

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Padi Gogo

Padi dibedakan dalam dua tipe yaitu padi kering (gogo) yang ditanam di dataran tinggi dan padi sawah di dataran rendah yang memerlukan penggenangan. Beras merah merupakan jenis padi gogo yang dapat ditanam di daerah kurang air. Beberapa wilayah di Kabupaten Boyolali, Gunungkidul, dan Wonogiri mengalami kekeringan apabila musim kemarau. Maka dari itu, banyak petani yang menanam padi beras merah karena dapat bertahan hidup dan tumbuh dalam kondisi yang kurang air. Kadar protein pada beras merah memang lebih tinggi dibandingkan dengan beras putih pecah kulit dengan kandungan protein sekitar 7%, bahkan beras putih yang telah mengalami proses penggilingan hanya mengandung 5% protein (Coulson, 2005). Terdapat beberapa varietas lokal padi beras merah seperti varietas Mandel Wonogiri, Segreng Gunungkidul, Segrameng Boyolali, Segreng Wonogiri 1, dan Segrameng Wonogiri 2. Kristantini (2009) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa ada lima jenis padi beras merah lokal asal DIY, yaitu Mandel (Gunungkidul), Segreng (Gunungkidul), Cempo merah (Sleman), Saodah merah (Bantul) dan Andel merah. Padi lokal beras merah yang berasal dari Yogyakarta memiliki beberapa keunikan dan keunggulan. Misalnya saja padi lokal beras merah varietas Mandel asal Gunungkidul yang memiliki warna merah sampai kebagian dalam beras.

Pada dasarnya dalam budidaya tanaman, pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan sendiri yang paling penting yaitu tanah dan iklim serta interaksi dari keduanya. Tanaman padi Gogo dapat tumbuh dalam berbagai kondisi dan jenis tanah. Syarat tumbuh yang penting pada tanaman padi gogo sendiri yaitu keadaan tanah atau kondisi dimana tanah dan iklim untuk proses budidaya sesuai. Faktor terpenting lainnya yaitu iklim dimana pada iklim tersebut utamanya curah hujan yang sangat menentukan keberhasilan dari proses budidaya tanaman padi gogo ini. Hal tersebut disebabkan karena kebutuhan air untuk proses budidaya ini hanya mengandalkan curah hujan saja.

Padi gogo sendiri membutuhkan air untuk masa pertumbuhannya dari mulai fase vegetatif sampai generatif dimana kebutuhan air tersebut hanya

mengandalkan curah hujan saja. Daratan yang cocok untuk tumbuh dan berkembang padi gogo ini mulai dari daratan rendah sampai daratan tinggi . padi gogo sendiri tumbuh pada daerah tropis maupun subtropis pada 45 derajat LU sampai 45 derajat LS dimana cuaca panas dan tingkat kelembaban yang tinggi, dengan musim hujan selama 4 bulan. Untuk curah hujan rata-rata yaitu 200 mm/bulan dengan lama 3 bulan berturut turut. Padi gogo dapat ditanam dimusim kemarau atau hujan. Pada musim kemarau produksi meningkat asalkan pengairan tercukupi. Dimusim hujan, walaupun ketersediaan air melimpah produksi dapat menurun karena penyerbukan krang intensif. Di daratan rendah tanaman padi memerlukan ketinggian 0-650 mdpl dengan temperatur 22-27 derajat C sedangkan di daratan tinggi 650-1.500 mdpl dengan temperatur 19-23 derajat C. tanaman padi sendiri memerlukan penyinaran matahari penuh tanpa naungan. Di Indonesia memiliki panjang radiasi matahari \pm 12 jam sehari dengan intensitas radiasi 350 cal/cm²/hari pada musim penghujan. Intensitas radiasi ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan daerah subtropis yang dapat mencapai 550 cal/cm²/hari. Angin juga berpengaruh dalam proses penyerbukan dan pmbuahan tetapi jika terlalu kencang akan merobohkan tanaman (Perdana, 2010).

Padi gogo dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, sehingga jenis tanah tidak begitu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil pada padi gogo. Yang lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo adalah sifat fisik, kimia dan biologi tanah atau dengan kata lain kesuburan tanahnya. Untuk pertumbuhan tanaman yang baik diperlukan keseimbangan perbandingan penyusun tanah yaitu 45% mineral, 5% bahan organik, 25% air, dan 25% udara, pada lapisan tanah dengan ketebalan 0-30 cm. struktur tanah yang cocok untuk tanaman padi ialah struktur tanah yang remah. Tanah yang cocok untuk tanaman padi gogo ini bervariasi mulai dari tanah liat, berdebu halus, berlempung halus sampai kasar dan air yang tersedia diperlukan cukup banyak. Tanah yang bagus sebaiknya tidak berbatu, jika ada maksimal <50%. Keasaman (pH) tanah bervariasi dari 5,5 sampai 8,0. Pada pH tanah yang lebih rendah pada umumnya dijumpai gangguan kekahatan unsur P, keracunan Fe dan Al. Apabila pH lebih bedar dari 8,0 dapat mengalami kekahatan Zn (Perdana, 2010).

B. Abu Tulang Sapi

Tulang sapi banyak tersedia di tempat pemotongan hewan. Rumah potong hewan setiap harinya memotong sapi rata-rata 25-30 ekor/hari dengan berat sapi 500-700 kg/ekor. Produksi tulang sapi 48,6 – 54,2% atau berat 379,4 kg/ekor sapi, sehingga setiap harinya tulang sapi mencaapai 11382 kg/hari (Damanik, 2013). Jika tulang sapi dibakar seberat 20 kg maka akan diperoleh abu tulang sapi sebesar 15,2 kg (76%). Jadi total abu tulang sapi yang diproduksi seberat 8650,32 kg/hari. Tulang sapi merupakan limbah dari rumah potong hewan. Bahan padatan utama tulang sapi mengandung kristal kalsium hidroksiapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dan kalsium karbonat (CaCO_3). Kalsim hidroksiapatit merupakan fosfat anorganik yang larut dalam larutan asam dan merupakan salah satu fosfat primer dari fosfat alam (Jeng *et al.*, 2008). Abu tulang sapi mengandung kalsium sebesar 37% dan Fosfor 28,5% pada berat tulang sapi. Berdasarkan komposisi tersebut, maka tulang sapi dapat dimanfaatkan sebagai sumber Fosfor untuk tanaman dalam bentuk abu tulang sapi.

Pada prinsipnya, struktur tulang sapi sama dengan tulang lainnya serpeti pada tulang ayam yaitu terbagi menjadibagian sendi tulang atau bagian *epiphysis* dan bagian tengah tulang yang berbentuk silinder atau *diaphysis*. Komposisi tulang sapi yang terdiri dari 93% *hidroksiapatit* $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dan 7% *β-tricalcium phosphate* ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, β-TCP) (Cranney *et al.*, 2007). Menurut Sontang (2000) komposisi kimia tulang sapi terdiri dari zat anorganik berupa Ca, P, O, H, Na dan Mg, dimana gabungan reaksi kimia unsur Ca, P, O, H merupakan senyawa apatite mineral sedangkan Na dan Mg merupakan komponen zat anorganik tambahan penyusun tulang sapi dengan suhu titik lebur tulang sapi sebesar 1227⁰K.

Hidroksiapatit (HAp) merupakan sebuah molekul kristalin yang intinya tersusun dari fosfor dan kalsium dengan rumus molekul $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ yang termasuk di dalam keluarga senyawa kalsium fosfat (Kusrini dan Sontang, 2012). Abu tulang sapi adalah Trikalsium Fosfat yang berasal dari hidroksiapatit $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$. Memiliki komposisi abu tulang sapi, sebagian besar didominasi oleh senyawa Fosfat dengan komponen mineral utama Hidroksilapatit. Menurut Carter dan Spengler (1978) dalam Dairy (2004) umumnya pada tulang

sapi yang masih basah, berdasarkan beratnya terdapat 20% air, 45% abu, dan 35% bahan organik. Abu tulang sapi mengandung Kalsium sebanyak 37% dan Fosfor 18,5% pada berat tulang sapi.

C. Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit

Amelioran abu tandan (*fly ash*) adalah abu sisa pembakaran tandan kosong kelapa sawit, cangkang sawit yang tidak memiliki nilai ekonomis. Abu tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai amelioran untuk membenahi sifat kimia tanah, karena abu tandan kosong kelapa sawit mengandung unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dan mengandung logam-logam yang tidak dapat mencemari lingkungan serta tidak bersifat beracun yang membahayakan tanah dan tanaman (Rini, 2005).

Guna meningkatkan produktivitas tanah sehingga dapat memberikan hasil yang optimal diperlukan suatu pengolahan tanah yang tepat dan efisien. Salah satunya ialah dengan memberikan amelioran. Secara umum pemberian amelioran ke dalam tanah bertujuan untuk menetralkan asam-asam organik (asam-asam fenolat dan asam-asam karboksilat) yang bersifat meracun, pengaruh yang nyata terhadap kimia tanah adalah meningkatnya pH tanah sehingga reaksi tanah mengarah ke netral dan di lain pihak dapat memperbaiki kandungan unsur hara tanah.

Hasil penelitian Panjaitan *et al.*, (1983) bahwa abu tandan kosong kelapa sawit mempunyai kandungan unsur hara Kalium yang tinggi, disamping kandungan unsur hara lain seperti Fosfor dan Magnesium. Sementara itu abu tandan kosong kelapa sawit menurut Nainggolan (1992) mengandung Silika (SiO_2) 3,33%, Kalsium Oksida (CaO) 5,85%, Magnesium Oksida (MgO) 2,63%, Aluminium Oksida (Al_2O_3) 4,71%. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hanibal *et al.* (2001) abu tandan sawit mengandung unsur hara, seperti : N-Total 0,05 %, P_2O_5 4,79 %, K_2O 36,48, MgO 2,63 %, CaO 5,46 %, Mn 1,230 ppm, Fe_3 450 ppm, Cu 183 ppm, Zn 28 ppm dan pH 11,9 - 12,0.

Berdasarkan hasil laboratorium oleh Chan dkk. (1982) bahwa kandungan abu tandan kosong kelapa sawit mencapai K_2O 35-40 %. Berdasarkan hasil laboratorium tersebut abu tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan

kalium yang tinggi sehingga dapat menggantikan pupuk KCl. Bahkan pupuk abu tandan kosong kelapa sawit ini dapat memperbaiki pH tanah masam, memperbaiki sifat fisik tanah, serta meningkatkan ketersediaan hara tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah. Dari penjelasan tersebut abu tandan kosong kelapa sawit merupakan produk bernilai tinggi dan dianggap penting untuk membantu dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Pemberian abu tandan sawit dengan dosis yang meningkat diharapkan dapat menurunkan kejenuhan Aluminium yang tergolong tinggi pada Ultisol, dapat menyumbangkan unsur hara K, Mg dan Ca untuk tanaman jagung, dapat meningkatkan pH dan basa-basa di dalam tanah serta dapat berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas tukar kation efektif serta kejenuhan basa (Sylvia, 1992).

D. Nanoteknologi

Nanoteknologi merupakan teknologi masa depan, tanpa kita sadari dengan nanoteknologi tersebut berbagai aspek persoalan dapat kita selesaikan (Wijaya, 2012). Kemajuan pengetahuan akan teknologi baru dan penguasaannya sangat dibutuhkan dalam persaingan di masaperdagangan ini atau bisa dikatakan di era pemasaran global. Teknologi terbaru yang banyak dibicarakan yaitu nanoteknologi. Nanoteknologi sudah banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, pertanian dan industri kosmetik.

Teknologi nano dapat diartikan sebagai sebuah terobosan baru dimana fokusnya tentang benda-benda berukuran nanometer, sifat yang berbeda dengan sifat asalnya dan mempunyai kemampuan dalam mengontrol dan manipulasi dengan skala atom (Kuzma dan Verhage, 2006). Aplikasi nanoteknologi pada bidang pertanian diantaranya yaitu dalam proses rekayasa genetik untuk mendapatkan sebuah keunggulan dari tanaman. Para ilmuwan dunia sudah melakukan penelitian dalam memperbaiki beberapa sifat dari tanaman dimana sifat tersebut yaitu tanaman yang bebas dari virus. Sepuluh tahun terakhir ini pengaplikasian teknologi nano dibidang pertanian lebih bagus dengan adanya penemuan sifat-sifat unik yang terdapat pada partikel dengan ukuran nano bahkan sampai puluhan nm. Partikel nano dan emulsi nano dapat digunakan dalam pestisida, pakan hewan ternak pupuk, obat-obatan hewan, dan komposit

antiperesapan gas dan kemasan antibakteri. Nanoteknologi sendiri sudah banyak diaplikasikan dalam proses meningkatkan efisiensi penggunaan pestisida, pupuk dan bahan organik dalam tanah (Forim, 2011).

Prinsip dasar penggunaan nanoteknologi yaitu untuk meminimalisir penggunaan pestisida dan pupuk dengan produktivitas yang maksimal. Penerapannya yaitu dengan cara memonitoring atau melakukan pengamatan bagaimana kondisi tanah dan kondisi perakaran tanaman sehingga dapat melakukan pemupukan secara tepat sasaran ke target tanpa ada yang terbuang. Untuk pestisida, apabila hal ini diaplikasikan maka penggunaan pestisida dapat diminimalisir serta penggunaannya tepat sasaran ke target hama pada tanaman tanpa ada dampak ke organisme lain (Kardian, 1999).

Aplikasi penggunaan nano teknologi pada pupuk dapat mengontrol pelepasan nutrisi yang ada di dalam pupuk tersebut. Jadi dapat diatur nutrisi apa saja yang dilepaskan dan dibutuhkan tanaman, sehingga minim kehilangan nutrisi akibat salah target atau target tidak dikehendaki seperti air, mikroorganisme dan tanah. Pada pupuk nanoteknologi, nutrisi dapat berupa enkapsulasi nanomaterial, pelapisan oleh lapisan pelindung yang tipis atau dilepaskan dalam bentuk emulsi dari nanopartikel. Perkembangan teknologi nano pada pupuk dan pestisida baik itu anorganik ataupun organik bisa membantu dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan pestisida. Penggunaan pestisida yang ditujukan secara langsung pada target dapat meminimalisir resistensi pada hama dan dapat mengurangi jumlah kematian serangga yang tidak masuk dalam target (Kardian, 1999). Hal ini berdampak positif dalam dunia pertanian karena sebelumnya pernah terjadi ledakan hama dimana disebabkan oleh penggunaan pestisida yang tidak tepat sasaran.

Menurut Shinoj *et al.*, (2010), TKKS terdiri dari tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang masing-masing sebesar 30-40%, 20-25%, dan 20-35% dari berat TKKS. Hal inilah yang menjadikan TKKS sebagai alternatif sumber lignin. Penggunaan proses kalsinasi pada tulang sapi dilaporkan untuk menghilangkan bakteri atau agen yang menyebabkan penyakit, dan penelitian ini menghasilkan nanokristalin hidroksiapatit (Ruksudjarit *et al.*, 2007).

penggunaan kalnisasi pada hidroksiapatit dilaporkan juga oleh Hilmi *et al.*, (2011) menghasilkan hidroksiapatit kristalin.

E. Hipotesis

1. Diduga pemberian SP-36 50 kg/hektar + KCl 50 kg/hektar + TLS dan TKKS0,2% efektif untukmeningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi padi gogo lokal Gunungkidul varietas Mandel.
2. Diduga 50% pemberian nano abu tulang sapi dapat menggantikan pupuk SP-36 dan 50% pemberian nano abu tandan kosong kelapa sawit dapat menggantikan pupuk KCl terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo lokal Gunungkidul varietas Mandel.