

**ANALISIS PENYERAPAN FOSFOR PADA BERBAGAI
UMUR TANAMAN KEDELAI (Glycine max L. Merr) DI
DAERAH PESISIR**

Oleh :

SYAFRUDDIN FARID

H 311 98 037



NO. INVENTARI	SYAFRUDDIN
Tgl. Terima	25 Sept 2003
Asal Gori	MAKASSAR KIRI M.
Banyaknya	2 (Satu) Rp
Harga	1 triliun
No. Inventori	03 09 25 151
No. 2	16902

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2003

**ANALISIS PENYERAPAN FOSFOR PADA BERBAGAI
UMUR TANAMAN KEDELAI (Glycine max L. Merr) DI
DAERAH PESISIR**

Oleh :

SYAFRUDDIN FARID

H 311 98 037

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Sarjana Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2003

**ANALISIS PENYERAPAN FOSFOR PADA BERBAGAI
UMUR TANAMAN KEDELAI (Glycine max L. Merr) DI
DAERAH PESISIR**

Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Alfian Noor, M. Sc.
Nip. 130 520 684

Pembimbing Pertama



Ir. Nurlina Kasim, M.Si
Nip. 131 992 465

PANITIA UJIAN SARJANA JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN

TIM PENGUJI

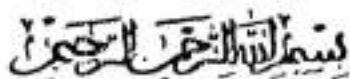
- | | |
|------------------------------------|--------------|
| 1. Prof. Dr. H. M. Noor Jalaluddin | (Ketua) |
| 2. Drs. Firdaus Zenta, MSi | (Sekretaris) |
| 3. Drs. Maming, MSi | (Ex.Offisio) |
| 4. Prof. Dr. Alfian Noor, M.SC | (Ex.Offisio) |
| 5. Dr. Paulina Taba, M. Phill | (Anggota) |
| 6. Ir. Nurlina Kasim, MSi | (Anggota) |

Skripsi ini kupersembahkan khusus buat Almarhum

Ayahanda tercinta :

"Drs. H. Farid Sahatal"

KATA PENGANTAR



Assalamu alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas hidayah dan inayahNya yang telah mengantar penulis hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis sampai ke tahap penulisan skripsi ini tak lepas dari bantuan, baik berupa materiil maupun spirituil dari orang-orang di lingkungan penulis. Karena itu penulis menghaturkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Maming. MSi, sebagai pembimbing utama, Bapak Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc, sebagai pembimbing pertama serta Ibu Ir Nurlina Kasim. Msi, sebagai pembimbing kedua, yang dengan penuh kesabaran telah mengarahkan penulis sejak awal rencana penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi.
2. Bapak Dr. Ir. Prastawa Budi, Sebagai Ketua Jurusan Kimia yang senantiasa memberi arahan kepada penulis.
3. Para Dosen-Dosen yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh studi di Jurusan Kimia Fakultas MIPA.
4. Kak Armansyah Abdullah, Kak Anti (Analisis Lab Biokimia), Pak Beddu. Sahabat-sahabat penulis : Primus Tc@m (Basnur, Firman, Gunawan,

Ahmad MJ, Agussalim, Miswar SSi, Arham, Anas) dan semua teman-teman yang seiring dengan perjalanan studi dan kehidupan penulis, telah memberikan rasa kebersamaan dan persahabatan yang indah.

5. Semua yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Skripsi ini penulis persembahkan khusus kepada orang tua penulis : Ayahanda Almarhum **Drs. H. Farid Sahatal** dan Ibunda **Hj. Hasnah**, saudara-saudara penulis: Hasriani, Drs. Syahrir M.Si, Syahrida, Ir. Syaidin, Syarif, Syatria, Halwatiah, Syamsinah, Amin suardi, Khadijah. Semoga Allah senantiasa memberikan limpahan rezki dan merahmati kita semua. Terima kasih yang dalam juga penulis peruntukkan kepada Bapak **Faisal** dan Ibu **Jumariah** beserta keluarga dan tidak terkecuali Musdalifah yang telah banyak memberikan motivasi dan perhatian kepada penulis.

Manusia tak pernah luput dari kekhilafan, karena itu penulis sangat menghargai bila ada kritik dan saran demi penyempurnaan isi skripsi ini. Penulis hanya dapat berdoa agar termasuk ke dalam orang-orang yang beruntung dan di ridhoiNya, agar dapat memanfaatkan ilmu pemberian Allah, dan akhirnya semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan siapa pun yang membaca.

Makassar, Juni 2003

P e n u l i s

ABSTRAK

SYAFRUDDIN FARID. Analisis Penyerapan fosfor pada berbagai umur tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr) di daerah pesisir

Telah dilakukan penelitian tentang kepercayaan metode radioisotop untuk melacak keberadaan fosfor, dengan menggunakan pencacah sintilasi cair dan mengaplikasikannya untuk analisis efisiensi pemupukan pada berbagai umur tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr) di daerah pesisir.

Analisis pada sampel tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr) dilakukan dengan dua tahap : Pencacahan fosfor radioaktif dilakukan dengan pencacah sintilasi cair dan analisis total fosfor diukur dengan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu.

Hasil efisiensi pemupukan fosfor yang diperoleh untuk pemupukan 25 Kg/ha pada panen minggu 4, 5, dan 6 yaitu 45.94%, 5.97%, dan 3.06% sedangkan untuk pemupukan 50 Kg/ha pada panen minggu 4, 5, dan 6 diperoleh 48.67%, 4.33%, dan 2.69%. ini menunjukkan bahwa penyerapan fosfor terbesar pada minggu ke 4.

ABSTRACT

SYAFRUDDIN FARID. Analysis of phosphor fertilizing efficiency for ages various soybean plant (Glycine max L. Merr) in coastal area.

A Study on validity radioisotop method to phosphor being civilized trace, using liquid counter and applying of phosphor fertilizing efficiency for ages various soybean plant (Glycine max L. Merr) in coastal area.

Analysis on soybean plant sample plant (Glycine max L. Merr) was conducted in two stages. Those are phosphor activity counting liquid scintillation counter and total phosphor analysis with UV-Vis Spectrometer Shimadzu.

Result obtained of phosphor fertilizing efficiency for fertilizing 25 Kg/ha on 4, 5, and 6 week harvest is 45.94%, 5.97%, and 3.06% while fertilizing 50 Kg/ha is 48.67%, 4.33%, and 2.69%. These showed that phosphor biggest fertilizing on 4 week.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan tujuan	3
1.2.1. Maksud penelitian	3
1.2.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Karakteristik Tanah Pesisir	4
2.2. Radioisotop	8

2.3. Fosfor Radioaktif	10
2.4. Fosfor dalam Tanah dan Tanaman	11
2.4.1. Fosfor dalam Tanah	11
2.4.2. Fosfor dalam Tanaman	13
2.5. Pencacah Sintilasi Cair	15
2.5.1. Spektra Partikel β^-	15
2.5.2. Dasar Sintilasi Cair	15
2.5.3. Mekanisme Kerja Sintilasi Cair	17
2.5.4. Pemadaman	19
2.5.5. Larutan Standar Radioaktif	19
2.6. Kedelai (<u>Glycine max</u> L. Merr)	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Waktu dan Tempat	22
3.2. Alat dan Bahan	22
3.2.1. Alat yang digunakan	22
3.2.2. Bahan yang digunakan	22
3.3. Cara Kerja	23
3.3.1. Penanaman dan Pemupukan	23
3.3.2. Penyiapan Sampel	23
3.3.3. Analisis ^{32}P pada Sampel Tanaman	24
3.3.4. Analisis total Fosfor pada Tanaman	25
3.4. Pengolahan Data	26
3.4.1. Pembuatan Kurva Standar	26

3.4.2. Penentuan Kadar Total Fosfor	27
3.4.3. Aktifitas Spesifik Tanaman	27
3.4.4. Efisiensi Pemupukan	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Berat Kering Tanaman Kedelai	28
4.2. Serapan Total Fosfor Tanaman Kedelai	30
4.3. Aktifitas Radioaktif ³² P Tanaman Kedelai	31
4.4. Aktifitas Spesifik Awal ³² P	33
4.5. Aktifitas Spesifik ³² P Pada Tanaman Kedelai	33
4.6. Efisiensi Pemupukan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Sifatnya dan Karakteristik Tanah-Tanah Lahan Pantai	5
2.	Sifat dan Ciri Tanah Alluvial Lahan Pesisir pada Berbagai Lokasi di Kalimantan dan Sumatera, Indonesia	7
3.	Pengaruh pH Terhadap Tersedianya Pospor	13
4.	Pengukuran serapan Larutan Standar	xvii
5.	Berat Kering Tanaman Kedelai	xxi
6.	Fosfor Total Tanaman Kedelai	xxi
7.	Aktifitas Radioaktif ^{32}P tanaman kedelai	xxiii



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Siklus Fosfor	5
2.	Diagram Sebuah Pencacah Sintilasi Cair	18
3.	Diagram Rata-Rata Berat Kering Tanaman	32
4.	Diagram Rata-Rata Total Fosfor Tanaman Kedelai	34
5.	Diagram Rata-Rata Aktifitas ^{32}P pada Tanaman Kedelai	35
6.	Grafik Aktifitas Spesifik Tanaman Kedelai	37
7.	Grafik Efisiensi Pemupukan Tanaman Kedelai	38

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1	Hasil pengukuran serapan larutan standar P	xvii
2	Contoh perhitungan pengukuran aktifitas ^{32}P lebih dari satu kali	xiii
3	Contoh perhitungan koreksi aktifitas ^{32}P (cpm)	xix
4	Contoh perhitungan kadar P-total	xx
5	Contoh perhitungan aktifitas spesifik	xxi
6	Tabel hasil analisis	xxii

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

λ	: Tetapan peluruhan
μCi	: Mikrocurie
β^-	: Sinar beta
ν_e	: Neutrino
X	: Sinar X
γ	: Sinar gamma
μg	: Mikrogram
Σ	: Sigma
A	: Kecepatan cacah pada waktu t
A_0	: Kecepatan cacah pada waktu $t = 0$
A_s	: Aktifitas spesifik
Bq	: Becquerel
C	: Tetapan efisiensi
Ci	: Curie
cpm	: Kecepatan cacah
DNA	: Deoxyribonucleic acid
dpdt	: Disintegrasi perdetik
Dps	: Laju disintegrasi
E	: Efisiensi
g	: Gram
Ha	: Hektoare
Kg	: Kilogram

mg	: Miligram
mCi	: Milicurie
MeV	: Milielektron volt
N	: Jumlah inti yang tersisa pada waktu t
No	: Jumlah inti pada waktu t = 0
pH	: Derajat keasaman
PMT	: fotomultiplier tube
SIS	: Spektrum indeks sampel
t	: Waktu
T _{1/2}	: Waktu paruh
TSP	: Pupuk fosfor

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini penerapan teknik radioisotop sudah sangat luas. Penggunaan teknik radioisotop sudah banyak dilakukan, karena teknik ini memiliki beberapa kelebihan antara lain mampu melacak suatu proses dengan menggunakan senyawa bertanda, sensitifitasnya tinggi, dan dapat mendeteksi materi yang bermassa renik.

Keunggulan teknik radioisotop dapat menunjang keberhasilan di bidang ilmu pengetahuan lain, diantaranya bidang pertanian. Masalah utama dalam bidang pertanian menggunakan teknik radioisotop sehubungan dengan usaha peningkatan produktifitas hasil pertanian adalah masalah pemupukan. Pentingnya mempelajari efisiensi pemupukan adalah untuk menekan biaya produksi dan menghindari resiko kerusakan lingkungan akibat pemakaian pupuk buatan yang berlebihan.

Fosfor merupakan faktor tumbuh yang berada dalam keadaan minimum dibandingkan Nitrogen dan Kalium. Sehingga bila tidak dikoreksi dapat menjadi faktor pembatas bagi peningkatan hasil, walaupun N dan K diperbaiki. Oleh karena itu diperlukan penambahan unsur hara (pemupukan) P ke dalam tanah. Namun seringkali perbandingan jumlah pupuk yang diberikan dan discrap oleh tanaman memiliki rasio yang tinggi, karena kemampuan penyerapan unsur-unsur hara tanaman tidak diperhatikan.

Wilayah pesisir adalah bagian ujung dari daratan pantai yang pada periode pertengahan di wilayah ini terjadi fluktuasi pasang dan surutnya air laut, yang



wilayahnya kurang lebih adalah 200 meter di atas sampai 200 meter di bawah permukaan laut (Anonim, 2001).

Umumnya tanah pesisir adalah termasuk lahan marginal. Lahan di daerah pesisir dapat lebih produktif dan berkelanjutan jika menggunakan teknologi dan sistem pengelolaan yang tepat. Salah satu bentuk penerapan teknologi ini adalah penggunaan pupuk untuk memacu pertumbuhan tanaman budidaya, termasuk diantaranya pupuk fosfor (TSP). Tanah pesisir mempunyai pH sangat rendah bahkan dapat mencapai pH 2,0 -3,0. Pada pH rendah kandungan total fosfor sangat tinggi pada tanah. (C.A. Black, 1957). Besarnya fosfor yang ada di tanah pesisir selain dipengaruhi oleh pH, juga karena adanya aliran permukaan (*run off*) pada tanah-tanah yang topografinya lebih tinggi dibandingkan daerah pesisir. Walaupun jumlah fosfor di tanah pesisir cukup besar, namun semakin sedikit fosfor yang tersedia bagi tanaman (Suprpto, 1995), karena P diikat kuat oleh Fe^{3+} dan Fe^{2+} pada lapisan pirit pada tanah alluvial menjadi $Fe^{3+}P$ dan $Fe^{2+}P$ (Shanches, 1993) dan walaupun dalam keadaan tersedia tetapi yang dibutuhkan tanaman budidaya, utamanya tanaman kedelai juga besar, yaitu 1-2 kw TSP/Ha. Hal ini menyebabkan pada tanah-tanah alluvial tanaman yang dibudidayakan akan kekurangan fosfor, karenanya perlu ditambahkan pupuk fosfor yang tersedia berupa pupuk anorganik TSP.

Oleh sebab itu, maka perlu kiranya dilakukan penelitian efisiensi pemupukan fosfor di daerah pesisir dengan teknik radioisotop (TSP bertanda), agar suplai fosfor bagi tanaman kedelai tidak melampaui batas yang diperlukan,

sehingga upaya pelestarian lingkungan, terutama lingkungan perairan, dapat dicapai.

1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1. Maksud Penelitian

Mengetahui keabsahan penerapan teknik radioisotop ^{32}P sebagai perunut dalam penyerapan fosfor pada tanaman kedelai di daerah pesisir.

1.2.2. Tujuan Penelitian

Menentukan efisiensi penyerapan fosfor pada tanaman dengan menggunakan teknik penanda ^{32}P berdasarkan nilai aktifitas spesifik tanaman.

1.3. Manfaat Penelitian

Kegunaannya adalah sebagai salah satu alternatif dan indikator dalam penentuan tingkat kesuburan tanah, sehingga menjadi bahan pertimbangan pemerintah dalam mengeluarkan kebijakan pengelolaan daerah pesisir.

Pemupukan yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, dilain pihak tidak ekonomis (membutuhkan biaya yang tinggi). Teknik radioisotop dapat membantu untuk mengetahui penyerapan pupuk fosfor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Tanah Pesisir

Daerah pesisir merupakan kelompok jenis tanah sulfaquent (halic) atau thianic fluvisol (sistem FAO) atau gley humus (sistem puslittanak Bogor) (Noor, 1996). Sifat dan kendala jenis tanah alluvial adalah adanya lapisan pirit, terutama jenis tanah sulfat masam (sulfaquent). Lapisan pirit (FeS_2) terbentuk dari reduksi sulfat oleh bakteri *Desulfovibrio sp.* dan *Desulfomaculum sp.* yang terjadi pada keadaan anacrob. Pirit akan bersifat labil pada keadaan acrob, apabila teroksidasi dapat meningkatkan kemasaman tanah, akibatnya pH tanah semakin rendah. Dengan keadaan yang rendah jumlah fosfor di dalam tanah akan terakumulasi dan semakin meningkat (C.A. Black, 1957), peningkatan ini disebabkan karena fosfor terikat kuat oleh Fe^{2+} dan Fe^{3+} sehingga fosfor tersebut dalam keadaan tidak tersedia bagi tanaman yang tumbuh pada daerah tersebut atau juga mungkin disebabkan karena adanya aliran *Run off* yang mengangkutnya dari daerah yang topografinya lebih tinggi dibandingkan daerah pesisir yang diperkirakan ada 4 kg/ha setiap tahun fosfor yang diangkut oleh aliran *Run off* (Sanches, 1993).

Berikut adalah tabel sifat dan karakteristik tanah-tanah lahan pesisir menurut (Sanches, 1993).

Tabel 1 : Sifatnya dan Karakteristik Tanah-Tanah Lahan Pantai

Great group tanah	Sifat dan karakteristik tanah
Tanah dominan di lahan pantai	
Endoaquents	Mempunyai glei, belum berkembang
Udipsamments	Berpasir di daerah curah hujan cukup
Sulfaquents	Mempunyai glei, mempunyai bahan sulfidik
Tanah sebagai inklusi di lahan pantai	
Hydraquents	Mempunyai glei, berlumpur, belum berkembang
Quartzipsamments	Berpasir kuarsa, belum berkembang
Haplohemists	Gambut dengan kadar serat sedang (17-75 %)
Haplosaprists	Gambut dengan kadar serat sedikit (<17 %)
Sulfihemists	Gambut, kadar serat sedang, mempunyai bahan sulfidik
Endoaquepsts	Mempunyai glei, mempunyai horizon kambik
Halaquents	Mempunyai glei, berkadar garam tinggi

Berdasarkan kedalaman piritnya jenis tanah sulfat masam (sulfaquent) yang merupakan jenis tanah yang banyak terdapat di daerah pesisir, Noor (1996) membaginya dalam 2 kelompok, yaitu :

1. Tanah sulfaquent potensial yang lapisan piritnya >50 cm.
2. Tanah sulfaquent aktual yang lapisan piritnya <50 cm.

Sehingga dari segi budidaya, tanah yang lapisan piritnya >50 cm lebih baik dipakai sebagai lahan budidaya pertanian karena tidak terlalu masam dan tidak terlalu miskin hara. Hal ini terutama bila berasal dari endapan laut yang tertutup endapan sungai dari daerah vulkan dan berdrainase jelek. Lahan sulfat masam dapat berubah menjadi sulfat masam aktual apabila mengalami oksidasi akibat kekeringan atau setelah diadakan drainase. Untuk lebih jelasnya wilayah pesisir

itu berdasarkan tipe hidrologinya dan lingkup pengatusan (drainase), dibagi atas 4 tipe luapan (Noor,1996), yaitu :

1. Tipe A yaitu wilayah pasang surut atau pesisir yang selalu mendapatkan luapan air pasang, baik selama pasang besar maupun selama pasang ganda serta mengalami drainase secara harian, wilayah ini adalah tipe pasang surut yang dekat dengan pantai atau sepanjang sungai.
2. Tipe B yaitu wilayah pasang surut yang hanya mendapatkan luapan selama pasang besar, tetapi mengalami drainase secara harian.
3. Tipe C wilayah pasang surut yang tidak mendapatkan luapan pasang surut dan mengalami drainase secara permanen. Pengaruh pasang diperoleh melalui resapan secara horisontal dan mempunyai muka air tanah pada kedalaman <50 cm dari permukaan tanah.
4. Tipe D yaitu wilayah pasang surut yang tidak mendapatkan pengaruh sama sekali pasang dan mengalami drainase secara terbatas. Muka air tanah dapat mencapai >50 cm dari permukaan tanah.

Pemanfaatan tanah sulfat masam untuk lahan pertanian, khususnya tanaman kedelai merupakan tindakan yang bijaksana karena dapat menghindarkan lahan dari oksidasi yang mengakibatkan kemasaman tanah. Beberapa negara telah memanfaatkan tanah sulfat masam untuk budidaya seperti Malaysia, Thailand, Vietnam, Afrika, dan China. Luas lahan sulfat masam diperkirakan 14 juta ha, diantaranya 10 juta ha tersebar di wilayah tropis. Sebagian lahan gambut di Indonesia berasosiasi dengan lahan sulfat masam. Hasil survey Euroconsult (1984) menunjukkan luas lahan sulfat masam di Indonesia sekitar 2 juta ha



menjadi 6,70 juta ha. Keadaan ini menunjukkan bahwa terjadi perluasan lahan sulfat masam, ini dimungkinkan karena terjadinya penipisan lapisan sehingga mendekatkan lapisan pirit ke permukaan. Sifat dan kendala lain dari sifat fisika dan kimia tanah dari tanah alluvial adalah teksturnya berat (liat tinggi), defisiensi hara makro, serta kadar Al, Fe dan S yang tinggi. Sebagai contoh sifat fisika dan kimia dari tanah-tanah alluvial disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2 : Sifat dan Ciri Tanah Alluvial Lahan Pesisir pada Berbagai Lokasi di Kalimantan dan Sumatera, Indonesia

Sifat dan ciri Tanah	Tabunganen (KalSel)	Ut. Tatas (KalTeng)	Dl. Upang (SumSel)	Kr. Agung (SumSel)
Liat (%)	56	36	48	57
Debu (%)	43	61	44	31
Pasir (%)	1	3	8	12
Kematangan	Setengah matang	Agak Matang	-	-
Kedalaman Pirit (cm)	40 - 60	80 - 120	-	40 - 50
pH- Air (1:2,5)	5,12	3,94	6,22	3,70
pH- NaCl (1:2,5)	3,88	3,84	-	-
DHL (uS/cm)	530,00	172,00	305,00	-
C-organik (%)	3,70	9,75	1,65	4,20
N-total (%)	0,18	0,59	0,18	0,20
P ₂ O ₅ tsd (ppm)	22,60	84,45	22,85	14,43
Kation Tertukar :				
- Ca (me/100 gr)	3,70	6,20	0,56	1,05
- Mg (me/100 gr)	10,00	5,90	-	0,21
- K (me/100 gr)	0,60	0,40	-	0,02
- Na (me/100gr)	4,50	0,20	0,32	0,68
Al - dd (me/100 gr)	0,60	7,50	1,68	5,90
KTK (me/100 gr)	24,30	28,10	-	20,92
Jenis tanah	Typic Sulfaquent	Sulfic Sulfaquent	-	Typic Sulfaquent
Tipe luapan	A	B	A	B

Sumber data : Noor, 1996

Keterangan : - = tidak tersedia data tsd = tersedia dd = dapat ditukar

2.2. Radioisotop

Radioisotop adalah isotop yang mengalami proses perubahan inti dengan memancarkan secara spontan partikel atau radiasi elektromagnet untuk mencapai keadaan yang lebih stabil. Penggunaan radioisotop adalah sebagai perunut dan sebagai sumber radiasi. Sebagai perunut, radioisotop digunakan untuk mengikuti unsur dalam suatu proses yang menyangkut senyawa atau kelompok senyawa. Radioisotop dapat digunakan sebagai perunut sebab sinar yang dipancarkan dan energi sinar serta waktu paruhnya merupakan sifat khas dari radioisotop tersebut (Noor, 2002).

Proses peluruhan mengikuti hukum laju reaksi orde satu, yaitu bahwa kecepatan peluruhan hanya bergantung pada jumlah inti radioaktif dalam contoh.

Persamaan peluruhan adalah :

$$- dN / dt = \lambda N$$

$$dN / N = - \lambda dt$$

dimana $- dN / dt =$ kecepatan disintegrasi inti radioaktif

λ = Tetapan peluruhan

N = Jumlah inti radioaktif

Pada $t = 0 \longrightarrow N = N_0$, sehingga $N = N_0 e^{-\lambda t}$

Tetapi dalam eksperimen perunut radioaktif, yang ingin diketahui adalah kecepatan cacah atau aktivitas sample (A), A didefinisikan sebagai kecepatan cacah yang sama dengan kecepatan disintegrasi dikalikan dengan efisiensi pengukuran. Persamaan kecepatan cacah adalah :



$$A = C (-dN/dt) = C \lambda N.$$

Dengan cara yang sama pada N akan diperoleh:

$$A = A_0 e^{-\lambda t},$$

persamaan A inilah yang mengatur hubungan antara jumlah inti yang ada dengan yang dapat diamati oleh detektor sebagai fungsi waktu (Noor, 2002).

Waktu paruh adalah waktu yang diperlukan agar aktivitas berkurang sampai setengah, $A = \frac{1}{2} A_0$. Waktu paruh dinyatakan dengan persamaan lain :

$$T_{1/2} = 0,693/\lambda$$

Satuan standar untuk mengukur aktivitas adalah Curie (Ci). Curie didefinisikan sebagai aktivitas dari 1 gram radium, yaitu $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10}$ dpdt (disintegrasi/detik). Satuannya adalah mCi dan μCi .

Aktivitas (A) didefinisikan sebagai kecepatan cacah yang sama dengan kecepatan disintegrasi dikalikan efisiensi pengukuran.

$$A = C (-dN/dt) = C \lambda N$$

C = tetapan efisiensi (%)

Aktivitas spesifik (AS) adalah jumlah radioaktivitas per satuan berat (atau volume) total unsur yang termasuk isotop stabil atau aktif. Biasanya dinyatakan dalam bentuk:

Dps / (satuan massa unsur),

Ci / (satuan massa unsur),

Bq / (satuan massa unsur).

Pada kondisi tertentu, nuklida yang kelebihan neutron berusaha mencapai kestabilan dengan mengkonversi neutron menjadi proton disertai dengan pelepasan elektron (β^-) dan partikel kecil yang disebut anti neutrino ($\bar{\nu}_e$). Elektron ini berbeda dengan elektron orbital, energinya tinggi. Juga bukan elektron yang semula berada dalam inti atom, karena asas ketidakpastian Heisenberg tidak memungkinkan elektron berada dalam inti atom "diciptakan" oleh inti atom dari energi yang ada (Noor, 2002). Radionuklida yang umum digunakan sebagai perunut di dalam biologi dan pertanian adalah ^3H , ^{14}C , ^{35}S , ^{32}P , ^{45}Ca dan radionuklida ini adalah pemancar β murni, artinya tidak ada emisi sinar γ yang menyertai peluruhan. Dalam deteksi radioaktivitas hal ini merupakan hambatan, karena partikel β deteksinya lebih susah daripada deteksi sinar X atau sinar γ . Penetrasi partikel β sangat rendah dibandingkan dengan radiasi sinar X atau sinar γ . Sebagai gambaran, partikel β dengan materi 50 keV diserap sempurna oleh 50 mol air. Sedangkan sinar X atau γ dengan energi yang sama (50 keV) hanya berkurang 1,5%. Sifat penetrasi partikel β yang sangat rendah, diatasi dengan memasukkan sumber radioaktif ke dalam bahan cairan yang memiliki sifat fluoresensi. Fluoresensi adalah peristiwa pemancaran radiasi UV-Visibel oleh atom-atom atau lebih lazim oleh molekul yang telah dieksitasikan dan yang terhenti dalam waktu 0,1 mikrodetik setelah eksitasi itu dihentikan. (Slatter 1990)

2.3. Fosfor Radioaktif

Fosfor mempunyai nomor atom 15, termasuk unsur golongan V, konfigurasi elektronnya $3s^2 3p^3$. Fosfor mempunyai 3 isotop; ^{31}P yang stabil, dimana kelimpahannya sampai 100% di alam, ^{32}P dengan waktu paruh 14,3 hari

dan ^{33}P dengan waktu paruh 25,3 hari. ^{32}P energi partikel β -nya lebih tinggi (1,7 MeV) dari pada ^{33}P (0,25 MeV). ^{32}P dan ^{33}P dapat dibuat dengan cara menembakkan neutron pada senyawa yang mengandung ^{31}P (Pergamon 1996).



Proses pembuatan ^{33}P lewat proses ini lebih rumit dibandingkan pembuatan ^{32}P , sehingga harganya lebih mahal. Cara lain yang umum digunakan untuk membuat ^{33}P adalah dengan mengisolasi ^{33}S yang berasal dari hasil penembakan neutron pada ^{32}S labil, dengan reaksi sebagai :



Selanjutnya apabila belerang ^{33}S ini ditembak dengan elektron berenergi tinggi akan menghasilkan ^{33}P dengan reaksi sebagai berikut :



2.4. Fosfor Dalam Tanah dan Tanaman

2.4.1. Fosfor dalam tanah

Secara umum fosfor dalam tanah digolongkan ke dalam dua bentuk: bentuk anorganik yang dijumpai dalam bentuk ortofosfat (H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-}) dan bentuk organik, terdapat dalam bentuk phytin, asam nukleat dan fosfolipida. Suatu sifat yang penting dari unsur ini adalah sangat stabil dalam tanah sehingga kehilangan akibat pencucian relatif tidak pernah terjadi, sedang tanaman hanya



dapat menyerap P dalam bentuk yang tersedia. Bila kelarutan P dapat diperbesar, maka jumlah yang sedikit saja akan segera memperlihatkan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan tanaman (Sarwono, 1989).

Tersedianya fosfor sangat besar pada tanah-tanah basah atau berair, hal ini disebabkan karena ketersediaan fosfor dalam larutan sedemikian besar. Kadar fosfor tersedia di dalam tanah juga akan meningkat setelah pembukaan dan pembakaran karena adanya kandungan fosfor di dalam abu. Menurunnya fosfor tersedia akibat budidaya belum diketahui benar penyebabnya. Mungkin disebabkan karena penambahan fosfor akibat diambilnya tanaman dari ladang. Menurunnya fosfor tersedia mungkin merupakan salah satu alasan penting mengapa orang membiarkan ladang menghitun kembali. Banyak dari tanah yang digunakan untuk ladang mengalami defisiensi fosfor. Shances, (1993) menunjukkan bahwa nisbah C : P dan N : P dari bahan organik alvisol di Ghana lebih besar daripada daerah beriklim sedang. Hal ini menunjukkan bahwa adanya defisiensi fosfor. Tetapi hutan tropika yang dewasa tidak menunjukkan gejala defisiensi fosfor. Pada keadaan alami adanya aliran fosfor melalui daur hara tertutup dapat mencegah terjadinya defisiensi fosfor. Defisiensi fosfor pada lahan pertanian mungkin juga disebabkan karena terjadinya *run off* terbawanya P akibat *run off* diperkirakan 4 kg/ha/tahun (Shances, 1993).

Menurunnya fosfor di tanah mungkin juga disebabkan karena pengaruh pH tanah. Pengaruh pH tanah dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3 : Pengaruh pH Terhadap Tersedianya Fosfor

Sifat Tanah	pH	Ketersediaan Relatif
Sangat basis	9	tinggi
Agak basis	8	tinggi
Netral	7	tinggi
Agak Masam	6	tinggi
Masam	5	rendah
Sangat masam	4	rendah

Sumber : Suprpto H.S., 1995

Karena tanah pesisir jenis tanah sulfat masam dengan pH yang rendah yaitu antara 2 - 6 sedangkan fosfor di dalam tanah mudah tersedia pada pH antara 5,5 - 7,0, maka P yang tersedia rendah harus diberikan dengan pupuk tersedia dari pupuk anorganik, pemberian pupuk ini dalam waktu beberapa jam sampai beberapa hari setelah aplikasi, apabila tingkat kelembaban cukup, P yang larut akan meresap sejauh 2,5 cm dari butiran pupuk kemudian terjadi mobilisasi lagi. Jumlah pupuk P yang diberikan, kira-kira 5 - 20% saja yang bisa dimanfaatkan oleh tanaman. Pupuk P yang banyak di pasaran adalah super fosfat yang mengandung 16 - 18% P_2O_5 , Double super fosfat mengandung 32% P_2O_5 , Triple super fosfat (TSP) mengandung 45 - 48% P_2O_5 , untuk tanaman kedelai perlu diberikan 45 - 90 kg/ha P_2O_5 yang setara dengan 1 - 2 ku TSP/ha (Suprpto 1995).

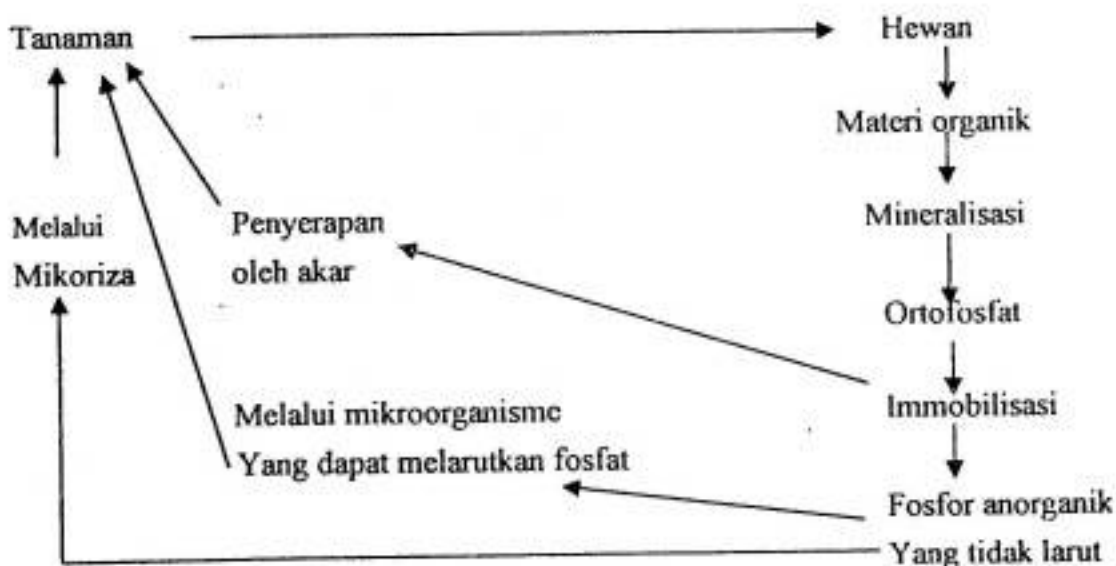
2.4.2. Fosfor dalam tanaman

Fosfor banyak terdapat dalam inti sel tanaman berupa unit-unit nukleotida. Sedangkan nukleotida merupakan ikatan yang mengandung P, sebagai penyusun RNA, DNA yang berperan dalam perkembangan sel tanaman (Suprpto 1995).

Secara umum, fungsi dari P dalam tanaman dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Dapat mempercepat pertumbuhan akan semai
2. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa
3. Dapat mempercepat pematangan dan pemasakan buah biji dan gabah
4. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

Pada tanaman padi, P dapat memperkuat tubuh tanaman sehingga tidak mudah rebah. Defisiensi unsur hara P akan menimbulkan hambatan pada pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang. Seperti pada tanaman serelia, daun-daunnya berwarna hijau tua keabu-abuan, mengkilap, seringpula terdapat pigmen merah pada daun bagian bawah, selanjutnya mati. Tangkai-tangkai daun kelihatan lancip, pembentukan buah jelek, merugikan hasil biji. Sebaliknya kadar P yang terlalu tinggi akan mengganggu sistem perakaran (Suprpto 1995).



Gambar 1: Siklus Fosfor

Sumber : (Suprpto 1995).

2.5. Pencacah Sintilasi Cair (Liquid Scintillation Counting / LSC)

2.5.1. Spektra Partikel β

Radioisotop yang umum digunakan dalam bidang pertanian dan biologi adalah ^3H , ^{14}C , ^{35}S , ^{32}P , yang merupakan pememisi beta murni. Tidak semua energi partikel beta yang diemisikan oleh radioisotop memiliki energi yang sama. Energi tersebut terdistribusi antara nol dan nilai energi maksimum (E_{maks}). Nilai E_{maks} adalah spesifik untuk setiap radioisotop. E_{maks} untuk $^3\text{H} = 18,6 \text{ KeV}$, $^{14}\text{C} = 15 \text{ KeV}$, $^{35}\text{S} = 168 \text{ KeV}$, dan $^{32}\text{P} = 1708 \text{ KeV}$ (Noor, 2002).

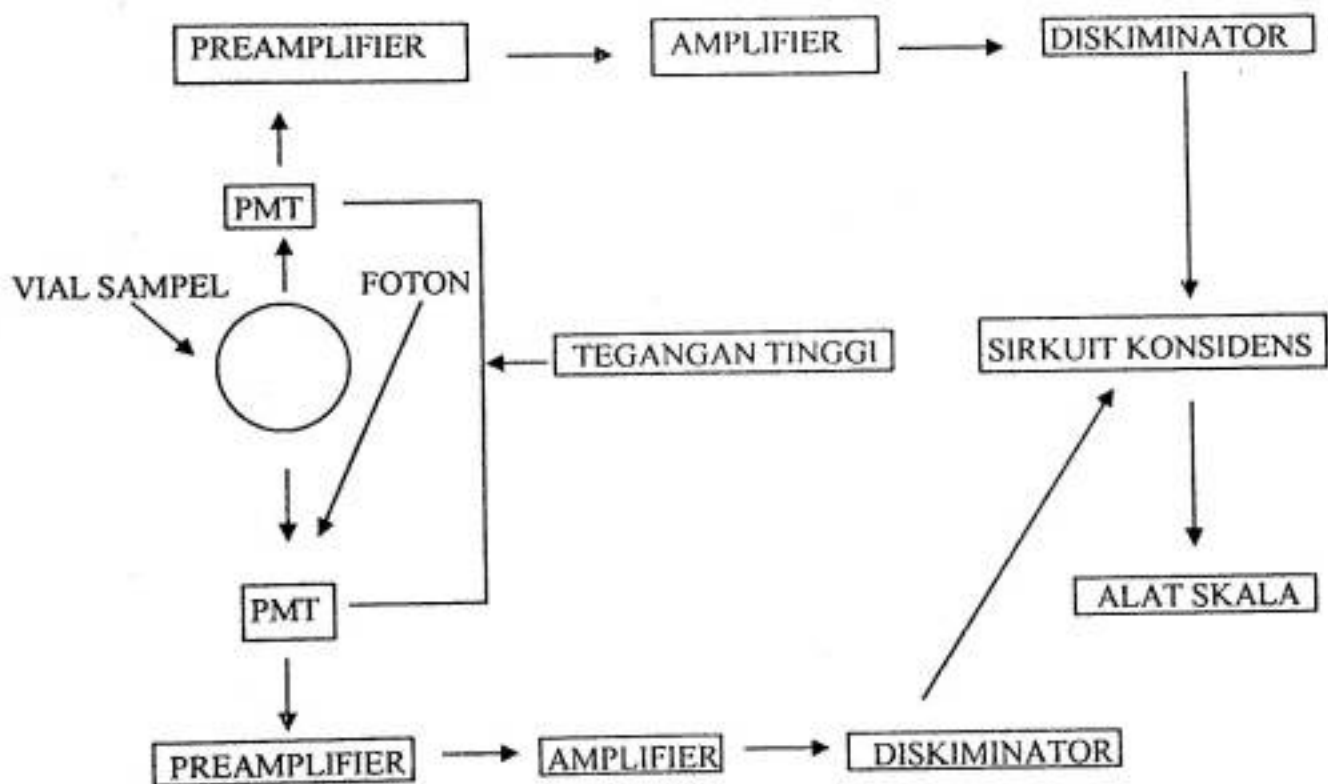
Energi tersebut adalah energi kinetik. Bila mana partikel beta melewati suatu bahan, energi kinetiknya yang diserap oleh medium akan menghasilkan 3 fenomena: panas, ionisasi, dan eksitasi molekul larutan. Proses eksitasi molekul larutan merupakan dasar dalam teknik sintilasi cair (Noor, 2002).

2.5.2. Dasar Sintilasi Cair

Sintilasi adalah peristiwa terlepasnya kelip-kelip cahaya dari dalam suatu zat tereksitasi langsung atau tidak langsung oleh suatu radiasi. Peristiwa ini dimanfaatkan untuk mengukur denyut-denyut radiasi dengan banyaknya kelip-kelip cahaya. Alat pencacah sintilasi cair merupakan alat pencacah partikel beta yang bekerja berdasarkan proses sintilasi. Dalam proses sintilasi dihasilkan percikan cahaya tampak akibat interaksi radiasi dengan bahan fluor yang dapat berfluoresensi. Energi cahaya diubah menjadi pulsa listrik dan digandakan dalam komponen elektronik yang disebut tabung fotomultiplier (PMT) (Messler 1989).

Pencacah sintilasi cair umumnya menggunakan vial gelas atau plastik kapasitas 20 mL tempat sampel radioaktif dan larutan sintilasi. Vial sampel

ditempatkan di antara PMT yang secara bersamaan dapat mengukur emisi fluoresensi dari vial sampel. Selepas dari PMT, preamplifier menampung sinyal datang dan melakukan penguatan dan pembentukan pendahuluan. Lalu amplifier melakukan penguatan dan pembentukan akhir. Dari sini sinyal mempunyai dua pilihan. Jika disalurkan ke pemilih tinggi pulsa maka secara elektronik dapat pilih pulsa dengan ukuran tertentu dan dicatat jumlah pulsa tersebut dalam alat skala. Jika disalurkan ke dalam pemisah tinggi pulsa maka pemisahan dilakukan berdasarkan kelompok tinggi pulsa dan jumlah pulsa tiap kelompok dicatat (Pergamon 1996).



Gambar 2 : Diagram sebuah pencacah sintilasi cair

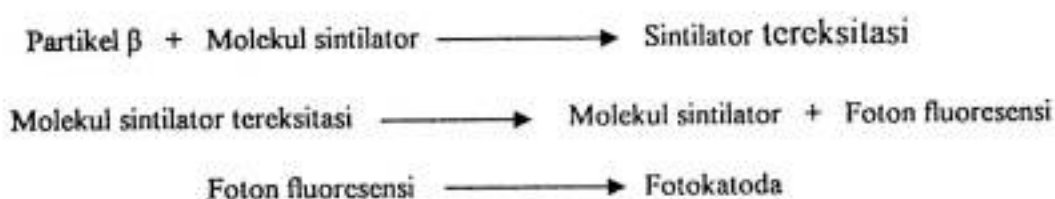
Sumber : (Pergamon 1996).



2.5.3. Mekanisme Kerja Sintilasi Cair

Alat ini memiliki beberapa kelebihan, diantaranya efisiensi deteksinya tinggi, perbaikan, dalam teknik preparasi, automisasi dan kapabilitas spektrometer yang memungkinkan pengujian lebih dari satu isotop. Alat ini bekerja atas dasar interaksi larutan senyawa organik yang dapat berfluoresensi jika berinteraksi dengan radiasi. Sifat ini diubah oleh tabung fotomultiplier (PMT) menjadi berkas elektron, selanjutnya diukur sebagai pulsa listrik (Pergamon 1996).

Apabila partikel β melewati suatu bahan akan mentransfer energi kinetiknya pada saat menumbuk/menabrak medium sambil menghasilkan panas, ionisasi dan eksitasi molekul. Peristiwa eksitasi molekul larutan ini merupakan dasar dalam teknik sintilasi cair. Bilamana partikel β mengeksitasi molekul fluoresens komponen sintilator kemudian kembali kekeadaan dasar dan akan memancarkan foton fluoresensi yang dapat dideteksi oleh fotokatoda. Mekanisme penangkapan foton fluoresens oleh fotokatoda adalah sebagai berikut:



Dalam sintilasi cair, sampel radioaktif bercampur dengan detektor sintilator yang berwujud cair. Bahan sintilator yang dimaksud adalah zat pelarut seperti toluena, xylen kumene, dioksan dan senyawa-senyawa lain yang dapat berfluoresensi (zat terlarut/solut, terdiri atas solut primer dan solut sekunder) (Pergamon 1996).

Sifat-sifat yang harus dimiliki oleh suatu pelarut yang baik:

1. Dapat melarutkan solut dalam konsentrasi yang cukup
2. Dapat meneruskan energi dengan baik dari partikel β ke molekul zat terlarut
3. Mampu melarutkan cuplikan
4. Mempunyai titik beku yang rendah ($< 4^{\circ}\text{C}$)
5. Tidak beracun (non-toksik)

Panjang gelombang fluoresensi pelarut-pelarut di atas berada di daerah ultraviolet (270 nm). Foton dengan panjang gelombang seperti ini tidak dapat melewati bahan gelas atau plastik dari vial yang digunakan. Karena itu perlu digunakan senyawa fluoresens lain yang dapat memindahkan atau mengubah panjang gelombang pelarut (270 nm) ke daerah cahaya tampak (450 nm). Macam solut yang biasa digunakan antara lain terfenil, PBD (2-fenil-5-bifenil oksidiazol), dan PPO (2,5-difenil oksazol) adalah solut primer yang baik, mudah larut dalam pelarut dan harganya relatif murah. Karena menghasilkan panjang gelombang foton yang terlalu pendek untuk respon tabung fotomultiplier (PMT) yaitu 370 nm maka diperlukan solut sekunder dalam larutan. Solut sekunder mengabsorpsi foton-foton yang dipancarkan oleh solut primer dan memancarkan kembali foton-foton dengan panjang gelombang yang lebih panjang (450 nm) dan dapat ditangkap oleh tabung PMT. Solut sekunder yang digunakan : POPOP (2,2-p fenilen bis-5-feniloksazol) (Pergamon 1996).

2.5.4. Pemadaman (*Quenching*)

Pemadaman adalah peristiwa pengurangan efisiensi pada proses transfer energi dalam larutan sintilasi. Pemadaman menyebabkan penurunan cahaya keluaran tiap partikel β^- sehingga konsekuensinya menghasilkan pulsa keluaran yang lebih kecil di dalam PMT atau tidak menghasilkan pulsa yang dapat terdeteksi. Dengan demikian efek akhir dari pemadaman adalah pengurangan efisiensi deteksi. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan koreksi dengan pembuatan sejumlah cuplikan standar yang telah diketahui aktifitasnya (Messler 1989).

2.5.5. Larutan Standar Radioaktif

Larutan standar radioaktif adalah seri larutan yang dibuat dengan menambahkan pereaksi pemadam yang jumlahnya bervariasi ke dalam zat radioaktif yang diketahui aktifitasnya. Zat pemadam yang sering digunakan adalah karbon tetraklorida dengan sintilator PPO dan POPOP dalam toluena (Messler 1989).

2.6. Kedelai (*Glicine max* L. Merr)

Taksonomi

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Embryophyta Siphonogamac
Sub Devisi	: Angiospermac
Classis	: Dycotiledoneae
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminosae / Fabaceae

Sub Famili : Papilionoidea
Genus : Glycine
Spesies : Glycine max L. Merr

Deksripsi Varietas Orba

Nama : Orba
Nomor Induk : 1343
Asal : Hasil seleksi pedigree dari persilangan Davros Shakti
Hasil rata-rata : 1,5 t/ha
Warna hipokotil : Ungu
Warna batang : Hijau
Warna daun : Hijau tua
Warna bulu : Coklat
Warna bunga : Ungu
Warna polong tua : Coklat muda
Warna kulit biji : Kuning
Warna hitam : Coklat
Tipe tumbuh : Semi determinit
Umur berbunga : 35 hari
Umur matang : 85 – 90 hari
Tinggi tanaman : 50 – 60 cm
Berat 100 biji : 12 – 14 gram
Kadar protein : 38,5 %
Sifat-sifat lain : - polong tua tidak mudah pecah
- toleran terhadap penyakit karat

Dilepas tahun : 1974

Diseleksi oleh : Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Bogor
(Suprpto 1995)

Kedelai termasuk jenis tanaman kacang-kacangan, yang merupakan sumber protein nabati dan sumber bahan dasar untuk industri. Kedelai adalah tanaman semusim, umurnya 70 – 100 hari tergantung jenis dan lingkungan tempat ditanam. Suhu pertumbuhan kedelai antara 10 – 38 °C dan suhu optimum 30 °C. Tanaman kedelai dapat diusahakan hampir pada berbagai jenis tanah. pH tanah yang cocok untuk kedelai adalah 5,8 – 7,0 namun pada pH 4,5 kedelai masih dapat tumbuh dengan baik. Akar tanaman dapat bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium Japonicum* untuk mengikat Nitrogen dari udara. Di dalam bintil akar gas N₂ diolah menjadi senyawa-senyawa yang dapat digunakan oleh tanaman (Suprpto 1995).

Fosfor dalam bentuk fosfat berpengaruh pada tanaman kedelai sebagai berikut: pemupukan dengan pupuk P akan menaikkan penambahan N₂ dan mempertinggi pula kadar P dalam bintil akar. Penambahan P jika kadar P-nya tak terlalu rendah akan menaikkan pula penambahan N₂, tetapi jika pemberian itu terlalu tinggi akan mengurangi pengambilan P dengan demikian akan menurunkan pula penambahan N₂ (Suprpto 1995).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2002. Pengambilan sampel tanah di Tanjung Bayam Makassar, tempat pelaksanaan budidaya di lantai 5 Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Tempat analisis jaringan tanaman di Laboratorium Kimia Radiasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin Makassar.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat yang digunakan adalah :

Spektrometri LSC Packard Tri Carb 1000, timbangan elektronik, tanur, botol aqua, cawan porselin, corong, pipet, kertas saring, kawat kasa, aluminium foil, labu takar, oven, pipa, bambu, stiker label, vial, spektrofotometer UV-Vis shimadzu, sarung tangan, plastik klip, kuvet, desikator, batang pengaduk, pot plastik.

3.2.2. Bahan yang digunakan adalah :

Tanah pesisir pantai, pupuk anorganik ^{32}P - TSP, aquasol, magnesium nitrat 50%, asam klorida 6 N, asam sulfat 5 N, amonium heptamolibdat, pupuk WSP36, pupuk KCl, pupuk urea, benih kedelai, aquadest.



3.3. Cara Kerja

3.3.1. Penanaman dan Pemupukan

1. Teknik Pot

Pot dirancang untuk pertumbuhan tanaman kedelai pada media tanah pesisir. Pot tanah mampu menampung 3 kg tanah dilengkapi dengan pipa pembuangan di dasar pot sehingga memungkinkan pengumpulan air tanah di bawah akar. Pot-pot diatur dengan 2 perlakuan dosis. Setelah pot-pot disiapkan, maka ditanamlah bibit kedelai yang berumur 8 hari dari pembibitan, ditanam pada pot-pot yang telah disediakan. Penyiraman pagi dan sore setiap hari dilakukan untuk menjaga pertumbuhan kedelai. Setelah berumur 15 hari, maka kedelai siap untuk diberi perlakuan dosis pemupukan yang berbeda.

2. Perlakuan Pemupukan dan Waktu Panen

Perlakuan pemupukan dilakukan dengan mencampur WSP36 dengan pupuk ^{32}P - TSP pada air sebanyak sesuai dengan perlakuan. Perlakuan ini adalah :

$$P_1 = 238 \text{ mg WSP36} + 100 \text{ mg } ^{32}\text{P-TSP} + 150 \text{ mg Urea} + 75 \text{ mg KCl}$$

$$P_2 = 477 \text{ mg WSP36} + 100 \text{ mg } ^{32}\text{P-TSP} + 150 \text{ mg Urea} + 75 \text{ mg KCl}$$

Perlakuan waktu dilakukan dengan memanen tanaman kedelai yang telah berumur $T_4 = 4$ minggu, $T_5 = 5$ minggu, dan $T_6 = 6$ minggu.

3.3.2. Penyiapan Sampel

Setelah panen pertama (4 minggu), semua tanaman yang berlabel T_4 dikumpulkan dengan cara memotong bagian tanaman 1 cm di atas permukaan tanah, kemudian dikeringkan pada suhu 70°C dan ditimbang. Lalu tanaman

dipotong kecil-kecil, ditambahkan $MgNO_3$ kurang lebih 5-7 mL dan dibiarkan semalam, kemudian diabukan dalam tanur pada suhu 500 - 600 °C selama 1 jam. Setelah dingin ditambahkan 10 ml air dan 2 ml HCl 6 N ke dalam abu, kemudian larutan diuapkan sampai kering. Ditambahkan lagi 2 ml HCl 6 N dan air 10 ml dan diuapkan lagi sampai kering. Residu garam kemudian dilarutkan dalam 2 ml HCl 6 N dan air secukupnya. Filtrat disaring dalam labu takar 25 ml dan diencerkan sampai tanda batas. Begitupun penyiapan sampel untuk panen berikutnya (5 & 6 minggu).

3.3.3. Analisis ^{32}P Pada Sampel Tanaman

Aliquot dalam bentuk larutan homogen dipipet 20 mL ke dalam vial sintilasi kemudian dicacah dengan menggunakan LSC Canberra Packard Tri Carb 1000. Yang diukur oleh LSC adalah aktivitas sampel dalam satuan cacahan per menit (cpm) dan Spektrum Indeks Sampel (SIS).

Prosedur Operasi Alat :

1. Periksa bahwa power sudah terpakai ke dalam sistem.
2. Periksa bahwa power printer pada kedudukan ON.
3. Kalibrasi dan normalisasi (Self Normalisation and Calibration) :
 - Masukkan vial ^{14}C standar unquench (tanpa pemadam) ke lubang sampel.
 - Tekan tombol SNC pada keypad.
 - Proses kalibrasi dan normalisasi berlangsung \pm 15 menit.
4. Masukkan vial sampel ke lubang sampel.

5. Tekan tombol CONV yang ada pada keypad. Conversation digunakan untuk memprogram dan mengedit parameter protokol.
6. Jika protokol sudah selesai diprogram, tekan COUNT pada keypad. Proses pencacahan mulai berjalan.
7. Jika protokol lain masih aktif, akhiri protokol yang sementara berjalan (pilih yes pada pertanyaan "terminate protocol ?") dan pilih protokol aktif yang baru.

3.3.4. Analisis Total fosfor Pada Tanaman

Pembuatan pereaksi

Amonium monovanadate, Larutkan 2 g Amonium monovanadate dalam 250 mL air panas, didinginkan dan ditambahkan 450 mL HCl 37%. Cukupkan dengan aquadest hingga volume 1 liter.

Amonium molibdat, Larutkan 40 g amonium molibdat dalam cair panas, dinginkan kemudian cukupkan volume hingga 1 liter

Pembuatan larutan induk fosfat

Keringkan KH_2PO_4 (BM = 136,09 g/mol) pada suhu 150 °C. Buat larutan 1000 ppm dari 4,39g KH_2PO_4 , dilarutkan hingga 1 liter dengan aquadest.

Pembuatan kurva standar

Buat suatu seri larutan standar 0 – 20 ppm dari larutan stok fosfat pipet 5 ml aliquot larutan standar ke dalam tabu takar 100 ml dan tambahkan 10 ml Amonium molibdat 10 ml Amonium vanadat 10 ml HNO_3 50% cukupkan hingga volume 100 ml dengan aquadest biarkan 10 menit

tentukan absorban tiap standar dengan spektrometer pada panjang gelombang maksimum.

Penetapan kadar total P

- Diambil aliquot 5 ml dari tiap larutan sampel dan dimasukkan ke dalam erlemeyer 100 ml.
- Dilarutkan dengan 45 mL aquadest, tambahkan 10 mL HNO₃ 50%, 10 mL Amonium molibdat, 10 mL Amonium vanadat, encerkan hingga volume 100 mL dengan aquadest dan campur.
- Diamkan ± 10 menit dan ukur absorban. Baca konsentrasi P dalam ppm dari kurva kalibrasi.

3.4. Pengolahan Data

3.4.1. Pembuatan kurva standar

Hasil pengukuran serapan larutan standar P diproyeksikan terhadap harga konsentrasi masing-masing larutan standar. Untuk meluruskan garis yang diperoleh digunakan persamaan garis regresi, yaitu:

$$Y = aX + b$$

Dimana:

Y = Serapan (A)

X = Kadar fosfor (μg)

a = Suatu tetapan

b = tg α

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan persamaan :

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{N}$$

$$b = \frac{N \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

dengan N adalah jumlah data

3.4.2. Penentuan kadar Total fosfor

Konsentrasi fosfor (dalam mg) dapat dibaca plot Absorban sampel pada kurva kalibrasi.

$$\begin{aligned} \text{Total P (mg)} &= \mu\text{g dari kurva standar} \times \text{faktor pengenceran} \times 10^{-3} \\ &= (\mu\text{g}) (20 \text{ mL}/5 \text{ mL}) \times 10^{-3} \end{aligned}$$

3.4.3. Aktifitas spesifik tanaman (Specific Activity = SA)

$$\text{SA tanaman} = \text{Aktifitas } ^{32}\text{P (cpm)} / \text{Total fosfor tanaman (mg)}$$

3.4.4. Efisiensi pemupukan

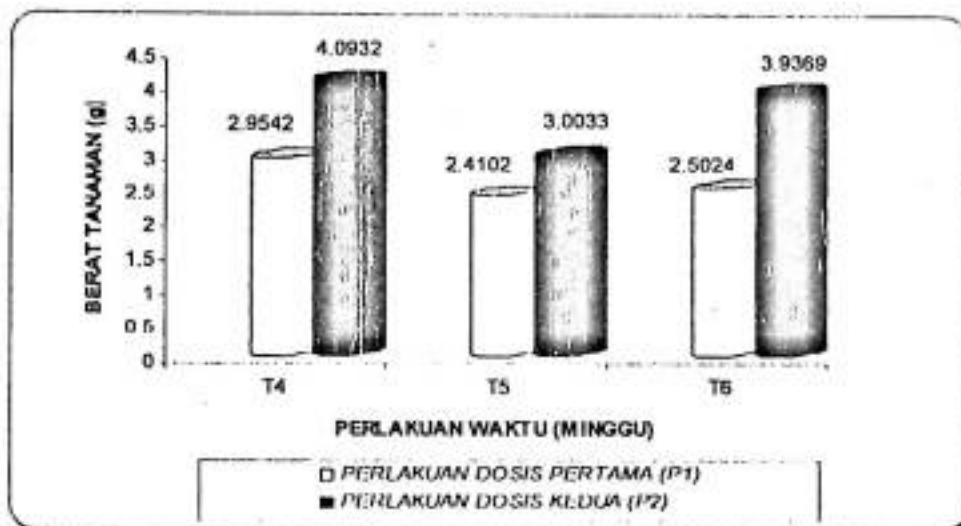
$$\%E = \frac{SA_{\text{tanaman}}(\text{cpm/mg})}{SA_{\text{media}}(\text{cpm/mg})} \times 100$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Berat Kering Tanaman Kedelai

Berdasarkan tabel berat kering tanaman kedelai pada lampiran 7, dibuat diagram rata-rata berat kering sebagai berikut :



Gambar 3 : Diagram rata-rata berat kering tanaman

Berat kering tanaman merupakan biomassa tanaman sebagai hasil dari proses fotosintesis, dimana proses fotosintesis merupakan kebalikan dari proses respirasi. Proses respirasi menghasilkan energi dalam bentuk ATP (Adenosin trifospat) yang berfungsi sebagai pembawa utama energi kimia di dalam sel tanaman dan digunakan sebagian dalam proses kimia, biosintesis dan sebagian hilang sebagai panas. Unsur utama yang terdapat dalam ATP (Adenosin trifospat) adalah fosfor, sehingga semakin banyak fosfor yang tersedia, maka proses pembentukan biomassa cenderung meningkat. Pertumbuhan tanaman kedelai disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Memilih varietas yang sesuai dengan lingkungan.

Untuk berhasilnya penanaman, perlu dipilih varietas-varietas yang mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan. Varietas yang digunakan pada penelitian ini adalah varietas orba, dimana varietas ini mempunyai tingkat pertumbuhan yang cukup tinggi terhadap kondisi lingkungan yang kering.

2. Waktu tanam

Dalam pertumbuhan kedelai dibutuhkan kondisi yang cukup panas yaitu suhu diatas 21°C , pada suhu ini biji kedelai akan berkecambah lebih cepat sedangkan pada suhu rendah dan kelembaban yang sangat tinggi akan menghambat perkecambahan yang menyebabkan busuknya biji. Pertumbuhan yang optimal dapat diperoleh dengan menanam tanaman kedelai pada musim kemarau.

3. Tanah

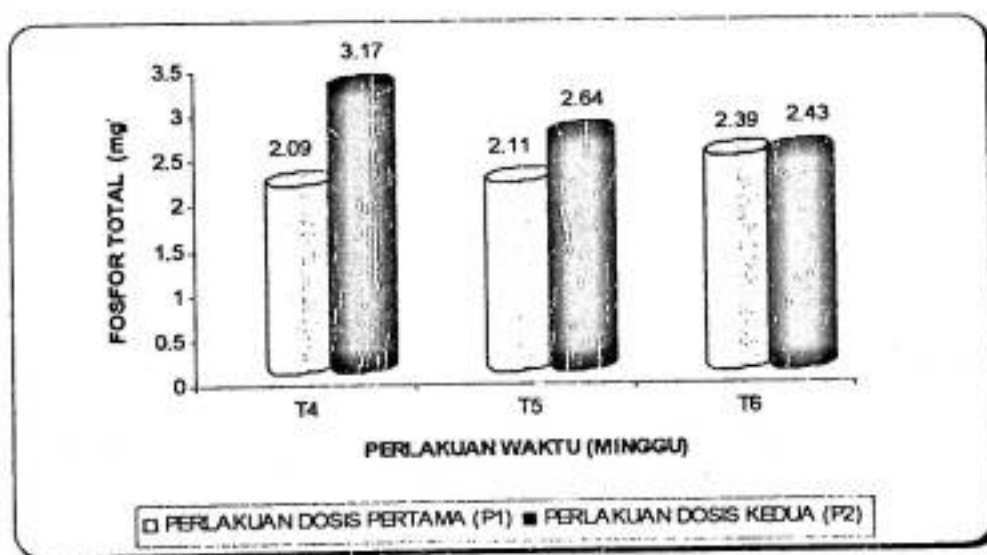
Untuk dapat tumbuh dengan baik tanaman kedelai menghendaki tanah yang subur, gembur, dan kaya akan unsur hara yang berasal dari bahan organik. Tanah berpasir dapat ditanami tanaman kedelai jika air dan unsur hara cukup untuk pertumbuhan tanaman. Kedelai dapat tumbuh di tanah yang agak masam akan tetapi pada pH yang terlalu rendah bisa menimbulkan keracunan Al dan Fe. Nilai pH tanah yang cocok berkisar antara 5,8 – 7,0. Sumber (Suprpto 1995)

Hasil analisis pada gambar 3 meningkat untuk setiap perlakuan dosis pemupukan, dimana P_2 lebih tinggi dibandingkan P_1 disebabkan karena dosis pupuk fosfor yang diberikan pada tanaman P_2 lebih besar yaitu 0,477 g sedangkan P_1 yaitu 0,238 g. Ini membuktikan bahwa fosfor sangat diperlukan

dalam peningkatan biomassa tanaman kedelai sehingga berat keringnya pun ikut meningkat. Sedangkan bervariasinya berat kering tanaman untuk setiap perlakuan waktu panen sangat menyimpang dari yang sebenarnya dimana seharusnya berat kering yang diperoleh meningkat untuk setiap perlakuan waktu panen dan perlakuan dosis tetapi pada panen minggu 4 setelah aplikasi diperoleh bobot berat kering terbesar baik pada perlakuan dosis pertama dan perlakuan dosis kedua dibandingkan dengan semua perlakuan waktu panen. Hal ini disebabkan adanya kesalahan pada saat pengeringan tanaman dalam oven karena suhu yang digunakan belum cukup untuk mengeringkan tanaman kedelai sehingga bobotnya meningkat, sehingga hasil analisis bobot kering yang diperoleh untuk setiap perlakuan waktu panen bervariasi.

4.2. Serapan Total fosfor Tanaman Kedelai

Berdasarkan tabel total fosfor tanaman kedelai pada lampiran 7, dibuat diagram rata-rata total fosfor sebagai berikut :



Gambar 4 : Diagram rata-rata Total fosfor tanaman kedelai

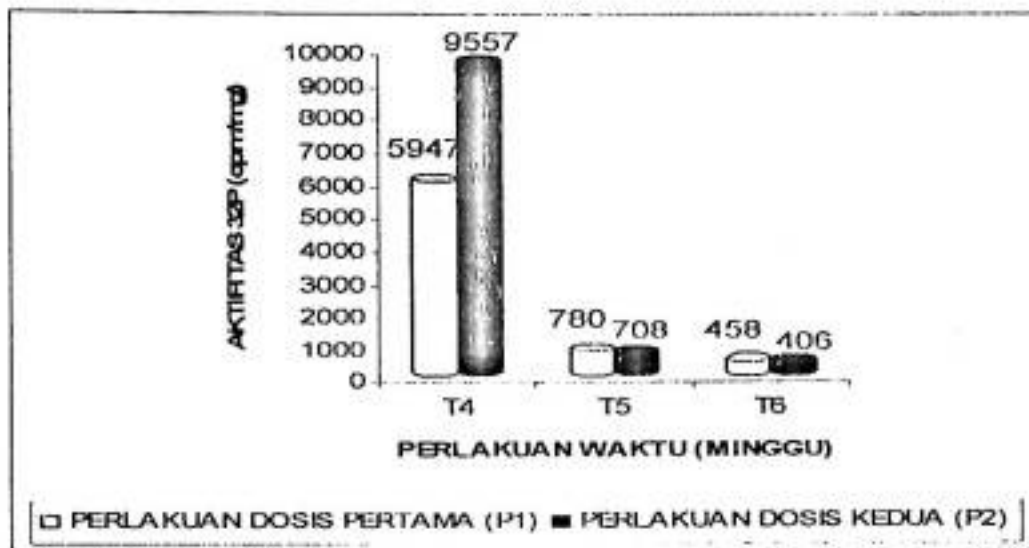
Tanaman kedelai memerlukan fosfor dalam jumlah yang relatif banyak karena fosfat diserap oleh tanaman sepanjang masa pertumbuhannya. Masa terbesar penyerapan fosfor dimulai pada masa pembentukan polong sampai kira-kira 10 hari sebelum biji berkembang penuh. Kekurangan fosfor pada kebanyakan tanaman terjadi sewaktu tanaman masih muda, oleh karena belum adanya kemampuan yang seimbang antara penyebaran P oleh akar dan P yang dibutuhkan.

Fosfor di dalam tanah mudah tersedia pada pH tanah antara 5,5 – 7,0. Bahan induk tanah dan bahan organik berpengaruh besar terhadap jumlah tersedianya P. Sistem perakaran cabang dan dalamnya akar juga ikut menentukan.

Besarnya Total fosfor tanaman kedelai sangat bergantung terhadap waktu penyerapan fosfor, dapat dilihat pada diagram di atas bahwa perlakuan waktu T₄ dengan perlakuan dosis kedua (P₂), menunjukkan perolehan rata-rata Total fosfor lebih besar dibandingkan perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan karena pada panen minggu ke 4 merupakan masa pertumbuhan yang merupakan masa penyerapan fosfor terbesar. Sedangkan untuk perlakuan T₄ dengan perlakuan dosis pertama (P₁), menunjukkan perolehan rata-rata Total fosfor lebih kecil dibandingkan yang lain. Hal ini disebabkan karena pemberian dosis P₁ lebih sedikit sehingga terjadi ketidakseimbangan antara penyebaran P oleh akar dengan P yang dibutuhkan pada masa pertumbuhan tanaman kedelai.

4.3. Aktifitas Radioaktif ³²P Tanaman Kedelai

Berdasarkan tabel aktifitas ³²P pada lampiran 7, dibuat diagram rata-rata Total fosfor sebagai berikut :



Gambar 5 : Diagram rata-rata aktifitas ^{32}P pada tanaman kedelai

Aktifitas radioaktif ^{32}P tanaman diukur dengan menggunakan LSC (Liquid Scintillation Counting). Alat pencacah sintilasi cair merupakan alat yang paling populer saat ini untuk bekerja merunut radioisotop, khususnya isotop pemancar β . Sintilasi cair merupakan larutan senyawa fluor dalam pelarut organik. Sampel radioisotop yang akan diukur juga dalam keadaan terlarut di dalam larutan ini.

Hasil analisis pada gambar 5 di atas menunjukkan banyaknya radiasi tergantung pada banyaknya unsur yang diserap oleh tanaman yang mengeluarkan radiasi, dengan kata lain banyaknya radiasi cenderung berbanding lurus dengan berat unsur fosfor yang diserap oleh tanaman.

Pada perlakuan waktu T_4 dengan perlakuan dosis P_2 terlihat paling besar aktifitasnya yaitu 9557 cpm ini disebabkan karena pada perlakuan ini paling besar menyerap unsur fosfor pada tanaman. Begitupun sebaliknya perlakuan waktu T_6 dengan perlakuan dosis P_2 memiliki aktifitas paling kecil yaitu 406 cpm karena perlakuan P_2T_6 menyerap unsur fosfor sangat kecil.

Adanya perbedaan aktifitas untuk setiap perlakuan waktu, disebabkan karena radioaktif (^{32}P) telah meluruh sehingga aktifitas spesifik yang terukur sangat rendah untuk setiap perlakuan waktu panen.

4.4. Aktifitas Spesifik Awal ^{32}P

Aktifitas spesifik awal 100 mg pupuk ^{32}P pada saat diaplikasikan tercatat 6193,745 cpm/mg pada tanggal 08 Agustus 2002. Aktifitas spesifik awal inilah yang digunakan untuk dibandingkan dengan aktifitas spesifik akhir pada tanaman untuk setiap perlakuan waktu panen yaitu T_4 pada tanggal 02 September 2002, T_5 pada tanggal 09 September 2002, dan T_6 pada tanggal 16 September 2002.

4.5. Aktifitas Spesifik ^{32}P Pada Tanaman Kedelai

Aktifitas spesifik setiap perlakuan waktu panen yang ada pada tanaman pada tanggal 02 September 2002 untuk T_4 , 09 September 2002 untuk T_5 , dan 16 September 2002 untuk T_6 , dengan aktifitas yang diperoleh dari LSC dibagi dengan mg Total fosfor, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

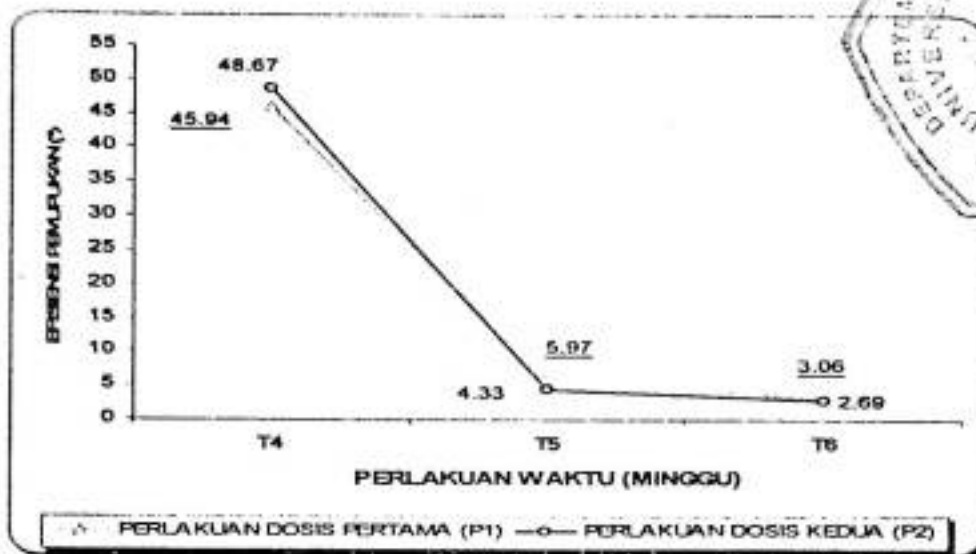


Gambar 6 : Grafik rata-rata aktifitas spesifik tanaman kedelai

Aktifitas spesifik tanaman kedelai sangat bergantung pada aktifitas radioisotop ^{32}P dan jumlah fosfor yang diserap oleh tanaman. Dilihat pada 6 tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan dosis (P_1) dan (P_2) untuk setiap perlakuan waktu, hal ini disebabkan karena pada penelitian ini kita menggunakan tanaman kedelai dengan varietas yang sama sehingga daya serap fosfornya pun hampir sama, tetapi dosis pemupukan yang diberikan berbeda dimana dosis P_2 lebih besar daripada P_1 , sehingga fosfor yang tersedia juga lebih besar pada tanaman sedangkan aktifitas ^{32}P sangat bergantung pada waktu panen, dimana waktu panen 6 minggu setelah aplikasi tentu saja lebih rendah dibandingkan panen 4 minggu karena radioisotop ^{32}P telah meluruh sebagian. Sehingga jika aktifitas ^{32}P rendah dibagi dengan jumlah Total fosfor besar, maka aktifitas spesifiknya akan rendah. Ini terlihat pada diagram di atas bahwa nilai aktifitas spesifik tanaman untuk dosis kedua (P_2) lebih rendah daripada aktifitas spesifik dosis pertama (P_1).

4.6. Efisiensi Pemupukan

Nilai perbandingan antara aktifitas spesifik akhir dengan aktifitas spesifik awal diperoleh persen efisiensi pemupukan, hasilnya menunjukkan bahwa efisiensi pemupukan untuk setiap perlakuan cenderung menurun seperti terlihat pada grafik di bawah ini :



Gambar 7 : Grafik efisiensi pemupukan tanaman kedelai

Pemberian pupuk yang sesuai diperlukan oleh tanaman di daerah pesisir untuk memperkecil biaya pemupukan dan untuk menghindari terjadinya pencemaran di laut karena bertambahnya sumber-sumber nutrien. Oleh karena itu kebutuhan hara bertujuan untuk mengimbangkan kebutuhan P pada jaringan tanaman dengan tanah sebagai penyedia sumber hara. Sayangnya total kandungan hara dalam tanah tidak selalu memberikan gambaran mengenai ketersediaan unsur hara. Dengan adanya gambaran persen efisiensi pemupukan fosfor, maka kita dapat mengetahui besarnya fosfor yang seharusnya diberikan oleh tanaman. Suprpto mengatakan bahwa efisiensi pemupukan P kira-kira 5 – 20 % pada tanaman kedelai dan menurut Donahue 10 – 30 % yang terdapat pada tanaman pada umumnya. Dengan demikian perlakuan T₅ dengan perlakuan dosis P₂, T₆ dengan perlakuan P₁ dan P₂ ternyata belum mencapai efisiensi pemupukan P yaitu 4,33 %, 3,09 %, dan 2,69 %. Besarnya efisiensi pemupukan tergantung pada :

Faktor Kimia Tanah. Pada tanah-tanah pH tinggi P terikat oleh Ca^{2+} atau Mg^{2+} dan pada tanah-tanah pH rendah P terikat oleh Fe^{2+} atau Al^{3+} , dengan demikian tanah-tanah pesisir dengan pH 4,0 P tersedia dalam bentuk pupuk anorganik yang akan terikat oleh Fe^{2+} atau Fe^{3+} , hal ini biasa disebut mineralisasi oleh Fe membentuk molekul yang lebih kompleks.

Sifat Fisik. Sifat fisik tanah yang paling dominan dalam menentukan ketersediaan P dalam tanah adalah tekstur. Tanah-tanah pesisir yang diambil sebagai bahan penelitian ternyata didominasi oleh pasir mudah diolah karena longgar dan gembur, secara umum terdapat kecenderungan korelasi antara kandungan liat tanah dan unsur hara P, sehingga semakin halus tekstur tanah maka semakin terakumulasi hara P.

Tipe dan Karakteristik Tanaman Budidaya. Penyerapan P oleh tanaman dari karakteristik tanaman sangat dipengaruhi oleh sistem perakaran. Sistem perakaran akan berbeda dalam hal panjang perakaran, kedalaman penetrasi, penampakan lateral, dan densitas akar. Yang paling berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara adalah penetrasi akar ke dalam tanah. Penetrasi ini dibagi atas dua macam, yaitu perkembangan ke arah samping dan ke arah bawah. Penetrasi akar untuk varietas orba bertipe perkembangan ke arah bawah, sehingga efisiensi pemupukan lebih tinggi jika pupuk TSP ditanamkan lebih dalam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Batas efisiensi pemupukan tanaman kedelai tertinggi di daerah pesisir adalah 48,67% dengan dosis pupuk P yang diberikan 50 Kg/ha dengan umur tanaman 4 minggu .

5.2. Saran

Dari penelitian ini disarankan :

1. Sebaiknya dilakukan perlakuan waktu untuk 2 minggu dan 3 minggu untuk mengetahui penyerapan fosfornya.
2. Masih perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui unsur lain yang terdapat pada tanah pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- , 1996, *Cerenkov and Liquid Scintillation Analysis of the Triple Label $^{86}\text{Rb} - ^{35}\text{S} - ^{33}\text{P}$* , Pergamon, Appl. Radit. Iso. 47, 659 - 668.
- , 1996, *Pulse Height Spectral Analysis of $^3\text{H} : ^{14}\text{C}$ Ratios*, Pergamon, Appl. Radit. Iso. 47, 767-775.
- Anonim., 2001, *Land Ocean Interaction in the Coastal Zone (LOICS)*, Buletin Paris.
- C.A. Black., 1957, *Soil Plant Relationships*, Department of Agronomy Iowa State College, Iowa, United States of Amerika.
- Foth Henry., 1988, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Messler, M.J., 1989, *Liquid Scintillation Analysis, Science and Technology*, Packard Instrument Co. USA.
- Noor Alfian., 2002, *Pengantar Kimia Radiasi*, Yayasan Mitra Sains Indonesia, Makassar.
- Noor Alfian dkk., 1995, *Application of Pulse Height Spectral Analysis to Double-Label Counting of $^{35}\text{S} - ^{32}\text{P}$* , Pergamon, Appl. Radit. Iso. 46, 791- 797.
- Noor, M., 1996, *Padi Lahan Marjinal*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sarwono Hardjowigeno., 1989, *Ilmu Tanah*, Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Shanchez Pedro A., 1993, *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*, Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- Slatter, R. J., 1990, *Radioisotopes In Biology A Practical Aproach*, Oxford University, New York.
- Suprpto H.S., 1995, *Bertanam Kedelai*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tuwo Ambo., 2002, *Pengelolaan Ekosistem Pantai*, Fakultas Kelautan dan Perikanan UNHAS, Makassar.

Lampiran 1

Hasil pengukuran serapan larutan standar P

Tabel 4 : Pengukuran serapan larutan standar

No	Konsentrasi (μg)	Serapan
1	0	0,02
2	10	0,12
3	25	0,29
4	30	0,36
5	40	0,48
6	50	0,61
7	60	0,7

Persamaan garis regresi :

$$Y = aX + b$$

Dengan

$$Y = \text{Serapan (A)}$$

$$X = \text{Kadar fosfor } (\mu\text{g})$$

$$a = 0,0107$$

$$b = 0,0117$$

Sehingga persamaan garis regresinya :

$$Y = 0,0107 X + 0,0117$$

Lampiran 2

Contoh perhitungan pengukuran aktifitas ^{32}P lebih dari satu kali

Jika pengukuran aktifitas di ulang sampai 3 kali, dimana cpm yang tertera di vial dari packard yaitu 78 cpm, 79 cpm, dan 1925. Dengan menggunakan persamaan :

$$(\sum X) \pm \sqrt{\sum X^2}$$

Dimana : X : Aktifitas ^{32}P

Maka diperoleh aktifitas ^{32}P

$$(78 + 79 + 1925) \pm \sqrt{78^2 + 79^2 + 1925^2}$$

$$(2082) \pm \sqrt{3717950}$$

$$2082 + 1928 = 4010 \text{ cpm}$$

$$2083 + 1928 = 154 \text{ cpm}$$

Lampiran 3

Contoh perhitungan koreksi aktifitas ^{32}P (cpm)

Aktifitas ^{32}P (cpm) yang tertera di vial dari Packard = 4010 cpm.

Waktu paruh ($t_{1/2}$) = 14,3.

Waktu panen 02 September 2002

Pencacahan pada tanggal 26 September 2002.

$t = 24$ hari

$$\lambda = \frac{0,693}{t^{1/2}} = \frac{0,693}{14,3} = 4,846 \times 10^{-3}$$

$$A_0 = \frac{At}{e^{-\lambda t}} = \frac{4010}{e^{4,846 \times 10^{-3}(24)}}$$

$$A_0 = \frac{4010}{1,1233}$$

$$A_0 = 3569,8388 \text{ cpm}$$

Lampiran 4

Contoh perhitungan kadar P-total

Persamaan garis lurus yang diperoleh dari kurva standar adalah

$$Y = 0,0107 X + 0,0117$$

Scrapan sampel tanaman kedelai 5,44 μg

$$5,44 = 0,0107 X + 0,0117$$

$$X = \frac{5,44 - 0,0117}{0,0107}$$

$$X = 507,3177$$

$$\text{Total fosfor} = X \times f_p \times 10^{-3}$$

$$= 507,3177 \times \frac{20}{5} \times 10^{-3}$$

$$= 2,03 \text{ mg}$$

Lampiran 5

Contoh perhitungan aktifitas spesifik

Aktifitas tanaman kedelai yang tertera dari vial packard = 4010 cpm

Fosfor total yang diperoleh = 2,03 mg

$$\begin{aligned} \text{Aktifitas spesifik} &= \frac{4010}{2,03} \\ &= 1975,3695 \text{ cpm/mg} \end{aligned}$$

Lampiran 6

Tabel hasil analisis

1. Analisis berat kering tanaman kedelai

Tabel 5 : Berat kering tanaman kedelai

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA (Gram)
	1	2	3	
P ₁ T ₄	2,6265	4,4704	1,7658	2,9542
P ₂ T ₄	5,1986	4,235	2,846	4,0932
P ₁ T ₅	1,5834	2,5212	3,1259	2,4102
P ₂ T ₅	3,033	3,0121	2,9648	3,0033
P ₁ T ₆	3,4542	2,0703	1,9828	2,5024
P ₂ T ₆	3,9953	4,5036	3,3119	3,9369

2. Analisis fosfor total

Tabel 6 : Fosfor total tanaman kedelai

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA (mg)
	1	2	3	
P ₁ T ₄	2,03	1,52	2,73	2,09
P ₂ T ₄	3,17	2,54	3,81	3,17
P ₁ T ₅	3,17	1,90	1,26	2,11
P ₂ T ₅	2,54	2,85	2,54	2,64
P ₁ T ₆	2,41	2,22	2,54	2,39
P ₂ T ₆	2,86	2,54	1,90	2,43

Lampiran 6

Tabel hasil analisis

1. Analisis berat kering tanaman kedelai

Tabel 5 : Berat kering tanaman kedelai

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA (Gram)
	1	2	3	
P ₁ T ₄	2,6265	4,4704	1,7658	2,9542
P ₂ T ₄	5,1986	4,235	2,846	4,0932
P ₁ T ₅	1,5834	2,5212	3,1259	2,4102
P ₂ T ₅	3,033	3,0121	2,9648	3,0033
P ₁ T ₆	3,4542	2,0703	1,9828	2,5024
P ₂ T ₆	3,9953	4,5036	3,3119	3,9369

2. Analisis fosfor total

Tabel 6 : Fosfor total tanaman kedelai

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA (mg)
	1	2	3	
P ₁ T ₄	2,03	1,52	2,73	2,09
P ₂ T ₄	3,17	2,54	3,81	3,17
P ₁ T ₅	3,17	1,90	1,26	2,11
P ₂ T ₅	2,54	2,85	2,54	2,64
P ₁ T ₆	2,41	2,22	2,54	2,39
P ₂ T ₆	2,86	2,54	1,90	2,43

3. Analisis aktifitas radioisotop ^{32}P

Tabel 7 : Aktifitas Radioaktif ^{32}P tanaman kedelai

PERLAKUAN	WAKTU PANEN	ULANGAN			RATA-RATA (CPM)
		1	2	3	
P ₁ T ₄	02-09-2002	7070	3558	7214	5947
P ₂ T ₄	02-09-2002	16011	7096	5564	9557
P ₁ T ₅	09-09-2002	706	1276	359	780
P ₂ T ₅	09-09-2002	574	612	938	708
P ₁ T ₆	16-09-2002	305	407	661	458
P ₂ T ₆	16-09-2002	382	541	295	406