

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Cabai Rawit

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) termasuk kedalam golongan tanaman semusim atau tanaman berumur pendek yang tumbuh sebagai perdu atau semak dengan tinggi tanam dapat mencapai 1,5 meter. Klasifikasi tanaman cabai rawit yaitu sebagai berikut :



Divisi : *spermatophyte*
Subdivisi : *angiospermae*
Kelas : *dicotyledoneae*
Ordo : *corolliforea*
Famili : *solanaceae*
Genus : *capsicum*
Spesies : *Capsicum frutescens* L.

(Santoso, 2015)

Gambar 1. Struktur anatomi cabai rawit

Menurut Harpenas (2010), menyatakan bahwa cabai rawit merupakan tanaman semusim yang berbentuk perdu dengan perakaran akar tunggang. Sistem perakaran tanaman cabai menyebar, panjangnya berkisar 25 cm - 35 cm. Akar berfungsi untuk menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Menurut Tjahjadi (1991), menyatakan bahwa akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berfungsi sebagai

penegak pohon yang memiliki kedalaman \pm 200 cm serta berwarna coklat. Dari akar tunggang tumbuh akar - akar cabang, akar cabang tumbuh horizontal di dalam tanah, dari akar cabang tumbuh akar serabut yang berbentuk kecil dan membentuk biomassa yang rapat.

Menurut Hewindati, dkk., (2006), melaporkan bahwa batang tanaman cabai rawit memiliki struktur yang keras dan berkayu, berwarna hijau gelap, berbentuk bulat, halus, dan bercabang banyak. Percabangan terbentuk setelah batang tanaman mencapai ketinggian berkisar 30 cm - 45 cm. Cabang tanaman beruas - ruas, setiap ruas ditumbuhi daun dan tunas/cabang. Batang utama dari tanaman cabai rawit berkisar antara 20 cm - 28 cm dan diameter batang antara 1,5 cm - 2,5 cm. Percabangan batang berwarna hijau dengan panjang mencapai 5 cm - 7 cm serta diameter batang cabang dikotonom sekitar 0,5 cm - 1 cm. Bentuk percabangan menggarpu dengan posisi daun berselang - seling, daun berbentuk hati, lonjong atau agak bulat telur.

Menurut Hewindati (2006), menyatakan bahwa permukaan daun cabai berbentuk memanjang oval dengan ujung meruncing/*oblongus acutus*, tulang daun berbentuk menyirip dilengkapi urat daun. Pada permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Panjang daun berkisar antara 9 cm - 15 cm dengan lebar 3,5 cm - 5 cm. Selain itu daun cabai rawit merupakan daun tunggal, bertangkai dengan panjang 0,5 cm - 2,5 cm, letak tersebar. Pada helai daun berbentuk bulat telur sampai elips, ujung runcing, pangkal runcing, tepi rata dan pertulangan daun menyirip.

Menurut Cahyono (2003), menyatakan bahwa bunga cabai rawit berbentuk seperti terompet atau bintang dengan warna bunga umumnya putih, namun ada beberapa jenis cabai yang memiliki warna bunga ungu. Buah cabai rawit berbentuk seperti kerucut memanjang dan lurus. Bunga tanaman cabai rawit berada pada ketiak daun, dengan mahkota berwarna putih. Penyerbukan bunga termasuk kedalam penyerbukan sendiri (*self pollinated crop*) atau dapat juga terjadi secara silang dengan keberhasilan sekitar 56%.

Buah cabai rawit memiliki keanekaragaman dalam hal bentuk dan ukuran. Buah cabai rawit dapat berbentuk bulat/pendek dengan ujung runcing atau berbentuk kerucut. Ukuran buah bervariasi berdasarkan pada jenisnya. Pada cabai rawit kecil mempunyai ukuran antara 2 cm - 2,5 cm dan lebar 5 mm sedangkan cabai rawit yang cenderung besar memiliki ukuran panjang mencapai 3,5 cm dan lebar mencapai 12 mm (Cahyono, 2003). Bagian ujung buah meruncing, mempunyai permukaan yang licin dan mengkilap, posisi buah menggantung pada cabang tanaman. Buah cabai rawit mempunyai bentuk dan warna yang beragam, namun setelah masak besar berwarna merah (Surahmat, 2011).

Tanaman cabai rawit dapat tumbuh di dataran rendah maupun tinggi dengan ketinggian 0 meter - 700 meter di atas permukaan laut. Daerah yang mempunyai suhu udara 16 °C pada malam hari dan minimal 23 °C pada siang hari sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman ini. Apabila suhu udara malam hari dibawah 16 °C dan siang hari diatas 32 °C, proses pembungaan dan pembuahan tanaman cabai rawit mengalami kegagalan. Kelembaban udara yang baik untuk

pertumbuhan tanaman ini yaitu 50 % - 80 % dengan curah hujan 600 mm - 1.250 mm per tahun (Cahyono, 2003).

Kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai rawit adalah lempung berpasir, karena dengan kondisi tanah tersebut dapat cepat berbuah sedangkan pada tanah liat cenderung agak lambat. Tanaman cabai rawit tumbuh baik pada tanah yang subur (kaya humus), gembur, porous, bebas dari nematoda dan bakteri layu, mempunyai pH 5,5 - 6,5 serta cukup air (Cahyono, 2003). Menurut Gultom (2006), menyatakan bahwa tanah yang paling ideal untuk tanaman cabai rawit adalah yang mengandung bahan organik sekitar 1,5 % dan memerlukan sinar matahari penuh (tidak memerlukan naungan). Keadaan tanah dan iklim adalah hal utama dalam menentukan lokasi penanaman cabai rawit (Pitojo, 2003).

Penggunaan pupuk yang tepat pada usaha tani pada tanaman cabai rawit merupakan upaya untuk meningkatkan produktivitas cabai dan dapat meningkatkan pendapatan petani (Mardikanto, 1994). Menurut Lingga dan Marsono (2003), pupuk organik dan anorganik dapat menambah unsur hara dalam tanah serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara optimal. Pupuk anorganik merupakan pupuk buatan pabrik, berbahan dasar dari mineral dan udara. Bahan dasar pupuk nitrogen adalah nitrogen dari udara sedangkan P, K, Ca, Mg dari tambang (Kasno, 2009). Pupuk tanaman cabai rawit disajikan di Tabel 1.

Tabel 1 Dosis Urea, SP-36 dan KCl pada cabai rawit

No	Jenis Pupuk	Dosis (kg/ha)
1	Urea	200
2	SP-36	150
3	KCl	150

(Cahyono, 2003)

Menurut Boer *et al.* (2001), menyatakan bahwa kesuburan tanah memegang peranan yang sangat penting untuk tanaman cabai rawit dan tidak memerlukan struktur tanah yang khusus. Tanah yang banyak mengandung bahan organik (humus dan gembur), baik dari jenis tanah liat atau tanah pasir sangat baik untuk pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk organik, misalnya pupuk kandang bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah, menyangga unsur hara dan air, sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah serta menyediakan unsur hara.

Menurut Hasibuan (2004), menyatakan bahwa bahwa kotoran ayam mengandung 55 % H₂O, 1 % N, 0,8 % P₂O₅ dan 0,04 % K₂O. Pemberian pupuk kandang dapat memberikan pengaruh yang sangat baik terhadap pertumbuhan tanaman dan kesuburan tanah, bahkan lebih baik dari pupuk kandang hewan besar. Penambahan pupuk kandang ayam yang tepat adalah 20 ton/ha (Cahyono, 2003). Selain itu, aplikasi zeolit alam sebesar 850 kg/ha dalam meningkatkan produktivitas sayuran di lahan pasir mampu meningkatkan produksi cabai dari 4,5 ton/hektar menjadi 5,84 ton/hektar (BPTP, 2011).

Jarak tanam merupakan ruang hidup tanaman atau populasi tanaman karena dengan adanya jarak tanam, tanaman dapat hidup dan berfotosintesis dengan baik. Jarak tanam yang digunakan tidak terlalu rapat, karena dapat menyebabkan tanah menjadi lembab dan dapat merangsang berkembangnya cendawan ataupun penyakit yang dapat merugikan tanaman cabai rawit. Jarak tanam yang rapat dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan cabang dan ranting tanaman. Hal ini dapat mempengaruhi produksi buah. Menurut Wiwin dkk.,

(2007) jarak tanam cabai rawit yang baik digunakan adalah 70 cm x 70 cm atau 70 cm x 60 cm.

Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) sejak tahun 1980 telah melepas enam VUB cabai yaitu Tanjung-1, Tanjung-2, Lembang-1, Ciko, Lingga, dan Kencana yang memiliki potensi hasil di atas 10 ton/ha. Pengenalan cabai varietas Kencana diharapkan mampu memenuhi pasokan cabai sepanjang tahun untuk mengatasi. Varietas Kencana mempunyai daya adaptasi yang sangat luas dapat ditanam pada berbagai ketinggian tempat, baik di dataran rendah (0 - 200 m dpl.), medium (200 - 700 m dpl.) sampai ke dataran tinggi (> 700 m dpl.) dan pada berbagai tipe lahan (sawah - tegalan) tipe tanah mulai tanah Andisol sampai dengan tanah Gambut.

Cabai rawit Varietas Kencana merupakan varietas dengan tanaman kokoh, mempunyai banyak cabang, serta tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Posisi buah tegak ke bawah. Buah muda berwarna putih kekuningan dan berubah menjadi merah setelah masak. Panjang buah 5,0 cm - 7,0 cm, diameter 1,0 cm - 1,3 cm, berat buah sekitar 2,5 gram - 4,0 gram, dan rasa buah pedas (Anonim 2013). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Endang Sujitno dan Meksy Dianawati (2015), menyampaikan bahwa produksi panen berbagai varietas unggul baru cabai rawit di lahan kering, varietas Kencana menghasilkan tinggi tanaman 116,1 cm, panjang buah 6,1 diameter buah 0,97 dan produksi buah 7,47 ton/ha. Kencana merupakan varietas unggul baru cabai rawit berwarna merah cerah ketika buah masak yang disukai oleh petani. Kencana memiliki buah yang nyata lebih panjang dibandingkan kedua varietas unggul baru lainnya.

B. Arang aktif

Arang merupakan suatu benda padat berpori yang terdiri dari 85 % - 95 % karbon dan dihasilkan dari bahan - bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan suhu tinggi. Selama proses pemanasan berlangsung, diupayakan agar tidak terjadi kebocoran udara dalam ruang pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon hanya terkarbonasi dan tidak teroksidasi (Sembiring dan Sinaga, 2003). Menurut Kinoshita (2001), menyampaikan bahwa arang adalah suatu bahan padat yang berpori yang dihasilkan melalui proses pirolisis dari bahan - bahan yang mengandung karbon.

Arang aktif adalah arang dengan konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan unsur lain serta pori dibersihkan dari senyawa lain sehingga permukaan dan pusat aktif menjadi luas dan daya serap terhadap cairan atau gas akan meningkat. Berdasarkan pada penggunaannya, arang aktif tergolong dalam produk kimia dan bukan bahan energi seperti arang atau briket arang. Teknologi arang menjadi arang aktif memberikan nilai tambah yang besar ditinjau dari pengunarang aktifn dan nilai ekonomisnya (Hendra, 2006).

Sebagian dari pori-pori arang masih tertutup dengan hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain. Proses aktivasi arang untuk menghilangkan senyawa tersebut menghasilkan produk arang aktif. Arang aktif dapat dibedakan berdasarkan sifat pada permukaan arang aktifnya. Permukaan arang aktif pada arang masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang menghambat keaktifannya sedangkan pada arang aktif permukaannya relatif telah bebas dari deposit dan

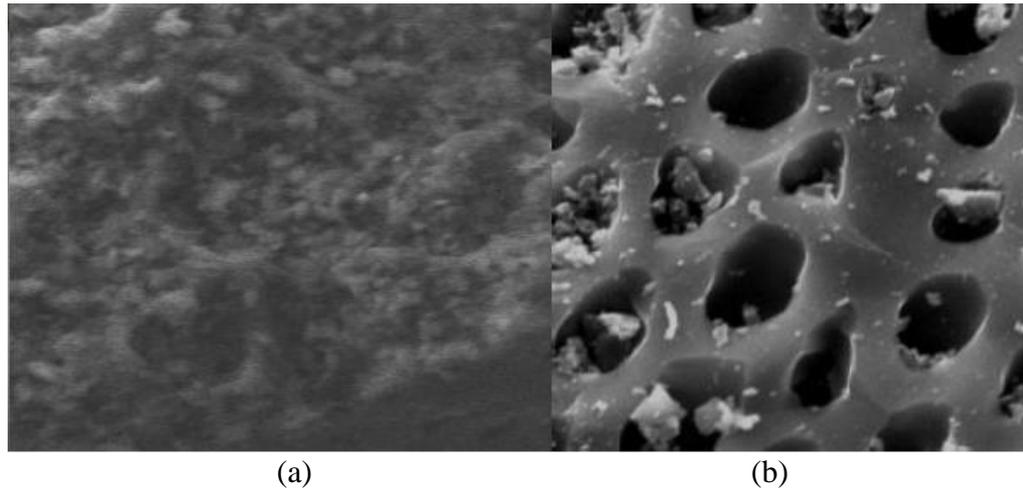
mampu mengadsorpsi karena permukaannya luas serta pori - porinya telah terbuka (Gomez-Serrano *et al.*, 2003).

Arang aktif tidak hanya mengandung atom karbon, akan tetapi juga mengandung sejumlah kecil oksigen dan hidrogen yang terikat secara kimia dalam bentuk gugus-gugus fungsi yang bervariasi, seperti gugus karbonil (CO), karboksil (COO), fenol, laktone dan beberapa gugus ester. Oksigen yang terdapat pada permukaan arang aktif, terkadang berasal dari bahan baku atau dapat juga terjadi pada proses aktivasi dengan uap (H_2O) atau udara. Keadaan tersebut biasanya menyebabkan arang mengandung komponen mineral. Komponen ini menjadi lebih pekat selama proses aktivasi arang. Selain itu, bahan kimia yang digunakan pada proses aktivasi sering kali menyebabkan perubahan sifat kimia arang yang dihasilkan.

Berdasarkan sifat fisika, arang aktif mempunyai beberapa karakteristik, antara lain berupa padatan yang berwarna hitam, tidak berasa, tidak berbau, bersifat higroskopis, tidak larut dalam air, asam, basa ataupun pelarut - pelarut organik (Hassler, 1974). Arang aktif juga tidak rusak akibat pengaruh suhu maupun penambahan pH selama proses aktivasi.

Struktur dari arang aktif berupa jaringan peripilin dari lapisan-lapisan karbon yang tidak sempurna, yang dihubungkan oleh suatu jembatan alifatik. Luas permukaan arang aktif, dimensi dan distribusi atom - atom karbon penyusun struktur arang aktif sangat tergantung pada bahan baku, kondisi karbonasi dan proses aktivasinya (Kyotani, 2000). Susunan atom - atom karbon pada arang aktif terdiri atas pelat-pelat heksagonal. Arang aktif berbentuk amorf

yang terdiri dari unsur karbon. Karbon ini terdiri dari pelat - pelat dasar yang atom karbonnya terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal mirip dengan grafit. Pelat - pelat ini terkumpul satu sama lain membentuk kristal-kristal dengan susunan tidak beraturan dan jarak antar pelatnya acak.



(Lempang dkk., 2011)

Gambar 2. Mikrofotogram *Scanning Electron Microscope* (Perbesaran 5000x) pada permukaan arang tempurung kemiri (a) dan arang aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan cara fisika (b)

Ukuran pori dari kristalit arang aktif selain tergantung pada suhu karbonasi juga bahan baku yang digunakan. Ukuran pori arang aktif dapat berkisar antara 10 Å sampai >250 Å dan ukuran pori tersebut dibagi dalam tiga kategori (Buekens *et al.*, 1985) yaitu:

- a. Makropori yang berukuran diameter lebih besar dari 250 Å dengan volume sebanyak 0,8 ml/g dan permukaan arang aktifn spesifik antara 0,5 - 0,2 m²/g.
- b. Mesopori yang berukuran diameter berkisar antara 50 - 250 Å dengan volume 0,1 ml/g dan permukaan arang aktifn spesifik antara 20 - 70 m²/g.
- c. Mikropori yang berukuran diameter lebih kecil dari 50 Å

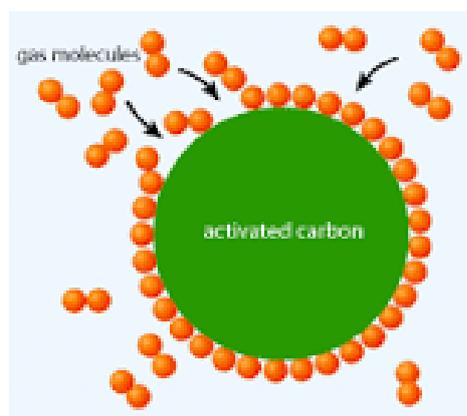
Distribusi ukuran pori merupakan parameter yang penting dalam hal kemampuan daya serap arang aktif terhadap molekul yang ukurannya bervariasi. Selain itu, bentuk pori merupakan parameter yang khusus untuk daya serap arang aktif yang terjadi. Pori - pori dengan bentuk silinder lebih mudah tertutup yang menyebabkan tidak aktifnya bagian permukaan arang dari arang aktif tersebut. Bila arang aktif digunakan untuk penjernihan air, lebih banyak dibutuhkan pori-pori yang terbuka karena sebagian besar mengandung macam - macam partikel.

Arang aktif memiliki bahan yang memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi. Selain arang aktif bahan yang juga memiliki kapasitas kation yang tinggi yaitu zeolit. Kedua bahan tersebut memiliki fungsi yang sama sebagai pupuk pertanian. Zeolit yang biasa digunakan untuk kegiatan pertanian yaitu zeolit klinoptilonit, luas permukaan yang terdapat pada zeolit tersebut adalah 600 - 1.000 m²/gram (Asririni, 2006). Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300 - 3.500 m²/gram dengan daya serap arang aktif sangat besar yaitu 25 % - 1000 % terhadap berat arang aktif (Meilita dan Tuti, 2003). Karbon aktif yang berbahan dasar dari kayu mempunyai struktur pori - pori besar yang jauh lebih teratur dibandingkan karbon aktif berbahan dasar seperti batu bara.

Daya serap arang aktif merupakan suatu akumulasi atau terpusatnya komponen di permukaan arang aktif/antar muka dalam dua fasa. Apabila ke dua fasa saling berinteraksi, maka akan terbentuk fasa baru yang berbeda dengan masing - masing fasa sebelumnya. Hal ini disebabkan karena terdapatnya gaya tarik menarik antar molekul, ion atau atom dalam ke dua fasa tersebut. Gaya tarik menarik ini dikenal dengan gaya *Van der Waals*. Pada kondisi tertentu, atom, ion

atau molekul dalam antar muka mengalami ketidakseimbangan gaya, sehingga mampu menarik molekul lain sampai keseimbangan gaya tercapai (Manocha, 2003)

Menurut Agustina (2004) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif adalah sifat arang aktif, sifat komponen yang diserapnya, sifat larutan dan sistem kontak. Menurut Guo et al., (2007) melaporkan bahwa daya serap arang aktif terhadap komponen - komponen yang berada dalam larutan atau gas disebabkan oleh kondisi permukaan arang aktif dan struktur porinya. Pada umumnya penyerapan oleh arang aktif tergolong penyerapan secara fisik. Hal ini disebabkan oleh pori arang aktif banyak dan permukaan arang aktifnya luas. Faktor lain yang mempengaruhi daya serap arang aktif, yaitu sifat polaritas dari arang aktif. Sifat ini sangat bervariasi untuk setiap jenis arang aktif, karena hal ini sangat tergantung pada bahan baku, cara pembuatan arang dan bahan pengikat yang digunakannya.



(Anggraeni, 2015)

Gambar 3. Penyerapan gas molekul oleh arang aktif

Terdapat dua jenis arang aktif yang dibedakan menurut fungsinya (Setyaningsih, 1995).

a. Arang aktif penyerap Gas (*Gas adsorbent activated charcoal*)

Jenis arang aktif ini digunakan untuk menyerap material dalam bentuk gas atau uap. Pori - pori yang terdapat pada arang jenis ini adalah mikropori yang menyebabkan molekul gas akan dapat melewatinya, tetapi molekul dari cairan tidak dapat melewatinya. Karbon jenis ini dapat dilihat pada karbon tempurung kelapa.

b. Arang aktif Fasa Cair (*Liquid-Phase Activated charcoal*)

Arang aktif jenis ini dipergunakan untuk menyerap kotoran/zat yang tidak diinginkan dari cairan atau larutan. Jenis pori - pori dari karbon ini adalah makropori yang memungkinkan molekul besar untuk masuk. Arang jenis ini biasanya berasal dari batu bara dan selulosa.

Proses pembuatan arang aktif ini berlangsung dua tahap yaitu karbonasi dan aktivasi (Sembiring, 2003). Karbonasi merupakan proses pengarangan dalam ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya, pada proses ini pembentukan struktur pori dimulai. Tahap karbonasi disebut juga tahap pirolisis. Dalam proses ini dihasilkan gas-gas seperti CO, CO₂, CH₄, H₂ dan hidrokarbon ringan. Salah satu contoh pirolisis dengan bahan baku baru bara menghasilkan gas seperti CO, CO₂, NO_x dan SO_x. Proses pirolisis dipengaruhi oleh faktor ukuran distribusi partikel, suhu, ketinggian tumpukan bahan dan kadar air (Yudanto dan Kusumaningrum, 2005).

Menurut Sudrajat dan Pari (2011), proses karbonisasi terdiri dari empat tahap yaitu:

- a. Pada suhu 100 - 200 °C terjadi penguapan air dan sampai suhu 270 °C mulai terjadi peruraian selulosa. Distilat mengandung asam organik dan sedikit metanol. Asam cuka terbentuk pada suhu 200 - 270 °C.
- b. Pada suhu 270 - 310 °C reaksi eksotermik berlangsung dimana terjadi peruraian selulosa secara intensif menjadi larutan piroliganat, gas kayu dan sedikit tar. Asam merupakan asam organik dengan titik didih rendah seperti asam cuka dan metanol sedang gas kayu terdiri dari CO dan CO₂.
- c. Pada suhu 310 - 500 °C terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak tar sedangkan larutan pirolignat menurun, gas CO₂ menurun sedangkan gas CO dan CH₄ dan H₂ meningkat.
- d. Pada suhu 500 - 1.000 °C merupakan tahap dari pemurnian arang atau kadar karbon.

Proses pengarangan dilakukan dalam tungku pengarangan (*retort*) yang terbuat dari logam dengan kapasitas kurang lebih 1 kg. Waktu proses pengarangan adalah 4 jam dengan temperatur *retort* 500 °C. Setelah proses pengarangan berlangsung selama 4 jam dan asap tidak keluar dari *retort* maka pemanasan dihentikan dan didiamkan selama 24 jam sehingga bara yang ada di dalam arang sudah mati. Arang yang sudah jadi tersebut dikeringkan di tempat terbuka hingga mencapai kondisi seimbang dengan udara sekelilingnya.

Aktivasi terbagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses memperluas pori dari arang

aktif dengan bantuan panas, uap dan gas CO_2 . Sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator (Sembiring dan Sinaga, 2003). Aktivasi kimia dapat dilakukan dengan cara perendaman, arang direndam dalam larutan pengaktif kemudian bahan pengaktif masuk di antara sela - sela lapisan heksagonal karbon dan selanjutnya membuka permukaan arang aktif yang tertutup dan memperbesar pori. Bahan - bahan kimia yang dapat digunakan antara lain H_3PO_4 , ZnCl_2 , NH_4Cl , AlCl_3 , HNO_3 , KOH , NaOH , H_3BO_3 , KMnO_4 , H_2SO_4 , dan K_2S , NaCl .

Pengaktifan dengan cara fisika dilakukan dengan cara arang aktif dipanaskan di dalam *furnace* pada temperatur 800 - 900 °C. Oksidasi dengan udara pada temperatur rendah merupakan reaksi eksoterm sehingga sulit untuk mengontrolnya. Sedangkan pemanasan dengan uap atau CO_2 pada temperatur yang tinggi merupakan reaksi endoterm, sehingga lebih mudah dikontrol dan paling umum digunakan.

Proses pembuatan arang aktif dari limbah penggergajian batang kelapa yang dilakukan oleh Pari dan Abdurrohman (2003), dilakukan dengan aktivasi kimia dan bahan pengaktif yang digunakan adalah Natrium Hidroksida (NaOH). NaOH termasuk bahan kimia tidak berbahaya, murah dan mudah didapat. Bahan pengaktif NaOH dapat menimbulkan terjadinya lapisan oksida logam pada dinding pori - pori arang aktif sehingga pori - pori akan menjadi lebih besar dan menghasilkan arang aktif dengan rendemen, daya serap terhadap iodium dan benzene yang tinggi. Penelitian Pujiarti dan Sutapa (2005), arang aktif dari limbah kayu mahoni melalui tahap pirolisis pengurangan suhu 500 °C selama 2

jam dengan bahan aktivasi kimia NaOH 3 % selama 60 menit pada suhu 900 ° C memberikan rendemen 63,16 %.

Kegunaan arang aktif ini dalam bidang pertanian yaitu penambahan arang aktif bambu pada media tumbuh meningkatkan pertumbuhan tinggi anakan *Eucalyptus urophylla* lebih baik dibandingkan kontrol, pertumbuhannya akan lebih baik bila pada waktu penanaman arang aktif dicampur dengan kompos (Gusmailina dkk., 2000).

Berdasarkan hasil penelitian Novi Caroko (2012), menyatakan bahwa Arang aktif *Mesh* 80 dari Limbah Gergaji Kayu Jati menghasilkan rendemen arang 9,92 %, kadar air 18 %, kadar zat mudah menguap 21,50 %, kadar abu 18 %, dan kadar karbon murni sebesar 60,17 %. Arang aktif serbuk gergaji kayu jati mampu menurunkan kadar Cr sebesar 79,28 %, Pb sebesar 5,08 %, Cd sebesar 99,3 % dan perubahan warna sebesar 99,98 % dalam limbah cair baik.

Proses pengarangan temperatur yang digunakan adalah 500 ° C. Setelah arang terbentuk, arang kemudian ditumbuk dan diayak. Pengayakan menggunakan *mesh* 60 dan 80, diambil arang lolos *mesh* 60 tertahan pada *mesh* 80. Dalam proses pembuatan arang aktif serbuk gergaji kayu jati yaitu diawal dengan melarutkan asam sulfat pekat (H₂SO₄) dengan *aquadesh* dalam larutan asam sulfat 50 %. Kemudian arang direndam ke dalam larutan asam sulfat selama 10 menit. Arang yang telah direndam kemudian ditiriskan sampai kandungan larutan kecil. Arang kemudian dipanaskan kemudian dioven dengan temperatur 500 ° C selama 30 menit.

1. Serbuk Gergaji Kayu Jati

Serbuk merupakan limbah industri penggergajian kayu dan belum banyak dimanfaatkan (Baharudin, dkk.,2005). Serbuk gergaji merupakan limbah dari industri penggergajian berupa butiran kayu, sedetan, dan potongan-potongan kayu yang dihasilkan dari proses menggergaji. Sebagian industri penggergajian kayu jati di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa limbah yang dihasilkan rata-rata 52,56 % dari bahan baku jati yang digunakan (Arif dan Sanusi, 2001). Penggunarang aktif serbuk gergaji kayu jati secara komersil untuk pembuatan briket arang atau *charcoal* (Hendra dan Darmawan, 2000).

Menurut Dumanauw (1996), kayu terdiri beberapa unsur kimia, akan tetapi, persentase kandungan yang terdapat dalam kayu tersebut berbeda - beda untuk tiap - tiap jenis kayu. Pada umumnya jenis kayu keras memiliki persentase komposisi kimia yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kayu lunak. Serbuk gergaji kayu merupakan limbah industri kayu yang dapat digunakan sebagai zat penyerap logam berat. Serbuk gergaji mengandung beberapa komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif kayu. Serbuk kayu ini merupakan bahan berpori, dengan demikian maka air akan mudah terserap dan mengisi pori - pori tersebut. Sifat dari serbuk gergaji kayu adalah higroskopik atau mudah menyerap air (Wardono Ali, 2006).

Kayu jati sebagian tersusun atas tiga bagian unsur yaitu C, H dan O. Unsur - unsur tersebut berasal dari udara berupa CO₂ dan dari tanah

berupa H₂O. Selain itu, terdapat unsur - unsur seperti N, P, K, Ca, Mg, Si, Al, dan Na. Unsur tersebut tergabung dalam sejumlah senyawa organik, secara umum dapat dibedakan menjadi dua bagian (Fengel dan Wegener, 1995) yaitu komponen lapisan luar yang terdiri atas fraksi - fraksi yang dihasilkan oleh kayu selama pertumbuhannya. Komponen tersebut sering disebut dengan zat ekstraktif. Zat ekstraktif adalah senyawa lemak, lilin, resin dan lain - lain. Komponen lapisan dalam terbagi menjadi dua fraksi yaitu fraksi karbohidrat yang terdiri atas selulosa dan hemiselulosa, fraksi non karbohidrat yang terdiri dari lignin.

Lignin merupakan unsur non karbohidrat yang terdiri dari zat karbon, zat air, dan oksigen. Lignin memiliki bentuk amorf dan memiliki berat molekul yang tinggi. Lignin mempunyai ikatan kimia dengan hemiselulosa bahkan ada indikasi mengenai adanya ikatan - ikatan antara lignin dan selulosa. Ikatan - ikatan tersebut dapat berupa tipe ester atau eter. Ikatan - ikatan glikosida merupakan penyatu lignin dan polisakarida. Treatment yang pada dasarnya bias menghilangkan semua lignin adalah dengan menggunakan zat penyoksil, dimana zat tersebut akan mengakibatkan lignin meninggalkan komponen karbohidrat yang tidak terpecahkan atau terlarut menjadi preparat yang disebut holoselulosa. Percobaan deligrifikasi ini bisa menggunakan agregat penghilang lain yang kurang lebih efektif untuk menghilangkan lignin adalah asam nitrat, asam parasetic, peroksida, dan larutan alkali panas (Fengel dan Wegener, 1995).

Selulosa pada kayu terutama terletak pada dinding sel sekunder (Sjostrom, 1995). Selulosa merupakan homopolisakarida yang tersusun atas unit - unit B-D-glukopiranososa yang terikat satu sama lain dengan ikatan gliokosida. Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan - ikatan hidrogen intra dan intermolekul.

Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida yang dibentuk melalui jalan biosintesis yang berbeda dari selulosa. Lignin merupakan polimer dari unit-unit fenil propana. Banyak aspek dalam kimia lignin yang masih belum jelas, misalnya ciri - ciri struktur spesifik lignin yang terdapat dalam berbagai daerah morfologi dari xylem kayu. Kandungan kimia kayu jati adalah selulosa 47,5 %, lignin 29,9 % dan zat lain (termasuk zat gula) 12 %.

Tabel 2. Sifat - sifat kayu jati

No	Sifat	Satuan	Nilai
1	Berat Jenis	Kg/m ³	0,62-0,75
2	Kadar Selulosa	%	47,5
3	Kadar Lignin	%	29,9
4	Modulus Elastis	Kg/mm ³	127700
5	Kadar Pentosa	%	14,4
6	Kadar Abu	%	1,4
7	Kadar Silika	%	0,4
8	Serabut	%	66,3
9	Kelarutan dalam alkohol benzene	%	4,6
10	Kelarutan dalam Air dingin	%	1,2
11	Kelarutan dalam Air panas	%	11,1
12	Kelarutan dalam NaOH 1 %	%	19,8
13	Kadar air arang aktif titik jenuh serat	%	28
14	Nilai kalor	Kal/g	5081
15	Kerapatan	Kal/g	0,44

(Sumber, Fengel and Wengener 1995)

C. Pupuk Pelepas Lambat

Menurut Ramadhani dan Widyaiswara (2014), menyatakan bahwa pupuk pelepas lambat (*Slow Release Fertilizer/SRF*) merupakan pupuk dengan proses pelepasan unsur hara secara lambat mengikuti pola penyerapan unsur hara oleh tanaman. Proses yang diterapkan dalam SRF yaitu mekanisme pelapisan pupuk dengan membran semipermeabel, serta mekanisme pelepasan zat hara pupuk dalam suatu matriks. Prinsip utama dari kedua mekanisme tersebut adalah dengan membuat suatu hambatan berupa interaksi molekuler sehingga zat hara dalam butiran pupuk tidak mudah lepas ke lingkungan.

Pupuk pelepas lambat merupakan pupuk yang mengandung unsur hara yang dapat mengakibatkan penundaan ketersediaan (unsur hara) beberapa saat setelah diaplikasikan dan hingga pada akhirnya diadsorb atau digunakan oleh tanaman. Pupuk pelepas lambat mempunyai waktu ketersediaan hara yang lebih lama dibandingkan dengan pupuk pelepas cepat seperti urea, ammonium nitrat, ammonium fosfat atau kalium klorida. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk penundaan unsur hara tersebut adalah seperti mengendalikan kelarutan bahan di dalam air (melalui pelapisan semipermeabel, oklusi, bahan protein, polimer atau bahan kimia lainnya), hidrolisis lambat dan sebagainya (UNIDO dan IFDC, 1998).

Penggunaan pupuk pelepas lambat dapat dijadikan sebagai solusi atas kehilangan hara karena tercuci dan menyediakan hara secara terus - menerus. Pupuk pelepas lambat mengandung unsur hara yang tersedia dalam waktu yang cukup lama jika dibandingkan dengan pupuk pada umumnya. Pengaruh ini

diperoleh melalui proses *coating* pupuk (Nitrogen atau NPK) dengan sulfur atau dengan polimer (semipermeable) atau dengan formulasi khusus senyawa kimia nitrogen. Pelepasan unsur hara nitrogen dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu temperatur dan kelembaban tanah, yang oleh karena itu nitrogen akan tersedia seiring dengan pertumbuhan tanaman (FAO, 2000). Pengembangan pupuk lepas lambat selain meningkatkan pemberdayaan pupuk juga memiliki manfaat lain seperti mencegah *nutrient burn* (overdosis nutrisi pada tanaman), mencegah penumpukan garam, dan juga meningkatkan retensi air pada tanah. Selain itu, formulasi lepas lambat juga dapat diterapkan pada unsur mikronutrisi, untuk mengatasi toksisitas unsur - unsur mikronutrisi yang berada di tanah pada konsentrasi tinggi (Davidson dan Gu, 2012).

Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan pupuk pelepas lambat ini yaitu penghematan tenaga kerja (jika dibandingkan dengan aplikasi pemupukan bertahap, pupuk pelepas lambat diberikan 1 kali selama masa penanaman), mengurangi toksisitas terhadap bibit bahkan dalam aplikasi yang tinggi sekalipun (Suwardi, 1991). Pupuk lepas lambat sempurna dapat didefinisikan sebagai pupuk yang pelepasan nutrisinya tidak dipengaruhi oleh hidrolisis atau proses difusi namun oleh proses pelarutan dari akar tanaman. Bahan pendukung yang digunakan untuk *slow release* adalah dengan memanfaatkan luas permukaan dan kemampuan adsorpsinya. Metode yang dapat digunakan dalam pembuatan pupuk pelepas lambat adalah dengan mencampurkan bahan yang memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi dan sukar larut (Asririni, 2006).

1. Nitrogen (N)

Menurut Gardner dkk., (1991), menyatakan bahwa nitrogen merupakan bahan sangat penting dalam penyusun asam amino, amida, nukleotida dan nukleoprotein serta esensial untuk pembelahan sel, pembesaran sel dan untuk pertumbuhan. Tumbuhan memerlukan nitrogen untuk pertumbuhan, terutama pada masa vegetatif yaitu pertumbuhan cabang, daun dan batang. Nitrogen bermanfaat dalam proses pembentukan hijau daun atau klorofil yang sangat berguna untuk membantu proses fotosintesis (Pernata, 2004).

Sebagian besar N tanah berada dalam bentuk N organik. Nitrogen dibebaskan dalam bentuk ammonium, dan bila lingkungan baik ammonium dioksidakan menjadi nitrit kemudian nitrat (Soepardi, 1983). Tanaman mengambil nitrogen terutama dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- . Senyawa N digunakan tanaman untuk membentuk klorofil. Senyawa N juga berperan dalam memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang cukup N berwarna lebih hijau.

Berdasarkan pernyataan Effendi (1981), menyatakan bahwa dalam tubuh tanaman, nitrogen merupakan bagian dari protein dan plasma sel. Oleh karena itu diperlukan untuk pertumbuhan. Nitrogen juga merupakan penyusun klorofil dengan Mg sebagai pusat, yang dikelilingi oleh 4 cincin, dimana tiap cincin mengandung N dengan 4 atom C. Jika nitrogen berlebihan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang berlebihan, sehingga memperlambat panen. Defisiensi unsur nitrogen ini, menunjukkan gejala

tanaman yang kerdil, daun menjadi kuning mulai dari daun terbawah, sedangkan daun sebelah atas tetap hijau (Effendi, 1981).

Nitrogen atau Zat Lemas diserap oleh akar tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) dan (NH_4^+) (ammonium), akan tetapi nitrat ini segera tereduksi menjadi amonium melalui enzim yang mengandung Molibdinum. Apabila unsur nitrogen tersedia banyak dari pada unsur lainnya, akan dapat dihasilkan protein lebih banyak. Semakin tinggi pemberian nitrogen semakin cepat pula sintesis karbohidrat yang diubah menjadi protein dan protoplasma.

Udara merupakan sumber nitrogen yang tersebar. Seperti telah dikemukakan di atas, dalam pemanfaatannya bagi tanaman harus mengalami perubahan terlebih dahulu dalam bentuk amoniak dan nitrat dan hal ini dapat dihasilkan oleh a) terjadinya halilintar di udara ternyata dapat menghasilkan zat nitrat, yang kemudian dibawa air hujan mereasp ke bumi b) bahan organik dalam bentuk sisa - sisa tanaman di alam terbuka (misalnya dalam pupuk kandang) c) pabrik-pabrik pupuk buatan (seperti Urea, dll) d) bakteri-bakteri (Mulyani, 2002)

Gejala kekurangan N menyebabkan tanaman menjadi kerdil, pertumbuhan tanaman terbatas, daun menguning dan gugur. Gejala kelebihan N menyebabkan keterlambatan kematangan tanaman yang diakibatkan terlalu banyaknya pertumbuhan vegetatif, batang lemah dan mudah roboh serta mengurangi daya tahan tanaman terhadap penyakit (Hardjowigeno, 1995).

2. Fosfor (P)

Fosfor merupakan unsur hara makro esensial yang memegang peranan penting dalam berbagai proses, seperti fotosintesis, asimilasi, dan respirasi. Fosfor merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa molekul pentransfer energi ADP, ATP, NAD, NADH, serta senyawa sistem informasi genetik DNA dan RNA (Gardner *et al.* 1985).

Fosfor tidak terdapat secara bebas di alam. Fosfor ditemukan sebagai fosfat dalam beberapa mineral, tanaman dan merupakan unsur pokok dari protoplasma. Fosfor terdapat dalam air sebagai ortofosfat. Sumber fosfor alami dalam air berasal dari pelepasan mineral - mineral dan biji-bijian (Bausch, 1974). Fosfat terdapat dalam tiga bentuk yaitu H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer H_2PO_4^- atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut dalam tanah bergantung pada pH tanah (Engelstad, 1997). Pada pH lebih rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer, dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder yang lebih banyak diserap oleh tanaman (Hanafiah, 2005).

Sumber fosfat yang dalam tanah sebagai fosfat mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman dan bahan organik lainnya. Perubahan fosfor organik menjadi fosfor anorganik dilakukan oleh mikroorganisme. Selain itu, penyerapan fosfor juga dilakukan oleh liat dan silikat (Isnaini, 2006). Fosfat anorganik maupun organik terdapat dalam tanah. Bentuk anorganiknya adalah

senyawa Ca, Fe, Al, dan F. Fosfor organik mengandung senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroorganisme dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid, dan fitin (Rao, 1994). Bentuk fosfor anorganik tanah lebih sedikit dan sukar larut. Walaupun terdapat CO₂ didalam tanah tetapi menetralsasi fosfat tetap sukar, sehingga dengan demikian P yang tersedia dalam tanah relatif rendah. Fosfor tersedia didalam tanah dapat diartikan sebagai P tanah yang dapat diekstraksikan atau larut dalam air dan asam sitrat. P organik dengan proses dekomposisi menjadi bentuk anorganik.

Menurut Novizan (2002), menyampaikan bahwa didalam lapisan akar, fosfor tidak mudah hanyut oleh air. Sebagian besar tanah memiliki kapasitas fosfor yang tinggi, kecuali tanah pasir. Kehilangan cadangan fosfor disebabkan oleh pengikisan partikel tanah oleh erosi. Sifat pupuk fosfor sangat mudah bereaksi dengan tanah dan mudah terikat menjadi bentuk yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Fosfor terdapat pada seluruh sel hidup tanaman. Beberapa fungsi fosfor adalah membentuk asam nukleat (DNA dan RNA), menyimpan serta memindahkan energi *Adenusin Tri Phosphate* (ATP) dan *Adenosin Di Phosphate* (ADP) merangsang pembelahan sel, dan membantu proses Asimilasi serta respirasi.

Fosfor berperan aktif dalam mentransfer energi didalam sel baik sel tanaman maupun hewan. Pemupukan fosfor dapat merangsang pertumbuhan awal bibit tanaman. Fosfor merangsang pembentukan bunga, buah, dan biji. Bahkan mampu mempercepat pemasakan buah dan membuat biji menjadi lebih bernas. Pemupukan fosfor sangat diperlukan oleh tanaman yang tumbuh

di daerah dingin, tanaman dengan perkembangan akar yang lambat atau terhambat, dan tanaman yang seluruh bagiannya dipanen. Jika terjadi kekurangan fosfor, tanaman menunjukkan gejala pertumbuhan seperti lambat dan kerdil, perkembangan akar terhambat, gejala pada daun sangat beragam (beberapa tanaman menunjukkan warna hijau tua mengkilap yang tidak normal), pematangan buah terhambat, perkembangan bentuk dan warna buah buruk, biji berkembang secara tidak normal (Novizan, 2002).

Jenis pupuk SP-36 ada sebagai akibat sulitnya mendapatkan kandungan dasar pupuk TSP yang masih harus diimpor. Oleh karena itu, kadar fosfat pada SP-36 jauh lebih rendah dari TSP (Marsono, 2001). Kandungan pupuk SP-36 adalah P_2O_5 total : 36 %; P_2O_5 tersedia : 34 % ; P_2O_5 larut air : 30 %. Pupuk ini terbuat dari fosfat alam dan sulfat. Berbentuk butiran dan berwarna abu abu. Sifatnya cenderung sulit larut didalam air dan bereaksi lambat sehingga selalu digunakan sebagai pupuk dasar. Reaksi kimianya tergolong netral, tidak higroskopis, dan tidak bersifat membakar (Novizan, 2002).

Mobilitas unsur hara fosfor dalam tanah sangat rendah karena reaksi dengan komponen tanah maupun dengan ion - ion logam dalam tanah seperti Ca, Al, Fe, akan membentuk senyawa yang kurang larut dan dengan tingkat kelarutan yang berbeda - beda. Reaksi tanah (pH) memegang peranan sangat penting dalam mobilitas unsur ini. Unsur P berperan dalam proses pemecahan karbohidrat untuk energi, selain itu berperan dalam pembelahan sel melalui peranan nukleoprotein yang ada dalam inti sel. Unsur fosfor juga menentukan

pertumbuhan akar, mempercepat kematangan dan produksi buah dan biji (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004).

Embleton *et al.* (1973) menyatakan bahwa fosfor berperan dalam pertumbuhan tanaman (batang, akar, ranting, dan daun). Fosfat dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan akar dan tunas yang sedang tumbuh serta memperkuat batang, sehingga tidak mudah rebah pada ekosistem alami (Thompson dan Troeh 1978, dan Aleel 2008).

Unsur fosfor bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya benih dan tanaman muda. Selain itu berfungsi juga sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein tertentu, membantu asmlas dan pernafasan serta mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah. Gejala defisiensi fosfor mengakibatkan pertumbuhan terhambat karena pembelahan sel terganggu dan daun menjadi ungu atau coklat mulai dari ujung daun (Hardjowigeno, 1995).

Menurut Yuwono (2009), mengatakan bahwa apabila unsur P berlebih meskipun tidak secara langsung meracuni tanaman, akan menyebabkan merangsang pertumbuhan organisme perairan, mempercepat eutrofikasi, P tanah yang berlebih meningkatkan pengangkutan P dalam sedimen, air limbah. Gejala kekahatan menyebabkan tanaman menjadi kerdil, pertumbuhan akar buruk, kedewasaan tanaman terhambat, warna daun hijau kelam, muncul warna keunguan misalnya pada Jagung. Unsur fosfor (P) sifatnya adalah mobil dalam tanaman, mudah dipindahkan dari bagian daun yang tua ke titik tumbuh.

3. Kalium (K)

Kalium merupakan unsur kedua terbanyak setelah nitrogen dalam tanaman. Kalium diserap dalam bentuk kation K^+ . Kalium berperan dalam pembelahan sel, pembukarang aktif stomata, fotosintesis (pembentukan karbohidrat), translokasi gula, reduksi nitrat dan selanjutnya sintesis protein dan dalam aktivitas enzim (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). 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.

Sumber hara kalium di dalam tanah berasal dari kerak bumi. Kadar kalium dari kerak bumi diperkirakan lebih dari 3,11 % K_2O , sedangkan air laut mengandung kalium sekitar 0,04 K_2O . Rerata kadar kalium pada lapisan olah tanah pertanian adalah sekitar 0,83 % yang mana kadar ini lima kali lebih besar dari nitrogen dan 12 kali lebih besar dari fosfor. Mineral - mineral primer sebagai sumber utama kalium adalah mineral biotit $(H,K)_2(Mg,Fe)_2Al_2(SiO_4)_3$, muskovit $H_2KAl(SiO_4)_3$, dan felspart $KAlSi_3O_8$. Tingkat ketersediaan kalium dari mineral - mineral tersebut adalah biotit > muskovit > felspart. Kalium dapat bertambah kedalam tanah melalui berbagai sumber sisa tanaman, hewan, pupuk kandang dan pelapukan mineral kalium. Pertambahan kalium dari sisa tanaman dan hewan merupakan sumber yang penting dalam menjaga keseimbangan kadar kalium di dalam tanah (Damanik, *dkk.*, 2011).

Pupuk kalium yang banyak digunakan adalah pupuk KCl dan pupuk K_2SO_4 . Bila pupuk ini dimasukkan ke dalam tanah maka pupuk ini akan mengalami ionisasi setelah bereaksi dengan air. Hasil ionisasi pupuk ini menyebabkan meningkatnya konsentrasi kalium di dalam larutan tanah dan bersama - sama dengan ion K yang dijerap merupakan kalium yang mudah diserap oleh tanaman. Penambahan pupuk KCl ke dalam tanah diketahui dapat menurunkan pH tanah, meskipun besarnya penurunan bervariasi dari satu jenis tanah dengan jenis tanah lainnya (Hasibuan, 2006).

Sumber kalium yang terdapat dalam tanah berasal dari pelapukan mineral yang mengandung K. Mineral tersebut bila lapuk melepaskan K kelarutan tanah atau terjerapan tanah dalam bentuk tertukar. Letak kalium dalam lempung umumnya dalam permukaan dakhil (*internal surface*) yang sering diduduki oleh ion Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} dan molekul H_2O (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Apabila didalam tanah terdapat mineral tipe 2:1 seperti montmorillonit ataupun vermikulit, maka kalium yang berasal dari pupuk kalium yang ditambahkan ke tanah akan diikat (fiksasi) masuk ke dalam kisi-kisi mineral tersebut sehingga menjadi kurang tersedia bagi tanaman. Kalium dalam bentuk demikian, tidak dapat digantikan dengan cara pertukaran hara akibatnya kalium ini lambat tersedia bagi tanaman. Kalium yang terikat lambat laun dapat diubah kembali menjadi bentuk tersedia dengan demikian ia tetap merupakan cadangan kalium bagi tanaman (Damanik, *dkk.*, 2011).

Dalam kesuburan tanah, keseimbangan K dengan unsur lain penting untuk diperhatikan karena sifat fisiologis tanaman yang sering memerlukan K

yang berimbang dengan unsur lain. Selain itu, K mempunyai sifat antagonis dengan unsur lain. Ketidakseimbangan antara unsur K dan unsur lain menyebabkan adanya gejala kekahatan pada salah satu unsur (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Kehilangan kalium dalam tanah dapat terjadi dengan beberapa cara seperti terangkut tanaman bersama pemanenan, tercuci, tererosi, dan terfiksasi. Kehilangan kalium yang diangkut tanaman disebabkan oleh sifat kalium yang dapat diserap tanaman secara berlebihan melebihi kebutuhan yang sebenarnya. Serapan yang berlebihan ini tidak lagi meningkatkan produksi tanaman, sehingga menimbulkan pemborosan penggunaan kalium tanah. Kehilangan kalium akibat tercuci merupakan kehilangan yang paling besar. Jumlah kalium yang hilang bersama air atau tercuci dapat mencapai 25 kg/ha/tahun, tetapi dapat juga lebih besar. Besarnya kalium akibat tercuci tergantung pada faktor tanah seperti tekstur tanah, kapasitas tukar kation, pH tanah, dan jenis tanah (Damanik, *dkk.*, 2011).

Kalium (K) merupakan hara utama ketiga setelah N dan P. Kalium mempunyai valensi satu dan diserap dalam bentuk ion K^+ . Kalium yang tergolong unsur yang mobil dalam tanaman baik dalam sel, dalam jaringan tanaman, maupun xylem dan floem. Kalium banyak terdapat dalam sitoplasma dan garam kalium berperan dalam tekanan osmosis sel (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

D. Tanah Pasir Pantai

Lahan pasir pantai merupakan lahan marginal dengan kualitas tanah yang rendah. Hal tersebut disebabkan oleh faktor pembatas yang berupa kemampuan memegang dan menyimpan air rendah, infiltrasi dan evaporasi tinggi, kesuburan dan bahan organik sangat rendah dan efisiensi penggunaan air rendah (Al-Omran, *et al.*, 2004). Lahan pasir memiliki karakteristik antara lain fraksi pasir > 70 %, porositas total < 40 %, kurang dapat menyimpan air karena memiliki daya hantar air cepat dan kurang dapat menyimpan unsur hara karena kekurangan kandungan koloid tanah atau mempunyai kapasitas tukat kation yang rendah (Gunawan, 2014).

Tanah pasir bertekstur pasir, struktur berbutir, konsistensi lepas, sangat porous, sehingga daya sangga air dan pupuk sangat rendah (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1994), miskin hara dan kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Tekstur tanah pasir ini sangat berpengaruh pada status dan distribusi air, sehingga berpengaruh pada sistem perakaran, kedalaman akar (Oliver and Smettem, 2002), hara dan pH (Bulmer and Simpson, 2005). Lahan pasir pantai memiliki kemampuan menyediakan udara yang berlebihan, sehingga mempercepat pengeringan dan oksidasi bahan organik (Syukur, 2005).

Tanah pasir pantai memiliki N tersedia yang sangat rendah (26,79 ppm), kandungan bahan organik tanah rendah (0,39 %) dan KTK sangat rendah yaitu 5,64 me/100 gram (Saparso, 2001). Massoud (1975) menambahkan bahwa budidaya tanaman pada tanah pasir dihadapkan pada tingginya laju pengetusan dan rendahnya daya pegang air. Tanah pasir yang aerobik mendorong

terbentuknya N-NO₃ yang peka terhadap pelindian (Boswell *et al.*, 1997). Tiap 100 mm air pengatusan dapat melindi 10,2 kg N-NO₃/ha dan produksi bahan kering total semusim berkurang 65 kg/ha akibat pelindian 1 kg N-NO.

Hasil analisis yang dilakukan oleh Gunawan, dkk. (1997) terhadap lahan pasir pantai yang sampelnya diambil dari lahan pantai Trisik, Banaran, Galur, Kabupaten Dati, KulonProgo DIY menunjukkan bahwa lahan pasir pantai tersebut memiliki potensi kesuburan rendah.

Tabel 3. Sifat - sifat tanah pasir pantai

No.	Sifat - Sifat Tanah	Nilai
1	Kadar Lengas Tanah, 0,5 mm (%)	0,16
2	Kadar Pasir (%)	99,00
3	Kadar Debu (%)	1,00
4	Kadar Lempung (%)	0,00
5	Berat Jenis (g/cm ³)	2,37
6	Berat Volume (g/cm ³)	1,61
7	Porostas total tanah (%)	32,07
8	pH (1:2,5)	5,90
9	C-Organk (%)	0,12
10	N- Total (%)	0,004
11	Kapastas tukar kation (me/100 g)	3,60
12	Daya Hantar Listrk (mS)	0,20

(Gunawan dkk., 1997)

Hasil analisis sampel tanah diatas menunjukkan bahwa daya dukung lahan dan potensi kesuburannya rendah. Berdasarkan pada kesuburan fisik, lahan semacam ini ternyata tidak memiliki kemampuan menyimpan lengas (Kadar lengasnya 0,16). Hal ini disebabkan oleh bebeapa keadaan, pertama tekstur tanahnya yang didominasi oleh fraksi pasir (99 % pasir), kandungan debu 1 % tanpa kandungan lempung. kondisi tersebut menyebabkan pori - pori penyimpan tidak terbentuk, sehingga kandungan lengasnya lebih banyak disebabkan oleh gaya adesi yang mudah menguap oleh goyangan suhu. Hasil penentapan

porositas tanahnya (45 %) menunjukkan bahwa pori mikro lebih banyak mendominasi volume tanahnya. Akibatnya secara keseluruhan lahan semacam ini selalu meloloskan setiap air yang datang kepadanya. Kedua hasil penetapan bahan organik sebagai salah satu bahan perekat agregat tanah dan analisis pematangan pori - pori tanah sangat rendah.

Menurut Gunawan (2014), menyatakan bahwa potensi kesuburan kimia diperlihatkan oleh hasil analisis pH tanah yang menunjukkan pH cukup netral dan sesuai dengan ketersediaan hampir semua unsur hara yang dibutuhkan tanaman, tetapi jika dilihat potensi kesuburan kimia lainnya seperti kadar C - Organik (0,12%), N Total (0,004 %), kapasitas pertukaran kation 3,60 me/100 gram, lahan pasir pantai trisik memiliki potensi kesuburan yang cukup rendah. Disamping itu, walaupun letaknya berdekatan dengan garis pantai, lahan pasir pantai Trisik tidak mempunyai kendala kegaraman, sebagaimana hasil pengukuran daya hantar listrik (0,20 mS).

Menurut Gunawan (2014), menyatakan bahwa koloida tanah merupakan salah satu bagian tanah yang disebut sebagai situs jerapan. Koloida tanah ini dapat tersusun atas bahan mineral yaitu lempung dan hasil perombakan bahan organik yang disebut humus. Kompleks koloida lempung - humus merupakan bagian yang menjadi pusat kesuburan tanah. Lahan pasir pantai memiliki kandungan mineral lempung rendah. Oleh karena itu, lahan pasir pantai semacam ini merupakan miskin koloida tanah sehingga kualitas kesuburan tanah rendah.

E. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Aplikasi arang aktif serbuk kayu jati sebagai pupuk pelepas lambat memberikan pengaruh antar perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit.
2. Perlakuan dosis campuran arang aktif serbuk kayu jati sebagai pupuk pelepas lambat dengan dosis arang aktif 250 kg/ha + Urea, SP-36, KCl merupakan dosis yang tepat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit.