

**PENGARUH APLIKASI  
ARANG AKTIF SERBUK KAYU JATI TERHADAP  
PUPUK N, P, K SEBAGAI PUPUK PELEPAS LAMBAT  
PADA TANAMAN CABE RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)  
DI TANAH PASIR PANTAI**

Muhamad Badri 20120210094

Dosen Pembimbing 1: Ir. Mulyono, M.P.  
Dosen Pembimbing 2: Ir. Bambang Heri Isnawan, M.P.

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis campuran arang aktif serbuk kayu jati, dan menetapkan dosis campuran arang aktif serbuk kayu jati yang tepat sebagai pupuk pelepas lambat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit. Penelitian dilakukan pada bulan November 2015 hingga April 2016 di Lahan Percobaan dan Laboratorium Penelitian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa (Pusat Studi Ilmu Teknik) Universitas Gajah Mada.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal terdiri atas 6 perlakuan diulang 3 kali. Perlakuan yang digunakan yaitu P1 / kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P2 (200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P3 (225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P4 (250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P5 (275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P6 (300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl).

Hasil uji menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menunjukkan bahwa pemberian arang aktif memiliki pengaruh yang sama dengan perlakuan kontrol (tanpa aplikasi arang aktif) terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, jumlah buah, berat buah, berat segar tanaman, berat kering tanaman, luas daun dan nisbah tajuk/akar. Aplikasi arang aktif serbuk gergaji kayu jati sebagai pupuk pelepas lambat pada dosis 200 kg/ha, 225 kg/ha, 250 kg/ha, 275 kg/ha dan 300 kg/ha diduga tidak dapat memberikan *slow release fertilizer* pada tanaman cabai rawit

**Kata kunci** : arang aktif, pupuk pelepas lambat, kayu jati, cabai rawit

**I. PENDAHULUAN**

**A. Latar belakang**

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman sayuran komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Cabai rawit memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin seperti kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vitamin A, B1, vitamin C, dan rasa pedas pada cabai ditimbulkan oleh zat *capsaicin*. Cabai rawit dapat digunakan untuk industri bumbu masakan dan obat - obatan/jamu. Selain dijadikan sayuran atau bumbu masak, buah cabai rawit mempunyai kemampuan untuk menaikkan pendapatan petani (Tjahjadi, 1991).

Cabai rawit termasuk komoditi hortikultura pada tingkat yang cukup tinggi konsumsi dan produksi nasionalnya. Berdasarkan data BPS (2015), bahwa produksi cabai rawit segar dengan tangkai tahun 2014 sebesar 0,800 juta ton. Pada tahun 2013, terjadi kenaikan produksi sebesar 86,98 ribu ton yaitu sebesar 12,19 %. Kenaikan ini disebabkan oleh kenaikan produktivitas sebesar 0,23 ton per hektar yaitu 4,04 % dan peningkatan luas panen sebesar 9,76 ribu hektar atau 7,80 % dibandingkan tahun 2013. Konsumsi cabai rawit akan terus mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk setiap tahunnya. Sehingga, peningkatan produksi tersebut di harapkan dapat terus meningkat.

Arang aktif merupakan suatu bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang cukup besar hingga mencapai 300 - 3.500 m<sup>2</sup>/g dengan daya adsorpsi mencapai 25 % - 1000 % terhadap berat arang aktif (Meilita dan Tuti, 2003). Manfaat penambahan arang aktif ke dalam tanah antara lain dapat meningkatkan total organik karbon serta berpengaruh terhadap pembekuan cahaya pada tanah, karena arang aktif dapat menyerap dan menyimpan panas (Weil *et al.*, 2003). Selain itu, arang aktif dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara di dalam tanah, sehingga dapat merangsang pertumbuhan akar dan memberikan habitat untuk pertumbuhan semai tanaman (Gusmailina dkk., 2002). Arang aktif dapat dibuat dari bahan tumbuhan seperti kayu, biji - bijian, lumut dan tempurung buah - buahan, maupun bahan polimer sintetik seperti rayon, poliakrilonitril, dan polivinil klorida. Serbuk gergaji kayu jati merupakan salah satu bahan baku pembuatan arang aktif yang memiliki pori dengan diameter kecil dan jumlah banyak serta tekstur yang keras (Kasmudjo, 2010). Serbuk gergaji kayu tersebut merupakan bahan berpori, sehingga air akan mudah terserap dan mengisi pori - pori tersebut. Sifat dari serbuk gergaji kayu adalah higroskopik atau mudah menyerap air (Wardono Ali, 2006).

Arang aktif dapat dijadikan sebagai pupuk pelepas lambat (*slow release fertilizer*). Pupuk pelepas lambat merupakan pupuk dengan proses pelepasan unsur hara secara lambat mengikuti pola penyerapan unsur hara oleh tanaman (Ramadhani dan Widyaiswara, 2014). Pupuk pelepas lambat dapat mengatasi kehilangan pupuk melalui beberapa cara diantaranya disebabkan oleh aliran permukaan/*run off* (N, P, K), pencucian/*leaching* (N & K), dan *volatilization* (N). Kehilangan unsur hara tersebut umumnya sering ditemukan pada tanah - tanah berpasir. Menurut Kertonegoro (2003), menyatakan bahwa Indonesia memiliki potensi luas lahan pasir pantai 1.060.000 hektar sedangkan di Provinsi DIY memiliki lahan pasir pantai seluas 3.300 hektar atau setara dengan 4 % luas wilayah, terbentang sepanjang 110 km di pantai selatan lautan Indonesia (Yuwono, 2009).

## **B. Perumusan Masalah**

Dengan demikian rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah dosis campuran arang aktif serbuk kayu jati sebagai pupuk pelepas lambat dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit.
2. Berapakah dosis campuran arang aktif serbuk kayu jati sebagai pupuk pelepas lambat yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit.

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh dosis campuran arang aktif serbuk kayu jati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit.
2. Mendapatkan dan menetapkan dosis campuran arang aktif serbuk kayu jati yang tepat sebagai pupuk pelepas lambat pada tanaman cabai rawit.

## **II. TATA CARA PENELITIAN**

### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di lahan Percobaan dan Laboratorium penelitian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa (Pusat Studi Ilmu Teknik) Universitas Gajah Mada. Waktu penelitian berlangsung pada bulan November 2015 hingga April 2016.

### **B. Bahan dan alat penelitian**

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk gergaji kayu jati, Cabai rawit varietas F-1 (Kencana), Urea, SP-36, KCl, pupuk kandang ayam, polibag, pasir pantai (dari pantai Goa Cemara), timbangan elektrik, *retort*, *mesh* 80 & 100, NaOH 3 % dan Aquades.

### **C. Metode penelitian**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal. Penelitian terdiri atas 6 perlakuan diulang 3 kali. Jumlah tanaman/ulangan adalah 3, sehingga total keseluruhan unit penelitian adalah 54 unit percobaan (lampiran 1). Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut  
P1 = Kontrol ( tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl)  
P2 = 200 kg/h AA + Urea, SP-36 dan KCl  
P3 = 225 kg/h AA + Urea, SP-36 dan KCl  
P4 = 250 kg/h AA + Urea, SP-36 dan KCl

P5 = 275 kg/h AA + Urea, SP-36 dan KCl

P6 = 300 kg/h AA + Urea, SP-36 dan KCl

#### D. Cara penelitian

##### 1. Proses pembuatan arang aktif

###### a. Preparasi Sampel

Limbah serbuk gergaji kayu jati didapatkan dari industri *meuble* di daerah Bangunjiwo, Kasihan, Bantul. Serbuk gergaji kayu jati kemudian dibersihkan atau dipilah dari kotoran maupun sampah kemudian dikering anginkan.

###### b. Karbonasi/Pirolisis

Serbuk gergaji kayu jati tersebut kemudian dilakukan pengarangan atau karbonasi dengan menggunakan dapur pembakaran (*retort*). Pembakaran didalam retort dilakukan dengan temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam.

###### c. Pengayakan Arang

Dalam proses pengayakan arang menggunakan ayakan 80 mesh dan 100 mesh. Pengayakan dilakukan dengan cara paralel atau bersusun. Arang yang diambil dalam penelitian ini adalah arang yang lolos 80 mesh dan tertahan mesh 100.

###### d. Aktivasi

###### 1) Aktivasi kimia

Aktivasi kimia arang hasil karbonasi menggunakan larutan NaOH 3 % kemudian direndam selama 24 jam, kemudian arang tersebut dicuci/dibilas dengan menggunakan aquadest. pH yang terbentuk adalah 8,2. Pengukuran derajat keasaman menggunakan kertas lakmus dan pH meter. Kemudian arang hasil perendaman tersebut dikeringkan anginkan terlebih dahulu kemudian di oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  hingga kering.

###### 2) Aktivasi fisika

Proses aktivasi selanjutnya dengan memanaskan arang dengan menggunakan *retort* dengan suhu  $560^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam. Aktifasi fisika dilakukan dua kali dengan waktu dan suhu yang sama.

##### 2. Proses Pembuatan Granul (Granulasi)

Proses pembuatan granulasi pada arang aktif adalah sebagai berikut :

a. Setelah bahan urea, SP-36, KCl dan perekat (50%) sudah dihaluskan kemudian dicampurkan dengan arang aktif sesuai perlakuan.

b. Bahan campuran tersebut di letakan di atas tampah kemudian di putar-putar hingga membentuk granul serta ditambahkan air secukupnya dengan menggunakan sprayer kecil.

- c. Setelah granul terbentuk maka granul di kering anginkan terlebih dahulu kemudian dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari selama 3 jam (siang hari)
- d. Granul arang aktif siap diaplikasikan

**E. Parameter yang diamati**

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah Tinggi tanaman, Jumlah daun, Jumlah cabang, Jumlah buah, Berat buah , Berat segar, Berat kering, Luas daun, Nisbah tajuk/akar.

**F. Analisis Data**

Data diolah dengan software SAS (*Statistical Analisis System*). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam/ANOVA (*Analysis of Varian*). Jika hasilnya menunjukkan signifikansi pada taraf  $\alpha = 0,05$ , maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji perbandingan berganda Duncan (*DMRT, Duncan Multiple Range Test*) pada taraf  $\alpha = 0,05$  untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata.

**III.HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data yang dibahas dalam penelitian ini merupakan hasil uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) yaitu pada umur 12 MST dikarenakan umur tersebut dapat memberikan analisis cenderung lebih mendalam karena pada semua umur tanaman memberikan pengaruh yang tidak nyata pada seluruh parameter yang diamati.

**A. Tinggi tanaman**

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman cabai rawit. Hasil sidik ragam rerata tinggi tanaman disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman cabai rawit pada umur 12 MST (Minggu Setelah Tanam)

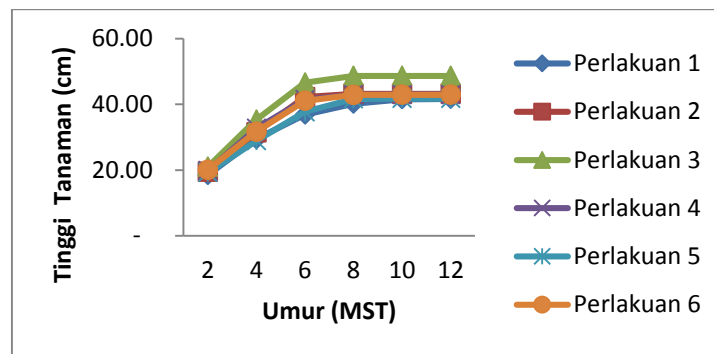
| Perlakuan  | Tinggi tanaman (cm) |
|--|---------------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 41,667 a            |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 43,223 a            |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 48,667 a            |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 43,000 a            |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 41,777 a            |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 42,947 a            |

Keterangan: angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 4. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata tinggi tanaman. Berdasarkan penelitian Hoeung *et al.*, (2011), melaporkan bahwa ukuran granul 3 - 4 mm, ukuran 60 *mesh* campuran antara pupuk dan zeolit, persentase penambahan tanah liat dalam proses granulasi sebesar 7,5 %, dan persentasi penambahan *starch* dalam larutan perekat sebesar 3 % menunjukkan hasil yang terbaik untuk tingkat kekasaran butiran, aspek ekonomi dan menunjukkan pelepasan nutrisi lambat. Secara proporsional dapat dikatakan bahwa waktu pelepasan nutrisi yang diperoleh dari percobaan dan simulasi program, setidaknya untuk tiga bulan sangat cukup untuk tanaman, khususnya untuk padi.

Dalam penelitian ini diduga bahwa ukuran arang aktif tidak berkisar pada *mesh* 60 seperti yang dipaparkan pada penelitian tersebut. Akan tetapi arang aktif berkisar *mesh* 80 yang belum sesuai untuk dijadikan granul arang aktif dalam penelitian ini. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Sudarja dan Novi (2012) bahwa kualitas arang aktif *mesh* 80 tidak memiliki persyaratan. Oleh karena itu, pertambahan tinggi tanaman pada perlakuan P3 (225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) cenderung lebih tinggi, dikarenakan penyerapan unsur hara diduga lebih efektif dibanding perlakuan lainnya.

Pelepasan unsur hara N, P, K yang terkandung dalam pupuk granul dalam penelitian ini diasumsikan menjadi terhambat atau kemungkinan terjadi ketidakrekatan bahan yang mengakibatkan pupuk granul menjadi pecah/hancur. Dalam penelitian ini aplikasi pupuk granul arang aktif ketika diberikan penyiraman air pada media tumbuh tanaman cabai rawit granul arang aktif menjadi pecah. Hal tersebut akan menyebabkan unsur hara yang terkandung dalam granul arang aktif lolos ke dalam tanah. Berhubung tanahnya adalah tanah pasir menyebabkan cepatnya unsur hara yang lolos yang mengakibatkan akar tanaman sulit untuk menjangkau unsur hara tersebut, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman menjadi tidak maksimal.



Gambar 1. Pengaruh aplikasi arang aktif serbuk gergaji kayu jati terhadap pupuk N, P, K pada tinggi tanaman cabai rawit

Keterangan grafik:

P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl)

P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan bahwa perlakuan P3 (225 kg/ha + urea, SP-36 dan KCl) memberikan pertumbuhan tinggi tanaman cenderung lebih tinggi pada umur 6, 8, 10, dan 12 MST dibandingkan perlakuan P1 (Kontrol / tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P2 (200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P4 (250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P5 (275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) dan P6 (300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl). Pada perlakuan dosis arang aktif di atas 225 kg/ha yaitu pada perlakuan P4 (250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P5 (275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) dan P6 (300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) diduga mengakibatkan unsur hara yang diikat sangat tinggi sehingga proses pelepasan lambat unsur hara semakin rendah sedangkan dosis arang aktif dibawah 225 kg/ha yaitu perlakuan P1 dan P2 mengakibatkan tingginya pelepasan unsur hara ke tanah pasir pantai sehingga sulit terserap akar tanaman. Oleh karena itu, tinggi tanaman pada perlakuan P3 ini cenderung lebih tinggi karena penyerapan unsur hara diduga cenderung lebih efektif dibanding perlakuan lainnya.

## B. Jumlah daun

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata pada umur 12 MST. Hasil sidik ragam rerata jumlah daun disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 2. Rerata jumlah daun tanaman cabai rawit pada umur 12 MST

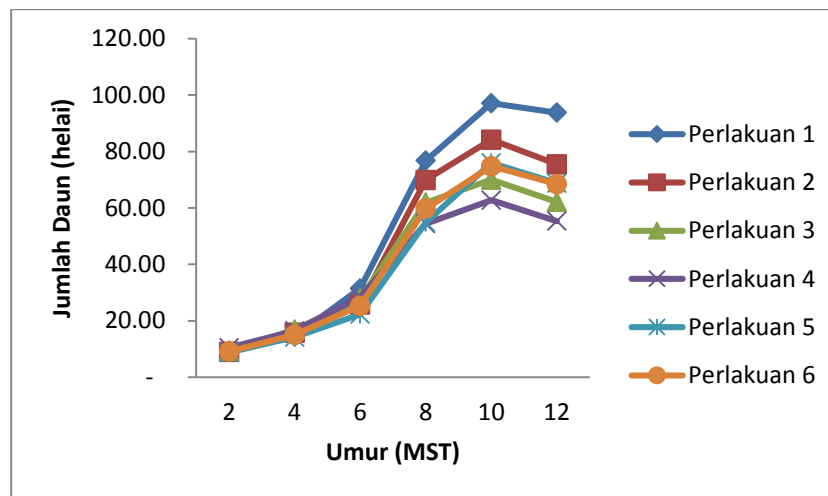
| Perlakuan  | Jumlah daun (helai) |
|--|---------------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 93,78 a             |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 75,45 a             |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 62,11 a             |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 55,33 a             |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 68,78 a             |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 68,44 a             |

Keterangan: angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Pada penelitian ini diduga bahwa hormon stokinin pada tanaman pada perlakuan P1 lebih responsif sehingga cenderung lebih efektif dibanding dengan perlakuan yang lainnya yaitu P2 (200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P3 (225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P4 (250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl), P5 (275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) dan P6 (300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) karena hormon sitokinin bertanggung jawab atas pertumbuhan bakal tunas, jumlah tunas hingga adanya jumlah daun. Berdasarkan pernyataan Sumardi (1996), menyatakan bahwa auksin dan sitokinin bekerja bersama-sama dalam menciptakan kondisi optimum untuk pertumbuhan tanaman dan mendorong pembentukan tunas maupun akar.

Manfaat dari hormon sitokinin ini diantaranya adalah untuk mempercepat pertumbuhan tunas, mempercepat penambahan jumlah daun, memperbanyak anakan, dan menghambat penuaan organ tanaman. Wetherell (1982) menyatakan bahwa sitokinin mempunyai peran yang penting untuk propagasi secara *in vitro*, yaitu mendorong pembelahan sel dalam jaringan eksplan dan mendorong pertumbuhan tunas. Wareing dan Phillips (1970) mengemukakan bahwa sitokinin merangsang pembelahan sel tanaman dan berintraksi dengan auksin dalam menentukan arah diferensiasi sel.





Gambar 2. Pengaruh aplikasi arang aktif serbuk gergaji kayu jati terhadap pupuk N, P, K pada jumlah daun tanaman cabai rawit

Keterangan grafik:

P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl)

P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

Berdasarkan Gambar 6. menunjukkan bahwa perlakuan P1 memiliki jumlah daun yang cenderung banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada minggu ke 10 MST dan 12 MST. Hal ini dikarenakan tanaman lebih responsif terhadap unsur hara urea, SP-36 dan KCl yang diberikan 3 kali dalam masa pertumbuhannya jika dibandingkan dengan perlakuan dosis arang aktif. Pada perlakuan kontrol meskipun tidak ada bahan yang mengikat akan tetapi dengan pemberian pupuk dengan selang waktu 2 minggu sekali selama 3 kali menyebabkan pertumbuhan jumlah daun yang cenderung banyak.

### C. Luas daun

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap luas daun tanaman cabai rawit. Hasil sidi ragam rerata luas daun disajikan dalam Tabel 6.

Table 3. Rerata luas daun pada tanaman cabai rawit pada umur 12 MST

| Perlakuan  | Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) |
|--|------------------------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 132,11 a                     |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 184,72 a                     |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 170,67 a                     |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 149,50 a                     |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 160,89 a                     |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 175,33 a                     |

Keterangan: angka yang dikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 6. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata luas daun. Hal ini diduga bahwa terdapat zat pengotor selama proses pencucian arang aktif. Pada suhu tinggi bahan pengaktif akan masuk di antara sela - sela lapisan heksagonal dan selanjutnya membuka permukaan arang aktif yang tertutup. Pemakaian bahan kimia sebagai bahan pengaktif sering mengakibatkan pengotoran pada arang aktif yang dihasilkan. Umumnya aktivator meninggalkan sisa - sisa berupa oksida yang tidak larut dalam air pada waktu pencucian. Oleh karena itu, dalam beberapa proses sering dilakukan pelarutan dengan HCl untuk mengikat kembali sisa-sisa bahan kimia yang menempel pada permukaan arang aktif dan kandungan abu yang terdapat dalam arang aktif (Lempang dan Tikupadang, 2013).

Dalam hal ini ada kemungkinan daya serap arang aktif dalam mengikat unsur hara menjadi berkurang. Hal ini akan berpengaruh pada pertumbuhan jumlah daun dimana unsur hara utama pembentuk daun adalah dari sumber N yaitu urea menjadi terlepas atau *leaching* kedalam tanah pasir pantai. Arang aktif diduga kurang mampu mengikat unsur hara N, P, K sehingga menyebabkan pertumbuhan luas daun menjadi berkurang.

Yosida (1981) menyatakan bahwa diperlukan luas daun yang tinggi untuk menangkap radiasi matahari. Cahaya merupakan faktor esensial pertumbuhan dan perkembangan tanaman selain itu cahaya juga merangsang peranan penting dalam proses fisiologi tanaman, terutama fotosintesis, respirasi dan transpirasi. Fotosintesis tanaman ditentukan oleh radiasi matahari yang datang, laju fotosintesis per unit luas daun, indeks luas daun dan sudut daun.

#### D. Jumlah cabang

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter jumlah cabang tanaman cabai rawit. Hasil sidik ragam rerata jumlah cabang disajikan dalam Tabel 7.

Table 4. Rerata jumlah cabang cabai rawit pada umur 12 MST

| Perlakuan  | Jumlah cabang |
|--|---------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 79,000 a      |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 56,225 a      |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 58,780 a      |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 53,780 a      |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 49,830 a      |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 59,945 a      |

Keterangan: angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Keterangan grafik:

P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl)

P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

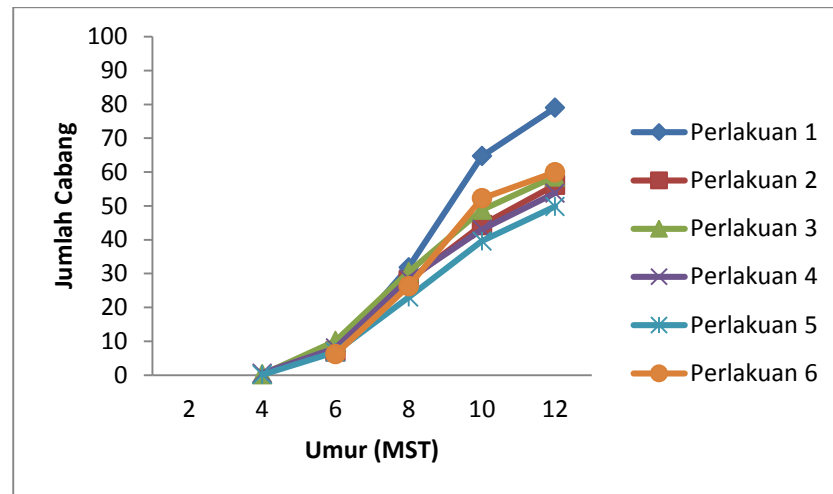
P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 7. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata jumlah cabang. Unsur yang berperan dalam pertumbuhan cabang adalah unsur fosfor. Unsur fosfor diserap oleh tanaman dalam bentuk  $PO_4^-$  diduga arang aktif dengan atom karbon C mengikat  $PO_4^-$  diikat secara lemah sehingga unsur fosfor kurang tersedia pada tanaman dan mempengaruhi pertumbuhan cabang.

Berdasarkan pernyataan Sarwono Hardjowigeno (1992) yang menyatakan bahwa kekurangan unsur hara fosfor dapat mengakibatkan gangguan pada metabolisme dan perkembangan tanaman, diantaranya menghambat pertumbuhan, kekurangan unsur hara fosfor pada tanaman dapat dicirikan dengan pertumbuhan terhambat seperti tidak bertambahnya jumlah cabang.



Gambar 3. Pengaruh aplikasi arang aktif serbuk gergaji kayu jati terhadap pupuk N, P, K pada jumlah cabang tanaman cabe rawit

Keterangan grafik:

P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl)

P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

Berdasarkan Gambar 7. menunjukkan bahwa perlakuan P1 kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) memiliki jumlah cabang yang cenderung lebih banyak dari pada perlakuan lainnya pada minggu ke 10 dan 12. Dalam hal ini pupuk N, P, K yang diikat oleh arang aktif dilepaskan secara lambat sehingga tanaman sukar untuk mendapatkan unsur hara. Pada perlakuan kontrol tidak ada unsur hara yang diikat sehingga tanaman akan dengan mudah menyerap unsur hara yang terkandung dalam pupuk. Unsur hara tersebut kemudian dibawa oleh akar dan disalurkan keseluruh jaringan tumbuh - tumbuhan termasuk pertumbuhan cabang tanaman.

### E. Jumlah buah

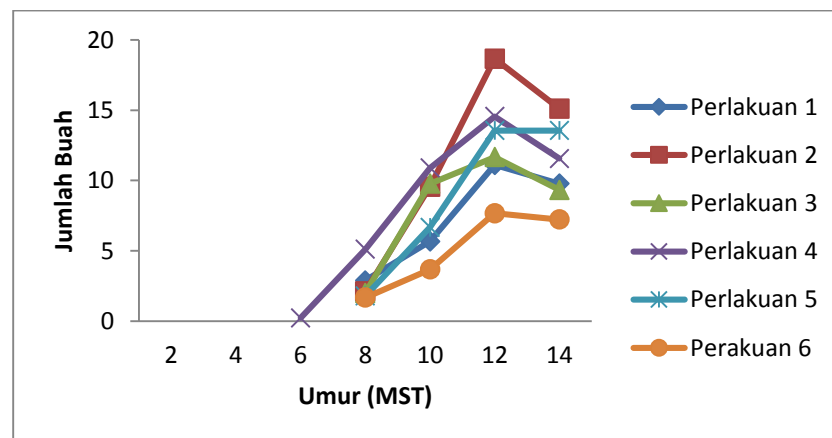
Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah buah. Hasil sidik ragam pada rerata jumlah buah disajikan dalam Tabel 8.

Table 5. Rerata Jumlah buah cabai rawit per tanaman pada 12 MST

| Perlakuan  | Jumlah buah |
|--|-------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 30,28 a     |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 45,44 a     |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 32,78 a     |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 42,33 a     |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 35,56 a     |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 20,78 a     |

Keterangan: angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 8. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata jumlah buah. Hal ini diduga bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi selama proses pelepasan unsur hara kedalam tanah seperti *coating* (bahan perekat). Pada tanah, kondisi tanah menjadi cepat panas dibandingkan pada tanah lainnya. Hal tersebut dapat mempengaruhi lepasnya unsur hara oleh arang aktif. Berdasarkan pada pernyataan Shaviv A. and Mikkelsen, R.L. (1993), menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pelepasan hara dari urea sulfur berlapis dan dikemas pupuk mineral, seperti jenis *coating*, agen *coating*/proses pelapisan (Proses polimerisasi *coating*), ketebalan lapisan, agen pelarut dan lainnya



Gambar 4. Pengaruh aplikasi arang aktif serbuk gergaji kayu jati terhadap pupuk N, P, K pada jumlah buah

Keterangan grafik (Gambar 8.):

P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl)

P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl

Berdasarkan Gambar 8. menunjukkan bahwa perlakuan P2 (200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) memiliki jumlah buah yang cenderung lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada 12 MST dan 14 MST. Hal ini diduga bahwa P2 (200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) dapat memberikan unsur hara yang siap untuk digunakan berupa fosfor dan tidak mengalami defisiensi unsur hara sehingga jumlah buahnya cenderung lebih tinggi. Hal tersebut berkaitan dengan beberapa faktor yang mempengaruhi bakal buah yaitu fosfor dan unsur hara lainnya. Menurut Gardner (1991) kegagalan pembentukan buah dapat disebabkan oleh gugur bunga dan bakal buah karena adanya defisiensi unsur hara sehingga mempengaruhi bunga dan buah. Persentase bunga gugur yang tinggi mengakibatkan buah yang terbentuk sedikit. Sedangkan menurut pernyataan Allen dan Mallarino (2006) menjelaskan bahwa unsur fosfor merupakan salah satu unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan dan hasil, apabila kebutuhan fosfor telah terpenuhi maka tanaman akan menghasilkan buah yang banyak.

## F. Berat Buah

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat buah pada tanaman cabai rawit. Hasil sidik ragam rerata berat buah disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 6. Rerata Berat buah cabai rawit per tanaman pada 12 MST

| Perlakuan  | Berat buah (gram) |
|--|-------------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 19,607 a          |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 32,707 a          |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 24,847 a          |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 26,910 a          |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 24,773 a          |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 15,293 a          |

Keterangan: angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 9. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata berat buah. Hal ini diduga yang menyebabkan adalah faktor tanah termasuk jenis tanah, konten humus, keasaman, aktivitas mikroba, suhu, dan kelembaban tanah (irigasi). Penelitian ini menggunakan tanah berupa pasir pantai (Shaviv and Mikkelsen, 1993). Unsur hara yang diikat oleh arang aktif diduga dilepaskan secara cepat. Jika hal ini terjadi maka unsur hara akan cepat lolos kedalam tanah dan sedikit sekali yang diserap oleh tanaman sehingga akan menyebabkan pertumbuhan berat buah menjadi tidak maksimal.

Berdasarkan Afandie dan Nasih (2002) bahwa unsur kalium dibutuhkan tanaman untuk membentuk dan mengangkut karbohidrat, membuat biji tanaman menjadi lebih berisi dan padat, meningkatkan kualitas buah serta meningkatkan kadar karbohidrat dan gula dalam buah. Hal tersebut di perkuat dengan pendapat Leiwakabessy dan Sutandi (2004) bahwa kalium juga merupakan unsur logam yang paling banyak terdapat dalam cairan sel, yang dapat mengatur keseimbangan garam - garam dalam sel tanaman sehingga memungkinkan pergerakan air ke dalam akar. Tanaman yang kekurangan unsur K akan kurang tahan terhadap kekeringan, lebih peka terhadap penyakit, dan kualitas produksi berkurang.

Pada penelitian ini, serangan hama ditunjukkan dengan kenampakan daun yang keriting. Berdasarkan pernyataan Suharno (2006), bahwa serangan hama akan berpengaruh terhadap hasil dimana yang serangannya tinggi akan menurunkan hasil baik secara kuantitas maupun kualitas. Menurut Semangun (2000) salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas tanaman cabai adalah infeksi oleh virus. Jenis virus yang dilaporkan dapat menginfeksi tanaman cabai di Indonesia, diantaranya adalah *cucumber mosaic virus* (CMV), *chilli veinal mottle virus* (ChiVMV), *tobacco mosaic virus* (TMV), *tomato mosaic virus* (ToMV), *tobacco etch virus* (TEV), *pepper mottle virus* (PeMV), *tomato spotted wilt virus* (TSWV), dan *potato virus Y* (PVY). Selain itu diduga hama kutu daun *Aphis* dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman cabai

### **G. Berat Segar tanaman**

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat segar tanaman cabai rawit. Hasil sidik ragam rerata berat segar tanaman disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 7. Rerata berat segar tanaman pada 12 MST

| Perlakuan  | Berat Segar (gram) |
|--|--------------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 72,59 a            |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 63,82 a            |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 68,97 a            |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 61,83 a            |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 57,86 a            |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 66,99 a            |

Keterangan : angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 10. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata berat segar. Hal ini diduga dalam proses pembuatan granulat arang aktif dalam penelitian ini belum tepat. Berdasarkan pada penelitian Sri Wahyuni (2014), menyatakan bahwa perlakuan arang aktif berlapis urea menunjukkan beda nyata pada gabah kering panen, kadar air panen, berat 1000 butir dan biomassa. Proses pembuatan urea berlapis arang aktif tersebut adalah arang aktif dengan kombinasi 80:20 (berat/berat) untuk urea dan arang aktif dengan perekat molase 2%. Artinya 80 % urea ditambahkan arang aktif 20 % dan ditambah perekat molase 2 % sebanyak 50 ml dengan cara suspensi/penyemprotan berkabut untuk setiap 1 kg urea berlapis arang aktif.

Teknik pelapisan urea dilakukan dengan cara memasukkan urea 80% dalam pan granulator dan ditambah arang aktif sedikit demi sedikit lalu disemprot dengan molase 2% (12,5 ml) secara berkabut, selanjutnya ditambahkan arang aktif lagi sebelum disemprot lagi dengan molase 2%. Pelapisan dilakukan sebanyak 4 kali. Setelah penyemprotan/pelapisan selesai, urea berlapis arang aktif tersebut dikeringanginkan. Dengan teknik tersebut maka unsur hara yang dilapisi oleh arang aktif dapat melepas lambat pupuk dengan baik. Diduga cara pembuatan yang berbeda dengan penelitian ini menyebabkan arang aktif tidak menampilkan slow release sehingga pertumbuhan berat segar tanaman menjadi belum maksimal.

Berdasarkan pada penelitian Lempang dan Tikupadang (2013), menyatakan bahwa diameter pori pada permukaan arang aktif arang aktif tempurung kemiri hasil analisis SEM termasuk ke dalam struktur mikro pori (< 5  $\mu\text{m}$ ) yang lebih dominan, sampai meso pori (5-25  $\mu\text{m}$ ) dengan diameter 0,2-11,3  $\mu\text{m}$  menunjukkan beda nyata pada tinggi tanaman, diameter batang dan bobot biomassa. Penambahan arang aktif yang terbaik pada media tumbuh semai melina adalah dengan kadar 15%, dimana dengan kadar tersebut dapat



meningkatkan pertumbuhan tinggi 8,20%, diameter batang 45,95% dan bobot biomassa 58,82%.

### H. Berat Kering tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat kering tanaman cabai rawit. Hasil sidik ragam rerata berat kering tanaman disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 8. Rerata Berat kering tanaman pada 12 MST

| Perlakuan  | Berat kering (gram) |
|--|---------------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 11,953 a            |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 11,050 a            |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 11,723 a            |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 10,340 a            |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 10,340 a            |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 11,233 a            |

Keterangan : angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 11. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata berat kering tanaman. Hal ini diduga arang aktif melalui bentuk partikel - partikelnya merupakan penyusun sebagian ruang pori media tumbuh yang tidak saja berfungsi sebagai gudang udara dan air, tetapi juga sebagai ruang untuk akar mendapatkan unsure hara. Makin sedikit ruang pori tanah akan makin tidak berkembang sistem perakaran (Hanafiah, 2007).

Pertumbuhan suatu tanaman tidak hanya tergantung pada kapasitas tanah untuk membebaskan haranya tetapi juga tergantung pada kapasitas sistem perakaran untuk menyerap hara-hara tersebut secara efisien (Rao, 2007). Akar halus dan muda, terutama pada zona rambut akar merupakan bagian yang paling efektif dalam fungsi pengambila hara. Peningkatan berat kering tanaman menunjukkan bahwa tanaman mengalami pertumbuhan dan perkembangan semakin meningkat. Peningkatan berat kering tanaman merupakan indikator pertumbuhan dan perkembangan tanaman fotosintat yang lebih besar akan memungkinkan membentuk organ tanaman yang lebih besar kemudian menghasilkan produksi berat kering yang semakin besar (Sitompul dan Guritno 1995)

Pada perlakuan P1 cenderung lebih berat dibandingkan dengan perlakuan lainnya hal ini sesuai dengan hasil pengamatan parameter jumlah daun pada P1 (Gambar 6.) menunjukkan bahwa jumlah daun cenderung lebih banyak hal ini berkaitan dengan berat kering merupakan parameter yang diukur untuk menunjukkan hasil fotosintesis suatu tanaman yang disebut fotosintat jika jumlah daunnya lebih banyak diasumsikan bahwa hasil fotosintatnya cenderung lebih tinggi.

### I. Nisbah Tajuk/Akar

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dosis arang aktif serbuk gergaji kayu jati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nisbah tajuk akar tanaman cabai rawit. Hasil sidik ragam rerata nisbah tajuk/akar disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 9. Rerata nisbah/tajuk akar pada 12 MST

| Perlakuan  | Nisbah tajuk akar |
|--|-------------------|
| P1 = Kontrol (tanpa arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl) | 2,9833 a          |
| P2 = 200 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 2,6567 a          |
| P3 = 225 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 2,5233 a          |
| P4 = 250 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 2,1700 a          |
| P5 = 275 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 2,4100 a          |
| P6 = 300 kg/ha arang aktif + Urea, SP-36 dan KCl       | 2,2833 a          |

Keterangan: angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada tiap kolom yang sama, menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan sidik ragam pada taraf 5 %

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 12. menunjukkan bahwa berbagai perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil pengamatan rerata nisbah tajuk/akar. Hal tersebut diduga unsur hara terutama nitrogen tidak terserap dengan baik sehingga biomasnya berkurang. Sejalan dengan pernyataan Intan (2007) proses pertumbuhan tajuk dan akar merupakan proses yang saling berkaitan satu sama lain. Apabila terjadi gangguan pada salah satunya maka akan menyebabkan gangguan pada bagian lainnya. Misalnya pada kondisi kekurangan air dan nitrogen, pertumbuhan tajuk lebih mengalami hambatan daripada bagian akar. Hal ini disebabkan akar bertugas lebih banyak untuk mencari air dan sumber N dari dalam tanah untuk didistribusikan ke bagian tajuk.

#### IV. KESIMPULAN

##### A. Kesimpulan

1. Aplikasi arang aktif serbuk gergaji kayu jati sebagai pupuk pelepas lambat memberikan pengaruh yang sama jika dibandingkan aplikasi tanpa arang aktif terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, jumlah buah, berat buah, berat segar, berat kering, luas daun dan nisbah tajuk/akar.
2. Aplikasi arang aktif serbuk gergaji kayu jati sebagai pupuk pelepas lambat pada dosis 200 kg/ha, 225 kg/ha, 250 kg/ha, 275 kg/ha dan 300 kg/ha belum memberikan *slow release fertilizer* pada tanaman cabai rawit.

##### B. Saran

1. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengamatan tanaman dengan umur yang lebih lama agar *slow release fertlzer* dapat terlihat.
2. Sebaiknya perlu dilakukan analisis tentang kualitas arang aktif yang digunakan
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perekat yang sesuai untuk digunakan dalam pembuatan granul arang aktif dan adanya pengunarang aktif *Pan granulator* agar granul yang terbentuk lebih padat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afandie, R dan Nasih, W. Y. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Yogyakarta. 224 halaman.
- BPS.2015. Produksi Sayuran Indonesia, 2010-2014.<http://www.bps.go.id/brs/view/id/1168>. Diakses pada tanggal 14 Desember 2015.
- Gardner, F.P, R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plant (Fisiologi Tanaman Budidaya, alih bahasa D.H. Goenadi)*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plant. Alih bahasa*. Susilo, H. 1991. UI Press. Jakarta. 455 Hlm.
- Gusmailina, G. Pari. 2002. *Pengaruh Pemberian Arang Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (Capsicum annum)*. Buletin Penelitian Hasil Hutan 20 (3),217-229.
- Hanafiah, K.A, 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada.
- Hoeung, P., Y. Bindar, dan S.P. Senda. 2011. Development of Granular Urea-Zeolite Slow Release Fertilizer Using Inclined Pan Granular. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* Vol. 10 No. 2 Agustus 2011 hal 102-111.

- Intan R.D.A., Santi R., dan Mira A. 2007. *Pengaruh Kombinasi Pupuk P dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Teh Belum Menghasilkan Klon Gambung 7*. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran. Bandung
- Kasmudjo. 2010. *Teknik Jitu Memilih Kayu untuk Aneka Penggunaan arang aktif*. Yogyakarta. Cakrawala Media.
- Kertonegoro, B. J. 2003. *Pengembangan Budidaya tanaman sayuran dan hortikultura pada lahan pasir pantai*. Sebuah model spesifik dari daerah istimewa Yogyakarta. Agr - UMY. XI(2):67-75.
- Lempang, M. dan H. Tikupadang. 2013. Aplikasi Arang aktif Tempurung Kemiri Sebagai Komponen Media Tumbuh Semai Melina. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea 2 (2): 121-137*. Balai Penelitian Kehutanan Makassar, Makassar.
- Meilita, T. S. dan Tuti, S. S. 2003. *Arang aktif (Pengenal dan Proses Pembuatannya)*, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ramadhani, K. A dan Widyaiswara, M. 2014. *Pupuk Lepas Lambat (Slow release Fertilizer)*. <http://bbppbinuang.info/news51-pupuk-lepas-lambat-slow-release-fertilizer.html>. Diakses pada tanggal 30 Juli 2015.
- Rao, S. 1994. *Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Shaviv A. and Mikkelsen, R. L. 1993. *Controlled-Release Fertilizers To Increase Efficiency Of Nutrient Use And Minimize Environmental Degradation – A review*. Fertilizer Research 35, 1-12.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit - Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 850 Hlm
- Sitompul, S. M dan Guritno, B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sudarja dan Novi C. 2012. Kaji Eksperimental Efektifitas Penyerapan Limbah Cair Industri Batik Taman Sari Yogyakarta Menggunakan Arang Aktif Mesh 80 Dan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati. *Jurnal semesta teknika*. Vol. 14, No. 50-58, Me 2012.
- Sumardi. 1996. *Penggunaan arang aktif pada beberapa komposisi NAA dan BAP dalam kultur durian (Durio zibethinus Murr.) secara in vitro*. Tesis S2. Program Pascasarjana Universitas Andalas. Padang 76 hal.

- Sri Wahyuni. 2014. *Efektivitas Pelapisan Urea dengan Arang aktif yang Diperkaya Mikroba Indegenus Terhadap Penurunan Residu Heksaklorobenzen dan Endrin*. Thesis. Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Tjahjadi, Nur. 1991. *Bertanam Cabai*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Wardono, Ali. 2006. *Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectona Grandis) Sebagai Campuran Bahan Pengisi Pada Pembuatan Bata Beton Pejal*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Wareing, P. F. and I.D.J. Phillips. 1981. *The Control of Growth and Differentiation in Plants*. Pergamon Press. Oxford. New York. Toronto. Sydney. Paris. pp 1-146.
- Wetherell, D.F. 1982. Pengantar Propagasi Tanaman secara In Vitro. diterjemahkan oleh Koensoemardiyah. Wayne New Jersey. Avery Publishing Group Inc.
- Weil, R.R., K.R. Islam, M.A. Stine, J.B. Gruver, S.E. Susan-Liebeg. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture* 18(1), 3-17.
- Yuwono, N., W., 2009. Membangun Kesuburan tanah di lahan marginal. *Jurnal ilmu tanah dan lingkungan* vol.9 No. 2 (2009) p: 137-141
- Yoshida, S., 1981, *Fundamentals of rice crop science*. International Rice Research Institute. Los Banos, Phili ppines.