



## KAJIAN PEMANFAATAN LIMBAH PADAT INDUSTRI PENGOLAHAN AGAR-AGAR KERTAS BERBAHAN BAKU RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. SEBAGAI PUPUK PADA TANAMAN BAYAM (*Amaranthus* sp.)

**Galih S. Adiguna<sup>\*)</sup>, Rini Pramesti, dan A.B. Susanto**

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698  
Email : galihsetyo86@yahoo.com

### Abstrak

Kajian pemanfaatan limbah padat industri pengolahan agar-agar kertas berbahan baku rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai pupuk pada tanaman bayam (*Amaranthus* sp.) telah dilakukan. Studi kasus di Pabrik Agar-agar Kertas Cap Apel di Desa Mancagahar, Kecamatan Pamengpeuk, Kabupaten Garut ini membandingkan parameter limbah padat rumput laut dengan pupuk kompos yang beredar di pasaran dan mengujikan pada tanaman uji yaitu bayam (*Amaranthus* sp.). Hasil analisis kimia limbah padat rumput laut adalah pH 7,3 (netral), C-Organik 27,28% ; Kadar air 29,98%; Nisbah C/N 8; N-total 3,42% ; Fosfor 0,37 % ; Ca 10,44% ; Mg 0,98% ; K 1,54%, Na 1,70% ; Fe 2573ppm; Cu 5ppm ; Zn 182 ppm ; Mn 83ppm ; KTK 49,33 cmol/kg ; KB > 100%. Hasil tersebut memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik. Pertumbuhan optimal pada tanaman uji dengan menggunakan media limbah, dicapai oleh perlakuan limbah agar-agar kertas 15% , sedangkan untuk penggunaan pupuk kompos dicapai pada perlakuan pupuk kompos 25%. Limbah padat rumput laut berpotensi sebagai pupuk tanaman bayam (*Amaranthus* sp.).

**Kata Kunci:** Agar-agar kertas; limbah padat rumput laut; pupuk organik

### Abstract

Study the utilization of solid waste seaweed *Gracilaria* sp. processing results agar paper as fertilizer on plant spinach (*Amaranthus* sp .) has been done. Case studies in Agar-Agar Paper Factory Cap Apples in the Village Mancagahar, Pamengpeuk District, Garut regency. Was comparing parameters with seaweed solid waste compost on the market and testing this on the test plant spinach (*Amaranthus* sp .). Results of chemical analysis of seaweed solid waste generated from agar paper processing is pH 7.3 (neutral), C-Organic 27.28 %; moisture content 29.98 % ; ratio C / N 8, N-total 3.42 % ; Phosphorus 0.37%, Ca 10.44%, Mg 0.98 % , 1.54 % K, 1.70% Na; 2573 ppm Fe; 5 ppm Cu; 182 ppm Zn; Mn 83 ppm; KTK 49.33 cmol / kg; KB> 100%. These results meet the minimum technical requirements of organic fertilizer. Optimal results on plant growth test using the media of waste, waste treatment that achieved by 15% , while the use of compost to be achieved in compost treatment 25%. Solid waste of seaweed has the potential as spinach (*Amaranthus* sp .) plant fertilizer.

**Keywords :** Agar paper; seaweed solid waste; organic fertilizer

*\*) Penulis penanggung jawab*

### PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya hayati laut yang memiliki potensi kandungan bahan pangan dan bahan farmasi yang cukup potensial dan merupakan komoditi yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, disamping itu rumput laut juga digunakan sebagai bahan baku industri (Afrianto dan Liviawati, 1993 dalam Haryanti *et al.*, 2008). Salah satu industri

yang mengolah rumput laut adalah Pabrik Agar-Agar Kertas Cap Apel di Desa Mancagahar, Kecamatan Pamengpeuk , Kabupaten Garut yang mengolah rumput laut jenis *Gracilaria* sp. menjadi agar-agar kertas.

Pengolahan rumput laut di Pabrik ini menghasilkan limbah padat yang berasal dari ampas hasil proses penyaringan dan penirisan (Riyanto, 1998 dalam Hartati,



2001). Pengelolaan dan pemanfaatan limbah padat hasil pengolahan agar-agar kertas saat ini masih belum tertangani dengan baik (Hartati, 2001). Limbah tersebut biasanya ditimbun di lokasi pembuangan, hal ini akan menjadi masalah apabila tempat pembuangan sudah tidak lagi mampu menampung limbah padat yang dihasilkan dan akan menimbulkan bau yang tidak sedap (Afif, 2011).

Rumput laut sebagai bahan baku pembuatan agar-agar kertas mengandung kalsium, fosfor, belerang dan natrium (Winarno, 1990), sehingga limbah padat yang dihasilkan apabila diolah dapat menghasilkan pupuk buatan (Yustin *et al.*, 2008). Pemanfaatan limbah dari pengolahan rumput laut ini perlu dikelola dengan baik agar dapat memberikan nilai tambah pada industri dan mengurangi masalah pencemaran lingkungan, terutama bau dan faktor estetika.

Pembatasan impor hortikultura oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang diatur oleh Peraturan Menteri Pertanian Nomor 60 tahun 2012, mendorong peningkatan produksi tanaman hortikultura dalam negeri, yang juga membutuhkan sumber unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Hal ini yang mendorong dilakukannya penelitian dengan tujuan mengetahui pengaruh penambahan limbah padat rumput laut hasil pengolahan agar-agar kertas terhadap pertumbuhan bayam (*Amaranthus sp.*).

## **BAHAN DAN METODA**

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah padat rumput laut hasil pengolahan agar-agar kertas. Materi ini diperoleh dari Pabrik Agar-Agar Kertas Cap Apel di Desa Mancagahar, Kecamatan Pamengpeuk, Kabupaten Garut. Tanaman uji yaitu bayam, bibit tanaman bayam diperoleh dari Toko Pertanian Sarana Tani Kabupaten Temanggung. Analisis

kandungan kimia limbah padat rumput laut dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanah, Bogor.

Alat yang digunakan pada penelitian adalah tray, pengaduk, kertas label, jangka sorong ketelitian 0,1 mm, timbangan analitik ketelitian 1 gram dan 0,01 gram, bejana plastik, polybag. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah agar-agar kertas, kompos dan tanah.

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yakni penelitian pendahuluan dan utama. Penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan media tanam, analisis kimia limbah padat, penyemaian benih, pengamatan tinggi dan jumlah daun.

Pada penelitian utama dilakukan uji pengaruh perbedaan media tanam dengan taraf perlakuan yang sudah ditentukan. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, dan bobot tanaman. Penelitian ini dilakukan dari penyemaian benih selama dua minggu pada tray, dilanjutkan dengan transplantasi tanaman pada polybag dan pengamatan setiap minggu selama 35 hari (0 HST, 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 35 HST), HST adalah singkatan dari Hari Setelah Transplanting (pindah tanam).

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan berupa pemberian limbah agar-agar kertas dan masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan. Adapun taraf perlakuan sebagai berikut : P<sub>1</sub> (Limbah Agar 15%), P<sub>2</sub> (Limbah Agar 20%), P<sub>3</sub> (Limbah Agar 25%), K<sub>1</sub> (Kompos 15%), K<sub>2</sub> (Kompos 20%), K<sub>3</sub> (Kompos 25%), T<sub>0</sub> (Tanah 100%).

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis General linear model (GLM) Repeated measures dan analisis ragam (Anova) pada taraf kepercayaan 95 persen (P<0,05). Jika hasil analisis ragam berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf kepercayaan 95% dan 99%.



Perlakuan	Tinggi						Jumlah Daun						Lebar daun			Bobot
	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	21 HST	28 HST	35 HST	35 HST
	----- cm -----						----- helai -----						----- cm-----			Milligram
Kontrol	3,26	3,83	4,39	6,72	10,06	13,93	3,67	3,67	5	6	7,33	8,33	1,58	2,64	3,68	1336,33
P <sub>1</sub>	2,92	3,64	5,11	7,99	12,28	17,11	3	4	5	6,33	8	10	1,96	3,04	4,01	2265
P <sub>2</sub>	3,09	3,47	5,21	8,95	11,48	16,50	3	3,67	5,33	7	7,67	9,67	2,13	2,59	4,07	1889,33
P <sub>3</sub>	3,13	3,62	5,24	7,65	11,15	15,34	3,33	4	5	6	7,33	8,66	1,86	2,79	3,88	1608
K <sub>1</sub>	3,04	3,81	5,80	9,16	12,77	17,76	3,67	4	5	6	7,33	9	2,23	3,28	4,44	2769
K <sub>2</sub>	2,73	3,04	4,88	7,74	11,32	17,77	3,33	4	5,33	6	7,67	9,67	2,07	2,73	4,18	2722,67
K <sub>3</sub>	2,72	3,09	7,72	7,79	11,95	18,31	3,33	4	5,33	6,33	7	9	2,06	3,06	4,65	3224,33

**Tabel 1.** Hasil Rerata Pengaruh Perbedaan Jenis Media Tanam terhadap Tinggi, Jumlah Daun, Lebar daun dan Bobot *Amaranthus sp.*

Keterangan : P<sub>1</sub> (Limbah Agar 15%), P<sub>2</sub> (Limbah Agar 20%), P<sub>3</sub> (Limbah Agar 25%), K<sub>1</sub> (Kompos 15%), K<sub>2</sub> (Kompos 20%), K<sub>3</sub> (Kompos 25%), T<sub>0</sub> (Tanah 100%).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian menunjukkan penggunaan kompos hasilnya lebih baik dibandingkan dengan limbah agar-agar kertas, tetapi dari hasil uji analisis General linear model (GLM) Repeated measures, menunjukan perbedaan perlakuan jenis media tanam tidak memberikan pengaruh nyata ( $p \geq 0,05$ ) terhadap pertumbuhan *Amaranthus sp.*

Pada perlakuan kompos menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman paling optimal dibandingkan dengan perlakuan limbah agar-agar kertas. Hal ini diduga kandungan unsur P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada kompos jumlahnya lebih tinggi dibanding pada limbah agar-agar kertas. Unsur P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> berfungsi merangsang pertumbuhan tanaman dan mengangkut energi hasil metabolisme dalam tanaman. Kompos dapat memperbaiki struktur tanah dengan cara meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) sehingga unsur hara yang diserap oleh tanaman dapat terpenuhi. Selain itu kompos juga dapat meningkatkan

daya serap tanah terhadap air dan zat hara sehingga zat hara dalam tanah tidak

terbawa air (Samekto, 2006 dalam Afif, 2011).

Pertumbuhan jumlah daun tertinggi pada perlakuan limbah agar-agar kertas 15%. Hal ini diduga, berdasarkan analisis kimia (Tabel 2), limbah agar-agar kertas mengandung berbagai macam unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Kandungan mineral tersebut membantu tanaman bayam melakukan pembelahan sel sehingga meningkatkan pertumbuhan bayam setiap minggunya.

Perlakuan kompos menghasilkan bobot terbaik pada saat pemanenan. Sedangkan dari hasil analisa statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan limbah agar-agar kertas. Hal ini diduga karena limbah agar mengandung unsur Ca, Mg, dan K yang cukup. Unsur-unsur tersebut bermanfaat untuk pertumbuhan pucuk daun (Ca), penyusun klorofil (Mg), penunjang sistem perakaran dan tunas (K). Selain itu adanya



sifat hidrokoloid pada rumput laut yang dapat dimanfaatkan untuk penyerapan air (daya serap tinggi) dan menjadi substrat yang baik untuk mikroorganisme tanah (Saputra 2008).

Hasil penelitian menunjukkan Pada perlakuan limbah agar-agar kertas semakin sedikit konsentrasi yang diberikan, hasilnya semakin optimal untuk pertumbuhan *Amaranthus* sp. Hasil ini berbeda dengan penggunaan pupuk kompos dimana semakin tinggi konsentrasi pupuk kompos yang diberikan hasilnya semakin baik. Hal ini diduga kandungan unsur hara pupuk kompos yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan unsur hara yang terkandung dalam limbah agar-agar kertas. Hasil analisa kimia limbah agar-agar kertas pupuk kompos dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Karakteristik Kimia Limbah Padat Rumput Laut Hasil Pengolahan Agar – agar Kertas dan Pupuk Kompos

Paramater Uji	Limbah agar- agar kertas	Pupuk kompos
pH	7,3	8,4
Kadar air (%)	29,98	31,90
C-Organik (%)	27,28	17,00
N-total (%)	3,42	1,67
C/N	8	10
P (%)	0,37	0,58
K (%)	1,54	3,13
Ca (%)	10,44	1,51
Mg (%)	0,98	0,17
Na (%)	1,70	0,60
Zn (ppm)	182	73
Fe (ppm)	2573	18425
Mn (ppm)	83	1259
Cu (ppm)	5	23
Al (cmol/kg)	0,00	0,00
H (cmol/kg)	0,00	0,00
KTK (cmol/kg)	49,33	53,33
KB (%)	> 100	> 100

Dari hasil analisa, limbah agar-agar kertas mempunyai nilai pH 7,3. Nilai ini tergolong netral sesuai dengan syarat teknis minimal pupuk organik, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion ( $H^+$ ) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion  $H^+$  maka semakin masam tanah tersebut. Pada tanah yang masam jumlah ion  $H^+$  lebih tinggi daripada  $OH^-$ , sedangkan pada tanah alkalis kandungan  $OH^-$  lebih banyak daripada  $H^+$ . Bila kandungan  $H^+$  sama dengan  $OH^-$  maka tanah bersifat netral yaitu mempunyai pH=7 (Hardjowigeno, 1987). Nilai pH dalam tanah juga menunjukkan keberadaan unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman. Pada tanah masam banyak terkandung unsur alumunium (Al). Konsentrasi alumunium (Al) yang tinggi dapat mengikat unsur P dalam tanah, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman (Salisbury dan Ross, 1995).

Kandungan kadar air limbah agar-agar kertas adalah 28,98 %. Nilai ini sesuai dengan persyaratan teknis minimal pupuk (Tabel 3). Kandungan kadar air yang terlalu tinggi menjadikan ruang pori terisi air sehingga menghambat aliran udara ke dalam tanah, sehingga mengganggu respirasi dan serapan hara oleh akar tanaman, serta menyebabkan perubahan reaksi tanah dari reaksi aerob menjadi reaksi anaerob (Hanafiah, 2007).

Kandungan C-Organik dalam limbah agar-agar kertas adalah 27,28 %. Nilai ini sesuai dengan persyaratan teknis minimal pupuk organik (Tabel 3). Karbon penting sebagai pembangun bahan organik, karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik (Fauzi, 2008).

Menurut Lakitan, (2010) konsentrasi nitrogen yang dibutuhkan oleh tumbuhan tingkat tinggi 1,5 % , sedangkan kandungan N-Total dalam limbah agar-agar kertas adalah 3,42 %, jumlah tersebut



termasuk dalam kategori berkecukupan. Nitrogen dalam jaringan tumbuhan merupakan penyusun senyawa esensial bagi tumbuhan, misalnya asam amino.

Nisbah C/N limbah agar-agar kertas adalah 8. Nilai ini belum memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik (Tabel 3). Nisbah C/N adalah perbandingan karbon dan nitrogen yang terkandung dalam suatu bahan organik. Nisbah C/N yang semakin besar menunjukkan bahwa bahan organik belum terdekomposisi sempurna. Nisbah C/N yang semakin rendah menunjukkan bahwa bahan organik sudah terdekomposisi (Sutanto, 2002).

Kandungan P dalam limbah padat rumput laut hasil pengolahan agar-agar kertas adalah 0,37 %. Nilai ini sesuai dengan persyaratan teknis minimal pupuk organik (Tabel 3). Fosfor merupakan salah satu unsur esensial bagi tanaman yang berfungsi dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. pH tanah sangat menentukan ketersediaan unsur tersebut (Salisbury dan Ross, 1995). Kekurangan unsur P dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat akibat terganggunya perkembangan sel dan akar tanaman (Suwandi, 2009).

Kandungan K dalam limbah padat rumput laut hasil pengolahan agar-agar kertas adalah 1,54 %. Nilai ini sesuai dengan persyaratan teknis minimal pupuk organik (Tabel 3). Unsur K berperan dalam pembentukan protein dan karbohidrat, memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga dan buah tidak mudah gugur. Kalium dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit. Apabila kandungan unsur K rendah, dapat menyebabkan daun tanaman kering dan timbul bercak coklat (Supriyadi, 2009).

Kandungan Ca dalam limbah agar-agar kertas adalah 10,44 % sedangkan kandungan Mg 0,98 %. Jumlah tersebut termasuk dalam kategori berkecukupan dan

cenderung tinggi karena konsentrasi unsur Ca dan Mg yang dibutuhkan tumbuhan tingkat tinggi adalah Ca 0,5 % dan Mg 0,2 % (Hanafiah, 2007). Tingginya unsur hara alkalis seperti Ca dan Mg, karena rumput laut hidup di air laut yang kaya akan mineral, unsur tersebut diserap dan terakumulasi di dalam jaringan (Saputra, 2008). Unsur Ca berperan merangsang pembentukan bulu-bulu akar, mengeraskan batang dan merangsang pembentukan biji (Salisbury dan Ross, 1995). sedangkan unsur Mg merupakan unsur penyusun khlorofil. Hal ini yang menjadikan Mg merupakan unsur hara esensial yang penting (Lakitan, 2010).

Unsur Na merupakan hara penunjang yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur Na limbah agar-agar kertas adalah 1,70 %. Natrium (Na) merupakan unsur yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman terutama di daerah kering. Unsur ini juga bersifat toksik bagi tanaman jika terdapat dalam tanah dalam jumlah yang berlebihan (Hanafiah, 2007). Ambang batas kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat dilihat pada Tabel 4, apabila unsur hara yang terkandung pada suatu bahan melebihi nilai tersebut maka unsur tersebut akan bersifat toksik.

Kandungan unsur hara mikro Fe, Mn, Cu, Zn yang terkandung dalam limbah agar-agar kertas adalah Fe 2573 ppm; Mn 83 ppm; Cu 5 ppm; dan Zn 182 ppm. Nilai tersebut sesuai dengan persyaratan teknis minimal pupuk organik yaitu untuk Fe maksimal 4000 ppm sedangkan untuk Mn, Cu dan Zn maksimal 5000 ppm. Unsur hara mikro dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, tetapi akan menjadi masalah apabila tersedia dalam jumlah berlebihan dan akan langsung bersifat toksik bagi tanaman (Hanafiah, 2007).

Kapasitas Tukar kation (KTK) limbah padat rumput laut hasil pengolahan agar-



agar kertas adalah 49,33 cmol/kg. KTK adalah jumlah total kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid bermuatan negatif. Nilai KTK tanah sangat beragam, tergantung dari sifat dan ciri tanah. Besar kecilnya KTK dipengaruhi oleh reaksi tanah, tekstur atau jumlah liat, jenis mineral liat, bahan organik, dan pengapuran atau pemupukan (Hardjowigeno, 1987).

KB (Kejenuhan Basa) limbah agar-agar kertas adalah > 100 %. Nilai ini tergolong sangat tinggi karena nilai KB > 80 % (Sulaeman et al., 2005). Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kadar kation basa dengan KTK efektif (Hanafiah, 2007). Kation-kation basa umumnya merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman, sehingga tanah dengan kejenuhan basa tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur (Hardjowigeno, 1987).

Tabel 3. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik

No.	Parameter	Kandungan
1.	C-organik (%)	Minimal 15
2.	C/N Ratio	12-25
3.	Bahan ikutan (%) (kerikil, beling, plastik)	<2
4.	Kadar air (%)	Minimal 20 Maksimal 35
	Kadar logam berat	<10
	As (ppm)	<1
5.	Hg (ppm)	<50
	Pb (ppm)	<10
	Cd (ppm)	<10
6.	pH	>4 - <8
7.	Kadar total (N+P2O5+K2O) (%)	Dicantumkan
8.	Mikroba patogen (E. Coli, Salmonella)	Dicantumkan
9.	Kadar unsur mikro (ppm) (Zn, Cu, Mn, Co, Fe)	Dicantumkan

Sumber : Balai penelitian Tanah

Tabel 4. Ambang Batas Kandungan Unsur Hara yang Dibutuhkan Tanaman

Paramater Uji	Nilai
C (%)	5
N (%)	0,75
C/N	25
P2O5 HCl 25% (mg 100g <sup>-1</sup> )	60
P2O5 Bray (ppm P)	15
P2O5 Olsen (ppm P)	20
K2O HCl 25% (mg 100g <sup>-1</sup> )	60
KTK/CEC (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	40
Ca (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	20
Mg (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	8
K (me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	1
Na(me 100 g tanah <sup>-1</sup> )	1
Kejenuhan Basa (%)	80
Fe (ppm)	53
Mn (ppm)	23
Al (ppm)	40

Sumber : Balai penelitian Tanah

Bobot tanaman merupakan parameter utama pengamatan yang menunjukkan tingkat pertumbuhan suatu tanaman, dimana pada saat panen petani menghitung nilai ekonomis hasil tanam dari parameter tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu untuk pembuatan artikel ini.

PUSTAKA

Afif, A.K. 2011. Pemanfaatan Limbah Padat Proses Pengolahan Agar Pt Agarindo Bogatama Sebagai Media Tanam Hortikultura. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Fauzi, A. 2004. Analisa Unsur Hara Karbon Organik Dan Nitrogrn Didalam Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau. (Tugas Akhir). Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahua Alam, Universitas Sumatera Utara.



- 
- Hanafiah, K.A. 2007. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Hardjowigeno S. 1987. Ilmu Tanah. PT Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hartati, S. 2001. Pemanfaatan Limbah Agar-agar Kertas Untuk Produksi Enzim Selulase Dari Kapang *Trichoderma viride*. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Haryanti, A.M., S. Darmanti, M. Izzati. 2008. Kapasitas Penyerapan dan Penyimpanan Air pada Berbagai Ukuran Potongan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* sebagai Bahan Dasar Pupuk Organik. *BIOMA Volume 10*, No. 1, Juni 2008:1-6 Jakarta: Kanisius.
- Lakitan, B. 2010. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Rajawali Pres, Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan jilid 1. Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Lingkungan. Terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono. ITB press : Bandung.
- Saputra, D.R. 2008. Aplikasi Bioteknologi Pemanfaatan Limbah Rumput Laut.
- Sulaeman, Suparto dan Evianti 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Supriyadi, S. 2009. Status Unsur-unsur Basa ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , dan  $\text{Na}^+$ ) Di Lahan Kering Madura. *AGROVIGOR ISSN: 1979-5777 Volume 2*, No. 1, Maret 2009: 35-41
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik. Kanisius, Yogyakarta.
- Suwandi. 2009. Menakar Kebutuhan Hara Tanaman Dalam Pengembangan Inovasi Budi Daya Sayuran Berkelanjutan. *Pengembangan Inovasi Pertanian No. 2* febuari 2009: 131-147
- Tirta, I.G. 2006. Pengaruh Beberapa Jenis Media Tanam dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Anggrek Jamrud (*Dendrobium macrophyllum* A. Rich). *BIODIVERSITAS ISSN: 1412-033X Volume 7*, No. 1, Januari 2006: 81-84
- Winarno, F.G. 1990. Teknologi Pengolahan Rumput Laut: Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, 112 hlm.
- Justin, I., D. angelia, Y. Hala dan P. Taba. 2005. Analisis Potensi Limbah Cair Hasil Pengolahan Rumput Laut Sebagai Pupuk Buatan. *Marina Chimica Acta ISSN: 1411-2132 Volume 6*, No. 1, April 2005: 2-8