

# PENGARUH PEMUPUKAN DAN PENGELOLAAN JERAMI TERHADAP KEDELAI DI TANAH VERTISOL NGAWI

Henny Kuntastuti, Runik Dyah Purwaningrahayu,  
Andy Wijanarko, dan Abdullah Taufiq

*Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*

## ABSTRAK

Pemupukan tidak selalu dapat meningkatkan hasil biji kedelai di tanah Vertisol Ngawi. Penggunaan mulsa dapat meningkatkan nodulasi dan aktifitas fiksasi nitrogen, perbaikan kesuburan tanah, mengurangi penguapan, menurunkan suhu maksimum tanah, meningkatkan kelembaban tanah, menekan pertumbuhan gulma, dan dapat meningkatkan hasil biji kedelai. Berkaitan dengan hal tersebut telah dilakukan penelitian yang bertujuan mengevaluasi pengaruh pemupukan dan pengelolaan jerami terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada pola tanam padi-kedelai dan kedelai-kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi.

Penelitian menggunakan rancangan split plot dengan tiga ulangan. Petak utama adalah tiga cara pemanfaatan jerami padi, anak petak adalah lima kombinasi pupuk NPK. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pada lahan sawah Vertisol Ngawi, pemupukan 50 kg ZA+50 kg SP36+100 kg KCl/ha secara teknis layak diterapkan untuk budidaya kedelai pada lahan bekas padi atau bekas kedelai, bedengan 2 m tanpa jerami padi, dengan mulsa jerami atau jerami dibakar. Kelayakan ekonomis dan sosial budayanya sebaiknya dikaji dalam program Pengelolaan Tanaman Terpadu. Pemanfaatan jerami padi dapat meningkatkan hasil biji kedelai pada lahan bekas kedelai.

**Kata kunci:** kedelai, pupuk, lahan sawah, mulsa, Vertisol

## ABSTRACT

### **Effect of fertilizers and straw treatment on soybean at Vertisol Ngawi.**

Fertilization is not always to increase the seed yield of soybean in soil Vertisol Ngawi. The use of mulch can improve nodulation and nitrogen fixation activity, improvement of soil fertility, reduce evaporation, lowering the maximum temperature of the soil, increasing soil moisture, suppress weed growth, and can increase seed yield of soybean. Related to this has been done a study to evaluate the effect of fertilizer and straw management on growth and yield of soybean in the cropping pattern of rice-soybean and soybean-soybean in paddy field Ngawi Vertisol.

The research used a split plot design with three replications. The main plot is a three-way utilization of rice straw, subplots are five combinations of NPK fertilizer. The results showed, that the wetland Vertisol Ngawi, ZA fertilizer 50 kg 50 kg SP36 100 kg KCl/ha is technically feasible is applied to soybean cultivation in the former land of rice or soybeans used, beds of 2 m without rice straw, with straw mulch or straw burned. Economic viability and social culture should be assessed in Integrated Crop Management program. Utilization of rice straw can increase soybean seed yield in the former soybean land.

**Keywords:** soybean, fertilizer, rice fields, mulch, Vertisol

## PENDAHULUAN

Pertanaman kedelai di tanah Vertisol sering menampakkan gejala klorosis daun (daun kuning dan tanaman kerdil), gejala tersebut muncul karena kahat unsur K (Suwono *dkk.* 1987), kadar  $K < 0,3$  me/100 g dan produktivitas kedelai hanya 0,5 t/ha (Suyamto *et al.* 1994). Hasil penelitian menunjukkan, bahwa tanah Vertisol selalu kahat K, dan kadar  $K_{dd}$  berkisar 0,2–0,3 me/100 g (Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996; Adisarwanto *et al.* 1998; Kuntyastuti dan Sunaryo 2000; Kuntyastuti 2001 dan 2002; Taufiq dan Kuntyastuti 2002).

Pemupukan 50–400 kg KCl/ha di lahan sawah Vertisol dapat meningkatkan hasil biji kedelai 0,16–0,81 t/ha, namun tidak selalu (Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996; Adisarwanto *et al.* 1998; Kuntyastuti dan Sunaryo 2000; Kuntyastuti, 2001 dan 2002; Taufiq dan Kuntyastuti, 2002). Pada tanah Vertisol Lombok Tengah dengan kadar K, Ca dan Mg sebesar 0,21, 17,2 dan 1,4 me/100 g, pemupukan 50 kg KCl/ha dapat meningkatkan hasil biji kedelai 0,34 t/ha (Kuntyastuti dan Santoso 2001). Hasil biji tertinggi 3,18 t/ha diperoleh melalui pemupukan 50 kg KCl + 200 kg tepung belerang/ha, dan kedelai diairi saat tanam dan umur 61 hari serta adanya hujan 3 mm pada umur 44 hari. Sebaliknya pada tanah Vertisol Ngawi dengan kadar K, Ca dan Mg sebesar 0,22–0,30, 10,83–30,16 dan 3,37–17,71 me/100 g, diairi setiap 20 hari sekali dan curah hujan 93–464 mm selama pertumbuhan kedelai, pemupukan 50–150 kg KCl/ha tidak meningkatkan hasil biji kedelai (Kuntyastuti dan Sunaryo 2000; Kuntyastuti 2002). Sebelumnya telah dilaporkan bahwa efisiensi KCl sebesar 6,5 dan 15,7 kg hasil biji kedelai/kg  $K_2O$ /ha pada pertanaman kedelai yang diairi umur 0, 20, 60 hari, umur 0, 39, 60 hari dengan curah hujan 160 mm selama pertumbuhan kedelai (Kuntyastuti 2001). Cara penempatan pupuk K (sebar atau larik) dan cara pemberian jerami (sebar atau bakar) tidak meningkatkan efisiensi pemupukan K di tanah Vertisol (Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996). Kedelai tidak respon terhadap pemupukan KCl di tanah Vertisol antara lain karena tanah lembab atau kelebihan air. Peningkatan kelembaban tanah dapat meningkatkan serapan K dan jarak difusi K (Mackay dan Barber 1985).

Untuk menghasilkan biji 2,5–3,4 t/ha, tanaman kedelai menyerap 150–200 kg N/ha. Kedelai merupakan tanaman yang dapat menurunkan pencucian  $N-NO_3$  ke air bawah tanah (Varvel dan Peterson 1992). Pada tanah Entisol Jogyakarta, pemupukan 120 kg N/ha (diberikan dua kali saat tanam dan fase pengisian polong) meningkatkan pertumbuhan, serapan unsur hara N, P dan K serta hasil biji kedelai (Fatchurochim 1982). Sedangkan di Garut, Jabar pada musim hujan, hasil biji kedelai tertinggi diperoleh dengan pemupukan 200 kg N/ha (Sunarlim dan Gunawan 1989).

Selain pupuk K dan pupuk N, pemupukan 20–160 kg P/ha pada tanah Vertisol juga dapat meningkatkan serapan P tanaman kedelai, dan pertumbuhan maksimal tercapai pada takaran 80 kg P/ha dengan kelembaban tanah 95% kapasitas lapang. Peningkatan kelembaban sampai kapasitas lapang memperbaiki pola serapan P dan efisiensi penggunaan P, dan serapan P maksimum tercapai pada takaran 160 kg P/ha pada kapasitas lapang (Suyamto 1987, Suyamto *et al.* 1988). Peningkatan kelembaban tanah sampai 90% kapasitas

lapang dan takaran P sampai 160 kg P/ha meningkatkan serapan P-pupuk dan P-tanah, dan peningkatan serapan P-pupuk lebih tinggi dibandingkan P-tanah. Peningkatan kelembaban tanah sampai 90% kapasitas lapang meningkatkan efisiensi pupuk, sedangkan peningkatan takaran pupuk P menurunkan efisiensi pupuk P (Suyamto *et al.* 1989).

Komponen teknologi lainnya yang juga mempengaruhi hasil biji kedelai adalah penggunaan mulsa. Penggunaan mulsa jerami padi menekan pertumbuhan gulma 56–60% pada pertanaman kedelai, meningkatkan hasil kedelai 18–23% di tanah Regosol Genteng, dan sebaliknya menurunkan hasil kedelai 20% di tanah Aluvial Jambegede-Malang (Adisarwanto 1989). Sebaliknya, Sumarno dan Suyamto (1991) melaporkan bahwa penggunaan mulsa jerami atau pemupukan 200 kg KCl/ha tidak meningkatkan hasil kedelai di tanah Vertisol Ngale, hasil kedelai mencapai 3,25 t/ha.

Penggunaan mulsa dapat mengurangi penguapan dan menurunkan suhu maksimum tanah apabila air tersedia dalam tanah kurang dari 20%. Rendahnya suhu maksimum tanah yang diberi mulsa, karena mulsa menghalangi sinar langsung ke tanah dan banyak sinar yang dipantulkan kembali (Rifin dan Quintana 1989). Penggunaan mulsa jerami padi meningkatkan kelembaban tanah Regosol juga dilaporkan oleh Hutami *et al.* (1994). Menurut Abdullah (1999) penggunaan mulsa jerami dengan atau tanpa pengolahan tanah dapat meningkatkan hasil biji kedelai, menurunkan pertumbuhan gulma dan tidak menurunkan penetrasi tanah dibandingkan aplikasi herbisida oxadiazon.

Selain itu, penggunaan mulsa brangkas sisa panen juga dapat meningkatkan pertumbuhan kedelai, berat bintil akar, dan aktifitas fiksasi nitrogen (Kitou dan Yoshida 1994), dan dapat meningkatkan pH, kadar Ca-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan KTK tanah. Disimpulkan, bahwa perbaikan pertumbuhan kedelai karena penggunaan mulsa brangkas sisa panen disebabkan oleh peningkatan nodulasi dan aktivitas fiksasi nitrogen pada fase awal pertumbuhan, dan perbaikan kesuburan tanah pada fase akhir pertumbuhan.

Dalam satu paket teknologi budidaya kedelai, kombinasi komponen teknologi seperti pengolahan tanah, bedengan 2 m, mulsa jerami 5 t/ha dan pupuk kandang 5 t/ha dapat meningkatkan hasil biji kedelai 30% (0,32 t/ha) dibandingkan dengan cara petani (Harsono *et al.* 1994). Manshuri (1994) juga melaporkan hal serupa, bahwa perbaikan cara budidaya dari cara petani juga meningkatkan hasil biji kedelai 0,4 t/ha. Sebaliknya perbaikan cara budidaya tidak meningkatkan hasil biji kedelai juga dilaporkan Radjit dan Taufiq (1994). Penggunaan pupuk daun Sprint, Liptonik, Gandasil dan Sitosim tidak meningkatkan hasil biji kedelai (Taufiq dan Suyamto 1994). Hasil penelitian komponen teknologi maupun penelitian pengembangan yang dilakukan di tanah Vertisol Ngawi menunjukkan, bahwa petani di Kabupaten Ngawi lebih menyukai varietas Sinabung dibandingkan varietas Argomulyo, Burangrang, Kaba atau Wilis (Margono *et al.* 2004).

Hasil-hasil penelitian yang telah dikemukakan di atas umumnya merupakan penelitian komponen teknologi yang terpisah. Apakah kombinasi dari beberapa komponen teknologi pemupukan dengan cara pemanfaatan jerami padi juga

berdampak positif terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai? Untuk memahaminya telah dilakukan penelitian yang menggabungkan beberapa komponen teknologi dengan tujuan mengevaluasi pengaruh pemupukan dan pengelolaan jerami terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada pola tanam padi-kedelai dan kedelai-kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi. Penelitian ini sekaligus mengevaluasi apakah komponen teknologi pemupukan yang dievaluasi dalam penelitian ini juga layak diterapkan dalam program Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) kedelai di tanah Vertisol Ngawi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan sawah Vertisol Ngawi pada MK II 2005 menggunakan rancangan split plot dengan tiga ulangan. Petak utama adalah 3 (tiga) cara pemanfaatan jerami padi, yaitu tanpa jerami padi (M1), jerami padi 5 t/ha disebar sebagai mulsa (M2) dan jerami padi 5 t/ha disebar kemudian dibakar (M3). Anak petak adalah 5 (lima) kombinasi pupuk NPK, yaitu tanpa pupuk (F1), 50 kg ZA+50 kg SP36+100 kg KCl/ha (F2), 50 kg ZA+50 kg SP36/ha (F3), 50 kg ZA+100 kg KCl/ha (F4) dan 50 kg SP36+100 kg KCl/ha (F5). Kombinasi pupuk tersebut dilakukan pada lahan dengan lebar bedengan 2 m pada dua hamparan setelah panen padi (pola tanam padi-padi-kedelai) dan setelah panen kedelai (pola tanam padi-kedelai-kedelai).

Benih kedelai dicampur insektisida Marshall, ditanam pada petak berukuran 4 m x 5 m (10 baris x 50 lubang) tanpa pupuk dasar, jarak tanam 40 cm x 10 cm, 2 tanaman/rumpun. Antar petak perlakuan dipisahkan saluran selebar 20 cm sedalam 25 cm. Tanah tidak diolah (pada lahan bekas padi) dan tanah diolah ringan (pada lahan bekas kedelai), pupuk diaplikasi secara dilarrik 10 cm dari baris tanaman pada saat tanam dan berbunga (masing-masing 50%). Penyiangan dilakukan 2 kali umur 21 dan 35 HST, dan diiri setiap 20 hari sekali. Penjarangan atau penyulaman dilakukan pada umur 10 HST dan disisakan 2 tanaman/rumpun. Pengendalian hama dilakukan berdasarkan pemantauan ambang kendali: (1) lalat bibit kacang, 1 imago/10 m baris pada umur 5–11 HST, (2) hama daun, intensitas kerusakan daun 12,5–15% pada umur <20 HST dan 15–20% pada umur >20 HST, dan (3) hama polong, intensitas kerusakan polong 2,5%. Pengendalian penyakit dilakukan pada umur 40, 50 dan 60 HST. Tanaman dipanen saat 95% polong berwarna coklat dan daun rontok. Tanaman dipotong dekat permukaan tanah menggunakan sabit, sedangkan tanaman contoh untuk pengamatan komponen hasil dicabut. Pengamatan dilakukan terhadap:

1. Sifat fisik (tekstur, porositas, kapasitas menahan air, bobot isi, dan penetrasi tanah) dan sifat kimia tanah (pH, C-organik, KTK, kadar unsur makro dan mikro) dianalisis pada kedalaman 0–10 cm dan 40–50 cm pada awal percobaan sebelum pemupukan dan saat panen.
2. Berat kering brangkas pada fase berbunga penuh.
3. Komponen hasil (10 tanaman contoh) pada saat panen, yaitu tinggi tanaman, jumlah polong isi, polong hampa, jumlah cabang, berat 100 biji, dan berat biji/tanaman.

4. Pada petak panen 3,2 m x 3 m (8 baris x 30 rumpun) yaitu jumlah tanaman dipanen dan berat biji kering.

Pola tanam mempengaruhi pH dan kesuburan kimia tanah. Pada tanah bekas padi (pola tanam padi-padi-kedelai) tanah bereaksi agak masam (pH H<sub>2</sub>O 5,5) (Tabel 1). Tanah kaya unsur hara P dan K. Sebaliknya pada tanah bekas kedelai (pola tanam padi-kedelai-kedelai) tanah bereaksi netral (pH H<sub>2</sub>O 6,7), tanah kaya unsur hara P, tetapi miskin unsur hara K. Pola tanam juga mengakibatkan perbedaan sifat fisik tanah. Penetrasi dan berat isi tanah bekas tanaman kedelai lebih tinggi dibandingkan bekas padi, tetapi lebih porus dan kadar air tersedia lebih tinggi (Tabel 2). Untuk pertumbuhan tanaman, tanah bekas kedelai menyediakan struktur tanah lebih baik untuk perkembangan akar dibandingkan bekas padi.

Tabel 1. Sifat kimia tanah Vertisol Ngawi pada awal penelitian, MK II 2005

| Sifat kimia tanah                           | Bekas padi |          | Bekas kedelai |          |
|---|------------|----------|---------------|----------|
|   | 0-20 cm    | 40-50 cm | 0-20 cm       | 40-50 cm |
| pH H <sub>2</sub> O                         | 5,50       | 6,60     | 6,70          | 5,10     |
| pH KCl                                      | 4,90       | 5,80     | 5,40          | 3,90     |
| C-organik (%)                               | 1,74       | 1,23     | 1,23          | 1,55     |
| N-total (%)                                 | 0,12       | 0,06     | 0,06          | 0,10     |
| C/N   | 14,50      | 20,50    | 20,50         | 15,50    |
| P-total, (HCl 25%, mg/100 g)                | 34,40      | 33,40    | 50,80         | 24,90    |
| K-total, (HCl 25%, mg/100 g)                | 11,88      | 6,67     | 9,87          | 8,10     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Bray I, ppm) | 34,90      | 19,50    | 26,10         | 42,40    |
| SO <sub>4</sub> (ppm)                       | 18,20      | 3,08     | 4,67          | 10,20    |
| K-dd (me/100 g)                             | 0,49       | 0,21     | 0,13          | 0,19     |
| Na-dd (me/100 g)                            | 0,94       | 1,07     | 0,99          | 0,99     |
| KTK (me/100 g)                              | 13,70      | 50,20    | 52,90         | 19,20    |

Tabel 2. Sifat fisik tanah Vertisol Ngawi pada awal penelitian, MK II 2005

| Sifat fisik tanah                | Bekas padi |          | Bekas kedelai |          |
|----------------------------------|------------|----------|---------------|----------|
|                                  | 0-20 cm    | 40-50 cm | 0-20 cm       | 40-50 cm |
| Kjh (cm/jam)                     | 0,14       | 0,10     | 0,15          | 0,10     |
| Berat isi (g/cm <sup>3</sup> )   | 1,06       | 0,90     | 1,16          | 1,14     |
| Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> ) | 2,48       | 2,50     | 2,51          | 2,54     |
| Porositas (%)                    | 74,40      | 71,50    | 87,00         | 88,50    |
| Penetrasi (N/cm <sup>2</sup> )   | 204,60     | 185,70   | 300,20        | 254,10   |
| Indek DMR (mm)                   | 1,58       | 1,57     | 1,74          | 1,67     |
| Kadar air pF 0 (%)               | 74,00      | 71,00    | 87,00         | 89,00    |
| Kadar air pF 2 (%)               | 66,00      | 66,00    | 67,00         | 74,00    |
| Kadar air pF 2,5 (%)             | 45,00      | 43,00    | 58,00         | 68,00    |
| Kadar air pF 4,2 (%)             | 38,00      | 39,00    | 40,00         | 45,00    |
| Air tersedia (%)                 | 7,00       | 4,00     | 18,00         | 23,00    |
| Pasir (%)                        | 5,00       | 4,00     | 5,00          | 5,00     |
| Debu (%)                         | 17,00      | 23,00    | 18,00         | 11,00    |
| Liat (%)                         | 78,00      | 73,00    | 77,00         | 84,00    |
| Klas tekstur                     | Liat       | Liat     | Liat          | Liat     |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada lahan sawah Vertisol Ngawi MK II 2005, perbedaan pola tanam sebelum tanam kedelai (padi-padi atau padi-kedelai) mempengaruhi pertumbuhan dan produksi kedelai. Hasil sidik ragam gabungan menunjukkan bahwa perlakuan pola tanam mempengaruhi komponen pertumbuhan, komponen hasil dan hasil biji kedelai (Tabel 3). Ragam kombinasi pupuk ZA, SP36 dan KCl mempengaruhi hasil biji kedelai dan berat biji/tanaman.

Pada lahan bekas padi dengan saluran drainase di setiap bedengan 2 m, populasi tanaman kedelai saat panen sangat rendah, hanya 50% dari populasi optimal, yaitu sekitar 270 ribu tanaman/ha. Perlakuan cara pemanfaatan jerami padi dan ragam kombinasi pupuk tidak mempengaruhinya, juga terhadap peubah berat kering akar fase R2, tinggi tanaman dan jumlah cabang. Pertumbuhan kedelai cukup baik, rata-rata tinggi tanaman mencapai 68 cm dengan 2,7 cabang/tanaman dan berat kering akar 0,54 g/tanaman (Tabel 4). Pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha atau 50 kg ZA + 100 kg KCl/ha atau 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha meningkatkan berat kering tajuk pada fase R2 sebesar 21–24% dibandingkan tanpa pupuk. Pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36/ha tidak meningkatkan berat kering tajuk. Nampak bahwa pupuk K diperlukan untuk pertumbuhan tajuk kedelai di lahan sawah Vertisol bekas padi dengan bedengan 2 m pada MK II.

Pada kondisi tersebut hanya pemupukan lengkap, yaitu 50 kg ZA+50 kg SP36+100 kg KCl/ha yang meningkatkan hasil biji kedelai 14% dari 1,04 t/ha menjadi 1,20 t/ha (Tabel 5). Peningkatan hasil didukung oleh peningkatan berat biji/tanaman 51% dibandingkan tanpa pupuk (dari 4,48 g/tanaman menjadi 6,76 g/tanaman). Ragam kombinasi pupuk tidak mempengaruhi jumlah polong isi, hampa dan berat 100 biji kedelai, berturut-turut sebanyak 31 polong isi/tanaman, 27 polong hampa/tanaman dan 13 g/100 biji. Cara pemanfaatan jerami padi juga tidak mempengaruhi komponen hasil dan hasil biji kedelai varietas Sinabung.

Tabel 3. Ringkasan hasil sidik ragam peubah pertumbuhan dan produksi kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol Ngawi, MK II 2005

| Peubah/perlakuan                   | C | M | CM | P | CP | MP | CMP |
|------------------------------------|---|---|----|---|----|----|-----|
| Berat kering akar fase R2 (g/tnm)  | * | - | -  | - | -  | -  | -   |
| Berat kering tajuk fase R2 (g/tnm) | * | - | *  | - | -  | *  | -   |
| Populasi tanaman saat panen/ha     | * | - | -  | - | -  | *  | -   |
| Tinggi tanaman saat panen (cm)     | - | - | -  | - | -  | -  | -   |
| Jumlah cabang/tanaman              | * | - | -  | - | -  | *  | -   |
| Jumlah polong isi/tanaman          | * | * | *  | - | -  | -  | -   |
| Jumlah polong hampa/tanaman        | * | - | -  | - | -  | -  | -   |
| Berat biji/tanaman (g)             | * | - | -  | * | *  | -  | -   |
| Berat 100 biji (g)                 | * | - | -  | - | -  | -  | -   |
| Hasil biji kedelai (t/ha)          | * | - | -  | * | -  | -  | -   |

\*: uji F nyata pada  $P \leq 0,05$ ; -: tidak nyata pada  $P \leq 0,05$ ; M: cara pemanfaatan jerami padi; C: pola tanam; P: kombinasi pupuk ZA, SP36 dan KCl.

Tabel 4. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pemupukan NPK terhadap populasi tanaman dan komponen pertumbuhan kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas padi (padi-padi-kedelai) dengan bedengan 2 m, Ngawi MK II 2005

| Cara pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P) | Jumlah tan dipanen/ha | Berat kering tmn fase R2 (g/tan) |         | Tinggi tan saat panen (cm) | Jml cab/tan |
|--|-----------------------|----------------------------------|---------|----------------------------|-------------|
|  |                       | Akar                             | Tajuk   |                            |             |
| <b>J:pemanfaatan jerami</b>                    |                       |                                  |         |                            |             |
| Tanpa jerami padi                              | 265.833 a             | 0,52 a                           | 7,65 a  | 65,6 a                     | 2,6 a       |
| Mulsa jerami padi                              | 284.930 a             | 0,55 a                           | 7,99 a  | 70,2 a                     | 2,5 a       |
| Jerami padi dibakar                            | 267.222 a             | 0,55 a                           | 7,14 a  | 66,9 a                     | 3,0 a       |
| <b>P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)</b>                   |                       |                                  |         |                            |             |
| 0+0+0  | 275.579 a             | 0,47 a                           | 6,57 b  | 67,2 a                     | 2,7 a       |
| 50+50+100                                      | 260.648 a             | 0,58 a                           | 7,95 a  | 68,8 a                     | 2,8 a       |
| 50+50+0  | 281.134 a             | 0,52 a                           | 7,26 ab | 67,7 a                     | 2,7 a       |
| 50+0+100                                       | 284.838 a             | 0,60 a                           | 8,03 a  | 65,4 a                     | 2,8 a       |
| 0+50+100                                       | 261.111 a             | 0,54 a                           | 8,16 a  | 68,8 a                     | 2,5 a       |
| Rata-rata                                      | 272.662               | 0,54                             | 7,59    | 67,6                       | 2,7         |
| KK (%)   | 11,15                 | 6,79                             | 17,21   | 7,76                       | 22,20       |
| Interaksi JxP                                  | *                     | TN                               | TN      | TN                         | *           |

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Tabel 5. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pemupukan NPK terhadap komponen hasil dan hasil biji kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas padi (padi-padi-kedelai) dengan bedengan 2 m, Ngawi MK II 2005

| Cara pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P) | Hasil biji (t/ha) | Jml polong/tan |        | Berat biji /tan (g) | Berat 100 biji (g) |
|--|-------------------|----------------|--------|---------------------|--------------------|
|  |                   | Isi            | Hampa  |                     |                    |
| <b>J:pemanfaatan jerami</b>                    |                   |                |        |                     |                    |
| Tanpa jerami padi                              | 1,07 a            | 30,7 ab        | 27,3 a | 5,30 a              | 13,26 a            |
| Mulsa jerami padi                              | 1,03 a            | 28,7 b         | 23,1 a | 5,15 a              | 12,92 a            |
| Jerami padi dibakar                            | 1,04 a            | 34,2 a         | 30,2 a | 5,38 a              | 12,80 a            |
| <b>P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)</b>                   |                   |                |        |                     |                    |
| 0+0+0  | 1,04 b            | 29,1 a         | 25,1 a | 4,48 b              | 13,06 a            |
| 50+50+100                                      | 1,20 a            | 31,3 a         | 30,3 a | 6,76 a              | 13,00 a            |
| 50+50+0  | 1,02 b            | 31,4 a         | 25,9 a | 4,56 b              | 13,17 a            |
| 50+0+100                                       | 0,96 b            | 32,7 a         | 28,2 a | 5,72 ab             | 12,96 a            |
| 0+50+100                                       | 1,02 b            | 31,8 a         | 24,8 a | 4,85 b              | 12,80 a            |
| Rata-rata                                      | 1,05              | 31,2           | 26,9   | 5,27                | 12,99              |
| KK (%)   | 14,21             | 20,96          | 12,61  | 22,50               | 5,51               |
| Interaksi JxP                                  | TN                | TN             | TN     | TN                  | TN                 |

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Keragaan pertanaman kedelai pada lahan bekas kedelai (pola padi-kedelai-kedelai) berbeda dengan pada lahan bekas padi (pola padi-padi-kedelai). Selain itu, pola pengaruh perlakuan terhadap peubah hasil biji kedelai juga berbeda. Pada lahan bekas padi, ragam kombinasi pupuk mempengaruhi hasil biji kedelai (Tabel 5), sedangkan pada lahan bekas kedelai, perlakuan cara memanfaatkan jerami padi dan ragam kombinasi pupuk yang mempengaruhi hasil biji kedelai (Tabel 7). Dengan kata lain, penggunaan pupuk atau ketersediaan dan keseimbangan unsur hara merupakan faktor yang membatasi produktivitas

kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi. Perbedaan pola tanam berpengaruh terhadap produktivitas kedelai melalui perbedaan sifat fisik tanah sebelum tanam kedelai.

Pada lahan bekas kedelai dengan saluran drainase di setiap bedengan selebar 2 m, cara pemanfaatan jerami padi mempengaruhi tinggi tanaman kedelai. Pembakaran jerami padi menyebabkan tinggi tanaman terbaik, yaitu 70 cm dan lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan tanaman tanpa jerami padi atau mulsa jerami padi (Tabel 6). Akan tetapi cara pemanfaatan jerami padi tidak mempengaruhi populasi tanaman saat panen maupun komponen pertumbuhan lainnya. Jumlah tanaman dipanen mendekati optimal, sekitar 405 ribu tanaman/ha. Berat kering akar dan tajuk fase R2 sebesar 0,33 g/tanaman dan 3,93 g/tanaman dengan 1,9 cabang/tanaman. Pada kondisi tersebut ragam kombinasi pupuk juga tidak mempengaruhi populasi dan pertumbuhan tanaman kedelai.

Penggunaan jerami padi pada lahan bekas kedelai, baik sebagai mulsa maupun dibakar, ternyata meningkatkan hasil biji kedelai 0,15–0,20 t/ha (9–12%) dibandingkan tanpa jerami padi (Tabel 7). Peningkatan hasil tersebut didukung oleh peningkatan jumlah polong isi menjadi 27 polong isi/tanaman dan berat biji menjadi 6,68 g/tanaman. Penggunaan jerami padi tidak mempengaruhi berat 100 biji, rata-rata mencapai 12,35 g/100 biji. Abdullah (1999) dan Adisarwanto (1989) juga melaporkan, bahwa penggunaan mulsa jerami padi dapat meningkatkan hasil biji kedelai.

Selain penggunaan jerami padi, pemupukan juga meningkatkan hasil biji kedelai. Pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha meningkatkan hasil biji tertinggi, yaitu 0,39 t/ha (29%) (Tabel 7). Pemupukan 50 kg ZA/ha ditambah 50 kg SP36/ha atau 100 kg KCl/ha meningkatkan hasil biji 0,21–0,28 t/ha (14–18%). Akan tetapi peningkatan hasil biji kedelai pada lahan bekas kedelai dengan bedengan selebar 2 m karena pemupukan tidak didukung oleh peningkatan komponen hasil.

Apabila dilakukan analisis regresi ganda antara peubah hasil biji kedelai sebagai peubah tidak bebas dengan peubah populasi tanaman, komponen pertumbuhan dan komponen hasil sebagai peubah bebas, maka hasilnya adalah:

1. Pada lahan bekas padi, hasil biji kedelai dipengaruhi atau berkorelasi positif dengan berat biji/tanaman. Pada persamaan regresi ganda, pengaruh peubah berat biji/tanaman adalah nyata, sedangkan peubah lainnya tidak nyata. Berdasarkan uji ragam, pengaruh perlakuan pemupukan terhadap hasil biji kedelai sama dengan terhadap berat biji/tanaman.
2. Pada lahan bekas kedelai, hasil biji kedelai dipengaruhi atau berkorelasi positif dengan populasi tanaman saat panen. Pada persamaan regresi ganda, pengaruh peubah populasi tanaman saat panen adalah nyata, sedangkan peubah lainnya tidak nyata. Berdasarkan uji ragam, perlakuan pemupukan tidak mempengaruhi populasi tanaman saat panen.



Tabel 6. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pemupukan NPK terhadap populasi tanaman dan komponen pertumbuhan kedelai var Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas kedelai (padi-kedelai-kedelai) dengan bedengan 2 m, Ngawi MK II 2005

| Cara pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P) | Jml tan dpanen/ha | Berat kering tan fase R2 (g/tan) |        | Tinggi tan saat panen (cm) | Jml cab /tan |
|--|-------------------|----------------------------------|--------|----------------------------|--------------|
|  |                   | Akar                             | Tajuk  |                            |              |
| <b>J:pemanfaatan jerami</b>                    |                   |                                  |        |                            |              |
| Tanpa jerami padi                              | 425.694 a         | 0,30 a                           | 3,45 a | 62,1 b                     | 1,7 a        |
| Mulsa jerami padi                              | 386.805 a         | 0,34 a                           | 4,00 a | 65,4 b                     | 2,0 a        |
| Jerami padi dibakar                            | 403.958 a         | 0,36 a                           | 4,36 a | 69,9 a                     | 1,9 a        |
| <b>P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)</b>                   |                   |                                  |        |                            |              |
| 0+0+0  | 405.671 a         | 0,33 a                           | 4,06 a | 65,1 a                     | 1,9 a        |
| 50+50+100                                      | 428.125 a         | 0,30 a                           | 3,64 a | 67,3 a                     | 1,8 a        |
| 50+50+0  | 376.273 a         | 0,36 a                           | 4,18 a | 66,8 a                     | 1,8 a        |
| 50+0+100                                       | 414.815 a         | 0,33 a                           | 4,14 a | 64,9 a                     | 1,9 a        |
| 0+50+100                                       | 402.546 a         | 0,35 a                           | 3,67 a | 65,0 a                     | 2,0 a        |
| Rata-rata                                      | 405.468           | 0,33                             | 3,93   | 65,8                       | 1,9          |
| KK (%)   | 10,08             | 21,15                            | 17,13  | 4,37                       | 16,87        |
| Interaksi JxP                                  | TN                | TN                               | TN     | TN                         | TN           |

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Tabel 7. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pemupukan NPK terhadap komponen hasil dan hasil biji kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas kedelai (padi-kedelai-kedelai) dengan bedengan 2 m, Ngawi MK II 2005

| Cara pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P) | Hasil biji (t/ha) | Jml polong/tan |       | Berat biji /tan (g) | Berat 100 biji (g) |
|--|-------------------|----------------|-------|---------------------|--------------------|
|  |                   | Isi            | Hampa |                     |                    |
| <b>J:pemanfaatan jerami</b>                    |                   |                |       |                     |                    |
| Tanpa jerami padi                              | 1,65 b            | 24,0 b         | 0,4 a | 5,95 b              | 12,27 a            |
| Mulsa jerami padi                              | 1,80 a            | 26,3 a         | 0,5 a | 6,45 a              | 12,23 a            |
| Jerami padi dibakar                            | 1,85 a            | 27,1 a         | 0,5 a | 6,68 a              | 12,54 a            |
| <b>P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)</b>                   |                   |                |       |                     |                    |
| 0+0+0  | 1,57 c            | 26,4 a         | 0,4 a | 6,42 a              | 12,34 a            |
| 50+50+100                                      | 1,95 a            | 26,2 a         | 0,4 a | 6,40 a              | 12,17 a            |
| 50+50+0  | 1,84 ab           | 25,7 a         | 0,4 a | 6,57 a              | 12,46 a            |
| 50+0+100                                       | 1,78 ab           | 26,1 a         | 0,4 a | 6,20 a              | 12,23 a            |
| 0+50+100                                       | 1,70 bc           | 24,5 a         | 0,6 a | 6,21 a              | 12,54 a            |
| Rata-rata                                      | 1,77              | 25,8           | 0,5   | 6,36                | 12,35              |
| KK (%)   | 11,80             | 8,28           | 14,38 | 11,31               | 3,56               |
| Interaksi JxP                                  | TN                | *              | TN    | TN                  | TN                 |

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Hasil penelitian di atas menunjukkan, bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan dan produksi kedelai yang ditanam pada lahan sawah Vertisol bekas padi dengan bekas kedelai pada MK II 2005. Pertanaman kedelai pada lahan bekas padi tidak mencapai populasi optimal, hanya 272.000 tanaman/ha. Rendahnya populasi tanaman tersebut dapat menjadi salah satu penyebab rendahnya tingkat hasil biji kedelai, yang hanya 1,05 t/ha. Sebaliknya rendahnya populasi tanaman mengurangi persaingan antar tanaman, sehingga rata-rata berat kering

akar dan tajuk pada fase R2 mencapai 0,54 g/tanaman dan 7,59 g/tanaman dengan 31 polong isi/tanaman. Tinggi tanaman mencapai 68 cm dengan 12,99 g/100 biji. Sebaliknya pada lahan bekas kedelai, populasi tanaman mendekati optimal, yaitu 405.000 tanaman/ha. Persaingan antar tanaman yang lebih ketat menekan perkembangan tanaman. Akibatnya berat kering akar dan tajuk pada fase R2 lebih rendah dibandingkan pertumbuhan kedelai pada lahan bekas padi, berturut-turut yaitu 0,33 g/tanaman dan 3,93 g/tanaman dengan 26 polong isi/tanaman. Akan tetapi tinggi tanaman tidak berbeda, yaitu 66 cm, dan berat 100 biji sedikit lebih rendah, yaitu 12,35 g/100 biji. Dengan populasi tanaman mendekati optimal menyebabkan tanaman kedelai mencapai produktivitas 1,77 t/ha. Ada satu hal yang sangat penting yang harus dicermati, walaupun pada kondisi yang sangat berlainan, ternyata pemupukan 50 kg ZA+50 kg SP36+100 kg KCl/ha konsisten meningkatkan hasil biji kedelai. Implikasinya adalah pemupukan diperlukan untuk meningkatkan hasil biji kedelai di lahan sawah Vertisol, dan takaran tersebut sebaiknya tetap digunakan dalam program PTT kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi. Dengan catatan, kelayakan ekonomisnya harus tetap dikaji dalam program PTT. Apabila jerami padi tersedia di lahan, lebih baik dikembalikan ke lahan, sebagai mulsa atau dibakar terlebih dahulu.

Pada saat panen dilakukan pengamatan terhadap sifat fisik tanah. Terlihat bahwa perlakuan cara pemanfaatan jerami padi dan ragam kombinasi pupuk tidak menyebabkan perbedaan nilai penetrasi tanah. Penetrasi tanah adalah daya tahan tanah terhadap tekanan atau besaran energi yang diperlukan, misalnya untuk pengolahan tanah. Seperti laporan Abdullah (1999) bahwa, penggunaan mulsa jerami padi tidak menurunkan nilai penetrasi tanah. Sebaliknya pola tanam menyebabkan perbedaan penetrasi tanah. Pada pola padi-padi-kedelai, penetrasi tanah pada lahan dengan bedengan selebar 2 m adalah 0,94 kg F/cm<sup>2</sup> (Tabel 8) lebih tinggi 24% dibandingkan dengan pada pola padi-kedelai-kedelai, yaitu 0,76 kg F/cm<sup>2</sup> (Tabel 9).

Seperti dibahas di depan, pemupukan NPK lengkap yaitu 50 kg ZA+50 kg SP36+100 kg KCl/ha yang dapat meningkatkan hasil biji kedelai pada lahan bekas kedelai maupun bekas padi. Pengaruh tersebut juga teramati pada nilai penetrasi tanah. Pada lahan bekas padi, pemupukan NPK lengkap menurunkan nilai penetrasi tanah 19% dibandingkan tanpa pupuk, dan sebaliknya meningkatkan penetrasi tanah 9% pada lahan bekas kedelai (Tabel 8 dan 9).

Tabel 8. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pemupukan NPK terhadap sifat fisik tanah setelah panen kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas padi (padi-padi-kedelai), Ngawi MK II 2005.

| Perlakuan                    | Penetrasi (kg F/cm <sup>2</sup> ) | Porositas (%) | Air tersedia (%) |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------|
| Tanpa jerami padi            | 0,82                              | 76,13         | 27,73            |
| Mulsa jerami padi            | 0,95                              | 72,97         | 28,33            |
| Jerami padi dibakar          | 0,93                              | 75,53         | 28,33            |
| Tanpa pupuk                  | 1,03                              | 73,85         | 26,80            |
| 50 ZA + 50 SP36 + 100 KCl/ha | 0,83                              | 75,70         | 25,55            |
| Rata-rata                    | 0,94                              | 74,84         | 27,33            |

Tabel 9. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pemupukan NPK terhadap sifat fisik tanah setelah panen kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas kedelai (padi–kedelai–kedelai), Ngawi MK II 2005.

| Perlakuan                    | Penetrasi (kg F/cm <sup>2</sup> ) | Porositas (%) | Air tersedia (%) |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------|
| Tanpa jerami padi            | 0,78                              | 87,43         | 18,30            |
| Mulsa jerami padi            | 0,76                              | 84,10         | 21,20            |
| Jerami padi dibakar          | 0,82                              | 86,73         | 19,40            |
| Tanpa pupuk                  | 0,87                              | 87,83         | 19,60            |
| 50 ZA + 50 SP36 + 100 KCl/ha | 0,95                              | 84,10         | 20,80            |
| Rata-rata                    | 0,76                              | 86,04         | 19,86            |

Pada peubah porositas tanah dan air tersedia, pola tanam lebih jelas pengaruhnya dibandingkan cara pemanfaatan jerami dan pemupukan. Setelah panen kedelai, porositas tanah sebesar 75% dengan air tersedia 27,3% diperoleh pada lahan bekas padi. Pada lahan bekas kedelai, tanah lebih porous (porositas tanah 86%) dengan air tersedia 20%.

Hasil sidik ragam menunjukkan, bahwa pola tanam, cara pemanfaatan jerami padi dan ragam kombinasi pupuk NPK mempengaruhi hasil biji kedelai (Tabel 4, 5, 6, dan 7). Pada tanah Vertisol Ngawi MK II 2005, rata-rata hasil biji kedelai pada lahan bekas padi dengan pola tanam padi–padi–kedelai adalah 1,05 t/ha, jauh lebih rendah dibandingkan dengan lahan bekas kedelai dengan pola tanam padi–kedelai–kedelai, yaitu 1,77 t/ha. Banyak faktor yang menyebabkan perbedaan produktifitas tersebut, salah satunya adalah kesuburan fisik dan kimia tanah sebelum tanam kedelai. Tanah Vertisol bekas padi lapisan atas bereaksi agak masam, miskin bahan organik, unsur N dan S, tetapi kaya unsur P dan K (Tabel 1). Kapasitas tanah menahan air sangat rendah, hanya 7% sebagai air tersedia untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Tabel 2). Kondisi reaksi tanah agak masam bisa menghambat ketersediaan unsur hara. Volume air tersedia yang hanya 7% juga bisa menghambat pemenuhan kebutuhan air, dan mengurangi serapan unsur hara. Apalagi pada saat MK II, cuaca panas dan tidak ada tambahan pengairan dari air hujan, bisa meningkatkan laju evapotranspirasi dan mempercepat laju pengurasan air dalam tanah. Pada akhirnya mengurangi produktivitas tanaman kedelai. Sebaliknya pada lahan bekas kedelai, tanah bereaksi netral, miskin bahan organik, unsur N, K dan S, tetapi kaya unsur P. Ketersediaan unsur hara maksimum pada tanah bereaksi netral. Satu hal yang juga menguntungkan adalah kapasitas tanah menahan air lebih tinggi, yaitu sebanyak 18% sebagai air tersedia untuk memenuhi kebutuhan tanaman kedelai. Dengan kata lain kebutuhan tanaman akan air lebih terjamin sekaligus memperlancar serapan unsur hara dari tanah. Kondisi kesuburan fisik dan kimia tanah yang lebih baik pada lahan bekas kedelai tersebut menyebabkan tanaman kedelai berproduksi lebih tinggi dibandingkan pada lahan bekas padi.

Perlakuan cara pemanfaatan jerami padi mempengaruhi produktivitas kedelai pada lahan bekas kedelai, dan sebaliknya pada lahan bekas padi (Tabel 5 dan 7). Rata-rata hasil biji kedelai pada lahan bekas padi dengan perlakuan tanpa jerami padi, jerami padi disebar dan jerami dibakar berturut-turut adalah 1,07 t/ha, 1,03 t/ha dan 1,04 t/ha (Tabel 5). Pada lahan bekas kedelai, rata-rata

hasil biji kedelai adalah 1,65 t/ha (tanpa jerami padi), 1,80 t/ha (jerami disebar) dan 1,85 t/ha (jerami dibakar) (Tabel 7). Pemakaian jerami padi bisa menghambat laju penguapan air pada lahan bekas kedelai dengan air tersedia 18% (Tabel 2). Kondisi tanah lembab menguntungkan pertumbuhan tanaman, sehingga dapat meningkatkan produktivitas kedelai.

Tanah Vertisol miskin unsur K, tetapi kaya unsur P. Walaupun tanah kaya P, ketersediaan unsur P bisa dihambat oleh tingginya kadar unsur Ca dan Mg yang potensial mengikat unsur P menjadi bentuk tidak tersedia untuk tanaman. Pada kondisi tersebut pemupukan SP36 atau KCl meningkatkan hasil biji kedelai pada lahan bekas kedelai. Pengaruh positif penambahan pupuk P atau K terhadap kedelai di tanah Vertisol telah sering dilaporkan (Suyanto *dkk* 1988, 1989, 1994; Suwono *dkk.* 1987; Kuntastyuti dan Adisarwanto 1996; Kuntastyuti dan Sunaryo 2000; Kuntastyuti 2001, 2002; Taufiq dan Kuntastyuti 2002). Sedangkan Hamowo (1998) melaporkan hal sebaliknya.

Penelitian ini menghasilkan informasi yang konsisten yaitu pemupukan 50 kg ZA+50 kg SP36+100 kg KCl/ha meningkatkan hasil biji kedelai di lahan sawah Vertisol bekas padi atau bekas kedelai dengan saluran drainase di setiap bedengan 2 m dengan atau tanpa jerami padi, jerami disebar atau jerami dibakar. Jelaslah bahwa komponen teknologi pemupukan 50 kg ZA+50 kg SP36+100kg KCl/ha layak secara teknis dimasukkan dalam rangkaian komponen teknologi budidaya kedelai untuk pengembangan kedelai dalam program PTT. Dengan catatan, kelayakan ekonomis, sosial dan budayanya harus tetap dikaji.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pada lahan sawah Vertisol Ngawi pemupukan 50 kg ZA+50 kg SP36+100 kg KCl/ha secara teknis layak diterapkan untuk budidaya kedelai pada lahan bekas padi atau bekas kedelai, bedengan 2 m tanpa jerami padi, dengan mulsa jerami atau jerami dibakar. Kelayakan ekonomis dan sosial budayanya sebaiknya dikaji dalam program Pengelolaan Tanaman Terpadu. Pemanfaatan jerami padi dapat meningkatkan hasil biji kedelai pada lahan bekas kedelai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. 1999. Pengaruh pengelolaan lahan terhadap pertumbuhan gulma dan hasil kedelai setelah padi sawah tanam benih langsung. *Jurnal Agrotropika* 4(2):28-33.
- Adisarwanto, T. 1989. Telaah komponen teknologi menunjang supra insus kedelai di lahan sawah. *Penelitian Palawija* 4(2):156-161.
- Adisarwanto, T., H. Kuntastyuti, dan Suhartina. 1998. Efisiensi pemupukan menggunakan uji tanah dan tanaman kedelai di beberapa jenis tanah lahan sawah. hlm. 1-19. Buku 4. Bidang Ekofisiologi Tanaman, Peningkatan Efisiensi Penggunaan Input, Sumberdaya dan Produktivitas Kedelai. Laporan Teknis Balitkabi 1997/1998.
- Fatchurochim, M.Ms. 1982. Pengaruh dosis dan waktu pemberian nitrogen terhadap hasil tanaman kedelai. *Penelitian Pertanian* 2(2):86-91.

- Harsono, A., T. Adisarwanto, dan Tri Wardani. 1994. Pemupukan kalium dan perbaikan sifat fisik tanah Vertisol untuk bertanam kedelai setelah padi sawah. hlm. 38–47 *dalam* A. Taufiq dkk. (Penyt.) Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol, Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang. No 2–1994. Balittan Malang.
- Kitou, Makato, and Shigekata Yoshida. 1994. Mulching effect of plant residues on soybean growth and soil chemical properties. *Soil Sci. Plant Nutr.* 40(2): 211–230.
- Kuntyastuti, H., dan T. Adisarwanto. 1996. Pemupukan kalium pada kedelai di tanah Vertisol dan Regosol. *Penelitian Pertanian* 15(1):10–15.
- Kuntyastuti, H., dan L. Sunaryo. 2000. Efisiensi pemupukan dan pengairan pada kedelai di tanah Vertisol kahat K. hlm. 205–216 *dalam* A.A. Rahmianna dkk. (Penyt). *Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Hayati pada Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Puslitbangtan.
- Kuntyastuti, H. 2001. Pengaruh saat pengairan dan pemupukan KCl, kotoran ayam serta sesbania terhadap kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi. hlm. 105–112 *dalam* N.K. Wardhani dkk. (Penyt). *Pros. Seminar Nasional Teknologi Pertanian Pendukung Agribisnis Dalam Upaya Pengembangan Ekonomi Wilayah di Jogjakarta tanggal 14 Nov 2001*. Puslitbangsosek. Bappeda Prov. DIY dan UPN Veteran Jogjakarta.
- Kuntyastuti, H., dan G.W.A. Santoso. 2001. Pemupukan kalium dan sulfur pada kedelai di lahan sawah dan lahan kering. *Tropika* 9(1):32–44.
- Kuntyastuti, H. 2002. Penggunaan pupuk KS anorganik dan kotoran ayam pada kedelai di lahan sawah Entisol dan Vertisol. hlm. 111–117 *dalam* Rob. Mudjisihono dkk. (Penyt). *Pros. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Dalam Mendukung Agribisnis di Yogyakarta tanggal 2 November 2002*. Puslitbangsosek. Univ. Muhammadiyah Yogyakarta.
- Mackay, A.D. and S.A. Barber. 1985. Soil moisture effect on potassium uptake by corn. *Agron. J.* 77:524–527.
- Manshuri, A.G. 1994. Perbaikan budidaya tanaman kedelai di lahan sawah tadah hujan tanah Vertisol. hlm. 60–65 *dalam* A. Taufiq dkk. (Penyt) Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang. No 2–1994. Balittan Malang.
- Margono, R., H. Kuntyastuti, F. Rozy, dan Heryanto. 2004. Kelayakan sosial ekonomi komponen teknologi drainase dan varietas dalam usahatani kedelai. hlm. 1.59–1.75. *Laporan Akhir Tahun ROPP I–4. Laporan Akhir Tahun. Hasil Penelitian Komponen Teknologi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2003. Buku II*. Balitkabi.
- Radjit, B.S., dan A. Taufiq. 1994. Beberapa alternatif budidaya kedelai dan pemupukan di lahan tadah hujan tanah Vertisol di Kabupaten Ngawi. hlm. 48–59 *dalam* A. Taufiq dkk. (Penyt) Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang. No 2–1994. Balittan Madang.
- Rifin, A., and R.U. Quintana. 1989. Soil moisture, soil temperature and yield of maize under various mulching, nitrogen application, and moisture regimes. *Contributions. CRIFC. Bogor.* No. 77. 35 p.

- Sri Hutami, N. Sunarlim, dan Mastur. 1994. Pengaruh drainase dan mulsa jerami terhadap sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil kacang hijau. *Penelitian Pertanian* 44(2):72-77.
- Sunarlim, N., dan W. Gunawan. 1989. Pengaruh pupuk N dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan, hasil dan komponen hasil kedelai di lahan kering Kabupaten Garut. *Penelitian Pertanian* 9(3):127-131.
- Sumarno dan Suyamto. 1991. Pengaruh pupuk kalium dan jerami padi terhadap hasil padi dan kedelai pada tanah Vertisol. *Penelitian Palawija* 6(1,2):29-35.
- Suwono, Marwoto dan A.G. Manshuri. 1987. Pengaruh unsur hara makro dan mikro terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lokasi gejala kuning di Ponorogo. *Penelitian Palawija* 2(2):61-67.
- Suyamto, H., 1987, Pemupukan P pada tanaman kedelai pada beberapa tingkat kelengasan tanah, *Pemberitaan Penelitian Sukarami* 12:3-7.
- Suyamto, H., T. Notohadiprawiro, S. Soekodarmodjo, dan B. Radjagukguk. 1988. Kajian kelengasan tanah dan pemupukan P pada tanaman kedelai: 1. Keragaan tanaman dan serapan P. *Penelitian Palawija* 3(2):66-75.
- Suyamto, H., B. Radjagukguk, S. Soekodarmodjo, dan T. Notohadiprawiro. 1989. Kajian kelengasan tanah dan pemupukan P pada tanaman kedelai: II. Efisiensi pemupukan P. *Penelitian Palawija* 4(1):9-19.
- Suyamto, H., T. Adisarwanto, Sudaryono, dan Suwono. 1994. Peranan pupuk kalium terhadap peningkatan hasil tanaman pangan di tanah Vertisol Kabupaten Ngawi. hlm. 20-37 *dalam* A. Taufiq dkk. (Penyt) *Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Madang. No 2-1994. Balittan Madang.*
- Taufiq, A., dan Suyamto, H. 1994. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk daun terhadap hasil kedelai di lahan sawah tadah hujan tanah Vertisol. hlm. 66-75. *dalam* A. Taufiq dkk. (Penyt) *Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Madang. No 2-1994. Balittan Madang.*
- Taufiq, A., dan H. Kuntastyuti. 2002. Pengelolaan drainase dan pupuk kalium untuk kedelai serta efek residunya pada lahan sawah Vertisol. hlm. 71-86 *dalam* M. Yusuf dkk. (Penyt). *Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan. Puslitbangtan.*
- Varvel, G.E., and T.A. Peterson. 1992. Nitrogen fertilizer recovery by soybean in monoculture and rotation systems. *Agron. J.* 84(2):215-218.