

## UJI LIMBAH UDANG DAN EM4 TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia* Cristm.) Swingle

Fenty Maimunah Simbolon\*, Rahmawati\* dan Ahmad Galang Sumantri\*\*

Dosen Program Studi Agroteknologi dan Alumni

Fakultas Pertanian UISU, Medan

### ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini adalah Untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh limbah udang dan EM-4 terhadap pertumbuhan bibit jeruk nipis.

Penelitian ini telah dilaksanakan di Lahan Percobaan UISU Pertanian yang bertempat di gedung Johor Jln Karyawisata Medan, penelitian ini telah dimulai dari bulan Januari sampai bulan Mei 2016. Metode yang digunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan tiga (3) ulangan yakni Pemberian Limbah Udang  $U_0 = 0$  (Kontrol);  $U_1 = 50$  g/polybag ;  $U_2 = 100$  g/polybag;  $U_3 = 150$  g/polybag dan Pemberian EM-4  $M_0 = 0$  (Kontrol);  $M_1 = 5$  ml/polybag;  $M_2 = 10$  ml/polybag.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah Tinggi Tanaman (cm), Pertambahan Diameter Batang (cm), Pertambahan Jumlah Cabang Berat Basah dan berat kering Tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi limbah udang berpengaruh nyata terhadap diameter bibit jeruk nipis, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, berat kering dan berat basah tanaman. Diameter yang lebih baik diperoleh pada perlakuan  $U_3$  (150 g/polybag) yaitu 0,97 mm. Aplikasi larutan EM-4 berpengaruh tidak nyata terhadap semua parameter yang diamati. Kombinasi kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap semua parameter yang diamati.

**Kata Kunci** : Limbah Udang, EM4, Bibit Jeruk Nipis

### PENDAHULUAN

Sebagian besar lahan pertanian di Indonesia telah berubah menjadi lahan kritis akibat pencemaran dari limbah industri/pabrik dan pemakaian pupuk anorganik/kimia yang terlampaui banyak

secara terus menerus sehingga membuat unsur hara tanah semakin menurun. Lahan pertanian yang sudah masuk dalam kondisi kritis mencapai 66% dari kurang lebih 7 juta lahan pertanian yang ada di Indonesia. Jika hal ini dibiarkan, produktivitas lahan akan terus menurun dan akhirnya lahan tersebut sendiri akan mati.

Langkah yang biasa dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah dengan penggunaan pupuk organik untuk mengganti penggunaan pupuk anorganik/kimia pada tanah pertanian. Penggunaan pupuk organik bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia, sehingga dosis pupuk dan akibat pencemaran lingkungan yang disebabkan penggunaan pupuk kimia bisa dikurangi (Sutanto, 2002).

Dalam hal penyediaan dan penyerapan unsur hara bagi tanaman (*biofertilizer*), aktivitas mikroba diperlukan untuk menjaga ketersediaan tiga unsur hara yang penting bagi tanaman antara lain, Nitrogen (N), Posfat (P), dan kalium (K). Namun, N udara tersebut harus ditambah oleh mikroba dan diubah bentuknya terlebih dahulu agar bisa langsung dimanfaatkan oleh tanaman.

Mikroba penambat N ada yang hidup bebas dan ada pula yang bersimbiosis. Mikroba penambat N simbiotik antara lain: *Rhizobium* sp yang hidup di dalam bintil akar tanaman kacang-kacangan (*Leguminose*). Mikroba penambat N non-simbiotik misalnya: *Azospirillum* sp dan *Azotobacter* sp. Mikroba penambat N simbiotik hanya bisa digunakan untuk tanaman leguminose saja, sedangkan mikroba penambat N non-simbiotik dapat digunakan untuk semua jenis tanaman (Dwidjoseputro, 1992).

Mikroba tanah lain yang berperan dalam penyediaan unsur hara adalah mikroba pelarut unsur fosfat (P) dan kalium (K). Kandungan P yang cukup tinggi (jenuh) pada tanah pertanian kita,

sedikit sekali yang dapat digunakan oleh tanaman karena terikat pada mineral liat tanah. Di sinilah peran mikroba pelarut P yang melepaskan ikatan P dari mineral liat dan menyediakannya bagi tanaman. Banyak sekali mikroba yang mampu melarutkan P, antara lain: *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Pseudomonas* sp dan *Bacillus megatherium*. Mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P, umumnya juga berkemampuan tinggi dalam melarutkan K (Higa, 1997).

Mikroba sebagai agen biokontrol. Mikroba yang dapat mengendalikan hama tanaman antara lain: *Bacillus thuringiensis* (BT), *Bauveriabassiana*, *Paecilomyces-fumosoroseus*, dan *Metharizium-anisopliae*. Mikroba ini mampu menyerang dan membunuh berbagai serangga hama. Mikroba yang dapat mengendalikan penyakit tanaman misalnya: *Trichodermasp* yang mampu mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh *Gonodermasp*, JAP (jamurakarputih), dan *Phytophorasp* (Volk, 1993).

Efektifitas mikroorganisme atau lebih dikenal dengan EM-4 merupakan bioteknologi yang dikembangkan sejalan dengan prinsip-prinsip pertanian yang berkelanjutan atau berwawasan yang terdiri dari sejumlah mikroorganisme efektif yang bermanfaat untuk memperbaiki kondisi tanah, menekan pertumbuhan mikroba yang menimbulkan penyakit dan memperbaiki efisiensi penggunaan bahan organik oleh tanaman (Sastrodilaga K. 1993).

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh limbah udang dan EM-4 terhadap pertumbuhan bibit jeruk nipis.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di Lahan Percobaan UISU Pertanian yang bertempat di gedung Johor Jln Karyawisata Medan, penelitian ini telah dimulai dari bulan Januari sampai bulan Mei 2016. Metode yang digunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan tiga (3) ulangan yakni Pemberian Limbah Udang  $U_0 = 0$  (Kontrol);  $U_1 = 50$  g/polybag ;  $U_2 = 100$  g/polybag;  $U_3 = 150$  g/polybag dan Pemberian EM-4  $M_0 = 0$  (Kontrol);  $M_1 = 5$  ml/polybag;  $M_2 = 10$  ml/polybag.

Parameter yang diamati : Tinggi Tanaman (cm), Pertambahan Diameter Batang (cm), Pertambahan Jumlah CabangBerat Basah dan berat kering Tanaman.

## HASIL PENELITIAN

### 1. Tinggi Bibit (cm)

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan limbah udang dan EM-4 serta interaksi kedua faktor perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap tinggitanaman bibit jeruk nipis pada umur 12 MST. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Tinggi Tanaman Bibit Jeruk Nipis (cm) pada Perlakuan Limbah Udang dan EM-4 pada Umur 12 MST

Perlakuan	EM-4			Rataan
	$M_0$	$M_1$	$M_2$	
Limbah Udang				
$U_0$	24,00	24,5	25,83	24,78
$U_1$	30,67	24,67	32,5	29,28
$U_2$	25,33	28,17	22,67	25,39
$U_3$	32,33	33,00	30,67	32,00
Rataan	28,08	27,59	27,92	

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemberian limbah udang tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit jeruk nipis namun ada fluktuasi pertambahan tinggi bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi limbah udang yang lebih tinggi

diperoleh pada perlakuan  $U_3$  (150 g/polybag) yaitu 32 cm, Pada perlakuan pemberian EM-4 tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi bibit jeruk nipis. Kombinasi kedua perlakuan juga

berpengaruh tidak nyata terhadap penambahan tinggi bibit jeruk nipis.

**2. Diameter Batang**

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan limbah udang berpengaruh

nyata terhadap diameter batang sedangkan EM-4 serta interaksi kedua faktor perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang tanaman bibit jeruk nipis pada umur 12 MST. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.

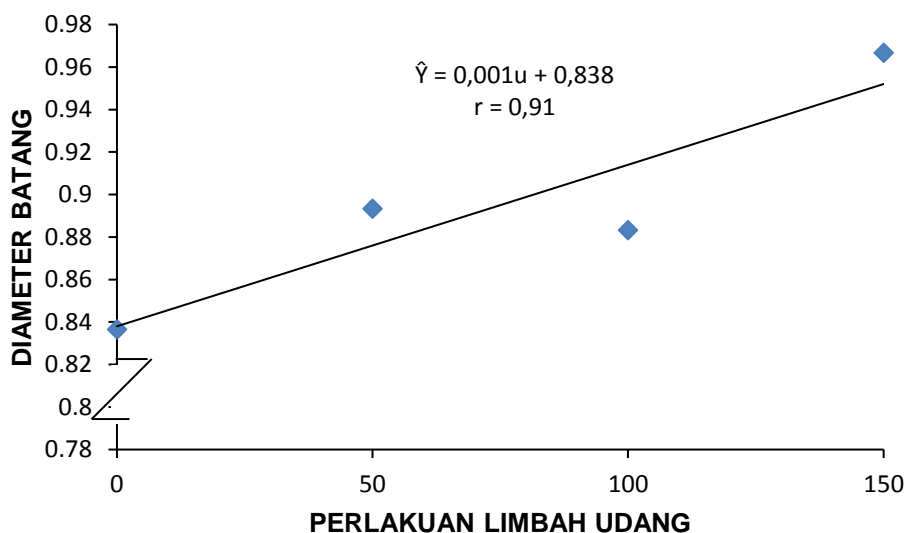
Tabel 2. Rataan Diameter Batang Tanaman Bibit Jeruk Nipis (mm) Pada Perlakuan Limbah Udang dan EM-4 Pada Umur 12 MST.

Perlakuan	EM-4			Rataan
	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	
Limbah Udang				
U <sub>0</sub>	0,81	0,82	0,88	0,84 b
U <sub>1</sub>	0,91	0,87	0,90	0,89 ab
U <sub>2</sub>	0,90	0,90	0,85	0,88 ab
U <sub>3</sub>	0,96	0,90	1,04	0,97 a
Rataan	0,85	0,87	0,92	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kelompok perlakuan yang sama berbedanya pada taraf 5% berdasarkan uji BNT.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pemberian limbah udang berpengaruh nyata terhadap diameter batang bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi limbah udang yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan U<sub>3</sub>

(150 g/polybag) yaitu 0,97 mm, U<sub>1</sub> (50 g/polybag) yaitu 0,89 mm, U<sub>2</sub> (100 g/polybag) yaitu 0,88 mm, dan U<sub>0</sub> (0 g/polybag) yaitu 0,84 mm.



Gambar 1. Hubungan Diameter Batang Bibit Jeruk Nipis (mm) dengan Pemberian Limbah Udang Pada Umur 8 MST (g/polybag)

Pada perlakuan pemberian EM-4 tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan diameter batang bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi EM-4 yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan M<sub>2</sub> (10

ml/polybag) yaitu 0,92 mm, dan M<sub>1</sub> (5 ml/polybag) yaitu 0,87 mm, dan M<sub>0</sub>(kontrol) yaitu 0,85 mm.

Interaksi antara kedua perlakuan juga berpengaruh tidak nyata terhadap

pertambahan diameter batang bibit jeruk nipis.

Dari gambar diatas dapat dilihat dengan pemberian limbah udang dapat meningkatkan diameter batang pada umur 12 MST dengan persamaan linier  $\hat{Y} = 0,001u + 0,838$ ,  $r = 0,91$ .

### 3. Jumlah Cabang

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan limbah udang dan EM-4 serta interaksi kedua faktor perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah cabang tanaman bibit jeruk nipis pada umur 12 MST. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Jumlah Cabang Bibit Jeruk Nipis Pada Perlakuan Limbah Udang dan EM-4 Pada Umur 12 MST

Perlakuan	EM-4			Rataan
	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	
Limbah Udang				
U <sub>0</sub>	9,67	10,17	9,50	9,78
U <sub>1</sub>	9,67	10,83	11,0	10,50
U <sub>2</sub>	11,67	10,67	10,5	10,95
U <sub>3</sub>	11,50	10,67	10,0	10,72
Rataan	10,63	10,59	10,25	

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian limbah udang berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah cabang bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi limbah udang yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan U<sub>2</sub> (100 g/polybag) yaitu 10,95 cabang, U<sub>3</sub> (150 g/polybag) yaitu 10,72 cabang, U<sub>1</sub> (50 g/polybag) yaitu 10,5 cabang, dan U<sub>0</sub> (0 g/polybag) yaitu 9,78 cabang.

Pada perlakuan pemberian EM-4 tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan jumlah cabang bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi EM-4 yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan M<sub>0</sub> (0 ml/polybag) yaitu 10,63 cabang, M<sub>1</sub> (5

ml/polybag) yaitu 10,59 cabang, dan M<sub>2</sub> (10 ml/polybag) yaitu 10,25 cabang.

Interaksi antara kedua perlakuan juga berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan jumlah cabang bibit jeruk nipis.

### 4. Berat Basah Tanaman

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan limbah udang berpengaruh tidak nyata terhadap berat basah tanaman, juga perlakuan EM-4 dan interaksi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman. Dari kedua factor perlakuan limbah udang dan EM-4 tersebut dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Rataan Berat Basah Bibit Jeruk Nipis (g) pada Perlakuan Limbah Udang dan EM-4 pada umur 12 MST

Perlakuan	EM-4			Rataan
	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	
Limbah Udang				
U <sub>0</sub>	22,67	23,67	24,33	23,56
U <sub>1</sub>	24,33	25,00	25,33	24,89
U <sub>2</sub>	26,00	24,67	24,00	24,89
U <sub>3</sub>	24,67	25,67	26,33	25,56
Rataan	24,42	24,75	25,00	

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa pemberian limbah udang berpengaruh tidak nyata terhadap berat basah bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi limbah udang yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan U<sub>3</sub> (150 g/polybag) yaitu 25,56 g, U<sub>2</sub> (100 g/polybag) yaitu 24,89 g, U<sub>1</sub> (50 g/polybag) yaitu 24,89 g, dan U<sub>0</sub> (0 g/polybag) yaitu 23,56 g.

Pada perlakuan pemberian EM-4 juga tidak berpengaruh nyata terhadap berat basah bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi EM-4 yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan M<sub>2</sub> (10 ml/polybag) yaitu 25,00

g, M<sub>1</sub> (5 ml/polybag) yaitu 24,75 g, dan M<sub>0</sub> (0 ml/polybag) yaitu 24,42 g.

Interaksi antara kedua perlakuan juga berpengaruh tidak nyata terhadap berat basah bibit jeruk nipis.

### 5. Berat Kering Tanaman

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan limbah udang, perlakuan EM-4 dan kombinasi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman.

Dari kedua factor perlakuan limbah udang dan EM-4 tersebut dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Rataan Berat Kering Bibit Jeruk Nipis (g) pada Perlakuan Limbah Udang dan EM-4 pada umur 12 MST

Perlakuan	EM-4			Rataan
	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	
Limbah Udang				
U <sub>0</sub>	9,33	9,67	11,00	10,00
U <sub>1</sub>	10,67	9,67	9,00	9,78
U <sub>2</sub>	10,00	9,33	9,67	9,67
U <sub>3</sub>	10,33	11,33	12,67	11,44
Rataan	10,08	10,00	10,59	

Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa pemberian limbah udang berpengaruh tidak nyata terhadap berat kering bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi limbah udang yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan U<sub>3</sub> (150 g/polybag) yaitu 11,44 g, U<sub>0</sub> (0 g/polybag) yaitu 10 g, U<sub>1</sub> (50 g/polybag) yaitu 9,78 g, dan U<sub>2</sub> (100 g/polybag) yaitu 9,67 g.

Pada perlakuan pemberian EM-4 juga tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering bibit jeruk nipis. Hasil aplikasi EM-4 yang lebih tinggi diperoleh pada perlakuan M<sub>2</sub> (10 ml/polybag) yaitu 10,59 g, M<sub>0</sub> (0 ml/polybag) yaitu 10,08 g, dan M<sub>1</sub> (5 ml/polybag) yaitu 10 g.

Interaksi antara kedua perlakuan juga berpengaruh tidak nyata terhadap berat kering bibit jeruk nipis.

## PEMBAHASAN

### Pengaruh Pemberian Limbah Udang Terhadap Pertumbuhan Bibit Jeruk Nipis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi limbah udang berpengaruh nyata terhadap diameter batang bibit jeruk nipis. Diameter tanaman yang lebih besar terdapat pada perlakuan U<sub>3</sub> yaitu ( 32,38 cm) diikuti dengan U<sub>1</sub> (30,38 cm), U<sub>2</sub>(27,27 cm), dan U<sub>0</sub> (26,44 cm). Hal ini sesuai dengan (Mekawati, dkk., 2000) diketahui bahwa Limbah kulit udang mengandung konstituen utama yang terdiri dari protein, kalsium karbonat, khitin, pigmen, abu, dan lain-lain. Selain itu, limbah udang (kepala kering atau shell) ditemukan kandungan protein tinggi dan tingkat tinggi mineral terutama Ca, P, Na dan Zn yang merupakan unsur hara penting untuk pertumbuhan tanaman.

Oleh sebab itu, salah satu upaya dalam pemanfaatan limbah cangkang udang dalam mengurangi dampak negatif bagi lingkungan yaitu menjadikan limbah cangkang udang sebagai pupuk organik bagi tanaman (Mekawati, dkk., 2000).

Aplikasi limbah udang yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi dan jumlah cabang, hal ini diduga bahwa tanaman jeruk nipis adalah tanaman tahunan. Jadi dengan waktu pembibitan yang hanya 3 bulan masih belum kelihatan nyata peningkatannya untuk tinggi dan jumlah cabang.

Selanjutnya karena dari hasil analisa tanah dimana kandungan unsure hara tanah masih rendah, sehingga belum cukup untuk mendukung pertumbuhan tinggi dan jumlah cabang.

#### **Respon Pemberian EM-4 Terhadap Pertumbuhan Bibit Jeruk Nipis**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi larutan EM-4 berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, berat basah dan berat kering tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan EM-4 belum mampu mempengaruhi pertumbuhan bibit jeruk nipis. Diketahui bahwa perlakuan EM-4 yang digunakan fungsinya secara tunggal belum kelihatan, karena perlakuan EM-4 yang mengandung mikroorganisme fungsi utamanya adalah sebagai mempercepat perombakan unsur hara yang ada pada bahan organik, sehingga pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit jeruk nipis belum kelihatan.

Pemberian bahan organik ke dalam tanah tanpa inokulasi EM-4 Pertanian secara bersamaan akan menyebabkan pembusukan bahan organik yang terkadang akan menghasilkan unsur anorganik sehingga akan menghasilkan panas dan gas beracun yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman (Wididana, 1999).

#### **Kombinasi Limbah Udang dan EM-4 Terhadap Pertumbuhan Bibit Jeruk Nipis**

Kombinasi kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, berat basah dan berat kering tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa, pada saat ini kedua perlakuan belum

mampu mempengaruhi pola aktivitas fisiologi secara internal, walaupun diantara perlakuan yang diuji ada angka yang meningkat.

Kemungkinan lain yang menyebabkan tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap seluruh parameter yang diamati, diduga kombinasi kedua perlakuan tidak saling mendukung satu sama lainnya dalam mempengaruhi pertumbuhan bibit jeruk nipis.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **Kesimpulan**

1. Aplikasi limbah udang berpengaruh nyata terhadap diameter bibit jeruk nipis, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, berat kering dan berat basah tanaman. Diameter yang lebih baik diperoleh pada perlakuan U<sub>3</sub> (150 g/polybag) yaitu 0,97 mm.
2. Aplikasi larutan EM-4 berpengaruh tidak nyata terhadap semua parameter yang diamati.
3. Kombinasi kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap semua parameter yang diamati.

#### **Saran**

Sebaiknya untuk penelitian uji limbah udang dan EM-4 terhadap pertumbuhan bibit jeruk nipis ini dilanjutkan sampai ke tahap produksi buah untuk mendapatkan dosis maksimum dari perlakuan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aak, 1994. Budidaya Tanaman Jeruk Nipis. Karnisius. Yogyakarta.
- Anonim, 2013. Efektif Mikroorganisme (EM-4) <http://www.Em4indonesia.com>
- \_\_\_\_\_, 2005. Budidaya Jeruk Nipis. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Cancer Chemoprevention Research Center (CCRC) . 2009. Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*). Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. <http://ccrcfarmasiugm.wordpress.com/>.
- Dwidjoseputro, D. 1992. Dasar-dasar Mikrobiologi. Jakarta : Imagraph.

- Gembong. 1985, Morfologi Tumbuhan, 81-82, 126, 236-237, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Higa, T. & J.F. Parr. 1997. Effective Microorganism (EM-4) untuk Pertanian dan Lingkungan yang Berkelanjutan. Indonesian Kyusei Nature Farming Societies, Jakarta.
- Kemal Prihatman. 2008. Budidaya Jeruk. Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, BAPPENAS Jakarta.
- Mekawati, *dkk*, 2000. Aplikasi Chitosan Hasil transformasi Chitin Limbah Udang (*Penaeus merguensis*) untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal". Jurnal Sains and Matematika, FMIPA Undip, Semarang, Vol. 8 (2), hal. 51-54
- Natsir H.2007. "Konversi Chitin dari Limbah Udang Api-api (*Metapenaeus monoceros*) Menjadi Senyawa Chitosan Secara Enzimatis". J. Marina Chemica Acta. Edisi Khusus Seminar Nasional FK3TI:82-89.
- Sastrodilaga K. 1993. Effective Microorganism 4 (EM4). Makalah Seminar Sehari Pertanian Akrab Lingkungan. Tidak dipublikasikan.
- Sethparkdee, R. 1992. *Citrus aurantifolia* (Christm. & Panzer) Swingle.
- Setyati Hardjadi, 1995. Pengantar agronomi, PT. Gramedia, Jakarta.
- Susanto Rachman, 2002. Pupuk Organik. Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Thomas. 1989. Tanaman obat tradisional. Yogyakarta: Kanisius.
- Volk, 1993. Mikrobiologi Dasar. Penerbit. Erlangga. Jakarta.
- Wididana, 1999. EM-4 Pertanian. Penerbit. Erlangga. Jakarta.
- Yunizal *dkk*, (2001), "Ekstraksi Chitosan dari Kepala Udang Putih (*Penaeus merguensis*)". J. Agric. Vol. 21 (3), hal 113-117.