

KANDUNGAN KALSIMUM DAN FOSFOR  
LUMPUR KELAPA SAWIT (PALM OIL SLUDGE)  
PADA LOKASI, LAMA PENYIMPANAN DAN  
LAPISAN YANG BERBEDA

SKRIPSI

ABD. WIFAI, M.

09 05 000



PERPUSTAKAAN PUSAT UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	29-11-1999
Asal	FAK. PETERNAKAN
Banyak	1 SATU EKSI
Tempa	HADIAH
No. Inventaris	
No. Stok	10829

FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
JUNG PANDANG  
1999

**KANDUNGAN KALSIUM DAN PHOSFOR  
LUMPUR KELAPA SAWIT (*PALM OIL SLUDGE*)  
PADA LOKASI, LAMA PENYIMPANAN DAN  
LAPISAN YANG BERBEDA**

Oleh :

**Abd. Rifai M.**  
**I 211 93 109**

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Peternakan  
Pada Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak  
Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Ujung Pandang

**FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
UJUNG PANDANG  
1999**

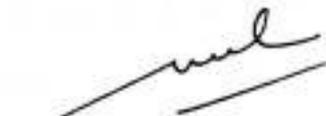
Judul : Kandungan Kalsium dan Fosfor Lumpur Kelapa Sawit (Palm Oil Sludge) pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda.

Nama : Abd. Rifai M.

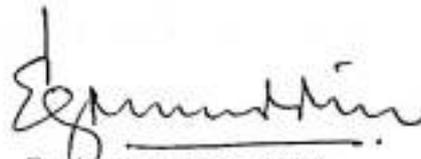
Nomor Pokok : I 211 93 109

Bidang Penelitian : Nutrisi Ruminansia

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :



Ir. Nancy Lahay, M.S.  
Pembimbing Utama



Ir. Syamsuddin, M.S.  
Pembimbing Anggota



Prof. Dr Ir. Effendi Abustam, M.Sc.  
Dekan



Dr. Ir. Laily A. Rotib, M.S.  
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : 16 Agustus 1999

## RINGKASAN

KANDUNGAN KALSIMUM DAN PHOSFOR LUMPUR KELAPA SAWIT (*PALM OIL SLUDGE*) PADA LOKASI, LAMA PENYIMPANAN DAN LAPISAN YANG BERBEDA (Dibawah bimbingan Ibu Nancy Lahay sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Syamsuddin sebagai Pembimbing Anggota).

Penelitian tentang Kandungan Kalsium dan Fosfor Lumpur Kelapa Sawit (*Palm Oil Sludge*) dilakukan untuk mengetahui pengaruh lokasi, lama penyimpanan dan lapisan yang berbeda terhadap kandungan kalsium dan fosfornya.

Rancangan yang dipakai adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola petak terpisah. Sedang materi yang digunakan adalah lumpur minyak sawit (*Palm Oil Sludge*) yang diperoleh dari hasil buangan pabrik pengolahan minyak kelapa sawit di Palopo ( $M_1$ ) dan Mamuju ( $M_2$ ). Pengambilan sampel dari setiap lokasi tersebut didasarkan pada lama penyimpanan (P), yaitu lebih dari 4 bulan ( $P_1$ ) dan kurang dari 4 bulan ( $P_2$ ). Masing - masing sampel diambil tiga lapisan penumpukan (L), yaitu lapisan atas ( $L_1$ ), tengah ( $L_2$ ) dan bawah ( $L_3$ ) sebanyak 3 kali ulangan.

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) memperlihatkan lumpur sawit asal Palopo mempunyai kandungan kalsium dan fosfor masing - masing 0,361 % dan 0,436 % lebih rendah bila dibandingkan asal Mamuju yaitu 0,44% dan 0,545 %.

Dari hasil uji BNT diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kandungan mineral kalsium dan fosfor pada lumpur sawit yang berasal dari Palopo nyata lebih rendah dibanding lumpur sawit asal Mamuju.
2. Lapisan tumpukan dan lama penyimpanan tidak mempengaruhi kandungan kadar kalsium dan fosfor lumpur kelapa sawit.

## KATA PENGANTAR

Syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, Dialah satu-satunya jawaban atas keberadaanku selama ini. Atas rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada Ibu Ir. Nancy Lahay, MS atas motivasi dan bimbingan yang diberikan hingga selesainya skripsi ini, baik dalam kapasitas beliau sebagai pembimbing utama maupun sebagai penasihat akademik. Demikian pula kepada Bapak Ir. Syamsuddin Nampo, MS sebagai pembimbing anggota telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, petunjuk serta saran-saran yang berarti sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.

Kepada Bapak Dekan Fakultas Peternakan serta seluruh Dosen dan Pegawai yang telah banyak memberikan bimbingan dan bantuan selama penulis mengikuti bangku perkuliahan, tak lupa kami mengucapkan terima kasih.

Rasa hormat dan sembah sujud kepada Ibunda tercinta ST. Tjifaun Nurdin dan Ayahanda Mudriansjah atas segala pengertian dan keikhlasan dalam memberikan dorongan dan bantuan sehingga semua harapan dapat terwujud, penulis tidak dapat membalasnya kecuali dengan penuh rasa haru mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya.

Terima kasih sedalam-dalamnya untuk rekan sepenelitian Syahrir, Rafiuddin, Alim, Sri, terkhusus Ibu Ir. Merlyn N. Lekitto, MS yang telah mengikutkan penulis dalam penelitian.

Semoga hasil penelitian dan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran baik dimasa sekarang maupun pada masa akan datang.

Akhirnya, kepada Allah SWT yang Maha Pemurah penulis terus memohon agar senantiasa memberikan balasan dengan kebaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan dan petunjuk-petunjuk serta doa restu kepada penulis. Amin ya Rabbul Alamin.

Ujung Pandang,      Agustus 1999

Penulis

## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
PENDAHULUAN	
Latar Belakang .....	1
Perumusan Masalah .....	2
Hipotesa .....	3
Tujuan dan Kegunaan .....	3
TINJAUAN UMUM	
Gambaran Umum Kelapa Sawit .....	4
Pengembangan Kelapa Sawit di Indonesia .....	5
Lumpur Sawit (POS) .....	7
Fungsi Kalsium dan Phospor Dalam Tubuh Ternak .....	9
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	
Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
Materi Penelitian .....	13
Metode Penelitian .....	13
Pengolahan Data .....	17
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Kalsium dan Phospor Lumpur Minyak Sawit .....	19
Kandungan Kalsium Lumpur Minyak Sawit (POS) pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan Berbeda .....	21

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan .....	24
Saran .....	24

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
	<u>Teks</u>	
1	Perkembangan Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Seluruh Indonesia Tahun 1989-1990 .....	6
2	Komposisi Nutrisi Lumpur Minyak Sawit .....	9
3	Rata-rata Kandungan Kalsium dan Fospor Lumpur Minyak Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan, dan Lapisan yang Berbeda .....	19
4	Rata-rata Kandungan Kalsium dan Fospor Lumpur Minyak Sawit pada Interaksi Lokasi dengan Lama Penyimpanan (MP), Lokasi dengan Lapisan (ML) dan Lama Penyimpanan dan Lapisan (PL) .....	20
	<u>Lampiran</u>	
1	Data dan Perhitungan Hasil Analisa Kandungan Kalsium dan Fospor Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda .....	27
2	Daftar Analisa Ragam Kandungan Kalsium Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda .....	32
3	Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kandungan Kalsium Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda .....	33

4	Data dan Perhitungan Hasil Analisa Kandungan Phospor Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda .....	34
5	Daftar Analisa Ragam Kandungan Phospor Lumpur Kelapa Sawit Pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda .....	39
6	Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kandungan Phospor Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda .....	40

## PENDAHULUAN



### Latar Belakang

Peternakan merupakan salah satu bidang usaha yang menghasilkan komoditas daging, susu, telur, dan hasil-hasil olahannya serta hasil sisa produksi. Bila ditinjau dari sudut pertanian terpadu, maka peternakan mempunyai prospek yang sangat cerah. Dimana Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena kesuburan tanahnya yang sangat menonjol, disamping itu limbah pertanian sangat banyak yang dapat digunakan sebagai makanan ternak.

Kekuatan bahan pakan konvensional akhir-akhir ini semakin terasa kesulitannya, hal ini antara lain disebabkan oleh harga pakan yang semakin meningkat, dan pengembangan produksi hijauan terbentur pada masalah lahan yang semakin sempit ditambah pula oleh kualitas hijauan di daerah tropis yang rendah. Oleh karena itu perlu dicari sumber daya baru yang cukup potensial untuk dimanfaatkan sebagai suplemen terhadap nilai kualitas hijauan yang rendah.

Sumber daya tersebut sebaiknya memenuhi kriteria; lebih murah, berkesinambungan, bergizi baik, dan tidak bersaing dengan kehidupan manusia. Berbagai hasil ikutan pertanian dan agroindustri dapat dijadikan sebagai bahan pakan. Diantara beberapa limbah pertanian, lumpur minyak sawit (Palm Oil Sludge) dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan bagi ternak. Lumpur minyak sawit merupakan larutan buangan yang dihasilkan selama proses ekstraksi minyak.

Untuk setiap ton hasil akhir minyak sawit akan dihasilkan antara 2-3 ton lumpur minyak sawit. Sebagai komponen terbesar bahan ini adalah air (95%), kemudian padatan (4-5%) dan sisa minyak sebesar 0,5-1%. Sebagai pakan ternak, lumpur minyak sawit dapat diberikan langsung, atau setelah mendapat perlakuan. Lumpur minyak sawit tanpa perlakuan dapat diberikan pada ransum beberapa ternak, antara lain sapi dan babi.

Lumpur minyak sawit yang telah mengalami perlakuan dengan mengurangi air dan minyak dapat meningkatkan kandungan nutrisi bahan pakan, namun demikian banyak faktor yang dapat mempengaruhi kandungan nutrisi lumpur minyak antara lain lama penyimpanan, lapisan dan lokasi pabrik. Hal ini penting agar penggunaan lumpur sawit sebagai pakan ternak dapat dimaksimalkan.

Dari pengolahan kelapa sawit dengan produksi utama 10-15 ton/ha/tahun, dapat dihasilkan lumpur sawit 2%, serat sawit 12%, dan bungkil inti sawit 2,25%. Diantara ketiga macam limbah sawit ini, bungkil kelapa sawit telah digunakan dan dipasarkan sebagai bahan pakan, sedangkan dua bahan lainnya belum dimanfaatkan sebagai bahan pakan.

### Perumusan Masalah

Guna mendapatkan pakan yang berkesinambungan maka ternyata lumpur minyak sawit (Palm Oil Sludge) sebagai salah satu limbah pertanian dapat digunakan sebagai pakan ternak. Namun belum diketahui pengaruh perbedaan

antara lokasi penanaman kelapa sawit, lama penyimpanan dan lapisan tumpukan lumpur sawit yang mungkin berpengaruh terhadap kandungan kalsium dan phosphor.

### Hipotesa

Diduga bahwa pada lokasi, lama penyimpanan dan lapisan tumpukan yang berbeda menyebabkan perbedaan kandungan kalsium dan phosphor dari lumpur minyak sawit tersebut.

### Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lokasi, lama penyimpanan serta lapisan tumpukan lumpur minyak sawit (Palm Oil Sludge) terhadap kandungan kalsium dan phosphor lumpur minyak sawit tersebut.

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi pada lokasi, lama penyimpanan dan tumpukan keberapa yang terbaik sebagai pakan ternak.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Gambaran Umum Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia, terutama di daerah-daerah dengan ketinggian kurang dari 500 m di atas permukaan air laut dengan kondisi iklim terletak antara 15° LU - 15° LS (Semangun dan Lahijja, 1985).

Pertumbuhan dan produksi kelapa sawit dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor dari luar maupun dari tanaman kelapa sawit itu sendiri. Faktor tersebut terdiri dari faktor lingkungan, genetis dan teknis agronomis (Anonim, 1980).

Kelapa sawit itu sendiri terdiri dari beberapa varietas. Varietas-varietas itu dibedakan berdasarkan tebal tempurung dan daging buah, atau berdasarkan warna kulit buahnya. Selain varietas tersebut dikenal juga varietas unggul yang mempunyai beberapa keistimewaan, antara lain mampu menghasilkan produksi yang lebih baik dibandingkan varietas yang lain.

Karena kelapa sawit termasuk monokotil, maka batangnya tidak mempunyai kambium dan pada umumnya tidak bercabang. Batang berbentuk silinder dengan diameter antara 20-75 cm. Tinggi batang bertambah kira-kira 45 cm/tahun. Tinggi maksimum tanaman kelapa sawit yang ditanam di perkebunan adalah 15-18 m, sedangkan di alam mencapai 30 m (Anonim, 1990). Lebih lanjut dikatakan bahwa keuntungan yang dimiliki kelapa sawit sebagai sumber minyak adalah produktivitas

minyak per ha lebih tinggi yaitu 3,14 ton. Sosok tanaman cukup tangguh jika terjadi perubahan zaman, keluwesan dan keluasan kegunaan baik di bidang pangan maupun non pangan.

### Pengembangan Kelapa Sawit Di Indonesia

Areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia masih terus berkembang, karena tingkat pertumbuhan tanaman ini sangat baik untuk iklim tropis, dengan tingkat penyiraman matahari kurang lebih 1500 jam per tahun (Anonim, 1975).

Kelapa sawit mulai dipanen pada umur 3,5 - 4 tahun. Tiap pohon mengandung sampai 6 tandanan buah dan setiap tandanan buah beratnya 5-30 kg, mengandung sekitar 250-600 brondolan (buah) yang tergantung umur dan baik tidaknya penyerbukan.

Pada tahun pertama, produksi panen berkisar antara 10-15 ton tandan/ha. Produksi meningkat setiap tahun dan mencapai puncaknya pada umur 8-9 tahun dengan produksi sekitar 25-30 ton (Aritonang, 1986). Berikut tabel perkembangan produksi perkebunan kelapa sawit seluruh Indonesia tahun 1989 - 1990 (Anonim, 1990).

Tabel 1. Perkembangan Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Seluruh Indonesia Tahun 1989-1990 (Anonim, 1990)

Propinsi	Produksi (ton)		
	1988	1989	1990
D.I. Aceh	120.466	120.765	122.772
Sumatera Utara	1.297.005	1.543.938	1.714.608
Sumatera Barat	27.930	29.054	44.975
Riau	226.557	225.727	253.655
Jambi	23.574	16.223	16.870
Sumatera Selatan	42.543	42.558	76.345
Bengkulu	459	475	770
Lampung	26.591	26.639	27.340
Jawa Barat	15.504	15.660	45.068
Jawa Tengah	0	0	0
D.I. Yogyakarta	0	0	0
Jawa Timur	0	0	0
B a l I	0	0	0
Nusa Tenggara Barat	0	0	0
Nusa Tenggara Timur	0	0	0
Kalimantan Barat	43.684	81.203	107.500
Kalimantan Tengah	16	17	18
Kalimantan Selatan	0	0	0
Kalimantan Timur	7.308	7.408	90514
Sulawesi Utara	0	0	0
Sulawesi Tengah	0	0	0
Sulawesi Selatan	1.649	1.650	2.170
Sulawesi Tenggara	0	0	0
Maluku	0	0	0
Irian Jaya	188	188	0
DKI Jakarta	0	0	0
Timor Timur	0	0	0

### Lumpur Sawit (Palm Oil Sludge = POS)

Palm Oil Sludge (POS) adalah larutan buangan yang diperoleh setelah proses ekstraksi minyak kelapa sawit. Gohl (1981) menyatakan bahwa kadar minyak yang tinggi dalam Palm Oil Sludge merupakan pembatas penggunaan bahan ini untuk ruminansia. Dalzell (1977) menyatakan bahwa lemak dalam rumen akan menyebabkan gangguan pencernaan sampai batas waktu dimana ternak sudah mampu beradaptasi dengan pemberian makanan mengandung lemak. Selanjutnya dikatakan bahwa pemberian Palm Oil Sludge dalam ransum sapi dan kerbau dapat memberikan pertambahan bobot badan sebesar 0,47 kg/hari. Penggunaan 15% Palm Oil Sludge dalam ransum sapi merupakan taraf optimum untuk mencapai pertumbuhan ideal. Sebagai tolak ukurnya adalah efisiensi bahan kering, energi dan biaya per kilogram pertambahan berat badan memperlihatkan hasil yang lebih baik dibanding dengan penggunaan level yang lebih tinggi.

Davendra (1977) menyatakan bahwa ransum yang mengandung Palm Oil Sludge 10 - 60 % mempunyai pencernaan bahan kering yang tinggi, tapi hasil yang terbaik dicapai oleh ransum dengan kandungan Palm Oil Sludge 10 %.

Hasil penelitian Lahay (1997) yang menggunakan lumpur kelapa sawit dalam ransum domba jantan diketahui bahwa pemberian lumpur sawit tidak berpengaruh nyata terhadap konsumsi bahan kering dan pertambahan berat badan. Dimana konsumsi bahan kering rata-rata diperoleh 632.857 gr/ekor/hari. Jumlah ini sama

dengan yang dilaporkan Tillman, dkk (1986) bahwa domba dengan berat badan 10-20 kg membutuhkan konsumsi bahan kering 600-1000 gram/ekor/hari. Sedangkan pertambahan berat badan rata-rata diperoleh 48,611 gram/ekor/hari, ini tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhi bobot badan antara lain adalah konsumsi zat pakan, pencernaan zat pakan, mutu serta sifat bahan pakan yang dimakan.



Gambar 1. Komponen Hasil Pengolahan Tandan Buah Kelapa Sawit dan Proses Pengolahan inti Sawit

Lumpur minyak sawit mempunyai komposisi yang beragam. Endapan lumpur sawit terdiri atas lapisan atas, lapisan tengah dan lapisan bawah. Pada lapisan atas kadar lemaknya tinggi sedangkan lapisan bawah kadar abunya tinggi. Lapisan yang terbaik mutunya untuk pakan adalah lapisan tengah dengan kandungan energi dan

protein kasarnya mendekati bungkil kedelai import (Sutardi, 1997). Tabel berikut memperlihatkan komposisi nutrisi hasil ikutan pengolahan lumpur minyak sawit.

Tabel 2. Komposisi Nutrisi Lumpur Minyak Sawit.

Zat Makanan	Kandungan (%)		
	A	b	c
Bahan Kering	93,10	90,4	90,4
Protein Kasar	13,30	16,8	15,26
Lemak	18,85	13,3	8,17
Serat Kasar	16,30	16,7	21,33
BETN	39,55	33,9	43,32
Abu	12,10	9,7	11,93
Kalsium	0,30	0,61	0,28
Pospor	0,19	0,017	0,81

Keterangan : (a) Anonim (1980)  
 (b) Anonim (1992)  
 (c) Purwaningsih (1990)

### Fungsi Kalsium dan Phosphor Dalam Tubuh Ternak

Kalsium adalah unsur mineral makro yang terbanyak di dalam tubuh ternak dibandingkan unsur mineral lain yang diperkirakan 1,5% - 2,0% dari berat badan (Kyongo Male, Thomas dan Ullrey, 1978). Selanjutnya Thomson (1978) menyatakan kalsium adalah unsur mineral dasar yang sangat penting dalam tubuh ternak. Terdapat kira-kira 99% kalsium dalam tulang dan gigi. Sisanya 1% didistribusikan dalam berbagai jaringan tubuh.

Menurut Tillman, dkk (1989) kalsium mempunyai beberapa fungsi, diantaranya Ca diperlukan untuk mengaktifkan enzim tertentu misalnya lipase dan kelenjar pankreas, plasma lipoprotein, fosfolipase A dan fosfolipase kinase, untuk melepaskan beberapa neuro transmitter tertentu. Dalam cairan tubuh, ia mengurangi aktivitas neuro muskuler, dengan demikian ia memainkan peranan dalam kontraksi otot dan fungsi otot jantung. Disamping fungsi utamanya yaitu pembentukan dan pemeliharaan tulang dan gigi, untuk pembekuan darah bersama-sama vitamin K.

Bila kadar Ca dalam darah berkurang maka hormon parathyroid (PTH) disekresi yang berfungsi merangsang ginjal untuk membentuk ealsitrol, bentuk aktif Vitamin D. rangsangan metabolisme ini meningkatkan penyerapan dari usus dan bersama hormon parathyroid mempertinggi mobilisasi cadangan kalsium tulang (Robinson, Lawler, Chenoweth dan Garwick, 1986).

Phosphor merupakan salah satu unsur yang paling penting diantara mineral dalam fungsinya untuk metabolisme tubuh, disamping itu penting sekali untuk kontribusi tulang rawan, memegang peranan dalam absorpsi dan metabolisme energi (Church, 1978). Lebih lanjut dikatakan bahwa phosphor terdapat kira-kira 10% dari total berat tubuh ternak, 80% diataranya adalah tulang dan sisanya didistribusikan dalam tubuh ternak untuk fungsi sel.

Konsentrasi ion fosfat pada plasma dipengaruhi oleh konsentrasi ion kalsium, oleh hormon parathyroid yang membentuk phosphaturia oleh pengurangan



reabsorpsi tubulin ginjal pada fosfate oleh calcitonin untuk mencegah reabsorpsi tubulin ginjal pada fosfate (Kaplan dan Szabo, 1979). Kebanyakan phosphor dalam makanan terdapat dalam bentuk kombinasi organik yang dihasilkan oleh fosfat usus menjadi fosfat bebas. Phosphor diarsorpsi seperti halnya garam-garam anorganik (Robinson, Lawler, Chenoweth dan Garwick, 1986).

Phosphor relatif lebih banyak dibutuhkan oleh ternak muda dibandingkan ternak yang sudah tua, karena pada ternak yang sudah tua hanya sebagai pengganti yang hilang dari tulang dan sebagai pengganti yang terbuang, kecuali bila ternak dalam keadaan bunting atau laktasi, penting untuk foetus dan air susu (Simkiss, 1976).

Adapun fungsi dari phosphor adalah penting untuk pembentukan tulang dan gigi, pembekuan darah, penyusunan jaringan lunak dan mentransfer energi dalam kontraksi otot (Kamstra, 1975).

Church (1971) yang dilaporkan oleh Thomson (1978) menyatakan bahwa kurang lebih 80% dalam tubuh berfungsi sebagai fungsi sel. Lebih lanjut dikatakan bahwa phosphor adalah salah satu unsur penting diantara mineral dalam fungsinya untuk metabolisme tubuh, disamping itu penting sekali untuk kontribusi tulang rawan, memegang peranan penting dalam absorpsi dan metabolisme energi.

Konsumsi mineral itu sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

(1) Jenis makanan yang dikonsumsi, (2) Kemampuan suplementasi energi protein,

- (3) Kandungan garam pada air minum, (4) Ketersediaan mineral yang disuplai, dan  
(5) bentuk fisik mineral (Mc Dowell, Ellins dan Conrad, 1984).

## **BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, pada bulan Mei sampai Juni 1999 dan dilakukan pengambilan sampel di lokasi pada bulan September 1998.

### **Materi Penelitian**

Pada penelitian ini, materi yang digunakan adalah lumpur minyak kelapa sawit (Palm Oil Sludge) yang diperoleh dari hasil buangan pabrik pengolahan minyak kelapa sawit "PT. Perkebunan Nusantara XXVIII (Persero)", di Kecamatan Burau, Kabupaten Luwu dan "PT. Teknologi Unggul Widya Lestari", di Kecamatan Pasangkayu, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Selatan.

### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan mengambil sampel di dua lokasi (M) yaitu Luwu (M1) dan kabupaten Mamuju (M2). Pengambilan sampel dari setiap lokasi tersebut didasarkan pada lama penyimpanan (P) yaitu lebih dari 4 bulan (P1) dan kurang dari 4 bulan (P2). Masing-masing sampel diambil tiga lapisan penumpukan (L) yang berbeda, yaitu lapisan atas (L1), lapisan tengah (L2) dan lapisan bawah (L3) sebanyak 3 kali ulangan. Sampel ditempatkan dalam wadah dan ditimbang untuk mengetahui berat segarnya. Kemudian sampel

tersebut dimasukkan ke dalam freezer dan selanjutnya dilakukan analisa di laboratorium untuk mengetahui kandungan kalsium dan phosphornya.

Prosedur dalam analisa kalsium sebagai berikut :

- Abu (Dari Hasil Analisa Kadar Abu) ditambahkan dengan 5 ml HCl pekat kemudian diencerkan dengan air suling sampai setengah cawan porselen
- Kemudian diuapkan sampai volumenya mencapai 10 ml
- Biarkan agak dingin, kemudian dituang dalam labu ukur 100 ml melalui corong yang dilapisi kertas saring sambil dibilas dengan aquades (air pembilas dimasukkan ke dalam labu ukur)
- Kertas saring dibilas sampai tetes terakhir bebas dari asam
- Larutan dalam labu ukur dihimpitkan dengan tanda garis, kemudian dikocok sampai campuran merata
- Pipet larutan tadi sebanyak 20 ml dan masukkan ke dalam gelas piala, tambahkan dua tetes metilen merah
- Tetesi dengan larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  1:1 sampai berubah warnanya
- Tambahkan larutan HCl 1:3 (sampai warna menjadi merah)
- Panaskan hingga mendidih, kemudian tambahkan 15 ml amonium oksalat, panaskan terus sampai terbentuk endapan (kalau berubah tambahkan kembali HCl 1:3 sampai warna merah kembali)
- Endapan tersebut disaring dan kertas saring dibilas hingga bebas asam (lakmus)

- Kertas saring beserta isinya dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer yang telah diisi dengan 100 cc air suling dan 5 cc  $H_2SO_4$  pekat
- Panaskan dengan suhu  $70^\circ - 80^\circ C$ , kemudian titrasi dengan  $KMnO_4$  0,1 N sampai warna sampel berubah
- Buat penetapan blangko
- Rumus untuk menentukan kadar kalsium :

$$\text{Kadar Kalsium} = \frac{\text{ml titrasi} \times \text{Pengenceran} \times \frac{1}{2} BA Ca}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Prosedur untuk analisa kadar phosphor adalah sebagai berikut :

- Abu (dari hasil analisa kadar abu) dan prosedur kerjanya sama dengan prosedur pada analisa kadar Ca mulai dari poin 1 - 5
- Pipet 1 ml larutan tersebut dan masukkan ke dalam labu ukur 500 ml. Kemudian tambahkan 20 ml aquades dan tambahkan larutan yaitu 3 ml larutan amonium molibdat dan 5 ml larutan vitamin C
- Himpitkan pada tanda garis dan kocok sampai tercampur merata
- Biarkan selama 30 menit dan amati absorbsinya pada spektrofotometer 56 nm

- Kertas saring beserta isinya dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer yang telah diisi dengan 100 cc air suling dan 5 cc H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat
- Panaskan dengan suhu 70° - 80°C, kemudian titrasi dengan KMnO<sub>4</sub> 0,1 N sampai warna sampel berubah
- Buat penetapan blangko
- Rumus untuk menentukan kadar kalsium :

$$\text{Kadar Kalsium} = \frac{\text{ml titrasi} \times \text{Pengenceran} \times \frac{1}{2} \text{BA Ca}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Prosedur untuk analisa kadar phosphor adalah sebagai berikut :

- Abu (dari hasil analisa kadar abu) dan prosedur kerjanya sama dengan prosedur pada analisa kadar Ca mulai dari poin 1 - 5
- Pipet 1 ml larutan tersebut dan masukkan ke dalam labu ukur 500 ml. Kemudian tambahkan 20 ml aquades dan tambahkan larutan yaitu 3 ml larutan anonium molibdat dan 5 ml larutan vitamin C
- Himpitkan pada tanda garis dan kocok sampai tercampur merata
- Biarkan selama 30 menit dan amati absorbsinya pada spektrofotometer 56 nm

- Rumus yang dipakai adalah :

$$\text{Kadar P} = \frac{(Z) \times (0,1) \times Y/a}{X} \times 100\%$$

Keterangan :

Z = ml P hasil pembacaan pada grafik standar

Y = jumlah ml larutan yang dibuat (dari abu)

A = jumlah ml larutan yang dianalisa

X = berat abu

## Pengolahan Data

Data yang dianalisa berdasarkan sidik ragam dengan rancangan petak-petak terpisah dengan dasar RAL, dimana model matematikanya :

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + \epsilon_{il} + B_j + (AB)_{ij} + \sigma_{ijl} + C_k + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + ijkl;$$

dimana :

- $Y_{ijkl}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke- $l$  yang memperoleh taraf ke- $i$  dari faktor a, taraf ke- $j$  dari faktor b, dan taraf ke- $k$  dari faktor c
- $\mu$  = nilai rata-rata yang sesungguhnya
- $A_i$  = pengaruh aditif dari taraf ke- $i$  faktor A
- $\epsilon_{il}$  = pengaruh galat yang timbul pada kelompok ke- $l$  yang memperoleh taraf ke- $i$  dari faktor A, sering disebut galat petak utama atau galat (a)
- $B_j$  = pengaruh aditif dari taraf ke- $j$  faktor B
- $(AB)_{ij}$  = pengaruh interaktif antara taraf ke- $i$  dari faktor A dan taraf ke- $j$  dari faktor B
- $\sigma_{ijl}$  = pengaruh galat yang timbul pada kelompok ke- $l$  yang memperoleh taraf ke- $i$  dari faktor A dan taraf ke- $j$  dari faktor B, sering disebut galat anak petak atau galat (b)
- $C_k$  = pengaruh aditif dari taraf ke- $k$  faktor C
- $(AC)_{ik}$  = pengaruh interaktif antara taraf ke- $i$  dari faktor A dan taraf ke- $k$  dari faktor C
- $(BC)_{jk}$  = pengaruh interaktif antara taraf ke- $j$  dari faktor B dan taraf ke- $k$  dari faktor C

$(ABC)_{ijk}$  = pengaruh interaktif antara taraf ke-i dari faktor A, taraf ke-j dari faktor B, dan taraf ke-k dari faktor C

$ijkl$  = pengaruh galat yang timbul pada kelompok ke-l yang memperoleh taraf ke-i dari faktor A, taraf ke-j dari faktor B, dan taraf ke-k dari faktor C, sering disebut galat anak-anak petak atau galat (c).

Bila terjadi perlakuan yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf perlakuan yang berbeda nyata (Gaspersz, 1991).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Kalsium dan Phospor Lumpur Minyak Sawit.

Rata-rata persentase kandungan kalsium dan phospor lumpur minyak sawit menurut lokasi, lama penyimpanan dan lapisan yang berbeda serta interaksinya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Kandungan Kalsium dan Phospor Lumpur Minyak Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan, dan Lapisan yang Berbeda.

LOKASI (M)	LAMA PENYIMPANAN (P)	LAPISAN (L)	KANDUNGAN (%)	
			KALSIUM	PHOSPOR
PALOPO	P > 4 Bulan	L <sub>1</sub>	0,27	0,55
		L <sub>2</sub>	0,53	0,49
		L <sub>3</sub>	0,27	0,47
	P < 4 Bulan	L <sub>1</sub>	0,27	0,32
		L <sub>2</sub>	0,43	0,39
		L <sub>3</sub>	0,40	0,40
MAMUJU	P > 4 Bulan	L <sub>1</sub>	0,43	0,53
		L <sub>2</sub>	0,50	0,59
		L <sub>3</sub>	0,33	0,46
	P < 4 bulan	L <sub>1</sub>	0,40	0,60
		L <sub>2</sub>	0,60	0,55
		L <sub>3</sub>	0,40	0,54
<u>Rata-rata Lokasi</u> PALOPO MAMUJU	<u>Rata-rata Lama Penyimpanan</u> P > 4 Bulan P < 4 Bulan		0,36 <sup>b</sup>	0,44 <sup>b</sup>
			0,44 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>
	<u>Rata<sup>2</sup> Lapisan</u> L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> L <sub>3</sub>		0,39	0,51
			0,42	0,47
			0,34	0,50
			0,51	0,51
			0,35	0,47

Keterangan : a, b : Nilai Pengamatan pada kolom yang sama yang diikuti notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata

Berdasarkan interaksi dari beberapa faktor perlakuan antara lokasi dengan lama penyimpanan (MP), lokasi dengan Lapisan (ML) serta lama penyimpanan dengan lapisan (PL) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Kandungan Kalsium dan Fosfor Lumpur Minyak Sawit pada Interaksi Lokasi dengan Lama Penyimpanan (MP), lokasi dengan lapisan (ML) dan lama penyimpan dengan lapisan (PL)

INTERAKSI PERLAKUAN	RATA-RATA KANDUNGAN (%)	
	KALSIUM	PHOSPOR
LOKASI x LAMA PENYIMPANAN		
M <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	0,36	0,50 <sup>a</sup>
M <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	0,37	0,37 <sup>b</sup>
M <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	0,42	0,53 <sup>a</sup>
M <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	0,47	0,57 <sup>a</sup>
LOKASI x LAPISAN		
M <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0,27	0,44
M <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0,48	0,44
M <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	0,33	0,44
M <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	0,42	0,57
M <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	0,55	0,57
M <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	0,37	0,49
LAMA PENYIMPANAN x LAPISAN		
P <sub>1</sub> L <sub>1</sub>	0,35	0,54
P <sub>1</sub> L <sub>2</sub>	0,52	0,54
P <sub>1</sub> L <sub>3</sub>	0,30	0,46
P <sub>2</sub> L <sub>1</sub>	0,33	0,46
P <sub>2</sub> L <sub>2</sub>	0,52	0,47
P <sub>2</sub> L <sub>3</sub>	0,40	0,47

## Kandungan Kalsium Lumpur Minyak Sawit (POS) pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda

Berdasarkan hasil Analisis Ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa perbedaan lokasi (M) yang berasal dari Palopo ( $M_1$ ) dan yang berasal dari Mamuju ( $M_2$ ) berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap rata-rata kandungan kalsium lumpur minyak sawit.

Uji BNT memperlihatkan bahwa lumpur minyak sawit yang berasal dari Palopo dengan kandungan kalsium 0,361% nyata lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata kandungan kalsium yang diperoleh dari Mamuju dengan kandungan kalsium 0,44%. Perbedaan kadar kalsium di kedua lokasi tersebut disebabkan oleh faktor lokasi pabrik, dalam hal ini termasuk areal penanaman dimana kemungkinan kandungan hara mineral keduanya berbeda, sehingga mempengaruhi penyerapan unsur tersebut oleh tanaman yang pada akhirnya mempengaruhi mineral limbahnya.

Berdasarkan perbedaan umur penyimpanan (P) yaitu lebih dari 4 bulan ( $P_1$ ) dan kurang dari 4 bulan ( $P_2$ ) serta interaksi lokasi dengan lama penyimpanan (MP) tidak nyata berpengaruh ( $P > 0,05$ ) terhadap rata-rata kandungan kalsium.

Hasil sidik ragam pada perlakuan anak-anak petak menunjukkan bahwa perbedaan lapisan (L), interaksi lokasi dan lapisan (ML), interaksi lama penyimpanan dan lapisan (PL) dan interaksi ketiga faktor perlakuan yaitu lokasi, lama penyimpanan dan lapisan (MPL) tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kandungan kalsium lumpur sawit. Hal ini disebabkan oleh sampel yang diperoleh berdasarkan perbedaan lapisan penumpukan pada setiap lokasi memiliki rata-rata kandungan kalsium yang merata, sehingga tidak terpengaruh oleh perbedaan lapisan. Kemungkinan lain adalah

jarak antara lapisan atas, tengah dan bawah tidak terlalu jauh dimana tinggi tumpukan limbah sawit sekitar 15 cm.

#### **Kandungan Phospor Lumpur Minyak Sawit (POS) pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda**

Hasil analisis ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa lokasi (M), interaksi lokasi dengan lama penyimpanan (MP) berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap rata-rata kandungan fosfor lumpur sawit.

Uji BNT memperlihatkan bahwa rata-rata kandungan fosfor lumpur sawit yang berasal dari Mamuju sangat nyata lebih tinggi dibandingkan dengan lumpur minyak sawit asal Palopo, yaitu masing-masing kandungannya adalah 0,545% dan 0,436%. Perbedaan kandungan fosfor pada kedua lokasi tersebut kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah adanya pengaruh iklim dan topografi tanah tempat areal penanaman kelapa sawit di masing-masing lokasi. Dimana pada saat pengambilan sampel lokasi Mamuju sedang berlangsung musim hujan sedang lokasi Palopo tidak turun hujan. Hal ini sesuai dengan pendapat R.H. Akuba (1989) bahwa faktor-faktor pembatas organisme untuk survive seperti hara mineral ditentukan oleh sinar matahari, suhu dan curah hujan.

Perbedaan waktu penyimpanan (P) lumpur Minyak Sawit lebih dari 4 bulan dan kurang dari 4 bulan tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kandungan fosfor. Sehingga berdasarkan uji statistik yang diperoleh dapat diasumsikan bahwa perbedaan umur penyimpanan tidak akan ada perbedaan kandungan fosfor. Namun demikian pada perlakuan interaksi lokasi dengan lama penyimpanan (MP) berpengaruh sangat

nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kandungan mineral fosfor lumpur sawit tersebut. Lebih lanjut uji BNT memperlihatkan bahwa pada lokasi Palopo dengan lama penyimpanan kurang dari 4 bulan (0,37%) perbedaannya sangat nyata lebih rendah dibandingkan dengan lama penyimpanan lebih dari 4 bulan (0,50%) dalam lokasi yang sama, maupun jika dibandingkan dengan kedua waktu penyimpanan lumpur sawit asal Mamuju, namun asal Mamuju dengan perbedaan waktu penyimpanan tidak berpengaruh terhadap kandungan fosfor.

Berdasarkan lapisan (L), interaksi lokasi dengan lapisan (ML), lama penyimpanan dengan lapisan (PL) serta interaksi lokasi, lama penyimpanan dan lapisan (MPL) tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kandungan fosfor lumpur sawit di kedua lokasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai kandungan mineral kalsium dan fosfor lumpur minyak sawit pada lokasi, lama penyimpanan dan lapisan yang berbeda, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kandungan mineral kalsium dan fosfor lumpur sawit yang berasal dari Palopo terlihat nyata lebih rendah dibandingkan lumpur sawit asal Mamuju.
2. Berbedanya umur (waktu) penyimpanan tidak mempengaruhi kadar kalsium dan fosfor yang terdapat pada limbah lumpur sawit.
3. Kandungan mineral kalsium dan fosfor tidak dipengaruhi oleh lapisan tumpukan yang berbeda.

### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kandungan mineral serta faktor yang dapat mempengaruhi kandungan mineral sehingga lebih optimal dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

## DAFTAR PUSTAKA



- Akuba, R.H. 1989. **Perwilayahan Tanaman Lontar Berdasarkan Kesesuaian Iklim di Nusa Tenggara Timur**. Balai Penelitian Kelapa.
- Anggorodi, 1989. **Ilmu Makanan Ternak Dasar**. Edisi ketiga. PT. Gramedia, Jakarta.
- Anonim, 1975. **Laporan Perkembangan PNP/PTP di Lingkungan BKU PNP Wilayah I**. Departemen Pertanian Perwakilan BKU PNP Wilayah I Medan.
- \_\_\_\_\_, 1979. **Palm Oil Utilization**. Palm Oil Research Institute Malaysia (PORIM). Malaysia.
- \_\_\_\_\_, 1980. **Palem Indonesia**. LIPI-LBN. Balai Pustaka, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1992. **Kelapa Sawit, Usaha Budidaya. Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran**. Penerbit Swadaya, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 1996. **Ensiklopedia Nasional Indonesia**. PT. Cipta Adi Pustaka, Jakarta.
- Aritonang, D. 1986. **Potensi Perkebunan Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Makanan Ternak di Indonesia**. Majalah Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta No 1.
- Church, D.C. 1979. **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants**. Printed by Oxford Press. American.
- Dazell, R. 1977. **A Case Study on The Utilization by Products of Oil by cattle and Buffaloes on an Oil Palm Estate**. Feedingstuff For Livestock in South East Asia, Invervargill, New Zealand.
- Devendra, C. 1977. **Utilization Of Feedingstuff From the Oil Palm**. Feedingstuff For Livestock in South East Asia. P. 116-131. Malaysian Agriculture Research and Development Institute Serdang, Selangor, Malaysia.
- Gaspersz, V. 1991. **Metode Rancangan Percobaan**. Penerbit CV. Armico, Bandung.
- Gohl, 1981. **Tropical feed Information Summaries and Nutritive Values**. Animal Production and Health Series FAO. No. 12:364.
- Hutagalung dan Jalaluddin. 1982. **Feeds For Farm Animal From The Oil Palm**. Serdang, Malaysia.
- Kamstra, D.L. 1975. **Nutrition of Farm Animals**. Kendall/Hunt Publishing Company Dubugue, Iowa.

- Kaplan, A. and L.L. Szabo. 1979. *Clinical Chemistry Interpretation and Techniques*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Lahay, N. 1997. *Pemanfaatan Lumpur Sawit Kering Sebagai Pengganti Sebagian Dedak Pada Ternak Domba Jantan yang Sedang Bertumbuh*. Tesis, PPS UNHAS.
- Lawson, D.E.M. 1978. *Vitamin D*. Academic Press London, New York, San Fransisco.
- Maturbongs, E. 1995. *Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (Solid) Sebagai Pakan Penguat Kambing Peranakan Ettawa yang Sedang Bertumbuh*. Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Cendrawasih.
- McDowell, L.R.F.G. Ellins and J.H. Conrad. 1984. *Supplementation for Grazing Cattle in Tropical Region*. World Animal Review No. 52.
- Purwaningsih, I. S. 1994. *Kecernaan ADF Ransum Domba Jantan Yang Mendapat Suplemen lumpur Sawit Kering (Dried Palm Oil Sludge) Sebagai Pengganti Dedak Padi (*Oryza lativa*)*. Skripsi, Fakultas Pertanian UNHAS.
- Robinson, C.H., M.R. Lawler., Chenoweth and A.E. Garwick. 1986. *Normal and Therapeutic Nutrition*. 17th Ed. Mac Millan Publishing Company, New York.
- Semangun, H. dan A. Lahijja. 1985. *Kelapa Sawit*. Lembaga Pendidikan Perkebunan, Yogyakarta.
- Simkiss, K. 1976. *Calcium in Reproductive Physiology*. First ed. Chapman and Hall Ltd., London
- Sutardi. 1997. *Ketahanan Protein Bahan Makanan Terhadap Degradasi Oleh Mikroba Rumen dan Manfaatnya Bagi Produktifitas Ternak*. Proc. Seminar Penelitian dan Penunjang Pengembangan Peternakan. Lembaga Penelitian Peternakan, Bogor.
- Thomson, O.J. 1978. *Calcium, Phosphor and Fluorins in Animal Nutrition in Latin American Symposium in Mineral Nutrition Research With Grazing Ruminants*. University of Florida, Florida.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, S. Prawiro Kusumo dan S. Lebdosoekojo. 1984. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Lampiran 1. Data dan Perhitungan Hasil Analisa Kandungan Kalsium Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda.

LOKASI	LAMA PENYIMPANAN (P)	LAPISAN (L)	ULANGAN			TOTAL
			1	2	3	
PALOPO	P <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	0,5	0,1	0,2	0,8
		L <sub>2</sub>	0,4	0,6	0,6	1,6
		L <sub>3</sub>	0,2	0,1	0,5	0,8
	P <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	0,2	0,2	0,4	0,8
		L <sub>2</sub>	0,4	0,7	0,2	1,3
		L <sub>3</sub>	0,5	0,3	0,4	1,2
MAMUJU	P <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	0,7	0,4	0,2	1,3
		L <sub>2</sub>	0,5	0,5	0,5	1,5
		L <sub>3</sub>	0,2	0,5	0,3	1,0
	P <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	0,4	0,3	0,5	1,2
		L <sub>2</sub>	0,5	0,7	0,6	1,8
		L <sub>3</sub>	0,5	0,4	0,3	1,2
TOTAL ULANGAN			5,0	4,8	4,7	14,5

Data Total Petak Utama (Lokasi dan Ulangan)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL
	1	2	3	
PALOPO	2,2	2,0	2,3	6,5
MAMUJU	2,8	2,8	2,4	8,0
TOTAL	5,0	4,8	4,7	14,5

Data Total Anak Petak (Lokasi x Lama Penyimpanan x Ulangan)

LOKASI (M)	LAMA PENYIMPANAN (P)	ULANGAN		
		1	2	3
PALOPO	P <sub>1</sub>	1,1	0,8	1,3
	P <sub>2</sub>	1,1	1,2	1,0
MAMUJU	P <sub>1</sub>	1,4	1,4	1,0
	P <sub>2</sub>	1,4	1,4	1,4

Data Total Faktor Lokasi (M) dan Lama Penyimpanan (P)

LAMA PENYIMPANAN (P)	LOKASI (M)		TOTAL PENYIMPANAN
	PALOPO	MAMUJU	
P <sub>1</sub>	3,2	3,8	7,0
P <sub>2</sub>	3,3	4,2	7,5
TOTAL LOKASI	6,5	8,0	14,5

Data Total Faktor Lokasi (M) dan Lapisan

LAPISAN (L)	LOKASI (M)		TOTAL LAPISAN
	PALOPO	MAMUJU	
L <sub>1</sub>	1,6	2,5	4,1
L <sub>2</sub>	2,9	3,3	6,2
L <sub>3</sub>	2,0	2,2	4,2
TOTAL LOKASI	6,5	8,0	14,5

Data Total Faktor Lama Penyimpanan dan Lapisan

LAPISAN (L)	LAMA PENYIMPANAN		TOTAL LAPISAN
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	
L <sub>1</sub>	2,1	2,0	4,1
L <sub>2</sub>	3,1	3,1	6,2
L <sub>3</sub>	1,8	2,4	4,2
TOTAL P	7,0	7,5	14,5

Perhitungan

FK dan JK<sub>Tot</sub>

$$FK = \frac{(14,5)^2}{36}$$

$$= 5,84$$

$$JK_{Tot} = 0,5^2 + \dots + 0,3^2 - FK$$

$$= 6,83 - 5,84$$

$$= 0,99$$

Petak Utama

$$JK (PU) = \frac{2,2^2 + \dots + 2,4^2}{3 \times 2} - FK$$

$$= 5,928 - 5,84$$

$$= 0,088$$

$$JK \text{ Lokasi (JKM)} = \frac{6,5^2 + \dots + 8,0^2}{3 \times 2 \times 3} - FK$$

$$= 5,902 - 5,84$$

$$= 0,062$$

$$JK \text{ Galat (a)} = JK (PU) - JK \text{ Lokasi (JKM)}$$

$$= 0,088 - 0,063$$

$$= 0,025$$

### Anak Petak

$$JK (\text{Anak Petak}) = \frac{(1,1)^2 + \dots + (1,4)^2}{3} - FK$$

$$= 5,99 - 5,84$$

$$= 0,15$$

$$JK (P) = \frac{(7,0)^2 + (7,5)^2}{3 \times 2 \times 3} - FK$$

$$= 5,847 - 5,84$$

$$= 0,007$$

$$JK (MP) = \frac{(3,2)^2 + (3,3)^2 + (3,8)^2 + (4,2)^2}{3 \times 3} - FK - JK(M) - JK(P)$$

$$= 5,91 - 5,84 - 0,062 - 0,007$$

$$= 0,001$$

$$JK \text{ Galat (b)} = JK(\text{Anak Petak}) - JK(M) - JK \text{ Galat (a)} - JK(P) - JK(MP)$$

$$= 0,15 - 0,062 - 0,025 - 0,007 - 0,001$$

$$= 0,055$$

$$JK (L) = \frac{(4,1)^2 + (6,2)^2 + (4,2)^2}{3 \times 2 \times 2} - FK$$

$$= 6,074 - 5,84$$

$$= 0,234$$

$$JK (ML) = \frac{(1,6)^2 + \dots + (2,2)^2}{3 \times 2} - FK - JK(M) - JK(L)$$

$$= 6,158 - 5,84 - 0,063 - 0,234$$

$$= 0,021$$

$$JK (PL) = \frac{(2,1)^2 + \dots + (2,4)^2}{3 \times 2} - FK - JK(P) - JK(L)$$

$$= 0,088 - 0,063$$

$$= 0,025$$

Anak Petak

$$JK (\text{Anak Petak}) = \frac{(1,1)^2 + \dots + (1,4)^2}{3} - FK$$

$$= 5,99 - 5,84$$

$$= 0,15$$

$$JK (P) = \frac{(7,0)^2 + (7,5)^2}{3 \times 2 \times 3} - FK$$

$$= 5,847 - 5,84$$

$$= 0,007$$

$$JK (MP) = \frac{(3,2)^2 + (3,3)^2 + (3,8)^2 + (4,2)^2}{3 \times 3} - FK - JK(M) - JK(P)$$

$$= 5,91 - 5,84 - 0,062 - 0,007$$

$$= 0,001$$

$$JK \text{ Galat (b)} = JK(\text{Anak Petak}) - JK(M) - JK \text{ Galat (a)} - JK(P) - JK(MP)$$

$$= 0,15 - 0,062 - 0,025 - 0,007 - 0,001$$

$$= 0,055$$

$$JK (L) = \frac{(4,1)^2 + (6,2)^2 + (4,2)^2}{3 \times 2 \times 2} - FK$$

$$= 6,074 - 5,84$$

$$= 0,234$$

$$JK (ML) = \frac{(1,6)^2 + \dots + (2,2)^2}{3 \times 2} - FK - JK(M) - JK(L)$$

$$= 6,158 - 5,84 - 0,063 - 0,234$$

$$= 0,021$$

$$JK (PL) = \frac{(2,1)^2 + \dots + (2,4)^2}{3 \times 2} - FK - JK(P) - JK(L)$$

$$= 6,105 - 5,84 - 0,007 - 0,234$$

$$= 0,024$$

JK (MPL)

$$= \frac{(0,8)^2 + \dots + (1,2)^2}{\dots} - FK - JK(M) - JK(P) - JK(L) -$$

$$JK(MP) - JK(ML) - JK(PL)$$

$$= 6,228 - 5,84 - 0,062 - 0,007 - 0,234 - 0,001 - 0,021 - 0,024$$

$$= 0,034$$

JK Galat (c)

$$= JK_{Tot} - JK(M) - JK Galat (a) - JK (P) - JK (MP) -$$

$$JK Galat (b) - JK(L) - JK(ML) - JK(PL) - JK(MPL)$$

$$= 0,99 - 0,062 - 0,025 - 0,007 - 0,001 - 0,055 - 0,234 -$$

$$0,021 - 0,024 - 0,034$$

$$= 0,527$$

Lampiran 2. Daftar analisa Ragam Kandungan Kalsium Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan, dan Lapisan yang Berbeda.

Sumber Keragaman	OB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
<b>PETAK UTAMA</b>						
Lokasi (M)	1	0,062	0,0602	9,9**	7,1	21,20
Galat (a)	4	0,025	0,00625			
<b>ANAK PETAK</b>						
Lama Penyimpanan (P)	1	0,007	0,007	0,53 <sup>ns</sup>	7,1	21,20
Interaksi (MP)	1	0,001	0,001	0,07 <sup>ns</sup>		
Galat (b)	4	0,055	0,013			
<b>ANAK-ANAK PETAK</b>						
Lapisan (L)	2	0,234	0,117	3,65 <sup>ns</sup>	7,1	21,20
Interaksi (ML)	2	0,021	0,0105	0,32 <sup>ns</sup>		
Interaksi (PL)	2	0,024	0,012	0,37 <sup>ns</sup>		
Interaksi (MPL)	2	0,034	0,017	0,53 <sup>ns</sup>		
Galat (c)	16	0,527	0,032			

Lampiran 3. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kandungan Kalsium Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan, dan Lapisan yang Berbeda

Pengujian lokasi terhadap Kalsium pada lumpur kelapa sawit

Lokasi	Rataan	Palopo	Mamuju
Palopo	0,36	-	-
Mamuju	0,44	-	0,08*

Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t_{0,05} (4) \times \sqrt{\frac{2 \text{ KTG}}{r.b.c}} \\
 &= 2,776 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,00625}{18}} \\
 &= 0,074
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 1\%} &= t_{(0,01)} (4) \times \sqrt{\frac{2 \text{ KTG}}{r.b.c}} \\
 &= 4,604 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,00625}{18}} \\
 &= 0,124
 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Data dan Perhitungan Hasil Analisa Kandungan Phospor Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan dan Lapisan yang Berbeda.

LOKASI (M)	LAMA PENYIMPANAN (P)	LAPISAN (L)	ULANGAN			TOTAL
			1	2	3	
PALOPO	P <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	0,65	0,41	0,60	1,66
		L <sub>2</sub>	0,50	0,51	0,45	1,46
		L <sub>3</sub>	0,52	0,44	0,45	1,41
	P <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	0,33	0,33	0,30	0,96
		L <sub>2</sub>	0,40	0,41	0,35	1,16
		L <sub>3</sub>	0,37	0,32	0,52	1,21
MAMUJU	P <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	0,53	0,47	0,58	1,58
		L <sub>2</sub>	0,67	0,55	0,56	1,78
		L <sub>3</sub>	0,46	0,44	0,47	1,37
	P <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	0,57	0,57	0,67	1,81
		L <sub>2</sub>	0,61	0,62	0,43	1,66
		L <sub>3</sub>	0,49	0,48	0,65	1,62

Data Total Petak Utama (Lokasi dan Ulangan)

LOKASI (M)	ULANGAN			TOTAL LOKASI
	1	2	3	
PALOPO	2,77	2,42	2,67	7,86
MAMUJU	3,33	3,13	3,36	9,82
TOTAL ULANGAN	6,10	5,55	6,03	17,68

Data Total Anak Petak (Lokasi x Lama Penyimpanan x Ulangan)

LOKASI (M)	LAMA PENYIMPANAN (P)	ULANGAN		
		1	2	3
PALOPO	P <sub>1</sub>	1,67	1,36	1,50
	P <sub>2</sub>	1,10	1,06	1,17
MAMUJU	P <sub>1</sub>	1,66	1,46	1,61
	P <sub>2</sub>	1,67	1,67	1,75

Data Total Faktor Lokasi (M) dan Lama Penyimpanan (P)

LAMA PENYIMPANAN (P)	LOKASI (M)		TOTAL PENYIMPANAN
	PALOPO	MAMUJU	
P <sub>1</sub>	4,53	4,73	9,26
P <sub>2</sub>	3,33	5,09	8,42
TOTAL LOKASI	7,86	9,82	17,68

Data Total Faktor Lokasi (M) dan Lapisan (L)

LAPISAN (L)	LOKASI (M)		TOTAL LAPISAN
	PALOPO	MAMUJU	
L <sub>1</sub>	2,62	3,39	6,01
L <sub>2</sub>	2,62	3,44	6,06
L <sub>3</sub>	2,62	2,99	5,61
TOTAL LOKASI	7,86	9,82	17,68

Data Total Faktor Lama Penyimpanan dan Lapisan

LAPISAN (L)	LAMA PENYIMPANAN		TOTAL LAPISAN
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	
ATAS	3,24	2,77	6,01
TENGAH	3,24	2,82	6,06
BAWAH	2,78	2,83	5,61
TOTAL P	9,26	8,42	17,68

Perhitungan

FK dan JK<sub>Tot</sub>

$$FK = \frac{(17,68)^2}{36}$$

$$= 8,6828$$

$$JK_{Tot} = 0,65^2 + \dots + 0,65 - FK$$

$$= 9,0602 - 8,6828$$

$$= 0,3774$$

Petak Utama (PU)

$$JK (PU) = \frac{2,77^2 + \dots + 3,36^2}{2 \times 3} - FK$$

$$= 8,8056 - 8,6828$$

$$= 0,088$$

$$JK (M) = \frac{7,86^2 + \dots + 9,82^2}{3 \times 2 \times 3} - FK$$

$$= 8,7896 - 8,6828$$

$$= 0,1068$$

$$JK Galat (a) = JK (PU) - JK (M)$$

$$= 0,1228 - 0,1068$$

$$= 0,016$$

### Anak Petak

$$\text{JK (Anak Petak)} = \frac{1,67^2 + \dots + 1,75^2}{3} - \text{FK}$$

$$= 8,9035 - 8,6828$$

$$= 0,2207$$

$$\text{JK (P)} = \frac{9,26^2 + 8,42^2}{3 \times 2 \times 3} - \text{FK}$$

$$= 8,7024 - 8,6828$$

$$= 0,0196$$

$$\text{JK (MP)} = \frac{4,53^2 + \dots + 5,09^2}{3 \times 3} - \text{FK} - \text{JK(M)} - \text{JK(P)}$$

$$= 8,8768 - 8,6828 - 0,1008 - 0,0196$$

$$= 0,0676$$

$$\text{JK Galat (b)} = \text{JK(Anak Petak)} - \text{JK(M)} - \text{JK Galat (a)} - \text{JK(P)} - \text{JK(MP)}$$

$$= 0,2207 - 0,1068 - 0,016 - 0,0196 - 0,0676$$

$$= 0,0107$$

$$\text{JK (L)} = \frac{6,0^2 + 6,0^2 + 5,61^2}{3 \times 2 \times 2} - \text{FK}$$

$$= 8,6930 - 8,6828$$

$$= 0,0102$$

$$\text{JK (ML)} = \frac{2,62^2 + \dots + 2,99^2}{3 \times 2} - \text{FK} - \text{JK(M)} - \text{JK(L)}$$

$$= 8,8098 - 8,6828 - 0,1068 - 0,0102$$

$$= 0,01$$

$$\text{JK (PL)} = \frac{3,24^2 + \dots + 2,83^2}{3 \times 2} - \text{FK} - \text{JK(P)} - \text{JK(L)}$$

$$= 8,7263 - 8,6828 - 0,0196 - 0,0102$$

$$= 0,0137$$

JK (MPL)

$$= \frac{1,66^2 + \dots + 1,62^2}{3} - FK - JK(M) - JK(P) - JK(L) - JK(MP) - JK(ML) - JK(PL)$$

$$= 8,9348 - 8,6828 - 0,1068 - 0,0196 - 0,0102 - 0,0676 - 0,01 - 0,0137$$

$$= 0,0241$$

JK Galat (c)

$$= JK_{Tot} - JK(M) - JK Galat (a) - JK (P) - JK (MP) -$$

$$JK Galat (b) - JK(L) - JK(ML) - JK(PL) - JK(MPL)$$

$$= 0,3774 - 0,1068 - 0,016 - 0,0196 - 0,0676 - 0,0107 - 0,0102 - 0,01 - 0,0137 - 0,0241$$

$$= 0,0987$$

Lampiran 5. Daftar analisa Ragam Kandungan Phospor Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan, dan Lapisan yang Berbeda.

Sumber Keragaman	OB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
<b>PETAK UTAMA</b>						
Lokasi (M)	1	0,1068	0,1068	26,7 <sup>***</sup>	7,71	21,20
Galat (a)	4	0,016	0,004			
<b>ANAK PETAK</b>						
Lama Penyimpanan (P)	1	0,0196	0,0196	7,327 <sup>**</sup>	7,71	21,20
Interaksi (MP)	1	0,0676	0,0676	25,27 <sup>***</sup>		
Galat (b)	4	0,0107	0,002675			
<b>ANAK-ANAK PETAK</b>						
Lapisan (L)	2	0,0102	0,0051	0,8267 <sup>ns</sup>	3,63	6,23
Interaksi (ML)	2	0,01	0,005	0,8105 <sup>ns</sup>		
Interaksi (PL)	2	0,0137	0,00685	1,1104 <sup>ns</sup>		
Interaksi (MPL)	2	0,0241	0,01205	1,95 <sup>ns</sup>		
Galat (c)	16	0,0987	0,00616875			

Lampiran 6. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kandungan Fosfor Lumpur Kelapa Sawit pada Lokasi, Lama Penyimpanan, dan Lapisan yang Berbeda

Pengujian kandungan Fospor terhadap lokasi pada lumpur kelapa sawit

Lokasi	Rataan	Palopo	Mamuju
Palopo	0,4367	-	-
Mamuju	0,5455	-	0,1088**

Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t_{0,05} (4) \times \sqrt{\frac{2 \times 0,004}{18}} \\ &= 2,776 \times 0,02108 \\ &= 0,0585 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t_{(0,01)} (4) \times \sqrt{\frac{2 \times 0,004}{18}} \\ &= 4,604 \times 0,02108 \\ &= 0,09705 \end{aligned}$$

Pengujian interaksi lokasi dan lama penyimpanan terhadap kandungan fospor pada lumpur kelapa sawit

Rataan	M <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	M <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	M <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	M <sub>2</sub> P <sub>2</sub>
M <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	0,566	-		
M <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	0,526	0,04**	-	
M <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	0,503	0,063**	0,023**	-
M <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	0,370	0,196**	0,156**	0,133**

### Perhitungan

$$\begin{aligned}\text{BNT 5\%} &= t_{0,05}(4) \times \sqrt{\frac{2 \times 0,002675}{9}} \\ &= 2,776 \times 0,02438 \\ &= 0,0676\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BNT 1\%} &= t_{(0,01)}(4) \times \sqrt{\frac{2 \times 0,002675}{9}} \\ &= 0,4604 \times 0,02438 \\ &= 0,1122\end{aligned}$$

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



ABD. RIFAI. M. Dilahirkan di Palopo 5 Januari 1974.  
Anak pertama dari dua bersaudara, dari orang tua  
Ayah Mudrianjah dan Ibu ST. Tjifaun Nurdin dengan  
jenjang pendidikan sebagai berikut :

1. Tamat Sekolah Dasar Negeri 241 Buanipa di Kecamatan Wotu Kabupaten Dati II Luwu pada tahun 1986.
2. Tamat sekolah Menengah Pertama Negeri I Wotu di Kabupaten Luwu pada tahun 1989.
3. Tamat Sekolah Menengah Atas Negeri I Wotu di Kabupaten Luwu pada tahun 1992.
4. Diterima sebagai mahasiswa pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin pada tahun 1993.