

# TEKNOLOGI BUDI DAYA KAPAS

Fitriningdyah Tri Kadarwati<sup>\*)</sup>

## PENDAHULUAN

Kebutuhan serat kapas untuk bahan baku industri tekstil, hanya sekitar 1% dipenuhi dari dalam negeri dan sisanya 99% dipenuhi dari serat kapas impor (Anonim 2009). Hal ini sangat ironis karena industri tekstil dan produk tekstil (TPT) merupakan penyumbang devisa negara dan penyerap tenaga yang sangat besar. Dengan demikian masih terbuka peluang untuk pengembangan kapas di masa yang akan datang. Akan tetapi pengembangan kapas agak tersendat karena produktivitas kapas yang dicapai kurang menggembirakan dan rendah.

Rendahnya produktivitas kapas dalam negeri (rata-rata nasional 600 kg/ha) disebabkan oleh interaksi kendala teknis dan nonteknis. Salah satu kendalanya adalah areal tanaman kapas yang terus menurun dan beralihnya usaha tani kapas dari lahan subur ke lahan marginal, di samping itu tanaman kapas selalu diusahakan secara tumpang sari dengan palawija sehingga akan terjadi kompetisi hara, air, dan cahaya serta adanya persaingan dengan komoditas lain.

Salah satu strategi untuk meningkatkan produktivitas kapas adalah dengan usaha intensifikasi dan ekstensifikasi. Pengembangan kapas di Indonesia melalui program intensifikasi kapas rakyat (IKR) dilakukan pada dua tipe lahan, yaitu pertama di lahan kering atau tegal yang dikenal dengan kapas tanam musim penghujan (TMH) biasanya ditanam secara tumpang sari dengan jagung atau kacang hijau, banyak dikembangkan di Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Sulawesi Selatan. Kedua, kapas di lahan sawah tadah hujan sesudah padi yang ditanam tumpang sari dengan kedelai pada musim kemarau 1 (MK 1) terutama di Provinsi Jawa Timur dan Nusa Tenggara Barat. Di masa mendatang, Direktorat Jenderal Perkebunan mencanangkan areal pengembangan baru, yaitu di Provinsi Bali dan Nusa Tenggara Timur khususnya di Pulau Sumba yaitu Kabupaten Sumba Timur dan Sumba Barat.

Pengembangan kapas akan berhasil dengan baik apabila didukung oleh teknologi yang memadai. Paket teknologi budi daya kapas yang telah dihasilkan cukup lengkap, yang meliputi varietas unggul, benih, dan teknik pengelolaan hara, air, dan serangga hama. Akan tetapi petani belum mampu mengadopsinya secara utuh, sehingga masih dibutuhkan upaya untuk menyosialisasikan dengan mempertimbangkan kondisi geografi, sosial, dan budaya petani kapas di Indonesia yang sangat bervariasi.

---

\*) Peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang

Makalah ini menyajikan teknologi budi daya yang dihasilkan sampai dengan tahun 2010 dengan harapan dapat dimanfaatkan oleh *stakeholder* yang bergerak di bidang “perkapasan”.

## TEKNOLOGI BUDI DAYA KAPAS

### a. Tanah dan Iklim yang Sesuai untuk Tanaman Kapas

Untuk memperoleh hasil yang maksimal, tanaman kapas sebaiknya ditanam pada tanah subur, drainase baik, serta daya pegang tanah terhadap air cukup tinggi. Ketinggian tempat yang ideal untuk tanaman kapas kurang dari 1000 m di atas permukaan laut (m dpl). Djaenudin *et al.* (1997) mengemukakan bahwa tanah yang sesuai untuk kapas antara lain harus memenuhi sifat fisik dengan kedalaman efektif lebih dari 60 cm, drainase baik sampai sedang, ketersediaan air cukup baik, tekstur tanah sedang sampai agak ringan (lempung, lempung berpasir, lempung berdebu, lempung berliat, lempung liat berdebu, dan lempung liat berpasir). Sedangkan sifat kimia tanah yang sesuai dicirikan dengan pH tanah 6,5–7,5; salinitas kurang dari 16 m mhos/cm; N total minimal sedang (0,21–0,50%); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tinggi (26–35 ppm dengan pengekstrak Bray-1 atau 46–60 ppm dengan pengekstrak Olsen); dan K<sub>2</sub>O minimal rendah (0,125–0,25 me/100 g). Ditinjau dari daya pegang air, tanah dengan tekstur lempung liat (*silt loam*) adalah yang terbaik untuk kapas karena dapat menahan air selama 2–3 minggu (Waddle 1984).

Unsur iklim yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan kapas adalah curah hujan. Curah hujan atau air yang dibutuhkan oleh tanaman kapas minimal terdapat empat bulan basah selama pertumbuhan, dengan curah hujan antara 700–1.500 mm. Kondisi kering dibutuhkan pada saat panen, dan curah hujan bulanan tidak melebihi 400 mm (Doorenboos dan Kassam 1979)

### b. Varietas Unggul

Beberapa varietas unggul telah dilepas untuk program pengembangan kapas rakyat, yaitu Kanesia (Kapas Indonesia) 1 sampai Kanesia 15. Varietas-varietas tersebut memiliki potensi produksi tinggi dan mutu serat tinggi yaitu panjang serat ± 26 mm, kekuatan serat >24 g/tex, dan kehalusan serat 3,5–4,5 mic. (Sulistiyowati dan Sunarto 2008), serta toleran terhadap hama pengisap *Amrasca biguttula*, selain itu juga tersedia varietas hasil pemutihan varietas introduksi LRA 5166 dan ISA 205 A. Kanesia 1–9 memiliki potensi produksi 2,7 ton/ha kapas berbiji (Hasnam *et al.* 2004), sedangkan Kanesia 10–15 memiliki potensi produksi 3,9 ton/ha kapas berbiji (Sulistiyowati dan Sunarto 2008). Varietas Kanesia 11 dan Kanesia 12 memiliki sifat keunggulan, yaitu mampu berproduksi tinggi dalam kondisi tanpa pengendalian hama, sedangkan Kanesia 14 dan Kanesia 15 memiliki ketahanan terhadap keterbatasan air sehingga sangat sesuai untuk pengem-

bangun kapas di lahan kering. Varietas-varietas yang telah dikembangkan secara meluas di wilayah-wilayah pengembangan kapas di Indonesia adalah Kanesia 3, Kanesia 5, Kanesia 7, dan Kanesia 8. Sedangkan untuk varietas-varietas unggul Kanesia 10–Kanesia 15, saat ini masih dalam tahap diseminasi kepada pengguna melalui demplot dan bentuk-bentuk ekspose lainnya. Upaya perbaikan varietas untuk menghasilkan varietas-varietas unggul baru ditunjang oleh ketersediaan plasma nutfah kapas yang berjumlah 843 aksesi, yang dikelompokkan dalam empat spesies kapas yaitu *Gossypium hirsutum*, *G. barbadense*, *G. herbaceum*, dan *G. arboreum*.

### **c. Mutu Benih**

Mutu benih adalah salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas kapas yang dihasilkan. Penggunaan benih *delinted* akan mudah disortasi, sehingga bebas dari hama/penyakit, dan menghasilkan tanaman yang seragam. Saat ini industri benih kapas mulai berkembang dan masih membutuhkan dukungan kebijakan dari pemerintah pusat maupun pihak-pihak terkait dalam industri kapas.

### **d. Waktu Tanam**

Ketepatan waktu tanam berhubungan erat dengan tersedianya air di suatu wilayah, yang terkait dengan periode hujan. Banyaknya air yang dibutuhkan digunakan untuk mengganti air yang hilang melalui evapotranspirasi (Doorenbos dan Kassam 1979). Mengingat areal pengembangan kapas tersebar di wilayah beriklim kering yang eratik, maka penetapan waktu tanam akan sangat membantu keberhasilan tanaman kapas berproduksi tinggi. Berdasarkan analisis curah hujan tahunan selama lebih dari 20 tahun, telah ditetapkan waktu tanam kapas paling lambat untuk wilayah areal pengembangan kapas di Indonesia (dibahas dalam bab khusus). Untuk areal pengembangan kapas pada lahan sawah di Jawa Timur dan Jawa Tengah, waktu tanamnya adalah sekitar bulan Maret–April, yaitu setelah panen padi pertama yang disebut dengan MK 1 (musim kemarau 1).

### **e. Pemupukan Tanaman Kapas**

#### **1. Dasar-dasar menentukan kebutuhan pupuk untuk kapas**

Kemampuan tanah menyediakan hara mengindikasikan tingkat kesuburan tanah dan berkorelasi positif dengan hasil tanaman yang diusahakan. Kesuburan tanah berkorelasi negatif dengan kebutuhan pupuk atau dapat diartikan makin tinggi tingkat kesuburan tanah maka makin rendah kebutuhan pupuk atau bahkan tidak perlu penambahan hara lewat pemupukan (Suyamto 2002). Untuk tanaman kapas, Constable (1988b) menentukan titik kritis unsur N, P, dan K dari hasil analisis tanah guna menentukan kebutuhan pupuk. Titik kritis adalah batas penentuan penambahan pupuk, tanaman kapas memerlukan tambahan hara dari pupuk. Selain itu metode analisis tangkai daun kapas

(petiole) pada saat awal pembungaan dapat digunakan untuk menentukan tambahan pupuk yang diperlukan (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis tanah sebagai indikator untuk menentukan titik kritis kebutuhan hara pada tanaman kapas

Unsur	Bentuk unsur	Titik kritis (ppm)	
		Tanah	Petiole
Nitrogen	NO <sub>3</sub>	20–25	20 000
Fosfat	P-tersedia (Olsen)	20	12 000
Kalium/Potasium	K-dd	150	10 000

Sumber: Constable (1988b).

Seperti halnya tanaman lain, tanaman kapas memerlukan unsur hara dari dalam tanah untuk menopang pertumbuhannya. Hobt dan Kemler (1980) mendapatkan bahwa jumlah hara yang dibutuhkan tanaman kapas ditentukan oleh hasil yang ingin dicapai. Kebutuhan hara tanaman kapas disajikan pada Tabel 2.

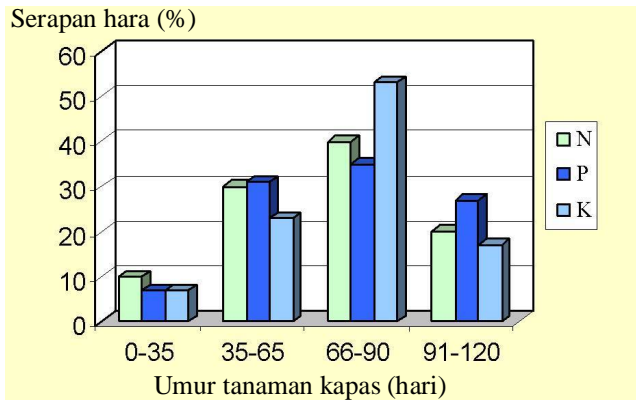
Tabel 2. Kebutuhan hara tanaman kapas untuk memperoleh hasil yang ingin dicapai

Hara yang diperlukan	Hasil kapas yang dicapai	
	840 kg serat/ha ..... (kg/ha) .....	1 680 kg serat /ha ..... (kg/ha) .....
N	118	202
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50	71
K <sub>2</sub> O	73	141
MgO	31	65
S	17	34

Sumber: Hobt dan Kemler (1980).

Soepardi (1987) menyatakan bahwa jumlah unsur hara yang terkandung dalam tanaman bukan merupakan jumlah yang diperlukan tanaman selama pertumbuhannya. Hal ini karena unsur tersebut hanya ditentukan dari panen saja, padahal dalam biomassa yang tidak dipanen juga terangkut sejumlah hara sehingga tidak terlalu tepat apabila memperhitungkan kebutuhan hara atau pupuk hanya dari jumlah unsur hara yang dipanen.

Selain kebutuhan hara, pola serapan penggunaan hara oleh tanaman kapas merupakan hal yang penting dalam menentukan kebutuhan dan saat pemberian pupuk bagi tanaman kapas. Sehubungan dengan hal itu, Rude (1984) menyatakan bahwa pola serapan hara terutama N, P, dan K berbeda-beda sesuai dengan fase pertumbuhan kapas (Gambar 1).



Gambar 1. Pola serapan hara N, P, dan K pada tanaman kapas (Rude 1984)

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 1 dapat dikatakan bahwa nitrogen merupakan hara yang paling banyak dibutuhkan oleh tanaman kapas terutama pada waktu pembungaan sampai dengan pembuahan. Sedangkan fase pembuahan sangat memerlukan unsur P dan K dalam jumlah yang lebih banyak. Hal ini karena P banyak dimanfaatkan untuk pengisian buah dan biji sedangkan K untuk menentukan mutu seratnya (Joham 1986). Pola kebutuhan dan serapan hara tanaman kapas sangat bermanfaat untuk menentukan dosis pupuk dan strategi waktu pemberian pupuk bagi tanaman kapas.

## 2. Pemupukan nitrogen pada kapas

Pengelolaan pupuk N yang tepat merupakan salah satu kunci keberhasilan produksi kapas karena komponen produksi kapas terutama jumlah buah kapas berkorelasi positif dengan dosis pupuk N dan cenderung meningkatkan ukuran buah kapas (Constable 1988a; Kadarwati dan Yusron 1994). Penggunaan pupuk N berlebihan dan tidak tepat saat aplikasinya akan berakibat (1) tingginya biaya produksi karena harga pupuk N tergolong mahal, (2) pertumbuhan vegetatif tanaman berlebih sehingga kanopi rimbun yang mengakibatkan penetrasi pestisida tidak mengenai sasaran dan buah busuk sehingga produksi menurun, dan (3) menunda pemasakan buah sehingga umur kapas bertambah panjang (Constable 1988b).

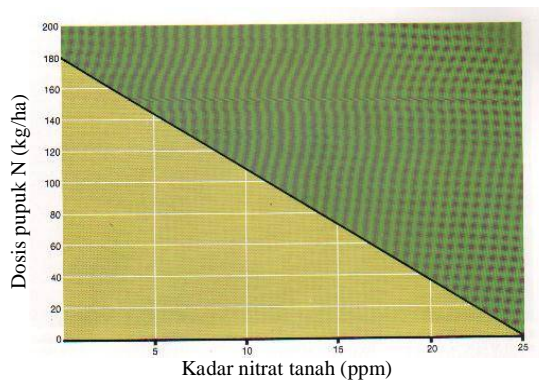
Pemupukan N sangat erat kaitannya dengan ketersediaan air. Dengan terjaminnya ketersediaan air di lahan sawah, maka kebutuhan nitrogen meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatkan ketersediaan air yaitu pemberian pengairan 3 kali selama pertumbuhan kapas, peningkatan dosis N dari 60 menjadi 90 dapat meningkatkan produksi kapas berbiji dari 1.582 kg/ha menjadi 1.922 kg/ha, tetapi penambahan dosis N menjadi 120 kg N/ha cenderung menurunkan produksi kapas berbiji dari 1.922 kg/ha menjadi 1.707 kg/ha (Riajaya dan Kadarwati 1993).

Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan N, Constable (1988b) menggunakan analisis tanah dan jaringan tanaman yaitu tangkai daun sebagai dasar penentuan dosis pupuk N. Kandungan N-nitrat ( $N-NO_3$ ) tanah sebelum tanam kapas digunakan untuk menentukan dosis pupuk N pada kapas (Gambar 2) dan waktu aplikasi pupuk N ditentukan berdasarkan Tabel 3 (Constable 1988b).

Tabel 3. Anjuran aplikasi pupuk N berdasarkan analisis N-nitrat ( $N-NO_3$ ) tanah

N-( $NO_3$ ) tanah (ppm)	Anjuran saat aplikasi pupuk N
0–10	N diberikan sebelum tanam atau segera setelah berkecambah
10–20	N diberikan saat kuncup bunga pertama terbentuk (umur tanaman antara 35–45 hari)
20–30	N diberikan saat bunga pertama terbentuk
>30	N diberikan berdasarkan analisis petiole dari tanaman setelah bunga pertama terbentuk

Sumber: Constable 1988b.



Gambar 2. Hubungan antara kadar nitrat tanah dengan dosis pupuk N (Constable 1988b)

Metode tersebut diperkenalkan oleh Constable (1988a; 1988b) yaitu pemupukan nitrogen ditetapkan berdasarkan analisis nitrat tanah. Untuk itu, sampel tanah diambil 4 minggu sebelum waktu tanam. Berdasarkan Gambar 2 (daerah kuning) dari hasil kadar nitrat tanah ditarik garis ke atas sampai berpotongan dengan garis hitam, dari titik perpotongan lalu ditarik garis ke kiri sehingga dapat ditentukan dosis N yang harus diberikan dan untuk menentukan apakah perlu tambahan lagi setelah tanaman kapas tumbuh, dapat menggunakan batas kritis unsur hara dalam petiole (Tabel 8). Petiole diambil pada saat awal pembungaan (umur kapas 65–75 hari). Petiole yang dianalisis berasal dari daun ke-3 atau ke-4 dari atas yang telah membuka sempurna, sedangkan untuk analisis petiole minimal diperlukan 40 buah.

Hasil penelitian Kadarwati dan Yusron (1994) menerapkan pemupukan N kapas berdasarkan metode Gambar 1 dan Tabel 4, dibandingkan dengan dosis N yang telah didapat sebelumnya (dosis IKR yaitu 60 kg/ha). Pada kadar nitrat tanah 12,3 ppm maka dosis N yang diperlukan sebanyak 91 N (berdasarkan Gambar 2). Peningkatan dosis N

dari 60 menjadi 91 kg/ha dengan waktu pemberian dua kali tidak meningkatkan hasil kapas berbiji (Tabel 4). Akan tetapi dengan dosis 91 kg N dan menunda waktu pemberiannya sampai awal pembentukan kuncup bunga, dapat meningkatkan hasil kapas dari 1.815 kg menjadi 2.267 kg/ha atau kenaikan 25%. Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan N tidak harus diberikan saat tanam, bila N-nitrat dalam tanah tinggi.

Dalam penerapan selanjutnya, metode analisis tanah tetap digunakan untuk mendapatkan dosis yang tepat, dengan waktu pemberian pupuk N tetap diberikan dua kali yaitu pada umur 1 minggu dan 6–7 minggu karena kapas tumpang sari dengan jagung atau kedelai. Apabila pupuk N pertama pada kapas tidak diberikan pada awal pertumbuhan, maka kapas akan kalah bersaing dengan jagung atau kedelai.

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk penggunaan pendekatan tersebut antara lain adalah pengairan pada tanaman kapas dapat terpenuhi. Penundaan waktu aplikasi pupuk N dapat menghambat pertumbuhan awal kapas tetapi menguntungkan pada fase generatif, karena serapan hara N lebih banyak dimanfaatkan untuk pembentukan bunga dan buah selama ketersediaan air optimal.

Penemuan varietas baru kapas dengan hasil yang makin tinggi mengharuskan untuk mengoreksi penambahan pupuk N. Hasil penelitian Kadarwati *et al.* (2010) melaporkan bahwa galur-galur baru kapas 99022/1 dan 99023/5 sangat respon terhadap peningkatan dosis pupuk N sampai 120 kg/ha.

Tabel 4. Pengaruh pemupukan N terhadap komponen hasil dan hasil kapas berbiji

Dosis pupuk N (kg/ha)	Waktu pemberian pupuk N	Hasil kapas berbiji (kg/ha)
91 N <sup>a)</sup>	Awal kuncup bunga	2 267
91 N <sup>b)</sup>	1/3 N Saat tanam dan 2/3 N diberikan 6 minggu setelah tanam	2 011
60 N <sup>c)</sup>	Saat tanam dan 6 minggu setelah tanam	1 815

Sumber: Kadarwati dan Yusron (1994)

<sup>a)</sup> Rekomendasi pemupukan berdasarkan analisis N-NO<sub>3</sub> tanah dan jaringan tanaman

<sup>b)</sup> Dosis pupuk N berdasarkan analisis N-NO<sub>3</sub> tanah dan waktu pemberian berdasarkan hasil penelitian Balittas sebelumnya (IKR)

<sup>c)</sup> Dosis pupuk N dan waktu pemberian berdasarkan hasil penelitian Balittas sebelumnya

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemupukan nitrogen pada kapas adalah:

a) Dosis pupuk N

Dosis pupuk N tidak boleh diberikan terlalu berlebihan terutama pada awal pertumbuhan karena dapat menyebabkan tanaman tumbuh subur (tinggi dan rimbun). Tanaman yang demikian menyebabkan serangan hama dan penyakit busuk buah meningkat. Hal tersebut akan berdampak terhadap rendahnya produksi kapas berbiji dan mutu serat serta kecilnya pendapatan petani karena biaya saprodi yang tinggi (Kadarwati *et al.* 1994).

b) Waktu pemupukan N

Nitrogen diperlukan tanaman kapas dalam jumlah banyak (>80%) dari seluruh kebutuhannya mulai pembungaan sampai dengan pengisian buah, sedangkan pada awal pertumbuhan (fase vegetatif) hanya memerlukan 20% dari total kebutuhannya (Rude 1984). Oleh karena itu frekuensi pemberian pupuk N dilakukan 2 atau 3 kali dengan porsi N dalam jumlah banyak ( $2/3$  N) diberikan sebelum pembungaan (umur 6 minggu) dan  $1/3$  N diberikan pada awal pertumbuhan (umur 0–2 minggu). Pemberian pupuk N dapat diberikan 3 kali terutama pada tanah-tanah yang teksturnya kasar dan fisiografi berlereng dengan porsi  $1/3$  N diberikan pada awal pertumbuhan (umur 0–2 minggu). Selanjutnya ( $1/3$  N) berikutnya diberikan sebelum pembungaan (umur 6 minggu) dan sisanya dapat diberikan umur 60–65 hari (Sastrosupadi dan Kadarwati 1986).

c) Mencampur pupuk

Tidak semua jenis pupuk dapat dicampur, karena dapat menyebabkan penggumpalan pupuk sehingga salah satu jenis pupuk atau keduanya menjadi tidak reaktif atau efektivitasnya menjadi berkurang. Pupuk urea tidak disarankan untuk dicampur dengan pupuk SP 36 atau KCl dalam penyimpanan maupun pada saat akan diaplikasikan.

d) Gejala-gejala kekurangan unsur hara N pada kapas (Constable 1988a):

- (1) Daun-daun bawah kuning, akibat pergerakan unsur N ke daun-daun yang lebih muda (daun atas)
- (2) Pertumbuhan tanaman terhambat (tanaman kerdil)
- (3) Keguguran kuncup bunga, bunga, dan buah muda
- (4) Tanaman lebih cepat masak

### 3. Pemupukan fosfat (P) pada kapas

Unsur hara P diperlukan tanaman kapas terutama untuk transfer energi dalam proses metabolisme sehingga pengaruhnya tidak akan langsung terlihat dalam pertumbuhan tanaman (Joham 1986). P diperlukan juga pada awal pertumbuhan terutama untuk merangsang perkembangan akar tanaman. Untuk mengetahui status P dalam tanah dilakukan dengan analisis tanah sebelum aplikasi pupuk P. Pemantauan status P tanah tidak harus dilakukan setiap musim tanam kapas akan tetapi dapat dilakukan setiap 3–4 musim tanam karena sifat P yang kurang mobil dan dapat terakumulasi dalam tanah (Constable 1988b).

Berdasarkan peta status P tanah sawah dan lahan kering dari Puslittanak (1992), tanah-tanah untuk pengembangan kapas termasuk dalam kriteria P sedang sampai tinggi sehingga pemupukan P sering menunjukkan respon yang tidak nyata terhadap peningkatan hasil kapas berbiji. Penambahan pupuk P pada kapas lebih ditekankan untuk mempertahankan kesuburan tanah. Berdasarkan analisis P tanah dapat disusun rekomendasi pemupukan P seperti Tabel 5.



Tabel 5. Rekomendasi pemupukan P berdasarkan kadar P tersedia tanah

Status P tanah	Analisis tanah		Dosis pupuk P (kg SP 36/ha/musim)	Waktu pemberian pupuk P
	P tersedia (Olsen) (ppm P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )			
Tinggi	>30		0	-
Sedang	21–30		25–50	Tanam–1 MST <sup>*)</sup>
Rendah	10–20		55–100	Tanam–1 MST <sup>*)</sup>
Sangat rendah	< 10		105–125	Tanam–1 MST <sup>*)</sup>

Sumber: Constable 1988b.

\*) MST = minggu setelah tanam

Di beberapa lokasi pengembangan kapas pada musim tanam tahun 1992 (Kabupaten Purwodadi, Tuban, Wongsorejo, Sikka NTT) menunjukkan bahwa tanpa pemupukan P mampu memberikan hasil kapas berbiji antara 885–2.285 kg/ha. Sedangkan dengan penambahan dosis P antara 40–80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> memberikan hasil kapas berbiji antara 921–2.484 kg/ha (Kadarwati 1993).

Hasil penelitian pemupukan N, P, dan K pada kapas tumpang sari dengan kacang hijau di beberapa lokasi pengembangan disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum percobaan, kadar P-Olsen termasuk dalam kategori tinggi sampai sangat tinggi yaitu antara 18–24 ppm P (Kadarwati 1993).

Hasil penelitian pemupukan N, P dan K di lahan tegal pada tumpang sari kapas dan kedelai memberikan hasil yang sama yaitu pemberian pupuk P tidak melebihi dosis 40 kg/ha. Dari Tabel 6 terlihat bahwa baik dalam kapas monokultur maupun tumpang sari dengan kacang hijau, penambahan dosis P tidak memberikan hasil yang konsisten. Penambahan dosis P dari 40 menjadi 60 yang disertai penambahan dosis N tidak meningkatkan hasil kapas berbiji maupun kacang hijau (Kadarwati dan Yusron 1994).

Tabel 6. Pengaruh pemupukan N dan P terhadap hasil kapas dan kacang hijau dalam sistem tumpang sari

Lokasi	Tahun	Paket pemupukan (kg/ha)			Hasil (kg/ha)	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Kapas	Kc. hijau
Wongsorejo	1988/1989	40	- 40	- 25	2 442	+ 702
Banyuwangi		60	- 60	- 25	2 171	+ 673
Takalar	1990/1991	56,5	- 23	- 60	968	+ 440
(Sulawesi Selatan)		56,5	- 46	- 60	1 322	+ 456

Sumber: Kadarwati dan Yusron (1994).

Pemupukan P pada kapas di lahan sawah sesudah padi selalu mengikuti pemupukan P pada padi sebelumnya. Ada sinyalemen bahwa pada tanah sawah telah terjadi akumulasi P sehingga padi tidak harus dipupuk P setiap musim tanam (Rochajati *et al.* 1991). Nampaknya akumulasi P tanah sawah ini juga dapat dimanfaatkan oleh tanaman kapas

yang ditanam sesudahnya sehingga tanaman kapas tidak perlu dipupuk P atau hanya diberi pupuk P separuhnya (Kadarwati *et al.* 1995; 1996).

Gejala kekurangan unsur hara P pada tanaman kapas (Joham 1986):

1. Terhambatnya pertumbuhan akar dan pertumbuhan tanaman.
2. Warna daun hijau tua.
3. Tertundanya pembuahan.
4. Berkurangnya panjang serat.

#### 4. Pemupukan kalium (K) pada kapas

Pemupukan kalium tidak selalu menunjukkan hasil yang konsisten terhadap hasil kapas berbiji. Kalium (K) diperlukan tanaman dalam jumlah besar, nomor dua setelah unsur N. Hasil analisis unsur K-dd tanah (K-dapat ditukar) dengan ekstrak amonium acetat pH 7 dapat digunakan sebagai dasar penentuan kebutuhan pupuk K untuk tanaman kapas seperti pada Tabel 7. Selain status K dalam tanah, kebutuhan pupuk K juga dipengaruhi oleh tekstur tanah dan tipe mineral liat yang mendominasi tanah tersebut.

Tabel 7. Rekomendasi pemupukan K berdasarkan analisis tanah

Status hara K	K-dd Am.Acet.pH 7 (me/100g tanah)			Dosis pupuk K (kg KCl/ha/musim*)
	Berpasir	Berlempung	Berliat	
Sangat tinggi	>0,25	>0,35	>0,55	0
Tinggi	0,21–0,25	0,31–0,35	0,46–0,55	25–50
Sedang	0,10–0,20	0,20–0,30	0,30–0,45	55–100
rendah	<0,10	<0,20	<0,30	105–125

\*) Waktu pemberian: saat tanam s.d. 1 minggu setelah tanam  
Sumber: Wrigh, 1994.

Gejala kekurangan unsur hara K pada tanaman kapas (Joham 1986):

1. Ukuran daun berkurang (daun mengecil).
2. Warna daun tua menguning, antara tulang daun agak kecokelatan (seperti karat), pada taraf lanjut tepi daun mengering seperti terbakar.
3. Pembentukan buah berkurang.
4. Serat pendek, kekuatan serat rendah.

Sahid *et al.* (1990) mendapatkan bahwa pada lahan sawah pemupukan kalium dengan dosis 45 kg K<sub>2</sub>O/ha yang dibarengi dengan pemupukan P (40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) serta unsur mikro Zn dan Cu masing-masing 1,5 kg/ha dapat meningkatkan hasil kapas berbiji dari 819 kg/ha menjadi 1.760 kg/ha, meskipun jenis tanah tempat percobaan ini adalah Vertisol dengan kadar K tersedia dalam tanah dalam kategori sedang (0,50 me/100 g K). Hal ini dimungkinkan karena mineral liat tipe 2:1 pada tanah tersebut akan menjerap K tersedia sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Sedangkan pada lahan kering, pemupukan kalium sampai dengan dosis 80 kg K<sub>2</sub>O tidak menunjukkan peningkatan hasil

kapas berbiji yang ditanam tumpang sari dengan kacang hijau (Cholid dan Kadarwati 2007). Hasil kapas berbiji berkisar antara 801–933 kg/ha dan kacang hijau 1.323–1.350 kg/ha (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh dosis pupuk K terhadap produksi kapas berbiji dan kacang hijau

Dosis pupuk (kg/ha)			Hasil kapas berbiji (kg/ha)	Hasil kacang hijau (kg/ha)
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
60	30	0	801	1 323
60	30	20	864	1 322
60	30	40	848	1 347
60	30	60	905	1 346
60	30	80	933	1 350

Sumber: Cholid dan Kadarwati (2007).

## 5. Pupuk organik

Dalam sistem usaha tani kapas dan kedelai di Lamongan, dengan penanaman di lahan sawah, ternak sapi atau kambing merupakan suatu komponen pertanian sehingga pupuk kandang (pukan) tersedia di kalangan petani. Apabila pupuk kandang tersedia dalam jumlah yang cukup, penggunaannya dapat memberikan pengaruh yang berarti dalam peningkatan produksi (Kadarwati *et al.* 2008). Meskipun belum ada standar mutu pupuk kandang, untuk sementara dapat digunakan penilaian berdasarkan kombinasi antara C/N dan kadar C-organik. Kriteria mutu yang baik bila kombinasi C/N  $\leq 15$  dan C-organik  $> 10\%$ .

Selain pupuk kandang, kompos adalah bahan organik dapat berupa pukan atau hijauan yang telah mengalami penguraian oleh mikroorganisme dan satwa tanah sehingga menghasilkan humus. Kompos atau “*fine compost*” atau “*Bokashi*” yaitu pupuk organik yang dapat dihasilkan secara cepat dengan menggunakan “*biodecomposer*”, dan hasilnya mempunyai kualitas lebih baik dan kuantitas yang lebih tinggi. Bokashi dari kotoran sapi dapat dimanfaatkan untuk pemupukan kapas sehingga dosis pupuk anorganik hanya diberikan setengahnya dengan hasil kapas dan kedelai meningkat (Kadarwati dan Riajaya 2009).

Sehubungan dengan pemanfaatan pupuk kandang dan bokashi, hasil penelitian Kadarwati dan Riajaya (2009) menyebutkan bahwa penambahan pupuk organik berupa bokashi berpengaruh nyata terhadap peningkatan produksi kapas berbiji (dari 1,024 menjadi 1,273 kg/ha). Sedangkan pemupukan anorganik dengan takaran tinggi (N<sub>90</sub>P<sub>36</sub>K<sub>45</sub>) memberikan hasil kapas berbiji tertinggi sebesar 1,432 ton/ha. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh pemupukan terpadu terhadap komponen hasil (jumlah dan bobot buah), hasil kapas berdaun normal dan okra, serta kedelai dalam sistem tanam tumpang sari

Perlakuan	Jumlah buah/tanaman	Bobot 100 buah (gram)	Hasil (kg/ha)	
			Kapas	Kedelai
Varietas/Galur				
Kanesia 7 (Normal)	12,2	464,82	1 292	833
87002/5/27/3 (Okra)	10,7	462,96	1 003	804
Pupuk organik				
a. Tanpa	11,1	455,56	1 024	818
b. Pukan 10 ton/ha	11,0	466,67	1 176	844
c. Bokashi 10 ton/ha	10,8	469,44	1 273	990
Pupuk anorganik				
1. Rendah (N <sub>30</sub> P <sub>0</sub> K <sub>15</sub> )	9,0	450,00	892	860
2. Sedang (N <sub>60</sub> P <sub>18</sub> K <sub>30</sub> )	11,4	463,89	1 144	814
3. Tinggi (N <sub>90</sub> P <sub>36</sub> K <sub>45</sub> )	13,5	477,78	1 432	779

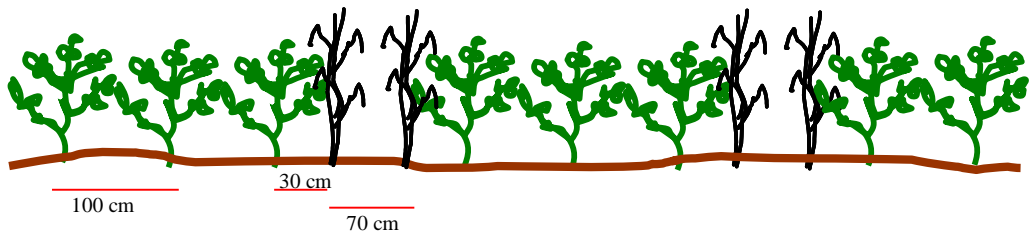
Sumber: Kadarwati dan Riajaya (2009)

#### f. Sistem Tanam Kapas dan Palawija

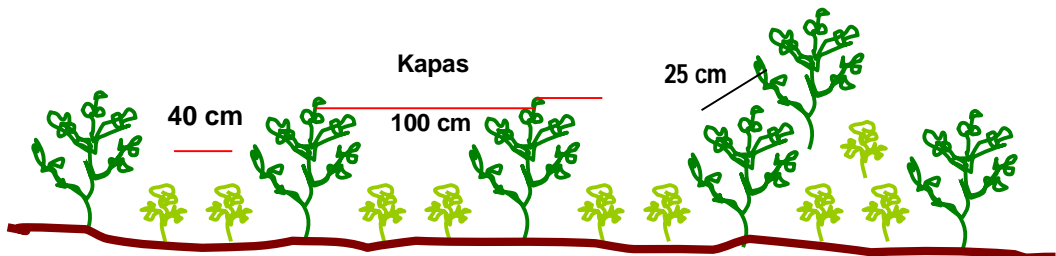
Dalam upaya meningkatkan pendapatan petani dan sekaligus mengurangi risiko kegagalan panen kapas, dilakukan sistem tumpang sari kapas dengan palawija. Tanaman palawija yang dianjurkan adalah kacang hijau, kedelai atau jagung dan disesuaikan dengan sistem tanam di daerah pengembangan. Tata tanam yang dipakai dalam sistem tumpang sari kapas bisa 1 baris kapas (2 tanaman/lubang) dan 3 baris palawija (kedelai) dengan populasi kapas 44.000 tan./ha dan palawija 198.000 tan./ha. Hasil kapas mencapai 1.348 kg/ha dan kedelai 500 kg/ha (Riajaya dan Kadarwati 2005). Dapat pula dengan mengurangi jumlah tanaman kapas per lubang menjadi satu tanaman/lubang pada tata tanam 1 baris kapas dan 3 baris palawija (populasi kapas 33.000 tan./ha) (Gambar 5), dengan hasil kapas 1.577 kg/ha dan kedelai 545 kg/ha. Dengan 2 baris kapas dan 4 baris palawija (populasi kapas 31.302 tan./ha) produksi kapas meningkat, dengan hasil kapas mencapai 1.677 kg/ha dan kedelai 456 kg/ha. Tabel 10 menyajikan tata tanam, dan dosis pupuk untuk pengembangan kapas tumpang sari dengan palawija. Gambar 3–6 menunjukkan tata tanam kapas dalam sistem tumpang sari dengan palawija.

Tabel 10. Sistem tanam, tata tanam, jarak tanam, dan dosis pupuk pada pola tumpang sari kapas+palawija

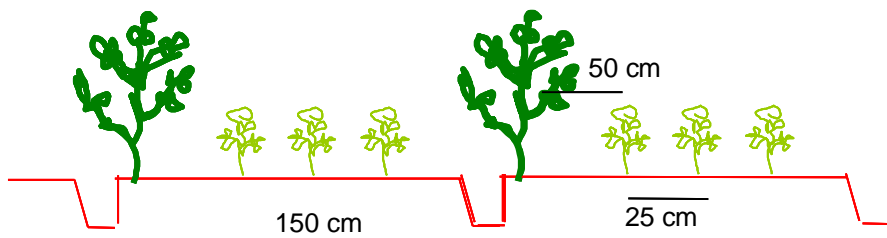
Sistem tanam	Tata tanam	Jarak tanam	Dosis pupuk
Kapas + Jagung	3 brs. kapas + 2 baris jagung	Kapas: 100x25 cm Jagung: 70x20 cm	Kapas: (100 ZA + 100 urea + 50 SP 36 + 75 KCl) kg/ha Jagung: (150 urea + 50 SP 36 + 50 KCl) kg/ha
Kapas + Kedelai	1 brs. kapas + 3 brs. kedelai	Kapas: 150x20 cm (1 tan./lubang) Kedelai: 25x20 cm (2 tan./lubang)	Kapas: (100 ZA + 100 urea + 50 SP 36 + 75 KCl) kg/ha Kedelai: 50 kg urea/ha
Kapas + Kc. tanah	1 brs. kapas + 2 brs. kc. tanah	Kapas: 100x25 cm (1 tan./lubang) Kc. tanah: 40x15 cm (2 tan./lubang)	Kapas: (100 ZA + 100 urea + 50 SP 36 + 75 KCl) kg/ha Kc. tanah: (50 urea + 50 SP 36) kg/ha
Kapas + Kc. hijau	1 brs. kapas + 2 brs. kc. hijau	Kapas: 100x25 cm (1 tan./lubang) Kc. hijau: 40x15 cm (2 tan./lubang)	Kapas: 100 ZA + 100 urea + 50 SP 36 + 75 KCl) kg/ha Kc. hijau: 50 kg urea/ha



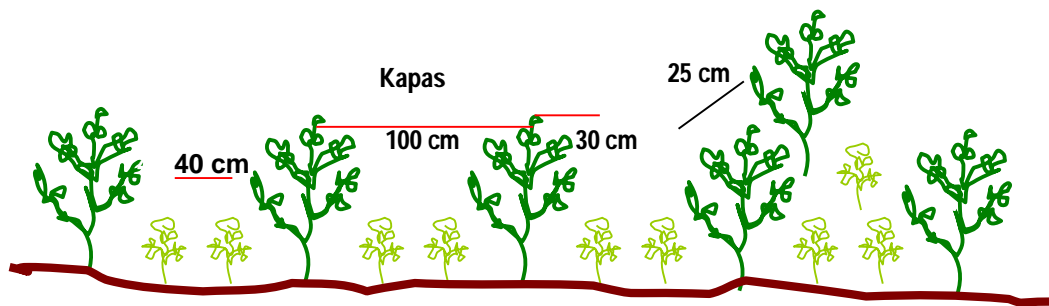
Gambar 3. Tumpang sari kapas dan jagung: 3 baris kapas + 2 baris jagung



Gambar 4. Tumpang sari kapas dan kacang tanah: 1 baris kapas + 2 baris kacang tanah



Gambar 5. Tumpang sari kapas dan kedelai: 1 baris kapas + 3 baris kedelai



Gambar 6. Tumpang sari kapas dan kacang hijau: 1 baris kapas + 2 baris kacang hijau

### g. Pengendalian Hama pada Tanaman Kapas

Teknik pengendalian serangga hama utama kapas yang dikembangkan yaitu dengan pengendalian hama terpadu (PHT) yang penekanannya adalah penerapan metode pengendalian non-kimiawi melalui peningkatan peran pengendali alami, yaitu pelestarian dan pemanfaatan agensia hayati. Penggunaan varietas berbulu lebat akan terhindar dari serangan *Amrasca biguttula* yang biasanya menyerang pada awal pertumbuhan. Hama lainnya yang penting terutama adalah hama penggerek buah *Helicoverpa armigera*, dan *Pectinophora gossypiella*. Pengendalian hayati kedua hama ini dilakukan dengan manipulasi faktor ekologis (habitat tanaman) sehingga mampu mendukung perkembangan musuh alami berupa parasit dan predator, sehingga populasi hama tersebut selalu di bawah ambang kendali (Nurindah dan Sunarto 2008). Beberapa musuh alami penting di antaranya parasit telur (*Trichogramma* sp.) dan parasit ulat yakni *Apanteles* sp. dan *Brachymeria* sp.

Penggunaan varietas yang toleran/tahan terhadap *Amrasca biguttula*, penanaman jagung sebagai tanaman perangkap, penggunaan serasah tanaman, dan panduan populasi hama, serta menggunakan insektisida nabati merupakan komponen PHT yang diterapkan saat ini. Pengendalian menggunakan insektisida kimia hanya dilakukan jika populasi hama mencapai ambang kendali.

Pemanfaatan pestisida botani ekstrak biji mimba telah terbukti mampu mengendalikan hama penggerek buah kapas dan tidak mematikan musuh alaminya (Sunarto *et al.* 2004). Pada kegiatan *on-farm* di Lamongan diperoleh hasil bahwa perlakuan tanpa penyemprotan dengan insektisida (*unspray*) dan pengendalian hama menggunakan pestisida nabati memberikan tingkat produktivitas kapas yang tidak berbeda dengan perlakuan pengendalian hama menggunakan insektisida kimia yang dikehendaki petani, akan tetapi pendapatan petani pada perlakuan *unspray* dan *spray* dengan ekstrak biji mimba adalah lebih tinggi. Hal ini karena ongkos produksi dalam hal pembelian insektisida dan upah penyemprotan bisa ditekan dan sekaligus menjadi tambahan pendapatan petani (Nurindah *et al.* 2010).

## **h. Konservasi Tanah dan Air pada Kapas di Lahan Kering**

Kegiatan konservasi tanah dan air menunjukkan bahwa teknis konservasi secara biologis dan mekanis memberikan respon yang konsisten (Kadarwati *et al.* 2008). Konservasi secara biologis menggunakan *Crotalaria juncea* dan *Flemingia congesta* meningkatkan daya simpan air mencapai 12% dan cenderung meningkatkan kadar C organik, sedangkan konservasi secara mekanis dengan cara tanam pada juring, pembuatan parit buntu, dan gulud bersekat mampu meningkatkan ketersediaan air tanah 6–20% (Kadarwati *et al.* 2008).

## **i. Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) pada Kapas**

Di Negara-negara penghasil kapas seperti Amerika, Amerika Latin, Afrika, Australia, dan Eropa telah menggunakan senyawa kimia yang tergolong dalam zat pengatur tumbuh untuk mengatasi kerimbunan tanaman. *Mepiquat chloride* adalah suatu senyawa sintetis yang bekerja sebagai zat penghambat pertumbuhan berumus kimia 1,1-dimethyl piperidium chloride dengan nama dagang Pix yang dapat mengatur pertumbuhan tanaman. Pix dapat menekan pertumbuhan ke atas dan ke samping yaitu menyebabkan ruas-ruas kapas menjadi lebih pendek sehingga produksi kapas dapat ditingkatkan (Kerby 1985; Schott dan Willard 1985; Sastrosupadi dan Sunardi 1985). Pemanfaatan bahan kimia ini hanya digunakan bila terjadi pertumbuhan yang berlebihan. Selain mepiquat, juga terdapat *Cycocel* atau CCC. Saat aplikasi ZPT yang optimal adalah pada saat pembungaan pertama dan bisa diulang dua minggu setelahnya. Pemanfaatan mepiquat pernah dicoba untuk kapas di Indonesia oleh Sastrosupadi dan Sunardi (1985) diketahui bahwa penggunaan Pix 2 liter per hektar meningkatkan produksi kapas berbiji sebesar 20%.

Pada tahun 2010, aplikasi ZPT dicoba pada galur-galur unggulan yang akan dilepas, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tumpang sari kapas dan kedelai, pemberian ZPT mepiquat klorida (Pix 50 EC memberikan hasil kapas berbiji tertinggi 2.112,03 kg/ha dan tidak berbeda dengan paclobutrazol yaitu 1.989,50 kg/ha (Kadarwati *et al.* 2010).

## **PENUTUP**

Penerapan teknologi budi daya kapas secara utuh oleh petani kapas, transfer teknologi yang berkelanjutan dari penyuluh, serta pendampingan teknologi yang tepat dapat meningkatkan produksi kapas berbiji di tingkat petani. Paket teknologi budi daya kapas yang diterapkan terdiri atas pemilihan varietas unggul, penggunaan benih yang bermutu, waktu tanam yang tepat, pemupukan berimbang antara pupuk N, P, K, dan bahan organik, penerapan sistem tanam sesuai kebiasaan petani, serta pengendalian hama yang bijaksana dan ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. Kebijakan Pengembangan Kapas Nasional. Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktur Budi-daya Tanaman Semusim. Makalah disajikan pada Sosialisasi dan Akselerasi Pengembangan Kapas di Sulawesi Selatan.
- Cholid, M. & F.T. Kadarwati. 2007. Perbaikan pengelolaan hara P dan K pada tumpang sari kapas dan kacang hijau. *AGRITEK Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, Teknologi, Kehutanan* Vol. 15 (Edisi Khusus Dies Natalis IPM ke-16 November 2007):79–86. Institut Pertanian Malang. ISSN 0852-5426.
- Constable, G.A. 1988a. Managing Cotton with Nitrogen Fertilizer. First edition. AGFACT, Agricultural Research Station Narabri. p. 1–7.
- Constable, G.A. 1988b. Crop Nutrition-Soil Testing and Plant Analysis Thresholds. Australian Cotton Conference, August 17<sup>th</sup>–18<sup>th</sup> Surfers Paradise QLD. p. 231–238.
- Djaenuddin, D., H. Marwan, H. Subagyo & A. Mulyani. 1997. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian. Puslittanak, Bogor.
- Doorenboos, J. & A.H. Kassam. 1979. Yield Responses to Water Cotton. FAO Irrigation Drainage Paper No. 30. Rome. 193 p.
- Hasnam, E. Sulistyowati, S. Sumartini, F.T. Kadarwati & P.D. Riajaya. 2004. Kemajuan genetik pada dua varietas kapas Kanesia 8 dan Kanesia 9. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 2(2):66–73.
- Hobt, H. & G. Kemler. 1980. Magnesium and Sulfur for Better Crops, Sustained High Yield and Pusfit. Kah aud Salz AG. Kassel. Germany.
- Joham, E. 1986. Effect of nutrient elements on fruiting efficiency. p. 79–90. *In* J.R. Mauney and J. Mc.D. Stewart (eds.) *Cotton Physiology*. Tennessee, USA.
- Kadarwati, F.T. 1993. Rangkuman Hasil Penelitian Pemupukan Fosfat pada Tanaman Kapas. Makalah disajikan pada Lokakarya Pupuk Fosfat Formulasi Baru. Bandung, 11 Juni 1993. 11 hlm.
- Kadarwati, F.T. & M. Yusron. 1994. Pengairan dan pemupukan kapas di lahan sawah sesudah padi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian XIII*(2):49–52.
- Kadarwati, F.T., M. Yusron & M. Machfud. 1994. Pemupukan N pada kapas beririgasi berdasarkan analisis tanah dan jaringan tanaman. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* 9(2):77–86.
- Kadarwati, F.T., M. Yusron, M. Machfud & G. Kustiono. 1995. Pengaruh pemupukan P pada padi dan kapas setelah padi terhadap pertumbuhan dan hasil kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* 10(1): 67–76.
- Kadarwati, F.T., B. Hariyono, M. Machfud & Soewarno. 1996. Pemanfaatan residu fosfor pada tumpang sari kapas dan kedelai. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* I(4):191–198.
- Kadarwati, F.T., P.D. Riajaya & Mastur. 2008. Pengaruh teknik konservasi terhadap pertumbuhan dan hasil kapas serta sifat fisik tanah di lahan kering. *AGRITEK Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, Teknologi, Kehutanan* Vol. 16(3):346–354. Institut Pertanian Malang. ISSN.0852-5426.
- Kadarwati, F. T. & P. D. Riajaya. 2009. Respon varietas kapas Kanesia 8 dan 9 terhadap pemupukan dalam sistem tumpang sari dengan jagung di lahan kering. *AGRIVITA Jurnal Ilmu Pertanian*. Vol. 31(1): 57–66. Universitas Brawijaya, Malang. ISSN No. 0126-0537.
- Kadarwati, F.T., P.D. Riajaya & Nurindah. 2010. Respon Galur-Galur Kapas terhadap Pemupukan N dan Bioregulator pada Tumpang Sari dengan Palawija. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2010. Sumber Dana: DIPA Balittas, Malang 2010.
- Kerby, T.A. 1985. Cotton response to mepiquat chloride. *Agron. J.* 77(4):515–518.



- Nurindah & D.A. Sunarto. 2008. Konservasi musuh alami serangga hama sebagai kunci keberhasilan PHT kapas. *Perspektif* 7(7):1–11.
- Nurindah, D.A. Sunarto & Sujak. 2010. Respon varietas tahan wereng kapas terhadap beberapa teknik pengendalian kompleks penggerek buah kapas. Laporan Hasil Penelitian DIPA Balittas TA 2010. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Puslittanak. 1992. Peta Status Fosfat dan Kalium Tanah Sawah Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah. Edisi IV. Bogor.
- Riajaya, P.D. & F.T. Kadarwati. 1993. Kebutuhan air irigasi dan pupuk N pada kapas di lahan sawah sesudah padi. I. Tekstur liat. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* 8(2):76–83.
- Riajaya, P.D. & F.T. Kadarwati. 2005. Pengaruh kerapatan tanam galur harapan kapas terhadap sistem tumpang sari dengan jagung. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 11(2):62–72.
- Rochayati, S., Mulyadi & J. Sri-Adiningsih. 1991. Penelitian efisiensi penggunaan pupuk di lahan sawah. *Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. hlm. 107–117.
- Rude, P.A. 1984. *Integrated Pest Management for Cotton in the Western Region of United States*. University of California Press, Oakland.
- Sahid, M., Machfudz, F.T. Kadarwati & Nurheru. 1990. Pengaruh dosis pupuk kalium dan TSP-plus (Zn dan Cu) terhadap pertumbuhan dan hasil kapas. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri XVI*(1):10–17.
- Sastrosupadi, A. & Soenardi. 1985. Respon Tanaman Kapas terhadap Mepiquat Chloride dalam Formulasi EC dan ULV. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang.
- Sastrosupadi, A. & F.T. Kadarwati. 1986. Pengaruh kombinasi dosis pupuk ZA-Urea dan P terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas serat kapas. *Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat* 1(1):23–40.
- Schott, P.E. & J.I. Willard. 1985. PIX-The Growth Regulator for Cotton. BASF Agricultural News, BASF Aktiengesellschaft Agric. Res. Sta., Federal Republic of Germany.
- Soepardi, G. 1987. Dasar-dasar Pemupukan Berimbang. Makalah disajikan pada Alih Teknologi Pemupukan Berimbang untuk Tanaman Perkebunan. Kerjasama Disbun Tk. I Jawa Timur dan PT Petrokimia Gresik. Malang, 17 Februari 1987. 73 hlm.
- Sulistiyowati, E. & D.A. Sunarto. 2008. Inovasi Teknologi dalam Mendukung Program Pengembangan Kapas Provinsi Jawa Timur. Makalah Disusun untuk Pertemuan Tim Teknis dan Komisi Pengkajian Provinsi Jawa Timur. Malang 5–6 November 2008. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Sunarto, D.A., Nurindah & Sujak. 2004. Pengaruh ekstrak biji mimba terhadap konservasi musuh alami dan populasi *Helicoverpa armigera* Hubner pada tanaman kapas. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 10(3): 89–95.
- Suyamto. 2002. Strategi dan Implementasi Pemupukan Rasional Spesifik Lokasi. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. Malang, Juli 2002.
- Waddle, B.A. 1984. Crop growing practices. *In* R.O. Kohel & C.F. Lewis (eds.) *Cotton*. Agron. Series No. 24. ASA, CSSA, SSSA, Publishers, Madison, Wisconsin, USA. p. 233–261.
- Wright, P. 1994. Premature senescence on high potassium soils. *Conference Proceedings*. “The Fabric of Success” Australian Cotton Conference. Agronomy and Production. p. 315–321.