

Perancangan Alat Tanam Benih Kacang Kedelai yang Terintegrasi dengan *Insectisida Granuler*¹

Rahmat Ahmad²

Dr. Iqbal, STP, M.Si³ dan Dr. Ir. Abdul Waris, MT³

ABSTRAK

Kacang kedelai merupakan salah satu tanaman palawija yang kebutuhannya semakin meningkat dengan kebutuhan kacang kedelai nasional pada tahun 2014 sebesar 2,2 juta ton dengan produksi dalam negeri hanya kurang dari 1 juta ton. Hal tersebut mendorong perlunya peningkatan produksi kacang kedelai dengan penggunaan bibit unggul dan merubah metode penanaman dari tradisional ke modern serta pemberantasan hama pada saat penanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat tanam yang terintegrasi dengan proses pemberantasan hama pada tanaman kacang kedelai. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2014 di Laboratorium Perbengkelan Pertanian, Fakultas Pertanian, Unhas. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian perancangan alat tanam benih kacang kedelai terdiri dari beberapa bagian yaitu meliputi perancangan konsep desain alat, pembuatan *prototipe* dan uji fungsional alat. Hasil uji fungsional penjatah benih yang didapatkan berupa keluaran benih tidak seragam antara 1 sampai 5 biji tiap lubang dengan rata-rata keluaran 3 biji. Adapun hasil uji fungsional penjatah *insectisida granuler* didapatkan data berupa keluaran *insectisida granuler* rata-rata tiap lubang sebesar 5.1 gram.

Kata Kunci: Kacang Kedelai, Alat Tanam, *Insectisida Granuler*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu tanaman palawija yang kebutuhannya semakin meningkat seiring dengan meningkatnya angka laju pertumbuhan penduduk adalah kacang kedelai. Hal ini dapat dilihat pada tahun 2014 dengan kebutuhan kacang kedelai nasional sebesar 2,2 juta ton dengan produksi dalam negeri kurang dari 1 juta ton. Hal ini menjadi perhatian serius bagi pemerintah dan membuat para ahli tergugah untuk melakukan berbagai penelitian dan pengembangan teknologi guna meningkatkan ketersediaan kacang kedelai dengan meningkatkan produktivitas pada tanaman tersebut.

Namun, dalam proses penanaman yang dilakukan oleh para petani khususnya petani Indonesia adalah masih dengan sistem tugal tradisional. Proses penugalan tradisional merupakan pembuatan lubang tanam dengan menggunakan tongkat kayu, setelah lubang tanam terbuat maka selanjutnya benih dimasukkan ke dalam lubang tersebut dengan tenaga manusia. Tahap penanaman benih membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar dengan biaya yang tidak sedikit. Hingga kini alat tanam benih kacang kedelai yang ada di pasaran diperuntukkan untuk lahan pertanian yang luas hingga mencapai ribuan hektar yang kurang sesuai dengan lahan pertanian di Indonesia yang berpetak-petak.

Perancangan alat tanam kacang kedelai dimaksudkan untuk memenuhi masalah penanaman seperti kebutuhan tenaga, mengurangi pemadatan tanah pada lahan pertanian serta masalah yang timbul dari penggunaan alat tanam yang digandeng traktor yaitu biaya investasi yang tinggi. Alat tanam ini dibuat dengan sumber tenaga berasal motor bakar bensin dengan desain yang sederhana dan sesuai dengan karakter lahan di Indonesia. Mekanisme yang diterapkan mencakup sistem pengolahan tanah, pembuat lubang

dan penanam benih serta penutupan lubang tanam sehingga dengan energi yang sama dapat diselesaikan secara bersamaan. Penggunaan alat tanam kacang kedelai ini diharapkan meningkatkan kinerja petani. Selain itu, penggunaan alat tanam ini memotivasi petani dalam peningkatan produksi tanaman kacang kedelai melalui pengurangan biaya produksi untuk mencapai keuntungan maksimal.

1.2. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat tanam yang terintegrasi dengan proses pemberantasan hama tanaman kacang kedelai.

Kegunaan dari penelitian ini adalah diharapkan masyarakat petani kacang kedelai dapat memanfaatkan alat ini pada semua jenis varietas kacang kedelai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kacang Kedelai

Kacang kedelai merupakan terna dikotil semusim dengan percabangan sedikit, sistem perakaran tunggang dan batang berkambium dan dapat berubah penampilan menjadi tanaman merambat pada saat pencahayaan kurang. Tanaman kedelai dapat di usahakan di dataran rendah mulai dari 0 - 500 m dari permukaan laut dengan curah hujan rendah. Teknik budidaya kedelai yang dilakukan sebagian besar petani di Indonesia umumnya masih sangat sederhana, baik dalam pengolahan tanah, pemupukan, pemberantas hama dan penyakit, sehingga produktifitasnya masih sangat rendah (Rukmana, 1996).

2.2. Alat dan Mesin Penanam Biji (*Seeder*)

Alat tanam (*seeder*) merupakan salah satu jenis alat dan mesin pertanian yang berfungsi untuk meletakkan benih yang akan ditanam pada kedalaman

1. Makalah Yang Disajikan Dalam Seminar Hasil Penelitian Prodi Keteknikan Pertanian, Unhas¹
2. Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Unhas²
3. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Unhas³

dan jumlah tertentu dengan keseragaman yang relatif tinggi. Beberapa sifat fisik benih yang mempengaruhi alat tanam yaitu ukuran, bentuk, *density* per volume, dan ketahanan terhadap tahanan pada gesekan. Alat atau mesin tanam mempunyai empat komponen utama yaitu *metering device*, tabung penyalur, *furrow opener*, dan penutup alur (Mulyawan, 2009).

Menurut Daywin dkk (1993) dengan menggunakan alat tanam yang tepat, biji-bijian dapat didistribusikan kedalaman tanah menurut salah satu pola berikut:

1. Sebar atau *broadcasting* (menyebarkan biji diatas permukaan tanah secara acak)
2. *Drill seeding* (menjatuhkan biji secara acak dalam alur dan sekaligus menutup biji tersebut)
3. *Precision drilling* (menempatkan sebuah biji dengan jarak yang sama dalam barisan tanaman)
4. *Hill dropping* (menempatkan sekelompok biji didalam tanah dengan jarak yang sama dalam barisan tanaman)
5. *Check row planting* (menempatkan sekelompok biji dalam barisan tanaman sedemikian rupa sehingga barisan tanaman yang dihasilkan saling tegak lurus)

2.3. Bagian-Bagian Alat Tanam

Pada alat tanam mempunyai bagian-bagian yang sangat penting untuk menunjang proses penanaman sehingga hasil penanaman dapat maksimal. Bagian alat tanam tersebut antara lain:

1. Pembuka alur (*furrow opener*)

Pemilihan tipe yang digunakan tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis tanaman, kadar air tanah, suhu tanah dan lain sebagainya. Tipe *full tiner*, baik untuk penanaman dengan kedalaman sedang, tanah bersih dari sampah dan rerumputan. Tipe *stub runner* kadang-kadang digunakan untuk jagung pada tanah-tanah keras dan penuh sampah. Tipe *hoe* baik digunakan untuk tanah-tanah berbatu dan berakar. Tipe *hoe* juga baik untuk penanaman secara dalam. Tipe piringan cocok digunakan untuk tanah-tanah keras dan bersampah, tanah-tanah basah, dan tanah lengket (Wijaya, 2011).

2. Penutup alur

Penutup alur berfungsi untuk menutup alur tanam setelah penjatihan benih. Menurut Richey et al. (1961) menjelaskan bahwa penutup alur ini biasanya berupa rantai yang diseret (*drag chain*), piringan penutup, lempeng penutup, sekop penutup dan penutup dengan tekanan roda.

3. Penjatah benih

Menurut Srivastava *et al.*, (1996) berbagai jenis penjatah telah dikembangkan untuk menghasilkan penjatahan bahan yang konsisten dan seragam. Jenis-jenis penjatah diantaranya sebagai berikut :

a. Roda Bintang (*Star Wheel Feed*)

Pupuk yang akan di distribusikan diletakkan di antara roda-roda bintang kemudian jatuh kedalam tabung pengeluaran secara gravitasi. Sebelum bahan masuk kedalam tabung pengeluaran bahan terlebih dahulu dipotong oleh pintu pengeluaran. Kapasitas pengeluaran (*feed rate*) diatur dengan mengatur tinggi rendahnya lubang pemasukan diatas roda bintang.

b. Piringan Berputar (*Rotating Bottom*)

Penjatah piringan berputar dapat digunakan untuk pemupukan dalam beberapa barisan. Penjatah tipe ini terdiri dari sebuah pacul stasioner yang memisahkan pupuk dari piringan berputar di bawah tangki pupuk, mengarahkannya ke sisi mangkuk dan memasukkannya ke saluran pupuk. Banyaknya pupuk yang dikeluarkan dapat diatur dengan mengatur lubang pengeluaran. Terkadang ada dua pintu pengeluaran yang dapat memberikan pemupukan dua baris dengan satu *hopper* pupuk.

c. Ulir (*Auger*)

Penjatah jenis ini dibagi menjadi dua, yaitu penjatah ulir longgar dan rapat. Penjatah *auger* dengan tabung yang rapat dengan ulirnya dan ulir tersebut memiliki *displacement* yang cukup besar tiap putarannya.

d. Rotor Bercelah (*Edge Cell*)

Roda penjatah dipasangkan pada jarak yang diperlukan sepanjang *hopper* dan diputar sepanjang poros segi empat. Lebar rotor berkisar 6 - 32 mm digunakan untuk pemberian dosis yang berbeda. Laju pengeluaran pupuk diatur dengan kecepatan putar porosnya.

e. Sabuk Berputar (*Belt Type*)

Jenis ini digunakan untuk pupuk dalam jumlah besar. Bahan sabuk terbuat dari kawat atau kain berkaret. Pengeluarannya dapat dipisah ke dalam 2 atau lebih aliran pengeluaran atau sesuai kebutuhan.

f. Rol Beralur (*Fluted Roll*)

Tipe ini terdiri dari sebuah rotor bersudut dan rotor beralur diatas pintu pengeluaran yang dapat diatur dan rotor tersebut diatur oleh roda penggerak. Bagian *hopper* memiliki dua atau empat pintu pengeluaran yang dapat digunakan secara terpisah atau tergabung. Rotor cukup rapat dengan dasar *hopper* sehingga menghasilkan penutupan otomatis ketika rotor tidak berputar.

g. Aliran Gravitasi (*Gravity Flow*)

Penjatah tipe gravitasi biasa digunakan pada *drop type broadcaster*. Penjatah diatur dengan menyatel ukuran lubang pengeluaran. Sebuah agitator memecah gumpalan dan menggerakkan bahan menuju lubang pengeluaran. Penjatahan tipe gravitasi sensitif terhadap kecepatan majunya.

4. Kotak (*Hopper*) Benih

Hopper benih merupakan bagian dari komponen mesin tanam yang berada di atas, yang berfungsi sebagai kotak penampung benih sebelum disalurkan atau ditanam pada tanah. *Hopper* benih mempunyai peranan penting dalam proses berjalannya benih karena apabila desain *hopper* tidak bagus maka akan terjadi penumpukan benih yang akan menghambat proses penanaman.

5. Tabung Penyalur

Feed tube atau tabung penyalur berada pada posisi dibawah *hopper* yang berfungsi sebagai penyalur pengeluaran benih dari *hopper* sehingga dapat tertanam tepat pada lubang tanam yang telah dibuat oleh *furrow opener* (Anonim, 2014).

2.4. Sudut Curah

Menurut istilah sudut curah (*angel of repose*) adalah sudut dari bidang datar dengan permukaan material yang ditumpuk dan tidak terjadi pergerakan dan luncuran dengan permukaan material yang ditumpuk dan tidak lagi terjadi pergerakan atau luncuran antar material tersebut. Material yang berada diatas sudut curah memiliki gaya ke bawah lebih besar dari gaya geseknya sehingga menyebabkan material bergerak turun. Sedangkan material yang berada dibawah sudut curah gaya geseknya lebih besar sehingga menahan gaya kebawah dan mencegah material turun. Sudut curah dalam bidang eksakta dipelajari dan digunakan untuk menaksir laju erosi permukaan suatu lereng, mengukur kecepatan aliran material erupsi, merancang tempat penyimpanan hasil pertanian berupa biji dsb (Hatta, 2005).

2.5. Sistem Transmisi

Sistem transmisi adalah sistem yang berfungsi untuk konversi torsi dan kecepatan (putaran) dari mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah tetapi lebih bertenaga, atau sebaliknya (Sulasro dan Kiyokatsu Suga, 1978).

2.5. Ergonomika dan Atropometri

Ergonomi adalah suatu aturan atau norma dalam suatu sistem kerja. Setiap aktivitas atau pekerjaan yang dilakukan hendaknya selalu berpegangan pada prinsip ergonomis karena hal tersebut dapat mengakibatkan ketidaknyamanan dalam melakukan pekerjaan, timbulnya biaya tinggi, adanya kecelakaan dan penyakit akibat kerja, serta turunnya performansi yang berakibat kepada penurunan produktivitas kerja (Gregorius, 2014).

Antropometri adalah suatu bidang ergonomika yang menyangkut masalah pengukuran statis manusia. Data antropometri sendiri dapat digunakan untuk optimasi berbagai macam benda yang sering digunakan manusia. Variabel antropometri dalam populasi normal biasanya mengikuti sebaran normal. Untuk keperluan desain, digunakan dua kunci parameter dari sebaran normal yaitu nilai tengah dan standar deviasi. Nilai tengah adalah jumlah keseluruhan pengukuran individu dibagi dengan banyaknya pengukuran. Nilai tengah ini menunjukkan kecenderungan pusat data. Standar deviasi sendiri dihitung menggunakan beda antara tiap pengukuran individu dengan nilai tengah. Standar deviasi itu sendiri berguna untuk menunjukkan derajat sebaran data (Herodian, 1999).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2014 di Laboratorium Perbengkelan Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

3.2. Alat dan Bahan

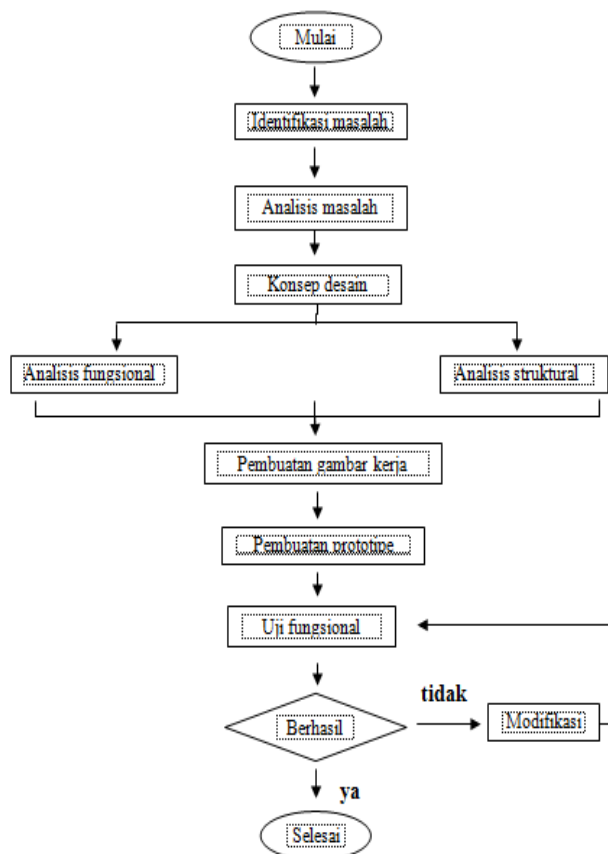
Alat yang digunakan dalam pembuatan alat adalah komputer (dengan kelengkapan *software* AutoCAD), gergaji potong, las listrik 1 phase, mesin bor, gurinda tangan dan peralatan bengkel lainnya.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah besi pipa, besi *hollow*, plat baja, plat *alcrilik*, mur dan baut, benih kacang kedelai dan *insectisida granuler*.

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian perancangan alat tanam benih kacang kedelai terdiri dari beberapa bagian yaitu meliputi identifikasi masalah, analisis masalah, perancangan konsep desain alat, analisis fungsional dan struktural, pembuatan gambar kerja, pembuatan *prototipe* dan uji fungsional alat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut adalah penjelasan pada setiap bagian prosedur penelitian.

Identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam perancangan alat. Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah-masalah yang muncul pada alat dan mesin tanam kacang kedelai yang sudah ada sebelumnya. Permasalahan yang sering terjadi pada alat dan mesin tanam yang sudah ada yaitu: 1) jarak tanam benih yang tidak seragam, 2) roda penggerak tidak mampu memutar *metering device* dengan baik, 3) sedikit sekali alat dan mesin tanam yang terintegrasi dengan penjajah *insectisida granuler*.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Setelah diketahui permasalahan yang ada pada alat penanam dan pemupuk yang sudah ada maka dilakukan analisis permasalahan, dalam tahapan ini dilakukan analisis untuk mendapatkan solusi permasalahan yang sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Solusi inilah yang akan diterapkan dalam mendesain alat tanam kacang kedelai

Setelah dilakukan analisis permasalahan yang ada dan pengumpulan ide-ide pemecahan masalah dengan mempertimbangkan beberapa aspek yang terkait, dilakukan perumusan untuk menghasilkan beberapa konsep desain yang dilengkapi dengan gambar sketsa, analisis teknik, dan perkiraan kapasitas lapangan teoritis.

Analisis desain dan pembuatan gambar kerja dilakukan untuk menentukan bahan, ukuran, serta mekanisme bagian-bagian alat yang akan bergerak. Analisis teknik yang dilakukan meliputi: 1) perhitungan volume *hopper*, 2) perhitungan diameter poros. Setelah analisis desain selesai, kemudian dibuatlah *prototipe* mesin penanam kacang kedelai dan penjajah *insectisida granuler*. Pembuatan *prototipe* ini dilakukan Laboratorium Perbengkelam Pertanian, Unhas.

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian pada alat telah berfungsi dengan baik.

Untuk unit penanaman dan penjajah *insectisida granuler*, yang diuji adalah bagian : *hopper*, penjajah benih dan *insectisida granuler*, tabung penyalur, mata tugal dan pembuka alur tanam.

3.4. Konsep Desain

Alat tanam benih kacang kedelai ini menggunakan motor bakar bensin sebagai penggerak. Alat ini direncanakan menggunakan jarak tanam 30 x 40 cm dengan harapan penjataan benih sebanyak 4 benih per lubang pada kedalaman 3-5 cm. *Insectisida granuler* dengan dosis 4 gram tiap lubang ditempatkan bersamaan dengan benih tanaman kacang kedelai pada lubang tanam.

3.4.1. Rancangan Fungsional

Fungsi utama dari alat tanam kacang kedelai adalah untuk menanam kacang kedelai yang terintegrasi dengan *insectisida granuler* sebagai upaya untuk memberantas hama pada saat dan setelah penanaman.

Rangka utama. Diharapkan dapat berfungsi sebagai penopang beban dari motor bakar bensin dan benih serta *insectisida granuler*. Selain itu, rangka utama juga berfungsi sebagai tempat melekatnya roda, *metering device* benih dan *insectisida granuler* dan *hopper* benih dan *insectisida granuler*. Rangka utama terbuat dari besi pipa dan besi *hollow* yang ukurannya bervariasi. *Stang* (kemudi) berbentuk silinder dengan bahan besi pipa dimaksudkan agar dalam pengoperasian operator dapat menggenggam stang kemudi dengan nyaman.

Hopper benih. Dibuat untuk menampung benih dengan baik dan terletak di atas *metering device* dan terbuat dari besi plat agar dapat menahan beban dari massa benih kacang kedelai.

Hopper insectisida granuler. Dibuat untuk menampung *insectisida granuler* dengan baik dan terletak diatas *metering device* dan terbuat dari plat akrilik agar dapat menahan beban dari massa *insectisida granuler* serta agar tidak terjadi korosi.

Penjajah benih. Dibuat untuk menjajah benih dengan jumlah dan jarak tanam tertentu. Mekanisme penjajahan benih yang digunakan adalah tipe rotor bercelah (*edge cell*). Penjajah yang digunakan memanfaatkan tenaga yang berasal dari poros roda yang ditransmisikan melalui rantai.

Penjajah insectisida granuler. Dibuat untuk menjajah *insectisida granuler* dengan jumlah dan jarak tanam tertentu. Mekanisme penjajahan *insectisida granuler* yang digunakan adalah tipe rotor bercelah (*edge cell*). Penjajah yang digunakan memanfaatkan tenaga yang berasal dari poros roda yang ditransmisikan melalui rantai.

Sistem transmisi. Sistem transmisi berfungsi untuk mengubah kecepatan putar poros input agar sesuai dengan kebutuhan putaran di poros penjajah. Tenaga putar untuk penjajah alat tanam ini bersumber dari putaran roda yang digerakkan oleh motor bakar bensin yang melewati *gear* pembagi yang terdiri dari komponen rantai dan *sproket (gear)*.

Roda penggerak. Berfungsi untuk menggerakkan alat tanam dan menahan beban yang berasal dari rangka alat, *hopper* benih dan *insectisida granuler* serta benih dan *insectisida granuler*.

Tabung penyalur. Berfungsi untuk menyalurkan benih dan *insectisida granuler* pada lubang tanam. Tabung penyalur terbuat dari bahan seng plat dan selang plastik.

Pembuka dan penutup alur. Berfungsi untuk membuka alur tanam dan menutup alur tanam. Pembuka alur yang digunakan adalah tipe *stub runner* dan pada penutup alur berbentuk *double blade* yang terletak di belakang batang pembuka alur.

3.4.2. Rancangan Struktural

1. Rangka Utama

Rangka utama terbuat dari besi pipa, besi *hollow*, dan besi plat yang ukurannya bervariasi. Desain rangka yang terdiri dari dudukan poros roda yang terbuat dari besi *hollow*, dudukan *hopper* terbuat dari besi siku dan stang kendali yang terbuat dari besi pipa. *Stang* (kemudi) berbentuk silinder dengan bahan besi pipa. Ukurannya sesuai dengan lebar bahu ergonomis manusia yaitu 40 cm dengan diameter genggam 4 cm. Tinggi dari alat penanam ini adalah 90 cm yang sesuai dengan tinggi kenyamanan tubuh saat mendorong. Panjang dari alat tanam ini sendiri adalah 100 cm.

2. Penjajah (*metering device*) Benih dan *Insectisida Granuler*

Penjajah benih yang digunakan adalah penjajah tipe *edge cell* (rotor bercelah) yang dipasang pada posisi vertikal. Rotor yang digunakan berdiameter 90 mm dengan tebal 36 mm dan memiliki 1 buah cekungan dengan diameter 1 cm. Harapannya hasil keluaran benih adalah 4 benih per lubang. Penjajah benih ini digerakkan oleh tenaga motor bakar bensin melalui sistem transmisi.

Sedangkan penjajah *insectisida granuler* juga menggunakan tipe *edge cell* (rotor bercelah) yang terpasang dengan posisi vertikal. Lempengan penjajah *insectisida granuler* ini memiliki dimensi diameter total 90 mm, tebal 36 mm dan 1 buah celah yang berbentuk prisma dengan ukuran panjang celah 30 mm dan lebar 20 mm. Penjajah *insectisida granuler* ini digerakkan oleh putaran torsi dari motor bakar bensin melalui sistem transmisi dengan jarak tanam 28,26 cm yang didapat dengan menggunakan persamaan (1).

$$\text{Jarak tanam} = \pi \cdot d \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : d = diameter *metering device* (cm)

3. Kotak (*hopper*) Benih dan *Insectisida Granuler*

Hopper benih pada alat ini terbuat dari bahan plat besi dengan tebal 1 mm. Bentuk *hopper* benih ini berbentuk gabungan kubus dan limas segi empat terpancung yang di bagian bawahnya terdapat celah untuk penjajah benih. *Hopper* ini terbagi menjadi penutup *hopper*, dinding *hopper* benih, dan katup ruang penjajah. Dimensi *hopper* benih adalah 15 x 15 x 15 cm. Kemiringan bagian penjajah *hopper* benih sebesar 30° dengan membuat sudut kemiringan *hopper* lebih besar dibanding sudut curah benih kacang kedelai. Adapun volume *hopper* benih berdasarkan perhitungan adalah 2958.58 cm³ atau 2000 gram dengan menggunakan persamaan (2)

$$V = \frac{(A \cdot J \cdot m \cdot 10^4)}{(\rho \cdot p \cdot l)} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : V = Volume kotak pupuk (cm³)
 A = Luasan lahan sekali pengisian (m²)
 J = Jumlah benih per lubang (biji)
 p = Jarak antar baris tanaman (cm)
 ρ = Massa jenis benih (g/cm³)
 l = Jarak antar lubang tanam (cm)
 m = massa benih (g/biji)
 (Khairuddin, 2010).

Hopper insectisida granuler pada alat ini terbuat dari bahan plat akrilik dengan ketebalan 3 mm. Bentuk *hopper insectisida granuler* berbentuk prisma yang bagian bawahnya terdapat celah untuk menjajah

insectisida granuler. Dimensi *hopper insectisida granuler* adalah 15 x 4 x 15 cm dengan kemiringan *hopper insectisida granuler* sebesar 45°. Adapun volume dari *hopper insectisida granuler* adalah 343.4 cm³ atau 364.6 gram dengan menggunakan persamaan (3)

$$V = \frac{A \cdot D}{\rho \cdot 10^4} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : V = Volume *hopper insectisida granuler* (cm³)
 A = Luasa lahan sekali pengisian *hopper* (m²)
 ρ = Massa jenis *insectisida granuler* (g/cm³)
 D = Dosis yang diberikan (Kg/Ha) (Khairuddin, 2010).

4. Poros Metering Device dan Poros Roda

Poros pada *metering device* mengalami pembebanan yang berasal dari beban benih kacang kedelai dan beban *hopper*. Dengan adanya pembebanan yang terjadi maka ukuran dan jenis bahan tidak boleh sembarangan. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai diameter poros untuk poros *metering device* adalah 1.2 cm dan diameter poros untuk poros roda adalah 2.4 cm dengan menggunakan persamaan (4).

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M}{\sigma_a \cdot \pi}} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana : d = diameter efektif poros (mm)
 M = total momen pada poros (Kg • m)
 σ_a = kekuatan ijin bahan (Kg / mm²) (Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1978).

5. Ukuran Roda

Pemilihan ukuran roda merupakan hal yang penting dalam rancangan alat. Roda alat pada tanam ini selain menjadi penggerak juga akan menumpu sebagian besar beban alat tanam. Adapun diameter roda 43,18 cm dan mempunyai sirip dengan jarak antar sirip adalah 7 cm serta dimensi sirip 2,5 cm x 1,5 cm.

6. Pembuka dan Penutup Alur Tanam

Rancangan pembuka alur tanam ini dibuat berbentuk bajak dengan kedalaman antara 3-5 cm dengan lebar alur 4 cm. Pada penutup alur berbentuk *double blade* yang terletak di belakang pembuka alur dengan sudut 45° yang bersatu dengan batang pembuka alur dan terletak di belakangnya. dalam perancangan pembuka alur perlu dihitung beban tahanan tanah untuk mengetahui besarnya tenaga yang dibutuhkan untuk membelah tanah. berdasarkan hasil perhitungan beban tahanan tanah

adalah 744.8 N dengan menggunakan persamaan (7). Rencana panjang atau tinggi dari pembuka alur adalah 75 cm dengan hasil perhitungan momen pada penampang pembuka alur adalah 56 kgf • m dengan menggunakan persamaan (8). Adapun tebal dari pembuka alur berdasarkan hasil perhitungan adalah 0.06 cm dengan menggunakan persamaan (9)

$$F_{pa} = A \cdot F_{tarik} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana : F_{pa} = beban tahanan tanah (kgf)
 A = luas bidang potong (cm²)
 F_{tarik} = tahanan tarik tanah (kgf/cm²) (asumsi = 3.8 kgf/cm²) (Iqbal, 2012).

$$M = F_{pa} \times l \dots\dots\dots(8)$$

Dimana : M = momen (kgf • m)
 F_{pa} = beban tahanan tanah (kgf)
 l = jarak F_{pa} terhadap titik K (m) (Iqbal, 2012).

$$P_i = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{\sigma_a \cdot t}} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana : σ_a = tegangan tarik baja S-40C = 55000000 (kg/m²)
 M = momen (kgf • m)
 t = lebar pembuka alur (m)
 P_i = tebal pembuka alur (m) (Iqbal, 2012).

7. Sistem Transmisi

Sistem transmisi merupakan komponen yang berfungsi untuk memindahkan putaran dari motor bakar bensin penggerak ke roda atau komponen lainnya. Komponen ini merupakan satu rangkaian yang terdiri dari *pully* yang menghubungkan motor bakar bensin dan batang as roda. Pada as roda terdapat *sproket* yang dihubungkan dengan *sproket* pada batang as *metering device* dengan menggunakan rantai. Pada sistem transmisi digunakan *sproket* dengan jumlah gigi 19 buah dan 24 buah. Adapun rantai yang digunakan adalah rantai tipe rol dan *V-belt* seta *pully* yang digunakan adalah tipe A. Berdasarkan hasil perhitungan untuk panjang ranti maksimal adalah 117.5 dengan menggunakan persamaan (10) dan untuk perhitungan panjang sabuk efektif adalah 67.98 cm dengan menggunakan persamaan (11)

$$L_p = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(z_1 - z_2)]^2}{4C_p} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana : L_p = Panjang rantai (jumlah mata rantai)
 z_1 = Jumlah gigi *sproket* kecil (buah)
 z_2 = Jumlah gigi *sproket* besar (buah)
 C_p = Jarak sumbu poros (m) (Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1978).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

$$L = 2c + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{4}(D_p - d_p)^2 \dots\dots\dots(11)$$

Dimana : L = Panjang total sabuk (m)

c = Jarak sumbu poros (m)

d_p = Diameter *pully* penggerak (m)

D_p = Diameter *pully* digerakkan (m)

(Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1978).

8. Kebutuhan Beban Tarik

Kebutuhan beban tarik terbagi atas beberapa bagian yang terdiri dari beban pembuka alur dengan hasil perhitungan adalah 1489.6 N, tahanan gelinding roda dengan hasil perhitungan 176.4 N dengan menggunakan persamaan (12). Adapun gaya total yang akan diterima oleh alat tanam berdasarkan hasil perhitungan adalah 1636.6 N dengan nilai torsi penggerak sebesar 360.05 Nm (persamaan 13) dan daya yang dibutuhkan dengan kecepatan maju 0.7 m/s sebesar 2.1 Hp (persamaan 14).

$$F_{tr} = C_{tr} * W \dots\dots\dots(12)$$

Diasumsikan nilai $C_{tr} = 0.3$ (Armansyah 2002),

$$\tau = F_{tot} * r \dots\dots\dots(13)$$

Dimana : r = Jari-jari roda (m)

F_{tot} = Gaya total pada alat (N) (Iqbal, 2012).

$$D = \text{Beban tarik} * \text{kecepatan traktor} \dots\dots\dots(14)$$

(Iqbal, 2012).

3.6. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengujian fungsional dari beberapa bagian dari alat tanam. Bagian-bagian yang diuji yaitu :

1. Pengujian *Metering Device* Benih

Pada pengujian *metering device* benih dilakukan dengan cara statis dengan asumsi bahwa keluaran benih dari hasil pengujian statis sama dengan keluaran benih pada saat dioperasikan dengan gangguan dari luar dianggap tidak ada. Pengujian *metering device* benih dilakukan dengan menggunakan indikator 4 benih tiap pengeluaran.

2. Pengujian *Metering Device Insectisida Granuler*

Pengujian *metering device insectisida granuler* dilakukan dengan cara statis. Hal ini dikarenakan pengambilan data dosis *insectisida granuler* dilapangan tidak bisa dilakukan karena *insectisida granuler* sudah berterbaran di tanah. Pengujian *metering device insectisida granuler* dilakukan dengan menggunakan indikator 4 gram per pengeluaran.

4.1. Bagian Utama Alat

Bagian utama alat dari alat tanam benih kacang kedelai ini antara lain:

4.1.1. Rangka Utama

Rangka merupakan bagian terpenting dalam satu alat atau mesin. Rangka pada alat tanam merupakan bagian yang menopang poros roda, *hopper* benih dan *insectisida granuler*, poros *metering device* dan sebagai tempat menyambung *stang* kendali. Rangka utama terbuat dari material utama besi dengan bentuk besi *hollow* yang dilas dan dibuat sesuai desain.



Gambar 2. Rangka Utama

4.1.2. Roda Sirip

Roda sirip merupakan komponen yang terdiri dari dua bagian yaitu *velk* roda dan mata sirip. *Velk* roda sirip merupakan *velk* motor 17 inchi yang digunakan pada sepeda motor dan dimodifikasi pada bagian jari-jari dan bagian lubang porosnya, serta dipasangkan besi plat dengan ukuran 2 cm x 3,5 cm sebagai mata sirip. Roda sirip dirancang untuk memperkecil slip yang terjadi dan untuk mengurangi pemadatan tanah. Mata sirip dirancang berbentuk persegi panjang dengan bahan plat besi dengan ketebalan 2 mm dan sudut 90°.



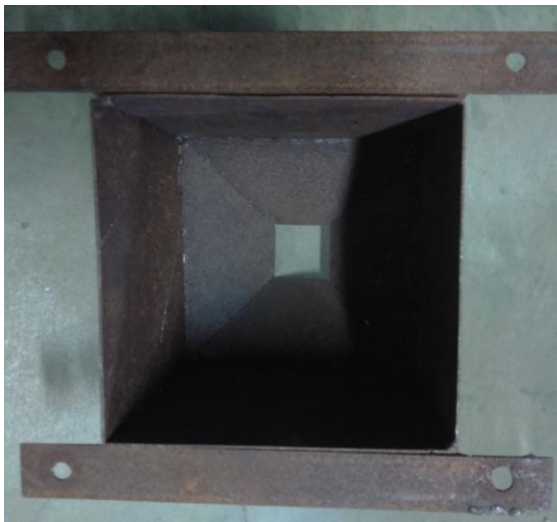
Gambar 3. Roda Sirip



Gambar 5. Hopper Insectisida Granuler

4.1.3. Hopper Benih dan Insectisida Granuler

Hopper benih dibuat dari bahan besi plat dengan tebal 1 mm dan kemiringan bagian celah lempengan penjajah 30° dan berbentuk gabungan limas segi empat dan kubus dengan posisi penjajah benih adalah horizontal sejajar dengan alas *hopper*. Bahan dasar *hopper* yang menggunakan besi plat dimaksudkan agar mampu menahan massa dari benih kacang kedelai. Selain itu, untuk menghindari retakan apabila terjadi goncangan pada saat pengoperasian alat tanam. Volume *hopper* benih sekitar 2958.58 cm^3 atau 2000 g, sehingga dapat menampung sebesar ± 2 kg benih.



Gambar. 4 Hopper Benih

Hopper *insectisida granuler* dibuat dengan bahan akrilik transparan untuk mempermudah pemantauan ketika *insectisida granuler* akan habis saat di lahan. Desain *hopper insectisida granuler* berbentuk prisma dengan posisi penjataan *insectisida granuler* adalah horizontal sejajar dengan alas *hopper*.

4.1.4. Penjajah Benih dan Insectisida Granuler

Penjajah benih dan *insectisida granuler* dibuat dari bahan yang tidak mudah berkarat dan mudah dalam pembuatannya. Penjajah ini dibuat dari bahan plastik *polietilen/nylon* dengan diameter penjajah benih dan penjajah *insectisida granuler* adalah 9 cm. Pada penjajah benih terdapat 1 buah lubang celah berdiameter 10 mm yang dimaksudkan sebagai tempat untuk mengaitkan benih dan 1 buah lubang celah pada penjajah *insectisida granuler* berbentuk balok dengan dimensi $2,5 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm}$.



Gambar 6. Metering Device Insectisida Granuler



Gambar 7. Metering Device Benih

4.1.5. Tabung Penyalur

Tabung penyaluran benih dan tabung penyaluran *insectisida granuler* terbuat dari bahan selang pipa berdiameter 0.75 inchi. Tabung penyaluran yang digunakan selang pipa yang berbahan karet agar pipa mudah dan *fleksibel* ketika dibengkokkan, selain itu selang pipa juga mudah dibongkar pasang.



Gambar 7. Tabung Penyalur

4.1.6. Pembuka dan Penutup Alur Tanam

Pembuka alur tanam terbuat dari besi plat yang berbentuk segitiga dan disatukan satu sama lain. Pembuka alur tanam menempel pada batang pembuka alur dengan panjang 75 cm.



Gambar 8. Pembuka Alur

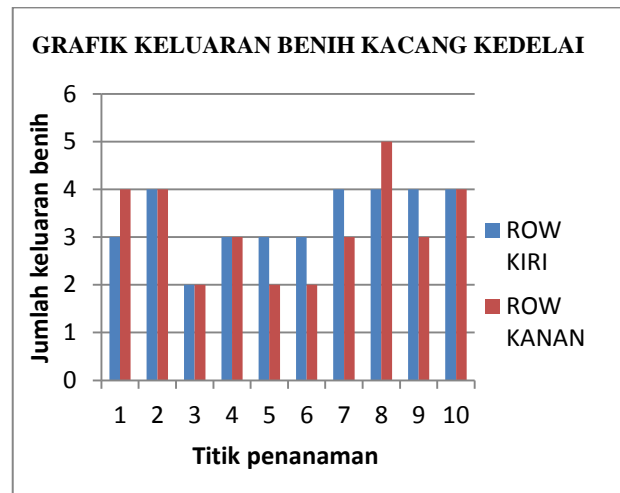
Penutup alur tanam terbuat dari dua buah lempengan plat yang berbentuk lingkaran dengan kemiringan 45° dan menempel pada batang pembuka alur.

4.2. Kinerja Penjatah Benih dan *Insectisida Granuler*

Salah satu masalah yang terjadi pada sistem penjatahan adalah terjadinya gesekan pada celah *metering device* dengan benih atau *insectisida granuler* yang menyebabkan timbulnya kemacetan pada *metering device*. Hal lain yang terjadi adalah ada beberapa benih yang mengalami keretakan.

4.2.1. Kinerja Penjatah Benih

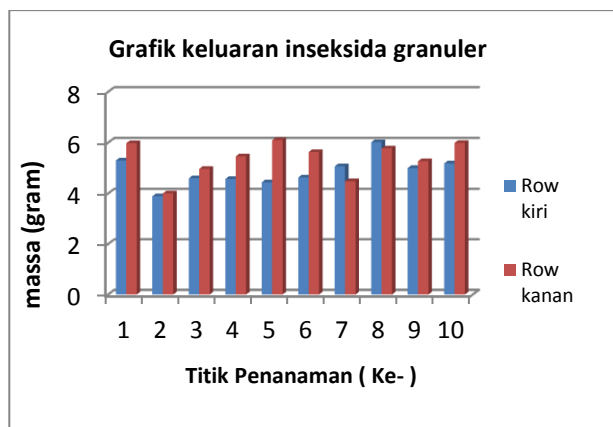
Pada pengujian fungsional penjatah benih yang digunakan adalah benih kacang kedelai yang berukuran sedang dan tidak seragam. Benih yang berukuran tidak seragam merupakan faktor utama terjadi kemacetan *metering device*. Benih yang berukuran kecil terkadang mengisi celah penjatah sehingga jumlah keluaran benih menjadi lebih banyak. Hal ini dapat dilihat pada gambar 21 dengan jumlah keluaran tidak seragam antara 1 sampai dengan 5 dengan rata-rata keluaran sebesar 3 buah benih. Selain itu, ukuran benih yang berukuran kecil menyebabkan penyempitan celah *metering device* terhadap *hopper* sehingga terkadang membuat *metering device* berhenti atau macet.



Gambar 9. Grafik Keluaran Benih Kacang Kedelai

4.2.2. Kinerja Penjatahan *Insectisida Granuler*

Pengambilan data dosis *insectisida granuler* dilapangan tidak bisa dilakukan karena *insectisida granuler* sudah betebaran di tanah. Oleh karena itu pengujian *insectisida granuler* hanya dapat dilakukan pengujian tanpa lahan dan diperoleh dosis penjatahan *insectisida granuler* rata-rata perlubang 5.1 gram.



Gambar 10. Grafik Keluaran *Insectisida Granuler*

Hal ini terjadi karena *hopper* dan *metering device* kurang presisi dalam proses pembuatannya, sehingga saat proses penjatahan *insectisida granuler* terjadi kemacetan yang dikarenakan *insectisida granuler* mengisi celah antara *metering device* dan *hopper* sehingga *metering device* sulit berputar, selain itu juga banyak butir-butir *insectisida granuler* yang keluar dari lubang penjatah saat *metering device* berputar melalui celah yang ada antara *metering device* dan *hopper*.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. *Prototipe* alat tanam benih kacang kedelai dan telah dirancang dan dibuat.
2. Dalam penjatahan benih kadang terjadi kemacetan dikarenakan ukuran benih yang bervariasi dan penjatahan *insectisida granuler* kurang seragam dikarenakan adanya gesekan antara celah *metering device* dengan *insectisida granuler*.

5.2. Saran

Untuk mengatasi kemacetan pada *metering device* benih sebaiknya menggunakan benih yang ukurannya seragam dan penambahan karet pelapis pada penjatahan *insectisida granuler* untuk mengurangi gesekan.

DAFTAR PUSTAKA

Armansyah. 2002. *Analisis Tahanan Gelinding (Rolling Resistance) Roda Traksi Dengan Metode Uji Roda Tunggal Pada Bak Tanah (Soil Bin)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Champbell JK. 1990. *Dibble Stick, Donkeys And Diesel Machines In Crop Production*. IRRI. Manila.

Daywin, Frans Jusuf dkk. 1993. *Mesin Budidaya Pertanian*. JICA-DGHE/IPB. Bogor.

Hatta, Achmad. 2005. *Pengukuran Sudut Curah Biji Jagung Berdasarkan Kadar Air Bahan*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Herodian S, Kusen M, dan M Faiz S. 1999. *Pedoman Praktikum Ergonomika Proyek Peningkatan Penguruan Tinggi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Khairuddin, Hadi. 2010. *Desain Mesin Penanam dan Pemupuk Jagung Terintegrasi dengan Tenaga Penggerak Traktor Dua Roda*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Mulyawan, Ira Pradisna. 2009. *Uji Kinerja Alat Tanam Biji Multiguna Terhadap Tanaman Kacang Kedelai Pada Tiga Kondisi Kadar Air Yang Berbeda*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Richey CB, Jacobuson P and Hall CW. 1961. *Agricultural Engineer's Hand Book*. Mc Graw Hill. New York.

Setyono, Nikodimus Dwi. 2009. *Perancangan Mesin Emping Jagung Dengan Sistem Rool Pengatur*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Smith, H.P And Wilker, LH. 1997. *Farma Machinery And Equipment*. McGraw Hill Book Company. New Delhi.

Srivastava et al. 1996. *Engineering Principles Of Agricultural Machines*. ASAE : Michigan.

Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1978. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT Pradiya Paramita. Jakarta.

Wijaya, Yuniyus Girry. 2011. *Pembuatan Alat Tanam Benih Jagung (Zea Mays) Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.