

Wahyudi, H., Kasry, A., Purwaningsih, IS  
2011:5 (2)

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT UNTUK  
MEMENUHI KEBUTUHAN UNSUR HARA DALAM BUDIDAYA  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*)**

**Hendryx Wahyudi**

*Alumni Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau, Jl. Pattimura  
No.09.Gobah, 28131. Telp 0761-23742.*

**Adnan Kasry**

*Dosen Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau, Pekanbaru, Jl.  
Pattimura No.09.Gobah, 28131. Telp 0761-23742.*

**Is Sulistyati Purwaningsih**

*Dosen Pascasarjana Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau, Pekanbaru, Jl.  
Pattimura No.09.Gobah, 28131. Telp 0761-23742.*

***Utilization of Palm Oil Waste Water to Supply Plant Nutrients in Growing Maize  
(Zea mays L.)***

**ABSTRACT**

*The purpose of this research was to see the opportunity of palm oil waste water utilization for replacing anorganic fertilizer in growing crops. This research was using complete random design in factorial design experiment using 12 kilograms of Podsolik that is mixed and filled in 40 x 40 centimeters plastic bags. Treatment that is used in this research was using waste water Biological Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>) concentration (1000, 3000, 5000 and 7000) milligram per liter and urea fertilizer with dosage (0, 1, 2 and 3) gram and each treatment was three times replicated. The research was starting from February 28, 2010 to May 9, 2010. Palm oil waste water that was used in this research gave significant difference result. Test result gave different result at all levels of waste water concentration except at concentration of 3000 mg/l with 1000 mg/l. Interaction between treatment given was tested with Duncan method and indicated that optimum dosage that can be used was 0 gram of Urea fertilizer combined with waste water with BOD<sub>5</sub> concentration 7000 mg/l. Utilization of palm oil mill's waste water with dosage 375 ml for 8 weeks after planting period or equivalent with 3 liters was not able to give crop result as good as comparison plant that is planted, but waste water utilization to grow crop give good growth responses especially in maize (*Zea mays L.*) that is tested. Utilization of palm oil's waste water was suitable for biomass production purposes but not for crop results. Utilization of palm oil mill's waste water especially in palm oil mill that has no plantation become one of solutions and efforts in reducing potential environmental damage caused by palm oil mill's waste water, especially water and waterworks pollutions. It could be happen since waste water was not thrown away to river but utilized to grow crops.*

**Key words:** *Palm oil mill waste water, plant nutrients, water pollution.*

## PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit pada beberapa dasawarsa terakhir berkembang dengan sangat pesat hampir di seluruh Indonesia. Total areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2007 sekitar 6.318.000,20 hektar. Provinsi Riau memiliki areal tanaman kelapa sawit terluas di Indonesia yaitu mencapai 1.611.381,60 hektar (BPS, 2008). Provinsi Riau memiliki 116 pabrik kelapa sawit (PKS) dan diantaranya, ada 32 PKS yang tidak memiliki kebun dengan kapasitas olah rata-rata di atas 30 ton TBS/jam (Disbun, 2006).

Operasional pabrik kelapa sawit akan menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup besar berupa limbah padat seperti pelepah kelapa sawit, tandan kosong, serat, cangkang, *Wet Decanter Solid*, dan limbah cair (Pahan, 2006). Setiap 1 ton minyak sawit yang diolah akan menghasilkan limbah cair sebanyak 5 ton dengan BOD<sub>5</sub> 20.000 – 60.000 mg/l (Lubis dan Tobing, 1989 dalam Sutarta *et al.*, 2000). Data dari BPS (2008) menunjukkan produksi minyak kelapa sawit (CPO) pada tahun 2007 mencapai 11.272.000, 70 ton. Berarti total potensi limbah cair yang dihasilkan mencapai 5.636.000,35 ton.

PKS yang memiliki kebun sudah mulai memanfaatkan limbah padat dan cair yang dihasilkannya sebagai pengganti pupuk anorganik dalam budidaya kelapa sawit, namun pada PKS yang tidak memiliki kebun, limbah cair yang dihasilkan masih dibuang ke badan sungai setelah diolah pada kolam-kolam anaerobik yang berpotensi mencemari air sungai. Padahal menurut Naibaho (1998), dalam limbah cair kelapa sawit dari kolam anaerobik primer dengan BOD<sub>5</sub> 3.500 hingga 5.000 masih mengandung berbagai unsur bahan organik yang dibutuhkan oleh tanaman seperti N = 675 mg/l, P = 90 – 110 mg/l, K = 1.000 – 1.875 mg/l dan Mg = 250 – 320 mg/l. Setiap ton limbah PKS dengan BOD<sub>5</sub> 25.000 setara dengan 1,56 kg Urea, 0,25 kg TSP, 2,50 Kg MOP dan 1 Kg Kliserit (Pamin *et al.*, 1996 dalam Sutarta *et al.*, 2000) yang dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pertanian seperti jagung yang membutuhkan unsur hara makro yang dibutuhkan yaitu N, P, K, Ca, Mg, dan S dan unsur hara mikro yang dibutuhkan yaitu Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo dan Cl (Syafuruddin, Faesal dan Akil, 2007).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari hingga Mei 2010 di kawasan Perumahan Pandau Permai Blok C 37/15. Sedangkan pengukuran BOD<sub>5</sub> limbah cair PKS dilakukan di Laboratorium Departemen Pekerjaan Umum Riau Jalan Jendral Sudirman Pekanbaru.

Penelitian ini dilakukan dengan *metode eksperimen* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dikarenakan percobaan dilakukan pada media tanam yang homogen dengan percobaan faktorial (Hanafiah, 2005). Media tanam tersebut adalah tanah podsolik sebanyak 12 kg yang diaduk untuk penggemburan dengan menggunakan cangkul dan diberi kapur pertanian sebanyak 4,5 gram kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran diameter dan tinggi 40 x 45 (cm) yang ditanami dengan dua butir benih jagung hibrida dan berfungsi sebagai *satuan (unit) percobaan*.

Tanaman jagung hibrida sebagai *perlakuan* dipupuk dengan menggunakan pupuk urea sebanyak 0, 1, 2 dan 3 gram tiap polybag pada saat tanam dan limbah cair PKS dengan empat konsentrasi BOD<sub>5</sub> yang berbeda yaitu 1000, 3000, 5000, dan 7000 mg/l dengan dosis 375 ml per unit percobaan sebanyak 8 kali sehingga setara dengan 3 liter limbah cair yang diambil dari Kolam Anaerobik Primer PKS Lubuk Raja di daerah Sorek yang diberikan setiap minggu hingga minggu ke delapan setelah tanam pada masing-masing unit percobaan dengan tiga ulangan, sehingga akan didapatkan empat puluh delapan unit percobaan (4 x 4 x 3).

Tanaman jagung dalam budidaya secara umum membutuhkan unsur hara yang berasal dari pupuk anorganik. *Pupuk anorganik* yang diberikan berupa pupuk Urea sebanyak 4,5 g/lubang tanaman, pupuk TSP sebanyak 1,5 g/lubang tanaman dan pupuk KCl sebanyak 0,75 g/lubang tanaman. Setiap liter limbah cair PKS dengan konsentrasi BOD<sub>5</sub> 3500-5000 mg/l yang dipakai untuk pemupukan tanaman jagung hanya mengandung 450-675 mg unsur N, 62-110 mg unsur P dan 875-1850 mg unsur K, sehingga untuk memenuhi kebutuhan unsur hara dalam budidaya jagung masih dibutuhkan penambahan pupuk anorganik yaitu pupuk Urea sebanyak 3 g/lubang tanaman dan Pupuk TSP sebanyak 1 g/lubang tanaman. Sebagai *pemanding* adalah jagung hibrida yang dipupuk dengan menggunakan pupuk anorganik, yaitu pupuk Urea dengan dosis 4,5 g/lubang tanam, TSP 1,5 g/lubang tanam dan KCl sebanyak 0,75 g/lubang tanam. Selain 16 perlakuan dengan 3 ulangan yang telah direncanakan untuk dilakukan dalam percobaan, secara paralel juga dilakukan penanaman budidaya jagung dengan menggunakan *pupuk kimia* saja yang diberikan pada tanaman jagung dengan dosis pemupukan 1,50 gram urea, 1,50 gram TSP dan 0,75 KCl pada saat tanam, pada minggu ketiga dan minggu keenam setelah tanam dengan pemberian pupuk urea dengan dosis masing-masing 1,5 gram.

Hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan metode analisis sidik ragam (*anova*) percobaan faktorial model tetap dalam rancangan acak lengkap. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , yang berarti perlakuan berdampak signifikan terhadap hasil penelitian, maka akan dilakukan uji lanjutan setelah anava dengan menggunakan uji rentang Newman – Keuls untuk efek perlakuan utama (Sudjana, 1991) dan uji Duncan untuk interaksi antar perlakuan yang bernilai signifikan). Parameter yang diamati adalah : berat basah buah jagung, tinggi tanaman, lingkar batang, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit untuk budidaya tanaman jagung telah dilakukan (Tabel 1, Gambar 1 dan 2).

### Berat Basah Buah Jagung

Berat basah rata-rata buah jagung yang diperoleh pada usia 70 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

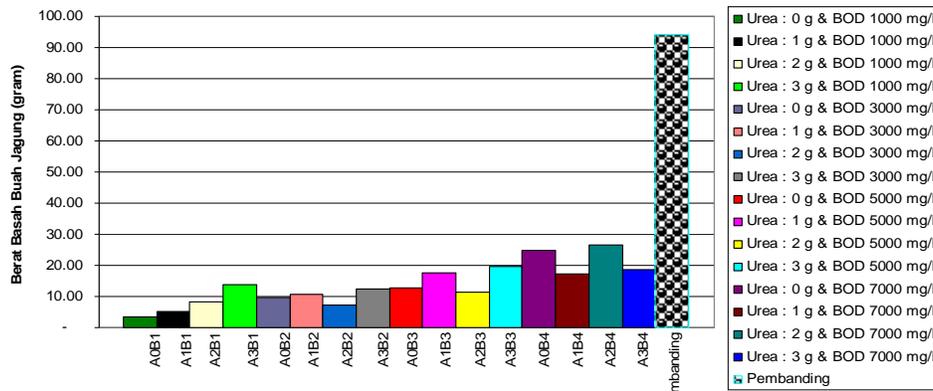
Tabel 1. Berat basah rata-rata buah jagung pengaruh pemberian pupuk urea dan limbah cair PKS

Pupuk urea (g)	Berat basah rata-rata buah jagung (gram)			
	BOD <sub>5</sub> limbah cair (mg/l)			
	B			
A	1000 <sup>a</sup>	3000 <sup>a</sup>	5000 <sup>b</sup>	7000 <sup>c</sup>
0	3,46	9,62	12,82	24,77
1	5,29	10,80	17,41	17,13
2	8,33	7,36	11,50	26,45
3	13,76	12,59	19,67	18,63

Nilai konsentrasi BOD<sub>5</sub> (Tabel 2) yang diikuti dengan huruf yang sama memberikan makna bahwa kedua perlakuan memberikan beda yang tidak nyata menurut uji rentang Newman - Keuls pada taraf  $\alpha = 0,05$ . Faktor A (pemberian pupuk urea) pada percobaan memberikan respon positif terhadap pemberian limbah cair dengan konsentrasi BOD<sub>5</sub> 1000, 3000 dan 5000 mg/l. Pada pemberian limbah cair dengan BOD<sub>5</sub> 7000 mg/l memberikan respon yang hampir negatif. Pada faktor B (pemberian limbah cair) pada percobaan memberikan respon positif terhadap pemberian pupuk urea dengan dosis 0, 1, dan 2 gram. Pada pemberian pupuk urea dengan dosis 3 gram hampir memberikan respon negatif.

Buah jagung rata-rata paling berat adalah 26,45 gram yang merupakan kombinasi perlakuan 2 gram urea dan limbah cair dengan BOD<sub>5</sub> 7000 mg/l. Buah jagung paling ringan didapatkan 3,46 gram yang merupakan kombinasi perlakuan 0 gram pupuk urea dan limbah cair dengan BOD<sub>5</sub> 1000 mg/l. Rata-rata keseluruhan berat basah buah jagung yang diperoleh dari percobaan adalah 13,72 gram. Hasil berat basah rata-rata buah jagung yang didapatkan dari penelitian ini masih dibawah dari nilai berat basah rata-rata buah jagung yang dibudidayakan dengan menggunakan pupuk kimia saja (Urea, TSP dan KCl), yaitu 94,19 gram sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1.

Uji anava dilakukan untuk berat basah rata-rata buah jagung dan didapatkan bahwa  $F_{hitung}$  pupuk urea (A) = 1,92 <  $F_{Tabel} (\alpha = 0,05) = 2,90$ , sehingga  $H_{01}$  diterima artinya tidak terdapat perbedaan hasil panen buah jagung yang signifikan akibat pemberian pupuk urea pada semua taraf perlakuan. Hal ini disebabkan pemberian pupuk kimia hanya dilakukan dalam satu kali pada saat tanam, sehingga meskipun pupuk urea diberikan dalam jumlah berbeda dan dosisnya cukup besar tidak berkorelasi positif pada hasil panen karena sifat nitrogen yang mudah hilang baik karena proses penguapan maupun pencucian oleh air. Terlebih lagi pada awal tanam, tumbuhan belum memiliki perakaran yang baik untuk menyerap hara secara maksimum, sehingga nitrogen sudah hilang pada saat tanaman membutuhkannya.



Gambar 1. Grafik berat basah rata – rata buah jagung hasil percobaan dan tanaman pembanding

Waktu dan cara pemberian pupuk berkaitan erat dengan laju pertumbuhan tanaman, kehilangan pupuk dapat terjadi melalui proses pencucian, penguapan, dan fiksasi. Hara N hanya mampu diserap sebanyak 55-60%, hara K hanya terserap sebanyak 50-70%, sedangkan hara P hanya terserap sekitar 20% yang terfiksasi di dalam tanah. Banyak unsur N menguap dan tercuci, unsur K tercuci (Syafuruddin *et al.*, 2007).

Untuk mengurangi kehilangan N, pemberian pupuk N sebaiknya dilakukan secara bertahap. Hasil penelitian Tirtoutomo *et al.* (1991) menunjukkan bahwa pemberian N 1/3 bagian pada saat tanam dan 2/3 bagian pada 30 HST atau 1/3 bagian pada waktu tanam, 1/3 bagian pada 30 HST, dan 1/3 bagian pada 45 HST relatif lebih baik dari segi hasil maupun efisiensi serapan N, dibanding dengan pemberian seluruhnya pada saat tanam atau 2/3 takaran pada waktu tanam dan 1/3 takaran pada 30 HST.

$F_{hitung}$  limbah cair (B) = 26,85 >  $F_{Tabel} (\alpha = 0,05) = 2,90$ , sehingga  $H_0$  ditolak, artinya terdapat perbedaan hasil panen buah jagung yang sangat signifikan akibat pemberian limbah cair dengan empat tingkat konsentrasi BOD<sub>5</sub> yang berbeda. Uji lanjutan setelah anava harus dilakukan untuk faktor B menggunakan uji rentang Newman – Keuls.

Uji lanjut menggunakan uji rentang Newman – Keuls setelah anava pada perlakuan limbah cair (B) memberikan perbedaan hasil panen dari pemberian limbah cair pada konsentrasi BOD<sub>5</sub> 7000 mg/l dengan 1000 mg/l, 7000 mg/l dengan 3000 mg/l, 7000 mg/l dengan 5000 mg/l, 5000 mg/l dengan 1000 mg/l, serta 5000 mg/l dengan 3000 mg/l, sedangkan pemberian limbah cair pada konsentrasi BOD<sub>5</sub> 3000 mg/l dengan 1000 mg/l tidak memberikan perbedaan yang berarti terhadap hasil panen atau berat basah buah jagung yang didapatkan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Perbedaan warna daun tanaman jagung pembandingan dan perlakuan.

(1) a. tanaman pembandingan; b. perlakuan 3 gram urea, BOD<sub>5</sub> 3000 mg/l (2) a. tanaman pembandingan; b. perlakuan 0 gram urea, BOD<sub>5</sub> 1000 mg/l

Limbah cair pabrik kelapa sawit (PKS) dengan konsentrasi BOD<sub>5</sub> yang makin tinggi memiliki kandungan unsur N, P, K, Mg dan unsur-unsur lain yang semakin tinggi, sehingga tanaman jagung memiliki kesempatan untuk mengambil unsur-unsur tersebut untuk membantu pertumbuhan pada masa vegetatif maupun pada masa generatif dan pembentukan buah yang lebih baik. Namun dalam percobaan ini hasil panen buah jagung yang didapatkan sangat jauh dari hasil tanaman jagung ideal yang dibudidayakan secara umum menggunakan pupuk kimia (Urea, TSP dan KCl) hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor penyebab diantaranya adalah : (1) tanaman kekurangan unsur hara yang dibutuhkan, dengan kata lain dosis limbah cair yang dibutuhkan tidak mencukupi, (2) unsur hara (N, P, K, dan Mg) yang terkandung dalam limbah cair merupakan bahan organik yang tidak tersedia secara langsung, melainkan harus dirombak secara alamiah dahulu baru dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Hal ini membutuhkan waktu yang lebih lama sedangkan jagung dengan usia yang relatif pendek membutuhkan ketersediaan unsur hara dalam waktu yang singkat sehingga menyebabkan tanaman kekurangan unsur hara dan pada akhirnya menghasilkan buah jagung yang kurang baik kualitas dan kuantitasnya.

Penggunaan limbah cair dengan BOD<sub>5</sub> (1000, 3000, 5000, dan 7000) mg/l dengan volume 375 ml untuk setiap kali pemupukan selama delapan minggu (total sebanyak 3 liter) pada percobaan masih belum mampu memenuhi kebutuhan unsur hara pada tanaman jagung, terutama unsur nitrogen (N), hal ini terlihat pada kondisi warna daun tanaman jagung yang berwarna hijau kekuningan yang menunjukkan adanya defisiensi unsur N (Gambar 2.), sebagaimana dikemukakan oleh Soepardi (1983) bahwa jika kekurangan nitrogen, tanaman akan tumbuh kerdil dan perakarannya terbatas, daun menjadi kuning atau hijau kekuning-kuningan dan cenderung cepat rontok (seneses) yang terjadi pada daun yang tua. Hal ini menunjukkan adanya mobilitas nitrogen dalam tanaman (Gambar 2).

Hara nitrogen merupakan unsur makro yang sangat penting untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemupukan N merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap hasil jagung (Daigger and Fox, 1971). Kemampuan tanaman menyerap nitrogen untuk menghasilkan biji

dan batang bervariasi sesuai stadia pada saat N diserap (Barley, 1975), sehingga dosis akan sangat menentukan optimalnya suplai hara ke dalam jaringan tanaman.

Tirta (2006) mengatakan bahwa kandungan nitrogen yang tinggi menyebabkan pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, jumlah tunas, jumlah akar, dan panjang akar) lebih baik. Nitrogen merupakan salah satu unsur utama yang dibutuhkan tanaman jagung dalam pertumbuhan vegetatifnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Tisdale *et al.* (1990) bahwa nitrogen adalah unsur hara makro yang sangat diperlukan tanaman. Bila dalam keadaan kekurangan akan menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman dan sebaliknya akan memperpanjang fase pemasakan buah.

Tabel 2. Pengaruh interaksi pemberian pupuk urea dan limbah cair PKS terhadap berat basah buah jagung

Pupuk Urea (g)	BOD <sub>5</sub> Limbah Cair PKS (mg/l)			
	1000	3000	5000	7000
0	3,46 <sup>a</sup>	9,62 <sup>b</sup>	12,82 <sup>bc</sup>	24,77 <sup>d</sup>
1	5,29 <sup>a</sup>	10,81 <sup>b</sup>	17,41 <sup>cd</sup>	17,13 <sup>c</sup>
2	8,33 <sup>ab</sup>	7,36 <sup>a</sup>	11,50 <sup>b</sup>	26,45 <sup>d</sup>
3	13,76 <sup>c</sup>	12,59 <sup>b</sup>	19,67 <sup>d</sup>	18,63 <sup>d</sup>

$F_{hitung}$  pupuk urea dan BOD<sub>5</sub> limbah cair (AB) = 2,86 >  $F_{Tabel}$  ( $\alpha = 0,05$ ) = 2,19, sehingga  $H_{03}$  ditolak, yang artinya terdapat perbedaan hasil panen buah jagung yang signifikan akibat interaksi pemberian pupuk urea dan pemberian limbah cair PKS. Uji lanjut setelah anava atas berat basah buah jagung dilakukan dengan menggunakan metode Duncan sesuai dengan yang dikemukakan oleh Setiawan (2009) (Tabel 2). Angka yang diikuti dengan huruf yang sama memberikan makna bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hasil dari interaksi perlakuan menurut uji Duncan pada taraf  $\alpha = 0,05$ . Berarti dosis optimum yang baik digunakan untuk budidaya tanaman jagung dalam penelitian ini adalah limbah cair dengan BOD<sub>5</sub> 7000 mg/l tanpa pemberian pupuk urea (0 g urea). Hasil ini berbeda tidak nyata dengan hasil berat basah buah jagung yang dihasilkan dari kombinasi dosis pupuk urea 3 g dan limbah cair dengan konsentrasi BOD<sub>5</sub> 7000 mg/l. Sehingga dosis 0 g urea dan limbah cair dengan konsentrasi BOD<sub>5</sub> 7000 mg/l dianggap paling ekonomis dan efisien untuk digunakan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah cair PKS dengan konsentrasi dan volume yang digunakan dalam penelitian tidak mampu memberikan hasil panen buah jagung dengan kualitas dan kuantitas yang baik (lebih buruk dari pembanding), namun masih tetap berpotensi untuk dapat digunakan dalam budidaya tanaman jagung dengan tujuan untuk memproduksi jagung sayur (*baby corn*) atau produksi biomasa (batang jagung) untuk kebutuhan pakan ternak sapi, karena pemberian limbah cair PKS memberikan respon yang positif pada pertumbuhan tanaman jagung.

1. Penggunaan limbah cair pabrik kelapa sawit (PKS) untuk budidaya tanaman jagung menggunakan empat tingkat BOD<sub>5</sub> yaitu (1000, 3000, 5000 dan 7000) mg/l tidak mampu

menghasilkan kualitas maupun kuantitas bulir buah jagung yang baik, namun berpotensi digunakan dalam budidaya tanaman jagung untuk produksi biomasa pakan ternak atau produksi jagung sayur (*baby corn*).

2. Penggunaan limbah cair PKS memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap produksi buah jagung, lingkaran batang, dan jumlah daun tanaman jagung namun tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada tinggi tanaman, panjang daun dan lebar daun. Konsentrasi BOD<sub>5</sub> limbah cair yang optimum yang dapat digunakan dari hasil penelitian ini adalah 7000 mg/l tanpa penambahan pupuk urea.
3. Pemanfaatan limbah cair PKS untuk budidaya tanaman merupakan salah satu solusi dan upaya dalam mengurangi pencemaran lingkungan perairan serta peningkatan nilai ekonomi limbah cair, mengurangi biaya produksi bagi PKS maupun petani pemanfaat limbah cair khususnya biaya pembelian pupuk buatan.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data, penelitian dan penganalisisan yang diperlukan dalam penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2008. Statistik Indonesia 2008. Jakarta.
- Barley, K.B. 1975. Methods and Timing of Fertilizer Application. *In* : M.J.T. Norman (ed) A Course Manual in The Agronomy of Annual Crop. Dai Nippon Printing Co (H.K) Ltd., Hongkong.
- Daigger, L.A. and R. L. Fox. 1971. Nitrogen and Sulphur Nutrition of Sweet Corn in Relation to Fertilization and Water Composition. *Gron J.* 63 (2) : 729 – 730
- Disbun, 2006. 32 Pabrik Kelapa Sawit di Riau Non Kebun. <http://www.riauterkini.com/lingkungan.php?arr=8777>. (26 Juni 2009).
- Hanafiah, K. A. 2005. Rancangan Percobaan. Cet. 3. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Naibaho, P.M. 1998. Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Pahan, I. 2006. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Cet. 1. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setiawan, A. 2009. Perancangan Percobaan Faktorial. <http://smartstat.wordpress.com>. (19 Agustus 2010).

- Sudjana, 1991. Desain dan Analisis Eksperimen. Cet. 3. Tarsito. Bandung
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutarta, E.S. Winarna, P.L. Tobing dan Sufianto. 2000. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit pada Perkebunan Kelapa Sawit. Makalah dalam Pertemuan Teknis Kelapa Ssawit II, PPKS Medan, 13-14 Juni 2000. Medan.
- Syafruddin, Faesal dan M. Akil. 2007. Pengelolaan Hara pada Tanaman Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Tirta, I. G. 2005. Pengaruh Beberapa Jenis Media Tanam dan Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan Vegetatif Anggrek Jamrud (*Dendrobium macrophyllum* A. Rich.). Jurnal Biodiversitas 7 (1) : 81 – 84.
- Tirtoutomo, S., S. Solehuddin, C., Soepardi, dan H. Taslim. 1991. Pengaruh Macam dan Waktu Pemberian Pupuk Nitrogen terhadap Efisiensi Pengambilan Nitrogen oleh Tanaman Jagung. Media Penelitian Sukamandi 9 : 5-10.
- Tisdale, S.L., E.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1990. Soil Fertility and Fertilizer. Fourth edition. Mc Millan Pub. Co, New York.