



"Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Boiler Dan Pupuk Mikoriza Untuk Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Pada Tanah Sulfat Masam Di Pre-Nursery

Dr. Suratni Afrianti,. ST., MSi



**Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Boiler dan Pupuk
Mikoriza untuk Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis
Guineensis* Jacq) Pada Tanah Sulfat Masam Di Pre-Nursery**

Penulis

Dr. Suratni Afrianti S.T., M.Si.

Editor

Dr. Bayu Pratomo, S.S.T., M.P.

Desain Sampul dan Layout

Nur Ariyani Agustina, S.S.T., M.Si.

Penerbit

UNPRI PRESS

Hak Cipta dilindungi undang-undang

**Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam
bentuk dan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.**

KATA PENGANTAR

Selamat datang dalam monograf berjudul "**Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Boiler Dan Pupuk Mikoriza Untuk Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Pada Tanah Sulfat Masam Di Pre-Nursery**". Monograf ini menghadirkan gambaran mendalam tentang upaya-upaya peningkatan pertumbuhan bibit kelapa sawit dalam situasi yang seringkali menantang, yaitu tanah sulfat masam, serta membahas penggunaan bahan-bahan alamiah seperti cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza sebagai solusi yang menjanjikan.

Industri perkebunan kelapa sawit memiliki peran strategis dalam perekonomian global dan penyediaan minyak nabati yang sangat dibutuhkan. Namun, tantangan lingkungan dan keberlanjutan yang dihadapi oleh industri ini memerlukan pemikiran kreatif dan inovasi dalam upaya meningkatkan produktivitas serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Monograf ini menjadi langkah awal yang menggali lebih dalam mengenai potensi cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tanah sulfat masam, terutama pada fase pre-nursery yang merupakan tahap awal kritis dalam siklus hidup tanaman. Pembaca akan dibimbing melalui perjalanan ilmiah yang mencakup penelitian, eksperimen, dan temuan-temuan berharga yang dapat memberikan panduan praktis untuk para praktisi di bidang pertanian.

Melalui monograf ini, kami berharap dapat memberikan informasi yang bermanfaat, menginspirasi penelitian lebih lanjut, dan berkontribusi pada upaya menjaga keberlanjutan industri kelapa sawit. Terima kasih atas minat dan partisipasi Anda dalam memahami serta mengembangkan solusi untuk tantangan pertanian yang kian kompleks di era modern ini.

Selamat membaca dan semoga monograf ini memberikan wawasan yang berharga dalam perjalanan Anda.

Medan, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
BAB 1. Ruang Lingkup.....	1
BAB 2. KELAPA SAWIT	4
2.1. Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Kelapa Sawit	4
2.1.1. Botani Kelapa Sawit	4
2.1.2. Akar.....	4
2.1.3. Batang.....	5
2.1.4. Daun.....	6
2.1.5. Bunga	6
2.1.6. Buah	7
2.1.7. Biji	7
2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa Sawit	8
2.3. Pembibitan Kelapa Sawit.....	8
2.3.1. Tahap Pembibitan	9
BAB 3. TANAH SULFAT MASAM	10
3.1. Tanah Sulfat Masam	10
3.2. Pupuk Organik Cangkang Telur Ayam Boiler	11
BAB. 4 PUPUK MIKORIZA.....	14
4.1. Pupuk Mikoriza	14
4.2. Manfaat Pupuk Mikoriza	14
.....	34
BAB 5. MANFAAT CANGKANG TELUR PADA	34
TANAH SULFAT MASAM.....	34
5.1. Manfaat Cangkang Telur	34
5.2. Implementasi Cangkang Telur Dan Mikoriza.....	36
5.1.1. Tinggi Tanaman	36
5.2. Diameter Batang	39
5.3. Jumlah Daun (Helai).....	41
5.4. Panjang Daun (cm).....	43
5.5. Berat Basah Total.....	45
5.6. Berat Kering Total	47
DAFTAR PUSTAKA.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kelapa Sawit (Dok. Pribadi)	4
Gambar 2. Tanah sulfat masam	10
Gambar 3. Cangkang telur ayam boiler	13

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Standar Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit	11
Tabel 2. Aplikasi Cangkang Telur Ayam Boiler dan Pupuk Mikoriza Terhadap Rataan Tinggi Bibit Kelapa Sawit di Pre – Nursery Umur 5-12 MST	36
Tabel 3. Rataan Diameter Batang Bibit Kelapa Sawit 5-12 Minggu Setelah Tanam (MST)	39
Tabel 4. Rataan Jumlah Daun Bibit Kelapa Sawit Dengan Perlakuan Pengaplikasian Cangkang Telur ayam boiler pada Beberapa Minggu Setelah Tanam (MST).	41
Tabel 5. Rataan Panjang Daun Pada Perlakuan Media Tanam Pengaplikasian Cangkang Telur ayam boiler, dan Pupuk Mikoriza Pada 5-12 Minggu Setelah Tanam (MST).	44

BAB 1. Ruang Lingkup

Dalam konteks pertanian, tanah sulfat masam memainkan peran yang krusial dalam menentukan kesuksesan pertumbuhan tanaman. Di sebagian wilayah Indonesia, terutama di Sumatera, Kalimantan, dan Papua, tanah ini cukup umum ditemui dengan karakteristik pH tanah yang kurang dari 7. Lahan rawa, yang tersebar luas di wilayah ini, secara khusus memiliki sifat tanah yang cenderung masam. Menurut penelitian oleh Widjaja et al. (1992), luas lahan rawa di Indonesia mencapai sekitar 33,40 juta hektar, terdiri dari rawa pasang surut (20 juta ha) dan rawa lebak (13,40 juta ha)

Dalam mengoptimalkan produksi kelapa sawit, tanaman ini mampu tumbuh pada berbagai jenis tanah, termasuk latosol, hidromorfik kelabu, aluvial, atau regosol. Namun, pertumbuhan yang optimal terjadi pada tanah gembur, subur, berdrainase baik, dengan permeabilitas sedang, tekstur tanah ringan, dan mengandung pasir, dengan pH tanah ideal berkisar antara 5 hingga 5,5 (Fauzi et al., 2004)

Penting untuk mencatat bahwa limbah cangkang telur ayam boiler, yang sering dianggap sebagai sampah rumah tangga, memiliki potensi besar untuk menetralkan pH tanah. Cangkang telur ini, yang sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat, dapat membantu meningkatkan kualitas tanah. Dengan berat sekitar 5,5 gram, cangkang telur juga mengandung fosfor, magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, dan tembaga (Butcher dan Richard, 2003). Pemberian tepung cangkang telur, seperti yang diutarakan oleh Nurhayanti (2012), bahkan dapat dijadikan pengganti kapur untuk menaikkan pH tanah. Pupuk organik ini memiliki peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta mendukung keberlanjutan lingkungan (Dianalilupitasari, 2014)

Selain itu, penambahan mikoriza pada budidaya tanaman, seperti yang disebutkan oleh Susetya (2011), dapat memberikan manfaat signifikan, terutama dalam lingkungan yang penuh dengan cekaman. Dengan fokus pada kelapa sawit, faktor bibit menjadi kunci dalam menentukan keberhasilan penanaman. Oleh

karena itu, teknis pelaksanaan pembibitan, termasuk perhatian khusus pada faktor tanah, menjadi langkah krusial. Sebagai contoh, Salman et al. (1993) menekankan pentingnya tanah yang baik untuk memicu pertumbuhan tanaman kelapa sawit yang optimal.

Sejumlah pertimbangan yang telah diuraikan di atas menarik untuk diteliti lebih lanjut, khususnya dalam konteks pengaruh pemberian cangkang telur ayam boiler dan mikoriza terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di Pre-Nursery. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih dalam tentang praktik-praktik pertanian yang berkelanjutan dan berkontribusi pada peningkatan produksi kelapa sawit, terutama pada tanah sulfat masam.

Dalam melanjutkan penelusuran potensi peningkatan pertumbuhan bibit kelapa sawit, pemanfaatan limbah cangkang telur ayam boiler sebagai upaya peningkatan pH tanah menjadi sangat relevan. Cangkang telur, yang sebelumnya dianggap sebagai limbah rumah tangga, kini dapat diapresiasi sebagai sumber daya bernilai tinggi dalam dunia pertanian. Komposisi kalsium karbonat yang tinggi dalam cangkang telur berperan sebagai agen penyangga (buffer) yang efektif, memberikan ketahanan terhadap perubahan pH tanah yang drastic.

Lebih menarik lagi, limbah cangkang telur memiliki kandungan unsur hara mikro dan makro yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Dengan memanfaatkannya sebagai pupuk organik, tidak hanya mengurangi limbah rumah tangga, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap keseimbangan nutrisi tanah. Nurhayanti (2012) menyebutkan bahwa pemberian tepung cangkang telur dapat menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan kesuburan tanah, terutama pada tanah sulfat masam.

Sementara itu, peran mikoriza sebagai simbiosis tanaman dan fungi menjadi sebuah terobosan signifikan dalam mendukung pertumbuhan tanaman pada kondisi lingkungan yang penuh dengan cekaman. Melalui kajian yang dilakukan oleh Susetya (2011), efek positifnya tidak hanya terbatas pada peningkatan jumlah serapan nutrisi tanaman, tetapi juga dalam peningkatan

toleransi tanaman terhadap stres lingkungan seperti kekeringan atau kekurangan unsur hara.

Dalam menghadapi tantangan peningkatan produksi kelapa sawit secara berkelanjutan, perhatian terhadap faktor bibit menjadi semakin mendesak. Pelaksanaan pembibitan yang diperhatikan secara seksama, khususnya pada faktor tanah, akan melahirkan bibit yang memiliki daya adaptasi dan ketahanan yang tinggi. Dengan demikian, langkah-langkah pemulihan ekosistem pertanian dapat dimulai sejak awal tahap pertumbuhan tanaman.

Penting untuk melanjutkan penelitian terkait dengan pengaruh pemberian cangkang telur ayam boiler dan mikoriza pada pertumbuhan bibit kelapa sawit di Pre-Nursery. Langkah ini diharapkan dapat menjadi sumbangsih nyata terhadap praktek pertanian yang berkelanjutan, sekaligus memberikan solusi inovatif dalam menghadapi tantangan keseimbangan lingkungan dan peningkatan produktivitas pertanian di wilayah dengan tanah sulfat masam.

BAB 2. KELAPA SAWIT

2.1. Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Kelapa Sawit

2.1.1. Botani Kelapa Sawit

Lubis (2008) menyatakan bahwa, taksonomi kelapa sawit adalah berikut :

Devisi	: Tracheophyita
Subdivisi	: Pteropsida
Kelas	: Anggiospermae
Subkelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Cocoideae
Famili	: Palmae
Sub Famili	: Cocoidenae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.



Gambar 1. Kelapa Sawit (Dok. Pribadi)

2.1.2. Akar

Kelapa sawit termasuk tumbuhan monokotil, system perakarannya serabut. Akar pertama yang muncul dari biji yang berkecambah disebut radikula (bakal akar) dan plumula (bakal batang). Selanjutnya akar ini akan mati dan digantikan dengan akar primer yang tumbuh dari pangkal batang kemudian disusul dengan tumbuhnya sejumlah akar yang berasal dari pangkal batang yang disebut dengan akar serabut (LPP, 2007).

Akar primer tumbuhan ke bawah sampai kedalaman 1,5 m. Akar yang paling aktif menyerap air dan unsur hara adalah akar tersier yang berada pada kedalaman 0 – 60 cm dan jarak 2 – 2,5 m dari pangkal pohon (LPP, 2007). Akar pertama yang muncul dari biji yang telah tumbuh (berkecambah) adalah radikula yang panjangnya dapat mencapai 15 cm, mampu bertahan sampai 6 bulan. Dari radikula muncul dari akar lainnya yang berfungsi mengambil air dan hara lainnya dari media tumbuh namun masih perlu dibantu dari cadangan makanan yang ada ada pada *endosperm* (Lubis, 2008)

Akar ini kemudian fungsinya diambil alih oleh primer (utama) yang keluar dari bagian bawah batang (*bulb*) beberapa bulan kemudian. Akar ini tumbuh 45 derajat vertikal ke bawah berfungsi mengambil air dan makanan. Dari akar primer tersebut tumbuh akar sekunder yang tumbuh *horizontal* dan dari akar sekunder tersebut tumbuh pula akar *tersier* dan *kwarter* yang berada dekat pada permukaan tanah. Akar *tersier* dan *kwarter* inilah yang paling aktif mengambil air dan hara dari dalam tanah (Lubis, 2008).

2.1.3. Batang

Tanaman kelapa sawit berbatang lurus dan tidak bercabang pada tanaman dewasa diameternya 45 – 60 cm bagian bawah batang biasanya lebih gemuk, di sebut bonggol dengan diameternya 60 – 100 cm sampai tanaman berumur 3 tahun, batang belum terlihat karena masih tertutup pelepah yang belum ditunas(LPP, 2007).

Perkembangan pangkal batang (*bole*) terjadi karena internodia (ruas batang) dalam masa pertumbuhan awal yang tidak memanjang, sehingga pangkal – pangkal pelepah daun yang tebal berdesakan. Bonggol batang ini membantu memperkokoh posisi pohon pada tanah agar dapat berdiri tegak dalam satu sampai dua tahun pertama perkembangan batang lebih mengarah ke samping, diameter batang dapat mencapai 60 cm. setelah itu perkembangan mengarah ke atas, sehingga diameter batang hanya sekitar 40 cm, dan

pertumbuhan meninggi berlangsung lebih cepat (Manggoensoekarjo dan Semangun, 2008).

Pemanjangan batang berlangsung lambat, tinggi pohon bertambah 35 – 75 cm per tahun. Tingkat pemanjangan sedemikian kecilnya sehingga hanya cukup untuk mengakomendasikan penempelan pangkal daun pada batang. Sehingga walaupun batang mempunyai ruas (*internodia*), pada batang pohon-pohon dewasa yang daunnya telah rontok hanya terlihat susunan bekas-bekas pangkal daun (Manggoensoekarno dan Semangun, 2008).

2.1.4. Daun

Daun pertama yang keluar pada stadium benih berbentuk lanset (*lanceolate*), beberapa minggu kemudian terbentuk daun berbelah dua (*bifurcate*) dan setelah beberapa bulan terbentuk daun seperti bulu (*pinnate*) atau menyirip (Manggoensoekarjo dan Semangun, 2008).

Daun terdiri atas tangkai daun (*petiole*) yang kedua tepinya terdapat dua baris duri (*spines*). Tangkai daun bersambung dengan tulang daun utama (*rachis*), Yang jauh lebih panjang dari tangkai pada kiri – kanannya terdapat anak – anak daun (*pinna; pinnata*) tiap anak daun dapat mencapai 250 – 300 helai per daun. Jumlah produksi daun adalah 30 – 40 daun per tahun pada pohon – pohon yang berumur 5 – 6 tahun setelah produksi setelah itu produksi daun menurun menjad 20 – 25 daun per tahun (Manggoensoekarjo dan Semangun, 2008).

2.1.5. Bunga

Tanaman kelapa sawit di lapangan mulai berbunga pada umur 12-14 bulan, sebagian dari tandan bunga akan gugur (aborsi) sebelum atau sesudah antesis. Seperti yang telah disinggung di muka, kelapa sawit adalah tumbuhan berumah satu (*monoecious*), artinya karangan bunga (*inflorescence*) jantan dan betina berada pada satu pohon, tetapi tempatnya berbeda. Karangan bunga tumbuh dari ketiak daun (*axil*). Semua ketiak daun menghasilkan bakal karangan bunga, tetapi sebagian diantaranya mengalami aborsi pada masa stadium dini,

sehingga tidak semua ketiak daun menghasilkan tandan buah. Sejak terbentuknya bakal karangan bunga (primordial), sampai terlihatnya karangan bunga pada pohon, dibutuhkan waktu sekitar 20 bulan, sampai antesis (bunga berada pada stadium matang untuk penyerbukan) sekitar 33-34 bulan (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008).

2.1.6. Buah

Buah kelapa sawit termasuk jenis buah keras (*drupe*), menempel dan bergerombol pada tandan buah. Jumlah per tandan dapat mencapai 1.600, berbentuk lonjong sampai membulat. Panjang buah 2-5 cm, beratnya sampai 30 gram. Bagian-bagian buah terdiri atas eksocarp (*exocarp*) atau kulit buah, mesocarp (*mesocarp*) atau sabut, dan biji. Eksocarp dan mesocarp disebut perikarp (*pericarp*). Biji terdiri atas endocarp (*endocarp*) atau cangkang, dan inti (*kernel*), sedangkan inti sendiri terdiri atas endosperm (*endosperm*) atau putih lembaga dan embrio. Dalam embrio terdapat bakal daun (*plumula*), haustorium, dan bakal akar (*radicula*). 9 Bagian-bagian buah yang menghasilkan minyak adalah : (a). Mesocarp, yang mengandung minyak kelapa sawit (*crude palm oil*), dan (b). Inti, yang mengandung minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*). (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008).

2.1.7. Biji

Biji terdiri atas beberapa bagian penting. Biji merupakan bagian buah yang telah terpisah dari daging buah dan sering disebut noten atau nut yang memiliki berbagai ukuran tergantung tipe tanaman. Biji terdiri atas cangkang, embryo dan inti atau endosperm. Embryo panjangnya 3 mm berdiameter 1,2 mm berbentuk silindris seperti peluru dan memiliki 2 bagian utama. Bagian yang tumpul permukaannya berwarna kuning dan bagian lain agak tajam berwarna putih. Endosperm merupakan cadangan makanan bagi pertumbuhan embryo. Pada perkecambahan embryo berkembang dan akan keluar melalui

lobang cangkang (*germpore*). Bagian yang pertama muncul adalah akar dan menyusul batang (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008).

2.2. Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa Sawit

Kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis (15° LU dan 15° LS), tanaman ini tumbuh baik di daerah dengan ketinggian 0 – 500 m di atas permukaan laut dengan kelembaban 80 – 90 % (Setyamidjaja, 2006). Kelapa sawit menginginkan curah hujan sebanyak 1.750 – 3.000 mm/tahun dengan distribusi merata sepanjang tahun tanpa bulan kering berkepanjangan (Hidayat *et al.*, 2013).

Suhu optimum untuk pertumbuhan kelapa sawit adalah 29 – 30 °C. intensitas penyinaran cahaya matahari sekitar 5 – 7 jam / hari, kelembaban yang ideal sekitar 80 – 90 %. Kelapa sawit dapat tumbuh pada jenis tanah podzolik, latosol, *hidromorfik* kelabu, aluvial, atau regosol. Nilai pH optimum yang dikehendaki tanaman kelapa sawit adalah 5,0 – 5,5. Kelapa sawit sangat baik ditanam pada tanah yang gembur, subur, datar, berdrainase baik, dan memiliki lapisan solum yang dalam tanpa lapisan atas. Kondisi topografi pertanaman kelapa sawit sebaiknya tidak lebih dari kelerangan 25 %, artinya perbedaan ketinggian antara dua titik yang berjarak 10 meter tidak lebih 25 meter (Pahan, 2013).

2.3. Pembibitan Kelapa Sawit

Pembibitan kelapa sawit merupakan langkah permulaan yang sangat menentukan keberhasilan penanaman di lapangan, sedangkan bibit unggul merupakan modal besar dari perusahaan untuk mencapai produktivitas dan mutu minyak kelapa sawit yang tinggi untuk memperoleh bibit yang benar – benar baik, sehat, dan seragam, harus dilakukan sortasi yang ketat (Manggoensoekarjo dan Semangun, 2008).

2.3.1. Tahap Pembibitan

Sistem pembibitan yang banyak dipakai sekarang adalah pembibitan satu tahap (*single stage nursery*) atau dua tahap (*double stage nursery*). Pada sistem satu sistem satu tahap kecambah langsung ditanam di dalam *polybag* besar. Sedangkan pada pembibitan dua tahap kecambah ditanam dan dipelihara dulu dalam *polybag* kecil selama 3 bulan, yang disebut juga tahap pembibitan pendahuluan (*pre nursery*), selanjutnya bibit dipindah pada *polybag* besar selama 9 bulan. Tahap terakhir ini disebut juga sebagai pembibitan utama (*main nursery*) (Manggoensoerkarjo dan Semangun, 2008).

Pembibitan awal (*Pre nursery*). Ciri utama pembibitan tahap awal adalah penggunaan *polybag* berukuran kecil 15 cm (diameter), tinggi 23 cm, dan tebal 0,07 mm, berlubang – lubang sebanyak lebih kurang 20 lobang di bagian bawah, setelah diisi tanah bagian bawahnya rata. Tiap *polybag* berisi sekitar 1,5 kg tanah, disusun dibedegan dengan lebar deretan 16 *polybag*, sedangkan panjang bedengan sekitar 8 m. *Polybag* disiram 2 kali sehari agar tanah dalam *polybag* agak padat (Manggoensoerkarjo dan Semangun, 2008).

Dalam waktu 3 – 4 bulan pertama dari pertumbuhan bibit diperlukan naungan. Naungan dibuat dengan pemasangan tiang – tiang pancang setinggi 2 m, kemudian di bagian atas dibuat kerangka atap yang lalu ditutupi dengan paranet atau pelepah kelapa sawit sehingga intensitas cahaya matahari yang diterima bibit sekitar 40 % dari kondisi normal (Manggoensoerkarjo dan Semangun, 2008).

Pembibitan utama (*Main nursery*) dalam rangka pelaksanaan pembibitan utama, bibit dari pemindahan tahap awal dipindah ke *polybag* besar yang lebih besar pada umur sekitar 4 bulan. Ukuran *polybag* besar adalah 40 cm (diameter), tingginya 50 cm, dan tebalnya 0,12 mm, setelah diisi tanah bagian bawahnya datar (agar mudah berdiri tegak) dan berlubang – lubang (perforasi) (Manggoensoerkarjo dan Semangun, 2008).

BAB 3. TANAH SULFAT MASAM

3.1. Tanah Sulfat Masam

Tanah sulfat masam merupakan bagian dari lahan rawa yang berpotensi untuk usaha pertanian tetapi merupakan tanah yang masam dan miskin hara sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat. Tanah ini mempunyai warna khas bercak kekuningan. Warna bercak kekuningan inilah yang disebut jarosit. Istilah tanah sulfat masam muncul karena berkaitan dengan kondisi tanah ini terdapat bahan sulfida (pirit) yang apabila teroksidasi menyebabkan tanah menjadi masam sampai sangat masam (Yenni 2012).



Gambar 2. Tanah sulfat masam

Tabel 1. Standar Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit

Umur (Bulan)	Jumlah Pelepah	Tinggi (cm)	Diameter (cm)
3	3,5	20	1,3
4	4,5	25	1,5
5	5,5	32	1,7
6	8,5	40	1,8
7	10,5	52	2,7
8	11,5	64	3,6
9	13,5	88	4,5
10	15,5	102	5,5
11	16	114	5,8
12	-	-	-

Sumber: PPKS, 2008

3.2. Pupuk Organik Cangkang Telur Ayam Boiler

Pupuk organik adalah pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup yang diolah melalui proses pembusukan (dekomposisi) oleh bakteri pengurai, seperti pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan dan manusia. Pupuk organik banyak memberikan banyak keuntungan ditinjau peningkatan kesuburan tanah dan peningkatan produktivitas tanaman (Dianilupitasari, 2014).

Pupuk organik adalah semua sisa bahan tanaman dan kotoran hewan yang mempunyai kandungan unsur hara yang rendah. Macam pupuk organik adalah kompos, pupuk hijau, pupuk kandang. Peranan pupuk organik cukup besar dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah serta lingkungan. Pupuk organik di dalam tanah akan dirombak oleh organisme tanah menjadi humus atau bahan organik tanah (Susetya, 2011).

Masyarakat Indonesia mengkonsumsi telur setiap harinya, tidak hanya dalam skala rumah tangga namun juga telur sebagai bahan baku pembuatan makanan di industri besar. Sehingga banyak cangkang telur yang terbuang karena pada umumnya yang dikonsumsi adalah putih dan kuning telur. Kandungan cangkang telur ayam boiler yang ada di dalam cangkang telur terdiri dari mengandung 94% kalsium karbonat, 1% kalium fosfat, dan 1% magnesium karbonat (Daengprok *et al.*, 2015).

Komposisi utama dalam cangkang ini adalah kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 94% dari total bobot keseluruhan cangkang, kalsium fosfat (1%), bahan -

bahan organik (4%) dan magnesium karbonat (1%) (Rivera, 1999). Berdasarkan hasil penelitian, serbuk cangkang telur ayam mengandung kalsium sebesar $401 \pm 7,2$ gram atau sekitar 39% kalsium, dalam bentuk kalsium karbonat.

Scaafsma (2000) Kandungan kalsium karbonat dari cangkang telur dapat digunakan sebagai sumber kalsium yang efektif untuk metabolisme tulang (Rivera,1999). Cangkang telur tersusun atas struktur berlapis tiga, yaitu lapisan kutikula, lapisan sponge (busa) dan lapisan lamellar. Lapisan kutikula merupakan protein transparan yang melapisi permukaan cangkang telur. Lapisan ini melapisi pori-pori pada cangkang telur, tetapi sifatnya masih dapat dilalui gas sehingga keluarnya uap air dan gas CO_2 masih dapat terjadi (Rivera, 1999).

Cangkang telur mengandung unsur kalsium yang terdapat pada belerang mineral berupa kalsium carbonat (CaCO_3) atau kapur Menurut Wati (2009) di dalam tanah, kalsium selain berasal dari bahan kapur dan pupuk yang ditambahkan juga berasal dari batuan dan mineral pembentuk tanah. Kalsium merupakan salah satu kation utama pada kompleks pertukaran, sehingga biasa dihubungkan dengan masalah kemasaman tanah dan pengapuran, karena merupakan kation yang paling cocok untuk mengurangi kemasaman atau menaikkan pH tanah (Widyawati *et al.*, 2008).

Klasifikasi ayam boiler adalah sebagai berikut (Khalid, 2011) :

Fillum : Chordata
Subfillum : Vertebrata
Kelas : Aves
Ordo : Galliformes
Keluarga : Phasianidae
Genus : Gallus
Spesies : *Gallus domesticus*

Menurut Umar (2000), cangkang telur mengandung hampir 95,1% terdiri atas garam-garam organik, 3,3% bahan organik (terutama protein), dan 1,6% air. Sebagian besar bahan organik terdiri atas persenyawaan kalsium karbonat (CaCO_3) sekitar 98,5% dan magnesium karbonat (MgCO_3) sekitar 0,85%. Menurut

Stadelman dan *Owen* (1989), jumlah mineral di dalam cangkang telur beratnya 2,25 gram yang terdiri dari 2,21 gram kalsium, 0,02 gram magnesium, 0,02 gram fosfor serta sedikit besi dan sulfur.



Gambar 3. Cangkang telur ayam boiler

4.1. Pupuk Mikoriza

Mikoriza adalah suatu bentuk asosiasi simbiotik antara akar tumbuhan tingkat tinggi dan miselium cendawan tertentu, dan peran agronomis yang paling utama mikoriza dalam tumbuhan yaitu kemampuannya untuk meningkatkan serapan hara tanaman. Penyerapan P pada permukaan akar lebih cepat dari pergerakan fosfat ke permukaan akar, sehingga zona terkurasnya fosfat terjadi di sekitar akar. Hifa yang meluas dari permukaan akar membantu tanaman melintas zona ini, sehingga dapat menyerap fosfat dari zona yang tidak dapat dicapai oleh akar yang tidak bermikoriza (Simanungkalit, 2009).

4.2. Manfaat Pupuk Mikoriza

Pupuk mikoriza adalah jenis pupuk yang mengandung fungi mikoriza arbuskular (AMF), yang membentuk hubungan simbiotik dengan akar tanaman. Berikut adalah beberapa manfaat pupuk mikoriza.

- 1. Peningkatan Penyerapan Nutrisi:** Mikoriza membentuk struktur berupa miselium yang dapat memperluas area penyerapan akar tanaman. Ini membantu tanaman untuk menyerap lebih banyak nutrisi, terutama unsur hara fosfor (P), yang biasanya sulit diakses oleh tanaman.
- 2. Peningkatan Toleransi terhadap Stres:** Tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza cenderung lebih tahan terhadap berbagai kondisi stres, seperti kekeringan, salinitas tanah, dan kekurangan nutrisi. Mikoriza membantu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap faktor-faktor lingkungan yang merugikan.
- 3. Peningkatan Pertumbuhan Tanaman:** Dengan meningkatkan penyerapan nutrisi dan daya tahan terhadap stres, mikoriza dapat menghasilkan peningkatan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Ini dapat berkontribusi pada peningkatan hasil panen dan kualitas tanaman.
- 4. Pengendalian Penyakit Tanaman:** Mikoriza dapat membantu melindungi tanaman dari serangan penyakit tanaman tertentu. Hubungan simbiotik

antara mikoriza dan tanaman dapat menghasilkan zat antimikroba dan mengaktifasi respons pertahanan tanaman terhadap pathogen

5. **Peningkatan Struktur Tanah:** Mikoriza dapat meningkatkan agregasi tanah dan struktur tanah secara keseluruhan. Ini membantu meningkatkan retensi air, infiltrasi air, dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.
6. **Pemulihan Lahan yang Terdegradasi:** Pupuk mikoriza dapat digunakan untuk memulihkan lahan yang terdegradasi atau kurang subur. Mikoriza membantu dalam proses rehabilitasi lahan yang rusak, seperti lahan bekas tambang atau lahan yang terkena erosi.
7. **Peningkatan Kualitas Tanah:** Mikoriza dapat meningkatkan kualitas tanah secara keseluruhan dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, mengurangi erosi tanah, dan memperbaiki struktur tanah.
8. **Reduksi Penggunaan Pupuk Kimia:** Dengan meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi, mikoriza dapat membantu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Hal ini dapat berdampak positif pada lingkungan dan mengurangi dampak negatif dari penggunaan pupuk kimia yang berlebihan.

BAB 5. MANFAAT CANGKANG TELUR PADA TANAH SULFAT MASAM

5.1. Manfaat Cangkang Telur

Berdasarkan hasil penelitian, disusun sistematika hasil pertumbuhan vegetatif kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) atas pengaruh media tanam pengaplikasian cangkang telur dan pupuk mikoriza yang diamati yaitu: tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang daun, bobot basah total tanaman, dan bobot kering total tanaman.

Pemberian cangkang telur pada tanah sulfat masam dapat menjadi langkah yang bermanfaat dalam upaya perbaikan kondisi tanah. Proses aplikasi cangkang telur dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti menghancurkan cangkang tersebut menjadi serpihan halus atau membiarkan mereka hancur secara alami seiring waktu. Langkah ini diperlukan untuk memastikan bahwa kalsium dan unsur hara lainnya yang terkandung dalam cangkang telur dapat dilepaskan secara efektif ke dalam tanah.

Selain manfaat langsungnya terhadap sifat kimia tanah, cangkang telur juga dapat memberikan kontribusi terhadap aspek fisik dan biologis tanah. Proses dekomposisi cangkang telur dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memberikan nutrisi tambahan, serta memperbaiki struktur tanah untuk meningkatkan infiltrasi air dan aerasi. Selain itu, kehadiran cangkang telur yang masih utuh atau serpihan-serpihan tajam dapat berfungsi sebagai penghalang alami terhadap hama tanah yang dapat merugikan tanaman. Ini dapat membantu dalam menjaga kesehatan akar tanaman dan mencegah kerusakan yang dapat disebabkan oleh serangga seperti siput.

Dalam mengaplikasikan cangkang telur pada tanah, penting untuk memperhatikan kuantitas yang digunakan, terutama jika digunakan sebagai langkah korektif. Konsultasikan dengan ahli pertanian atau pakar tanah setempat

untuk mendapatkan panduan yang tepat sesuai dengan kondisi tanah dan jenis tanaman yang ditanam. Secara keseluruhan, pemberian cangkang telur pada tanah sulfat masam adalah salah satu cara yang ramah lingkungan dan alami untuk meningkatkan kondisi pertumbuhan tanaman, memperbaiki kesuburan tanah, dan meningkatkan produktivitas lahan pertanian

Cangkang telur memiliki beberapa manfaat potensial pada tanah sulfat masam. Beberapa dari manfaat tersebut termasuk :

- 1. Penambahan Kalsium:** Cangkang telur mengandung kalsium karbonat, yang dapat membantu meningkatkan kandungan kalsium dalam tanah. Tanah sulfat masam cenderung memiliki kadar asam yang tinggi, dan penambahan kalsium dapat membantu menetralkan keasaman tanah.
- 2. Peningkatan pH Tanah:** Kalsium karbonat dalam cangkang telur dapat membantu meningkatkan pH tanah. Tanah sulfat masam cenderung memiliki pH yang rendah, dan peningkatan pH dapat menciptakan kondisi yang lebih baik untuk pertumbuhan tanaman. Kebanyakan tanaman tumbuh optimal dalam rentang pH tertentu, dan penambahan cangkang telur dapat membantu menyeimbangkan pH tersebut.
- 3. Dekomposisi Alami:** Cangkang telur dapat mengalami dekomposisi alami dalam tanah seiring waktu. Proses ini menghasilkan kalsium yang tersedia secara bertahap dan dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah.
- 4. Pemberian Nutrisi Tambahan:** Cangkang telur juga mengandung unsur hara lainnya seperti fosfor, magnesium, dan trace elements (unsur jejak) yang dapat memberikan nutrisi tambahan kepada tanah dan tanaman
- 5. Perbaikan Struktur Tanah:** Cangkang telur yang telah hancur dapat membantu meningkatkan struktur tanah. Hal ini dapat memperbaiki tekstur tanah dan meningkatkan daya retensi air serta aerasi tanah.
- 6. Pengendalian Hama:** Serpihan-serpihan cangkang telur yang tajam dapat bertindak sebagai penghalang alami untuk hama tanah seperti siput dan cacing yang merusak akar tanaman.

5.2. Implementasi Cangkang Telur Dan Mikoriza

5.1.1. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman adalah pertumbuhan tanaman yang semakin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Meningkatnya pertumbuhan tanaman ini diduga karena adanya unsur hara dari bahan organik. Tersedianya unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk pertumbuhan tanaman dapat menyebabkan proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel akan berlangsung dengan cepat yang mengakibatkan beberapa organ tanaman tumbuh dengan cepat (Palimbungan *et al.*, 2006).

Tabel 2. Aplikasi Cangkang Telur Ayam Boiler dan Pupuk Mikoriza Terhadap Rataan Tinggi Bibit Kelapa Sawit di Pre – Nursery Umur 5-12 MST

Perlakuan	Tinggi Tanaman Pada Beberapa Minggu Setelah Tanam (MST)							
	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	11 MST	12MST
H0	2.75	4.25	5.78	6.78	9.35	12.36	13.84b	17.00b
H1	3.62	4.73	7.38	8.33	11.12	14.77	17.58a	21.57a
H2	4.49	6.49	7.19	10.37	11.76	14.90	16.41a	21.00a
H3	4.67	6.20	7.54	10.86	14.10	14.62	16.45a	21.06a
N0	3.88	5.59	6.58	9.00	10.48b	12.05b	13.83b	17.56b
N1	4.58	6.88	7.81	11.07	13.53a	14.74a	16.78a	21.56a
N2	4.75	6.44	7.44	11.45	13.51a	15.06a	17.31a	21.50a
N3	4.92	6.94	7.99	11.18	13.79a	14.79a	16.36a	20.00a
H0N0	2.44	4.83	5.25	5.70	6.20	14.80	8.88	11.00
H0N1	4.81	6.38	7.73	11.85	14.00	15.65	17.00	20.75
H0N2	4.91	6.08	7.91	11.18	13.15	14.88	16.75	20.75
H0N3	4.83	5.84	6.23	9.10	11.00	11.63	12.75	15.50
H1N0	4.38	7.25	7.85	10.58	12.75	13.63	16.45	20.75
H1N1	4.56	7.53	8.28	10.70	13.88	14.63	18.00	23.00
H1N2	5.09	7.10	8.18	11.88	13.78	15.65	18.88	22.00
H1N3	4.90	7.63	9.00	11.33	14.48	15.18	17.00	20.50
H2N0	4.00	5.83	6.68	10.73	13.05	13.91	14.63	19.75
H2N1	4.43	6.78	7.73	11.00	13.80	14.68	16.38	20.75
H2N2	4.50	6.48	10.50	12.25	14.35	14.73	16.63	21.75
H2N3	5.04	6.90	8.25	11.50	13.68	16.28	18.00	21.75
H3N0	4.45	4.71	6.55	9.44	9.95	13.40	15.38	18.75
H3N1	4.53	6.83	7.53	10.73	12.45	14.00	15.75	21,75
H3N2	4.50	6.13	7.58	10.50	12.78	14.98	17.00	21.50
H3N3	4.93	7.40	8.50	12.78	16.00	16.10	17.70	22.25

Keterangan : Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT pada 5 %.

Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman kelapa sawit pada pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza pada minggu 5-12 MST, dapat dilihat pada sidik ragam (Anova) bibit tanaman kelapa sawit dapat dilihat bahwa semua perlakuan mulai dari umur 5-12 MST menunjukkan peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman.

Pada pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza 5-12 MST pengamatan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bibit tanaman kelapa sawit pada umur 9-12 MST. Sedangkan kombinasi antara keduanya tidak berpengaruh nyata pada umur 5-12 MST. Berdasarkan uji beda rata-rata dari perlakuan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa aplikasi cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza dapat merespon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sampai umur 5-12 MST. Menunjukkan hasil pertumbuhan tinggi tanaman yang terbaik berada aplikasi H1N1 50 g cangkang telur ayam boiler / *polybag* dan 10 g pupuk mikoriza / *polybag* dengan rata-rata 23,00 cm. Pada tabel di atas terdapat bahwa rata-rata tinggi tanaman telah mencapai standar pertumbuhan bibit kelapa sawit umur 3 bulan dengan tinggi 20 cm (PPKS, 2008). Dengan pertumbuhan tinggi tanaman yang terendah ditunjukkan pada perlakuan H0N0 tanpa perlakuan cangkang telur ayam boiler dan tanpa mikoriza dengan hasil rata-rata 11,00 cm.

Berdasarkan data pertambahan tinggi tanaman bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada umur 5-12 MST, yang menggunakan pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza pada bibit kelapa sawit di *Pre-Nursery*. Data yang dianalisis dengan program SAS dan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5% menyatakan bahwa pada pertumbuhan tinggi tanaman bibit kelapa sawit memberikan pengaruh nyata pada minggu 10-12 MST.

Cangkang telur ayam boiler secara umum terdiri atas : air (1,6%) dan bahan kering (98,4%). Dari total bahan kering yang ada, dalam cangkang telur terkandung unsur mineral (95,1%) dan protein (3,3%) (Nursiam, 2011). Pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dapat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). Peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman bibit kelapa sawit akibat pemberian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza terhadap tanah sulfat masam sebanyak 50 g cangkang telur ayam boiler / *polybag* dan 10 g pupuk mikoriza / *polybag* karena cangkang telur mengandung unsur kalsium yang terdapat pada balerang mineral berupa kalsium karbonat (CaCO_3) atau kapur.

Menurut Wati (2009) di dalam tanah, kalsium selain berasal dari bahan kapur dan pupuk yang ditambahkan juga berasal dari batuan dan mineral pembentukan tanah. Kalsium merupakan salah satu kation utama pada kompleks pertukaran, sehingga biasa dihubungkan dengan masalah kemasaman tanah dan pengapuran, karena merupakan kation yang paling cocok untuk mengurangi kemasaman atau meningkatkan pH tanah (Widyawati *et al.*, 2008). Pemberian cangkang telur ayam boiler menghasilkan pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pengaplikasian cangkang telur ayam boiler. Hal ini di karenakan pemberian cangkang telur ayam boiler dapat memperbaiki kesuburan tanah sulfat masam melalui peningkatan pH.

Winarso (2005) menyatakan pH tanah mempunyai pengaruh yang kuat pada ketersediaan unsur hara. Peningkatan pH tanah akan berpengaruh terhadap peningkatan ketersediaan unsur hara tanah. Cangkang telur ayam dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk mendapatkan unsur kalsium dan menetralkan kadar kemasaman tanah (Syam, 2014).

Anas (1997) mikoriza dalam perannya dapat mempengaruhi pertumbuhan berbagai jenis tanaman dan juga kandungan posfor tanaman. Selain dari pada itu akar yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan yang tidak tersedia bagi tanaman (Anas, 1997).

5.2. Diameter Batang

Pertumbuhan vegetatif kelapa sawit yang menggunakan media tanam pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza mampu merespon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di *pre nursery*. Hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 3 perkembangan pertumbuhan diameter batang dari beberapa perlakuan media tanam berdasarkan umur tanaman bibit kelapa sawit Minggu Setelah Tanam (MST).

Tabel 3. Rataan Diameter Batang Bibit Kelapa Sawit 5-12 Minggu Setelah Tanam (MST)

Perlakuan	Diameter Batang Pada Beberapa Minggu Setelah Tanam							
	5 MST	6MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	11 MST	12 MST
H0N0	0.98	1.08	1.15	1.15	1.25	1.40	1.53	1.68
H0N1	1.48	1.58	1.68	1.93	2.13	2.20	2.33	2.43
H0N2	1.88	1.98	2.03	2.13	2.25	2.30	2.45	2.55
H0N3	1.05	1.28	1.38	1.60	1.70	1.78	1.85	2.08
H1N0	1.80	1.93	2.03	2.08	2.15	2.18	2.25	2.35
H1N1	1.96	2.05	2.15	2.15	2.33	2.33	2.34	2.43
H1N2	1.78	1.83	1.93	2.08	2.10	2.48	2.63	2.73
H1N3	1.65	1.75	1.85	1.85	1.90	2.13	2.25	2.35
H2N0	1.50	1.60	1.70	1.73	1.90	1.93	2.10	2.23
H2N1	1.68	1.78	1.88	2.00	2.10	2.18	2.28	2.38
H2N2	1.63	1.73	1.83	1.88	2.03	2.15	2.25	2.38
H2N3	1.73	1.83	1.93	1.95	2.13	2.23	2.38	2.56
H3N0	1.70	1.75	1.85	1.98	2.05	2.23	2.35	2.50
H3N1	1.35	1.45	1.55	1.73	1.98	2.10	2.25	2.35
H3N2	1.73	1.78	1.83	1.93	1.93	2.00	2.13	2.20
H3N3	1.63	1.73	1.83	1.90	2.03	2.15	2.28	2.45

Keterangan : Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT pada 5 %.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat hasil pengamatan dari beberapa perlakuan yang diamati tidak dapat merespon beda pengaruh dan direspon pertumbuhan bibit kelapa sawit pada umur 5-12 MST. Pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit dengan mengaplikasikan cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza terhadap tanaman tidak berpengaruh nyata. Setelah data pertumbuhan diameter batang dianalisis dengan program SAS uji lanjut *Duncan's*

Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% hasil menyatakan bahwa media tanam dengan pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit di *pre nursery*. Dapat dilihat pada lampiran 4 sidik ragam diameter batang kelapa sawit. Adapun pertumbuhan diameter batang terbaik bibit kelapa sawit di *pre nursery* dapat direspon terdapat perlakuan HIN2 dengan pemberian 50 g cangkang telur / *polybag* dan 20 g pupuk mikoriza / *polybag* dengan hasil rata-rata 2,73 mm. Hal ini dapat terjadi karena menurut Sesuai Leiwakabessy (1988) unsur P dan K sangat berperan dalam meningkatkan diameter batang tanaman, khususnya dalam peranannya sebagai jaringan yang menghubungkan antara akar dan daun. Bonggol akan menopang bibit dan memperlancar proses translokasi hara dari akar ke tajuk. Kandungan unsur K yang sedikit tersedia mengakibatkan batang tanaman kurang berkembang dengan baik.

Sesuai dengan pendapat Lubis (2000) bahwa unsur K berfungsi memperkuat tegaknya batang tanaman yang dapat mempengaruhi besar lingkaran batang. Tersedianya unsur hara K maka pembentukan karbohidrat akan berjalan dengan baik dan translokasi unsur hara ke batang bibit sawit akan semakin meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Pada tabel diatas diketahui bahwa rata-rata diameter batang telah mencapai standar pertumbuhan bibit kelapa sawit umur 3 bulan dengan diameter batang 1,3 mm (PPKS, 2008). Dengan pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit yang terendah ditunjukkan pada perlakuan HON0 tanpa perlakuan cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza / *polybag* dengan hasil 1,68 mm. Sedangkan tanaman membutuhkan unsur hara untuk melakukan proses-proses metabolisme terutama pada masa vegetatif untuk membentuk organ tanaman seperti daun, akar dan batang. Hal ini sesuai dengan pendapat (Wijaya, 2008) menyatakan bahwa pengaruh defisiensi unsur hara yang nyata adalah menghambat pertumbuhan tanaman pada masa vegetatif sehingga ukuran tanaman relatif lebih kecil.

5.3. Jumlah Daun (Helai)

Pertambahan jumlah daun disebabkan karena mampu menyerap unsur hara yang diserap tanaman N, P, dan K. Gandren *et al*, (1990) menyatakan unsur hara N merupakan bahan penting penyusun asam amino serta unsur esensial untuk pembelahan sel, pembesaran sel dan pertumbuhan tanaman. N dibutuhkan dalam jumlah yang banyak pada setiap pertumbuhan tanaman, khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif seperti peningkatan jumlah daun.

Tabel 4. Rataan Jumlah Daun Bibit Kelapa Sawit Dengan Perlakuan Pengaplikasian Cangkang Telur ayam boiler pada Beberapa Minggu Setelah Tanam (MST).

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai)							
	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	11 MST	12 MST
H0	1.75	1.75	2.06	2.12	2.44	2.69	3.13	3.12b
H1	1.81	1.88	2.13	2.68	3.06	3.31	3.94	3.93a
H2	1.81	2.00	2.13	2.62	2.88	3.06	3.75	3.87a
H3	1.69	1.88	1.94	2.50	2.63	3.00	3.56	3.92a
N0	1.56	1.69	1.81	2.19	2.31	2.69	3.38	3.63
N1	2.00	2.00	2.13	2.56	3.00	3.13	3.56	3.63
N2	1.75	1.94	2.25	2.69	2.88	3.31	3.81	3.94
N3	1.75	1.88	2.06	2.50	2.81	2.94	3.63	3.69
H0N0	1.50	1.50	1.50	1.25	1.50	1.75	2.25	2.25
H0N1	2.00	2.00	2.50	2.50	3.00	3.25	3.50	3.50
H0N2	2.00	2.00	2.50	2.75	3.00	3.50	3.75	3.75
H0N3	1.50	1.50	1.75	2.00	2.25	2.25	3.00	3.00
H1N0	1.75	1.75	2.00	3.00	3.00	3.25	4.00	4.00
H1N1	2.00	2.00	2.00	2.50	3.00	3.00	3.50	3.50
H1N2	1.75	2.00	2.50	2.75	3.00	3.75	4.25	4.27
H1N3	1.75	1.75	2.00	2.50	3.25	3.25	4.00	4.00
H2N0	1.75	2.00	2.00	2.25	2.75	3.00	3.50	4.00
H2N1	2.00	2.00	2.00	2.50	3.00	3.00	3.75	3.75
H2N2	1.75	1.75	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00
H2N3	1.75	2.25	2.50	2.75	2.75	3.25	3.75	3.75
H3N0	1.25	1.50	1.75	2.25	2.00	2.75	3.75	4.25
H3N1	2.00	2.00	2.00	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75
H3N2	1.50	2.00	2.00	2.25	2.50	3.00	3.25	3.75
H3N3	2.00	2.00	2.00	2.75	3.00	3.00	3.75	4.00

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun bibit tanaman kelapa sawit pada pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza pada umur

5-12 MST dapat dilihat dilihat bahwa semua perlakuan mulai dari umur 5-12 MST menunjukkan peningkatan pertumbuhan jumlah daun tanaman bibit kelapa sawit.

Pada pengaplikasian cangkang telur ayam boiler umur 12 MST berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bibit kelapa sawit, sedangkan pemberian pupuk mikoriza sampai umur 12 MST tidak berpengaruh nyata. Berdasarkan uji beda rata-rata dari perlakuan dengan DMRT dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Berdasarkan pengamatan dari beberapa perlakuan pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza dapat merespon pertumbuhan bibit kelapa sawit. Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun pada umur 5-12 MST. Dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari data Tabel 4. dapat dilihat bahwa perlakuan media pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dapat merespon setelah pemberian cangkang telur ayam boiler pada pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit umur 12 MST di *pre nursery*. Perlakuan yang diamati dari umur 5-12 MST menunjukkan hasil pertumbuhan jumlah daun yang terbaik ditunjukkan pada perlakuan H1N2 50 g cangkang telur ayam boiler / *polybag* dan 20 pupuk mikoriza / *polybag* sebagai media tanam dengan hasil tinggi rata-rata 4,27 helai daun. Pada tabel diatas terdapat bahwa rata-rata jumlah daun telah mencapai standar pertumbuhan bibit kelapa sawit umur 3 bulan dengan jumlah daun 3,5 helai (PPKS, 2008). Dengan pertumbuhan yang terendah ditunjukkan pada perlakuan H0N0 dengan tanpa pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza dengan hasil rata-rata 2,25 helai daun.

Berdasarkan data pertumbuhan jumlah daun tanaman bibit kelapa sawit pada umur 5-12 MST yang menggunakan pengaplikasian cangkang telur ayam boiler sebagai media tanam di *pre nursery*. Data yang dianalisis dengan program SAS dan diuji *Duncan's tiple Range Test* (DMRT) taraf 5% menyatakan bahwa pada pertumbuhan jumlah daun tanaman bibit kelapa sawit berpengaruh nyata pada umur 12 MST. Dapat dilihat pada lampiran 8 tabel sidik ragam jumlah daun. Hal ini terjadi karena pada perlakuan H1N2 50 g cangkang telur ayam

boiler / *polybag* dan pupuk mikoriza sebanyak 20 g / *polybag* dengan hasil tinggi rata-rata 4,27 helai daun. Dapat menyuplai unsur hara yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan HONO tanpa pengaplikasian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza. Sedangkan tanaman membutuhkan unsur hara untuk diserap tanaman N, P, dan K. Gardner *et al*, (1991) menyatakan unsur N merupakan bahan penting penyusun asam amino serta unsur esensial untuk pembelahan sel, pembesaran sel dan pertumbuhan tanaman. N dibutuhkan dalam jumlah yang banyak pada setiap pertumbuhan tanaman, khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif seperti peningkatan jumlah daun.

Menurut Lakitan (2000) ketersediaan unsur hara N dan P akan mempengaruhi daun hal bentuk dan jumlah. Jumlah daun dipengaruhi oleh pertumbuhan tinggi tanaman. Sesuai dengan pernyataan Hidajat (1994) bahwa pembentukan daun berkaitan dengan tinggi tanaman, dimana tinggi tanaman dipengaruhi oleh tinggi batang. Pertumbuhan daun pada bibit kelapa sawit dipengaruhi oleh faktor kesuburan seperti ketersediaan unsur hara, kelembaban tanah dan tingkat stress air (Pahan, 2008).

5.4. Panjang Daun (cm)

Berdasarkan hasil pengamatan panjang daun tanaman bibit kelapa sawit dimulai dari 5-12 MST jumlah daun tanaman bibit kelapa sawit menunjukkan pertumbuhan cukup baik seperti pembibitan kelapa sawit pada umumnya. Dapat dilihat berdasarkan rata-rata panjang daun kelapa sawit bahwa pengaplikasian cangkang telur ayam boiler berpengaruh nyata pada 12 MST terhadap panjang daun bibit kelapa sawit, sedangkan pemberian pupuk mikoriza memberikan pengaruh nyata pada minggu 9-12 MST terhadap panjang daun yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Panjang Daun Pada Perlakuan Media Tanam Pengaplikasian Cangkang Telur ayam boiler, dan Pupuk Mikoriza Pada 5-12 Minggu Setelah Tanam (MST).

Perlakuan	Panjang Daun (cm)							
	5 MST	6MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	11 MST	12 MST
H0	5.04	6.33	7.55	8.58	9.48	12.16	12.96	12.97b
HI	6.61	7.12	8.61	10.47	11.41	13.91	16.31	16.32a
H2	5.91	7.14	9.08	10.73	11.33	13.31	15.35	15.36a
H3	5.78	6.85	8.45	10.04	11.33	13.44	15.81	15.81a
N0	5.07	5.91	6.92	8.14	9.15	11.36b	13.21b	13.22b
NI	5.99	6.70	8.96	10.66	11.25	13.34a	15.93a	15.94a
N2	5.93	7.38	8.87	10.38	11.46	13.81a	16.12a	16.13a
N3	6.35	7.46	8.94	10.65	11.67	14.28a	15.16a	15.17a
H0N0	4.05	4.13	4.38	4.58	4.90	5.58	7.38	8.50
H0NI	4.40	5.30	7.65	9.85	10.88	12.13	13.50	15.50
H0N2	4.78	5.68	7.95	8.88	10.00	11.45	13.50	15.75
H0N3	4.18	4.63	5.68	7.35	8.55	8.75	12,13	14.25
H1N0	5.78	6.15	6.75	8.15	9.18	10.13	13.50	15.50
H1N1	6.05	6.75	6.88	8.48	10.78	11.38	13.63	15.63
H1N2	5.48	6.15	7.33	8.53	10.30	11.63	14.75	16.75
H1N3	6.13	7.38	7.53	9.28	11.63	12.5	13.75	15.00
H2N0	4.53	4.98	6.78	8.58	10.68	11.00	12.10	14.38
H2NI	5.55	5.90	6.30	8.90	10.63	10.8	13.25	15.25
H2N2	5.55	6.10	7.15	10.63	11.28	11.33	13.75	15.75
H2N3	5.00	6.68	8.35	8.80	10.13	12.43	14.13	16.05
H3N0	3.60	4.58	6.05	6.83	7.83	9.93	12.50	14.50
H3NI	5.30	6.00	5.98	8.60	10.18	10.88	13.00	15.00
H3N2	4.60	5.80	7.08	8.05	9.88	11.50	13.25	16.25
H3N3	5.45	6.735	8.30	10.33	12.30	13.03	15.00	17.50

Keterangan : Nilai pada kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pengaruh nyata menurut DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat pada pengaplikasian cangkang telur ayam boiler pada 12 MST. Panjang daun berpengaruh pada pertumbuhan bibit kelapa sawit dengan yang tertinggi pada perlakuan H3N3 150 g cangkang telur ayam boiler / *polybag* dan 30 g pupuk mikoriza / *polybag* dengan rata-rata 17.50 cm. Panjang daun terendah dapat kita lihat pada perlakuan H0N0 dengan pengaplikasian tanpa pemberian cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza dengan rata-rata 8,50 cm. Hal ini diduga karena kandungan nitrogen yang kurang terpenuhi. Menurut literatur Nyakpa *et al.*, (1988) menyatakan bahwa proses

pembentukan daun tidak terlepas dari peranan unsur hara nitrogen yang terdapat pada media tumbuh. Ukuran daun yang lebih panjang akan dapat menyebabkan berat kering tajuk yang lebih besar, sehingga ratio tajuk akar bibit tersebut akan cenderung lebih tinggi. Lakitan (1996) menyatakan bahwa alokasi fotosintat yang besar terdapat pada bagian yang masih aktif melakukan fotosintesis yang diperlihatkan dengan adanya pertambahan luas dan panjang daun, tujuannya agar terjadi efisiensi pembentukan dan penggunaan hasil fotosintesis. Unsur hara berperan dalam pembentukan sel-sel baru dan komponen utama penyusunan senyawa organik dalam tanaman seperti asam amino, asam nukleat, klorofil, ADP, ATP. Apabila tanaman mengalami defisiensi kedua hara tersebut maka metabolisme tanaman terganggu sehingga proses pembentukan daun menjadi terhambat.

5.5. Berat Basah Total

Berdasarkan hasil pengamatan berat basah total tanaman bibit kelapa sawit dimulai dari 5-12 MST. Berat basah total tanaman bibit kelapa sawit menunjukkan pertumbuhan cukup baik seperti pembibitan kelapa sawit pada umumnya. Hasil pengamatan berat basah total bibit kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat berat basah total tanaman tertinggi 5,15 g pada perlakuan HIN3 50 g cangkang telur ayam boiler / *polybag* dan 30 g pupuk mikoriza / *polybag*. Perlakuan ini memberikan pengaruh nyata terhadap bibit tanaman kelapa sawit di *pre nursery* dan nilai berat basah total yang terendah dengan rata-rata 1,45 g pada perlakuan H0N0 tanpa perlakuan cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza .

Berat basah tanaman kelapa sawit dipengaruhi oleh nutrisi hara yang saling berperan penting dalam komponen produksi adalah fosfor, mikoriza menyediakan nutrisi dalam bentuk fosfor organik yang tinggi sehingga kebutuhan fosfor tercukupi mendukung terbentuknya berat basah tanaman yang optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Khan (2005) yang mengemukakan adanya

pemindahan isotope fosfor, nitrogen, kalium dan natrium dari tanah ke dalam perakaran melalui mikoriza.

Tabel 6. Rataan Berat Basah Total Pada Perlakuan Media Tanam Pupuk Mikoriza Pada Minggu 5-12 MST.

Perlakuan	Minggu ke 12
	Berat Basah Total
H0	3.54
HI	4.36
H2	3.86
H3	3.88
N0	2.88b
NI	3.97a
N2	4.28a
N3	4.48a
H0N0	1.45
H0N1	3.80
H0N2	4.75
H0N3	4.15
H1N0	3.60
H1N1	3.95
H1N2	4.75
H1N3	5.15
H2N0	2.80
H2N1	4.30
H2N2	4.10
H2N3	4.25
H3N0	3.70
H3N1	3.85
H3N2	3.55
H3N3	4.40

Keterangan : Nilai pada kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata menurut DMRT 5%.

Mikoriza berpengaruh nyata terhadap berat basah total bibit tanaman kelapa sawit yang diikuti oleh berat basah daun dan jumlah daun karena mikoriza mampu meningkatkan fungsi dan peranan akar dalam memanfaatkan air dan unsur hara, juga mempermudah tanaman dalam menyerap unsur hara (Tirta, 2006).

5.6. Berat Kering Total

Berdasarkan hasil pengamatan berat kering total tanaman bibit kelapa sawit dimulai dari minggu 5-12 MST. Berat kering total tanaman bibit kelapa sawit menunjukkan pertumbuhan cukup baik seperti pembibitan kelapa sawit pada umumnya. Dapat dilihat berdasarkan berat kering total tanaman bibit kelapa sawit bahwa pengaplikasian cangkang telur ayam boiler tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering total tanaman bibit kelapa sawit, sedangkan pengaplikasian pupuk mikoriza berpengaruh nyata pada berat kering total. Hasil pengamatan berat kering total tanaman bibit kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rataan Berat Kering Total Pada Perlakuan Media Tanam Pengaplikasian Pupuk Mikoriza Pada Minggu 5-12 MST.

Perlakuan	Minggu ke 12
	Berat Kering Total
H0	0.80
H1	0.94
H2	0.80
H3	0.83
N0	0.62b
N1	0.87a
N2	0.92a
N3	0.93a
H0N0	0.35
H0N1	0.80
H0N2	1.10
H0N3	0.95
H1N0	0.80
H1N1	0.90
H1N2	1.05
H1N3	1.00
H2N0	0.55
H2N1	0.95
H2N2	0.85
H2N3	0.85
H3N0	0.80
H3N1	0.85
H3N2	0.70
H3N3	0.95

Keterangan : Nilai pada kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata menurut DMRT 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan yang terbaik terdapat pada perlakuan H0N2 dengan pengaplikasian tanpa cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza sebanyak 20 g / *polybag* dengan rata-rata 1,10 g. Sedangkan yang terendah pada perlakuan H0N0 dengan pengaplikasian tanpa perlakuan cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza dengan rata-rata 0,35 g. Dimana pemberian semakin tinggi dosis yang diberikan ke tanaman bibit kelapa sawit maka semakin tinggi kandungan unsur haranya dan semakin terpenuhi tanaman akan unsur hara. Hal ini diduga karena pemberian pupuk mikoriza yang diberikan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Imam dan Widyastuti (1992) menyatakan bahwa tinggi rendahnya berat kering total tanaman tergantung pada banyaknya atau sedikitnya serapan unsur hara.

Ratna (2002) menyatakan apabila unsur hara tersedia dalam keadaan seimbang dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan bobot kering tanaman, akan tetapi apabila keadaan unsur hara dalam kondisi yang kurang akan menghasilkan bobot kering yang rendah. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Jumin (2002) bahwa pesatnya pertumbuhan vegetatif tanaman tidak terlepas dari ketersediaan unsur hara di dalam tanah dimana pertumbuhan vegetatif tersebut akan mempengaruhi berat kering tanaman.

Pemberian pupuk mikoriza yang diberikan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Imam dan Widyastuti (1992) menyatakan bahwa tinggi rendahnya berat kering total tanaman tergantung pada banyaknya atau sedikitnya serapan unsur hara yang berlangsung selama proses pertumbuhan tanaman bibit kelapa sawit. Menurut Jumin (1986) pertumbuhan dinyatakan sebagai pertambahan ukuran yang mencerminkan pertambahan protoplasma yang dicirikan pertambahan berat kering tanaman. Ketersediaan unsur nitrogen dan magnesium yang optimal bagi tanaman dapat meningkatkan pembentukan klorofil, dimana dengan adanya peningkatan klorofil maka akan meningkat aktifitas fotosintesis yang

menghasilkan asimilat (fotosintat) yang lebih banyak yang akan meningkatkan berat kering tanaman.

Dijelaskan oleh Widiastuti *et al.*, (2003) bahwa, pada tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza peningkatan pertumbuhan akar tanaman diikuti dengan peningkatan pertumbuhan tajuk tanaman, sehingga dapat meningkatkan berat kering total tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas I. 1997. Bioteknologi Tanah. Laboratorium Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB
- Adlin U. Lubis. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Indonesia, Edisi 2.
- Butcher, D.V.M. Richard, Miles. 2003. *Concepts of Eggshell Quality*. Jurnal Internasional IFAS Extension. Institute Of Food And Agricultural Sciences. Universitas Florida. Gainesville FL 32611. Diakses tanggal 20 Desember 2015
- Daengprok, W, W. Garnjanagoonchorn, O. Naivikul, P. Pornsinpatip, K. Issigonis, Y. Mine. 2003. Chicken egg shell matrix proteins enhance calcium transport in the human intestinal epithelial cells, CaCO₃. *Journal Agricultural and Food Chemistry* 51:6056-6061.
- Daniel, T. W., J. A. Helms dan F. S. Barker. 1994. Prinsip-Prinsip Silvikultur. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Dianilupitasari. 2014. Pupuk Organik. blogspot.co.id, 24 april. 2014.
- Fauzi, Y., E.W. Yustina, S. Iman, dan H. Rudi. 2004. Budidaya, Pemamfaatan Hasil dan Limbah dan Analisis Usaha dan Pemasaran Kelapa Sawit. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Gardner, P. F., Pearee, BR., Mitchell, L. R. (1991) Fisiologi Tanaman Budidaya.
- Gomez, K. A dan A.A. Gomez, 2007. Prosedur Statistika Untuk Penelitian. Edisi Kedua. UI Press. Jakarta.
- Hidajat, E.B. (1994) Morfologi Tumbuhan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pendidikan Tenaga Kerja.
- Imam, S dan Widyastuti, Y. E. 1992. Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Jumin, H. B. 2002. Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Jumin, H.B. 1986. Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi. Rajawali, Jakarta.
- Lakitan, B. 1996. Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lakitan, B. (2000) Dasar - Dasar Fisiologi Tumbuhan. Penerbit PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lewikabessy, F. M. (1988) Kesuburan Tanah Diktat Kuliah Kesuburan Tanah Departemen Ilmu- Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Khan, M.M. (2005) Azolla Agronomy. IBS-UPLB, SERACH, al Loa Banos, Philipna.
- Khalid, H. 2011. *Principles of Poultry Science poultry Industry*. Diyala University College of Agriculture Dept. of Animal Resources. Hal 62

- Manggoensoekarjo, S. dan Haryono S. (2008) Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Nursiam, Intan. 2011. Uji Kualitas Telur. [Online]. Tersedia: <http://intan.nursiam.wordpress.com/2011/02/26/ uji-kualitas-telur>.
- Nurhayati. 2012. Virus Penyebab Penyakit Tanaman. Sumatera Selatan: Unsri Press. 294 Hal.
- Manggoesoerkarjo, S dan Haryono S. (2008) Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, Cetakan Ketiga.
- Nyakpa, M. Y, A.M Lubis, M.A Pulung, A.G. Amrah, A. Munawar, G.B Hong N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung . Lampung. Hamzah F. 2006.
- Palimbungan N., R. Labarta, dan F. Hamzah F. 2006. Pengaruh ekstrak daun lamtoro sebagai pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi. *J Agrisistem* Vol 2 (2); 96-101.
- Pahan, I. (2013) Panduan Lengkap Kelapa Sawit Penebar Swadaya, Jakarta, Cetakan Kesebelas.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) 2008. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Rans. 2005. Jagung manis (*Zea mays saccharata sturt*) <http://Waritek.progression.or.id/-bryans>. Diakses pada tanggal 23 januari 2014.
- Rivera, Eric M., *et al.*, 1999. Synthesis of Hydroxyapatite from Eggshells. Elsevier Science. Materials Letters 4: 128- 134.
- Salman, I., E. Syahputra dan Farmawati. 1993. Hubungan antara Mutu Akar dengan Persentase Hidup Klon Kelapa Sawit di *Pre-Nursery*. Berita PPKS. 1 (2): 149-159.
- Stadelman, W. J. And Owen, J.C. 1989. Egg Science and Technology, 2Nd Edit. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Setadi. 1999. *Bertanam Melon*. Penebar Swadaya. Jakarta. 49 Hal.
- Setyamidjaja, D., 2006. Kelapa Sawit. Kanisius, Yogyakarta.
- Scaafsma, A., 2000. Mineral, Amino Acid, add Hormonal Composition of Chiken Eggshell Power and the Evaluation of its Use In Human Nutrition. Poultry Science 79: 1833-1838.
- Simanungkalit, RDM. 2006. Prospek Pupuk Organik dan Pupuk Hayati di Indonesia. Dalam Simanungkalit, R.D.M., Didi Ardi Suriadikarta, Rasti Saraswati, Diah Setyorini, dan Wiwiek Hartatik. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pembangunan Sumber Daya Pertanian, Bogor. Hal: 265-272.
- Susetya Darma.S.P. 2011. Panduan Lengkap Membuat Pupuk Organik (Untuk Tanaman Pertanian dan Perkebunan). Jakarta : Pustaka Baru Press.

- Syam, Z. Z. 2014. Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Ayam Terhadap inggi Tanaman Kamboja Jepang. *J.Jipbiol.* Vol 3:9-15.
- Tim Pengembangan Materi LPP. (2007) Buku Pintar Mandor Seri Budidaya Tanaman Kelapa Sawit. Edisi Revisi, Lembaga Penelitian Perkebunan (LPP). Medan.
- Umar, 2000, Kualitas Fisik Telur Ayam Kampung di Pasar Tradisional, Swalayan dan Peternak di kotamadya Bogor, Skripsi. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wati, Ratna. (2009). Kalsium Karbonat. (OnLine). Tersedia: <http://ratna-waticchemistry.blogspot.com/2009/05/kalsiumkarbonat-caco3-ciri-ciri-dan.html>.
- Widyawati, W., W.Q. Mugnishah, dan A. Dhalimi. (2008). Pengaruh Pemupukan Kalsium dan Magnesium terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Tanaman Panili (*Vanilla planifolia* Andrews) di Pembibitan. (On-line).
- Widiastuti, H., G. Edi, S. Nampiah, K.D. Latifah, H.D. Didiek dan S. Sally. 2003. "Optimalisasi Simbiosis Cendawan Mikoriza Arbuskula *Acaulospora tuberculata* dan *Gigaspora margarita* Pada Bibit Kelapa Sawit di Tanah Masam". *Menara Perkebunan.* 70 (2): 50-57.
- Wijaya, K. A. (2008) ' Nutrisi Sebagai Penentu Kualitas Hasil dan Resistensi Alami Tanaman' . Prestasi Pustaka. Jakarta.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media. Yogyakarta.
- Wijaja Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D. Ardi S., A.S. Karaman. 1992. Sumber daya lahan rawa: potensi, P. dan Mahyudin Syam. (eds). Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Risalah Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Bogor, 3-4 Maret 1992. P. 176-188.
- Yenni. 2012. Lahan Suboptimal. ISSN 2252-6188 Vol. 1, No.1: 40-49, April 2012 .

RIWAYAT PENULIS



Suratni Afrianti lahir di Bawan, Sumatera Barat, pada tanggal 22 April 1987, dan tumbuh di tengah keluarga sederhana sebagai putri dari Bachtiar (almarhum), Rosmaniar, seorang ibu rumah tangga yang penuh kasih sayang. Pendidikannya dimulai di SD Negeri No.59 Bawan, di mana semangat belajarnya dan ketekunannya muncul sejak usia dini. Setelah menyelesaikan sekolah dasar, ia melanjutkan ke SLTP Negeri 7 Lubuk Basung, di mana minatnya dalam ilmu alam mulai berkembang. Di SMA Negeri 2 Lubuk Basung, Suratni menonjol sebagai siswa yang berprestasi dan berdedikasi. Keinginan untuk mengejar pendidikan tinggi membawanya ke Universitas Bung Hatta, di mana ia meraih gelar Sarjana (S1) dalam Teknik Kimia pada tahun 2010. Setelah menyelesaikan gelar S1, Suratni melanjutkan studinya ke tingkat lanjut, meraih gelar Magister (S2) di Pusat Studi Lingkungan Universitas Andalas pada tahun 2013. Tahun 2023 adalah pencapaian tertinggi dalam pendidikannya ketika ia meraih gelar Doktor dalam bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan di Universitas Sumatera Utara. Dalam karier akademiknya, Suratni bergabung dengan Universitas Prima Indonesia pada tahun 2015 sebagai Dosen Tetap. Suratni mendedikasikan energinya untuk membimbing dan mengilhami generasi muda dalam ilmu lingkungan dan pertanian.



Handwritten cursive text on a vertical strip along the left edge of the page.

