

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pola Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi

Satu dari banyak aspek penting yang perlu diperhatikan dalam sistem tanaman yang berhubungan dengan hasilnya ialah proses pertumbuhan. Hasil tanaman yang dipanen atau keseluruhan tubuh tanaman, sebagaimana diketahui tidaklah terbentuk secara tiba – tiba. Ini dihasilkan secara berangsur – angsur dengan waktu melalui beberapa peristiwa dan setelah melalui masa yang panjang dalam seluruh siklus hidup tanaman. Pertumbuhan ialah proses dalam kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran tanaman semakin besar dan juga menentukan hasil tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995)

Pertumbuhan tanaman padi dibagi ke dalam tiga fase: (1) vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan bakal malai/primordia); (2) reproduktif (primordia sampai pembungaan); dan (3) pematangan (pertumbuhan sampai gabah matang). Fase Vegetatif merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti penambahan jumlah anakan, tinggi tanaman, jumlah, bobot, dan lunas daun. Lama fase ini beragam, yang menyebabkan adanya perbedaan umur tanaman. Fase reproduktif ditandai dengan: (a) memanjangnya beberapa ruas teratas batang tanaman; (b) berkurangnya jumlah anakan (matinya anakan tidak produktif); (c) munculnya daun bendera; (d) bunting; dan (e) pembungaan. Inisiasi primordia malai biasanya dimulai 30 hari sebelum *heading* dan waktunya hampir bersamaan dengan pemanjangan ruas-ruas batang, yang terus berlanjut sampai berbunga. Oleh sebab itu, stadia reproduktif disebut juga stadia pemanjangan ruas. Di daerah tropis, untuk kebanyakan varietas padi, lama fase reproduktif umumnya 35 hari dan fase pematangan sekitar 30 hari. Secara lebih detail, tiga fase pertumbuhan di atas diuraikan menjadi 10 tahapan pertumbuhan yang diberi kode angka 0-9.

**Tahap 0** – benih berkecambah sampai muncul ke permukaan; Benih biasanya dikecambahkan melalui perendaman selama 24 jam dan diinkubasi juga selama 24 jam. Pada hari ke-2 atau ke-3 setelah benih disebar di persemaian, daun pertama menembus keluar melalui koleoptil. Akhir tahap 0 memperlihatkan daun pertama yang muncul masih melengkung dan bakal akar (radikula) memanjang.

**Tahap 1** – Pertunasan atau bibit, yaitu sejak benih berkecambah, tumbuh menjadi tanaman muda (bibit) hingga hampir keluar anakan pertama. Selama tahap ini, akar seminal dan lima daun terbentuk. Sementara tunas terus tumbuh, dua daun lagi terbentuk. Daun terus berkembang pada kecepatan 1 daun setiap 3-4 hari selama tahap awal pertumbuhan. Kemunculan akar sekunder membentuk sistem perakaran serabut permanen dengan cepat menggantikan radikula dan akar seminal sementara.

**Tahap 2** – Pembentukan anakan; berlangsung sejak munculnya anakan pertama sampai pembentukan anakan maksimum tercapai. Anakan muncul dari tunas aksial pada buku batang dan menggantikan tempat daun serta tumbuh dan berkembang. Setelah tumbuh, anakan pertama memunculkan anakan sekunder, ini terjadi pada 30 hari setelah tanam pindah. Tanaman memanjang dan aktif membentuk anakan. Anakan terus berkembang sampai tanaman memasuki tahap pertumbuhan berikutnya, yaitu pemanjangan batang. Anakan aktif ditandai dengan penambahan anakan yang cepat sampai tercapai anakan maksimal. Stadia anakan maksimal dapat bersamaan, sebelum atau sesudah inisiasi malai disebut *vegetative-lag*, yang merupakan sasaran pemuliaan untuk memperpendek umur tanaman. Setelah anakan maksimal tercapai, sebagian dari anakan akan mati dan tidak menghasilkan malai, anakan tersebut dinamakan anakan yang tidak efektif.

**Tahap 3** – Pemanjangan batang; terjadi sebelum pembentukan malai atau pada tahap akhir pembentukan anakan. Oleh karenanya bisa terjadi tumpang tindih dari tahap 2 dan 3. Anakan terus meningkat dalam jumlah dan tingginya. Periode waktu pertumbuhan berkaitan nyata dengan memanjangnya batang. Batang lebih panjang pada varietas yang pertumbuhannya lebih lama. Dalam hal ini, varietas padi dapat dikategorikan pada dua grup, yaitu: varietas berumur pendek (masak dalam 105-120 hari) dan varietas berumur panjang (masak dalam 150 hari). Pada varietas umur pendek/genjah, seperti IR64 dan Inpari-13, buku kelima dari batang, di bawah kedudukan malai, memanjang hanya 2-4 cm terlihat kasat mata sebelum pembentukan malai. Keempat tahap pertama ini merupakan fase vegetatif, awal dari pertumbuhan tanaman padi.

**Tahap 4** – Pembentukan malai sampai bunting; Pada varietas genjah, bakal malai (primordia) terlihat berupa kerucut putih panjang 1,0-1,5 mm. Pertama kali muncul pada ruas buku utama, kemudian pada anakan dengan pola tidak teratur. Saat malai terus berkembang bulir (*spikelets*) terlihat dan dapat dibedakan. Malai muda meningkat dalam ukuran dan berkembang ke atas di dalam pelepah daun bendera menyebabkan pelepah daun menggebung.

**Tahap 5** – *Heading* (keluarnya bunga atau malai); dikenal juga sebagai tahap keluar malai. *Heading* ditandai dengan munculnya ujung malai dari pelepah daun bendera. Malai terus berkembang sampai dengan keluar seutuhnya dari pelepah daun. Antesis (pembungaan) terjadi segera setelah *heading*. Oleh sebab itu, *heading* diartikan sama dengan antesis ditinjau dari segi hari kalender. Dalam suatu rumpun atau suatu komunitas tanaman, fase *heading* memerlukan waktu 10-14 hari karena terdapat perbedaan laju perkembangan antar tanaman maupun antar anakan. Apabila 50% bunga telah keluar, maka pertanaman tersebut dianggap sudah dalam fase pembungaan.

**Tahap 6** – Pembungaan (*anthesis*); dimulai ketika benang sari bunga yang paling ujung pada tiap cabang malai telah tampak keluar dari bulir dan terjadi proses pembuahan. Pada umumnya, antesis berlangsung antara pukul 08:30-13:00 dan persarian (pembuahan) akan selesai dalam 5-6 jam setelah antesis. Dalam suatu malai, semua bunga memerlukan 7-10 hari untuk antesis, tetapi pada umumnya hanya 5 hari.

**Tahap 7** – gabah matang susu. Pada tahap ini, gabah mulai terisi dengan cairan kental berwarna putih susu. Bila gabah ditekan, maka cairan tersebut akan keluar. Malai hijau dan mulai merunduk. Pelayuan (*senescense*) pada dasar anakan berlanjut. Daun bendera dan dua daun di bawahnya tetap hijau.

**Tahap 8** – gabah  $\frac{1}{2}$  matang (*dough grain stage*). Pada tahap ini, isi gabah yang menyerupai susu, berupa menjadi gumpalan lunak dan akhirnya mengeras. Gabah pada malai mulai menguning. Pelayuan (*senescense*) dari anakan dan daun di bagian dasar tanaman tampak semakin jelas. Pertanaman terlihat menguning. Seiring menguningnya malai, ujung dua daun terakhir pada setiap anakan mulai mengering.

**Tahap 9** – Gabah matang penuh; Setiap gabah matang, berkembang penuh, keras, dan berwarna kuning. Daun bagian atas menguning dengan cepat (daun dari sebagian varietas ada yang tetap hijau). Sejumlah daun yang mati terakumulasi pada bagian dasar tanaman.

Tahap 7, 8, dan 9 merupakan fase pematangan, fase akhir dari perkembangan pertumbuhan tanaman padi. Periode pemasakan ini memerlukan waktu kira-kira 30 hari dan ditandai dengan penuaan daun. Suhu sangat mempengaruhi periode pemasakan gabah (Makarim dan Suhartatik, 2007)

## 2.2 Peran Unsur Hara N, P, dan K pada Tanaman

Ketersediaan unsur hara pada tanah merupakan salah satu syarat pertumbuhan tanaman padi. Kekurangan unsur hara pada tanah seringkali menjadi faktor pembatas untuk mendapatkan produktivitas tanaman padi yang tinggi. Perimbangan unsur hara yang harmonis merupakan salah satu tuntutan untuk menciptakan suatu kondisi tanah yang subur, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang optimal. Unsur yang banyak diperlukan oleh tanaman dalam proses pertumbuhannya adalah N, P, K yang memiliki peran antara lain :

### 2.2.1 Peranan Nitrogen (N)

Pemberian N pada tanaman akan mendorong pertumbuhan organ - organ yang berkaitan dengan fotosintesis yaitu daun. Tanaman yang cukup mendapat suplai N akan membentuk daun yang lebih luas dengan kandungan klorofil yang lebih tinggi, sehingga tanaman mampu menghasilkan karbohidrat/asimilat dalam jumlah cukup untuk menopang pertumbuhan vegetatif. Apabila pemberian N berlebihan dilakukan pada tanaman penghasil karbohidrat seperti padi kan terjadi penurunan hasil sebagai akibat dari pengisian bulir terganggu. tanaman sereal seperti pado apabila dipupuk N secara berlebih akan cenderung memiliki batang yang lebih tinggi, tetapi miskin dengan jaringan penguat, sehingga tanaman akan lebih mudah rebah. Nitrogen juga memainkan peran yang penting dalam mempengaruhi pertumbuhan akar tanaman. Tanaman yang disuplai N berlebih, yang diaplikasikan di permukaan tanah secara disebar atau ditugal dangkal akan

membentuk perakaran yang dangkal, bercabang banyak (densitas tinggi), pendek - pendek dengan ukuran yang relatif lebih besar (Wijaya, 2008).

Nitrogen diserap tanaman dalam bentuk ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Sebagian besar nitrogen diserap dalam bentuk ion nitrat karena ion tersebut bermuatan negatif sehingga selalu berada di dalam larutan tanah dan mudah terserap oleh akar. Karena selalu berada di dalam larutan tanah, ion nitrat mudah tercuci oleh air. Arah pencucian menuju lapisan di bawah daerah perakaran sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Sebaliknya ion amonium bermuatan positif sehingga terikat oleh koloid tanah. Ion tersebut dapat dimanfaatkan tanaman setelah proses pertukaran kation. Karena bermuatan positif ion amonium tidak mudah hilang oleh proses pencucian (Novizan, 2002). Dosis pemberian N dapat tinggi dimusim kemarau dan lebih rendah dimusim hujan. Unsur N masih rendah diakibatkan oleh volatilisasi, pencucian, denitrifikasi dan terbawa oleh air irigasi. Pemupukan urea dengan sistem tabur menyebabkan kehilangan unsur N sampai 70%.

### **2.2.2 Peranan Fosfor (P)**

Fosfor (P) merupakan komponen penyusun membran sel tanaman, penyusun enzim - enzim, penyusun co-enzim, nukleotida (bahan penyusun asam nukleat), P juga ambil bagian dalam sintesis protein, terutama yang terdapat pada jaringan hijau, sintesis karbohidrat, memacu pembentukan bunga dan biji serta menentukan kemampuan berkecambah biji yang dijadikan benih. Untuk itu tanaman yang ditanam untuk pembenihan harus mendapatkan suplai P yang cukup, sehingga benih yang dihasilkan akan memiliki kemampuan germinasi yang baik (Wijaya, 2008). Faktor penyebab terpenting ketersediaan P di dalam tanah adalah derajat keasaman (pH) tanah. Pada tanah yang memiliki pH rendah (asam), P akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium. Reaksi ini membentuk besi fosfat atau aluminium fosfat yang sukar larut di dalam air sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman. Pada tanah dengan pH tinggi (basa), P akan bereaksi dengan ion kalsium. Reaksi ini membentuk kalsium fosfat yang sifatnya sukar larut dan juga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Novizan, 2002)

Defisiensi P mengakibatkan tanaman tumbuh terhambat (kerdil) dan memiliki sedikit anakan pada tanaman sereal. Kebutuhan P untuk menunjang

pertumbuhan optimal tanaman berkisar 0,3 - 0,5 dari berat kering tanaman selama periode pertumbuhan vegetatif tanaman. Pada tanaman yang kekurangan P pertumbuhan luas daun terhambat, karena terjadi penurunan tekanan hidrolik akar, menghambat pembelahan sel dan pembesaran sel. Terhambatnya pertumbuhan disebabkan oleh sintesis karbohidrat yang tidak berjalan secara optimal (Wijaya, 2008). Syam dan Diah (2003), juga mengemukakan bahwa gejala kekurangan P dapat menyebabkan pertumbuhan akar tanaman lambat, tanaman menjadi kerdil, daun berwarna keungu – ungu, anakan sedikit, waktu pembungaan terlambat atau tidak rata, umur tanaman/panen lebih panjang, dan gabah yang terbentuk berkurang.

### 2.2.3 Peranan Kalium (K)

Kalium ialah unsur yang sangat mobile di dalam tubuh tanaman, sehingga pada kondisi defisiensi K yang berada pada daun - daun tua akan dialihkan (di retranslokasikan) menuju organ – organ baru yang sedang membutuhkan kalium (daun – daun muda dan jaringan meristematik), oleh karena itu gejala defisiensi K dapat dilihat pertama kali pada daun – daun tua. Kalium diserap tanaman dalam bentuk  $K^+$ . Di dalam tanah ion  $K^+$  ada 3 macam yaitu 1) ion K yang berada di larutan tanah, 2) ion  $K^+$  yang dapat ditukar yang terikat pada kompleks pertukaran ion, dan 3) ion  $K^+$  yang terfiksasi pada lapisan 2 : 1 mineral lempung. Di dalam tubuh tanaman kalium dapat diangkut (ditranspor) dalam pembuluh xylem dan phloem dalam bentuk ion K. Kalium berperan mengendalikan secara langsung maupun tidak langsung banyak proses di dalam tubuh tanaman dan menentukan pembentukan dan perombakan senyawa – senyawa organik (Wijaya, 2008).

Unsur hara kalium berfungsi dalam pembentukan protein dan karbohidrat. Selain itu memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga dan buah tidak mudah gugur. Kalium merupakan sumber kekuatan tanaman dalam menghadapi kekeringan dan penyakit. Tanaman yang tumbuh pada media yang kekurangan unsur kalium akan memperlihatkan gejala – gejala seperti daun mengerut atau keriting terutama pada daun tua walaupun tidak merata. Kemudian pada daun akan timbul bercak – bercak maerah cokelat, selanjutnya daun akan mengering, batang dan cabang lemah dan mudah rebah (Lingga dan Marsono, 2000). Menurut Rauf *et al.*, (2000), kelebihan kalium dapat menyebabkan daun cepat

menua sebagai akibat kadar magnesium daun dapat menurun, terkadang menjadi tingkat terendah sehingga aktifitas fotosintesis terganggu.

### 2.3 Kebutuhan Unsur Hara pada Tanaman Padi

Peningkatan produktivitas dan kualitas produk serta efisiensi biaya produksi dapat dilakukan dengan jalan intensifikasi proses budidaya. Ini berarti proses budidaya yang efisien dalam menggunakan sumber daya harus diupayakan dan efisiensi dapat dicapai melalui penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pertanian. Salah satu aspek dalam pengelolaan nutrisi tanaman adalah pemupukan. Pemupukan dilakukan sebagai upaya untuk mencukupi kebutuhan agar tujuan produksi dapat dicapai. Namun apabila pemupukan dilakukan dengan sembarangan akan menimbulkan masalah bagi tanaman yang diusahakan (defisiensi, keracunan, rentan hama penyakit), usaha tani biaya produksi tinggi keuntungan rendah, kualitas produk (kandungan nitrat, logam berat, residu pestisida tinggi kadar gula, protein, vitamin rendah), dan lingkungan hidup (polusi air, pemanasan global) (Wijaya, 2008).

Dalam melakukan pemupukan perlu diperhatikan prinsip pemupukan berimbang, yakni upaya pemenuhan kebutuhan hara tanaman agar dapat mencapai hasil optimal (tanpa kelebihan/kekurangan hara) melalui pemberian pupuk dengan mempertimbangkan jumlah hara yang tersedia di dalam tanah. Prinsip pemupukan berimbang disajikan secara bertahap sebagai berikut : 1) Pertumbuhan tanaman dan tingkat hasil yang dicapai merupakan hasil interaksi antara sifat varietas, lingkungan tumbuh dan cara pengelolaannya, 2) Untuk tingkat hasil tertentu, tanaman memerlukan hara dalam jumlah dan perbandingan tertentu, 3) Untuk tingkat hasil yang lebih tinggi, tanaman memerlukan semua hara itu dalam jumlah yang proporsional, 4) Tanpa pupuk, tanaman mendapatkan hara dari tanah, yang jumlahnya bergantung pada ketersediaan hara itu dalam tanah, serta kemampuan tanaman untuk menyerapnya, 5) Selisih antara hara yang dibutuhkan tanaman dan hara yang dapat diserap tanaman dari tanah perlu dipenuhi melalui pemberian pupuk, 6) Sebagian hara dari pupuk hilang karena tercuci, terfiksas atau tidak terjangkau akar. Kondisi tanah dan bentuk pupuk sering menentukan besarnya

kehilangan itu, jadi pupuk yang diberikan perlu lebih banyak (Makarim *et al*, 2000).

Tanaman padi memerlukan nitrogen dalam jumlah yang banyak pada awal pertumbuhan sampai pembungaan untuk memaksimalkan jumlah malai produktif, serta pada tahap pematangan biji. Menurut Lingga dan Marsono (2000), untuk memproduksi gabah 2,5 ton/ha membutuhkan N sebanyak 23 kg/ha. Fungsi nitrogen pada tanaman padi ialah memberikan warna hijau gelap pada daun sebagai komponen klorofil, merangsang pertumbuhan yang cepat, serta meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, ukuran daun butiran gabah dan kandungan protein dalam biji. Kekurangan nitrogen pada padi menyebabkan pertumbuhan terlambat dan jumlah anakan sedikit, daun sempit dan pendek serta berwarna hijau kekuningan dan daun tua menjadi berwarna coklat muda dan mati (Suradiakarta dan Adimiharja, 2001). Hardjowigeno dan Rayes (2005) menambahkan bahwa, kehilangan hara untuk mencapai produksi tinggi adalah unsur nitrogen 54 kg/ha, fosfor 60 kg/ha, dan kalium 55 kg/ha.

Pemupukan P penting dilakukan dengan dasar bahwa, pada tanah yang berstatus P tinggi, pemupukan P dimaksudkan hanya untuk memenuhi atau menggantikan P yang diangkut oleh tanaman padi. Pada tanah yang berstatus sedang atau rendah, pemberian pupuk P disamping untuk menggantikan P yang terangkut oleh tanaman, juga untuk meningkatkan kadar P tanah sehingga diharapkan pada suatu saat status P tanah berubah dari rendah menjadi tinggi. Hasil penelitian menunjukkan rata – rata kadar P dalam gabah sekitar 0,2%, dengan asumsi hasil gabah sekitar 5 ton/ha maka selalu panen fosfor yang terangkut dalam gabah sekitar 10 kg/ha atau setara dengan 50 kg SP36/ha atau 62,5 kg SP-36/ha (Suradiakarta dan Adimiharja, 2001). Lingga dan Marsono (2000) menambahkan bahwa, untuk memproduksi gabah 2,5 ton/ha membutuhkan 12 kg  $P_2O_5$  kg/ha.

Unsur Kalium bagi tanaman padi berfungsi untuk menyokong anakan dan meningkatkan ukuran dan bobot biji, meningkatkan respon fosfor, berperan sangat penting dalam proses fisiologis tanaman termasuk menutup dan membukanya stomata, serta meningkatkan toleransi tanaman pada kondisi iklim yang tidak sesuai dan ketahanan pada penyakit (Suradiakarta dan Adimiharja, 2001). Menurut

Lingga dan Marsono (2000), untuk memproduksi gabah 2,5 ton/ha membutuhkan 12 K<sub>2</sub>O kg/ha.

#### **2. 4 Dampak Penggunaan Pupuk Anorganik Berlebih pada Tanah dan Tanaman**

Perkembangan dalam penggunaan dan produksi pupuk bergantung pada faktor diantaranya teknologi, kelembagaan, agroekologi, dan kebijakan – kebijakan yang berkaitan dengan faktor diatas. Kebijakan mengenai lingkungan hidup akan sangat dominan dalam menentukan penggunaan dan produksi pupuk karena di dalamnya akan diatur tentang ketersediaan pupuk yang memiliki harga terjangkau petani, tempat yang sesuai, jumlah yang sesuai, dan macam yang sesuai kebutuhan. Dengan demikian kebijakan lingkungan hidup akan berperan sebagai kendali yang mengatur keseimbangan antara penggunaan pupuk dan produksi pupuk. Karena penggunaan pupuk secara berlebihan akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan hidup dan meningkatkan biaya produksi yang pada akhirnya akan menurunkan daya saing produk maka pupuk harus dilakukan secara bijaksana. (Wijaya, 2008).

Alasan utama kenapa pupuk anorganik dapat menimbulkan pencemaran pada tanah karena dalam prakteknya, banyak kandungan yang terbuang. Penggunaan pupuk anorganik yang terus-menerus akan mempercepat habisnya zat-zat organik, merusak keseimbangan zat-zat makanan di dalam tanah, sehingga menimbulkan berbagai penyakit tanaman (Syam dan Diah, 2003). pupuk anorganik ialah zat substansi kandungan hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Akan tetapi seharusnya unsur hara tersebut ada di tanah secara alami dengan adanya siklus hara tanah misalnya tanaman yang mati kemudian dimakan binatang pengerat/herbivora, kotorannya atau sisa tumbuhan tersebut diuraikan oleh organisme seperti bakteri, cacing, jamur dan lainnya. Siklus inilah yang seharusnya dijaga, jika menggunakan pupuk kimia terutama bila berlebihan maka akan memutuskan siklus hara tanah tersebut terutama akan mematikan organisme tanah, jadinya akan hanya subur di masa sekarang tetapi tidak subur di masa mendatang. Untuk itu sebenarnya perlu dijaga dengan pola tetap menggunakan pupuk organik bukan pupuk kimia (Novizan, 2002).

Penggunaan pupuk yang tidak efisien, misalnya penggunaan pupuk yang melebihi dosis tertentu dapat dikatakan sebagai pembuangan pupuk yang berarti pemborosan bagi pemakai, di samping mengakibatkan pencemaran pada lingkungan hidup sekitar lokasi pemupukan (Kusno, 1995). Penggunaan pupuk kimia kemudian diketahui mempunyai efek merusak tanah. Struktur tanah yang secara alami remah, setelah mendapat perlakuan dengan pupuk kimia secara simultan terus – menerus akhirnya menjadi sangat keras. Petani yang belakangan sering mengeluh betapa liatnya tanah mereka menunjukkan hal tersebut (Andoko, 2004). Wijaya (2008) mengemukakan bahwa, untuk menambah zat makanan (hara) ke dalam tanah dengan pupuk buatan, akan diperoleh keuntungan – keuntungan sebagai berikut : (1) Adanya kemajuan teknik, pupuk buatan dapat dibuat dalam jumlah banyak sehingga selisih harga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat (2) Bentuknya lebih memungkinkan untuk diangkut dalam pengangkutan jarak jauh sehingga selisih harga di beberapa tempat hanyalah kecil karena ongkos angkutnyapun dapat ditekan (3) Kandungan unsur haranya sudah tertentu, dengan demikian memungkinkan pemberiannya sesuai dengan perhitungan kebutuhan pada bidang – bidang tanah pertanian tertentu (4) Memudahkan kita memberikan unsur hara dalam perbedaan yang dikehendaki tanaman (5) Dapat diberikan dalam bentuk yang dikehendaki, baik dalam bentuk cair ataupun bukan, sesuai dengan waktu pemberiannya dan kebutuhan tanaman (6) Pemakaiannya lebih mudah daripada pupuk organik dan tidak banyak meminta tenaga.

Selain keuntungan – keuntungan yang dapat diperoleh dengan pemanfaatan pupuk anorganik, tentu pula ada kekurangan – kekurangannya, yaitu (1) Jika penggunaan tidak hati – hati dapat membahayakan manusia (2) Pemakaian yang berlebihan, selain tidak ekonomis, dapat pula membahayakan pertumbuhan tanaman (3) Pada umumnya hanya sedikit sekali mengandung unsur – unsur mikro atau bahkan sama sekali tidak mengandungnya (Sutedjo, 2008) Apabila unsur anorganik N diberikan secara berlebih pada tanaman mungkin sepiantas tidak ada masalah, tetapi kalau dicermati akan banyak menimbulkan kerugian. Kerugian yang dimaksud antara lain : hasil tanaman tidak sesuai dengan harapan (bunga ataupun buah), kandungan nitrat di dalam jaringan organ bahan yang dipanen

menjadi tinggi (berbahaya bagi kesehatan), sistem perakaran tanaman tidak mendukung untuk menghadapi kekeringan, tanaman menjadi lebih rentan terhadap serangan hama dan penyakit, efisiensi biaya produksi rendah dan risiko pencemaran lingkungan besar (Wijaya, 2008). Pemberian N berlebih juga akan mengubah sifat – sifat perakaran tanaman. N berlebih akan memacu pertumbuhan tajuk daripada pertumbuhan akar, sehingga untuk pertumbuhan selanjutnya akar tanaman tidak mampu melayani kebutuhan air dan unsur hara seperti P dan K untuk tajuk yang terlanjur berkembang sangat baik. Akibatnya tanaman tidak tahan menghadapi kekeringan dan kesulitan menjangkau unsur hara pada lapisan tanah lebih dalam (Sutedjo, 2008)

### **2.5 Pupuk Kompos Granul Diperkaya**

Pupuk kompos granul diperkaya merupakan pupuk organik yang diperkaya dengan pupuk NPK buatan atau pupuk NPK yang diperkaya dengan pupuk organik. Pupuk organik umumnya memiliki kandungan hara yang rendah, untuk meningkatkan kandungan hara ini ditambahkan pupuk kimia buatan. Komposisi penambahan tergantung kebutuhan atau disesuaikan dengan target tanaman. Penambahan pupuk NPK ditambahkan pada saat pencampuran bahan. Konsekuensi penambahan pupuk kimia buatan adalah berkurangnya kandungan bahan organik dalam pupuk kompos granul diperkaya.

Untuk memperoleh manfaat yang lebih besar bahan kompos dapat diperkaya dengan fosfat untuk meningkatkan kemangkusan penggunaan fosfat oleh tanaman. Kompos yang diperkaya fosfat dipersiapkan dengan menambahkan superfosfat sebanyak 5% pada saat pengisian lubang pengomposan. Sumber lain yang dapat dimanfaatkan adalah batuan fosfat yang mempunyai kandungan fosfat rendah (< 11% P). selain fosfat yang dapat ditambahkan adalah kalsium dan unsur mikro. Tepung tulang selain meningkatkan fosfor juga nitrogen; mengandung 9% - 11% P dan 2% – 4% N. untuk memperkaya kandungan kalium adalah dengan menggunakan granit yang digerus halus atau tepung mineral felspar dapat dimanfaatkan untuk memperkaya kompos karena mengandung kalium. Kalium maupun unsur yang lain dapat dimasukkan menggunakan jenis tanaman yang kaya unsur tersebut. Sedangkan untuk memperkaya kandungan Nitrogen dengan

menambahkan senyawa nitrogen sebanyak 2% N dapat menurunkan nisbah C/N kompos menjadi 10. Tetapi penambahan ini akan meningkatkan biaya produksi. Dengan demikian teknologi dengan biaya rendah apabila memungkinkan diterapkan, misalkan menggunakan isolat selulotik (Sutanto, 2002)

Ada pandangan yang berkembang dewasa ini bahwa pengelolaan kesuburan tanah pada pertanian konvensional, pertanian intensif, pertanian monokultur, penggunaan varietas unggul mempunyai dampak negatif terhadap ekosistem tanah. Sebagai konsekuensinya pertanian modern tidak bersifat berkelanjutan. Pupuk organik – anorganik adalah campuran pupuk organik dan pupuk anorganik (kimia). Kita harus mulai mempopulerkan penggunaan pupuk campuran organik – anorganik karena kenaikan harga pupuk dan pencemaran yang diakibatkan oleh penggunaan pupuk kimia yang berlebihan. Petani dapat menyiapkan sendiri pupuk organik – anorganik dengan tujuan untuk mengurangi biaya produksi (Isroi, 2009). Menurut Sutanto (2002), mengemukakan mengenai keuntungan dari penggunaan pupuk organik – anorganik secara seimbang sudah lama dipahami dan telah dilaksanakan dalam praktek pertanian. Pemupukan dengan cara ini akan memberikan keuntungan, antara lain :

- a) Menambah kandungan hara yang tersedia dan siap diserap tanaman selama periode pertumbuhan tanaman;
- b) Menyediakan unsur hara dalam jumlah yang seimbang dengan demikian akan memperbaiki presentase penyerapan hara oleh tanaman yang ditambahkan dalam bentuk pupuk;
- c) Mencegah kehilangan hara karena bahan organik mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi;
- d) Membantu dalam mempertahankan kandungan bahan organik tanah pada aras tertentu sehingga mempunyai pengaruh yang baik terhadap sifat fisik tanah dan status kesuburan tanah;
- e) Residu bahan organik akan berpengaruh baik pada pertanaman berikutnya maupun dalam mempertahankan produktivitas tanah;
- f) Lebih ekonomis apabila diangkut dalam jarak yang lebih jauh karena setiap unit volume banyak mengandung nitrogen, fosfat dan kalium serta mengandung hara tanaman lebih banyak;

- g) Membantu mempertahankan keseimbangan ekologi tanah sehingga kesehatan tanah dan kesehatan tanaman dapat lebih baik.

Pupuk organik tidak harus berbentuk granul. Pupuk organik bisa berbentuk curah, tablet, atau pellet. Paling sederhana adalah bentuk curah. Jika hanya untuk memenuhi kebutuhan sendiri, tidak perlu diangkut ke mana-mana, dan bukan untuk dijual, maka bentuk pupuk organik yang paling baik adalah bentuk curah ini. Granulasi membutuhkan biaya tambahan, investasi alat, dan waktu. Granul dibuat kalau mau pupuk organik dijual. Bentuk granul lebih 'manis' daripada bentuk curah. Granul juga dibuat untuk memudahkan aplikasi. Di perkebunan besar aplikasi pupuk sering menggunakan aplikator. Bentuk yang baik untuk aplikator adalah bentuk granul. Granul dibuat untuk memudahkan transportasi. Massa granul lebih ringan daripada bentuk curah, sehingga memudahkan dan mengurangi biaya transportasi. Bentuk granul juga lebih mudah ditaburkan daripada bentuk curah (Isroi, 2009)

## 2.6 Sistem Tanam Jajar Legowo

Tuntutan teknologi terus berkembang sejalan dengan upaya peningkatan produktivitas lahan dan pendapatan petani. Teknologi tanam teratur dalam bentuk empat atau persegi panjang direkayasa menjadi jarak tanam sistem legowo. Menurut Suriapermana (1995), Legowo berasal dari bahasa Jawa – Banyumas yang terdiri dari kata *lego* sing *dowo*, dimana *lego* berarti lebar dan *dowo* berarti memanjang, sehingga ini berarti ruangan yang lebih lebar dan memanjang diantara dua baris tanaman yang dalam bahasa Sunda disebut *lolongkrang*. Sistem tanam jajar legowo ialah teknik mengatur jarak tanam antar rumpun dan barisan sehingga terjadi pemadatan tanaman didalam barisan dan pelebaran jarak antar barisan. Dengan cara ini populasi tanaman per hektar dapat dipertahankan, tetapi ruang terbuka diantara barisan tanaman menjadi lebih luas sekitar 50% dari total luas lahan. Produksi semua tanaman yang berada dibarisan pinggir pertanaman lebih tinggi sebagai akibat pengaruh tanaman pinggir.

Suriapermana (1995) mengemukakan bahwa ada beberapa bentuk sistem jajar legowo yang dapat dilaksanakan, antara lain legowo 2 baris, legowo 3 baris, legowo 4 baris atau lebih. Bentuk legowo yang paling menguntungkan ialah

sistem tanam jajar legowo 2 baris karena setiap barisan tanaman seolah-olah berada dibarisan pinggir sehingga produksinya bisa lebih tinggi akibat pengaruh tanaman pinggir. Bentuk jajar legowo yang lebih dari 2 baris pada umumnya barisan tanaman yang ada ditengah pertumbuhannya tidak dapat maksimal dan ada yang mati. Arah tanam sebaiknya menghadap kearah datangnya sinar matahari, sehingga sinar matahari dapat masuk lebih banyak ke areal pertanaman atau lorong-lorong petakan. Alasan itulah yang menyebabkan bentuk jajar legowo 2 baris dan arah tanam menghadap kearah datangnya sinar matahari lebih dianjurkan untuk dipergunakan dalam bertanam menggunakan sistem tanam jajar legowo.

Pengaturan sistem tanam tersebut juga untuk memperlancar sirkulasi udara sehingga meningkatkan laju fotosintesis dengan semakin tingginya kadar CO<sub>2</sub> ke daun (Usman dan warkoyo, 1993). Dengan meningkatnya aliran udara dalam tajuk menghasilkan peningkatan aliran CO<sub>2</sub> kedaun.

Prinsip dasar sistem tanam jajar legowo menurut Suriapermana, Indah dan Surdianto (2000) ialah :

1. Untuk menjadikan semua barisan rumpun tanaman berada pada bagian pinggir sehingga tanaman mendapatkan efek tanaman pinggir.
2. Tanaman yang mendapat efek tanaman pinggir, produktivitasnya lebih tinggi dari yang tidak mendapatkan efek tanaman pinggir.
3. Dengan jarak tanam sistem jajar legowo menguntungkan dalam pengendalian hama dan gulma.
4. Dengan adanya lorong sinar matahari dapat masuk lebih banyak ke areal pertanaman sehingga mengurangi kelembaban yang dapat menghambat perkembangan penyakit.

Bahrein (2004), mengemukakan bahwa sistem tanam jajar legowo mempunyai keuntungan dan kelemahan. Keuntungan sistem tanam jajar legowo dibagi menjadi keuntungan langsung dan tidak langsung. Keuntungan secara langsung meliputi :

1. Meningkatnya populasi tanaman, untuk meningkatkan populasi tanaman atau mendapatkan populasi tanaman tertentu dapat diatur dengan teknik

tanam legowo meliputi jarak tanam dalam barisan dan jumlah barisan tanaman diantara dua legowo.

2. Luas ruangan terbuka, ruangan kosong diantara barisan tanaman yang dipengaruhi oleh jarak tanam antar barisan tanaman dan jumlah barisan tanaman diantara dua legowo. Adanya ruangan terbuka ini khususnya pada budidaya tanaman padi pada lahan sawah dapat digunakan untuk usaha tani minapadi, tanpa harus menurunkan populasi dan produksi padi.

Keuntungan tidak langsung dari sistem tanam jajar legowo meliputi : 1) Efisiensi penggunaan pupuk, dengan adanya pengaturan jarak tanam dan ruangan kosong pada sistem tanam legowo maka pemberian pupuk hanya pada kelompok barisan tanaman, sedangkan lorong kosong (legowo) tidak perlu dipupuk, sehingga penggunaan pupuk lebih efisien; 2) Pengendalian gulma, pupuk hanya diberikan pada barisan tanaman sehingga laju pertumbuhan gulma pada lorong kosong relatif kecil; 3) Pengendalian OPT, lorong kosong dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pengendalian OPT tanpa mengganggu barisan tanaman. Disamping itu, pengendalian OPT dengan insektisida dapat langsung merata pada seluruh bagian tanaman. Kelemahan dari sistem tanam jajar legowo ialah jumlah benih yang dibutuhkan lebih banyak daripada sistem tegel. Disamping itu, dengan meningkatnya populasi tanaman maka upah buruh dengan sistem legowo juga meningkat.

Diambil dari penelitian Andrianto (2004), bahwa berdasarkan komponen hasil tanaman padi ditinjau dari peubah bobot gabah kering isi per hektar, pengaturan pola tanam jajar legowo 2:1, dikombinasikan dengan sistem tanam tumpang sari memberikan hasil yang tinggi terhadap tanaman padi. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Rahayuningsih (2003), bahwa berdasarkan parameter berat gabah kering giling, luas daun, jumlah anakan, jumlah daun, berat kering total tanaman, dan indek padi maka penanaman tanaman sela yang dilakukan saat tebar benih pada padi, maupun 30 hari setelah tebar benih padi memberikan hasil yang lebih tinggi 150,5 % dan 164,1 %, jika dibandingkan apabila tanaman sela ditanam 30 hari sebelum tebar benih padi pada sistem tanam jajar legowo.

## **2.7 Pengaruh Pengaturan Jarak Tanam Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi**

Pengaturan jarak tanam ialah salah satu cara untuk menciptakan faktor – faktor yang dibutuhkan tanaman dapat tersedia secara merata bagi setiap individu tanaman san untuk mengoptimalisa penggunaan faktor lingkungan yang tersedia. Hasil tanaman akan semakin tinggi jika jarak antar tanaman semakin lebar, tetapi pada kenyataannya ada batas kemampuan tanaman memberikan hasil yang tidak akan bertambah lagi setelah mencapai hasil maksimum sekalipun dengan jarak tanam yang sangat lebar. Jika ditinjau dari hasil tanaman per satuan luas, maka populasi tanaman optimum akan dicapai dengan membuat jarak antar tanaman selebar mungkin pada suatu arah dan serapat mungkin pada arah yang lain (Sitompul dan Guritno, 1995)

Jarak tanam yang terlalu rapat atau populasi yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kompetisi antar tanaman berlangsung sangat kuat sehingga pertumbuhan dan hasil pertanaman akan sangat berkurang dan akibatnya hasil per hektar menurun. Sebaliknya, apabila jarak tanam terlalu renggang atau populasi terlalu rendah hasil per hektar akan rendah karena penggunaan lahan tidak efisien, banyak ruang kosong diantara tajuk tanam (Sugito, 1999). Ditambahkan oleh Noor (2001), penerapan jarak tanam harus disesuaikan dengan tingkat kesuburan lahan, jika lahan kurang subur, maka jarak tanam yang dianjurkan lebar.

## **2.8 Hubungan Antara Pemupukan dengan Jarak Tanam**

Secara ekologis hubungan antara jarak tanam dengan pemupukan akan mempengaruhi terjadinya kompetisi tanaman untuk mendapatkan faktor tumbuh. Kemampuan kompetitif tanaman dapat dilihat dengan menggunakan parameter biomassa total tanaman ( berat kering tanaman) ( Sitompul, 1995 ). Selain itu Notohadiprawiro, *et al*, (2006) dalam laporan penelitiannya di informasikan bahwa hubungan antara hasil dan kepadatan menunjukkan pola yang relative sama untuk masing-masing penyediaan nitrogen. Hasil mula-mula meningkat tajam dengan penambahan jumlah tanaman, tetapi kemudian konstan dengan penambahan populasi tanaman diatas tingkat tertentu. Dengan demikian intensitas kompetisi semakin rendah dengan tingkat penyediaan nitrogen yang semakin

tinggi sehingga membawa hasil per satuan tanaman semakin besar. Hal yang serupa berlaku pula untuk unsur P dan K. Pada prinsipnya bahwa tanaman dapat tumbuh, berkembang dan berproduksi dengan baik apabila faktor pendukung pertumbuhan tersebut tidak dalam kondisi yang terbatas, baik yang mencakup ketersediaan unsur hara maupun space/ruang. Pada umumnya tanaman yang ditanam dengan jarak tanam rapat (sempit), ruang (space) menjadi faktor pembatas. Terbatasnya ruang gerak bagi perkembangan tanaman berdampak pula pada terbatasnya ruang gerak bagi perkembangan perakaran tanaman, sehingga dimungkinkan terjadinya suatu kontak antara akar dari tanaman yang satu dengan akar tanaman yang lain. Berasal dari kontak inilah akan dimulainya tingkat persaingan antara tanaman yang satu dengan tanaman yang lain dalam memperebutkan unsur hara maupun space. Apabila unsur hara yang ada di dalam tanah dalam jumlah yang terbatas, maka hasil akhir (panen) yang diperoleh juga rendah. Akan tetapi apabila tingkat ketersediaan unsur hara dalam kondisi cukup, maka tingkat persaingan dapat diminimumkan dan hasil per satuan luas lahan dan waktu diharapkan masih dapat meningkat.

