dan ion-ion yang dibutuhkan akan menyebabkan terhambatnya proses metabolisme sehingga mengakibatkan menurunnya viabilitas benih.

2.3 Proses Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Tanaman

Proses perkecambahan secara morfologis adalah tahapan segera setelah proses pengangkutan dan pernafasan. Perkecambahan biji secara biologis meliputi beberapa proses berurutan seperti penyerapan air, pencernaan, pengangkutan zat makanan, asimilasi, pernafasan, dan pertumbuhan (Kamil, 1986).

Secara umum proses perkecambahan didahului oleh penyerapan atau imbibisi, yaitu masuknya air ke dalam benih sehingga kadar air benih mencapai persentase tertentu (50-60%). Proses perkecambahan ini dapat terjadi jika kulit benih permeable terhadap air dengan tekanan osmosis tertentu. Bersamaan dengan proses imbibisi, terjadi peningkatan laju respirasi yang menyebabkan aktifnya enzim-enzim yang terdapat di dalam benih. Hal ini menyebabkan terjadinya proses perombakan cadangan makanan (katabolisme) yang akan menghasilkan energi ATP yang diikuti oleh pembentukan senyawa protein (anabolisme) untuk pembentukan sel-sel baru pada embrio. Kedua proses ini terjadi secara berurutan dan pada tempat yang berbeda. Akibat terjadinya imbibisi kulit benih akan menjadi lunak dan retak. Pembentukan sel-sel baru pada embrio akan diikuti proses diferensiasi sel-sel sehingga terbentuk *radikula* yang merupakan bakal akar dan *plumula* yang merupakan bakal batang dan daun. Kedua bagian ini akan bertambah besar sehingga akhirnya benih akan berkecambah (Kuswanto, 1996).

Gardner *et al.*, (1991), menyatakan zat pemacu tumbuh mempengaruhi proses perkecambahan. Beberapa aktivitas zat pemacu tumbuh yang dikenal seperti GA₃ berfungsi untuk meningkatkan kerja enzim hidrolitik dalam pencernaan, dan auksin meningkatkan pertumbuhan tanaman. Peranan GA₃ sangat penting dalam perkecambahan biji. Selama perkecambahan, cadangan makanan digunakan untuk pertumbuhan embrio. Cadangan makanan ini berbentuk tidak tersedia, seperti pati dan protein. Sebelum digunakan oleh embrio, bentuk ini

dihidrolisis menjadi glukosa dan asam amino. Enzim yang berperan adalah *α-amilase* dan *protease*.

Pertumbuhan berarti pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran). Kedua proses ini memerlukan sintesis protein dan merupakan proses yang tidak dapat balik. Peningkatan berat kering umumnya digunakan sebagai petunjuk yang memberikan ciri pertumbuhan selain peningkatan tinggi, volume, dan luas daun (Gardner *et al.*, 1991). Pengembangan biji akibat penyerapan air dan pertumbuhan embrio menyebabkan pecahnya kulit biji. Pecahnya kulit biji menyebabkan suplai air yang cukup, makanan lebih mudah dicerna, dan terjadi suplai oksigen untuk pernafasan. Hal ini dapat memacu embrio untuk tumbuh lebih aktif. Umumnya bagian yang pertama kali menonjol ke luar biji adalah radikel, kemudian baru diikuti oleh plumula (Kamil, 1986).

Pertumbuhan semula terjadi pada ujung-ujung tumbuh dari akar, kemudian diikuti oleh ujung-ujung tumbuh dari tunas. Proses pembagian dan membesarnya sel tergantung dari terbentuknya energi dan molekul-molekul komponen tumbuh yang berasal dari perombakan cadangan makanan. Proses metabolisme ini berlangsung terus menerus dan merupakan pendukung dari pertumbuhan kecambah hingga tanaman dewasa (Suseno, 1974).

2.4 Peranan Zat Pemacu Tumbuh Alami

Zat pemacu tumbuh alami bila dibandingkan dengan zat pemacu tumbuh buatan lebih menguntungkan, karena zat pemacu tumbuh buatan relatif lebih mahal dan sulit diperoleh, sedangkan zat pemacu tumbuh alami mudah diperoleh (Suprijadji, 1985). Zat pemacu tumbuh alami yang paling sering digunakan adalah urine kambing dengan perlakuan 300 ppm karena zat pemacu tumbuh ini memberikan respons terbaik terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh, cahaya, dan ketersediaan hara yang optimal. Zat tumbuh yang berbeda akan menghasilkan sistem perakaran yang berbeda.

Akar dan daun muda merupakan tempat utama yang memproduksi GA. *Giberelic acid* menstimulasi pertumbuhan pada daun maupun pada batang, tetapi

efeknya sedikit dalam pertumbuhan akar. Di dalam batang, GA menstimulasi perpanjangan dan pembelahan sel. Selain itu, GA juga terdapat pada embrio biji yang akan terlepas setelah terjadinya diimbibisi air. Pelepasan GA dari embrio, yang mengisyaratkan biji untuk segera memecahkan dormansi dan mulai berkecambah (Dewi, 2008). Apabila tanaman tersebut dimakan hewan maka GA dan auksin yang dibutuhkan oleh tubuhnya akan dibuang bersama-sama dengan urine.

Suprijadji (1992), menyatakan urine kambing merupakan salah satu zat pemacu tumbuh yang penting karena mengandung GA₃ dan auksin paling tinggi bila dibanding hewan dengan ternak lainnya (Tabel 2). Urine berasal dari hasil ekskresi dari ginjal yang mengandung air, mineral, hormon, dan produk metabolit lainnya. GA₃ pada urine kambing banyak digunakan untuk memecahkan dormansi biji dan tunas tanaman. GA₃ juga dapat meningkatkan besar daun pada beberapa jenis tumbuhan serta merangsang pertumbuhan batang. Pada batang muda, zat pemacu tumbuh ini dapat meningkatkan panjang ruas tanpa mempengaruhi jumlah ruas sebagai akibat meningkatnya kecepatan pembelahan sel.

Tabel 2. Kandungan GA₃ dan Auksin pada Beberapa Urine Ternak

Jenis Ternak	GA ₃ (ppm)	Auksin (ppm)
Kambing	938	356
Domba	875	200
Sapi	337	783
Kerbau	235	746
Kuda	0	162

Sumber : (Suprijadji, 1992)

Sebagian besar GA₃ dengan struktur kimia serta kegiatan biologis yang diperlukan terdapat secara alami, tetapi ada yang diisolasi dari bakteri, fungi, lumut, dan paku-pakuan (tumbuhan berpembuluh). *Gibberellin* mempunyai struktur kimia yang umum sehingga menunjukkan spektrum yang luas dalam kegiatan biologis. Semua organ tanaman mengandung berbagai macam GA₃ pada tingkat yang berbeda-beda, tetapi sumber terkaya dan tempat sintesisnya ditemukan pada buah, biji, tunas, daun muda, dan ujung akar (Carr, 1972 dalam Gardner, 1991).

Biosintesis GA₃ melibatkan tiga metabolit kimia yaitu, 1) asam mevalonat yang bertindak sebagai pelopor untuk pembentukan *isoprena* pada kerangka giban, 2) *kaurena* terbentuk dari *isoprena*, dan 3) GA₃ terbentuk dari *kaurena*. Secara umum GA₃ berfungsi dalam pembelahan dan pembesaran sel, sintesis RNA dan protein, pemanjangan batang, pengeluaran hormon α -amilase, dormansi, kemudaan, laju pertumbuhan, inisiasi pembungaan, penentuan jenis kelamin dan set buah, pertumbuhan dan pemasakan buah, absisi, perakaran, penuaan, dan perkecambahan biji (Leopold dan Kriedemen, 1975 dalam Gardner, 1991).

Selain GA₃, auksin juga penting dalam memacu pertumbuhan bibit tanaman. Auksin merupakan istilah genetik untuk substansi pertumbuhan yang khususnya merangsang perpanjangan sel, tetapi auksin juga menyebabkan suatu kisaran respon pertumbuhan yang berbeda-beda. Sejumlah substansi alami menunjukkan aktivitas auksin, namun yang dominan dan pertama kali dipisahkan serta diidentifikasi adalah asam *indoleasetat* (IAA) sehingga IAA dikenal sebagai auksin utama pada tanaman. Dalam sintesis IAA terdapat zat perantara dari asam amino *precursor triptofan* seperti IAN, IPyA, dan IAAid. IAN merupakan hormon pertama yang diekstrak dari daun dan batang tumbuhan tingkat tinggi (Jones et al., 1952) dalam Gardner et al., (1991).

Secara umum auksin dapat mendorong perpanjangan sel, meningkatkan aktivitas enzim amilase dan selulosa, mendorong sintesa RNA, merangsang proses respirasi, dan pertumbuhan, sedangkan NAA digunakan sebagai zat pemacu perakaran dalam budidaya tanaman (Heddy, 1989). Hal ini sejalan dengan Leopold dan Kriedemen (1975) dalam Gardner et al., (1991), menyatakan bahwa auksin berfungsi dalam pembesaran sel, pengenduran dinding sel, inisiasi akar, pembentukan kalus dan xilem, sintesis RNA dan protein, pemanjangan batang, kemudaan, laju pertumbuhan, inisiasi pembungaan, penentuan jenis kelamin dan set buah, pertumbuhan dan pemasakan buah, absisi, perakaran, dan penuaan.

2.5 Peranan Zat Pemacu Tumbuh Buatan

Gardner et al., (1985) dalam Purbiati et al., (2001), menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman di pengaruhi oleh zat pengatur tumbuh, cahaya, dan

ketersediaan hara yang optimal. Zat tumbuh yang berbeda akan menghasilkan sistem perakaran yang berbeda pula. Zat pemacu tumbuh buatan yang paling sering digunakan adalah GA₃ 100 ppm + NAA 50 ppm karena dapat meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan awal bibit kakao (Budiarti *et al.*, 1991).

Arteca (1996) dalam Sumardi (2007), menyatakan aplikasi zat pemacu tumbuh secara eksogen merupakan suatu upaya untuk meningkatkan rangsangan dalam pembentukan biji, menjaga stabilitas jumlah zat pemacu pada pembungaan yang sama, sehingga sekalipun bakal biji yang terbentuk kemudian (belakangan) memperoleh zat pemacu yang dapat menarik asimilat untuk proses pertumbuhan dan perkembangan biji.

Giberelat acid merupakan suatu zat pengatur tumbuh *diterpenoid* yaitu menempatkan zat ini dalam keluarga kimia yang sama dengan klorofil dan karoten. Bagian dasar kimia dari GA adalah *kerangka giban* dan kelompok karboksil bebas. Perubahan bentuk GA disebabkan oleh penggantian kelompok hidroksil, metil, dan etil pada *kerangka giban* serta adanya cincin *laktone* yang dihasilkan oleh kondensasi karbon 20 ke karbon 19 dalam *struktur giban* sehingga menyebabkan aktivitas biologis yang lebih besar (Gardner *et al.*, 1991).

Hedden *et al.*, (1978) dalam Gardner *et al.*, (1991), menyatakan perubahan bentuk GA menyebabkan perbedaan bentuk GA yang dinamai dengan kode huruf-nomor (GA₁, GA₂, GA₃.....,GA₅₂). Jumlah GA yang jelas berbeda ada 52. GA₃ merupakan zat pengatur tumbuh yang pertama kali diidentifikasi sehingga menyebabkan zat ini paling dikenal serta paling banyak diteliti. GA₃ pertama kali dikristalkan dari jamur *gibberella fujikuroi*. Salah satu kelebihan dari GA₃ adalah mempunyai kisaran aktivitas biologis paling lebar. Sumber GA₃ komersial diperoleh dari kultur jamur, walaupun GA₃ dan banyak GA lainnya juga terdapat pada tumbuhan tingkat tinggi.

Pada tumbuhan tingkat tinggi dan herba, respon GA cukup besar karena GA bekerja secara sinergis dengan auksin dan sitokinin. Misalnya dormansi pucuk, pertumbuhan kambium, geotropisme, absisi, dan partenokarpi ditandai oleh aktivitas auksin, tetapi GA₃ juga berpengaruh penting dalam membantu

terjadinya respon tersebut (Gardner *et al.*, 1991). Selain itu, GA₃ juga mendukung pembentukan enzim *proteolitik* yang akan membebaskan *tritofan* sebagai asal bentuk auksin, sehingga kehadiran GA akan meningkatkan kandungan auksin.

Selain GA₃, NAA (*Naftalenasetat acid*) merupakan auksin buatan yang pemanfaatan sangat penting dalam bidang pertanian dan perkebunan. Auksin buatan lainnya terdiri dari asam *fenokasetat*, asam *pikolinat*, asam *benzoat*, dan asam *dinitrofenol*. Auksin tidak dijumpai di alam dalam bentuk bebas, tetapi zat ini bergabung atau terikat dengan asam askorbat, gula, asam amino, dan senyawa organik lainnya (Gardner *et al.*, 1991).

Peranan auksin terhadap perkembangan sel menunjukkan bahwa auksin dapat meningkatkan sintesa protein. Dengan adanya kenaikan sintesa protein, maka dapat digunakan sebagai sumber energi dalam pertumbuhan (Nisa, 2005). Selain itu, auksin berperan dalam mendorong perpanjangan sel dengan cara mempengaruhi metabolisme dinding sel. Hal ini menyebabkan terbentuknya dinding sel primer lebih banyak, sedangkan NAA digunakan untuk memacu perakaran dalam budidaya tanaman (Heddy, 1989).

Kadar auksin endogen dan aktivitasnya dalam jaringan berhubungan dengan keseimbangan antara sintesis dengan hilangnya auksin karena transport dan metabolisme. Transport auksin berlangsung secara *basipetal* dan *akropetal* yang berlangsung selama 6 mm/jam. Umumnya transport auksin bersifat *simplastik* yang aktif dan *apoplastik* yang pasif sehingga auksin berpengaruh terhadap metabolismenya (Leopold dan Kriedemen, 1975 dalam Gardner *et al.*, 1991).

Respon terhadap auksin mempunyai kisaran mulai dari pengaruh terhadap metabolisme selular sampai ke koordinasi morfogenesis tanaman termasuk absisi dan penuaan. Respon auksin berhubungan dengan konsentrasinya, semakin tinggi konsentrasinya maka akan semakin menghambat dan sebaliknya. Hal ini terjadi karena penambahan konsentrasi dapat meningkatkan molekul yang sebagian melekat pada tempat atau kedudukan penerima sehingga menyebabkan kurang efektifnya gabungan tersebut. Di samping itu, respon sangat bervariasi tergantung pada kepekaan organ tanaman. Batang merespon konsentrasi auksin dalam kisaran

yang cukup lebar, sedangkan akar pada dasarnya terhambat pada hampir semua kisaran hormon (Gardner *et al.*, 1991).

2.6 Hipotesis

1. Terdapat pengaruh interaksi yang terbaik antara zat pemacu tumbuh dan pengupasan kulit ari terhadap viabilitas serta pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan.
2. Terdapat pengaruh konsentrasi zat pemacu tumbuh urine kambing yang tepat terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan.
3. Terdapat pengaruh terbaik pengupasan kulit ari terhadap viabilitas dan pertumbuhan awal bibit kakao setelah disimpan.

3. METODELOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Benih, Greenhouse, dan kebun percobaan Agrotechnopark, Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Jember serta di Politeknik Negeri Jember mulai bulan Januari 2010 sampai dengan April 2010.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam percobaan meliputi: benih kakao PA 191, *paclobutrazol*, ZPT GA3+NAA, urine kambing, bak pengecambahan, botol aqua, aquadest, tanah, pasir, kompos, serbuk gergaji, kardus, plastik penyimpanan, kertas merang, bambu, kertas HVS, saringan, aluminium foil, label, dan polybag.

Alat yang digunakan dalam percobaan meliputi: cangkul, sabit, penggaris, gembor, oven, *electric conductivity meter*, beaker gelas, gelas ukur, kipas angin, timbangan analitik, ember, solet, dan alat tulis.

3.3 Metode Percobaan

Percobaan dilaksanakan secara faktorial (2x5) dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk penelitian yang dilakukan di Green house dan kebun percobaan Agrotechnopark (diulang 3 kali) serta Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk penelitian yang dilakukan di Laboratorium (diulang 15 kali). Adapun perlakuan masing-masing faktor adalah sebagai berikut :

Faktor I : Jenis Zat Pemacu Tumbuh (A), terdiri dari lima taraf yaitu :

- A₀ : kontrol (Aquadest)
- A₁ : 150 ppm urine kambing
- A₂ : 300 ppm urine kambing
- A₃ : 450 ppm urine kambing
- A₄ : GA₃ 100 ppm + NAA 50 ppm

Faktor II : Pengupasan Kulit Ari (B), terdiri dari dua taraf yaitu :

- B₁ : tanpa dikupas
- B₂ : dikupas

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam, apabila terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan taraf 5 %.

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Persiapan Pengolahan Biji untuk Benih

Buah diambil dari buah kakao yang masak fisiologis dipotong melintang secara hati-hati agar tidak melukai biji. Biji dikeluarkan dari buah dan dipilih yang letaknya dibagian tengah, kemudian selaput daging buah (*pulp*) dihilangkan dengan menggunakan abu dapur. Proses selanjutnya adalah pengupasan kulit ari dengan pisau kecil kemudian dilakukan pencucian dengan air bersih, ditiriskan, dan kering anginkan ± 3 jam.

3.4.2 Persiapan Penyimpanan Benih

Benih yang sudah kering angin (kadar air 35-40%) direndam dalam larutan *paclobutrazol* 50 ppm yang dibuat dengan melarutkan 0,2 ml *paclobutrazol* dalam 1 liter aquadest selama 15 menit, kemudian dikering anginkan. Setelah kering angin benih direndam dalam larutan fungisida *Delsene MX-80 WP* konsentrasi 1% selama 5-10 menit untuk menghindari jamur, benih ditiriskan dan dikering anginkan sampai kadar air mencapai 35-40% (pengukuran kadar air sebelum benih disimpan).

Penyimpanan benih dilakukan dengan mengemas benih dalam kantong plastik transparan sebanyak 39 biji per ulangan, dipak dalam kardus yang sekelilingnya diberi serbuk gergaji kering, kemudian disimpan selama 28 hari.

3.4.3 Pembuatan Bedengan Perkecambahan

Bedengan perkecambahan dibuat di Greenhouse Agronomi dengan arah Utara Selatan. Tanah yang telah diayak dimasukkan dalam bak pengecambahan setinggi 15-20 cm, kemudian di bagian atasnya diberi pasir yang telah diayak setinggi 10-15 cm. Tepi bedengan diberi papan agar lapisan pasir tidak hanyut saat penyiraman.

3.4.4 Persiapan Zat Pemacu Tumbuh (Alami, Buatan) dan Pengecambahan

Urine kambing yang digunakan berasal dari kambing Etawa yang berumur 8 bulan dan beratnya berkisar 15-20 kg. Zat pemacu tumbuh alami (urine kambing) diambil pada pagi hari pukul 06.15-06.45 WIB di Desa Kraton, Jl. Kedunglangkap, Kecamatan Kencong. Urine dimasukkan dalam botol kaca warna gelap dengan dibungkus plastik hitam, disimpan selama satu minggu. Urine kambing diencerkan dengan aquadest untuk memperoleh konsentrasi yang dikehendaki yaitu 0 ppm (100 ml aquadest), 150 ppm (15.99 urine kambing+84 ml aquadest), dan 300 ppm (31.98 urine kambing+68.02ml aquadest), 450 ppm (47.97 urine kambing+53.03 ml aquadest), sedangkan zat pemacu tumbuh buatan (GA₃+NAA) menggunakan konsentrasi GA₃ 100 ppm (0.1 mg GA₃+99.9 ml aquadest) + NAA 50 ppm (0.001 mg NAA+19.99 ml aquadest) yang dibuat secara terpisah kemudian dicampur.

Sebelum dikecambahkan, benih diukur kadar airnya untuk mengetahui perubahan kadar air setelah disimpan, kemudian benih direndam dalam larutan urine kambing 0 ppm, 150 ppm, 300 ppm, dan 450 ppm serta dalam larutan GA₃ 100 ppm + NAA 50 ppm selama 3 jam. Benih ditanam dengan membenamkan 1/3 bagian didalam media pasir. Benih ditanam sebanyak 20 benih/ulangan, dengan jarak antara alur 3 cm dan jarak benih satu dengan yang lainnya 1,5 cm. Penyiraman dilakukan setiap pagi dan sore hari yang disesuaikan dengan keadaan media perkecambahan.

3.4.5 Persiapan Pemindahan Kecambah ke Pembibitan

Media tanam terdiri dari pencampuran antara tanah, pasir, dan kompos dengan perbandingan 2 : 1 : 1 yang dimasukkan dalam polybag. Pemindahan kecambah ke polybag dilakukan setelah kecambah berumur 14 hari. Setiap perlakuan ditanam 8 kecambah, kemudian dilakukan penyiraman.

3.4.6 Pemeliharaan di Pembibitan

Pemeliharaan dipembibitan meliputi penyiraman, pengendalian hama, penyakit, dan gulma. Penyiraman dilakukan setiap hari atau sesuai dengan

kebutuhan tanaman. Pengendalian terhadap hama dilakukan dengan menyemprot insektisida Iyacy 1%, sedangkan gulma dikendalikan secara manual tiap tiga hari sekali. Percobaan diakhiri setelah bibit kakao berumur 60 hari sejak pemindahan kecambah benih kakao ke polybag tanaman.

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Viabilitas Benih Kakao

1. Kadar air benih sebelum dan setelah disimpan (%), dihitung dari berkurangnya bobot benih sebelum dan setelah dioven dengan suhu $103 \pm 2^\circ \text{C}$ selama 17 jam, sampel yang digunakan 3 butir, rumus perhitungan kadar air sebagai berikut:

$$\text{Kadar air benih} = \frac{b_0 - b_1}{b_0} \times 100 \%$$

Keterangan :

b_0 : bobot sebelum dimasukkan oven (bobot basah)

b_1 : bobot setelah dimasukkan oven (bobot kering)

2. Persentase benih berjamur setelah disimpan (%), dihitung jumlah benih berjamur dari total benih selama disimpan dikalikan 100%.
3. Jumlah benih berkecambah setelah disimpan, dihitung jumlah benih yang berkecambah selama penyimpanan. Batasan benih yang berkecambah apabila panjang radikel 1 cm.
4. Daya hantar listrik (ms), diukur dengan cara tiap perlakuan dalam 3 ulangan diambil contoh sebanyak 5 butir, kemudian dimasukkan dalam gelas piala dan direndam dalam aquadest sebanyak 25 ml serta diaduk. Gelas piala yang berisi benih dan air rendaman ditempatkan dalam *incubator* suhu 20°C selama 24 jam. Setelah itu diaduk dengan pengaduk bersih kemudian air rendaman diukur dengan alat *elektrik conductivity meter*.
5. Kadar lemak benih setelah disimpan (%), diukur dengan menggunakan metode *Soxhlet*. Metode ini dilakukan dengan menimbang 2 gram bahan yang telah dihaluskan dan dicampur dengan pasir yang dipijarkan sebanyak 8 gram kemudian dimasukkan ke dalam tabung ekstraksi *Soxhlet*. Tahap selanjutnya adalah mengalirkan air pendingin melalui *kondensor* dan memasang tabung

ekstraksi pada alat *destilasi* dengan pelarut *petroleum eter* selama 4 jam. *Petroleum eter* yang telah mengandung ekstrak lemak dipindahkan kedalam botol timbang dan diuapkan dalam oven 100°C sampai mencapai berat konstan.

- Indeks kecepatan tumbuh (%), diukur dengan jumlah tambahan perkecambahan setiap hari atau etmal pada kurun waktu perkecambahan dalam kondisi optimum.

$$\text{Indeks Kecepatan Tumbuh} = \frac{\% \text{KN-1}}{\text{Etmal-1}} + \frac{\% \text{KN-2}}{\text{Etmal-2}} + \dots + \frac{\% \text{KN-14}}{\text{Etmal-14}}$$

Dimana : %KN = Persen kecambah normal pada hari pertama.

Etmal-1 = Etmal sampai hari pertama (pengamatan pertama).

Etmal = $\frac{\text{Saat tanam saat pengamatan (jam)}}{24 \text{ jam}}$

- Daya tumbuh benih (%), ditentukan dengan menghitung jumlah benih yang tumbuh normal pada akhir pengamatan. Pengamatan terhadap perkecambahan benih dilakukan setiap hari sampai akhir perkecambahan pada hari ke-14.

$$\text{Daya berkecambah} = \frac{\text{Jumlah kecambah normal} \times 100\%}{\text{Jumlah benih yang dikecambahkan}}$$

3.5.2 Pertumbuhan Awal Bibit Kakao

- Berat kering bibit (gr), dihitung dengan cara mengeringkan seluruh bagian organ bibit yang sudah bersih didalam oven suhu 105°C selama 48 jam, pada umur bibit satu dan dua bulan.
- Indeks vigor bibit, diukur berdasarkan pertumbuhan bibit meliputi jumlah daun bibit, tinggi, luas daun, bobot kering akar, lilit batang pada umur bibit dua bulan. Dari kelima parameter tersebut dipakai dasar untuk menentukan indeks vigor bibit:

$$\text{IV b} = \frac{\text{Log N} + \text{Log A} + \text{Log H} + \text{Log G} + \text{Log R}}{\text{Log T}}$$

Keterangan:

IVb = Indeks Vigor Bibit Hipotetik

N = Jumlah Daun Bibit (helai)

- A = Luas Daun Bibit (cm²)
H = Tinggi Bibit (cm)
G = Lilit Batang (cm)
R = Berat Kering Akar Bibit (g)
T = Umur Bibit/Minggu

- a. Jumlah daun bibit, dihitung jumlah daun bibit yang sudah mekar pada umur bibit dua bulan.
- b. Luas daun bibit (cm²), diukur luas seluruh daun bibit dengan menghambat setiap daun pada kertas dan dihitung dengan rumus:
$$\text{Luas daun} = \frac{\text{Bobot potongan kertas sebesar daun} \times 100}{\text{Bobot kertas ukuran } 10 \times 10 \text{ cm}}$$
- c. Tinggi bibit (cm), diukur tinggi bibit mulai leher akar sampai titik tumbuh, setiap dua minggu sekali sampai umur bibit 60 hari.
- d. Berat kering akar bibit (g), dihitung dengan cara mengeringkan seluruh bagian akar bibit yang sudah bersih kemudian dikeringkan dalam oven suhu 105°C selama 24 jam, pada umur bibit dua bulan.
- e. Lilit batang bibit (cm), diukur lingkaran batang bibit ± 5 cm diatas leher akar pada umur bibit dua bulan.