



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202006070, 12 Februari 2020

## Pencipta

Nama : **SUPONO BUDI SUTOTO, AMI SURYAWATI, , dkk**  
Alamat : **POTROJAYAN RT/RW 005/019, MADUREJO, KEC. PRAMBANAN, KAB. SLEMAN, DIY, SLEMAN, Di Yogyakarta, 55572**  
Kewarganegaraan : **Indonesia**

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA**  
Alamat : **JL. SWK 104 RING ROAD UTARA, CONDONGCATUR, KAB. SLEMAN, YOGYAKARTA, SLEMAN, Di Yogyakarta, 55283**  
Kewarganegaraan : **Indonesia**  
Jenis Ciptaan : **Buku**  
Judul Ciptaan : **Hormon Alami Dan Biourin Sapi Substitusi Pupuk Kimia Pada Bawang Merah**  
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : **5 Februari 2020, di Yogyakarta**  
Jangka waktu perlindungan : **Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.**  
Nomor pencatatan : **000179204**

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.  
NIP. 196611181994031001



## Hormon Alami Dan Biourin Sapi Substitusi Pupuk Kimia Pada Bawang Merah

Supono Budi Sutoto  
Ami Suryawati  
Lagiman

**Hormon Alami Dan Biourin Sapi, Substitusi Pupuk Kimia Pada Bawang Merah** merupakan buku yang ditulis bagi mereka yang ingin mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang hormone alami dan pupuk organic biourin sapi termasuk aplikasinya untuk substitusi pupuk kimia pada tanaman bawang merah. Buku ini terdiri dari 7 bab yang mengulas berbagai hal mengenai tanaman bawang merah, pemupukan secara umum, pupuk organic biourin sapi, hormone secara umum, hormone alami serta aplikasinya pada tanaman bawang merah sebagai substitusi pupuk kimia.

Penggunaan pupuk anorganik mempunyai kelemahan yaitu mudah tercuci, menurunkan pH tanah, mencemari air serta menyebabkan beberapa masalah pada tanah akibat penggunaan yang terus menerus. Kelemahan dari pupuk kimia dapat ditekan dengan pemberian hormone alami serta pemberian pupuk organic. Kombinasi perlakuan hormone alami ekstrak kecambah/batang pisang/jagung manis muda/air kelapa dengan pupuk susulan biourin sapi menunjukkan hasil yang sama dengan kontrol (pupuk kimia) terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah.



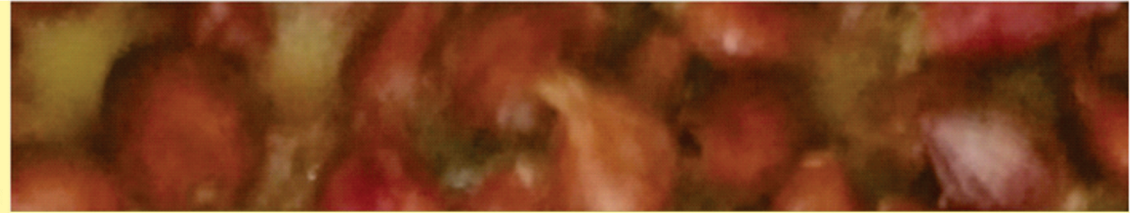
Penerbit  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Pembangunan "Veteran" Yogyakarta

ISBN 978-623-7594-27-7



9 786237 594277

Supono Budi Sutoto, Ami Suryawati, Lagiman | HORMON ALAMI DAN BIOURIN SAPI Substitusi Pupuk Kimia Pada Bawang Merah



## HORMON ALAMI DAN BIOURIN SAPI SUBSTITUSI PUPUK KIMIA PADA BAWANG MERAH



Supono Budi Sutoto  
Ami Suryawati  
Lagiman

**LAMPIRAN PENCIPTA**

| No | Nama               | Alamat  |
|----|--------------------|---|
| 1  | SUPONO BUDI SUTOTO | POTROJAYAN RT/RW 005/019, MADUREJO, KEC. PRAMBANAN, KAB. SLEMAN, DIY                        |
| 2  | AMI SURYAWATI      | POTROJAYAN RT/RW 005/019, MADUREJO, KEC. PRAMBANAN, KAB. SLEMAN, DIY                        |
| 3  | Ir. LAGIMAN, M.Si. | GLENDONGAN TB 14/6-AA TAMBAKBAYAN RT/RW 014/004, CATURTUNGGAL, KEC. DEPOK, KAB. SLEMAN, DIY |



**Hormon Alami Dan Biourin Sapi  
Substitusi Pupuk Kimia Pada Bawang Merah**

**Penulis:**

Supono Budi Sutoto  
Ami Suryawati  
Lagiman

**Lembaga Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta**

**Hormon Alami Dan Biourin Sapi  
Substitusi Pupuk Kimia Pada Bawang Merah**

Supono Budi Sutoto  
Ami Suryawati  
Lagiman

Copyright © Supono Budi Sutoto, Ami Suryawati, Lagiman  
2020

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam, atau dengan system penyimpanan lainnya, tanpa ijin tertulis dari Penulis.

Cetakan Pertama, 2020  
ISBN: 978-623-7594-27-7

Diterbitkan oleh:  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
UPN “Veteran” Yogyakarta  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur , Yogyakarta 55283  
Telp. (0274) 486188, 486733, Fax. (0274) 486400

## KATA PENGANTAR

Tulisan ini merupakan hasil luaran hibah penelitian internal Kemenristek Dikti tahun 2019/2020 tentang hormon alami dan biourin sapi sebagai substitusi pupuk kimia pada budidaya tanaman bawang merah di Temon, Kulon Progo.. Produksi bawang merah di Indonesia masih harus ditingkatkan, karena kebutuhan masyarakat belum mampu dipenuhi. Penggunaan pupuk kimia merupakan cara untuk meningkatkan produksi bawang merah tetapi menyebabkan beberapa masalah pada tanah.

Pemberian hormon alami dan pemberian pupuk organic cair dari biourin sapi diharapkan dapat menggantikan atau mengurangi penggunaan pupuk kimia anorganik yang terus menerus sehingga dapat menekan kerusakan tanah dan meningkatkan produksi bawang merah..

Tulisan ini diawali dengan morfologi dan klasifikasi serta syarat tumbuh tanaman bawang merah kemudian dilanjutkan dengan budidaya bawang merah secara lengkap, serta pemupukan secara umum dan khususnya tentang pupuk organic dari biourin sapi, pada bawang merah. Pada bab terakhir dibahas khusus tentang hormone termasuk hormone alami dan aplikasinya sebagai substitusi pupuk kimia.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Kemenristek Dikti sebagai penyandang dana penelitian, juga kepada LPPM UPN "Veteran" sebagai penyelenggara hibah internal



kemenristek dikti, bapak H. Legowo sebagai ketua kelompok Tani Barokah, Temon Kulon Progo tempat penelitian dilakukan, juga kepada sdr. Ihvan Mei Nugraha alumni Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta yang banyak membantu penelitian di lapangan.

Saran, masukan dan kritik dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan buku ini di masa mendatang. Semoga buku ini bermanfaat.

Yogyakarta, Februari 2020

Supono Budi Sutoto

Ami Suryawati

Lagiman

budisutoto@gmail.com

## DAFTAR ISI

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL .....                | i   |
| KATA PENGANTAR.....                | iii |
| DAFTAR ISI.....                    | v   |
| DAFTAR TABEL.....                  | vi  |
| DAFTAR GAMBAR.....                 | vii |
| <br>                               |     |
| I. PENDAHULUAN.....                | 1   |
| II. TANAMAN BAWANG MERAH.....      | 5   |
| III. BUDIDAYA BAWANG MERAH.....    | 11  |
| IV. PEMUPUKAN.....                 | 19  |
| V. PUPUK ORGANIK BIOURIN SAPI..... | 27  |
| VI. HORMON.....                    | 31  |
| VII. HORMON ALAMI.....             | 62  |
| <br>                               |     |
| DAFTAR PUSTAKA.....                | 74  |



## DAFTAR TABEL

| No |   | Hal. |
|----|---|------|
| 1. | Aktifitas fitohormon dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman | 36   |

## DAFTAR GAMBAR

| No. |  | Hal. |
|-----|--|------|
| 1   | Bagian umbi bawang merah   | 6    |
| 2   | Perendaman umbi bawang merah dengan hormone alami                                | 13   |
| 3   | Pengolahan tanah dengan traktor  | 14   |
| 4   | Pemberian pupuk susulan biourin sapi pada tanaman bawang merah umur 21 hari      | 16   |
| 5   | Tanaman bawang merah yang siap dipanen   | 18   |
| 6   | Pembuatan biourin sapi   | 30   |
| 7   | Pembuatan hormone alami ekstrak kecambah   | 68   |
| 8   | Pembuatan hormone alami ekstrak bonggol/batang pisang                            | 70   |
| 9   | Pembuatan hormone alami ekstrak jagung manis muda                                | 71   |
| 10  | Hasil umbi bawang merah dengan berbagai perlakuan hormone alami dan biourin sapi | 73   |

## I. PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas utama sayuran di Indonesia dan mempunyai banyak akan manfaat. Bawang termasuk ke dalam kelompok rempah yang tidak termasuk ke dalam kebutuhan pokok, namun kebutuhannya hampir tidak dapat digantikan fungsinya sebagai bumbu penyedap makanan (Waluyo dan Sinaga, 2015).

Bawang merah (*Allium ascalonicum*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat serta memiliki nilai ekonomi tinggi karena dimanfaatkan sehari-hari sebagai bumbu dapur atau bahan masakan dan berbagai kebutuhan rumah tangga yang lain. Bawang merah dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bisnis yang menjanjikan dan prospektif. Tanaman ini diperkirakan berasal dari Asia Tengah dan Asia Tenggara.

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di Indonesia dibudidayakan oleh petani di daerah dataran rendah sampai dataran tinggi di 24 provinsi. Sentra produksi bawang merah di Pulau Jawa antara lain berada di Majalengka, Kuningan, Cirebon, Brebes, Tegal, Kulon Progo, Nganjuk, Kediri, Malang, dan Probolinggo. Daerah sentra produksi bawang merah ditunjukkan dari luas panen dan produksi setiap tahun. Areal panen tertinggi di Jawa Tengah (rata-rata > 30.000 ha per tahun), Jawa Timur (> 20.000 ha per tahun) dan Jawa Barat ( $\pm$  15.000 ha per tahun).

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

Usaha tani bawang merah dilakukan secara tradisional maupun secara komersial. Penerapan teknologi untuk meningkatkan hasil bawang merah belum dilakukan secara tepat. Hal ini antara lain disebabkan oleh terbatasnya tingkat pengetahuan petani, ketersediaan dana, dan sarana produksi (terutama benih) dan faktor pemilikan luas lahan garapan yang relatif sempit.

Produksi bawang merah provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2014 - 2015 menurut Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura dalam buku Statistika Pertanian 2017 yang produksi bawang merah pada tahun 2014 sebesar 12.360 ton sedangkan pada tahun 2015 sebesar 8.799 ton. Konsumsi bawang merah pada tahun 2014 yaitu 2,49 kg/kapita/tahun sedangkan pada tahun 2015 adalah 2,71 kg/kapita/tahun. Hal ini menunjukkan produksi bawang merah mengalami penurunan sedangkan tingkat konsumsi bawang merah mengalami kenaikan sehingga terjadi kekurangan produksi bawang merah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Menurunnya produksi bawang merah di Daerah Istimewa Yogyakarta dapat diatasi dengan pemberian pupuk berimbang. Penggunaan pupuk anorganik merupakan pupuk hasil rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis dan merupakan hasil industry atau pabrik pupuk. Pupuk anorganik mempunyai keunggulan yaitu mengandung unsur hara tertentu saja atau mengandung semua unsur sehingga penggunaannya dapat disesuaikan dengan



kebutuhan tanaman. Pupuk ini mudah larut sehingga cepat dimanfaatkan tanaman dan praktis penggunaannya.

Penggunaan pupuk anorganik mempunyai kelemahan yaitu mudah tercuci, menurunkan pH tanah, mencemari air serta menyebabkan beberapa masalah pada tanah akibat penggunaan yang terus menerus. Kelemahan dari pupuk kimia dapat ditekan dengan pemberian hormone alami serta pemberian pupuk organik.

Hormon merupakan senyawa organik bukan hara yang dapat mendukung proses fisiologis tumbuhan. Tanaman dalam kondisi yang menguntungkan dapat dengan mudah memperoleh nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup, namun tanaman masih memerlukan suatu mekanisme untuk pengaturan tumbuhnya yang disebut hormon yang dibutuhkan dalam jumlah kecil (Weaver, 1972).

Hormon alami yang dapat digunakan berasal dari ekstrak jagung manis muda, air kelapa, dan ekstrak bonggol pisang. Hormon alami tersebut memiliki kandungan hormon dari jenis auksin yang dapat mendukung terjadinya pemanjangan sel dan giberelin yang dapat mendukung pertumbuhan akar dalam konsentrasi yang tinggi sehingga mampu membantu dalam memacu pertumbuhan akar dan daun (Marfiani dkk. 2014), sitokinin yang terdapat di dalam air kelapa mempunyai peran penting dalam proses pembelahan sel sehingga membantu proses pembentukan tunas dan memanjangkan batang. Alasan digunakan hormone alami karena bersumber dari

bahan organik lebih bersifat ramah lingkungan, mudah didapat, aman digunakan, dan lebih murah.

Pupuk organik yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk organik cair yang berasal dari biourin sapi. Menurut hasil penelitian Elisabeth (2013) dijelaskan bahwa kandungan nutrisi yang terdapat pada pupuk cair urin sapi cukup banyak, salah satunya adalah Nitrogen. Nitrogen ini bermanfaat bagi pertumbuhan fase vegetatif tanaman. Penggunaan pupuk organik cair sapi yang mengandung unsur hara N, P, K, dan Ca yang terikat dalam senyawa organik antara lain urea, ammonia, kreatinin, dan keratin. Biourin sapi karena memiliki kelebihan daripada urin sapi karena urin sapi yang telah difermentasi (biourin) mengandung N 2,7%, P 2,4% K 3,8%, Ca 5,8% warna hitam dan bau berkurang daripada urin sapi yang belum difermentasi.

Menurut Kurniadinata (2007) penggunaan biourin sapi sebagai pupuk organik memberikan keuntungan antara lain harga relative murah, mudah didapat dan diaplikasikan serta mengandung unsur N dan K lebih tinggi dibanding pupuk kandang sapi padat. Dengan demikian penggunaan hormone alami dan biourine sapi dapat membantu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

## II. TANAMAN BAWANG MERAH

### A. Botani Bawang Merah

Bawang merah merupakan salah satu dari sekian banyak jenis bawang yang ada di dunia. Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman semusim yang membentuk rumpun dan tumbuh tegak dengan tinggi mencapai 15-40 cm (Rahayu dan Berlian 2004).

Menurut Tjitrosoepomo (2010), bawang merah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| Kingdom   | : <i>Plantae</i>               |
| Divisi    | : <i>Spermatophyta</i>         |
| Subdivisi | : <i>Angiospemeae</i>          |
| Kelas     | : <i>Monocotyledoneae</i>      |
| Ordo      | : <i>Liliales</i>              |
| Famili    | : <i>Liliaceae</i>             |
| Genus     | : <i>Allium</i>                |
| Spesies   | : <i>Allium ascalonicum</i> L. |

Tanaman bawang merah memiliki morfologi yang dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu batang, daun, bunga, umbi, biji, dan akar.

Gambar 1. Bagian umbi bawang merah. A) Penampang membujur tanaman bawang merah; B). Penampang melintang umbi bawang merah; C). bunga bawang merah sebelum dan sesudah mekar; 1) Akar serabut; 2) Batang pokok rudimeter yang seperti cakram; 3) umbi lapis; 4) tunas lateral; 5) daun muda; 6) titik tumbuh atau calon tunas (Sumarni dan Rosliani 1996).

### **1. Batang**

Bawang merah memiliki batang sejati atau disebut dengan *discus* yang berbentuk seperti cakram, tipis, dan pendek sebagai melekatnya akar dan mata tunas, diatas *discus* terdapat batang semu yang tersusun dari pelepah-pelepah daun dan batang semua yang berbeda di dalam tanah berubah bentuk dan fungsi menjadi umbi lapis (Sudirja, 2007).

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*



## **2. Daun**

Daun bawang merah berbentuk silindris kecil memanjang antara 50-70 cm, berlubang dan bagian ujungnya runcing berwarna hijau muda sampai tua, dan letak daun melekat pada tangkai yang ukurannya relatif pendek (Sudirja, 2007).

## **3. Bunga**

Bunga bawang merah keluar dari ujung tanaman (titik tumbuh) yang panjangnya antara 30-90 cm, dan diujungnya terdapat 50-200 kuntum bunga yang tersusun melingkar seolah berbentuk payung. Ujung tangkai daun terdapat 50-200 kuntum bunga yang tersusun melingkar (bulat) seolah-olah berbentuk payung. Setiap kuntum bunga terdiri atas 5-6 helai daun bunga yang berwarna putih, 6 benang sari berwarna hijau atau kekuning-kuningan, 1 putik dan bakal buah berbentuk hampir segitiga lima (Sudirja, 2007).

## **4. Buah dan biji**

Buah dan biji buah berbentuk bulat dengan ujungnya tumpul membungkus biji berjumlah 2-3 butir. Bentuk biji agak pipih, sewaktu masih muda berwarna bening atau putih, tetapi setelah tua menjadi hitam (Wibowo, 2009).

## 5. Umbi

Umbi terbentuk dari kelopak yang menipis dan kering membungkus lapisan kelopak daun yang ada di dalamnya yang membengkak dan terlihat mengembung, membentuk umbi yang merupakan umbi lapis. Bagian umbi bawang merah yang terbentuk dari pelepah daun yang berwarna merah karena mendapatkan sinar matahari sehingga umbi berisi cadangan makanan, persediaan makanan bagi tunas yang akan menjadi tanaman baru sejak mulai bertunas sampai keluar akar (Wibowo, 2009).

Badan Litbang Pertanian sejak tahun yang 2010 telah menghasilkan aneka jenis Varietas Unggul Baru (VUB) bawang merah, diantaranya Maja (potensi 10,9 ton/ha, cocok untuk dataran rendah), Kuning (potensi 21,39 ton/ha, cocok untuk dataran rendah), Bima Brebes (potensi 9,9 ton/ha, cocok untuk dataran rendah), Katumi (potensi 24,1 ton/ha, cocok untuk dataran medium), Sembrani (potensi 24 ton/ha, cocok untuk dataran rendah sampai medium), Mentas (potensi 27,58 ton/ha).

Bawang merah varietas Tajuk mempunyai keunggulan varietas mampu beradaptasi dengan baik pada musim kemarau dan tahan terhadap hujan, memiliki aroma yang sangat tajam, sehingga cocok digunakan sebagai bahan baku bawang goreng. Wilayah adaptasi sesuai di dataran rendah seperti di Kabupaten Kulon Progo. Penciri utama warna daun hijau muda (Light Green 41 RHS 141 D), bentuk umbi bulat dengan diameter terluas mendekati ujung akar, warna umbi merah muda (Pink RHS 64 D)

## **B. Syarat Tumbuh Tanaman Bawang Merah**

### **1. Iklim**

Tanaman bawang merah dapat tumbuh secara optimal pada daerah beriklim kering serta peka terhadap curah hujan dengan intensitas tinggi dan cuaca berkabut. Tanaman ini membutuhkan penyinaran cahaya matahari yang maksimal (minimal 70% penyinaran), suhu udara 25 – 32°C, dan kelembaban nisbi 50 – 70%. Bawang merah dapat membentuk umbi di daerah yang suhunya rata – rata 22°C, tetapi hasil umbinnya tidak sebaik di daerah yang suhu udara lebih panas. Umbi akan terbentuk lebih besar apabila penanaman dilakukan di daerah dengan penyinaran lebih dari 12 jam. Di bawah suhu 22°C tanaman bawang merah tidak akan berumbi. Oleh karena itu, tanama bawang merah lebih menyukai tumbuh di dataran rendah dengan iklim yang cerah (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Di Indonesia bawang merah dapat ditanam di dataran rendah hingga ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Ketinggian tempat yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan bawang merah adalah 0 – 450 m di atas permukaan laut. Tanaman bawang merah masih dapat tumbuh dan berumbi di dataran tinggi, tetapi umur tanaman menjadi lebih panjang 0,5 – 1 bulan dan hasil umbinya lebih rendah (Sumarni dan Hidayat, 2005).

## 2. Tanah

Beberapa sifat tanah maupun kimia tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman bawang merah yaitu tanah dengan struktur remah, tekstur berlempung, drainase dan aerasi baik, mengandung bahan organik yang cukup dan reaksi tanah tidak masam (pH tanah 5,6 – 6,5). Tanah yang paling cocok untuk tanaman bawang merah adalah tanah Aluvial, kombinasi dengan tanah Glei – Humus atau Latosol. Di pulau Jawa, bawang merah banyak ditanam pada jenis tanah Aluvial, tipe iklim D3/E3 yaitu antara (0 – 5) bulan basah dan (4 – 6) kering, dan pada ketinggian kurang dari 200 m di atas permukaan laut. Selain itu, bawang merah juga cukup luas diusahakan pada jenis tanah Andosol, tipe iklim B2/C2 yaitu (5 – 9) bulan basah dan (2 – 4) bulan kering dan ketinggian lebih dari 500 m di atas permukaan laut (Sumarni dan Hidayat, 2005).



### III. BUDIDAYA TANAMAN BAWANG MERAH

Keberhasilan yang diperoleh dari budidaya bawang merah ini, tentu saja dihadapkan pada berbagai masalah (resiko) di lapangan diantaranya cara budidaya, serangan hama dan penyakit, kekurangan unsur mikro, dll yang menyebabkan hasilnya menurun. Kuantitas hasil bawang merah berkaitan erat dengan ukuran dan banyaknya umbi yang dihasilkan. Kualitas bawang merah ditentukan oleh aroma yang tajam serta warna kulit umbinya. Untuk memperoleh kuantitas hasil yang optimal dan berkualitas maka perlu diperhatikan langkah-langkah budidaya bawang merah meliputi: pemilihan bibit, pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan dan panen.

#### A. Pemilihan bibit

Bibit bawang merah yang digunakan adalah bibit yang sehat, warnanya mengkilat, tidak keropos, serta kulitnya tidak luka. Bawang merah bisa diperbanyak dengan dua cara, yakni dengan menggunakan bahan tanam berupa biji dan umbi. Dasar pemilihan bibit yaitu:

1. Bawang merah yang dipilih adalah varietas yang adaptif dengan ukuran kecil atau sedang.
2. Ukuran umbi bibit yang optimal adalah 3 - 4 gram/umbi.
3. Umbi bibit yang baik yang telah disimpan 2 - 3 bulan dan umbi masih dalam ikatan (umbi masih ada daunnya)

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

4. Umbi bibit harus sehat, ditandai dengan bentuk umbi yang kompak (tidak keropos), kulit umbi tidak luka (tidak terkelupas atau berkilau)
5. Benih direndam dengan larutan Hormon Organik/alami sehari sebelum tanam. Sebelum ditanam, kulit luar umbi bibit yang mengering dibersihkan terlebih dahulu. Ujung umbi dipotong sepanjang kurang lebih  $\frac{1}{4}$  bagian dari umbi. Hal ini bertujuan untuk mempercepat pertumbuhan tunas dan merangsang tumbuhnya umbi samping (Sumarni dan Hidayati, 2005). Selanjutnya umbi bibit direndam dengan hormone alami (Gambar 2.) seperti ekstrak kecambah (200 gram kecambah + 1 liter aquades) atau ekstrak bonggol/batang pisang (75 ml ekstrak bonggol/batang pisang) + 25 ml aquades atau ekstrak kelapa (75 ml ekstrak kelapa + 25 ml aquades) atau ekstrak jagung (200g jagung + 1 liter aquades) selama 30 menit. Kemudian ditiriskan sampai kering dengan maksud untuk mempercepat pertumbuhan tunas umbi bibit. Untuk mencegah serangan penyakit umbi, selanjutnya umbi bibit dicelupkan ke dalam larutan fungisida Dithane M-45 80WP sebanyak 3 g yang dilarutkan 1 liter air.
6. Sebelum dilakukan penanaman, ujung umbi bawang merah dipotong  $\frac{1}{3}$  bagian atau sesuai kebutuhan.

Gambar 2. Perendaman umbi bawang merah dengan hormone alami

## **B. Pengolahan Lahan**

Penyiapan lahan bertujuan untuk menyediakan kondisi lahan yang sebaik mungkin untuk pertumbuhan tanaman bawang merah. Pengolahan tanah dilakukan dengan sistem olah tanah sempurna (OTS) dengan menggunakan traktor (Gambar 3.) dan cangkul. Tanah digemburkan lagi sehingga membentuk petak, selanjutnya memberikan pupuk dasar SP-36 dan KCl masing-masing 48 g, Urea 80 g, dan ZA 57,6 g per petak percobaan ukuran 2m x 1.6 m kemudian petak percobaan ditutup dengan mulsa hitam perak. Pemasangan mulsa plastik dimaksudkan untuk menjaga kelembaban tanah dan menekan pertumbuhan gulma.

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

Gambar 3. Pengolahan tanah dengan traktor

### **C. Penanaman**

Penanaman dilakukan pada saat tanah dalam kondisi lembab, dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm. Penanaman dengan cara membuat lubang tanam dengan tugal, setiap lubang ditanam satu umbi bibit.

### **D. Pemeliharaan**

Pemeliharaan tanaman bawang merah meliputi kegiatan : penyiraman, penyulaman, pemupukan susulan, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit (OPT) dan panen.

#### **1. Penyiraman**

Penyiraman dimulai sejak tanaman berumur 0 hari yang dilakukan dua kali yakni pada pagi dan sore hari atau disesuaikan dengan keadaan cuaca di lapangan, apabila hujan turun penyiraman

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

tidak dilakukan. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan pompa air.

## 2. **Penyulaman**

Penyulaman dilakukan paling lambat pada umur 7 hari, hal ini dilakukan apabila terdapat tanaman yang tidak tumbuh atau mati. Penyulaman dengan menggunakan umbi bibit varietas Tajuk.

## 3. **Pemupukan Susulan**

Pupuk susulan yang diberikan yaitu dengan pemberian konsentrasi biourin sapi 25% dengan interval pemberian biourin sapi pada umur 7, 14, dan 21 hari setelah tanam dengan volume 150 ml/tanaman, dengan cara dikocorkan pada tanaman bawang merah (Gambar 4.). Pada umumnya pemberian pupuk susulan diberikan pada umur 14 dan 34 hari menggunakan pupuk urea 80 g dan ZA 57,6 g per petak percobaan ukuran 2m x 1.6 m atau setiap tanaman mendapat urea 1 g dan ZA 0,72 g (Rajiman, 2018).

Gambar 4. Pemberian pupuk susulan biourin sapi pada tanaman bawang merah umur 21 hari

#### 4. **Penyiangan**

Penyiangan dilakukan apabila terdapat gulma yang tumbuh disekitar tanaman bawang merah, pengendalian gulma dilakukan secara mekanis dengan cara mencabut gulma. Penyiangan bertujuan untuk membuang gulma atau tumbuhan liar yang kemungkinan dijadikan inang hama dan penyakit tanaman bawang merah.

#### 5. **Pengendalian hama dan penyakit (OPT)**

Pengendalian organisme pengganggu tanaman dalam penelitian ini dilakukan dengan cara penyemprotan insektisida Sagri-Beat ® 7/30 WP dengan interval pemberian 3 hari sekali

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

untuk pencegahan hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) sehingga dapat menekan perkembangbiakan ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman bawang merah. Pencegahan penyakit embun upas pada bawang merah dilakukan dengan penyemprotan fungisida Dithane M-45 80WP dengan interval pemberian 3 hari sekali pada tanaman bawang merah yang menunjukkan gejala penyakit embun upas yaitu bintik-bintik berwarna ungu atau putih lama kelamaan menjadi bintik-bintik besar dan daun menjadi pucat serta menguning.

#### **E. Panen**

Umbi bawang merah dipanen berumur 60 hari dengan kriteria fisiologis panen yaitu paling sedikit 70 – 80% daun sudah mengering, pangkal daun sudah mulai melemas, umbi mulai tampak di permukaan tanah (Gambar 5.), umbi terlihat padat dan berwarna mengkilat. Secara umum ciri-ciri tanaman bawang merah yang siap dipanen sebagai berikut:

1. Tanaman telah cukup tua, dengan hampir 60-90% batang telah lemas dan daun menguning
2. Umbi lapis terlihat padat berisi dan sebagian tersembul di permukaan tanah
3. Warna kulit umbi mengkilat atau memerah

Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman bersama daunnya dan diusahakan agar tanah yang menempel pada umbi dibersihkan. Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman

secara berhati - hati agar umbi tidak rusak atau tertinggal. Membiarkan umbi beberapa jam pada bedengan, kemudian diikat.

Gambar 5. Tanaman bawang merah yang siap dipanen

#### **F. Pascapanen**

Umbi yang telah diikat dijemur dengan posisi daun berada di atas (selama 5-7 hari). Setelah daun kering, ikatan diperbesar dengan menyatukan 3-4 ikatan kecil menggunakan tali bambu. Selanjutnya ikatan dijemur kembali dengan posisi umbi di atas (selama 2-3 hari). Umbi dijemur hingga cukup kering (1-2 minggu) dibawah sinar matahari langsung. Pembalikan dilakukan setiap 2-3 hari saat susut bobot umbi mencapai 25-40%. Bila umbi telah kering, umbi siap disimpan di gudang atau di para-para.atau dilakukan pengasapan agar tidak mudah busuk dan tahan lama.



#### IV. PEMUPUKAN

Pemupukan merupakan upaya pemberian bahan organik (biasa disebut dengan pupuk organik) ataupun anorganik (biasa disebut pupuk anorganik atau pupuk buatan) ke dalam tanah untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara dan produktivitas tanah. Unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk berlangsungnya proses fisiologis secara normal dan unsur tersebut tidak bisa digantikan unsur lain dinamakan unsur hara esensial (Sutejo, 1987).

Unsur hara esensial terdiri dari unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, yang terdiri dari unsur N, P, K, C, Ca, Mg, S, H dan Oksigen. Unsur hara mikro adalah unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, terdiri dari unsur Fe, Mn, Bo, Mo, Co, Zn dan Cl.

##### A. Unsur Hara Makro

##### 1. Karbon, Oksigen dan Hidrogen

Carbon, Oksigen dan Hidrogen merupakan bahan baku dalam pembentukan jaringan tubuh tanaman. Berada dalam bentuk  $H_2O$  (air),  $H_2CO_3$  (asam arang) dan  $CO_2$  dalam udara. Ketiganya penting sebagai pembangun bahan organik, karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik. Carbon diambil tanaman dalam bentuk  $CO_2$  atmosfer,  $CO_2$  diperlukan tanaman

dalam proses fotosintesa. Hidrogen diserap tanaman dalam bentuk  $H_2O$ .

## 2. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan organ-organ vegetative seperti daun, batang dan akar. Pemberian Nitrogen yang berlebihan akan menghambat pertumbuhan generative tanaman. Nitrogen diserap tanaman oleh akar dalam bentuk ion  $NO_3^-$  (Nitrat) dan ion  $NH_4^+$  (ammonium). Nitrogen merupakan bahan penyusun asam amino, amida, basa bernitrogen seperti purin dan protein serta nucleoprotein. Defisiensi Nitrogen membatasi pembesaran dan pembelahan sel. Gejala defisiensi meliputi pertumbuhan umum yang terbantut (kerdil) dan clorosis (kuning) terutama di bagian tanaman yang lebih tua sehingga hasil panen akan berkurang.

## 3. Phospor

Phospor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan fosfatida, merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Phospor sangat penting di dalam pembelahan sel dan juga dalam perkembangan jaringan meristem. Phospor diambil tanaman dalam bentuk ion  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ . Secara umum fungsi dari Phospor dalam tanaman adalah (1) mempercepat pertumbuhan akar semai, (2) mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda

menjadi tanaman dewasa, (3) mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah, (4) meningkatkan hasil biji-bijian.

Gejala defisiensi P daun berwarna hijau gelap atau hijau kebiru-biruan, tanaman terbantut (kerdil) sehingga menurunkan hasil panen.

#### 4. **Kalium**

Unsur Kalium bukan elemen yang langsung membentuk bahan organik, Kalium diserap dalam bentuk  $K^+$ , banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein. Bagian inti sel tidak mengandung Kalium. Ion Kalium terdapat dalam cairan sel, merupakan bagian yang penting dalam mengatur tekanan turgor. Kalium membantu memelihara potensial osmotis dan pengambilan air. Tanaman yang cukup Kalium hanya kehilangan sedikit air karena K meningkatkan potensial osmotik dan mempunyai pengaruh positif terhadap penutupan stomata. Kalium berperan penting dalam fotosintesis karena secara langsung meningkatkan pertumbuhan, indeks luas daun, asimilasi  $CO_2$  dan translokasi hasil fotosintesis. Kalium dapat meningkatkan resistensi terhadap penyakit.

#### 5. **Kalsium**

Kalsium diserap tanaman dalam bentuk ion  $Ca^{2+}$  sebagian besar terdapat di dalam daun dalam bentuk kalsium pektat yaitu dalam lamella dinding sel. Kalsium di batang berpengaruh baik

pada pertumbuhan ujung/ pucuk dan bulu-bulu akar. Jika tanaman kekurangan unsur ini, pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar akan terhenti, sedangkan bagian-bagian yang telah terbentuk akan mati berwarna coklat kemerahan. Defisiensi Ca pertama kali tampak pada bagian tanaman yang muda, daun berubah bentuk dan mengalami klorosis.

#### 6. **Magnesium**

Magnesium diserap tanaman dalam bentuk ion  $Mg^{2+}$ , merupakan bagian klorofil, yang merupakan chelat Mg dalam kloroplast. Mg juga membentuk chelat dengan ADP, ATP dan asam-asam organik, oleh karena itu penting untuk reaksi enzimatik. Mg merupakan kofaktor untuk banyak enzim yang mengaktifkan fosforilasi dan glikolisis dan dalam daur asam trikarboksilat.

Metabolisme Nitrogen dan sintesis protein tergantung pada adanya Mg, defisiensi Mg menyebabkan klorosis antara urat daun pada daun tua yang berlanjut pada daun yang muda.

#### 7. **Sulfur**

Sulfur diserap dalam bentuk ion  $SO_4^{4-}$ , zat ini merupakan bagian dari protein yang terdapat dalam bentuk sistein, methionine serta thiamin. Sulfur yang larut dalam air akan segera diserap akar tanaman, karena saat ini sangat diperlukan pada pertumbuhan pemula dan perkembangannya.

## **B. Unsur Hara Mikro**

### **1. Besi (Fe)**

Fe merupakan penyusun enzim-enzim pada transport electron, misalnya sitokrom dan feredoksin yang aktif dalam fotosintesis dan dalam respirasi mitochondria. Fe juga merupakan penyusun enzim-enzim katalase dan peroksidase, mengkatalisis pembongkaran  $H_2O_2$  menjadi  $H_2O$  dan  $O_2$ , mencegah keracunan  $H_2O_2$ . Fe bersamasama dengan Mo merupakan unsur penyusun enzim-enzim nitrit dan nitrat reduktase dan enzim fiksasi  $N_2$  nitrogenase (Gardner *et al.*, 1991).

Walaupun Fe bukan merupakan bagian penyusun molekul, keberadaannya mempengaruhi kadar klorofil karena Fe dibutuhkan dalam pembentukan ultrastruktur cloroplas. Defisiensi Fe menyebabkan berkurangnya jumlah dan ukuran cloroplas yang mengakibatkan terjadinya clorosis. Fe yang berlebihan di dalam tanah menyebabkan tanaman mengalami keracunan.

### **2. Boron (Bo)**

Boron diserap tanaman dalam bentuk ion  $Bo^{2-}$  dan berperan dalam pembentukan/perbanyakannya sel terutama titik tumbuh pucuk, tepung sari bunga dan akar. Tanaman leguminosa berperan dalam pembentukan bintil-bintil akar. Boron berhubungan erat dengan metabolisme K dan Ca. Kekurangan unsur ini dapat berpengaruh pada kuncup dan pucuk yang tumbuh dan dapat mengakibatkan kematian; pertumbuhan meristem akan terganggu dan

menyebabkan kelainan dalam pembentukan berkas pembuluh sehingga mengganggu transportasi zat makanan.

#### **4. Tembaga (Cu)**

Tembaga diserap tanaman dalam bentuk ion  $\text{Cu}^{2+}$ , berperan dalam fotosintesis, karena merupakan bagian penyusun enzim kloroplas plastosianin dalam system transport electron antara fotosistem 1 dan 2. Kebanyakan Cu dalam tanaman dijumpai di dalam organel. Cu merupakan bagian dari beberapa oksidase, seperti asam askorbat oksidase dan polifenol oksidase. Cu merupakan kofaktor untuk sintesis enzim-enzim tertentu.

#### **5. Seng (Zn), Molibdenum (Mo) dan Clhor (Cl)**

Seng diserap tanaman dalam bentuk ion  $\text{Zn}^{2+}$  merupakan bagian yang penting dari asam karboksilase, karbonik anhidrosa. Seng ternyata juga penting untuk enzim-enzim dalam sintesis tryptophan, precursor dari IAA. Tanaman yang kekurangan seng akan rendah kandungan tryptophan dan IAAny, daun kecil-kecil serta pengguguran daun lebih awal. Defisiensi seng juga mengakibatkan pengurangan sintesis RNA dan stabilitas ribosom.

Molibdem diserap akar tanaman dalam bentuk ion  $\text{MoO}_4$  (ion Molibdat). Mo mempunyai peranan dalam fiksasi N oleh mikroba pada tanaman leguminosa dan Mo sebagai katalisator dalam mereduksi N, tanpa adanya Mo, tanaman leguminosa tidak dapat mereduksi unsur N. Mo di dalam tanah dalam bentuk  $\text{MoS}_2$ ,

tersedianya bagi tanaman dipengaruhi oleh pH. Apabila pH rendah maka ketersediaan Mo bagi tanaman akan kurang. Dalam tanaman Mo dalam bentuk nitrat reduktase.

Chlor bukan merupakan penyusun bahan metabolit tanaman apapun, tetapi ditemukan esensial untuk pengeluaran oksigen dalam fotosistem II. Chlor diserap tanaman dalam bentuk  $\text{Cl}^-$ . Pengambilan  $\text{Cl}^-$  berkompetisi dengan anion lainnya terutama  $\text{NO}_3^-$ . Chlor tidak bergerak dalam tanaman dan berakumulasi di bagian yang tua. Gejala defisiensi muncul ditandai layunya daun yang segera diikuti dengan klorosis dan berwarna merah tua.

### **C. Pupuk Organik**

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa tanaman dan atau kotoran hewan yang telah mengalami proses rekayasa berbentuk padat atau cair yang dapat diperkaya dengan bahan mineral alami dan atau mikroba yang bermanfaat memperkaya hara, bahan organik tanah dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Terdapat berbagai macam pupuk organik yang dapat dimanfaatkan untuk menambah bahan organik tanah sehingga mencapai yang optimal yaitu pupuk kandang, pupuk kompos dan pupuk hijau (Indradewa, 2011).

Pupuk organik dapat melindungi tanah terhadap kerusakan karena erosi dan mencegah degradasi tanah karena kerusakan struktur akibat pemampatan, meningkatkan daya sangga (buffering capacity) terhadap guncangan perubahan drastis sifat tanah. Pupuk

organic juga meningkatkan kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah dan dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam Al, Fe dan Mn yang menurunkan ketersediaan unsur tersebut dan meracuni tanaman. Pupuk organic mengandung asam-asam organic antara lain asam humid, asam fulfat, hormone dan enzim yang tidak terdapat dalam pupuk anorganik yang sangat berguna bagi tanaman maupun lingkungan dan mikroorganismenya.

#### **D. Pupuk An Organik**

Pupuk anorganik yaitu pupuk yang dibuat di pabrik, umumnya kandungan unsur hara dan kelarutannya tinggi. Berguna untuk memperbaiki sifat kimia tanah. Berdasarkan kandungan unsur haranya dibedakan menjadi pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal adalah pupuk yang hanya mengandung satu macam unsur hara, misalnya Urea hanya mengandung N, ZK hanya mengandung unsur K, TSP hanya mengandung unsur P.

Pupuk Majemuk adalah pupuk yang mengandung lebih dari satu macam unsur hara, misalnya DAP mengandung unsur N dan P, Rostika Yellow mengandung unsur N,P dan K.



## V. PUPUK ORGANIK BIOURIN SAPI

### A. Manfaat dan Kandungan Biourin Sapi

Biourin sapi merupakan salah satu alternatif pupuk organik cair melalui proses fermentasi untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman yang mengandung mikroorganisme. Sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Urin sapi memiliki banyak kandungan nutrisi yang salah satunya nitrogen sehingga bermanfaat bagi pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Widyaswari *et al.*, (2017) pemberian biourin sapi berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah umbi per rumpun, bobot segar umbi, bobot kering total tanaman, dan laju pertumbuhan tanaman. Menurut Filaprasetyowati dkk. (2015) pemberian biourin sapi 150 ml per tanaman bawang daun dapat menghasilkan luas daun, indeks luas daun, jumlah anakan, bobot segar dan bobot kering total tanaman serta bobot segar konsumsi tanaman per tanaman dan per hektar yang lebih baik dibandingkan pada perlakuan tanpa pemberian larutan biourin sapi dan pemberian larutan biourin sapi 300 ml per tanaman.

Menurut Parnata (2004), pupuk organik cair adalah pupuk yang kandungan bahan kimianya maksimum 5% karena itu kandungan N, P dan K pupuk organik cair relatif rendah. Pupuk organik cair memiliki beberapa keuntungan yaitu mengandung zat tertentu seperti mikroorganisme yang jarang terdapat pada pupuk

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

organik padat, pupuk organik cair dapat mengaktifkan unsur hara yang ada dalam pupuk organik padat.

Pupuk organik umumnya merupakan pupuk lengkap karena mengandung unsur hara makro dan mikro meskipun dalam jumlah sedikit. Penggunaan pupuk kandang atau kompos selama ini diyakini dapat mengatasi permasalahan yang ditimbulkan pupuk anorganik. Pupuk organik yang dapat dipergunakan untuk membantu mengatasi kendala produksi pertanian yaitu pupuk organik cair. Pupuk organik cair selain dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, membantu meningkatkan produksi tanaman, meningkatkan kualitas produksi tanaman, mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan sebagai alternatif pengganti pupuk kadang (Indrakusuma, 2000).

Urin sapi yang telah mengalami fermentasi dari berbagai senyawa organik yang diperkaya dengan nutrisi esensial. Pupuk ini dapat meningkatkan hasil dan kualitas (rasa, warna, bentuk dan kesegaran) tanaman. Dari hasil analisis laboratorium terhadap sifat urin sapi sebelum dan sesudah fermentasi terdapat perbedaan. Urin sapi yang belum difermentasi mengandung unsur hara N 1%, P 0,50%, K 1,50%, Ca 1,1% dan air 92%, warna kuning dan bau menyengat, sedangkan urin sapi yang telah difermentasi mengandung N 2,7%, P 2,4% K 3,8%, Ca 5,8% warna hitam dan bau berkurang (Affandi, 2008)

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

Pupuk organik cair dapat mengubah tanah menjadi lebih gembur, meningkatkan pH tanah dan mikroba yang berguna dapat berkembang dengan baik, sedangkan patogen tanah dapat ditekan perkembangannya. Ketersediaan hara dalam keadaan cukup dan seimbang merupakan salah satu kunci keberhasilan budidaya bawang merah (Muhammad, *et al.* 2003)

Pupuk organik dapat meningkatkan anion – anion utama untuk pertumbuhan tanaman seperti nitrat, fosfat, sulfat, boron, dan klorida serta meningkatkan ketersediaan hara makro untuk kebutuhan tanaman dan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik cair lebih mudah terserap oleh tanaman karena unsur – unsur didalamnya sudah terurai. Tanaman menyerap hara terutama melalui akar namun daun juga memiliki kemampuan menyerap hara, oleh sebab itu pupuk cair dapat disemprotkan pada daun.

#### **B. Cara Pembuatan Biourin Sapi**

Bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik urin sapi yaitu 3 liter urin sapi, 250 gram empon – empon (kunyit, jahe, dan lengkuas), 300 ml tetes tebu dan 150 ml EM4. Cara pembuatan pupuk organik cair urin sapi dengan menumbuk empon-empon (kunyit, jahe, dan lengkuas) sampai halus kemudian dimasukkan ke dalam tong (Gambar 6.). Tambahkan tetes tebu, urin sapi dan EM4 ke dalam tong, mengaduk semua

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

bahan sampai tercampur. Tutup tong dengan rapat dan simpan selama 10 hari. Selama proses penyimpanan pupuk organik urin sapi diaduk setiap hari dengan tujuan untuk membuang gas yang dihasilkan. Setelah difermentasi selama 7 – 10 hari ditandai perubahan warna dan bau. Pupuk organik cair urin sapi kemudian disaring untuk memisahkan antara ampas dan cairan pupuk lalu dimasukkan ke dalam botol. Pembuatan konsentrasi biourin sapi 25% dengan mencampur 250 ml biourin sapi dengan 750 ml air.

Gambar 6. Pembuatan biourin sapi

## VI. HORMON

Menurut Salisbury dan Ross (1995) pertumbuhan dan perkembangan tanaman dikendalikan oleh substansi kimia yang konsentrasinya sangat rendah, yang disebut *substansi pertumbuhan tanaman, hormone pertumbuhan fitohormon atau pengatur tumbuh pertumbuhan tanaman*(PGRs). Konsep bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman diatur oleh suatu substansi yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat sedikit dalam suatu organ yang menyebabkan suatu respon pada organ yang lain, pertama kali diajukan oleh Julius von Sachs bapak dari fisiologi tumbuhan.

Pengamatannya dikuatkan oleh Charles Darwin pada tahun 1880 dalam eksperimennya tentang pengaruh cahaya dan gaya tarik bumi terhadap pertumbuhan tanaman.. Darwin mengamati bahwa kecambah rumput canari membengkok kearah sumber cahaya(fototropisme) kecuali bila pucuk kecambah tersebut dibungkus dengan kertas timah yang tidak tembus cahaya. Ia menyimpulkan bahwa rangsangan cahaya ditanggapi oleh bagian ujung batang (coleoptil), tetapi responnya pada jaringan yang lebih bawah atau lebih basal.

Manipulasi PGR yang sepenuhnya mempengaruhi pertanian modern dimulai dengan penggunaan herbisida tipe auksin aa akhir perang dunia II. Pada saat itu PGR digunakan untuk mengendalikan sekelompok proses fisiologi dalam proses produksi tanaman budidaya, termasuk pembungaan dan pembuahan(set buah dan

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

partenokarpi) pembagian hasil asimilasi, perkecambahan, pembiakan, penekanan pertumbuhan, penghilangan daun dan pemasakan setelah panen. Pembuatan klon dan kultur jaringan tidak akan mungkin dilakukan tanpa PGR. Kebanyakan perkebunan tembakau perdagangan di Amerika Serikat diberi PGR untuk mengendalikan percabangan muda (pertumbuhan cabang baru dari tunas di ketiak daun).

PGR digunakan sebagai herbisida pada hampir semua lahan tanaman hortikultura yang dibudidayakan di Negara-negara industri, dan produksinya merupakan industri milyaran dolar. PGR digunakan secara ekstensif pada tanaman hortikultura untuk mengendalikan pertumbuhan perkembangannya, terutama pada produksi buah. Tanaman budidaya di lapangan mempunyai daur perkembangbiakan yang relatif singkat dan kemungkinan memperoleh pengendalian genetik dengan cara pembiakan dan seleksi untuk tingkat hormone yang endogen yang menghasilkan respon fisiologik yang diinginkan. Tembakau merupakan suatu pengecualian (seperti juga barley dan gandum, di Eropa PGR digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan srisip). Dengan diproduksinya PGR yang lebih efektif, aktivitasnya dimengerti dengan lebih baik, dan berkembang pula metode pemberian konsentrasi yang diperlukan agar organ merespons pada waktu tertentu maka penggunaan PGR dalam produksi tanaman budidaya di lapangan juga semakin meningkat.

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

### **A. Terminologi dan Klasifikasi**

Istilah *pengatur pertumbuhan tanaman* meliputi katagori luas yaitu substansi organik (selain vitamin dan unsure mikro) yang dalam jumlah sedikit merangsang, menghambat, atau sebaliknya mengubah proses fisiologis. PGR *endogen*(yang diproduksi di bagian dalam diartikan sebagai *hormone tanaman* atau *fitohormon*. Istilah hormone berasal dari fisiologi hewan, yang berarti suatu substansi yang disintesis dalam suatu organ yang pada gilirannya merangsang terjadinya respon pada organ lain. Hormon tanaman tidaklah khusus seperti hormone hewan dalam hal organ tempat sintesis ataupun organ tempat responsnya, tetapi cenderung mengikuti pola tingkah laku yang umum.

PGR, baik endogen atau eksogen(berasal dari luar pada dasarnya menghasilkan respons tanaman yang sama. Misalnya, dua PGR sintesis 2,4 diklorofenoksi asam asetat(2,4-D)dan pikloram pengganti asam pikolinat (tordon) sama efektifnya pada kultur jaringan invitro. Auksin sintetik diperlukan karena jaringan dipisahkan dari jaringan sumber auksin. Perangsang pertumbuhan sintetik, dalam campuran yang tepat merangsang kalus (pembentukan massa sel yang tidak terdeferensiasi), diferensiasi organ, dan morfogenesis seluruh tanaman dari suatu sel parenkima, misalnya parenkima dari batang tembakau,akar, wortel atau daun kentang.

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

Saat ini PGR dibagi menjadi lima kelas : Auksin, Giberelin, Sitokinin atau Kinin, Penghambat pertumbuhan (ABA), dan Etilen. Dua hormone (brassinolide, suatu steroid dan triakontanol, suatu alcohol yang disebut terakhir dilaporkan menghasilkan perangsangan tumbuh yang mencolok), secara kimiawi tidak dapat masuk ke dalam salah satu dari lima kategori di atas. Kedua substansi diisolasi berturut-turut dari biji sebangsa kol (*Brassica napus*), dan tanaman tingkat tinggi tertentu lainnya. Substansi-substansi ini dan substansi lain mungkin akan ditemukan mungkin pula membutuhkan revisi dari sistem klasifikasi yang berlaku sekarang. Banyak analogi dari kebanyakan hormone yang ada dalam kelima kelas itu diproduksi secara sintesis dan banyak diantaranya memperoleh pemanfaatan yang penting dalam bidang pertanian.

Sifat-sifat tertentu diperlukan bagi suatu senyawa agar dapat dikelompokkan sebagai fitohormon: 1). Tempat sintesis berbeda dengan tempat aktivitas (misalnya. Sintesis di daun pucuk dan daun muda, tetapi responnya pada batang, akar atau organ-organ lain); 2) respon dihasilkan oleh jumlah yang sangat kecil ( yaitu konsentrasinya bisa sekecil  $10^{-9}M$ ); 3) Tidak seperti pada enzim dan vitamin, respon mungkin berbentuk formatip atau *plastik* (tidak terpulihkan) misalnya respon tropi.

Seringkali pemasokan fitohormon secara alami itu dibawah optimal, dan dibutuhkan sumber dari luar untuk menghasilkan respon yang dikehendaki. Jumlah auksin diatas optimal umumnya

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*



bertindak sebagai herbisida. Umumnya suatu fitohormon bertindak secara sinergis dengan hormone-hormon lainnya dalam menggalakan suatu respons.

## **B. Auksin**

Auksin merupakan istilah generic untuk substansi pertumbuhan yang khususnya merangsang perpanjangan sel, tetapi auksin juga menyebabkan suatu kisaran respons pertumbuhan yang agak berbeda-beda (Tabel 1.). Sejumlah substansi alami menunjukkan aktivitas auksin, tetapi yang dominan, yang pertama kali dipisahkan dan diidentifikasi ialah asam indol asetat(IAA).

Paal dan Boysen-Jensen mendemonstrasikan bahwa rangsangan pertumbuhan sebenarnya dihasilkan dalam ujung koleoptil dan ditranslokasikan ke bawah ke daerah pembengkokan, seperti teori yang dikemukakan oleh Darwin. Paal dan Boysen-Jensen mengamati bahwa apabila ujung itu dihilangkan dan diletakan pada satu sisi koleoptil yang telah dihilangkan ujungnya itu, terjadi induksi pertumbuhan dan pembengkokan langsung dibawah sisi tersebut. Selanjutnya diketahui bahwa rangsangan dapat ditranslokasikan melalui selapis gel agar yang disisipkan antara ujung engan coleoptil yang terpotong itu(zona pembengkokan), tetapi tidak dapat ditranslokasikan selapis mika.

Tabel 1. Aktivitas fitohormon dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman

| Proses tanaman                              | Auksin | Giberelin | Sitokinin | Asam absisat (ABA) | Etilen |
|---|--------|-----------|-----------|--------------------|--------|
| Pembelahan sel                              |        | x         | x         |                    |        |
| Pengenduran dinding sel                     | x      |           |           |                    |        |
| Pembesaran sel                              | x      | x         | x         |                    |        |
| Inisiasi akar                               | x      |           | x         |                    |        |
| Pembentukan kalus                           | x      |           | x         |                    |        |
| Pembentukan xylem                           | x      |           | x         |                    |        |
| Peningkatan respirasi dan pengambilan ion K |        |           |           |                    |        |
| Sintesis RNA dan Protein                    | x      | x         | x         |                    |        |
| Pemanjangan batang                          | x      | x         |           |                    |        |
| Pertumbuhan tunas lateral                   | x      |           | x         | x                  | x      |
| Pengeluaran hormone amylase                 |        | x         | x         | x                  | x      |
| Dormansi                                    | x      | x         |           |                    |        |
| Kemudaan                                    | x      | x         | x         | x                  |        |
| Laju pertumbuhan                            | x      | x         | x         | x                  | x      |
| Iniasi pembungaan                           | x      | x         | x         |                    |        |
| Penentuan jenis elamin                      | x      | x         | x         |                    | x      |
| Set buah                                    | x      | x         | x         |                    | x      |
| Pertumbuhan buah                            | x      | x         | x         |                    | x      |
| Pemasakan buah                              | x      | x         | x         | x                  | x      |
| Pembentukan umbi                            | x      | x         | x         | x                  | x      |
| Absisi                                      | x      | x         | x         |                    | x      |
| Perakaran                                   | x      | x         | x         | x                  | x      |
| Penuaan                                     |        | x         | x         |                    | x      |
| Perkecambahan biji                          |        |           |           |                    |        |

Sumber: Leopold dan Krideman, 1975 dalam Gardner *et al.*, 1991.

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

Kemajuan pesat dalam pengetahuan tentang pengaturan pertumbuhan tanaman dicapai melalui hasil penelitian oleh F.W.Went. Went dan Timan mengekstraksi substansi aktif dari ujung coleoptil ke dalam gel agar, dengan meletakkan satu kubus kecil gel agar pada salah satu bongkol koleoptil yang telah dihilangkan ujungnya memperoleh lengkungan yang seimbang dengan konsentrasi ekstrak dalam agar. Hal ini memungkinkan perkembangan kuantitatif pertama mengenai auksin, yaitu tes lengkungan *avena*. Pengujian yang efektif tentu saja akan memberikan dorongan terhadap penelitian mengenai auksin. IAA dipisahkan dalam bentuk murni dan diidentifikasi oleh Kogl, Haagen-Smith dan Erxleben pada tahun 1931. Potensi IAA untuk pertanian segera dijajaki, tetapi karena ketidak stabilan relative IAA, secara praktis tidak diperoleh manfaat. Banyak auksin sintetik dikembangkan setelah itu dan digunakan secara ekstensif dalam bidang pertanian.

#### 1. **Auksin alami dan auksin sintetik**

Sementara IAA dikenal sebagai auksin utama pada tanaman, sejumlah substansi yang secara alami mirip auksin (analog) diubah menjadi IAA, Indolasetontril (IAN), asam indolpiruvat (IPyA), dan indolasetaldehid (IAAId) merupakan zat perantara dalam sintesis IAA dari asam amino prekursor triptopan. IAN merupakan hormone pertama yang diekstrak dari daun dan batang tumbuhan tingkat tinggi (*Crusiferae*). IAA biasanya tidak dijumpai di alam dalam

bentuk bebas; biasanya zat itu bergabung dengan asam askorbat, gula, asam amino, dan senyawa organik lain (bentuk terikat). Bentuk terikat ini siap diubah menjadi IAA bebas dengan hidrolisis menggunakan enzim.

Asam fenoksiasetat, asam naftalenasetat, asam pikolinat, dan asam benzoate serta dinitrofenol merupakan auksin sintetik yang mendapat pemanfaatan penting untuk pertanian, terutama sebagai herbisida. Herbisida 2,4-D dikembangkan di Amerika Serikat sekitar tahun 1940-an dan analoginya yaitu asam 2-metil,4-klorofenoksiasetat (MPCA) pada saat yang bersamaan dikembangkan di Inggris. Analogi 2,4-D lainnya yaitu asam 2,4,5-triklorofenoksiasetat (2,4,5-T, atau *orange agen*) telah menjadi herbisida yang dikenal untuk mengendalikan semak-semak, tetapi pemanfaatannya saat ini dilarang karena mengandung kotoran dioksin, yang mungkin bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker). Dikamba, suatu derivat (turunan) asam benzoate, dan pikloram, suatu derivat asam pikolinat, adalah auksin dan merupakan herbisida yang potensial.

Ratusan analogi auksin telah disintesis oleh kimiawan, tetapi tidak seluruhnya menunjukkan aktivitas auksin. Ternyata diperlukan karakteristik molekuler, struktural dan spasial tertentu, cincin tidak jenuh suatu rantai samping asam, dan hubungan ruang yang tepat antara cincin dengan rantai samping.

## 2. Metabolisme auksin

Kadar auksin endogen dan aktivitasnya dalam jaringan berhubungan dengan keseimbangan antara sintesis dengan hilangnya auksin karena transport dan metabolisme. Auksin diproduksi dalam jaringan meristematis yang aktif (yaitu tunas, daun muda dan buah). Terjadi imobilisasi oleh fotooksidasi, dan oksidasi enzim (IAA-oksidas) diseluruh bagian tanaman, terutama dalam jaringan tanaman yang lebih tua. Peroksida ( $H_2O_2$ ) terbentuk diseluruh bagian tanaman dengan adanya oksigen ( $O_2$ ) untuk mengurangi aktivitas auksin. Auksin juga bergabung dengan senyawa organik ( yaitu asam askorbat, asam amino, dan gula), yang mengurangi aktivitas.

Transport auksin berlangsung secara *basipetal*, yaitu dari ujung ke basal. Pembalikan ujung sepotong batang tidak mengubah gerakan polaritas ini. Walaupun demikian, studi modern dengan menggunakan isotop IAA radioaktif menunjukkan beberapa gerakan *akropetal* (dari basal ke ujung). Laju transport IAA linier, dan umumnya transport auksin itu *simplastik* (dalam Phloem) dan aktif, yaitu laju ini menurun tanpa  $O_2$  atau dengan adanya karbon dioksida ( $CO_2$ ). Tingkat di atas optimal mungkin juga menyebabkan transport *apoplastik* (dalam xylem) maupun transport simplastik. Karena transport tidak terhenti dengan adanya nitrogen (N) atmosfer, ditunjukkan adanya transport pasif dan transport aktif. Sitokinin dan terutama giberelin mempercepat transport auksin,

sedangkan penghambat pertumbuhan memperlambatnya. Natrium flourida dan asam triiodobenzoat merupakan pemhambat traspor.

### 3. Pengujian auksin

Tantangan untuk menentukan kuantitatif zat kimia yang ada dalam konsentrasi yang sangat kecil ( $10^{-7}$  atau  $10^{-8}$ M) dengan menggunakan pengujian kelengkungan *Avena*. Suatu sumber yang konsentrasinya tidak diketahui diletakan secara tidak simetris pada bongkol coleoptil oat,jagung atau gandum,mengakibatkan perbrdaan pertumbuhan dan lengkungan yang berimbang dengan konsentrasi. Sudut yang terbentuk karena pertumbuhan baru dibandingkan pertumbuhan normal merupakan petunjuk konsentrasi.

Uji pertumbuhan lurus koleoptil *Avena* merupakan bioesai(penetapan biologi) yang lain, juga didasarkan pada perluasan sel. Ini meliputi penentuan respon pertumbuhan dalam kaitanya dengan penambahan panjang dari potongan pucuk muda yang dihilangkan ujungnya dan mngalami etiolasi di dalam larutan substansi pertumbuhan yang diuji. Kromatografi menambahkan dimensi baru dengan menyajikan metode yang efektif engan pemishan hormone dan analoginya. Spektroskopi merupakan piranti yang efektif untuk identifikasi dan kuantifikasi dengan metode kimia.

#### 4. Respon terhadap auksin

Respon terhadap auksin mempunyai kisaran mulai dari pengaruh terhadap metabolisme selular sampai ke koordinasi morfogenesis tanaman termasuk absisi dan penuaan. Efek selular meliputi (1) penengkitan dalam sintesis nukleotida DNA dan RNA, dan sintesis protein dan enzim; (2) peningkatan pertukaran proton, muatan membran, dan pengambilan kalium; dan (3) pengaruh terhadap reaksi fitokrom dengan cahaya merah dan cahaya merah jauh.

Respon auksin berhubungan dengan konsentrasinya. Konsentrasi yang tinggi bersifat menghambat, yang dijelaskan sebagai persaingan untuk mendapatkan peletakan tempat kedudukan penerima, yaitu penambahan konsentrasi meningkatkan kemungkinan terdapatnya molekul yang sebagian melekat menempati tempat kedudukan penerima, yang menyebabkan kurang efektifnya gabungan tersebut. Respon juga sangat bervariasi tergantung pada kepekaan organ tersebut. Batang merespons konsentrasi auksin dalam kisaran yang cukup lebar. Akar pada dasarnya terhambat pada hampir semua kisaran hormone.

Sampai saat ini respons geo- dan fototropik telah dijelaskan berturut-turut, dengan adanya tingkatan auksin pada pucuk yang asimetris karena adanya redistribusi auksin yang dipengaruhi oleh gravitasi, dan adanya tingkatan auksin yang asimetris, oleh karena auksin pada yang tersinari dirusak oleh sinar. Pada respons geotropi atau gravitropi, auksin berpindah ke sel-sel pada sisi

bawah organ yang horizontal, merangsang terjadinya pemanjangan sel dan pelengkungan secara asimetris; ini dikenal sebagai teori klasik Cholodny-Went.

Auksin diperlukan untuk pertumbuhan kalus, baik di dalam kultur jaringan maupun dalam jaringan pembengkakan dan bintil. Auksin diperkirakan menggalakan terjadinya bengkokan pada rambut akar, yaitu prasyarat terjadinya infeksi *Rhizobium*. Auksin mengatur proses di dalam tubuh tanaman dalam morfogenesis. Misalnya, kuncup lateral dan pertumbuhan akar baru digalakan pada jaringan kalus yang terbentuk pada stek. Pada spesies atau kultivar yang sukar berakar, sumber eksogen auksin hampaiselalu penting. Jaringan kalus mula-mula terbentuk pada stek, dan akar berdeferensiasi dari kalus. Stek pada banyak spesies hanya berakar apabila ditinggalkan sebuah tunas yang aktif atau sebuah jaringan daun muda pada stek tersebut.

Auksin menunda absisi daun dan buah. Auksin merangsang partenokarpi (buah tanpa biji) pada buah; misalnya buah stroberi tumbuh tanpa biji bila diberi perlakuan asam naftalenasetat (NAA) atau pikloram (tordon). Secara normal kehadiran biji atau sumber eksogen auksin diperlukan untuk pertumbuhan buah. Konsentrasi auksin yang berlebihan menyebabkan ketidaknormalan seperti *epinasti* (kelainan bentuk daun yang disebabkan oleh pertumbuhan yang tidak sama urat daun bagian ujung dan pangkalnya), daun bawang, akar enguat yang menyatu, dan batang rumput yang rapuh. Bahkan uap dari sumber yang terletak agak jauh dapat

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*



menyebabkan epinasti pada spesies yang peka seperti tomat dan anggur. Konsentrasi auksin yang di atas optimal mungkin mematikan spesies yang lain; jadi auksin digunakan sebagai herbisida yang selektif.

##### **5. Pemanfaatan auksin dalam bidang pertanian**

Beberapa dari herbisida selektif yang sangat tinggi nilainya dan luas pemanfaatannya dalam pengendalian gulma adalah auksin, terutama dianalogikan dengan asam fenoksiasetat (misalnya 2,4-D; 2,4,5-T, dan MPCA). Sebagai salah satu herbisida selektif yang mula-mula dikenal 2,4-D. Ini sangat selektif, tidak merusak, efektif pada konsentrasi yang rendah. Auksin efektif mencegah jatuhnya buah pada apel dan pir dengan penghambatan terbentuknya lapisan absisi. Auksin termasuk 2,4-D menggalakan pembentukan etilen dan set buah pada tanaman nanas. Berbuah dua tahunan pada tanaman buah-buahan (adanya hasil yang sedikit pada satu tahun dan banyak pada tahun lainnya) dapat diperbaiki dengan penipisan pada tahun yang banyak dengan pemberian NAA atau auksin lainnya pada waktu tertentu. Spesies dan kultivar yang sukar berakar dapat dipercepat dengan mencelupkan permukaan stek ke dalam senyawa untuk perakaran yang bekerja menggalakan pembentukan kalus dan akar (misalnya dengan "Rootone"). Auksin juga efektif untuk mencegah berkecambahnya kentang dalam penyimpanan. Kentang dicelupkan dalam larutan auksin (NAA), ditaburi dengan bedak atau

tanah yang mengandung auksin, atau disimpan dengan pita kertas yang diperkaya dengan suatu larutan auksin.

#### **D.Giberelin**

Sebelum penemuan giberelin (GA) petani di Jepang tanaman padinya diserang penyakit *bakane* (penyakit kecambah totol) yang akibatnya tidak dapat berbuah yang disebabkan oleh fungi *Gibenerella fujikoro* dari jamur tersebut dapat diisolasi dan diambil sari substansi seperti GA yang bebas sel, yang dapat menghasilkan penambahan tinggi yang sama yang diserang penyakit. GA merupakan diterpenoid, bagian dasar kimia GA adalah *kerangka giban* dan kelompok karboksil bebas. Macam-macam bentuk GA terutama berbeda karena penggantian kelompok-kelompok hidroksil, metal atau etil pada kerangka giban dan karena adanya cincin laktone yang dihasilkan oleh kondensasi karbon 20 ke karbon 19 dalam struktur giban. Adanya cincin laktone pada GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub> dan GA<sub>9</sub> menyebabkan aktivitas biologis yang lebih besar, dibandingkan GA<sub>12</sub> dan GA<sub>13</sub> dan analogi serupa yang tidak memiliki cincin laktone.

Asam giberelat(GA<sub>3</sub>) pertama kali diidentifikasi dan dikristalkan dari jamur *Gibberella fujikoro* mempunyai aktivitas fisiologis yang paling besar. Sumber GA<sub>3</sub> komersial diperoleh dari kultur jamur, walaupun GA<sub>3</sub> dan banyak GA lainnya juga terdapat di antara tumbuhan tinggi. Semua organ tanaman mengandung berbagai macam GA pada tingkat yang berbeda-beda, tetapi sumber

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

terkaya dan mungkin tempat sintesisnya ditemukan pada buah, biji, tunas, daun muda, dan ujung akar. Biji teristimewa kaya akan GA; bijinyang belum masak kaya akan GA, tetapi terdapat dalam keadaan terikat pada saat biji masak. Spesies tanaman dan tipe serta umur jaringan mengandung macam dan dan konsentrasi GA yang berbeda-beda.

Semua giberelin merupakan turunan angka *ent-giberelan*, bersifat asam dan dinamakan GA( asam giberelat) yang dinomori untuk membeda-bedakanya. Giberelin memiliki 19 atau 20 atom karbon, yang bergabung dalam sistim cincin 4 atau 5. Giberelin mempunyai satu gugus karboksil yang melekat pada karbon 7, dan beberapa di antaranya mempunyai karboksil tambahan yang terletak pada karbon 4, sehingga semua dapat disebut asam giberelat.

### **1. Metabolisme giberelin**

Giberelin adalah senyawa isoprenoid, khususnya berupa diterpen yang disintesis dai unit asetat asetil koenzim A melalui lintasan asam mevalonat. *Geranyl pirofosfat* adalah senyawa 20-karbon, bertindak sebagai donor bagi semua atom karbon pada giberelin. Senyawa itu diubah menjadi *kopalilpirofosfat* yang memiliki dua cincin, dan senyawa terakhir diubah menjadi *kauren* yang mempunyai empat cincin . Perubahan kauren lebih lanjut disepanjang lintasan meliputi oksidasi yang terjadi di reticulum endoplasma, menghasilkan senyawa- antara *kaurenol*(jenis alcohol),

*Kaurenal* (jenis aldehid), dan *asam kaurenoat*, setiap oksidasi lebih lanjut.

Senyawa pertama dengan sistim cincin giberelan yang sejati adalah aldehid  $GA_{12}$  terbentuk dengan cara menerobos salah satu karbon cincin B pada asam kaurenoat. Semua tumbuhan mungkin menggunakan reaksi yang sama dalam membentuk aldehid-  $GA_{12}$ , tapi dari titik ini dalam lintasan, spesies yang berbeda menggunakan paling sedikit tiga lintasan yang berbeda untuk membentuk giberelin yang berbeda.

Giberelin 19-karbon lebih aktif dari pada Giberelin 20-karbon, dan karbon yang hilang dari molukul 20-karbon adalah karbon dari gugus metal yang menempel diantara cincin A dan cincin B aldehid  $-GA_{12}$ . Karbon tersebut teroksidasi menjadi gugus karboksil, yang kemudian terlepas sebagai  $CO_2$ . Sebagian besar giberelin, sistim cincin kelima (lakton) dibentuk dari karbon 19 gugus karboksil pada aldehid  $GA_{12}$  untuk menghasilkan  $GA_9$ .

Zat pelambat pertumbuhan tertentu seperti *phosphon D*, *Amo-1618*, *CCC* atau *Cycocel*, *amsimidol*, *paklobutrazol* yang menghambat perpanjangan batang dan menyebabkan pengkerdilan, bekerja antara lain dengan menghambat sintesis giberelin. *Phosphon D* dan *Amo-1618* menghambat perubahan geranil geranil pirofosfat menjadi kopalilpirofosfat. *Phosphon D* juga menghambat proses selanjutnya, yakni pembentukan kauren, sedang *amsimidol* dan *plaktobutrazol* menghambat reaksi oksidasi antara kauren dan asam kaurenoat. Pada banyak jenis tumbuhan, penghambatan

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

tumbuh oleh salah satu zat tersebut dapat iatasi seluruhnya oleh GA<sub>3</sub>,yang menandakan bahwa efek utamanya menghambat sintesis giberelin. Tapi, Phosphon D, Amo-1618, dan CCC menghmbat sintesis sterol pada tanaman tembakau, yang menunjukkan bahwa zat tesebut bukan penghambat yang khas untuk pembentukan giberelin.

Biji yang belum matang mengandung giberelin dalam jumlah yang cukup tinggi dibandingkan dengan bagian tumbuhan lainnya,dan ekstrak bebas-sel dari biji dari beberapa spesies dapat mensintesis giberelin. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar kandungan giberelin yang tinggi di dalam biji dihasilkan dari biosintesis.

Daun muda diduga menjadi tempat utama sinesis giberelin seperti halnya auksin. Hipotesis ini sesuai dengan kenyataan bahwa jika ujung tajuk dan daun muda dipangkas dan tunggul batangnya diberi giberelin atau auksin pemanjangan batang terpacu jika dibandingkan dengan batang terpotong yang tak diberi hormone.

Akar juga mensintesis giberelin, namun giberelin eksogen menimbulkan efek kecil pada pertumbuhan akar, dan menghambat pembentukan akar liar. Hormon ini dapat dilacak dalam eksudat xylem akar dan batang ketika organ tersebut diiris dan tekanan akar mendorong keluar cairan xylem. Penghambat sintesis giberelin menurunkan njumlah giberelin dalam eksudat tersebut. Pelukaan berulang pada bagian sistem akar menyebabkan konsentrasi giberelin pada tajuk menurun tajam, hal ini menunjukkan bahwa

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

sebagian besar pasokan giberelin pada tajuk berasal dari akar melalui xilem. Akar yang dilukai berulang kali tak dapat memasok air dan hara mineral dalam jumlah yang cukup untuk mempertahankan kemampuan tajuk dalam mensintesi giberelin sendiri.

## **2. Pemacuan pertumbuhan tumbuhan utuh oleh giberelin**

Giberelin mempunyai kemampuan khusus memacu pertumbuhan tumbuhan utuh pada banyak spesies, terutama tumbuhan kerdil atau tumbuhan dwitahunan yang berada dalam fase roseta. Giberelin biasanya lebih banyak mendorong pemanjangan batang utuh dari pada potongan batang, sehingga efeknya berlawanan dengan efek auksin.

Demonstrasi pemanjangan yang disebabkan oleh suatu bahan larut dalam eter yang diekstrak dari biji kacang-kacangan dilakukan oleh John W Mitchell dan beberapa kawannya. Mereka tidak begitu yakin tentang apa yang menyebabkan pemacuan pertumbuhan yang tidak lazim tersebut, namun menunjukkan bahwa IAA bukan penyebabnya. Diketahui bahwa biji kacang-kacangan dan banyak dikotil lainnya merupakan sumber yang kaya akan giberelin, dan gejala yang diamati oleh Mitchell dan kawan-kawannya itu sama dengan yang disebabkan oleh giberelin.

### **3. Pemacuan perkecambahan biji dorman dan pertumbuhan kuncup dorman oleh giberelin**

Kuncup pohon selalu hijau dan pohon serta perdu yang meluruh yang tumbuh di daerah beriklim sedang biasanya menjadi dorman di akhir musim panas atau awal musim gugur. Kuncup dorman cukup tahan terhadap musim dingin dan kekeringan. Biji beberapa spesies juga dorman pada musim gugur dan tidak mau berkecambah walaupun terpajan cukup baik pada kelembaban, suhu dan oksigen. Dormansi kuncup dan biji sering berakhir oleh musim dingin yang panjang, sehingga tumbuh pada musim semi, bila keadaan menguntungkan. Pada beberapa spesies dormansi kuncup dapat diatasi oleh panjang hari yang lebih lama yang terjadi pada akhir musim dingin. Bagi biji beberapa spesies, dormansi berakhir oleh cahaya merah yang diberikan secara singkat, asalkan dalam keadaan lembab.

Giberelin mengatasi kedua macam dormansi biji dan kedua dormansi kuncup tersebut pada berbagai spesies dan berlaku sebagai pengganti suhu rendah, hari yang panjang, atau cahaya merah. Pada biji salah satu efek giberelin adalah mendorong pemanjangan sel, sehingga radikula dapat mendobrak endosperm, kulit biji, atau kulit buah yang membatasi pertumbuhannya.

### **4. Pembungaan**

Pembentukan bunga pada tumbuhan bergantung pada beberapa factor, termasuk umur dan keadaan lingkungan. Misalnya

perbandingan lamanya siang dan malam sangat berpengaruh pada beberapa spesies. Beberapa spesies hanya berbunga bila lamanya siang hari melampaui titik kritis tertentu dan lainya hanya berbunga bila lamanya siang hari lebih pendek dari titik kritis tertentu. Giberelin dapat menggantikan lamanya hari panjang yang dibutuhkan beberapa spesies, hal ini menunjukkan adanya interaksi dengan cahaya. Giberelin juga dapat memenuhi kebutuhan beberapa spesies akan masa dingin untuk menginduksi pembungaan atau agar berbunga lebih awal (vernalisasi).

##### **5. Pengangkutan makanan dan unsure mineral dalam sel penyimpanan pada biji yang dipicu giberelin**

Segera setelah biji berkecambah sistim akar dan tajuk muda mulai menggunakan hara mineral, lemak, pati dan protein yang terdapat di sel penyimpanan pada biji. Kecambah muda bergantung pada cadangan makanan ini sebelum mampu menyerapa garam mineral dari tanah dan sebelum dapat menjangkau system tajuknya menuju cahaya. Embrio (nutfah) biji sereal-berbulir dan rumputan lainya dikelilingi cadangan makanan yang terdapat di sel yang secara metabolic tidak aktif, yakni endosperm; endosperm sendiri dikelilingi selaput tipis yang hidup yang disebut aleuron. Setelah perkecambahan terjadi akibat meningkatnya kelembaban, sel aleuron mengeluarkan sejumlah enzim hidrolisis yang mencerna pati, protein, fitin, RNA, dan bahan dinding sel tertentu yang terdapat dalam sel endosperm.

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*



Salah satu enzim yang diperlukan dalam proses pencernaan tersebut adalah  $\alpha$ -amilase, yang menghidrolisis pati. Jika embrio dihilangkan dari biji jelai, sel aleuron tidak menghasilkan dan mengeluarkan sebagian besar enzim hidrolitiknya, termasuk  $\alpha$ -amilase. Hal ini memperlihatkan bahwa embrio jelai biasanya menyediakan suatu hormone untuk selaput aleuron dan hormone tersebut memacu sel aleuron untuk membuat enzim hidrolitik. Hormom tersebut, yang tampaknya giberelin, juga mendorong sekresi enzim hidrolitik ke endosperm, tempat enzim tersebut mencerna cadangan makanan dan dinding sel. Unsur mineral cadangan menjadi lebih muda tersedia, sebagai kerja giberelin.

#### **E. Sitokinin**

Sitokinin merupakan nama generic untuk pertumbuhan substansi yang khusus merangsang pembelahan sel (*sitokinesis*). Sitokinin ditemukan pada tahun 1950-an melalui pengamatan dalam laboratorium Skoog, yaitu dalam pengamatan pembelahan sel dalam kalus yang ditumbuhkan dari empulur tembakau atau floem akar wortel. Pekerjaan ini jelas menunjukkan adanya sedikit pertumbuhan sel-sel parenkima dari jaringan yang terpotong jika tidak ditambahkan ke medium kultur tersebut suatu factor pertumbuhan yang ditemukan dalam santan atau ekstrak khamir. Dengan hanya menggunakan IAA, yang mula-mula dianggap sebagai hormone pertumbuhan hanya terjadi pemanjangan selo. Bagaimanapun pertumbuhan kalus yang cepat karena pembelahan

dan pemanjangan sel terjadi dengan adanya IAA ditambah santan, ekstrak khamir, atau basa purin adenine yaitu 6-amino purin. Pada tahun 1961 suatu senyawa yang merangsang pembelahan sel berhasil dipisahkan dari suatu contoh DNA yang didegradasi dalam otoklaf. Substansi yang aktif, yaitu suatu bahan yang hanya ada dalam contoh yang diotoklaf, diidentifikasi sebagai 6-furfurilamino purin diberi nama *kinetin*. Sitokinin pertama kali dipisahkan dari tumbuhan tinggi dalam endosperm yang seperti susu pada biji jagung yang muda dan diberi nama zeatin.

### **1. Keberadaan kinin secara alami**

Sitokinin yang dibutuhkan dalam pembelahan sel juga mengatur dan berhubungan luas dengan aktivitas-aktivitas kisaran dalam morfogenesis. Akar muda, biji dan buah yang belum masak dan jaringan pemberi makan (misal endosperm cair) kaya akan kinin. Buah jagung, chestnut kuda, pisang, apel dan kelapa yang belum masak (endospermnya seperti susu) merupakan sumber yang kaya. Karena kinin terbukti tidak ditraslokasikan ke jaringan – jaringan ini, diperkirakan bahwa disitulah tempat sintesisnya.

Pada umumnya, kinin ada secara alami sebagai konyugasi gula dan ion fosfat. Zeatin ribosida merupakan kinin yang utama pada akar tanaman cocklebur, sedangkan kinin utama dijumpai dalam daun tanaman buncis yang tidak berkuncup adalah zeatin glukosida. Telah berhasil dipisahkan delapan substansi mirip kinin yang berbeda-beda dari ekstrak inti biji jagung; zeatin merupakan

kinin yang secara biologis paling aktif. Basa purin merupakan penyusun kimia yang umum pada kinin alami maupun kinin sintetik.

## **2. Metabolisme Kinin**

Kinin alami nampaknya terbentuk dengan cara fiksasi atau rantai samping, biasanya suatu rantai beratom C-5, ke suatu molukul adenine. Rantai beratom C-5 itu dianggap berasal dari isoprene, yaitu satuan dasar dalam Giberelin(GA), klorophil, xanthopil, dan asam absisat. Terdapat bukti bahwa kinin dalam jaringan daun dan jaringan kuncup itu tidak bergerak. Walaupun demikian, telah diketahui dengan baik bahwa kinin yang dihasilkan dalam akar ditraslokasikan keseluruh tanaman melalui aliran transpirasi. Kuncup merupakan tempat pemanfaatan kinin yang besar dibandingkan engan daun.

## **3. Respon Terhadap Kinin**

Kinin menimbulkan respon yang luas kisaranya, tetapi kinin brtindak secara sinergis dengan auksin dan biasanya dengan hormone-hormon lainnya. Pembetulan kuncup liar dianggap terjadi karena dipacu oleh adanya sinergisme antra auksin dan sitokinin. Perpindahan sitokinin darikar mungkin memberikan pengaruh yang ditandai dengan perangsngan pertumbuhan baru dari kuncup ketiak yang tersembunyi yang disebabkan oleh dominasi ujung. Tampaknya kuncup samping itu kekurangan kinin, karena sumber

kinin secara eksogen merangsang pertumbuhannya. Pada stek batang, kinetin sangat menghambat pembentukan awal perakaran, lebih parah penghambatannya dibandingkan dengan GA, sedangkan auksin merangsang pembentukan awal perakaran.

#### **F. Penghambat Pertumbuhan**

Kebanyakan substansi pertumbuhan umumnya merangsang pertumbuhan dan berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan dalam morfogenesis. Kelompok substansi lain yang berbeda yang mempengaruhi pertumbuhan, umumnya menghambat pertumbuhan dan disebut *penghambat pertumbuhan*. Penghambat pertumbuhan yang paling umum adalah senyawa-senyawa aromatic, seperti fenol dan lakton, tetapi alkaloid, alcohol tertentu, asam organic dan asam lemak, dan bahkan ion-ion logam dapat juga bertindak sebagai penghambat.

Penghambat pertumbuhan diklasifikasikan dalam tiga kelompok :

1. **Fitohormon.** Terpenoid, seperti ABA, ABA-glukosa(glucosida), suatu bentuk terikat, juga memiliki aktivitas ABA.
2. **Penghambat alami lainnya,** termasuk derivat asam fenolat dan asam benzoat serta lakton. Tidak seperti hormone ABA, zat-zat penghambat ini tampaknya merupakan hasil samping metabolic yang biasanya ada dalam jumlah yang banyak sekali. Zat-zat penghambat ini mungkin memainkan peranan penting dalam penghambatan yang berhubungan dengan pertumbuhan dan

perkembangan tanaman, seperti dormansi biji pada spesies tertentu.

**3. Sintetik.** Sejumlah besar senyawa sintetik menunjukkan aktivitas yang menghambat pertumbuhan. Banyak di antaranya telah dimanfaatkan untuk pertanian. Garam-garam ammonium kuatener(Amo-1618) dan fosfor D merupakan penghambat pertumbuhan. Senyawa sintetik lainya yang penting adalah asam suksinat-2,2- dimetilhirasid (SADH atau damonozida). Klormequat klorida (CCC) dapat diperoleh secara komersial dan luas pemakaiannya utnuk rami dan biji tanaman budidaya lainya untuk mencegah jatuh rebah, dan untuk mengkoordinasikan laju pertumbuhan srisip pada barli dan gandum. Morfaktin (flurekol dan kloroflurekol) merupakan bahan baru yang dapat ditambahkan pada daftar zat penghambat pertumbuhan. Asam-kloro merupakan bentuk yang paling aktif dari ke dua morfaktin.

#### **1. Keberadaan Penghambat Pertumbuhan Secara Alami**

Suatu penghambat pertumbuhan yang sangat aktif telah berhasil dipisahkan dari buah kapas dan diberi nama absisin II. Suatu senyawa yang miip denganya dipisahkan dari daun-daun sycamore(sebangsa pohon karet) dan diberi nama dormin. Kedua substansi tersebut ternyata identik secara kimiawi dan biologis, dandiberi nama baru asam absisat(ABA). Hormon ABA berhasil dipisahkan dari umbi,kuncup, serbuk sari, buah, embrio, endosperm, dan kulit biji tumbuhan semusim dan tumbuhan

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

tahunan bentuk herba yang berkayu dari 40 sampai 50 spesies. ABA sebagaimana IAA terdapat dimana-mana pada tumbuhan tingkat tinggi. ABA umumnya terletak dalam kloroplas, tetapi setelah terjadi tekanan lingkungan, ABA dibebaskan dan masuk ke organel lain dan aktif dalam mengendalikan stomata.

Analogi ABA juga terdistribusi secara luas, tetapi analogi ABA itu secara biologis tidak seaktif ABA. Asam faseat terdapat di dalam biji buncis, dan teospiroon merupakan penghambat alami dan komponen cita rasa pada daun the. Substansi sekunder seperti alkaloid, fenolik, dan lakton seringkali terdapat dalam konsentrasi yang cukup tinggi untuk disimpan sebagai cadangan makanan ( yaitu dalam kandungan yang jauh lebih tinggi dibandingkan kadar hormone). Juglon, suatu lakton terdapat dalam konsentrasi tinggi, terutama dalam mesokarp(sabut) dan akar dari walnut hitam(*Juglon nigra*.L). Sebangsa labu ( *Cucurbita foetidissima* ), suatu liana bergulma yang beradaptasi terhadap lingkungan yang sangat kering, menyimpan sejumlah besar karbohidrat bersama-sama suatu substansi beracun yang tidak teridentifikasi di dalam akar tunggang yang berdaging. Suatu ekstrak air yang mengandung zat kimia bersifat letal untuk tanaman tomat muda dan selada muda dan dengan sempurna menghambat perkecambahan biji lobak dan selada. Tampaknya mungkin bahwa penghambat pertumbuhan itu menurunkan persaingan dengan spesies lain dalam rizosfer (*alelopati*), dengan akibat keuntungan keunggulan cucurbita tersebut alam ekosistem.

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

## 2. Metabolisme Penghambat Pertumbuhan

ABA merupakan suatu terpenoid, seperti juga GA, sitokinin, klofil, karoten dan xantofil. Seperti juga pada senyawa-senyawa, sintesisnya terbukti melalui jalur asam mevalonat dan isoprene. Sintesis ternyata juga sebagai akibat oksidasi dan beberapa xantofil, seperti violaxantin. Cahaya menggalakan terdapatnya bentuk yang paling efektif, yaitu bentuk ABA yang *cis-trans*. Tempat sintesis rupanya plastid, terutama kloroplas. Deaktivasi ABA mungkin terjadi karena (1) pengubahan secara enzimatik menjadi 2-tras ABA(bentuk tidak aktif), (2) oksidasi menjadi asam faseat, atau (3) konyugasi dengan gula untum membentuk glikosida terutama glukosida. Seperti pada hormone lain, bentuk terikat tidak aktif atau aktivasi kecil. ABA bebas ternyata ditraslokasikan ke seluruh tanaman seperti IAA, tetapi tampaknya dengan laju yang lebih cepat.

## 3. Respon Terhadap Penghambat Pertumbuhan

Penghambat alami atau sintetik menekan pertumbuhan dan perkembangan, seperti ditunjukkan oleh uji standar pertumbuhan lurus. Selain itu penghambat juga memainkan peranan penting sehubungan dengan morfogenesis dan kelestarian. Tanpa dormansi atau suspense pertumbuhan yang aktif, biji dan tunas mungkin berkecambah atau berhenti tumbuh, hanya bila mati karena periode panas, dingin atau kekeringan yang tidak tertahankan. Mekanisme dormansi memungkinkan biji dan tunas menunda pertumbuhan

baru dalam keadaan istirahat dan hanya melanjutkan pertumbuhan apabila kandungan ABA menurun disertai dengan kondisi yang menguntungkan bagi terselesaikannya daur pertumbuhan.

Spesies yang luruh akan kehilangan daunnya karena absisi, menimbulkan dormansi musim dingin yang diisyaratkan oleh pendeknya hari musim gugur yang terjadi secara alami. Tunas kentang dorman pada pemasakan umbi karena adanya ABA dan tidak berkecambah walaupun dikelilingi oleh kondisi tanah dan iklim yang menguntungkan. Penggalakan mekanisme dormansi semacam itu dikendalikan oleh zat penghambat alami, terutama ABA. Dormansi pada umumnya hilang selama musim dingin akibat dari stratifikasi (perlakuan pendinginan) atau kadang-kadang hanya dengan cukup waktu. Produksi GA digalakan oleh stratifikasi, yang mungkin menjadi factor penyebab pertumbuhan kembali karena pengaruh ABA ditutupi oleh adanya rasio GA-ABA yang tinggi.

Buah yang membentuk suatu lapisan absisi karena adanya luka atau karena umur; buah itu jatuh karena penimbunan ABA dan rangsangan absisi. Polong Lupinus (*Papilionaceae*) yang berpenyakit mempunyai kandungan ABA 2,5 kali lipat tanaman control (tidak berpenyakit), yang berakibat terjadinya absisi pada buah yang berpenyakit. Penimbunan ABA dalam kuncup samping menunjukkan keterlibatan ABA dalam dominansi ujung. ABA juga sangat terlibat dalam penuaan dan pecahnya buah seperti pada kapas. Distribusi ABA dalam buah kapas bersifat bimodial; puncak pertama terjadi segera setelah fertilisasi, pada saat dimungkinkan



mulainya pengurangan beban buah dengan cara menggalakan pembentukan suatu lapisan absisi, dan puncak kedua terjadi pada saat senescent (penuaan) dan peretakan (pemekahan).

### **G. Etilen**

Pencampuran buah yang hijau dengan buah yang masak mempercepat pemasakan secara seragam karena etilen, suatu gas berpindah dengan bebas dari jaringan yang masak ke jaringan yang hijau. Sejumlah senyawa mungkin menguap dari jaringan tanaman dan mempunyai pengaruh seperti etilen, tetapi etilen menunjukkan aktivitas sebesar 60 sampai 100 kali, salah satu senyawa yang semacam itu yaitu propilen. Etilen merupakan suatu molekul kecil yang berbentuk gas. Ukuran molekul yang kecil dan bentuknya sebagai gas itu menyebabkan unik secara kimiawi dan fisiologis di antara seluruh fitohormon. Difusi etilen terjadi secara pasif di dalam jaringan tanaman, dan karena itu sebagai gas, tidak diperlukan sistem transport maupun sistem penetralan racun. Sebaliknya, hormone yang lain mempunyai mekanisme transport dan penetralan racun yang sangat rumit.

#### **1. Keberadaan Etilen Secara Alami**

Selain terdapat dalam konsentrasi yang besar pada buah masak yang mengalami klimakterik, etilen dijumpai pula sampai tingkat tertentu, di seluruh tumbuhan, termasuk daun, batang, akar, bunga, buah dan biji. Etilen mempunyai kisaran aktivitas yang

sangat luas, mempercepat beberapa proses dan menunda proses yang lain. Produksi etilen sangat erat berhubungan dengan pasokan auksin. Pembubuhan 2,4-D dapat meningkatkan kandungan etilen dalam jaringan sampai 50 kali lipat. Konsentrasi etilen yang tertinggi pada buah yang mengalami klimaterik berkaitan dengan laju pernapasan yang tinggi dan laju pelepasan CO<sub>2</sub>. Produksi etilen yang tinggi, juga telah diamati pada jaringan dan kecambah muda yang kekurangan air. Konsentrasi etilen pada buah dan jaringan lainnya bervariasi tergantung pada lingkungan, tetapi jaringan yang mati tidak mengandung etilen.

## **2. Respon Terhadap Etilen**

Aktivitas etilen tidak terbatas pada respon fisiologis pascapanen. Aktivitas etilen diketahui melibatkan sejumlah respon, berkisar mulai perkecambahan hingga penuaan. Peningkatan kandungan etilen secara tajam terjadi selama pemasakan buah yang mengalami klimaterik. Buah yang tidak mengalami klimaterik (misalnya jeruk manis, jagung, kacang tanah) tidak menunjukkan peledakan etilen semacam itu. Puncak produksi etilen yang tajam terjadi selama perkecambahan yang berumur 2 sampai 3 hari.

Banyak respon tanaman yang pada mulanya dikaitkan dengan auksin, kini dikaitkan dengan etilen, seperti ge- dan fototropisme. Menurut teori etilen, etilen dihasilkan pada sisi bawah batang yang diletakan secara horizontal, karena adanya pergerakan auksin pada sisi sebelah bawah sebagai respon

terhadap gaya tarik bumi. Etilen berdifusi ke atas sebagai suatu gas dan menghambat pertumbuhan pada sisi atas, karenanya menghasilkan respon belokan ke atas. Terjadinya penghambatan lengkungan pertumbuhan dengan adanya CO<sub>2</sub>, penghambat etilen, merupakan bukti kuat untuk teori etilen. Konsentrasi etilen yang tinggi merangsang pertumbuhan batang secara horizontal. Peningkatan konsentrasi etilen di dalam rhizosfer menghambat pertumbuhan akar, tetapi penghambatan tersebut dapat dikurangi dengan cara meningkatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> menjadi konsentrasi sedang.

## VII. HORMON ALAMI

### A. Kandungan Hormon Alami

Salisbury dan Ross (1995) berpendapat bahwa konsep ZPT diawali dengan konsep hormon, yaitu senyawa organik tanaman yang dalam konsentrasi rendah mempengaruhi proses fisiologis terutama diferensiasi dan perkembangan tanaman. Namun di dalam biji terkadang jumlahnya terbatas. Maka dapat diberikan ZPT eksogen sebagai perlakuan terutama pada perkecambahan. Selanjutnya Kurnianti (2002) mengungkapkan, bahwa ZPT eksogen berperan selayaknya ZPT endogen yang mampu menimbulkan rangsangan dan pengaruh pada tanaman, berlaku sebagai prekursor yaitu senyawa yang mendahului laju senyawa lain dalam proses metabolisme.

ZPT alami merupakan alternatif yang mudah diperoleh di sekitar kita, relatif murah dan aman digunakan. Ada berbagai jenis atau bahan tanaman yang merupakan sumber ZPT, seperti bawang merah sebagai sumber auksin, rebung bambu sebagai sumber giberelin, dan bonggol pisang serta air kelapa sebagai sumber sitokinin (Lindung, 2014). Auksin, giberelin, dan sitokinin berinteraksi dalam menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk perkecambahan biji. Keunggulan dari ZPT alami yang bersumber dari bahan organik lebih bersifat ramah lingkungan, mudah didapat, aman digunakan, dan lebih murah.

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

Zat pengatur tumbuh dalam tanaman terdiri dari 5 kelompok yaitu, Auksin, Giberelin, Sitokinin, Etilen dan Asam Absisat dengan ciri khas serta pengaruh yang berlainan terhadap proses fisiologis tanaman (Salisbury dan Ross, 1995). Hormon yang paling sering digunakan pada kebanyakan tanaman yaitu auksin, giberelin dan sitokinin.

Auksin berfungsi dalam pengembangan sel, pertumbuhan akar, fototropisme, geotropisme, partenokarpi, apikal dominan, pembentukan kalus, respirasi (Abidin, 1993). ZPT eksogen pada kelompok auksin adalah IPA (*Indole Propionic Acid*) dan IBA (*Indole Butiric Acid*). Mekanisme kerja auksin yaitu mempengaruhi pelenturan dinding sel, sehingga air masuk secara osmosis dan memacu pemanjangan sel. Selanjutnya ada kerja sama antara auksin dan giberelin yang memacu perkembangan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel sehingga mendorong pembesaran batang. Kerja sama auksin dan sitokinin dengan konsentrasi 2,5 ppm dan 2,75 ppm dibuktikan oleh penelitian Tjokrowardojo *et al.* (2009) yang menunjukkan peningkatan persentase perkecambahan pada bibit Kamandrah (*Croton tiglium* L.) yaitu tanaman yang memiliki daya racun terhadap larva *Aedes Aegypti*.

Giberelin merupakan salah satu zat pengatur tumbuh yang berpengaruh terhadap pembesaran tanaman, sehingga dikatakan bahwa kemampuan giberelin untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman lebih kuat dibandingkan dengan auksin apabila diberikan

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

secara tunggal. Peran lain dari giberelin adalah dalam perkecambahan, terutama dalam pemecahan dormansi. Mekanismenya yaitu setelah air diimbibisi, terjadi pelepasan giberelin dari embrio yang kerjanya mengaktifkan enzim – enzim yang berperan dalam memecah cadangan makanan dalam biji seperti amilase, protease, lipase. Bahan tersebut akan memberikan energi bagi perkembangan embrio diantaranya radikula yang akan mendobrak endosperm, kulit biji atau kulit buah yang menjadi faktor pembatas perkecambahan. Ini merupakan isyarat bahwa dormansi biji segera pecah dan biji segera berkecambah (Wareing dan Phillips, 1981).

Sitokinin merupakan salah satu zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pembelahan sel. Sitokinin alami (kinetin, zeatin) dan beberapa sitokinin sintetik. Sitokinin alami dihasilkan pada jaringan yang tumbuh aktif terutama akar, embrio dan buah. Sitokinin dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kultur sel. Peran sitokinin ini biasanya bekerja bersama-sama dengan auksin untuk menstimulasi pembelahan sel dan mempengaruhi lintasan diferensiasi. Apabila perbandingan konsentrasi sitokinin lebih besar daripada auksin, maka akan memperlihatkan pertumbuhan tunas dan daun, sebaliknya apabila konsentrasi sitokinin lebih kecil daripada auksin maka akan menstimulasi pembentukan kalus dan akhirnya terbentuk akar. Apabila konsentrasi sitokinin berimbang dengan konsentrasi auksin, maka pertumbuhan tunas, daun dan akar akan seimbang.

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

Sitokinin juga berkerja sama dengan giberelin dalam peristiwa pemecahan dormansi biji (Abidin, 1993).

Menurut Lindung (2014), sitokinin eksogen alami terdapat pada bonggol pisang. Namun pemanfaatan bonggol pisang sebagai sumber ZPT belum banyak digunakan masyarakat. Hasil penelitian Septari *et al.* (2013) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak bonggol pisang meningkatkan tinggi tanaman padi varietas inpari. Sedangkan penelitian Jawal *et al.* (1991), menunjukkan bahwa pemberian sitokinin 2 ppm dan 4 ppm meningkatkan tinggi dan diameter tanaman. Bahan lain yang dapat digunakan sebagai sumber sitokinin adalah air kelapa. Dalam air kelapa muda terkandung hormon seperti sitokinin 5,8 g/l yang dapat merangsang pertumbuhan tunas dan mengaktifkan kegiatan sel hidup, hormon auksin 0,07 mg/l dan sedikit giberelin serta senyawa lain yang dapat menstimulasi perkecambahan dan pertumbuhan (Bey *et al.*, 2006).

## **B. Cara Pembuatan Hormon Alami**

Hormon alami yang dapat digunakan dalam budidaya bawang merah dapat berasal dari air kelapa, ekstrak bonggol pisang, ekstrak kecambah dan ekstrak jagung:

### **1. Hormon alami dari Ekstrak Air Kelapa**

Air kelapa merupakan limbah yang tidak berharga dan mudah diperoleh dimana-mana. Selain itu, masyarakat sebatas

mengetahui bahwa air kelapa digunakan untuk mengembalikan stamina atau tenaga setelah aktifitas yang panjang. Padahal kandungan hormon di dalam air kelapa bermanfaat untuk pertumbuhan. Air kelapa muda merupakan salah satu sumber alami hormon tumbuh yang dapat digunakan untuk memacu pembelahan sel dan merangsang pertumbuhan tanaman. Endosperm cair buah kelapa yang belum matang mengandung senyawa yang dapat memacu sitokinesis (Salisbury dan Ross,1995).

Air kelapa mengandung auksin, sitokinin, asam amino, vitamin dan mineral. Komposisi ini akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (Rajiman, 2014). Penggunaan air kelapa sebagai bahan organik merupakan salah satu cara untuk menggantikan penggunaan bahan sintetis yang dipakai dalam pembuatan media kultur, seperti kinetin. Keunggulan air kelapa juga sepadan dengan bahan sintetis yang mengandung sitokinin atau merupakan hormon pengganti sitokinin (Tuhuteru *et al.*, 2012).

Pembuatan zat pengatur tumbuh alami ekstrak air kelapa muda yang berasal dari pohon yang sama, berwarna hijau dengan ciri-ciri warna kulit buah mulus dan licin, bebas dari hama dan penyakit, endospermnya masih lunak dan tipis serta mempunyai serabut yang kasar (Viza dan Ratih, 2018). Endosperm yang masih lunak dan tipis diremas dengan air kelapa tersebut didapatkan campuran endosperm dan air kelapa muda. Ekstrak air kelapa muda didapat dengan menyaring campuran endosperm dan air



kelapa muda. Untuk konsentrasi 25% didapat dengan mengambil 25 ml ekstrak air kelapa ditambah 75 ml aquades sehingga volume larutan menjadi 100 ml.

## **2. Hormon alami dari Kecambah**

Kecambah adalah tumbuhan kecil yang baru tumbuh dari biji kacang-kacangan yang disemaikan atau melalui perkecambahan. Kecambah yang dibuat dari biji kacang hijau disebut tauge. Kecambah yang berasal dari biji-bijian, seperti kacang hijau, yang memiliki bagian putih dengan panjang hingga tiga sentimeter. Kacang hijau termasuk dalam suku *Fabaceae*. Bentuk kecambah diperoleh setelah biji diproses selama beberapa hari. Kecambah mengandung banyak sekali senyawa fitokimiawi yang sangat berkhasiat (Amilah dan Astuti,2006).

Kecambah memiliki kandungan vitamin C, thiamin, riboflavin, niasin, asam pantothenik, vitamin B6, folat, kolin,  $\beta$ -karoten, vitamin A, vitamin E (atokoferol), dan vitamin K. Selain itu, kecambah juga mengandung mineral yang terdiri dari kalsium (Ca), besi (Fe), magnesium (Mg), fosfor (P), potasium (K), sodium (Na), zinc (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan selenium (Se). Asam amino esensial yang terkandung dalam tauge, antara lain: triptofan, treonin, fenilalanin, metionin, lisin, leusin, isoleusin, dan valin (Amilah dan Astuti, 2006).

Kecambah kacang hijau merupakan jenis sayuran yang umum dikonsumsi, mudah diperoleh, ekonomis, dan tidak

menghasilkan senyawa yang berefek toksik. Ekstrak kecambah kacang hijau memiliki konsentrasi senyawa zat pengatur tumbuh auksin 1,68 ppm, giberelin 39,94 ppm dan sitokinin 96,26 ppm (Ulfa, 2014).

Menurut Adelia dkk. (2013) pembuatan zat pengatur tumbuh alami dari ekstrak kecambah didapat dari 200 gram kecambah yang sudah dibersihkan ditambah 1 liter aquades kemudian diblender sampai halus. Ekstrak kecambah disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan antara ampas kecambah dengan ekstraknya. Ekstrak kecambah kacang hijau dengan konsentrasi 200 gram/liter memberikan hasil terbaik pada jumlah daun, jumlah anakan dan berat umbi bawang merah. Pembuatan hormone alami ekstrak kecambah dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Pembuatan hormone alami ekstrak kecambah

### 3. Hormon Alami Ekstrak Bonggol/Batang Pisang

Bonggol/batang pisang merupakan salah satu bahan organik yang banyak ditemukan di sekitar kita. Jika bahan organik tersebut dikomposkan (dijadikan kompos), kemungkinan akan didapatkan hasil kompos yang baik. Namun, pada kenyataannya masyarakat belum begitu tahu manfaat dari bonggol/batang pisang. Bonggol/batang pisang merupakan limbah dari pohon pisang yang masing-masing belum dikembangkan dan dimanfaatkan secara optimal. Padahal bonggol pisang mengandung berbagai mikroorganisme dan juga zat pengatur tumbuh. Hal ini dapat dilihat dari pernyataan Maspari (dalam Cahyono, 2016) yang menyatakan bahwa di dalam bonggol/batang pisang raja terdapat zat pengatur tumbuh giberelin dan sitokinin, serta terdapat 7 mikroorganisme yang sangat berguna bagi tanaman yaitu *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Aspergillus*, mikroba pelarut *phospat* dan mikroba selulolitik yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair.

Menurut Muvidah dkk. (2017) pembuatan ZPT dari bonggol/batang pisang dengan cara 1 kg bonggol pisang raja dicuci bersih dan dipotong, setelah dipotong bonggol diparut hingga halus, kemudian diperas dengan saringan kasar dan diambil ekstraknya sebanyak 75 ml ditambah 25 ml aquades. Pembuatan hormone alami bonggol/batang pisang dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Pembuatan hormone alami ekstrak bonggol/batang pisang

#### **4. Hormon Alami Ekstrak Jagung Manis Muda**

Buah jagung yang belum masak (endospermnya seperti susu) merupakan sumber yang kaya akan hormone sitokinin. Ekstrak jagung manis muda mengandung hormon sitokinin. Kandungan sitokinin dalam suatu bahan dapat merangsang sel-sel untuk pembentukan daun, selanjutnya dikemukakan bahwa sitokinin mampu memacu pembelahan sel pada primordial daun yang akan mendukung bertambahnya jumlah daun. Ekstrak jagung manis muda juga mengandung asam amino, karbohidrat, vitamin, mineral, serta zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin yang dapat memenuhi unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tanaman (Kaffi, 2017).

*Hormon Alami Dan Biowin Sapi*

Pembuatan hormone alami ekstrak jagung manis muda didapat dengan memblender halus 200g pipilan biji jagung manis masak susu ditambah 1 l aquades. Setelah diblender disaring untuk diambil ekstraknya (Gambar 9.).

Gambar 9. Pembuatan hormone alami ekstrak jagung manis muda

**C. Substitusi Pupuk Kimia dengan Biourine Sapi dan Hormon Alami**

Penggunaan pupuk kimia yang terus menerus pada budidaya tanaman termasuk pada tanaman bawang merah, dapat menyebabkan kerusakan-kerusakan di tanah antara lain tanah menjadi mampat dan pH tanah menjadi masam sehingga

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

berpengaruh pada ketersediaan unsur hara. Untuk itu perlu pengurangan/substitusi penggunaan pupuk kimia tersebut dengan pupuk organik dan hormone alami.

Hasil percobaan Lagiman *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan hormone alami dengan pupuk susulan biourin sapi menunjukkan hasil yang sama dengan kontrol (pupuk kimia) terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan zat pengatur tumbuh alami dan pemberian konsentrasi biourin sapi terhadap semua parameter pertumbuhan dan hasil bawang merah.

Perlakuan zat pengatur tumbuh alami ekstrak bonggol pisang, ekstrak air kelapa, ekstrak kecambah dan ekstrak jagung manis muda sama baiknya terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah.

Pemberian konsentrasi biourin sapi menunjukkan hasil yang sama terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. Konsentrasi biourin sapi yang sudah dicobakan mulai konsentrasi 25, 30,40,50 dan 75%. Percobaan dilakukan di Temon, Kulon Progo, Yogyakarta. Varitas bawang merah yang digunakan adalah varitas Sri Kayang dan Tajuk. Konsentrasi yang efektif dan efisien digunakan sebagai substitusi pupuk kimia pada pemupukan susulan adalah 25%. Gambar 10. Berikut menunjukkan hasil umbi bawang merah yang diperlakukan dengan biourin sapi dan hormone alami.

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*



Gambar 10. Hasil umbi bawang merah dengan berbagai perlakuan hormone alami dan biourin sapi

*Hormon Alami Dan Biourin Sapi*

### DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1993. *Dasar-Dasar Pengetahuan Zat Pengatur Tumbuh..* Angkasa Bandung. 85 hlm
- Adelia, A., Sarjiah. Dan NA. Utama. 2013. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Ekstrak Rebung dan Tauge terhadap Pertumbuhan Tunas dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agroteknologi*. 1(1) : 1-7.
- Affandi. 2008. *Pemanfaatan Urin Sapi Yang Difermentasi Sebagai Nutrisi Tanaman*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Amilah dan Y. Astuti. 2006. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Taoge dan Kacang Hijau Pada Media Vacin and Went (VW) terhadap Pertumbuhan Kecambah Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L). *Buletin Penelitian* 9(1) : 78 – 96.
- BPS dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. *Statistik Pertanian*. Jakarta Selatan: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Bey, Y., W. Syafri dan Sutrisna, 2006. Pengaruh Pemberian Giberelin (GA3) dan Air Kelapa terhadap Perkecambahan Biji Anggrek Bulan. *Jurnal Biogenesis* 2(2): 41-46.
- Cahyono, R.N. (2016). *Pemanfaatan Daun Kelor dan Bonggol Pisang Sebagai Pupuk Organik Cair Untuk Pertumbuhan Tanaman Bayam (Amaranthus sp.)*. Publikasi Ilmiah.
- Elisabeth, D.W., M. Santoso, and N. Herlina. 2013. Pengaruh Pemberian Berbagai Komposisi Bahan Organik pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(3) : 21-29.



- Filaprasetyowati N.E., M. Santosa dan N. Herlina. 2015. Kajian Penggunaan Pupuk Biourin Sapi dan Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 3(3) : 239 – 248
- Gardner, F.P, R.B. Pearce & R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. (Terjemahan). UI Press, Jakarta
- Indradewa,D. 2011. Faktor-faktor Produksi Utama. Dalam Triwibowo Yuwono (Ed.). *Pembangunan Pertanian: Membangun Kedaulatan Pangan* Gajah Mada University Press, Yogyakarta. Hal:239-268
- Indrakusuma. 2000. *Proposal Pupuk Organik Cair Supra Alam Lestari*. PT Surya Pratama Alam. Yogyakarta.
- Jawal, M.A., Ismiati, dan Sugito. 1991. Stimulasi Pertumbuhan Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Hortikultura*. 2 (1) : 8-12.
- Kaffi, U. 2017. Uji Effektivitas Pertumbuhan Vegetatif Bunga Nusa Indah terhadap Pemberian ZPT Organik Jagung Muda pada Berbagai Sumber Stek.
- Kurnianti, N. 2002. *Hormon Tumbuhan atau Zat Pengatur Tumbuh*. <http://www.tanijogonegoro.com>. Diakses tanggal 17 Februari 2019.
- Lindung. 2014. *Teknologi Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh*. Balai Pelatihan Pertanian. Jambi.
- Marfiani, M., Y.S. Rahayu, dan E. Ratnasari. 2014. Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Filtrate Umbi Bawang Merah Rootone F Terhadap Pertumbuhan Stek Melati “Rato Ebu”. *Jurnal Lentera Bio*. 3(1): 73-76.

- Muhammad, H., S. Sabilah, A. Rachim dan H. Adijuana. 2003. Pengaruh Pemberian Sulfur dan Blotong terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah Pada Tanah Inceptisol. *Jurnal Hortikultura*. 13 (2):95-104.
- Muvidah, S., R.B. Kiswardianta, dan M.W Ardhi. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Perendaman Ekstrak Bonggol Pisang dan Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (Phaseolus radiatus)*. Universitas PGRI Madiun. *Prosiding Seminar Nasional*.
- Nana, S dan Z. Salamah. (2014). *Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (Allium cepa L) dengan Penyiraman Air Kelapa (Coco nucifera L) Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas XII*. Jupemasi-PBIO Vol. 1 No.1 .
- Parnata, A.S. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Rahayu, E dan N. Berlian. 2004. *Bawang Merah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rajiman. 2014. *Potensi Air Kelapa Bagi Pertanian*. [www.stppyogyakarta.ac.id](http://www.stppyogyakarta.ac.id). Diakses pada 17 Februari 2019.
- Rajiman. 2018. *Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Alami terhadap Hasil dan Kualitas Bawang Merah*. STPP Magelang. Yogyakarta. Vol. 2 No 1.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3 Edisi Keempat*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Septari, Y., Nelvia, dan I.A. Al. 2013. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Ekstrak Tanaman Sebagai ZPT dan Rasio Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Varietas Inpari 12 di Lahan Gambut. *Jurnal Dinamika Pertanian*. Universitas Riau.

- Sudirja. 2007. *Pedoman Bertanam Bawang*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sumarni N, dan Rosliani R. 1996. *Ekologi Bawang Merah : Teknologi Produksi Bawang Merah*. Bandung (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang. Hlm 12-17.
- Sumarni, N dan A. Hidayat. 2005. *Panduan Teknis Budidaya Bawang Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang. Bandung.
- Sutari N.W.S. 2010. Pengujian Kualitas *Bio-urine*. Tesis Program Studi Bioteknologi Pertanian. Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian. Universitas Udayana, Denpasar.
- Sutejo, MM. 1994. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Tjitrosoepomo, G. 2010. *Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tjokrowardojo, A.S., R. Rosman, dan D.I. Pradono, 2009. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh terhadap Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Bibit Kamarandah (*Croton tiglium* L.). *Jurnal Agrotropika* 14(2): 55-60.
- Tuhuteru, S., M.L. Hehanusa, dan S.H.T. Raharjo. 2012. Pertumbuhan dan Pengembangan Anggrek (*Dendrobium anosmum*) Pada Media Kultur In Vitro dengan Beberapa Konsentrasi Air Kelapa. *Ejournal Unpatti.ac.id*
- Ulfa, F. 2014. Peran Senyawa Bioaktif Tanaman Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Dalam Memacu Produksi Umbi Mini Kentang *Solanum tuberosum* L. Pada Sistem Budidaya Aeroponik. *Disertasi* Program Studi Ilmu Pertanian Pasca Sarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Viza, R.Y. dan A.Ratih. 2018. Pengaruh Komposisi Media Tanam dan ZPT Air Kelapa terhadap Pertumbuhan Stek Pucuk Jeruk Kacang (*Citrus reticulate* Blanco). *Jurnal Biologi Universitas Andalas* 6(2):98-106
- Waluyo, N dan R. Sinaga. 2015. *Bawang Merah*. Balai Penelitian Sayuran. Yogyakarta.
- Wareing, P.F. dan I.D.J. Phillips. 1981. *The Control of Growth and Differentiation in Plants*. Pergamon Press. New York.
- Weaver, J. 1972. *Plant Growth Substances in Agriculture*. WH Freeman and Company. San Francisco. 594 hlm.
- Widyaswari, E., N. Herlina dan M. Santosa. 2017. Pengaruh Biourin Sapi dan Pupuk Anorganik Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 5(10) : 1700-1707
- Wibowo, S. 2009. *Budidaya Bawang*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widyastuti, T dan I. Wijaya. 2005. Pemberian Urin Sapi dan Penentuan Dosis Pupuk N pada Tanaman Ketimun (*Cucumis sativus*, L.). *Planta Tropika* 1(1) : 1-3
- Yuliarti, N. 2009. *1001 Cara Menghasilkan Pupuk Organik*. Lily Publisser. Yogyakarta.

## Tentang Penulis:

### SUPONO BUDI SUTOTO

Lahir di Sleman pada tanggal 21 Februari 1956. Pendidikan S1 diselesaikan di Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta tahun 1984, pendidikan S2 di Universitas Gajah Mada tahun 1995 pada Program Studi Agronomi. Penulis menjadi tenaga pengajar tetap di Fakultas Pertanian, UPN “Veteran” Yogyakarta untuk mata kuliah Ilmu Gulma dan Dasar-dasar Perlindungan Tanaman.

### AMI SURYAWATI

Dosen di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta sejak tahun 1985. Pendidikan Sarjana ditempuh di Institut Pertanian Bogor (IPB) lulus tahun 1984 dan Magister ditempuh di Universitas Gajah Mada (lulus tahun 1996) Penulis aktif mengajar di mata kuliah Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih. Penulis mendapatkan hibah Kemenristekdikti (Penelitian Dasar untuk Perguruan Tinggi). Penulis aktif melakukan kegiatan penelitian tentang perbenihan. Penulis juga aktif sebagai anggota dalam asosiasi profesional Peragi (Perhimpunan Agronomi Indonesia) dan Peripi (Perhimpunan Pemuliaan Indonesia) komda DIY.

### LAGIMAN

Lahir di Sleman pada tanggal 26 Maret 1963. Pendidikan S1 diselesaikan di Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta tahun 1989, pendidikan S2 di Institut Pertanian Bogor tahun 1999 pada Program Studi Agronomi konsentrasi minat Pemuliaan Tanaman. Penulis selain menjadi tenaga pengajar tetap di Fakultas Pertanian, pengajar di Fakultas Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta juga sebagai tenaga pengajar pada Politeknik Perkebunan Yogyakarta untuk mata kuliah Dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman Perkebunan (Program D4) dan Pemuliaan Tanaman Perkebunan (Program D3). Pengalaman menulis antara lain Bahan Ajar Genetika Tumbuhan (2011), Modul Pengenalan Pertanian (2013), Modul Pertanian Berkelanjutan (2013), Modul Teknik Budidaya Tanaman Padi Secara Organik dan Metode SRI (2014), Pertanian Urban Solusi Pertanian Lahan Sempit Di Perkotaan (2015). Penerapan Teknologi Varietas dan Sistem Tanam Jajar Legowo Kajian Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Beras (2016)