

## **Testing of the N, P, and K nutrients in rice soil in the Kalawarat district of North Minahasa Regency**

Uji Kandungan Hara N, P, Dan K Pada Tanah Sawah di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara

**Wiesje J.N. Kumolontang<sup>1\*</sup>, Lientje Theffie Karamoy<sup>1</sup>, Jenny J. Rondonuwu<sup>1</sup>, Rafli Kawulusan<sup>1</sup>**

*Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi*

\*Corresponding author:

[kumolontangwiesje@gmail.com](mailto:kumolontangwiesje@gmail.com)

Manuscript received: 9 Jan. 2024. Revision accepted: 18 Feb. 2024.

### **Abstract**

The specific goals of the field and laboratory research on N, P, and K nutrient content tests in paddy soil in Kalawat District, North Minahasa Regency, are to increase the production of paddy rice plants by investigating and testing the nutrient contents of N, P, and K in rice field soil using a survey method with composite soil sampling that is tailored to the conditions of rice field soil for rice plants in the field. both at the top and bottom with In condition 1. On processed rice fields prepared for planting. 2. In rice fields where one-month-old rice has been sown. 3. In freshly harvested rice fields. Three composite soil samples were acquired for each paddy field soil condition for rice plants, and these samples were blended to create six soil samples (observations). The entire research project, from planning to report development, took eight months. The Paddy Soil Test Kit (PUTS) was used to collect qualitative data from soil samples collected in the field. Later, the soil samples were examined in the lab using the Kjeldhal method for N content, the Bray 1 method for P levels, and the spectrophotometric method for K levels. Tabular descriptive analysis is the method of data analysis that is employed. According to the study's findings, the nutrient content of the rice fields in Kalawat District, North Minahasa, N. is categorized as low to medium.

Keywords: Rice plants, Paddy soil, N, P, and K.

### **Abstrak**

Penelitian tentang Uji Kandungan Hara N, P dan K Pada Tanah Sawah Di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara merupakan penelitian di Lapangan dan Laboratorium dengan tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah Meningkatkan produksi tanaman padi sawah; dengan cara meneliti dan menguji kandungan hara Nitrogen, Fosfor dan Kalium pada tanah sawah, dengan menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel tanah secara komposit disesuaikan dengan keadaan kondisi tanah sawah pada tanaman padi yang ada di lapangan. Pada bagian atas dan bagian bawah dengan Kondisi 1. Pada tanah sawah yang telah selesai diolah dan siap ditanami. Kondisi 2. Pada tanah sawah yang telah ditanami padi berumur 1 bulan. Kondisi 3. Pada tanah sawah yang baru selesai dipanen. Masing-masing kondisi tanah sawah untuk tanaman padi diambil 3 sampel tanah secara komposit kemudian dicampur sehingga diperoleh 6 Sampel tanah (pengamatan). Waktu penelitian selama 8 bulan dari persiapan sampai pembuatan laporan. Sampel tanah yang diperoleh di lapangan di analisis menggunakan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) sebagai data kualitatif dan di Laboratorium dianalisis Kadar N dengan menggunakan metode Kjeldhal; Kadar P dengan menggunakan metode Bray 1; Kadar K dengan menggunakan metode Spektrofotometri. Metode analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif secara tabelaris. Hasil dari penelitian ini menunjukkan Kandungan Hara pada Lahan sawah di Kecamatan Kalawat Minahasa Utara N tergolong Rendah sampai sedang, P tergolong rendah hingga sedang dan K tergolong sedang.

Kata kunci : N, P, K, Tanah Sawah, Tanaman Padi.

## **PENDAHULUAN**

Negara Indonesia adalah Negara agraris yang sebagian besar mata pencaharian penduduknya adalah bercocok tanam. Kebijakan yang ditempuh

pemerintah untuk mewujudkan tujuan pembangunan nasional diantaranya adalah dengan peningkatan kehidupan ekonomi yang dilakukan melalui pembangunan pertanian 1). Jumlah peningkatan penduduk

yang tinggi di Indonesia, mengakibatkan tekanan terhadap produktivitas tanah meningkat. Sebagai sumber daya alam yang utama untuk produksi pangan, tanah sawah penting dijaga produktivitasnya. Tanah mempunyai peran penting dalam usaha pertanian untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Jika tanah sawah dikelola secara baik dengan melihat ketersediaan unsur hara makro maka hasil produksi yang maksimal dari usaha pertanian akan didapatkan.

Tanah sawah adalah tanah yang digunakan untuk bertanam padi sawah secara terus menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Pengelolaan air juga ada tanah sawah juga berperan penting dan merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan produksi padi sawah. Sesuai dengan RTRW Kabupaten Minahasa Utara, Kecamatan Kalawat merupakan salah satu daerah yang diperuntukkan sebagai kawasan strategis yang berada di Kabupaten Minahasa Utara dengan luas 44,21 km<sup>2</sup> yaitu sebagai Kawasan Pusat Jasa dan Perdagangan, Kawasan Ekstensi Perkotaan Manado, dan sebagai Kawasan Agropolitan Klabat 2) . Nitrogen adalah unsur hara makro utama yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, diserap tanaman dalam bentuk ammonium (NH<sup>4+</sup>) dan nitrat (NO<sup>3-</sup>) (Soleman, 2019). Kekurangan unsur hara N (Nitrogen), maka tanaman tumbuh kurus dan tersendat-sendat dan daun menjadi hijau muda, terutama daun yang sudah tua, lalu berubah menjadi kuning 3) . Ketersediaan fosfor di dalam tanah dipengaruhi oleh banyak faktor, akan tetapi yang paling penting ialah pH tanah. Fosfor akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium dan membentuk besi fosfat dan aluminium fosfat yang sukar larut dalam air sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman pada tanah yang memiliki pH rendah atau masam. Fosfor akan bereaksi dengan ion kalsium dan membentuk kalsium fosfat yang sukar larut sehingga

tidak dapat digunakan oleh tanaman pada tanah yang memiliki pH tinggi atau alkalis 4) . Kalawat adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Luas panen, produksi, dan Produktivitas Padi Sawah di Kecamatan Kalawat tahun 2014-2015 Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa Utara yaitu, Luas Panen sebesar 601 Ha, produksi sebesar 4007 ton, produktivitas sebesar 6,67 Ton/Ha.

Penelitian ini bertujuan meningkatkan produksi tanaman Padi Sawah; dengan cara melakukan dan menganalisis kandungan hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada tanah sawah di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara.

### **Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi Ketersediaan unsur hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada tanah sawah di kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara

### **METODE PENELITIAN**

#### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara, untuk pengambilan titik sampel di lapangan dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado selama 8 bulan.

#### **Bahan dan Alat**

Alat yang digunakan adalah sekop, kantong plastik, kamera handphone, alat tulis menulis, dan alat-alat yang terdapat pada alat Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) seperti : sendok stainless, pengaduk kaca, tabung reaksi, sikat pembersih tabung reaksi, dan buku petunjuk penggunaan alat PUTS.

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sampel tanah sawah di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara, aquadest, dan larutan pereaksi untuk

analisis kadar N, P, dan K, yang terdapat pada alat PUTS.

### Variabel Yang Diamati

Kandungan unsur hara, N, P, dan K, pada tanah sawah di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara.

### Metode Percobaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan penentuan titik sampel individu. Terdapat enam titik sampel yang diambil untuk dianalisis kadar N, P dan K dengan menggunakan alat PUTS. Ada tiga titik sampel yang terletak di daerah bagian atas dan tiga titik sampel yang lain terdapat di daerah bagian bawah berdasarkan arah aliran saluran air irigasi yang mengalir di lokasi.

pengambilan sampel. Keenam titik sampel tanah sawah tersebut adalah sebagai berikut :

W1.A : Sampel tanah sawah 1 pada lokasi bagian atas

W2.A : Sampel tanah sawah 2 pada lokasi bagian atas

W3.A : Sampel tanah sawah 3 pada lokasi bagian atas

W1.B : Sampel tanah sawah 1 pada lokasi bagian bawah

W2.B : Sampel tanah sawah 2 pada lokasi bagian bawah

W3.B : Sampel tanah sawah 3 pada lokasi bagian bawah

### Prosedur penelitian :

#### Prosedur Kerja Lapangan

- Melakukan survei lokasi penelitian untuk pengambilan sampel tanah sawah.
- Mempersiapkan alat dan bahan untuk mengambil sampel tanah sawah.
- Menentukan titik pengambilan sampel tanah individu
- Sampel tanah diambil secara acak.
- Sampel tanah diambil pada 6 titik sampel.
- Contoh tanah di ambil pada kedalaman 0-20 cm.

- Sampel tanah yang sudah diambil langsung diukur kadar N, P, dan K sesuai dengan petunjuk kerja PUTS.

### Cara Kerja:

#### 1. Cara Penetapan Hara Nitrogen (N) Tanah Sawah

- Contoh tanah uji sebanyak ½ sendok spatula atau 0,5 cm tanah yang diambil dengan syringe (spet) dimasukan ke dalam tabung reaksi, atau jumlah tanah sebanyak garis 0.5 ml yang tertera pada tabung rekasi paling bawah.
- Tambahkan 2 ml Perekasi N-1, kemudian diaduk rata sampai homogen dengan pengaduk kaca.
- Tambahkan 2 ml Perekasi N-2, dikocok sampai rata.
- Tambahkan 3 tetes Perekasi N-3, dikocok sampai rata.
- Diamkan  $\pm 10$  menit.
- Bandingkan warna yang muncul pada larutan yang jernih di permukaan tanah dengan bagan warna N tanah dan baca status hara N tanah.

#### Cara Penetapan Hara Fosfor (P) Tanah Sawah

- Contoh tanah uji sebanyak ½ sendok spatula contoh tanah uji atau 0,5 cm tanah yang diambil dengan syringe (spet) dimasukan ke dalam tabung rekasi, atau jumlah tanah sebanyak garis 0.5 ml yang tertera pada tabung reaksi.
  - Tambahkan 3 ml Perekasi P-1, kemudian diaduk sampai merata dengan pengaduk kaca.
  - Tambahkan 5-10 butir atau seujung spatula Perekasi P-2, dikocok 1 menit. □ Diamkan selama  $\pm 10$  menit.
  - Bandingkan warna biru yang muncul dari larutan jernih di permukaan tanah dengan bagan warna P tanah.
- #### 2. Cara Penetapan Hara Kalium Tanah Sawah
- Contoh tanah uji sebanyak ½ sendok spatula contoh tanah uji atau 0,5 cm tanah yang diambil dengan syringe (spet) dimasukan ke dalam tabung rekasi, atau

jumlah tanah sebanyak garis 0.5 ml yang tertera pada tabung reaksi.

- Tambahkan 2 ml Perekasi K-1, kemudian diaduk sampai merata dengan pengaduk kaca.
- Tambahkan 1 tetes Perekasi K-2, lalu dikocok selama 1 menit.
- Tambahkan 1 tetes Perekasi K-3, lalu dikocok sampai merata
- Diamkan selama  $\pm 10$  menit
- Bandingkan warna kuning yang muncul pada larutan jernih di permukaan tanah dengan bagan warna K tanah.

### Prosedur Kerja Uji Laboratorium

- Siapkan Sampel Tanah
- Beri Kode Sampel Tanah
- Keringanginkan
- Tumbuk dan Ayak (Ayakan 2mm)
- Masukkan dalam pelastik dan beri kode sampel
- Cara kerja sesuai dengan metode analisis yang digunakan: N menggunakan metode Keldjal, P tersedia dengan metode Bray-I, dan K tersedia dengan metode Bray 1.

### Analisa Data.

Data yang diperoleh dibuat dalam bentuk tabel dan di jelaskan secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Tanah Sawah dengan menggunakan PUTS

Hasil analisis dengan menggunakan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) dapat dilihat pada tabel 1.

Hasil analisis menunjukkan kandungan hara N pada tanah sawah berdasarkan uji statistik tergolong sedang Nilai Nitrogen (N) pada tanah sawah yang diolah atau siap ditanami kriteria sedang. Hal ini terjadi karena bahan organik yang terdapat pada tanah tersebut sudah terurai pada saat pengolahan tanah. Pernyataan ini didukung oleh penelitian Dodik (2009) bahwa, bahan organik merupakan komponen penting dalam menciptakan

kesuburan tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologis. Bahan organik adalah bahan pemantap agregat tanah dan merupakan sumber hara tanaman, selain itu juga sebagai sumber energi dan makanan bagi mikroorganisme tanah. Rendahnya kadar N pada tanah sawah tersebut dikaitkan dengan kebiasaan petani yang tidak mengembalikan jerami ke lahan sawah mereka karena digunakan sebagai pakan ternak dan ada juga yang dibakar sehingga sumber bahan organik tanah menurun. Berdasarkan lokasi pengambilan sampel, nilai kandungan N bervariasi hal ini disebabkan karena masing-masing tempat memiliki pola pengolahan tanah yang berbeda tergantung pada petani yang mengolah lahan sawah.

Unsur Hara P tergolong sedang, Unsur hara P merupakan unsur hara esensial bagi tanaman karena merupakan faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Pada tanaman padi, unsur P berperan dalam mendorong pertumbuhan dan perkembangan akar, memicu pembungaan dan pematangan buah terutama pada kondisi iklim rendah, mendorong lebih banyak pembentukan rumpun/anakan yang memungkinkan pemulihan dan adaptasi yang lebih cepat pada saat tanaman padi mengalami cekaman, dan mendukung pembentukan bulir gabah yang lebih baik serta memiliki kandungan gizi yang lebih baik sehubungan dengan kadar P dalam biji (De Datta, 1981).

Berdasarkan data tabel 1 diatas, pada tanah sawah yang diolah atau siap ditanami diatas bahwa kandungan K tersedia tergolong kriteria sedang. Hal ini disebabkan K yang ada dalam tanah sawah di daerah tersebut berasal dari mineral-mineral tanah yang mengandung sumber unsur K dan bahan organik dari jerami padi yang banyak menyumbangkan K pada tanah sawah. Unsur K-tersedia merupakan K yang dapat dipertukarkan atau digunakan oleh tanaman. Hal ini menyebabkan K yang ada

dalam tanah cukup tersedia. Pernyataan ini didukung oleh Handayanto, *dkk.*, (2017), K-

tersedia adalah K yang dapat diserap tanaman dalam bentuk ion  $K^+$ .

Tabel 1. Hasil analisis Hara dengan menggunakan PUTS.

No	Lokasi	Unsur Hara		
		Nitrogen	Fosfor	Kalium
1	W1A	Sedang	Sedang	Tinggi
2	W2A	Sedang	Sedang	Sedang
3	W3A	Sedang	Sedang	Sedang
4	W1B	Sedang	Sedang	Tinggi
5	W2B	Sedang	Sedang	Sedang
6	W3B	Sedang	Sedang	Sedang

### Analisa tanah di Laboratorium

Hasil penelitian dengan menggunakan Uji Tanah di Laboratorium laboratorium pada 6 sampel secara kuantitatif Untuk N berada pada kategori sangat rendah sampai sedang (0,03%-0,25%), P tergolong Rendah sampai Sedang 19,79 ppm -26,23 ppm dan nilai K 34,89 ppm.

Hasil analisis di Laboratorium menunjukkan nilai yang berbeda dengan PUTS hal ini disebabkan karena pada PUTS nilai yang di dapat hanya secara kualitatif yang tidak disertai dengan angka sedngksn pada analisa di Laboratorium mennggunakan analisa secara kwantitatif yang ditunjukkan dengan angka-angka sebagai besarnya kandungan hara yang ada dalam tanah. Nilai Nitrogen (N) pada tanah sawah yang baru saja selesai dipanen (pasca panen) adalah 0.18% dengan kriteria rendah. Pada hasil penelitian ini, pasca panen terjadi penurunan yang diakibatkan karena kandungan N sudah diserap tanaman sebagai penyusun klorofil yang sangat berpengaruh terhadap proses penyerapan cahaya untuk proses fotosintesis tanaman dan fotosinteta. Hal ini dapat terjadi karena pada fase tersebut tanaman lebih banyak menyerap N untuk pengisian gabah. Berdasarkan penelitian yang didukung oleh Harjoko (2005), bahwa tanaman yang memiliki kandungan klorofil tinggi diharapkan sangat efisien dalam penggunaan energi radiasi matahari untuk melaksanakan proses fotosintesis.

Nurmegawati *et al* (2007) mengemukakan pula bahwa N sebagian terangkut saat panen, sebagian kembali sebagai residu dan hilang melalui pencucian. Kandungan N sangat tergantung dari ketersediaan bahan organik yang ada dalam tanah. Bahan organik dalam tanah merupakan sumber hara yang sangat dibutuhkan tanaman. Kandungan N tanah akan tetap ada jika petani mengembalikan sisa hasil panen berupa jerami ke lahan sawah tanpa dibakar selain itu perlu pemberian pupuk organik (Santi, *dkk* 2022).

Kondisi tanah sawah satu bulan setelah tanam, kadar P-tersedia berstatus sangat rendah. Hal ini diduga karena unsur-unsur hara sudah di serap oleh tanaman selama 1 bulan pertumbuhannya. Adiningsih (2004) menerangkan bahwa fosfat yang diserap tanaman hanya sekitar 15-20% pada lahan irigasi dan hanya 10-15% pada lahan kering, sehingga residu P di dalam tanah cukup besar. Sedangkan menurut Leiwakabesy *dkk.*, (2003) penggenangan mengakibatkan konsentrasi P larut dalam air pertama-tama meningkat dan kemudian menurun untuk semua tanah. Konsentrasi P larut dalam air tergenang merupakan gambaran keseimbangan antara P dari bahan organik dan reaksi-reaksi kimia di satu pihak dan presipitasi dan jerapan di lain pihak. Ketersediaan P dalam tanah tergantung kepada beberapa faktor, terutama kandungan fosfat dalam tanah dan

biomasa, karakteristik fiksasi, atau retensi p-tanah serta pengolahan tanah dan air.

Berdasarkan hasil menunjukkan Kalium (K) tersedia pada tanah sawah satu bulan setelah tanam, berstatus sedang walaupun agak menurun hal ini diduga karena unsur-unsur hara sudah di serap oleh tanaman selama 1 bulan pertumbuhannya. Hal ini disebabkan K telah digunakan dalam mempercepat proses fisiologis dan penyerapan unsur hara lain dari tanah ke tanaman.

Unsur hara Kalium (K) merupakan unsur hara esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak hampir sama dengan jumlah unsur esensial lainnya. Kalium merupakan unsur hara yang sangat penting keberadaannya dalam tanah untuk produktivitas dan kesuburan tanah serta sebagai katalis yang mempercepat unsur hara lain tersedia bagi tanaman. Sesuai dengan pernyataan Sarief *dalam* Nurhami, 2010 mengatakan bahwa salah satu unsur hara yang paling dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak adalah unsur K.

Nilai Kalium (K) tersedia pada kondisi setelah panen tergolong kriteria

sedang. Hal ini disebabkan karena K tidak lagi digunakan dalam pertumbuhan generatif tanaman padi. K tetap tersedia dalam tanah Berdasarkan hasil tabel 4.3 menunjukkan Kalium (K) tersedia pada tanah sawah satu bulan setelah tanam, berstatus sedang walaupun agak menurun hal ini diduga karena unsur-unsur hara sudah di serap oleh tanaman selama 1 bulan pertumbuhannya. Hal ini disebabkan K telah digunakan dalam mempercepat proses fisiologis dan penyerapan unsur hara lain dari tanah ke tanaman.

Unsur hara Kalium (K) merupakan unsur hara esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak hampir sama dengan jumlah unsur esensial lainnya. Kalium merupakan unsur hara yang sangat penting keberadaannya dalam tanah untuk produktivitas dan kesuburan tanah serta sebagai katalis yang mempercepat unsur hara lain tersedia bagi tanaman. Sesuai dengan pernyataan Sarief *dalam* Nurhami, 2010 mengatakan bahwa salah satu unsur hara yang paling dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak adalah unsur K.

Tabel 2 Hasil Uji tanah di Laboratorium

No	Kode sampel	N Tanah		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tersedia tanah		K <sub>2</sub> O tersedia tanah	
		Metode Kjeldahl	Kriteria	ekstraksi Bray 1	Kriteria	ekstraksi Bray 1	ppm
		%		ppm		ppm	
1	W1A	0,03	Sangat Rendah	23,11	Sedang	31,44	
2	W2A	0,13	Rendah	19,79	rendah	34,89	
3	W3A	0,18	Rendah	26,23	Sedang	30,22	
4	W1B	0,22	Sedang	25,23	Sedang	28,34	
5	W2B	0,21	Sedang	24,67	Sedang	27,89	
6	W3B	0,16	Rendah	22,11	Sedang	26,67	

Nilai Kalium (K) tersedia pada kondisi setelah panen tergolong kriteria sedang. Hal ini disebabkan karena K tidak lagi digunakan dalam pertumbuhan generatif tanaman padi. K tetap tersedia dalam tanah meskipun nilai K semakin menurun, namun cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman padi. Menurut Malavolta *dalam* Isnaini (2005), K dapat

merupakan ion K yang diambil dari larutan tanah dan berada dalam kesetimbangan dinamis dengan ion K dalam larutan tanah.

Menurut Malavolta *dalam* Isnaini (2005), K dapat merupakan ion K yang diambil dari larutan tanah dan berada dalam kesetimbangan dinamis dengan ion K dalam larutan tanah.

## KESIMPULAN

Kandungan Hara pada Lahan sawah di Kecamatan Kalawat Minahasa Utara N tergolong Rendah sampai sedang, P tergolong rendah hingga sedang dan K tergolong sedang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hernanto, F. 2003. Ilmu Usahatani. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rumagit, E. S. G., J. O. Waani, dan S. Tilaar. Kajian Penggunaan Lahan Pada Kawasan Strategis Cepat Tumbuh Di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/spasial/search/authors/view?firstName=Eliska&middleName=S.G.&lastName=Rumagit&affiliation=&country=>. Diakses 23 Februari 2023.
- Lingga, P. Dan Marsono. 2013. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Edisi Revisi. Jakarta: Penebar Swadaya
- Dhage, Shubhangi J., V.D Patil dan A.L. Dhamak. 2014. Influence of Phosphorus and Sulphur Levels on Nodulation, Growth Parameters and Yield of Soybean (*Glycine max L.*) Grown on Vertisol. *Asian Journal of Soil Science*, 9 (2): 244-249
- Patrick WM Jr., and Reddy CN. 1978. Chemical changes in rice soils. In *IRRI, Soil and Rice*. IRRI, Los Banos, Philippines. pp. 361-379.
- Greenland. D.J. 1997. *The Sustainability of Rice Farming*. CAB International New York.
- USA and IRRI Los Banos, Philippines. 273 p
- Rosmarkam, & Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Penerbit Kanisius. Yogyakarta:.
- Salisbury, Frank B dan Cleon W Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*.
- Jemrifs, H. Sonbai, H. Prajitno, D., dan Syukur, A. 2013. *Pertumbuhan Dan Hasil. Jagung Pada Berbagai Pemberian Pupuk Nitrogen Di Lahan Kering Regosol*.
- Pahlevi, O., & Dkk. (2018). *SISTEM INFORMASI INVENTORI BARANG MENGGUNAKAN METODE OBJECT ORIENTED DI PT . LIVAZA TEKNOLOGI INDONESIA JAKARTA*. 5(1) [Dikti] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. 1991. *Kesuburan Tanah*. Jakarta (ID): Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Nursyamsi, D. dan Setyorini, D. 2009. "Ketersediaan Tanah-tanah Netral dan Alkalin". *Jurnal Tanah dan Iklim*.no.30. Balai Penelitian Tanah Bogor. 78 hal.
- Winarso, S., 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanaman*, Gava Media, Yogyakarta.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Hong, G.B.,Bailey, H.H. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. 488 hal.
- Rina Yenrina: *Antioksidan Alami dan Sintetik*; Andalas Univesity. Press: Padang, 2015.
- Surowinoto, S. 1980. *Teknologi Produksi Tanaman Padi Sawah*. Jurusan Agronomi. Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 78p
- Dadang,H.2018. *Tingkat Kesiapterapan Teknologi(TKT) Dalam Permenristekdikti No.42 Tahun 2016 Tentang Pengukuran Dan Penetapan TKT*. Program Studi Ilmu Informasi Universitas Alma Ata Yogyakarta. <http://uaa@almaata.ac.id/diakses> 10.04.2023.