

## PERUBAHAN SIFAT KIMIA TANAH SERTA PERTUMBUHAN SAWI (*Brassica juncea*) AKIBAT PEMBERIAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT

### Changes in Soil Chemical Properties and Mustard Greens (*Brassica juncea*) Growth Added with Liquid Waste of Palm Oil Mill

Usman Anwar<sup>1)</sup>, Yosep S. Patadungan<sup>2)</sup>, Isrun<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

<sup>2)</sup> Staf Dosen Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.  
Jl. Soekarno-Hatta Km 9. Tondo-Palu 94118. Sulawesi Tengah. Telp. 0451-429738.

#### ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of various rates of liquid waste generated from oil palm industry on soil chemical characteristics and growth of mustard plant (*Brassica juncea*). A completely randomized design (RAL) was used with seven rates of the liquid waste as treatments i.e. 0, 100, 200, 300, 400, 500, and 600 ml/polybag. Each treatment was replicated three times. Soil pH (6.69) and soil P-available (18.38 ppm) were found highest in the in the 400 ml/polybag treatment whereas soil N-total (0.27%), soil K-available (2.03 cmol(+)kg<sup>-1</sup> and soil C-organic were highest in the 500ml/polybag treatment. The plants in the 100 ml/polybag treatment grew better than the other treatment with leaf number and plant height were 15.67 and 34.07 cm, respectively. The effective rate of the liquid waste that can increase mustard plant (*Brassica juncea*) growth was 200 ml/polybag.

**Keywords :** Growth of mustard greens, palm oil liquid waste, and soil chemical characteristic.

#### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dosis limbah cair kelapa sawit terhadap perubahan beberapa sifat kimia tanah serta pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*). Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu limbah cair pabrik kelapa sawit yang terdiri dari 7 taraf dosis sebagai berikut : 0, 100, 200, 300, 400, 500, dan 600 ml/polybag. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH tertinggi terdapat pada perlakuan (L<sub>5</sub>) sebesar 6,69. Kandungan N-total tertinggi terdapat pada perlakuan (L<sub>6</sub>) sebesar 0,27%. Kadar P-tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan (L<sub>5</sub>) sebesar 18,38 ppm. Kandungan K-tersedia dan C-organik terdapat pada perlakuan (L<sub>6</sub>) sebesar 2,03 cmol(+)kg<sup>-1</sup> dan 2,23%. Nilai jumlah daun dan tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan (L<sub>2</sub>) sebesar 15,67 dan 34,07. Pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit dapat meningkatkan kandungan hara dalam tanah. Dosis efektif penggunaan limbah cair pabrik kelapa sawit yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*) adalah 200 ml/polybag.

**Kata Kunci :** Kimia tanah, limbah cair kelapa sawit, pertumbuhan sawi.

#### PENDAHULUAN

Indonesia banyak dijumpai industri pengolahan buah kelapa sawit, dengan demikian banyak juga dijumpai limbah dari

industri tersebut, untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, maka limbah cair industri kelapa sawit dapat digunakan sebagai pupuk, pemanfaatan limbah cair tersebut memberikan beberapa keuntungan,

yaitu dapat mengurangi biaya pengolahan dan sekaligus berfungsi sebagai pupuk organik untuk tanaman (Zulkarnain, 2014).

Limbah pabrik pengolahan kelapa sawit mempunyai kandungan hara yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman, sehingga untuk menghindari pencemaran lingkungan dan untuk mengatasi kebutuhan pupuk, limbah pabrik kelapa sawit (PKS) memungkinkan untuk dimanfaatkan pada lahan perkebunan itu sendiri ataupun lahan pertanian pada masyarakat (Loebis dan Tobing, 1989).

Menurut Banuwa (2002) penggunaan limbah agroindustri untuk budidaya tanaman pertanian merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik, dan dapat mengurangi dampak negatif limbah cair tersebut terhadap lingkungan perairan, di sisi lain karena limbah cair tersebut masih banyak mengandung bahan organik sehingga dapat memperbaiki kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah. Banuwa (2006) menyatakan bahwa pemanfaatan limbah cair pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) selain dapat memperbaiki kualitas lahan pertanian, juga pada batas tertentu tidak mencemari tanah dan air tanah, serta tidak berbahaya bagi tanaman.

Berdasarkan karakteristiknya, maka LCPKS mempunyai potensi yang besar sebagai salah satu pilihan sumber pupuk organik untuk pengembangan tanaman, khususnya tanaman sawi. Penggunaan pupuk organik untuk produksi tanaman dapat memberikan manfaat untuk jangka panjang, hal ini disebabkan karena unsur-unsur hara dalam pupuk organik dilepaskan secara perlahan-lahan dan tersimpan di dalam tanah dalam waktu lama (Ermadani dan Muzar, 2011).

Berdasarkan uraian di atas tampak bahwa limbah cair pabrik kelapa sawit sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan penyubur tanah pertanian, terutama tanah-tanah yang miskin hara, selanjutnya, agar pemanfaatan limbah cair pada lahan-lahan pertanian dapat dilakukan secara

optimal maka penelitian tentang pengaruh limbah cair pabrik kelapa sawit terhadap ketersediaan unsur hara seperti (N, P, K, dan C-Organik) di dalam tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman sangat diperlukan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Green House Fakultas Pertanian dimulai pada bulan September sampai November 2017. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkul, parang, mistar, ayakan, polybag, kantong plastik, timbangan dan beberapa alat laboratorium yang dibutuhkan untuk analisis laboratorium.

Bahan yang digunakan antara lain benih tanaman sawi (*Brassica juncea*), limbah cair pabrik kelapa sawit yang berasal dari PT. Surya Raya Lestari I Desa Bulumario, Kecamatan Sarudu, Kabupaten Mamuju Utara, Provinsi Sulawesi Barat, dan sampel tanah yang berasal dari Desa Oloboju, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah.

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dengan perlakuan sebagai berikut: tanpa pemberian LCPKS ( $L_0$ ), dosis LCPKS 100 ml/polybag ( $L_1$ ), dosis LCPKS 200 ml/polybag ( $L_2$ ), dosis LCPKS 300 ml/polybag ( $L_3$ ), dosis LCPKS 400 ml/polybag ( $L_4$ ), dosis LCPKS 500 ml/polybag ( $L_5$ ), dosis 600 ml/polybag ( $L_6$ ). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 21 unit percobaan.

Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah komposit yang diambil secara acak pada lima titik yang berbeda pada satu unit lahan pada kedalaman 0 – 20 cm. Volume tanah yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman adalah 5 kg/polybag.

Aplikasi limbah cair pabrik kelapa sawit dilakukan secara bertahap

yakni mulai dari umur tanaman sawi baru dipindahkan ke polybag, umur 1 minggu setelah dipindahkan, umur 2 minggu setelah dipindahkan, dan umur 3 minggu setelah dipindahkan, dengan interval 1 minggu sekali, dengan cara disiramkan pada tanah di sekitar tanaman.

Parameter yang diamati meliputi sifat kimia tanah (pH, N total, P tersedia, K tersedia, dan C-organik) dan pertumbuhan tanaman sawi (jumlah daun dan tinggi tanaman).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Karakteristik Tanah Sebelum Pemberian LCPKS.** Hasil analisis tanah sebelum diberikan limbah cair pabrik kelapa sawit menunjukkan bahwa reaksi tanah (pH) agak masam dan N total sangat rendah serta kandungan Na yang sedang. Kandungan C-

organik, P-tersedia, Ca, K, dan KTK tergolong rendah (Tabel 1).

**Kandungan Hara Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS).** Limbah cair pabrik kelapa sawit yang digunakan sebagai pupuk dalam percobaan ini mempunyai kandungan unsur hara (N, P, dan K) dalam jumlah berturut-turut yakni sebesar 0,06%, 0,003%, 0,23%. Kandungan C-organik sebesar 0,67%, serta C/N rasio sebesar 11,17% (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Variabel	Nilai	Satuan
N-Total	0,06	%
P-Total	0,003	%
K-Total	0,23	%
C-Organik	0,67	%
C/N	11,17	%

Tabel 1. Sifat Kimia Tanah Sebelum Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Variabel	Nilai	Satuan	Harkat
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	6,05	-	Agak masam
C-Organik	1,01	%	Rendah
N-Total	0,04	%	Sangat rendah
KTK	11,55	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	Rendah
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Olsen)	10,85	Ppm	Rendah
Ca	5,47	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	Rendah
K	0,35	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	Rendah
Na	0,56	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	Sedang

Tabel 3. Rata-rata Nilai pH, N-total, P-tersedia, K-tersedia, dan C-organik Tanah Setelah Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Dosis LCPKS/polybag	pH (1:2,5)	N total (%)	P tersedia (ppm)	K tersedia (cmol(+)kg <sup>-1</sup> )	C-organik (%)
Tanpa LCPKS	6,58 a	0,02 e	10,10 d	0,21 g	0,57 e
100 ml	6,65 a	0,11 d	11,29 cd	0,64 f	1,07 d
200 ml	6,65 a	0,12 d	12,23 c	0,75 e	1,16 d
300 ml	6,32 a	0,17 c	13,90 b	1,05 d	1,28 d
400 ml	6,53 a	0,21 b	14,66 b	1,14 c	1,62 c
500 ml	6,69 a	0,25 ab	18,38 a	1,82 b	1,90 b
600 ml	6,43 a	0,27 a	18,21 a	2,03 a	2,23 a
BNJ 5%	0,37	0,04	1,26	0,06	0,23

Ket : Angka-angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Arah Vertikal Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji Beda Nyata Jujur pada  $\alpha$  5%.

**Sifat Kimia Tanah Setelah Pemberian LCPKS.** Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit mampu meningkatkan beberapa sifat kimia tanah yang ditinjau dari nilai pH, dan kadar unsur hara tanah meliputi N-total, P-tersedia, K-tersedia, dan C-organik (Tabel 3).

Kemasaman (pH) tanah tertinggi yaitu 6,69 dicapai pada dosis 500 ml/polybag tetapi tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan. Ketersediaan N total tertinggi yakni 0,27% dicapai pada dosis 600 ml/polybag tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 500 ml/polybag. Ketersediaan P tertinggi sebesar 18,38 ppm dicapai pada dosis 500 ml/polybag tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 600 ml/polybag. K tersedia tertinggi sebesar 2,03 cmol(+) $\text{kg}^{-1}$  dicapai pada dosis 600 ml/polybag. Kandungan C-organik tertinggi dicapai pada dosis 600 ml/polybag yakni dengan nilai sebesar 2,23%.

Peningkatan dosis pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit hingga 500 ml/polybag dan 600 ml/polybag dapat meningkatkan unsur hara seperti C-organik, N-total, P-tersedia, dan K-tersedia dibandingkan dengan kontrol. Pemberian 600 ml/polybag LCPKS mempunyai C-organik, N-total, P-tersedia, dan K-tersedia lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, sedangkan pemberian 500 ml/polybag LCPKS hanya meningkatkan N-total dan P-tersedia. Peningkatan ini terjadi karena adanya kandungan N, P, K dan C-organik dalam LCPKS. Pemberian pupuk LCPKS pada tanah di areal perkebunan dapat meningkatkan pH tanah dari 5,39 menjadi 6,25, N total tanah meningkat sampai 46% , P tersedia dari 7,778 ppm menjadi 224,78 ppm, K dari 0,098 cmol(+) $\text{kg}^{-1}$  menjadi 0,962 cmol(+) $\text{kg}^{-1}$  (Widhiastuti *et al.*, 2006).

Hasil penelitian Manik (2000) menunjukkan bahwa aplikasi LCPKS dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti peningkatan, C-organik, N total, P, K, dan Mg. Menurut hasil penelitian Ermadani dan Muzar (2011) menunjukkan bahwa

unsur hara N, P, dan K yang terkandung dalam LCPKS tersedia dalam jumlah yang signifikan yaitu 934 mg L-1, 260 mg L-1 dan 266 mg L-1.

Peningkatan P tersedia juga dapat terjadi karena adanya asam organik dari hasil dekomposisi bahan-bahan organik dalam LCPKS. Asam organik dapat membentuk kompleks dengan kation Al dalam larutan tanah dan juga terjerap pada permukaan oksida Al dan Fe sehingga mencegah terjadinya proses fiksasi P (Haynes dan Mokolobate, 2001). Peningkatan K tersedia terjadi karena dekomposisi bahan organik dapat meningkatkan mobilisasi dan pelepasan kation K dari mineral yang mengandung K ke larutan tanah sehingga meningkatkan penyerapan oleh tanaman (Khademi dan Naderizadeh, 2010). Peningkatan C-organik tanah akibat aplikasi LCPKS disebabkan adanya kandungan bahan organik terlarut dan padat yang berasal dari LCPKS (Agustin *et al.*, 2008).

**Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*).** Hasil pengamatan yang dilakukan selama percobaan menunjukkan bahwa pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit berpengaruh terhadap jumlah daun dan tinggi tanaman sawi, pada dosis 100 ml/polybag sudah mampu meningkatkan jumlah daun dan tinggi tanaman (Tabel. 4).

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Daun dan Tinggi Tanaman Sawi dengan Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit pada Berbagai Dosis

Dosis LCPKS/polybag	Jumlah Daun (Helai/Tanaman)	Tinggi Tanaman (cm)
Tanpa LCPKS	10,67 b	28,30 c
100 ml	11,67 b	32,03 ab
200 ml	15,67 a	34,07 a
300 ml	13,67 ab	33,67 a
400 ml	13,00 ab	33,17 ab
500 ml	11,67 b	31,13 abc
600 ml	11,33 b	29,67 bc
BNJ 5%	3,13	3,85

Ket : Angka-angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Arah Vertikal Tidak Berbeda Nyata Menurut Uji Beda Nyata Jujur pada  $\alpha$  5%.

Jumlah daun tanaman tertinggi 15,67 helai/tanaman dicapai pada dosis 200 ml/polybag akan tetapi tidak berbeda dengan dosis 300 ml/polybag dan 400 ml/polybag. Nilai tinggi tanaman yakni sebesar 34,07 cm dicapai pada dosis 200 ml/polybag tetapi tidak berbeda dengan dosis 100, 300, 400, dan 500 ml/polybag.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemberian LCPKS dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pemberian LCPKS dengan dosis 200 ml/polybag memberikan pengaruh terbaik yakni dengan rata-rata jumlah daun 15,67 helai/tanaman dan tinggi tanaman 34,07 cm. Peningkatan dosis antara 300 hingga 600 ml/polybag mengalami penurunan jumlah daun dan tinggi tanaman yang signifikan.

Turunnya nilai jumlah daun dan tinggi tanaman seiring dengan penambahan dosis pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit terjadi akibat terhambatnya penyerapan unsur hara mikro seperti Fe, Cu, dan Zn. Terhambatnya penyerapan unsur Fe, Cu, dan Zn diakibatkan oleh tingginya kandungan P yang terdapat pada tanah (Tabel 3). Marschner (1995) dalam Liferdi (2010) menyatakan bahwa pemberian dosis P tinggi dapat menyebabkan efek antagonis, yaitu kekurangan hara lain. Konsentrasi P yang tinggi dapat menghambat Fe dan Zn. Unsur hara (Fe, Cu, dan Zn) memiliki peran yang tidak bisa digantikan oleh unsur hara lain sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terganggu. Unsur hara mikro (Fe, Zn, Cu, Mo, Cl dan B) termasuk unsur hara esensial sehingga harus selalu tersedia bagi tanaman meskipun dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah sedikit. Karena unsur hara mikro mempunyai fungsi yang spesifik dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta fungsinya tidak dapat digantikan secara sempurna oleh unsur hara lain (Sudarmi, 2013).

Penurunan nilai jumlah daun dan tinggi tanaman yang terjadi mungkin juga dikarenakan semakin besar jumlah LCPKS

yang diberikan ke tanah maka semakin lama proses penguraian bahan organik sehingga unsur hara yang ada dalam tanah belum dapat diserap secara maksimal oleh tanaman. Limbah cair pabrik kelapa sawit yang diberikan ke tanah memerlukan waktu yang lama untuk melalui proses perombakan secara alami, baru bisa dimanfaatkan oleh tanaman (Harianto, *et al.*, 2014). Menurut Setiyati (1979) dalam Prasetya *et al.* (2009), tersedianya unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk pertumbuhan tanaman, menyebabkan proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel akan berlangsung cepat yang mengakibatkan beberapa organ tanaman tumbuh cepat.

Ketersediaan unsur hara N juga sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, akibat lamanya proses penguraian bahan organik yang terjadi pada LCPKS menyebabkan berkurangnya jumlah unsur hara N yang dapat diserap tanaman, meskipun jumlah N total pada tanah yang diberikan LCPKS meningkat seiring dengan peningkatan dosis pemberian. Nyakpak *et al.* (1988) dalam Simatupang *et al.* (2016) menyatakan bahwa proses pembentukan daun tidak terlepas dari peranan unsur hara seperti nitrogen dan fosfat yang terdapat pada medium tanah dan dalam kondisi tersedia bagi tanaman. Hasil penelitian Hadisaputro *et al.* (2008), menyatakan pemberian pupuk N dapat meningkatkan aktivitas PEP karboksilase pada daun, peran N dalam memacu aktivitas enzim fotosintesis ini lebih dominan.

Saifuddin (1989) menyatakan bahwa apabila unsur hara nitrogen yang tersedia lebih banyak daripada unsur lainnya, dapat dihasilkan protein yang lebih banyak pula dan daun dapat tumbuh lebih lebar sebagai akibat proses fotosintesis lebih banyak, selain itu jumlah nitrogen yang cukup dapat meningkatkan protoplasma, bertambah besarnya ukuran dan jumlah sel yang mengakibatkan jumlah daun dan tinggi tanaman meningkat. Buckman dan Brady

(1982) menambahkan bahwa unsur nitrogen bermanfaat untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu pembentukan sel-sel baru seperti daun, cabang dan mengganti sel-sel yang rusak. Setyamidjaja (1986) menyatakan unsur N berperan dalam merangsang pertumbuhan vegetatif yaitu menambah tinggi tanaman. Gardner *et al.* (1991) menambahkan unsur N sangat dibutuhkan tanaman untuk sintesa asam-asam amino dan protein, terutama pada titik-titik tumbuh tanaman sehingga mempercepat proses pertumbuhan tanaman seperti pembelahan sel dan perpanjangan sel sehingga meningkatkan tinggi tanaman.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pemberian limbah cair kelapa sawit dapat memperbaiki sifat kimia tanah serta mempengaruhi pertumbuhan tanaman sawi. Pemberian limbah cair kelapa sawit nyata meningkatkan pH tanah dan ketersediaan unsur hara N-total, P-tersedia, K-tersedia dan C-organik tanah. Pemberian limbah cair kelapa sawit dengan dosis 500 dan 600 ml/polybag tidak berbeda dengan kontrol, dalam meningkatkan jumlah daun dan tinggi tanaman sawi. Pemberian limbah cair kelapa sawit dengan dosis 200 ml/polybag merupakan dosis efektif yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi.

### Saran

Saya menyarankan untuk penelitian selanjutnya agar kiranya meneliti ketersediaan unsur hara Mg, Ca, dan Na di dalam tanah akibat dari pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin M.B., W.P. Sengpracha, W. Phutdhawong. 2008. *Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent*. Int. J. Environ. Res. Public Health. 5 (3) : 177-180.
- Banuwa I.S. 2002. *Kandungan Hara pada Berbagai Kolam Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit dan Potensinya Bagi Pertanian*. J. Tanah Trop. Vol. 8 (15) : 6976.
- Banuwa I.S. 2006. *Dampak Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit terhadap Kandungan Logam Berat Tanah dan Air Bawah Tanah*. J. Stigma. Vol. 14 (1): 7074.
- Buckman H.O., dan N.C. Brady. 1982. *The Nature and Properties of Soil*. Diterjemahkan oleh Soegiman. Bharata Karya Aksara. Jakarta. 788 hlm.
- Ermadani, dan A. Muzar, 2011. *Pengaruh Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit terhadap Hasil Kedelai dan Perubahan Sifat Kimia Tanah Ultisol*. J. Agron. Indonesia. Vol. 39 (3) : 160 – 167.
- Gardner F.P., R.B. Peace dan R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Edisi Terjemahan oleh Herawati Susilo dan Subiyanto. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hadisaputro S., K. Rochiman, P. D. N. Mirzawan, G. Sukarso, dan B. Sugiharto. 2008. *Kajian peran hara Nitrogen dan Kalium terhadap aktivitas Phosphoenolpyruvate Carboxylase Di Dalam Daun Tebu Keprasan Varietas M 442-51 dan Ps 60*. J. Ilmu Dasar. Vol. 9 (1): 62-71.
- Harianto H., A. Fatah, dan H. Sutejo. 2014. *Pengaruh Kosentrasi dan Waktu Pemberian Limbah Cair Pks Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (Vigna sinensis L.)*. J. AGRIFOR. Vol. 13 (1) : 41 – 48.
- Haynes R.J., M.S. Mokolobate. 2001. *Amelioration of Al Toxicity and P Deficiency in Acid Soils by Additions of Organic Residues: a Critical Review of The Phenomenon and The Mechanisms Involved*. Nutr. Cycl. Agroecosys. 59 (1) : 47-63.
- Khademi H., Z. Naderizadeh. 2010. *Mineralogical Changes of Clay Sized Phlogopite and Muscovite as Affected by Organic Matter Amendment in Rhizosphere*. Anadolu J. Agric. Sci. 25 (2) :74-79.
- Liferdi, L. 2010. *Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis*. J. Hort. Vol. 20 (1) : 18-26.
- Loebis, B. dan P. L. Tobing. 1989. *Potensi Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit*. Buletin Perkebunan. Pusat Penelitian Perkebunan Kelapa Sawit. Medan.
- Manik K.E.S. 2000. *Pemanfaatan Limbah Cair Pengolahan Minyak Sawit pada Areal*

- Tanaman Kelapa Sawit*. J. Tanah Trop. 10:147-152.
- Prasetya B., S. Kurniawan, dan Febrianingsih. 2009. *Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pupuk Cair Terhadap Serapan N dan Pertumbuhan Sawi (Brassica Juncea L.) pada Entisol*. J. AGRITEK. 17 (5) : 1022 – 1029.
- Saifuddin S. 1989. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Setyamidjaja D. 1986. *Budidaya Kelapa Sawit*. Kanisius. Yogyakarta.
- Simatupang H., Hapsoh, dan Y. Husna. 2016. *Pemberian Limbah Cair Biogas Pada Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)*. JOM Faperta. Vol. 3 (2) : 1 – 11.
- Sudarmi. 2013. *Pentingnya Unsur Hara Mikro Bagi Pertumbuhan Tanaman*. WIDYATAMA. Vol. 22 (2) : 178-183.
- Widhiastuti, R., D. Suryanto, Mukhlis, H. Wahyuningsih. 2006. *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik*. J. Ilmiah Pertanian KULTURA. 41 (1) : 1 – 6.
- Zulkarnain. 2014. *Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Akibat Pemberian Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Metode Land Application*. J. AGRIFOR. Vol. 13 (1) : 125 – 130.