



MODIFIKASI MESIN PENYIANG DAN PENGGULUD TIPE BAJAK DUA SAYAP DAN UJI KINERJANYA PADA TIGA JENIS TANAH^{*)}

*(Modification of Power Weeder and Two Wings Type Furrower
and Their Performances Test on The Three Different Soils)*

Gatot S. A. Fatah

Peneliti Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI)
Jl. Raya Kendalpayak, Kotak Pos 66, Malang 65101
Telp./Fax : (0341) 801468, 801075; (0341) 801496

ABSTRAK

Penelitian rekayasa mesin penyiang dan penggulud tipe bajak dua sayap yang komponen utamanya mesin penggerak bensin 5,5 HP, transmisi, roda karet dan bajak tipe dua sayap, telah dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI), Malang. Uji kinerja pada tanah berat masih bermasalah antara lain : 1). Bajak belum bisa melakukan penetrasi dengan baik, 2). Selip roda karet terlalu besar dan 3). Transmisi atau *gear box* terlalu panas. Penelitian selanjutnya dilakukan modifikasi roda karet menjadi roda besi, memperbesar daya *gear box* serta menambahkan pisau pemotong tanah "*coulter*" yang diletakkan pada bagian depan pisau bajak. Modifikasi dilakukan agar dapat memperbaiki kinerja mesin penyiang dan penggulud tipe bajak dua sayap, sehingga dapat diterapkan pada berbagai jenis tekstur tanah (ringan sampai berat). Tujuan dari penelitian ini adalah : 1). Memodifikasi mesin penyiang dan penggulud tipe bajak dua sayap agar dapat dipergunakan pada berbagai jenis tanah; 2). Mengetahui kinerja roda yang telah dimodifikasi dari roda karet dibandingkan dengan roda besi serta 3). Mengetahui kinerja penggunaan pisau pemotong tanah (*coulter*). Metode yang dilakukan adalah : 1). Mengukur kondisi lahan meliputi : kadar air, tahanan penetrasi, tahanan geser tanah, diameter massa rerata (DMR) dan kekasaran permukaan dan 2). Menguji kinerja mesin meliputi : persentase penyiangan, slip roda, kecepatan maju, konsumsi bahan bakar serta kapasitas penyiangan pada tiga lokasi penelitian. Hasil uji kinerja mesin dapat disimpulkan bahwa : 1). Roda besi dapat dioperasikan pada tiga jenis tanah (ringan, sedang dan berat). Pada tanah berat (Kebun Percobaan Kendalpayak, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang) diperoleh persentase penyiangan sebesar 58,33 %, konsumsi bahan bakar 1,23 ltr jam⁻¹ dan kapasitas penyiangan sebesar 0,09 ha jam⁻¹; 2). Roda karet hanya dapat diuji pada tanah yang ringan (Kebun Percobaan Muneng, Kecamatan Sumber Sari, Kabupaten Probolinggo); 3). Implementasi pemotong tanah (*coulter*) dapat dipergunakan pada tanah yang ringan sampai sedang di Kebun Muneng, Kabupaten Probolinggo dan Kebun Jambegede, Kabupaten Malang pada kadar air tanah 21,70 %.

Kata Kunci : Modifikasi mesin penyiang, roda besi, transmisi (*gear box*) pemotong tanah (*coulter*)

ABSTRACT

Power weeder and two wings type furrower which is design by the main components of power gasoline engine 5.5 Horse Power (HP), gear box (2 HP), rubber wheel and two wings type furrower, had produced in Indonesian Legume and Tuber Crops Institute (ILETRI), Malang. The machine performance test in the heavy soil shows that: 1). Plow cannot penetrate well, 2). High rolling resistance and 3). Gear box was over heat. In further research were modified by replacing the rubber wheel steel wheels wheel, amplify the power of gear box and add coulter in the front of the furrower knife. Modification is in order to improve performance, with can be applied to various types of soil (light to heavy soil). The objective of the researches were: 1). To modification the power weeder to apply in the various types of soil, 2). Knowing the performance of the rubber wheel compare with the iron wheel and 3). Knowing the performance of the coulter. The methods is carried out by : 1). Measuring the land condition : water content, penetration resistance, soil shear stress, average mass diameter and the surface roughness and 2). Engine performance testing include : percentage of weeding, rolling wheel, forward speed, fuel consumption and the capacity of weeding on the tree researches sites. Engine performance test result that : 1). Design of steel wheel can be

operated at three soil type (light, moderate and heavy soil). In the heavy soil (Kendalpayak) the weeding percentage was 58.33%, fuel consumption was $1.23 \text{ ltr hour}^{-1}$ and weeding capacity was $0.09 \text{ ha hours}^{-1}$; 2). Rubber wheel design can be tested in the light soil (Muneng); 3). Coulter implement can be used in the ligh (Muneng) to moderate soil (Jambegede) with soil water content of 21.70%.

Key words: Power weeder modification, steel wheel, gear box and coulter.

PENDAHULUAN

Upaya pemerintah mencanangkan program swasembada kedelai tahun 2014 (Sinar Tani, 2009), seringkali terkendala karena penanganan budidaya kedelai yang belum optimal (Ismail dan Effendi, 1985). Salah satu masalah yang dihadapi adalah tingginya kebutuhan tenaga dan biaya yang diperlukan untuk kegiatan tersebut. Perawatan tanaman khususnya penyiangan perlu dilakukan agar tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik dan berdaya hasil tinggi (Djojodarmodjo dan Marco, 1985).

Di lapangan, proses penyiangan tersebut memerlukan tenaga kerja dan biaya yang cukup tinggi dengan bantuan alat sabit dan cangkul (Roemiyanto dkk., 2004). Namun kecenderungan menurunnya tenaga kerja pertanian yang beralih ke sektor non pertanian (Kasryno dan Saefudin, 1987), menjadi salah satu kendala dalam mendukung keberlanjutan proses usahatani kedelai.

Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik dan berdaya hasil tinggi, apabila dilakukan tindakan perawatan yang baik yaitu penyiangan. Smith dan Wilkes (1979) mengemukakan bahwa penyiangan merupakan suatu bentuk pengendalian gulma secara mekanis dengan menggunakan alat untuk mengaduk atau membalik permukaan tanah sampai kedalaman tertentu dengan cara sedemikian rupa, agar gulma yang masih kecil akan mati dan pertumbuhan tanaman budidaya dapat ditingkatkan.

Menurut Ardjasa dan Bangun, (1985) gulma yang dibiarkan tumbuh pada tanaman kedelai dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil sebesar 18-76 %. Oleh karena itu penyiangan pada tanaman kedelai perlu dilakukan agar budidayanya lebih produktif dan hasilnya lebih baik.

Beberapa mesin penyiang telah direkayasa dan diteliti oleh Balai Penelitian yang ada di Indonesia, antara lain adalah: 1). Mesin penyiang bertenaga enjin (Motor Bensin) terkombinasi dengan pembumbun untuk tanaman jagung dan 2). Mesin penyiang yang bertenaga motor bensin. Mesin tersebut

direkayasa dan diteliti di Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia-lainnya (BALITJAS), Maros Sulawesi Selatan (Lando, 1988 dan Abidin, *et. al*, 1999) dan Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBPMP), Serpong, Tangerang, Banten (Handaka, 2001).

Mesin-mesin tersebut belum banyak digunakan petani, dikarenakan harga belum terjangkau. Oleh karena itu Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI) merekayasa mesin penyiang tipe bajak dua sayap, uji kinerja dilakukan di tiga Lokasi Penelitian, yaitu: 1). Kebun Percobaan Kendalpayak, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang; 2). Lahan Petani di Desa Mojowarno, Kecamatan Mojosari, Kabupaten Mojokerto dan 3). Lahan Petani di Desa Tawang Sari Kecamatan Garum, Kabupaten Blitar. Hasil uji kinerja diperoleh bahwa mesin penyiang tersebut dapat dioperasikan dengan baik hanya pada tanah ringan. Pada tanah yang bertekstur berat mesin tersebut tidak dapat dioperasikan dengan baik, karena bajak tipe dua sayap tidak mampu melakukan penetrasi dengan baik. Penyebabnya adalah : a). Slip roda karet yang terlalu tinggi dan b). Daya "gear box" terlalu kecil, sehingga timbul panas (Fatah, 2003).



Gambar 1. Mesin Penyiang sebelum dimodifikasi



Penggunaan mesin tersebut untuk menyang tanaman kacang-kacangan khususnya tanaman kedelai pada jenis tanah yang bertekstur berat perlu dilakukan modifikasi. Oleh karena itu modifikasi yang dilakukan antara lain adalah :

- a) Memodifikasi roda karet dengan bahan dari besi agar traksi lebih baik,
- b) Memperbesar transmisi (gear box) dari 2 HP (Horse Power) menjadi 4 HP,
- c) Menambahkan pisau pemotong atau *coulter* pada bagian depan bajak dua sayap agar penetrasi tanah dapat lebih baik dan dapat diterapkan pada jenis tanah berat.

Penelitian modifikasi mesin penyang tipe bajak dua sayap dilakukan dengan tujuan :

- a) Mendapatkan mesin penyang tipe bajak dua sayap yang dapat diterapkan pada jenis tanah bertekstur berat,
- b) Mendapatkan informasi kinerja mesin tersebut pada beberapa jenis tanah yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian bertempat di :

- a) Laboratorium Mekanisasi Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi),
- b) KP. Kendalpayak, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang, mewakili jenis tanah berat,
- c) KP. Jambegede, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, mewakili tanah sedang,
- d) KP. Muneng, Kecamatan Sumpersari, Kabupaten Probolinggo, mewakili tanah ringan.

Penelitian dimulai Bulan Oktober 2005 dan berakhir pada Bulan Mei 2006.

Bahan dan Alat

Bahan

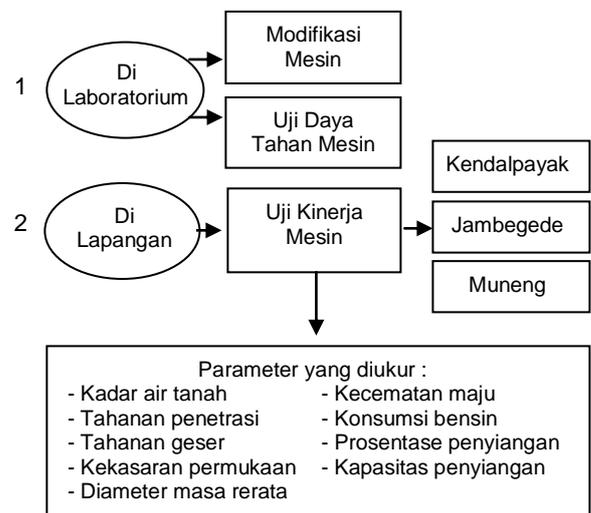
- 1) Bahan standar : a). Motor penggerak 5,5 HP, b). Penyalur tenaga (gear box) 4 HP,
- 2) Bahan rekayasa : a). Roda karet dan roda besi dengan diameter 32 cm, lebar 9 cm dan jumlah sirip 14 buah dan b). Kerangka dan kendali mesin yang terbuat dari besi siku dan besi pipa,

- 3) Bahan penunjang : a). Bensin murni, b). Oli dan c).Gemuk (grease).

Alat

- 1) Alat di laboratorium : a). Las listrik dan las karbit, b). Alat pemotong (gergaji besi listrik dan manual), c). Gerinda listrik dan amplas, d). Mesin bubut, e). Mesin skrap, f). Meteran (300 cm), g). Jangka sorong dan h). *Oven* sampel tanah,
- 2) Alat di lapangan : a). Meteran (30 m), b). Gelas ukur kapasitas 200 ml, c). Stop watch, d). Tachometer e). *Seed Bed Sampling Set*, f). Timbangan tanah kapasitas 3 kg, g) *Soil Sampel*, h). *Relief Meter* dan i). Kamera digital.

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Bagan tahapan penelitian

Untuk menghitung kebutuhan power menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = P \times V \dots\dots\dots (1)$$

dimana,

Q = Tenaga atau power (kW)

P = Gaya tarik (kN)

V = Kecepatan maju (km/jam)

Penghitungan kapasitas lapang penyiangan menggunakan rumus berikut :

$$KP. = L / T \dots\dots\dots (2)$$

dimana,

KP. = Kapasitas penyiangan (ha/jam)

L = Luas lahan (ha)

T = Waktu penyiangan (jam)

Penghitungan slip roda menggunakan rumus sebagai berikut :

$$i = \frac{S_o - S}{S_o} \dots\dots\dots (3)$$

dimana,
 i = Slip roda (%)
 S_o = Jarak tempuh tanpa beban (m)
 S = Jarak tempuh dengan beban (m)

Penghitungan persentase penyiangan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{R_o - R}{R_o} \dots\dots\dots (4)$$

dimana,
 P = Persentase penyiangan (%)
 R_o = Banyaknya rumput sebelum disiang (ubinan 50 cm x 50 cm)
 R = Banyaknya rumput sesudah disiang (ubinan 50 cm x 50 cm)

Metode untuk menghitung daya atau power mesin penarik adalah dengan menggunakan rumus (1), sedangkan untuk mengetahui pendekatan penghitungan gaya tarik penyiangan adalah dengan rumus sebagai berikut :

$$W = 111,54453 + 0,90790 V^2 \dots\dots\dots (5)$$

dimana,
 W = Gaya tarik penyiangan (N)
 V = Kecepatan maju (m/dt)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Modifikasi Mesin Penyiangan

Berdasarkan hasil uji kinerja pada rancangan pertama mesin penyiangan tipe bajak dua sayap, maka mesin tersebut hanya sesuai untuk jenis tanah yang bertekstur ringan (Desa Tawangsari, Kecamatan Garum, Kabupaten Blitar). Sedangkan untuk uji kinerja pada dua lokasi penelitian dengan jenis tanah yang bertekstur berat (KP. Kendalpayak, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang dan Desa Mojowarno, Kecamatan Mojosari, Kabupaten Mojokerto), mesin tersebut tidak dapat dioperasikan.

Permasalahan yang terjadi di lapangan (pada tanah bertekstur berat) antara lain adalah: 1). Slip roda karet tinggi karena gaya tarik roda tidak mampu untuk menarik bajak tipe dua sayap, 2). *Gear box* (sistem penyalur tenaga dari mesin menuju roda) panas atau "*over heat*" (Fatah, 2003) .

Permasalahan di lapangan tersebut ditindaklanjuti dengan melakukan penyempurnaan atau modifikasi rancangan mesin. Modifikasi yang dilakukan di Laboratorium Mekanisasi dan Rekayasa, Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang (BALITKABI) (Gambar 2).

Mesin Penyiangan yang dimodifikasi terdiri dari lima komponen (Tabel 1) yaitu: 1). Mesin penggerak, 2). Penyalur tenaga (*Gear Box*), 3). Roda besi, 4). Bajak tipe dua sayap dan 5) *Coulter* atau Pemotong tanah. Disamping itu mesin penyiangan ditunjang oleh dua komponen yaitu : 1). Rangka besi yang dapat dibongkar pasang (*knock down*) dan 2). Sistem kemudi yang dapat diatur ketinggiannya menyesuaikan operator yang mengoperasikannya.

Mesin penggerak yang dipergunakan adalah merek "YASUKA" berbahan bakar bensin dengan daya sebesar 5,5 HP. Sistem transmisi atau *gear box* yang dipergunakan untuk menyalurkan tenaga dari mesin penggerak menuju roda besi, berkekuatan 4 HP. Sebelum dimodifikasi, sistem transmisi atau *gear box* berkekuatan 2 HP (hanya dipergunakan untuk tanah ringan).

Semua komponen utama tersebut, yaitu mesin penggerak dan sistem transmisi atau "*gear box*", mudah diperoleh pada toko-toko yang menjual alat pertanian dengan harga yang terjangkau. Harga mesin penggerak merek "YASUKA" 5,5 HP adalah Rp 750.000,- dan Sistem transmisi atau "*gear bo*" merek "HRF" adalah Rp 800.000,- (bulan Januari 2006).

Roda yang dimodifikasi terbuat dari besi tebal besi 2 cm dengan diameter 32 cm serta lebar 12 cm. Roda penggerak sebelum modifikasi terbuat dari bahan karet, dengan dimensi yang sama (diameter 32 cm, lebar 12 cm). Modifikasi roda dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi gaya tarik (traksi roda) agar slip roda kecil (Gill dan Vanden Berg, 1968).

Pada bagian tengah roda dibalut dengan karet V-belt tipe B-39, yaitu karet belt tipe V yang digunakan untuk menyalurkan putaran mesin dengan puli tipe B yang kelilingnya sebesar 39 inci. Rancangan tersebut bertujuan untuk memudahkan operator agar tidak perlu mengganti roda pada saat operasi maupun transportasi di lapangan. Disamping itu rancangan roda besi tersebut diharapkan dapat dipergunakan pada beberapa jenis tanah, mulai tanah ringan sampai berat.

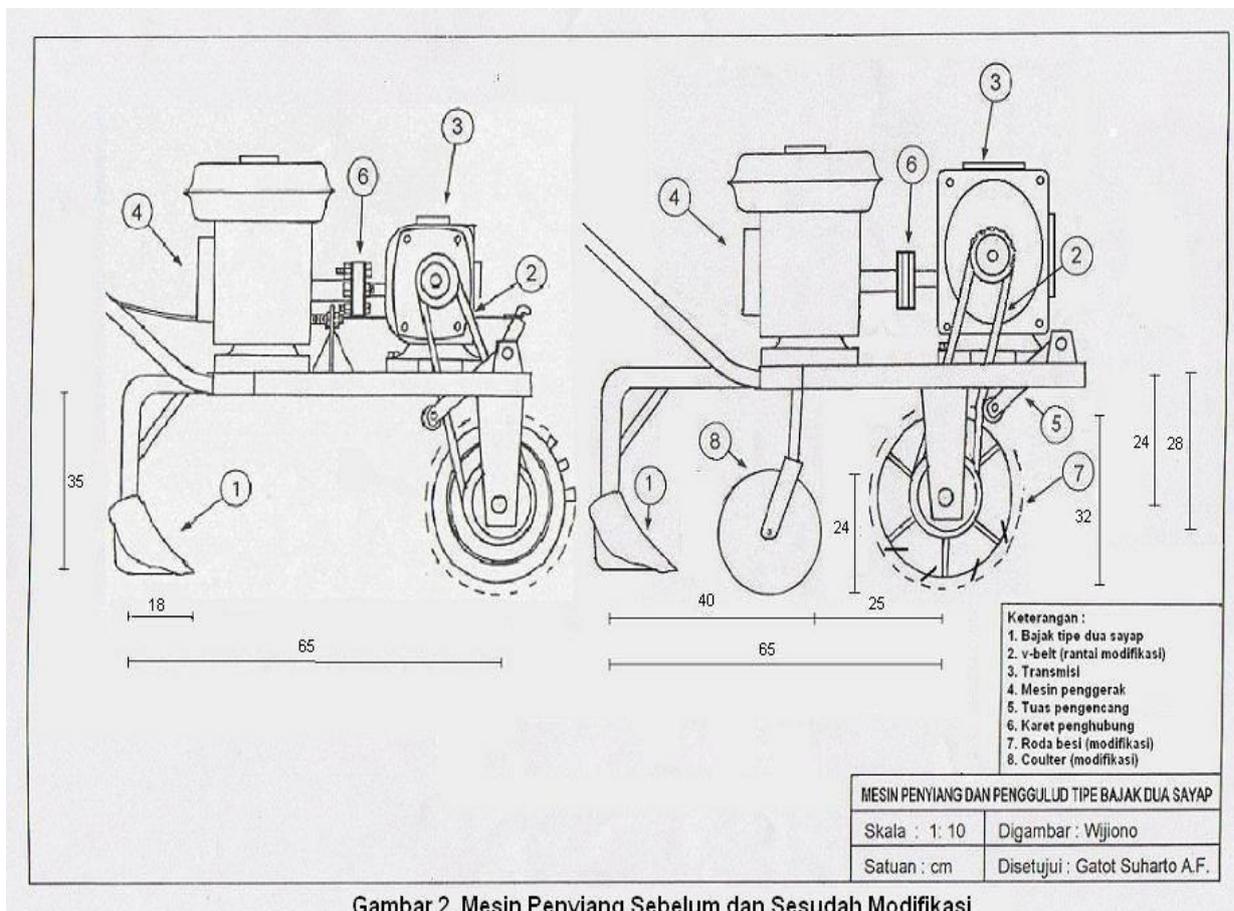


Tabel 1. Spesifikasi teknis dan harga komponen mesin

Uraian	Merek	Ukuran (cm) (p X l X t)	Tenaga	Harga (Rp)
Mesin	Yasuka	50 X 40 X 60	5,5 HP	750.000
Gear Box	HRF	40 X 20 X 40	4,0 HP	800.000
Roda Besi	-	$\varnothing = 32, l = 12$	-	150.000
Bajak	-	21 X 17 X 15	-	250.000
Coulter	-	$\varnothing = 24, tb = ,03$	-	100.000
Kerangka	-	50 X 30 X 45	-	500.000
Kemudi	-	125 X 70 X 25	-	150.000
Penyambung	-	$\varnothing = 9, tb = 1,3$	-	45.000
Penunjang	-	-	-	450.000
Ongkos	-	-	2 orang	1.250.000
Jumlah				4.445.000

Keterangan :

p = panjang, l = lebar, t = tinggi, tb = tebal, \varnothing = diameter
(cm) = sentimeter, (HP) = Horse Power atau Tenaga Kuda, (Rp) = Rupiah



Gambar 2. Mesin Penyiang Sebelum dan Sesudah Modifikasi

Roda besi dirancang untuk pengoperasian mesin penyiang pada tanah kering. Jumlah sirip sebanyak 14 buah dengan jarak antar sirip pada bagian luar roda sebesar 3,5 cm serta sudut kemiringan sirip sebesar -30° dari poros roda atau sudut radial -30° (Gambar 2). Bobot mesin total adalah 75 kg, daya 5,5 HP termasuk mesin ringan, sehingga model sirip roda dengan sudut radial -30° tersebut dapat membantu gaya tekan ke bawah sehingga dapat mengurangi slip pada roda besi (Mas'ud 1984). Rancangan roda karet sebelumnya membentuk sirip yang sejajar dengan arah pusat roda (sudut radial 0°) dan pada tiap sirip membentuk kemiringan 45° (sudut *cord* 45°) dari arah gerak maju roda. Dengan tipe roda karet, slip roda pada tanah berat cukup tinggi.

Bajak tipe dua sayap yang dirancang dilengkapi dengan baut pengatur kedalaman, sehingga untuk mengatur kedalaman penyiangan cukup dengan memutar baut pengaturnya (Anonymous, 1999). Panjang bajak yang dirancang 21 cm, lebar sayap 17 cm, tinggi bajak 15 cm dan luas dua sayap adalah 450 cm^2 . Lebar mata bajak atau kejen (*share*) adalah 9 cm.

Pada bagian depan bajak dilengkapi dengan pemotong tanah atau *coulter* sebanyak satu buah. *Coulter* berfungsi untuk memotong tanah secara vertikal yang searah dengan pergerakan maju mesin sebelum tanah tersebut dipotong dan dibalik oleh bajak tipe dua sayap. Diameter pemotong tanah 24 cm dan tebalnya 0,03 cm. Tipe *coulter* adalah *Plain Blade* yaitu tipe pisau berbentuk lingkaran yang datar.

Komponen penunjang mesin penyiang tipe bajak dua sayap adalah kerangka besi yang dapat dibongkar pasang atau dirancang dengan sistem *knock down*. Dengan sistem *knock down* tersebut waktu yang diperlukan untuk membongkar mesin berkisar 25 menit, sedangkan untuk merakit kembali mesin penyiang tipe bajak dua sayap berkisar 35 menit. Jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk membongkar dan merakit mesin adalah dua orang operator. Rancangan mesin tersebut dibuat dengan tujuan agar mesin dapat dengan mudah dimasukkan pada bagasi kendaraan.

Komponen penunjang lainnya adalah sistem kemudi mesin penyiang yang dapat diatur ketinggiannya, untuk menyesuaikan dengan operator yang menjalankannya.

2. Kondisi Tanah Sebelum Uji Kinerja

a. Kadar air tanah

Pada uji kinerja yang pertama di Kebun Percobaan Muneng (KP. Muneng), Sumbersari, Probolinggo, dilaksanakan pada tanggal 9 Desember 2005. Kadar air tanah rata-rata yaitu 9,67 % (Tabel. 2). Pada rata-rata kadar air tersebut uji kinerja mesin penyiang dapat dilakukan dengan menggunakan roda karet dan roda besi, serta implemen dengan dan tanpa *coulter*. Menurut Lyles dan Woodroff, (1962) kadar air tanah dapat berpengaruh terhadap kondisi tanah setelah dilakukan penyiangan dan pengguludan dengan bajak dua sayap.

Tabel 2. Rerata pengukuran parameter uji kinerja di tiga lokasi

Parameter uji kinerja yg diukur	Kendalpayak	Lokasi Jambegede	Muneng
Sebelum uji kinerja mesin:			
- Kadar air (%)	27,90 c	21,77 b	9,67 a
- Pnetrometer dalam 5 cm (N/cm^2)	171,67 b	46,67 a	33,33 a
- Pnetrometer dalam 10 cm (N/cm^2)	203,33 b	63,33 a	60,00 a
- Shear stress 10 cm (N/cm^2)	81,67 b	36,67 a	35,33 a
- Kekasaran Permukaan (cm)	7,67 a	8,33 a	9,00 a
Sesudah uji kinerja mesin :			
- Kekasaran Permukaan (cm)	9,00 a	10,33 a	13,67 b
- Diameter Massa Rerata (cm)	4,28 c	3,24 b	1,47 a
- Persentase penyiangan (%)	58,33 a	65,00 a	71,67 a
- Slip pada roda besi (%)	32,67 b	24,33 ab	18,33 a
- Kecepatan maju (m/dt)	0,71 a	0,72 a	0,75 a
- Konsumsi BBM (l/jam)	1,23 b	1,14 a	1,13 a
- Kapasitas Penyiangan (jam/ha)	13,17 a	11,68 a	10,35 a

*) Angka pada baris yang sama dan didampingi huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan $p < 0,05$.



Uji kinerja mesin selanjutnya adalah di KP. Kendalpayak, Pakisaji, Malang, rerata kadar air 27,9 % dan jenis tanahnya berbeda dengan yang di KP. Muneng. Roda yang dapat diuji di KP. Kendalpayak hanya roda besi, sedangkan roda karet tidak dapat diuji karena slip roda tinggi. Implemen pemotong tanah atau 'coulter' tidak dapat digunakan, dikarenakan 'coulter' tidak mampu penetrasi. Hal ini dikarenakan gaya penetrasi bajak dua sayap lebih kecil daripada gaya dukung tanah. Oleh karena itu untuk dapat mengimbangi gaya tersebut perlu ditambahkan pemberat yang diletakkan di bagian depan mesin.

Pada uji kinerja mesin di KP. Jambegede kadar air tanah rata-rata 21,70% (Gambar 3). Mesin penyiang tipe bajak dua sayap dapat dioperasikan dengan baik, pemotong tanah (coulter) juga dapat bekerja dengan baik. Uji kinerja di KP. Jambegede dapat dilakukan sampai tiga kali karena ada tanaman kedelai yang belum dilakukan penyiangan dengan menggunakan alat cangkul.

Pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa pengoperasian mesin penyiang tipe bajak dua sayap oleh operator pada kondisi yang sesuai. Dimana kadar air tanah tidak terlalu kering dan juga tidak terlalu basah. Oleh karena itu kinerja mesin dapat berlangsung dengan baik dan operator dapat merasakan lebih nyaman pada saat mengoperasikan mesin penyiang tipe bajak dua sayap. Implemen pemotong tanah (coulter) dapat dipasang dan berfungsi dengan baik.



Gambar 3. Pengoperasian mesin di KP.. Jambegede

Sedangkan pada uji mesin penyiang tipe bajak dua sayap di KP. Kendalpayak (dilakukan pada tanggal 14 Maret 2006), hanya dapat menguji roda besi saja tanpa roda karet, dikarenakan slip roda karet sangat tinggi.

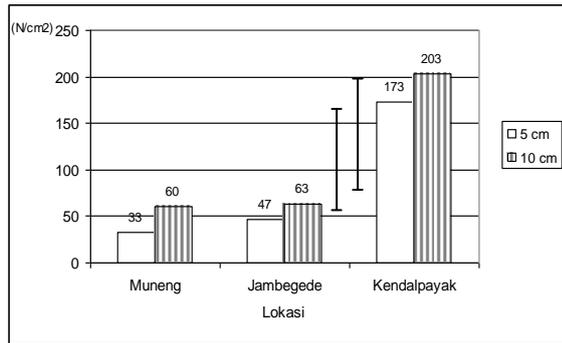
Implemen atau peralatan pemotong tanah (coulter) juga tidak dapat dipasang karena kondisi tanah cukup keras, sehingga pemotong tersebut tidak mampu untuk melakukan penetrasi atau memotong tanah sebelum dilakukan pemotongan dan pembalikan oleh bajak. Pada jenis tanah yang berat (Entisol berat dengan kandungan liat 48 %, debu 33 % dan pasir 19 %, mesin penyiang dengan implemen pemotong tanah atau 'coulter' tidak mampu penetrasi.

Dari uji statistik terlihat bahwa antara lokasi KP. Kendalpayak, KP. Jambegede dan KP. Muneng terdapat perbedaan kadar air yang nyata. Oleh karena itu perbedaan tersebut berpengaruh pada uji kinerja, terutama pada penggunaan roda. Roda karet hanya dapat dipergunakan pada KP. Muneng, Implemen coulter dapat dipergunakan pada KP. Muneng dan KP. Jambegede (kadar air 21,70%), sedangkan KP. Kendalpayak coulter tidak dapat dipergunakan. Roda besi dapat dipergunakan pada ketiga lokasi penelitian.

b. Tahanan Penetrasi Tanah

Hasil pengukuran yang dilakukan sebelum melakukan uji kinerja menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara ketiga Kebun Percobaan. Pada KP. Muneng, Sumber Sari, Probolinggo pada kedalaman 5 dan 10 cm cenderung paling kecil (33 N cm^{-2} dan 60 N cm^{-2}) bila dibandingkan dengan, KP. Jambegede, Kepanjen, Malang (47 N cm^{-2} dan 63 N cm^{-2}), dan KP. Kendalpayak, Pakisaji, Malang (173 N cm^{-2} dan 203 N cm^{-2}). Dari data (Tabel 2) dapat dilihat bahwa KP. Kendalpayak berbeda nyata dengan kedua Kebun Percobaan lain yaitu KP. Jambegede dan KP. Muneng.

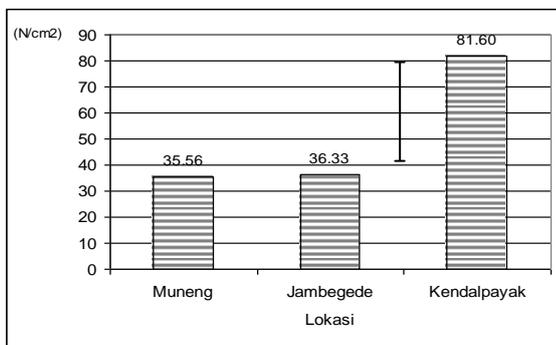
Hal demikian dimungkinkan karena jenis tanah dan kadar air tanah pada saat uji kinerja mesin pada masing-masing Kebun Percobaan berbeda. Penetrasi tanah pada masing-masing Kebun Percobaan akan sangat berpengaruh terhadap kinerja mesin penyiang. Dimana pada tanah yang nilai penetrasi tanahnya tinggi maka alat lebih sulit untuk melakukan penetrasi atau memotong, mengangkat dan membalik permukaan tanah. Demikian pula sebaliknya bila penetrasi tanah kecil maka mesin dengan mudah dapat melakukan penetrasi, sehingga akan berpengaruh terhadap kapasitas mesin penyiang.



Gambar 4. Penetrasi tanah kedalaman 5 dan 10 cm di tiga lokasi

c. Tahanan Geser Tanah

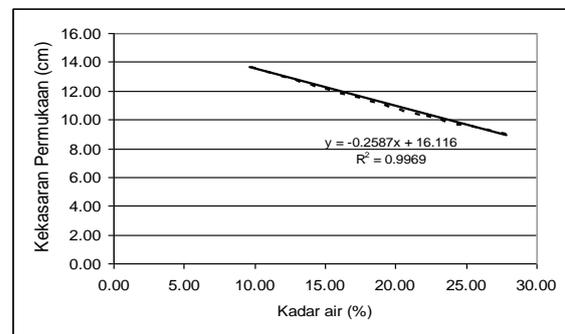
Pengukuran tahanan geser tanah menggunakan alat "Fan Shear Stress" dengan luas sirip 2 cm², diperoleh data seperti pada Tabel 2. Dari pengukuran tahanan geser pada kedalaman penyang yang sama (10 cm) menunjukkan bahwa tahanan geser terkecil terjadi pada tanah yang berlokasi di KP. Muneng, Sumpersari, Probolinggo dengan nilai rerata sebesar 35,56 N cm⁻² kemudian disusul pada tanah di KP. Jambegede, Kepanjen, Malang dengan nilai rata-rata sebesar 36,33 N cm⁻² (tidak berbeda dengan KP. Muneng) dan yang terbesar adalah pada KP. Kendalpayak, Pakisaji, Malang dengan nilai rerata sebesar 81,60 N cm⁻² (berbeda nyata dibandingkan dengan KP. Muneng dan Jambegede). Perbedaan tahanan geser, mempunyai kecenderungan sama dengan tahanan penetrasi tanah. Tahanan geser tersebut dapat juga untuk mendekati jenis implemen yang akan dipergunakan. Dimana pada tahanan geser yang kecil gaya tarik implemen penyang juga kecil, oleh karena itu masih dimungkinkan untuk menggunakan roda karet.



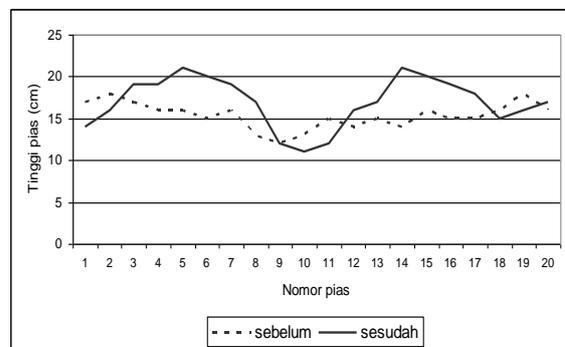
Gambar 5. Tahanan geser tanah kedalaman 10 cm di tiga lokasi

d. Kekasaran Permukaan Tanah

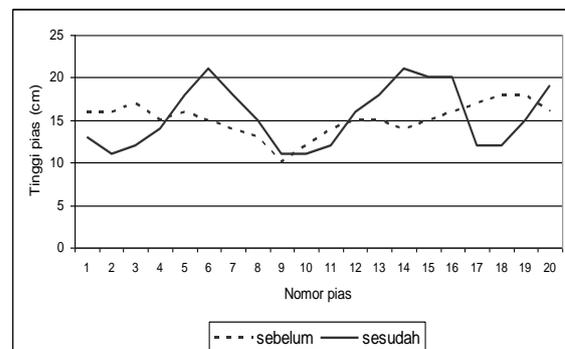
Hasil pengukuran menggunakan alat "relief meter" menunjukkan bahwa selisih permukaan tanah yang tertinggi dan terendah (Kekasaran Permukaan) sebelum penyang pada masing-masing sebagai berikut : 1) KP. Muneng, Sumpersari, Probolinggo sebesar 9,00 cm, 2). KP. Jambegede, Kepanjen, Malang sebesar 8,33, sedangkan 3). KP. Kendalpayak, Pakisaji, Malang nilainya sebesar 7,67 cm. Nilai kekasaran permukaan tanah pada masing-masing Kebun Percobaan sebelum uji kinerja mesin dipengaruhi oleh jenis tanah atau tekstur tanahnya, serta cara pengolahan tanahnya.



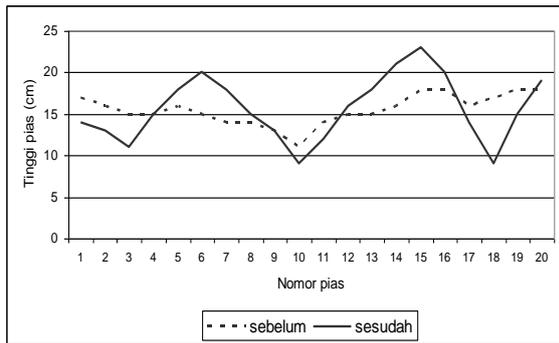
Gambar 6. Hubungan antara kadar air dengan kekasaran permukaan



Gambar 7. Hasil pengukuran penyang dengan relief meter di KP. Kendalpayak



Gambar 8. Hasil pengukuran penyang dengan relief meter di KP. Jambegede



Gambar 9. Hasil pengukuran penyiangan dengan relief meter di KP. Muneng

3. Kondisi Sesudah Uji Kinerja Mesin

a. Kekasaran Permukaan Tanah

Hasil pengukuran sesudah uji kinerja menunjukkan bahwa kekasaran permukaan sesudah penyiangan pada masing-masing sebagai berikut : 1) KP. Muneng, Sumpersari, Probolinggo sebesar 13,67 cm, 2). KP. Jambegede, Kepanjen, Malang sebesar 10,33, sedangkan 3). KP. Kendalpayak, Pakisaji, Malang nilainya sebesar 9,00 cm. Hal demikian menunjukkan bahwa semakin besar kekasaran permukaan maka volume tanah yang dipindahkan juga semakin besar. Oleh karena itu apabila kekasaran permukaan tanah sebelum dan sesudah penyiangan terdapat perbedaan, dimana grafik sesudah disiang membentuk seperti bukit dan lembah, maka penyiangan dan pembumbunan telah sesuai dengan tujuannya.

Kekasaran permukaan tanah sebelum dan sesudah penyiangan mempunyai hubungan berbanding terbalik dengan kadar air. Pada kadar air tanah yang tinggi diperoleh kekasaran permukaan yang rendah. Hal demikian berimplikasi bahwa untuk penyiangan akan baik apabila dilakukan pada kadar air tanah yang rendah.

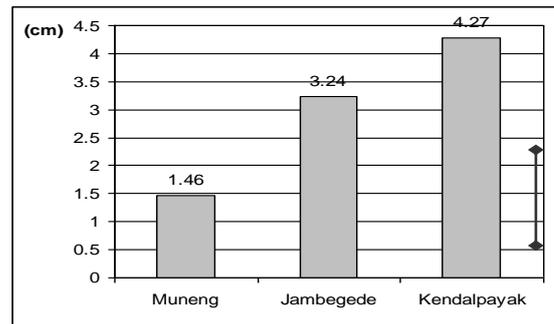
Hubungan antara kekasaran permukaan tanah dengan kadar air tanah dapat dilihat pada grafik Gambar 6. Dari hasil perhitungan analisis korelasi atau hubungan antara kadar air dengan kekasaran permukaan dengan taraf yang sangat nyata. Pada tersebut diperoleh nilai $R^2 = 0,9969$ dan persamaan $y = -0,2587 x + 16,116$.

b. Diameter Massa Rerata

Alat yang digunakan untuk mengukur diameter massa rerata (DMR) adalah "Seed Bed Sampling". Pada pengukuran DMR untuk jenis tanah yang ringan (KP. Muneng), nilai rata-ratanya adalah 1,46 cm, pada tanah sedang (KP. Jambegede) nilai rata-ratanya 3,24 cm dan

pada tanah berat (KP. Kendalpayak) nilai rata-ratanya adalah 4,27 cm (Gambar 10).

Diameter massa rerata dipengaruhi juga oleh : Kandungan air saat pengolahan tanah; Alat olah tanah yang digunakan; Bahan organik serta Kecepatan maju alat. Dari hasil pengukuran dapat diketahui bahwa tekstur tanah pada ketiga Kebun Percobaan berbeda, sehingga akan mempengaruhi pengukuran diameter rerata agregat di lapang. Dimana pada tanah yang berat DMR semakin besar dan pada tanah yang ringan DMR kecil.



Gambar 10. Pengukuran diameter massa rerata pada tiga lokasi

Dari perhitungan analisis variasi diperoleh bahwa kekasaran permukaan pada tiga lokasi penelitian berbeda (Tabel 2). Oleh karena itu sesuai dengan yang dikemukakan oleh Karlen (1990), bahwa kegemburan tanah adalah salah satu dari beberapa karakteristik penting dari tanah yang menggambarkan hasil olahan tanah, semakin kecil DMR maka tanah semakin remah dan gembur. Oleh karena itu urutan kegemburan tanah pada tiga lokasi penelitian adalah KP. Muneng, disusul KP. Jambegede dan yang terakhir adalah KP. Kendalpayak.

c. Persentase Penyiangan

Penyiangan dengan menggunakan mesin penyiang tipe bajak dua sayap dapat mencapai 71,8 % pada tanah ringan (KP. Muneng), 70,3 % pada tanah sedang (KP. Jambegede) dan 63,4 % pada tanah berat (KP. Kendalpayak). Persentase penyiangan dipengaruhi oleh perbandingan banyaknya rumput yang disiang dengan sebelum disiang yang berada diantara lajur tanaman serta kedalaman penetrasi bajak.

Dari hasil perhitungan analisa statistik, diperoleh bahwa persentase penyiangan tidak berbeda nyata pada ketiga lokasi penelitian hal ini ditandai dengan notasi yang sama pada huruf dibelakang hasil pengukuran di lapangan. Disamping itu persentase penyiangan juga tidak mempunyai hubungan atau korelasi yang nyata dengan parameter pengukuran yang lainnya.

d. Slip Roda

Pada uji kinerja mesin penyiangan di KP. Kendalpayak, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang, menunjukkan bahwa slip roda pada saat menggunakan roda karet sangat besar (mesin tidak jalan). Roda karet tersebut tidak mampu untuk menyalurkan tenaga dari "gear box" ke tanah, sehingga slip roda sangat besar, oleh karena itu roda karet tidak sesuai digunakan pada jenis tanah yang berat (Entisol, kandungan liat 48 %, debu 33 % dan pasir 19 %).

Hal demikian berbeda pada uji kinerja di KP. Muneng, Kecamatan Sumpalsari, Kabupaten Probolinggo. Slip roda untuk roda karet rata-rata 23,67% sedangkan dengan roda besi slip rodanya paling kecil dengan nilai rata-rata 18,33%. Dari analisa data pada ke tiga Kebun Percobaan tersebut terdapat hubungan yang nyata antara kadar air tanah dan slip roda besi (Gambar 11), dimana pada tanah yang kadar airnya tinggi mengakibatkan slip roda juga tinggi (Setyadi, 2004), sedangkan pada kadar air tanah yang rendah maka slip roda juga rendah.

e. Konsumsi Bahan Bakar

Bahan bakar yang dipergunakan untuk mesin penggerak merek "YASUKA" dengan kekuatan 5,5 HP adalah bensin murni. Bukaan gas pada mesin penggerak saat uji kinerja pada kondisi yang sama (bukaan gas tiga per empat (3/4) dari bukaan gas penuh. Pada bukaan gas tersebut maka putaran mesin penggerak saat sebelum operasi sebesar 1700 putaran per menit. Konsumsi bensin rata-rata pada saat uji kinerja di tanah berat (KP. Kendalpayak) mencapai 205 ml/10 menit operasi, atau 1,23 ltr jam⁻¹. Pada KP. Jambegede rata-rata 190 ml/ 10 menit, atau 1,14 ltr jam⁻¹. Sedangkan konsumsi bahan bakar pada KP. Muneng rata-rata sebesar 188 ml/10 menit, atau 1,13 ltr jam⁻¹.

Dari konsumsi tersebut terlihat bahwa semakin besar tahanan geser tanah konsumsi bahan bakar juga meningkat, begitu juga sebaliknya.

f. Kapasitas Penyiangan

Dari hasil pengukuran kapasitas di lapang menunjukkan bahwa kapasitas terbesar pada KP. Muneng (10,35 jam ha⁻¹), disusul kemudian KP. Jambegede (11,68 ltr jam⁻¹) dan yang terkecil pada KP. Kendalpayak (13,17 ltr jam⁻¹). Pada uji kinerja tersebut roda yang digunakan adalah roda besi, sedangkan roda karet hanya

dapat diuji dengan baik pada KP. Muneng. Uji kinerja roda karet di KP. Muneng kapasitasnya 10,98 jam ha⁻¹ (tidak berbeda nyata dengan roda besi), hal demikian dikarenakan adanya perbedaan slip roda. Dimana slip pada roda karet lebih besar bila dibandingkan dengan slip roda besi. Akan tetapi konsumsi bahan bakar per jamnya tidak berbeda antara penggunaan roda karet dan roda besi. Hal demikian dimungkinkan gaya tarik roda besi maupun roda karet pada tekstur tanah yang ringan tidak berbeda, sehingga tenaga yang diperlukan untuk menarik bajak tipe dua sayap juga hampir sama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Mesin penyiangan tipe bajak dua sayap hasil modifikasi (dilengkapi roda besi, gear box 4 HP dan coulter), dapat dioperasikan pada tiga jenis tanah (ringan, sedang dan berat).
2. Kapasitas penyiangan di KP. Muneng 10,35 jam ha⁻¹, di KP. Jambegede 11,68 jam ha⁻¹ dan di KP. Kendalpayak 13,17 ltr jam⁻¹.
3. Uji kinerja mesin pada tanah berat (KP. Kendalpayak, Pakisaji, Malang) dapat dilakukan hanya dengan implemen roda besi, pada kadar air tanah sebesar 27,9 %, persentase penyiangan 63,4 %, konsumsi bahan bakar 1,23 ltr jam⁻¹ dan kapasitas penyiangan sebesar 13,67 jam ha⁻¹ dengan dua orang operator.
4. Implemen pemotong tanah (coulter) dapat dipergunakan pada tanah yang ringan sampai sedang. Untuk tanah ringan di KP. Muneng, pada kadar air rerata 9,67 % dan tanah sedang di KP. Jambegede, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang pada kadar air tanah rerata sebesar 21,70 %.

Saran

Untuk meningkatkan kinerja mesin pada penyiangan tanaman kedelai musim kemarau, perlu disempurnakan dengan menambahkan pisau rotari agar persentase penyiangan lebih meningkat.



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, B., Bambang P. dan Apriel M. 1999. *Rekayasa Mesin Penyiang Bertenaga Enjin Terkombinasi dengan Pembumbun untuk Tanam Jagung*. Laporan Tahunan Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Anonymous, 1999. *Kumpulan Makalah Pelatihan Alat-Alat dan Mesin Pertanian*. Balai Benih Induk Palawija. Malang. (tidak dipublikasikan).
- Ardjasa, W.S. dan P. Bangun, 1985. *Pengendalian Gulma pada Tanaman Kedelai*. Dalam Somaatmadja, S., Ismunadji M., Sumarno, Syam, M., Manurung S.O., Yuswadi, (penyunting), 1985, Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Biro Pusat Statistik. 2004. *Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik*. Jakarta.
- Djojodarmodjo, P., dan S.H. Marco, 1985. *Budidaya Kedelai secara Mekanisasi*. Dalam Somaatmadja, S., Ismunadji M., Sumarno, Syam, M., Manurung S.O., Yuswadi, (penyunting). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Fatah, G.S.A., 2003. *Rekayasa Mesin Penyiang Tanaman Ubijalar*. Laporan Intern Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. (tidak dipublikasikan).
- Freitas, S.P.; Rodrigues, J.C. And Silva, C.M.M. 2006. *Weed Management Under Soybean (Glycine max) No-Tillage Cultivated Over Millet (Pennisetum maximum)*. Planta Daninha Journal 24 : 481-487.
- <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100358200600300009&script=sciabstract> diakses tanggal 17 Oktober 2009.
- Gill, W. R. and G. E. Vanden Berg. 1968. *Soil Dynamics in Tillage and Traction*. Agricultural Research Service, US. Departement of Agriculture.
- Handaka. 2001. *Inovasi Alat dan Mesin Pertanian*. Prosiding Ekspose dan Seminar Inovasi Alat dan Mesin Pertanian untuk Agribisnis. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Ismail, I. G. dan S. Effendi. 1985. *Pertanaman Kedelai pada Lahan Kering*. Dalam Somaatmadja, S., Ismunadji M., Sumarno, Syam, M., Manurung S.O., Yuswadi, (penyunting). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Karlen, D.L., Erbach, D.C., Kaspar, T.C., Colvin, T.S., Berry, E.C. and D.R. Timmous. 1990. *Soil Tillth : A Review of Past Perceptions and Future Needs*. Soil. Sci. Soc. Am. J. **54** : 153 – 161.
- Kasryno, F dan Y. Saefudin. 1987. *Prospect and Constrain for Agriculture Mechanization and Its Future Development in Indonesia*. Center of Agroeconomic Research. Bogor.
- Lando, M.T. , Bahrun A., dan Bambang P., 1988. *Pengujian Alat Penyiang pada Tanaman Kedelai*. Kelompok Peneliti Mekanisasi Pertanian Balai Penelitian Tanaman Pangan Maros. Laporan Hasil Penelitian tahun 1987/1988. (tidak dipublikasikan).
- Lyles, L. And N.P. Woodruff, 1962 *How Moisture and Tillage Affect Soil and Clodiness for Wind Erotion Control*. Agricultural Engineering Journal. 43 : 150 – 153.
- Mas'ud. 1984. *Studi Teoritis Pengaruh Parameter-Parameter pada Gaya-Gaya Roda Lumpur*. Tugas Akhir Jurusan Mesin. Fakultas Teknik. ITB. Bandung.
- Mc Keys, E. 1978. *Soil Cuting Tillage. Development in Agricultural Engineering 7*. Elsevier Science Publisher Company Inc. New York. USA.
- Roesmiyanto, S. Yuniastuti, Suhardjo, S. Rusmarkam, Suyamto, F. Kasiadi, G. Effendi dan Suwarno. 2004. *Pengkajian Sistem Usahatani Perbenihan Kedelai Berwawasan Agribisnis di Jawa Timur*.

Prosiding Prospek Sub Sektor Pertanian Menghadapi Era Afta Tahun 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.

Setyadi, S. 2004. *Uji Kinerja Teknis dan Ekonomis Cultivator Roda Satu "YANMAR PSC 4B" pada Operasi Penyiangan Kedelai*. Skripsi, Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. (tidak dipublikasikan).

Sinar Tani, 2009. *Swasembada Kedelai Segera Akan Dicapai*. <http://www.sinartani.com/nusantara/swasembada-kedelai-segera-akan-dicapai-1252901635.htm>, diakses tanggal 29-09-2009.

Smith, H.P. and Wilkes, L. H. 1979. *Farm Machinery and Equipment*. Agricultural Machinery. Farm Equipment. Tata Mc. Graw-Hill.

