PENGARUH PEMBERIAN ASAM HUMAT DAN PUPUK NPK PHONSKA 15-15-15 TERHADAP SERAPAN DAN RESIDU FOSFOR SERTA HASIL TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) DI LAHAN SAWAH

Oleh:
TYA LESTARI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2019

_____

Tya Lestari

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian	: Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Serapan dan Residu Fosfor serta Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) di Lahan Sawah
Nama Mahasiswa	: Tya Lestari
NIM	: 155040201111155
Jurusan	: Tanah
Program Studi	: Agroekoteknologi
Minat	: Manajemen Sumberdaya Lahan

Disetujui
Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS.
NIP. 19611109 198503 2 001

Diketahui,
Ketua Jurusan Tanah,

Syamsul Kurniawan, SP., MP., Ph.D.
NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Persetujuan : 15 OCT 2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Novalia Kusumarini, SP., MP.
NIP. 19891108 201504 2 001

Penguji II

Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS
NIP. 19611109 198503 2 001

Penguji III

Dr. Ir. Sudarto, MS.
NIP. 19560317 198303 1 003

Penguji IV

Iva Dewi Lestariningsih, SP., M.Agr.Sc.
NIK. 2013117508062001

Tanggal Lulus : 31 OCT 2019

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

"Skripsi ini saya persembahkan untuk Kedua Orang Tua tercinta (Bapak Karyo dan Ibu Siti Fatimah) dan kedua Kakak saya tersayang (Muhammad Aminuddin dan Dony Yulianto) serta keluarga besar yang selalu menyayangi saya dan memberikan semangat."

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

Tya Lestari. 155040201111155. Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Serapan dan Residu Fosfor serta Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) di Lahan Sawah. **Dibimbing oleh Yulia Nuraini sebagai pembimbing utama.**

Produksi padi sawah di Jawa Timur pada tahun 2017 sebesar 12 juta ton, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 10 juta ton. Penurunan produksi sebesar 2 juta ton disebabkan oleh beberapa faktor antara lain alih guna lahan, iklim dan kondisi kesuburan tanah yang menurun. Penurunan kesuburan tanah disebabkan penggunaan pupuk anorganik yang tidak seimbang dan tidak diimbangi dengan pupuk organik. Pemupukan tidak semua diserap oleh tanaman, termasuk hara fosfor karena adanya pengikatan oleh Al dan Fe pada tanah masam serta Ca pada tanah alkalin sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Upaya yang dapat dilakukan dengan penggunan asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 untuk melepaskan pengikatan hara fosfor, meningkatkan ketersedian hara makro dan meningkatkan produksi tanaman padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap serapan dan residu P serta hasil tanaman padi di lahan sawah.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga Juni 2019 di Desa Putukrejo, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 8 perlakuan dan 3 kali ulangan. Adapun perlakuan yang terdapat pada penelitian ini adalah K: Kontrol, A: Asam humat 5 kg ha^{-1}, P: pupuk NPK Phonska (15-15-15) 240 kg ha^{-1}, A1: Asam humat 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}, A2: Asam humat 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}, A3: Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}, A4: Asam humat 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1} dan A5: Asam humat 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}. Parameter yang diamati meliputi parameter tanah berupa pH, C-organik dan residu P. Parameter tanaman yang diamati meliputi panjang malai, presentase gabah isi, presentase gabah hampa, bobot 1000 butir, gabah panen dan serapan P tanaman. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam menggunakan (uji F) taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 memberikan pengaruh nyata terhadap serapan P tanaman. Perlakuan dengan hasil serapan tertinggi pada 4 MST dan 6 MST adalah A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} + pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) dengan nilai 2,61 g tanaman^{-1} dan 5,46 g tanaman^{-1}. Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 berpengaruh nyata pada pH, C-organik dan residu P. Perlakuan A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} + pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) memberikan hasil tertinggi dengan nilai pH 6,69, C-organik 3,10% dan residu P 49,25 ppm. Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 memberikan pengaruh nyata terhadap panjang malai, presentase gabah isi, presentase gabah hampa, bobot 1000 butir dan gabah panen. Perlakuan A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} + pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) memberikan hasil tertinggi dengan nilai 24,50 cm, 87,12%, 36,12%, 41,33 g dan 6,16 ton ha^{-1}.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

SUMMARY

Tya Lestari. 155040201111155. Effect of Humid Acid and NPK Phonska 15-15-15 Fertilizer on the Phosphor Uptake, Phosphor Residue and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.) in Paddy Fields. **Supervised by Yulia Nuraini as main supervisor.**

Rice productivity in East Java in 2017 is 5,8 tons ha^{-1}, while in 2018 it is 5,7 tons ha^{-1}. Rice production in East Java in 2017 was 12 million tons, while in 2018 it was 10 million tons. The production decrease of 2 million tons was caused by several factors including land use change, climate and soil fertility conditions. Decrease in soil fertility due to the use of anorganic fertilizers that are not balanced and not balanced with organic fertilizers. Fertilization is not all absorbed by plants, including phosphorus nutrients due to binding of Al and Fe in acid soils and Ca in alkaline soils that are not available to plants. Efforts can be made with the use of humic acid and NPK Phonska 15-15-15 fertilizer to release the binding of phosphorus nutrients, increase the availability of macro nutrients and increase rice production. This study aims to determine the effect of the addition of humic acid and NPK Phonska 15-15-15 fertilizer to P uptake, P residues and yields of rice plants in paddy fields.

This study was conducted in January to June 2019 at Putukrejo Village, Kalipare District, Malang Regency. This study used a randomized block design (RBD) with 8 treatments and 3 replications. The treatments contained in this study were K: Control, A: Humic acid 5 kg ha^{-1}, P: NPK Phonska fertilizer (15-15-15) 240 kg ha^{-1}, A1: Humic acid 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}, A2: Humic acid 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}, A3: Humic acid 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}, A4: Humic acid 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1} and A5: Humic acid 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}. The parameters observed in this study include soil parameters such as pH, C-organic and P residue. Plant properties parameters observed included panicle length, percentage of filled grain, percentage of empty grain, weight of 1000 grains, harvested grain and P uptake of plants. Data were analyzed by analysis of variance (F-test) level of 5%. If there is a significant effect, then it is continued with the DMRT test with a level of 5%.

The results showed that addition of humic acid and NPK Phonska 15-15-15 fertilizer had a significant effect on plant P uptake. The treatment with the highest results at 4 MST and 6 MST was A3 (Humic acid 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska fertilizer 240 kg ha^{-1}) with a value of 2.61 g plant^{-1} and 5.46 g plant^{-1}. The application of humic acid and NPK Phonska 15-15-15 fertilizer significantly affected pH, C-organic and P residues. Treatment A3 (Humic acid 3 kg ha^{-1} + Phonska NPK fertilizer 240 kg ha^{-1}) gave the highest results with a pH value of 6.69, C-organic 3.10% and P residue 49.25 ppm. The application of humic acid and NPK Phonska 15-15-15 fertilizer had a significant effect on panicle length, percentage of filled grain, percentage of empty grain, weight of 1000 grains and harvested grain. Treatment A3 (Humic acid 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska fertilizer 240 kg ha^{-1}) gave the highest results with values of 24.50 cm, 87.12%, 36.12%, 41.33 g and 6.16 tons ha^{-1}.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Serapan dan Residu Fosfor serta Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) di Lahan Sawah". Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik dan benar, yakni kepada:

1. Bapak Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D., selaku ketua Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
2. Ibu Dr. Ir. Yulia Nuraini, MS., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan nasihat, arahan dan bimbingannya dalam pelaksanaan dan pembuatan skripsi ini.
3. Kedua orang tua dan kedua kakak yang selalu memberikan do'a, cinta, kasih sayang, pengertian, dukungan dan semangat sehingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Teman-teman GS (Wulan, Devi, Anis dan Muzna) dan teman-teman Bangelan (Meka, Annisauz dan Aulia) yang telah membantu saya dari awal penelitian hingga penyelesaian pengerjaan skripsi.
5. Teman-teman Kertopamuji 53 (Mbak Mima, Galuh dan Cindy) yang telah memberikan bantuan, semangat dan do'a sehingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Bagi seluruh pihak yang terlibat dalam proses pengerjaan skripsi dari awal hingga akhir.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menerima segala saran dan kritik dari berbagai pihak agar dapat memperbaiki skripsi ini.

Malang, Oktober 2019

Tya Lestari

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 16 Januari 1997 sebagai putri ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Karyo dan Ibu Siti Fatimah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Cerme Kidul, Gresik pada tahun 2003-2009, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Cerme, Gresik pada tahun 2009-2012. Pada tahun 2012-2015 penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Cerme, Gresik. Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi dengan Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah tergabung pada kepanitiaan KALDERA tahun 2016, kepanitiaan RANTAI 2016 dan kepanitiaan GATRAKSI tahun 2018. Selain itu penulis juga melaksanakan magang kerja di PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Bangelan pada tahun 2018.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

RINGKASAN i
SUMMARY ii
KATA PENGANTAR iii
RIWAYAT HIDUP iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR LAMPIRAN ix
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Hipotesis 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Alur Pikir Penelitian 4
II. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Asam Humat 5
2.2 Pupuk NPK Phonska 8
2.3 Unsur Hara Fosfor 9
2.4 Tanaman Padi 12
2.5 Lahan Sawah 15
III. METODE PENELITIAN 18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 18
3.2 Alat dan Bahan 18
3.3 Metode Penelitian 18
3.4 Pelaksanaan Penelitian 19
3.5 Parameter Pengamatan 23
3.6 Analisa Data 23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Karakteristik Tanah Sawah 24
4.2 Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Serapan Fosfor Tanaman 25

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.3 Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Residu Hara 27
4.4 Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Hasil Tanama Padi 32
4.5 Pembahasan Umum 35
V. KESIMPULAN DAN SARAN 40
5.1 Kesimpulan 40
5.2 Saran 40
DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN 46

DAFTAR TABEL

Nomor Teks Halaman

1. Rincian Perlakuan 19
2. Analisis Dasar Kimia Tanah 20
3. Variabel Pengamatan dan Metode Analisis 23
4. Hasil Analisis Dasar Tanah Sawah 24
5. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska (15-15-15) terhadap Serapan P 25
6. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap pH Tanah pada 110 HST 27
7. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap C-organik Tanah pada 110 HST 29
8. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Residu P pada 110 HST 30
9. Panjang Malai Tanaman Padi 32
10. Rerata Hasil Gabah 33

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

Nomor Teks Halaman

1. Alur Pikir Penelitian 4
2. Struktur Asam Humat 6
3. Akar, Daun dan Batang Tanaman Padi 13
4. Bunga dan Biji Tanaman Padi 13
5. Fase Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi 14
6. Persemaian Benih 19
7. Penanaman Bibit Padi 20
8. Pemupukan Urea dan KCl 21
9. Pengendalian Hama dengan Pestisida 22
10. Pemanenan Tanaman Padi 22

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Teks Halaman

1. Kandungan dalam Asam Humat HUMIKA 46
2. Kriteria Tanah 47
3. Tabel Spesifikasi Padi Varietas Ciherang 48
4. Analisis Ragam Serapan P Tanaman 49
5. Analisis Ragam Residu Hara 50
6. Analisis Ragam Hasil Tanaman Padi 51
7. Perhitungan Pupuk 52
8. Tabel Hasil Ubinan dan Konversi Hasil Ubinan menjadi Gabah Panen 55
9. Desain Denah Rancangan Percobaan 58
10. Denah Penelitian 60
11. Dokumentasi Pemupukan dan Pemanenan 61
12. Dokumentasi Analisis Laboratorium 62
13. Dokumentasi Panjang Malai 63
14. Dokumentasi Tanaman Padi 64

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan komoditas pangan yang produksinya masih dapat ditingkatkan dengan berbagai macam cara. Produktivitas padi sawah di Jawa Timur pada tahun 2017 sebesar 5,8 ton ha^{-1}, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 5,7 ton ha^{-1} (BPS, 2018). Produksi padi sawah di Jawa Timur pada tahun 2017 sebesar 12 juta ton, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 10 juta ton (BPS, 2019). Penurunan produksi sebesar 2 juta ton disebabkan oleh beberapa faktor antara lain alih guna lahan, iklim dan kondisi kesuburan tanah. Permasalahan kesuburan tanah yang terjadi dalam budidaya padi adalah ketersediaan unsur hara yakni nitrogen, fosfor dan kalium di dalam tanah yang menurun. Upaya yang dilakukan petani untuk meningkatkan kesuburan dan hasil panen dengan menambah dosis penggunaan pupuk anorganik. Upaya yang dilakukan untuk menambah produksi dan meningkatkan produktivitas padi salah satunya dengan penggunaan pupuk anorganik (Alavan *et al.*, 2015).

Penggunaan pupuk anorganik yang belebihan dan tidak diimbangi oleh pemberian pupuk organik memberikan dampak buruk bagi kesuburan tanah dan hasil panen padi. Menurut Kuncoro (2008) menyatakan bahwa penggunaan pupuk anorganik yang terus menerus tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik menimbulkan masalah yakni penurunan produksi padi. Pemupukan N, P dan K dibutuhkan padi untuk pertumbuhan dan perkembangan padi baik pada fase pertumbuhan vegetatif maupun fase generatif. Pemupukan nitrogen (N) berperan dalam memperbesar ukuran butir dan meningkatkan presentase protein dalam biji (Buckman dan Brady, 1982), pemupukan kalium (K) berperan untuk memperkokoh batang tanaman sehingga tanaman tidak mudah rebah dan pemupukan fosfor (P) berperan dalam pembentukan pati pada bulir gabah padi (Rosmarkan dan Yuwono, 2002).

Pemupukan fosfor (P) sangat penting untuk meningkatkan produksi padi. Fosfor sangat penting untuk pembentukan pati pada bulir gabah padi. Pemberian pupuk kedalam tanah tidak semua dapat diserap oleh tanaman yang disebabkan karena adanya pengikatan atau fiksasi hara fosfor oleh Al, Fe dan Ca, sehingga

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

menyebabkan tingginya akumulasi fosfor ke dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Unsur hara fosfor mengalami pengikatan (fiksasi) oleh Al pada tanah masam atau oleh Ca pada tanah alkalis (Hardjowigeno, 2007).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan kesuburan tanah dengan pemberian bahan organik dan pemupukan yang berimbang. Bahan organik memiliki peran dan fungsi terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah yaitu sebagai penyedia unsur hara seperti N, P dan S bagi tanaman, sebagai sumber energi bagi organisme tanah, sebagai penyangga (*buffer)* terhadap perubahan pH, dapat mengkelat logam-logam (Al dan Fe), dan berkombinasi dengan mineral liat untuk memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan kapasitas tukar kation (Stevenson, 1994). Bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan asam humat dan pupuk anorganik yang digunakan merupakan pupuk NPK Phonska 15-15-15.

Asam humat merupakan hasil dari dekomposisi bahan tanaman dan organisme di dalam tanah. Asam humat memiliki gugus karboksil dan gugus fenolik yang berperan dalam melepaskan ikatan logam (Al dan Fe) pada hara fosfor sehingga dapat tersedia bagi tanaman dan dapat meningkatkan pH serta C-organik di dalam tanah (Hermanto *et al*., 2013). Asam humat dapat meningkatkan KTK tanah sehingga mampu menahan banyak unsur hara di dalam tanah agar diserap oleh tanaman. Pupuk majemuk NPK PHonska 15-15-15 merupakan salah satu pupuk anorganik yang sangat efisien dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro (N, P dan K) dan menggantikan penggunaan pupuk tunggal seperti Urea, SP-36 dan KCl. Penggunaan pupuk majemuk NPK Phonska (15-15-15) pada tanaman padi mampu memberikan kekurangan unsur hara N, P dan K di tanah secara efisien.

Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dapat meningkatkan hasil gabah pada tanaman padi varietas Ciherang dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK tanpa asam humat (Rustiati, 2013), selain itu, pemberian asam humat 20 kg ha^{-1} bersama pupuk NPK dengan dosis 100% memberikan hasil P-tersedia tertinggi pada masa vegetatif akhir (Hermanto *et al*., 2013). Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian asam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap serapan dan residu fosfor (P) serta hasil tanaman padi di lahan sawah.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Apakah pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 berpengaruh terhadap serapan fosfor tanaman padi di lahan sawah?
2. Apakah pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 berpengaruh terhadap residu fosfor di lahan sawah?
3. Apakah pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 berpengaruh terhadap hasil tanaman padi di lahan sawah?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap serapan fosfor tanaman padi di lahan sawah.
2. Menganalisis pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap residu fosfor di lahan sawah.
3. Menganalisis pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap hasil tanaman padi di lahan sawah.

1.4 Hipotesis

Adapun beberapa hipotesis dalam penelitian ini, diantaranya:

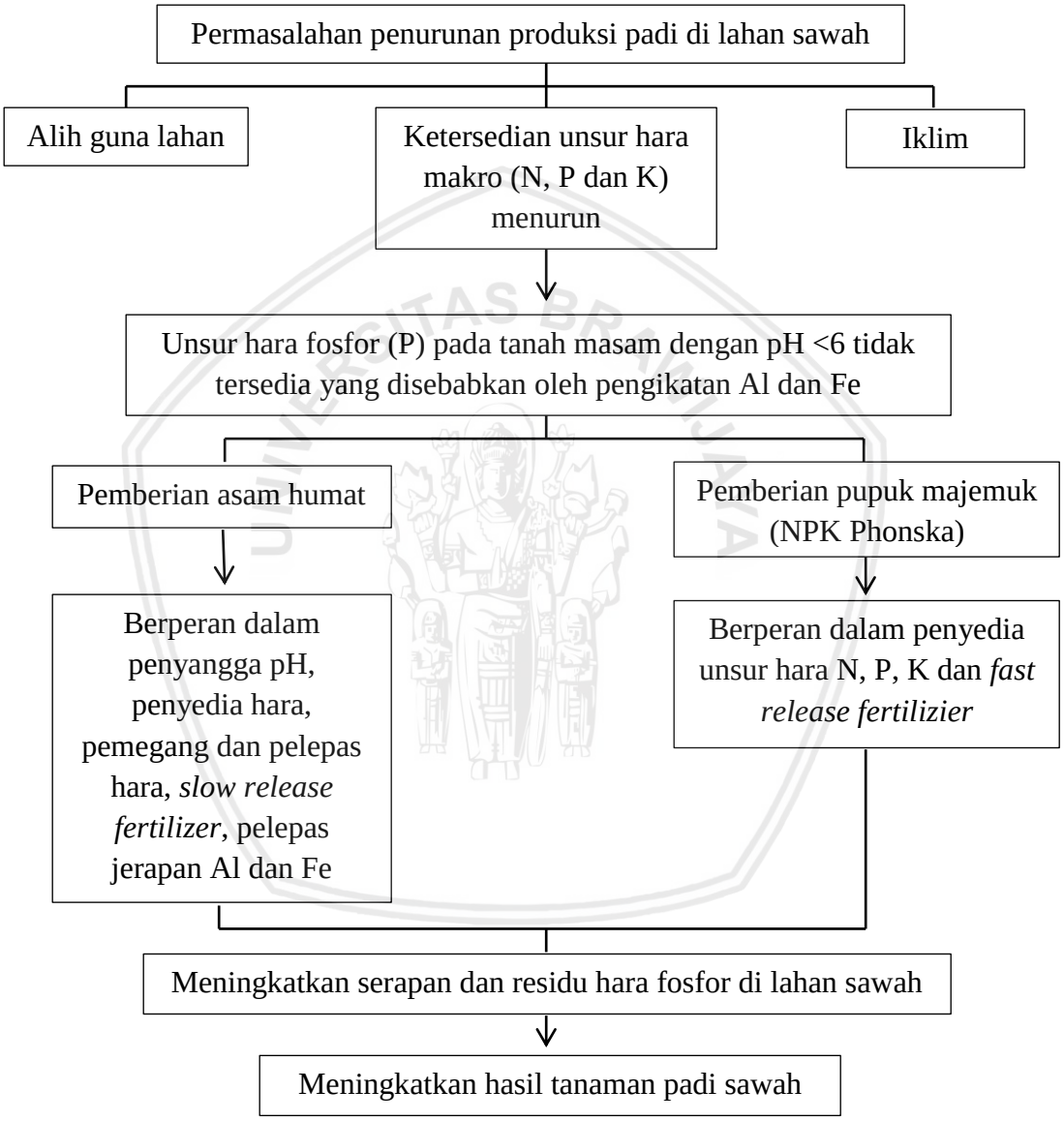
1. Pemberian kombinasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dapat meningkatkan serapan fosfor tanaman padi di lahan sawah.
2. Pemberian kombinasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dapat meningkatkan residu fosfor di lahan sawah.
3. Pemberian kombinasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 dapat meningkatkan hasil tanaman padi.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan agar dapat menjelaskan pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap serapan dan residu hara fosfor serta hasil tanaman padi di lahan sawah.

1.6 Alur Pikir Penelitian



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asam Humat

2.1.1 Definisi dan Karakteristik Asam Humat

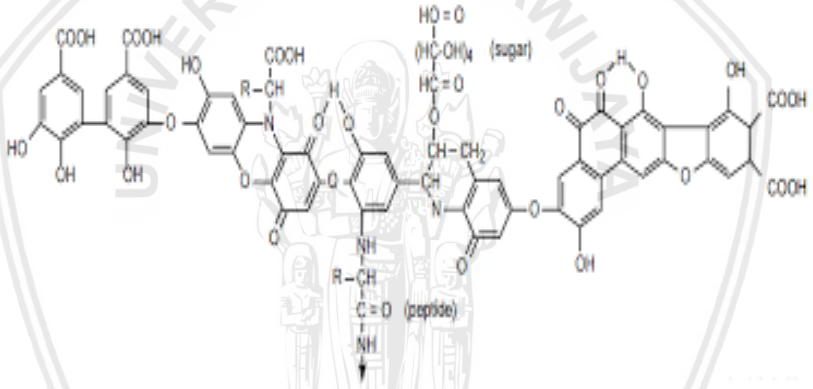
Bahan organik tanah terbagi atas bahan terhumifikasi dan bahan tak terhumifikasi. Bahan tak terhumifikasi merupakan senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman dan organisme seperti karbohidrat, protein, asam amino, asam nukleat, lipid dan lignin. Bahan terhumifikasi yang lebih dikenal dengan humus atau senyawa humat dan dianggap sebagai hasil akhir dari dekomposisi bahan tanaman dan organisme di dalam tanah (Tan, 1993). Humus merupakan senyawa yang berwarna gelap yang berasal dari sisa-sisa tanaman dan hewan yang telah mengalami perombakan oleh organisme yang ada di dalam tanah (Dani, 2018). Keberadaan bahan humat tersedia di lingkungan, disemua tanah, perairan dan sedimen di lapisan bumi (Gaffney *et al.*, 1996). Menurut Aiken *et al* (1985) ada tiga fraksi terbesar dari senyawa humat yang dapat dibedakan berdasarkan kelarutannya yaitu:

1. Humin adalah fraksi dari senyawa hmat yang tidak larut dalam air pada semua nilai pH.
2. Asam humat adalah fraksi dari senyawa humat yang tidak larut dalam air pada kondisi asam tapi mudah larut pada pH yang tinggi.
3. Asam fulfat adalah fraksi dari senyawa asam humat yang dapat larut pada berbagai nilai pH.

Fraksi senyawa humat (asam humat, asam fulvat dan humin) mempunyai komposisi yang hampir sama, tetapi berbeda dalam hal bobot molekul dan kandungan gugus fungsionalnya. Karakteristik dari asam humat adalah mempunyai kemampuan untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidrosida, mineral, organik dan zat pencemar lainnya. Syekhfani (2014) menyatakan bahwa asam humat merupakan senyawa organik siklik yang mempunyai bobot molekul tinggi sehingga mempunyai kemampuan sebagai penyangga (*buffer*), dapat memegang dan melepas unsur hara dan sebagai pelepas fiksasi P.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Menurut Arsiati (2002) menyatakan bahwa asam humat mempunyai karakteristik yaitu kemasaman total yang tinggi, terdiri dari gugus karboksil dan gugus fenol serta kandungan C yang tinggi. Asam humat mempunyai kandungan H, N dan S yang rendah serta nisbah C/N yang tinggi. Menurut Tan (1993) menyatakan bahwa asam humat mempunyai kadar karbon dan oksigen yang tinggi. Kadar karbon dalam asam humat sekitar 41-57%, kadar oksigen sekitar 33-46% dan kadar nitrogen sekitar 2-5%. Suntari *et al* (2013a) menyatakan bahwa karakteristik asam humat yakni memiiliki pH 12,9, Humik C dengan nilai 175, 4 g kg^{-1}, N-Total dengan nilai 5,6 g kg^{-1}, N-tersedia dengan nilai 0,20 g kg^{-1}, P-Total dengan nilai 0,2 g kg^{-1}, P-tersedia dengan nilai 0,02 g kg^{-1}, K-Total dengan nilai 3,0 g kg^{-1} dan K-tersedia dengan nilai 0,2 g kg^{-1}. Secara hipotetik, struktur asam humat diilustrasikan oleh Stevenson (1994) pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Asam Humat

Sumber: Stevenson (1994)

Struktur inti dari asam humat terdiri dari cincin aromatik atau trihidroksifenol yang dijembatani oleh –O-, -(CH_2)-, -NH- dan –N-. Selain itu, gugus fungsional utama yang terdapat pada asam humat yaitu gugus –COOH-, -OH- dan kuinon. Pada keadaan yang alami molekul-molekul tersebut mengandung residu protein dan karbohidrat yang sebagian besar dihubungkan oleh ikatan kovalen pada struktur inti. Asam humat dapat diperoleh dalam pupuk kandang, gambut, arang lignite, dan leonardite (Rahmawati, 2011).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.1.2 Peran Asam Humat

Asam humat berperan dalam meningkatan ketersediaan hara bagi tanaman di dalam tanah. Menurut Hermanto *et al* (2013) menyatakan bahwa asam humat mampu meningkatkan ketersediaan dan pengambilan unsur hara bagi tanaman, karena asam humat mempunyai kemampuan dalam mengikat, menjerap dan mempertukarkan unsur hara dan air. Asam humat memiliki gugus karboksil (COOH) dan gugus fenolik (OH) yang bersifat ampoter, dapat bermuatan positif (+) pada kondisi masam dan bermuatan negatif (-) pada kondisi basa. Asam humat bersifat sebagai *biolegulator agent* yang dapat menginduksi terjadinya disintergasi bertahap dari mineral silikat dan aluminosilikat (Bio Flora Internasional Inc, 1997). Asam humat dapat meningkatkan efisiensi pemupukan melalui perubahan partikel tanah yang bahan organik bermuatan negatif sehingga akan mengikat unsur hara yang bermuatan positif (Tan, 1993). Hal tersebut akan meningkatkan ketersediaan fosfor, nitrogen serta unsur hara mikro lainnya yang di dalam tanah.

Asam humat merupakan bahan makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti gugus karboksil (COOH) dan gugus fenolik (OH), sehingga asam humat mampu berinteraksi dengan ion logam yang mengikat unsur hara (Alimin dan Narsito, 2000). Asam humat dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui degradasi liat, memungkinkan penetrasi air, transfer hara dan kemampuan memegang air, serta dapat merangsang populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah (Bio Flora Internasional Inc, 1997). Dani (2018) mengemukakan bahwa pemberian kombinasi asam humat, jarak tanam dan jumlah bibit pada tanaman padi berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman padi seperti panjang malai, jumlah gabah isi, jumlah gabah hampa, bobot biji per rumpun dan hasil ubinan. Hal ini terkait dengan kemampuan asam humat dalam menurunkan kadar kelarutan Fe^{2+}. Semakin berkurangnya kadar Fe^{2+} tanah, maka kemampuan tanaman untuk menyerap hara P semakin meningkat.

Ruhaimah *et al.* (2009) menyatakan bahwa hara P merupakan hara makro yang membantu pembentukan gabah dan juga peningkatan produksi. Suwardi *et al.* (2009) mengemukakan bahwa pemberian asam humat dengan karier zeolite mampu

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

meningkatkan produksi padi hingga 15%. Pemberian asam humat bersama pupuk NPK dengan takaran 400 kg ha^{-1} dapat meningkatkan hasil gabah pada tanaman padi varietas Ciherang sebesar 6,53 ton ha^{-1}, dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK 400 kg ha^{-1} tanpa asam humat sebesar 6,39 ton ha^{-1} (Rustiati, 2013).

Swanda *et al*., (2015) menyatakan bahwa pada Inceptisol didapatkan hasil yaitu semakin tinggi taraf dosis bahan humat yang diberikan maka pH tanah , C-organik, P-tersedia dan KTK cenderung semakin meningkat, sedangkan kejenuhan Al dan Al-dd cenderung semakin menurun. Hasil tertinggi didapatkan oleh perlakuan bahan humat 1000 ppm dengan nilai pH sebesar 4,74, C-organik sebesar 0,70 % dan P-tersedia 1,77 ppm setelah masa inkubasi selama dua minggu. Ifansyah (2013) menunjukkan bahwa asam humat juga dapat meningkatkan pH, ketersediaan P dalam tanah dengan cara mengikat anion dan mengurangi Al dan Fe terlarut dengan cara mengikat kation-kation. Setiap kenaikan dosis pemberian asam humat dari 1 hingga 8 g kg^{-1} tanah akan meningkatkan pH tanah, dan ketersediaan unsur P dalam tanah. Hasil tertinggi yang didapatkan yaitu pada dosis pemberian asam humat sebesar 8 g kg^{-1} tanah.

2.2 Pupuk NPK Phonska

Pupuk majemuk (NPK) merupakan salah satu pupuk anorganik yang sangat efisien dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro (N, P dan K) dan menggantikan penggunaan pupuk tunggal seperti Urea, SP-36 dan KCl. Menurut Pirngadi *et al.*, (2005) menyatakan bahwa salah satu cara untuk mengurang biaya produksi dan meningkatkan kualitas lahan serta hasil tanaman yaitu dengan pemberian pupuk majemuk seperti pupuk NPK. Menurut Naibaho (2003) menyatakan bahwa keuntungan pupuk majemuk adalah bahwa unsur hara yang dikandung telah lengkap sehingga tidak perlu menyediakan atau mencampurkan berbagai pupuk tunggal.

Pupuk majemuk NPK Phonska (15-15-15) merupakan produk pupuk baru yang dihasilkan oleh PT. Petro Kimia Gresik yang mengandung tiga unsur hara utama yaitu N, P dan K yang sangat diperlukan tanaman. Kandungan pupuk majemuk NPK Phonska (15-15-15) adalah Nitrogen (N) 15 %, Fosfor (P_2O_5) 15%, Kalium (K_2O) 15 %, Sulfur (S) 10% dan kadar air maksimal 2% (Petrosida Gresik,, 2009). Kelebihan

pupuk majemuk NPK Phonska untuk budidaya tanaman padi adalah mengandung lebih dari satu unsur hara sehingga tanaman padi memperoleh lebih dari satu hara sekali aplikasi, menghemat tenaga kerja pada waktu aplikasi, transportasi, dan biaya serta efisiensi penggunaan pupuk tinggi (Rustiati, 2013).

Pupuk NPK Phonska (15-15-15) telah banyak digunakan untuk penelitian tanaman padi sawah di beberapa daerah Jawa Timur. Hasil penelitian di Desa Bintoyo menghasilkan produksi padi rata-rata 9,3 ton GKP ha^{-1}, penelitian di Kabupaten Bondowoso menghasilkan produksi rata-rata 7,5 ton GKP ha^{-1}, dan di Kabupaten Magelang menghasilkan produksi rata-rata 6 ton GKP ha^{-1} (Kurniadie, 2002). Hasil penelitian di Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi Subang (2000) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk NPK Phonska dengan dosis 300 kg ha^{-1} Phonska, 150 kg ha^{-1} Urea dan 100 kg ha^{-1} ZA menghasilkan produksi padi 7 ton ha^{-1} GKP.

2.3 Unsur Hara Fosfor

2.3.1 Ketersediaan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah

Fosfor merupakan unsur hara makro esensial yang berperan penting dalam penyediaan energi kimia bagi metabolisme tanaman. Menurut Sanchez (1993) menyatakan bahwa di daerah tropis, unsur P diperkirakan menjadi pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman urutan ketiga setelah air dan nitrogen. Rendahnya ketersediaan fosfor tidak hanya terjadi pada tanah-tanah miskin P, tetapi juga bisa terjadi pada tanah-tanah yang kaya P dengan kandungan P yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan keberadaan fosfor dalam tanah sulit tersedia bagi tanaman.

Unsur hara P bersifat *immobile* di dalam tanah karena sebagian besar P tanah dijerap menjadi bentuk tidak tersedia bagi tanaman. Pada tanah masam seperti Ultisols dan Oxisols, P biasanya dijerap oleh Al dan Fe (kation, oksida, dan hidroksida) serta liat tanah. Sementara itu, pada tanah netral dan alkalin seperti Alfisols dan Vertisols, P dijerap oleh Ca (Brady, 1990). Terdapat dua bentuk fosfor dalam tanah, yakni fosfor anorganik dan fosfor organik. Sumber utama fosfor anorganik adalah hasil pelapukan dari mineral-mineral apatit, dari pupuk-pupuk buatan dan dekomposisi bahan organik. Sebagian besar fosfor anorganik tanah berada

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

dalam persenyawaan kalsium (Ca-P), Alumunium (Al-P), dan besi (Fe-P) yang semuanya sulit larut di dalam air.

Fosfor organik tanah berada dalam tiga grup senyawa, yaitu fitin dan turunannya, asam nukleat, dan fosfolipida. Kadar fosfor organik tanah dijumpai lebih besar pada lapisan tanah atas (*top soil*) dibandingkan dengan lapisan tanah bawah (*sub soil*). Hal ini terjadi karena pada lapisan atas terdapat penumpukan sisa-sisa tanaman atau bahan organik (Darmanik *et al*., 2010). Bentuk ion fosfat pada tanah-tanah masam akan bereaksi dengan Fe, Al, dan Mn membentuk senyawa tidak larut (terfiksasi secara kuat dan mengendap) dan tidak tersedia bagi tanaman. Sebaliknya pada tanah-tanah alkalin (pH tinggi), Ca dan Mg bereaksi dengan P, sehingga P juga kurang tersedia (Tisdale *et al.*, 1985).

Di dalam tanah P terdapat dalam berbagai bentuk persenyawaan yang sebagian besar tidak tersedia bagi tanaman. Sebagian besar pupuk yang diberikan ke dalam tanah, tidak dapat digunakan tanaman karena bereaksi dengan bahan tanah lainnya, sehingga nilai efisiensi pemupukan P pada umumnya rendah hingga sangat rendah (Winarso, 2005). Faktor yang mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah yakni tipe liat dan pH tanah, menurut Winarso (2005) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan fosfor dalam tanah adalah tipe liat dan pH tanah. Fiksasi P akan lebih kuat pada liat tipe 1:1 (kaolinit) daripada tipe 2:1 (mika), tipe liat 1:1 yang banyak mengandung kaolinit lebih kuat mengikat P. Disamping itu oksida hidrous dari Al dan Fe pada tipe liat 1:1 juga ikut menjerap P.

Ketersediaan dan bentuk-bentuk P di dalam tanah sangat erat hubungannnya dengan kemasaman (pH) tanah. Pada kebanyakan tanah ketersediaan P maksimum dijumpai pada kisaran pH antara 5,5 – 7. Ketersediaan P akan menurun bila pH tanah lebih rendah dari 5,5 atau lebih tinggi dari 7. Selain itu, menurut Havlin *et al*., (1999) menyatakan bahwa ketersediaan P di dalam tanah tergantung kepada: (1) jumlah dan jenis mineral tanah, (2) pH tanah, (3) pengaruh kation, (4) pengaruh anion, (5) tingkat kejenuhan P, (6) bahan organik, (7) waktu dan suhu, dan (8) penggenangan.

Pengikatana P dalam larutan tanah oleh Fe dan Al oksida dapat menurun apabila pH meningkat. Apabila kemasaman semakin rendah (pH makin tinggi)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ketersediaan P juga akan berkurang oleh fiksasi Ca dan Mg yang banyak pada tanah-tanah alkalin. P sangat rentan untuk terikat baik pada kondisi masam maupun alkalin. Semakin lama antara P dan tanah bersentuhan, semakin banyak P terfiksasi. Dengan waktu Al akan diganti oleh Fe, sehingga kemungkinan akan terjadi bentuk Fe–P yang lebih sukar larut jika dibandingkan dengan Al–P (Winarso, 2005).

2.3.2 Peran Unsur Hara Fosfor Bagi Tanaman

Unsur fosfor (P) merupakan unsur 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 atau 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 (Suyono dan Citraresmini, 2010). Tanaman menyerap P dalam bentuk ortofosfat primer ($H_2PO_4^-$) dan sebagian kecil dalam bentuk ortofosfet sekunder (HPO_4^{2-}) (Handayanto *et al*., 2017). Bentuk P dalam tanah dapat dibagi dalam dua kategori, yaitu organik dan anorganik. Proporsi kedua bentuk P tersebut sangat bervariasi. Nilai P-organik dilaporkan antara 5-80% (Richardson *et al*, 2005).

Tanaman memerlukan P pada semua tingkat pertumbuhan terutama pada awal pertumbuhan dan pembungaan. Apabila terjadi kekurangan P akibat retensi di dalam tanah, tanaman akan menunjukkan gejala di dalam jaringan yang tua terlebih dahulu baru diangkut ke bagian-bagian meristem atau jaringan yang lebih muda (Tisdale *et al*., 1985). Unsur hara P diperlukan tanaman untuk menyimpan dan transfer energi serta mempertahankan integritas membran dalam tanaman. Unsur hara P bersifat mobil dalam tanaman dan merangsang pembentukan anakan, mempengaruhi keserempakan berbunga dan pematangan gabah (Rustiati, 2013).

Peranan fosfor (P) dalam tanaman juga digunakan dalam pembentukan protein terutama dalam transfer metabolik ATP, ADP, fotosintesis dan respirasi, serta termasuk komponen dari fosfolipida, selain itu, peranan fosfor lainnya dalam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

pembentukan akar, mempercepat matangnya buah, dan memperkuat tubuh tanaman (Handayanto *et al*., 2017). Peran penting yang dimiliki oleh unsur P menyebabkan unsur ini harus selalu tersedia pada saat penanaman padi. Hal ini berkaitan dengan kemampuan pembentukan rumpun atau anakan sehingga dapat mendukung produksi padi.

2.4 Tanaman Padi

2.4.1 Morfologi Tanaman Padi

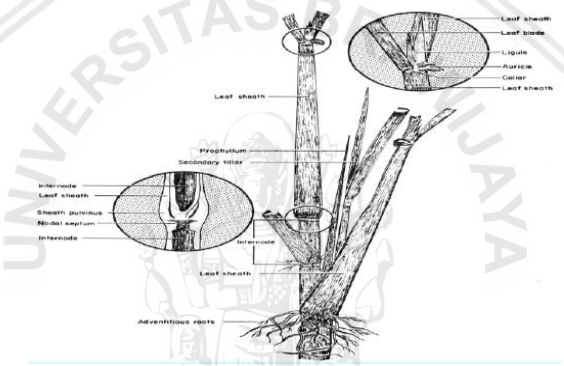
Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang diklasifikasikan ke dalam divisi Angiospermae, kelas Monocotyledonae, ordo Poales, famili Graminae dan genus *Oryza*. Genus *Oryza* termasuk kecil hanya sekitar 25 spesies, di mana 23 adalah spesies liar dan dua yang banyak dibudidayakan yaitu *Oryza sativa* L. dan *Oryza glaberrima* Steud. (Vaughan *et al.*, 2003). *Oryza sativa* adalah spesies yang paling banyak ditanam sebagai tanaman budidaya, dengan wilayah meliputi negara-negara Asia, Amerika Utara, Amerika Selatan, Uni Eropa, Timur Tengah dan Afrika.

Tanaman padi merupakan salah satu tanaman semusim dengan sistem perakaran serabut, dan terdapat dua macam perakaran yaitu akar seminal dan akar adventif (Gambar 3). Padi memiliki perakaran yang dalam dan tebal, sehat, mencengkeram tanah lebih luas serta kuat menahan kerebahan memungkinkan penyerapan air dan hara lebih efisien terutama pada saat pengisian gabah (Suardi, 2002). Batang padi berbentuk bulat, berongga dan beruas-ruas (Gambar 3). Antar ruas dipisahkan oleh buku dan ruas-ruas sangat pendek pada awal pertumbuhan dan memanjang serta berongga pada fase reproduktif. Pembentukan anakan dipengaruhi oleh unsur hara, cahaya, jarak tanam dan teknik budidaya. Makarin dan Suhartatik (2009) menyatakan bahwa batang padi berfungsi sebagai penopang tanaman, mendistribusikan hara dan air dalam tanaman dan sebagai cadangan makanan.

Daun padi tumbuh pada batang dan tersusun berselang-seling pada tiap buku (Gambar 3). Tiap daun terdiri atas helaian daun, pelepah daun yang membungkus ruas, telinga daun (*auricle*) dan lidah daun (*ligule*). Jumlah daun pada tiap tanaman bergantung pada varietas. Varietas-varietas baru di daerah tropis memiliki 14-18 daun

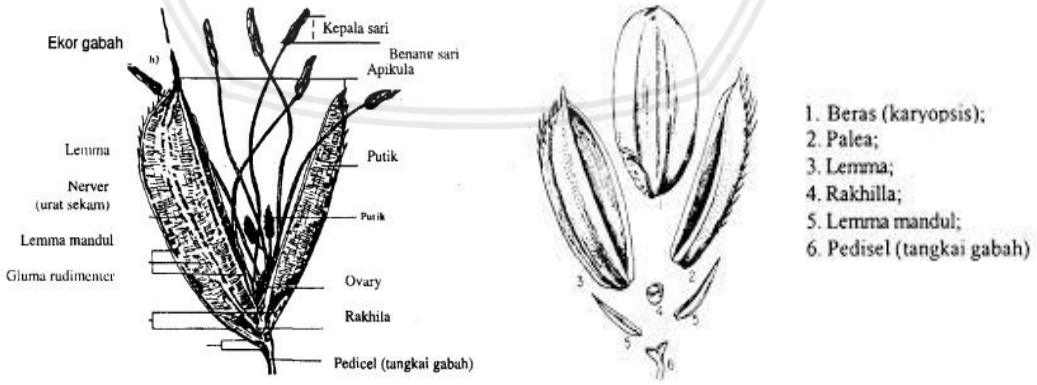
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

pada batang utama. Bunga padi secara keseluruhan disebut malai. Tiap unit bunga pada malai dinamakan spikelet yaitu bunga yang terdiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik, dan benang sari serta beberapa organ lainnya yang bersifat inferior (Gambar 4). Malai terdiri atas 8-10 buku yang menghasilkan cabang-cabang primer yang selanjutnya menghasilkan cabang sekunder (Makarim dan Suhartatik 2009). Gabah terdiri atas biji yang terbungkus oleh sekam (Gambar 4). Bobot gabah beragam dari 12-44 mg pada kadar air 0%, sedangkan bobot sekam rata-rata adalah 20% bobot gabah. Perkecambahan terjadi apabila dormansi benih telah dilalui. Benih tersebut berkecambah apabila radikula telah tampak keluar menembus koleorhiza diikuti oleh munculnya koleoptil yang membungkus daun (Makarim dan Suhartatik 2009).



Gambar 3. Akar, Daun dan Batang Tanaman Padi

Sumber: Chang dan Bardenas (1965)

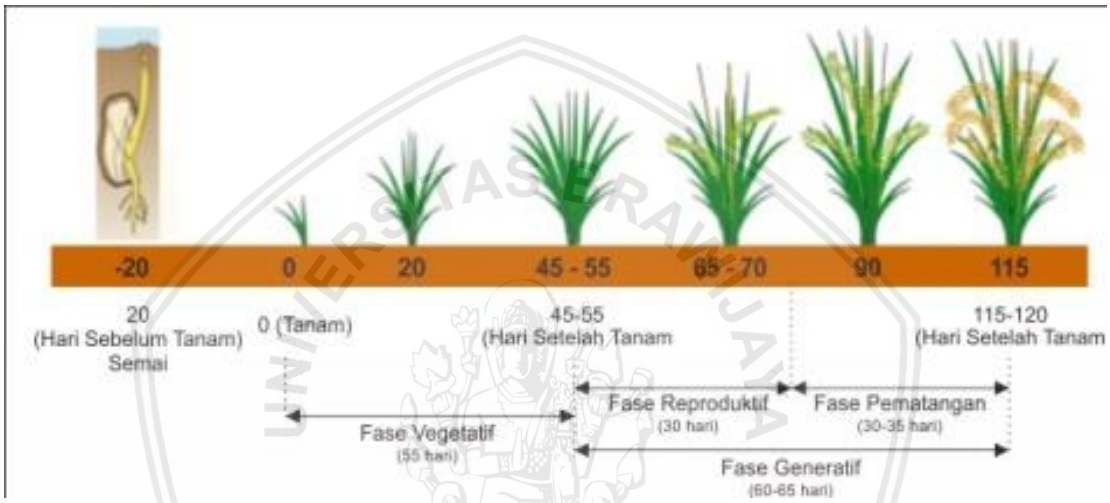


Gambar 4. Bunga dan Biji Tanaman Padi

Sumber: Chang dan Bardenas (1965), Makarim dan Suhartatik (2009)

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pertumbuhan tanaman padi dibagi dalam tiga fase (Gambar 5), yaitu fase vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan bakal malai atau primordial), fase generatif atau reproduktif (primordial sampai pembungaan), dan fase pematangan (pembungaan sampai gabah matang). Fase vegetatif merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti pertambahan jumlah anakan, tinggi tanaman, bobot, dan luas daun. Makarim dan Suhartatik (2009) menyatakan bahwa lama fase reproduktif untuk kebanyakan varietas padi di daerah tropis umumnya 35 hari dan fase pematangan sekitar 30 hari.



Gambar 5. Fase Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi

Sumber: Aji (2016)

2.4.2 Syarat Tumbuh Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan salah satu tanaman pangan yang relatif mudah untuk dibudidayakan, sehingga tanaman padi tumbuh pada berbagai jenis tanah. Tanah menjadi salah satu syarat yang penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman padi. Syarat tanah yang dikehendaki oleh tanaman padi menurut BPTP (2009) dari kimia tanah adalah memiliki pH tanah antara 5,5-8,2. Djaenudin *et al.* (2011) mengemukakan bahwa tanah yang baik untuk tanaman jika tanah memiliki N total minimal sedang (0,21-0,50%), P_2O_5 tinggi (26-35 ppm dengan pengekstrak Bray-1 atau 46-60 ppm dengan pengekstrak Olsen) dan K_2O rendah (0,12–0,25 me $100g^{-1}$). Tanaman padi menghendaki tanah yang memiliki kandungan C-organik

tanah >1.5 %. Tanaman padi dapat tumbuh pada berbagai kondisi tanah, namun hanya dapat tumbuh ideal pada ketinggian diatas 700 mdpl (dataran tinggi) dengan rata-rata curah hujan 1.500-2.000 mm tahun^{-1}. Suhu ideal yang diinginkan tanaman padi berkisar 24℃ -29℃ (BPTP, 2009).

2.5 Lahan Sawah

2.5.1 Karakteristik Lahan Sawah

Lahan sawah merupakan lahan yang dilakukan pengelolaan untuk budidaya tanaman padi sawah dengan karakteristik adanya penggenangan selama masa pertumbuhan padi. Tanah di lahan sawah dapat terbentuk dari tanah kering dan tanah basah atau tanah rawa, sehingga karakteristik dari sawah-sawah tersebut sangat dipengaruhi oleh bahan pembentuk tanahnya. Tanah sawah dari tanah kering umumnya terdapat di daerah dataran rendah, dataran tinggi volkan atau nonvolkan yang pada awalnya merupakan tanah kering yang tidak pernah jenuh air, sehingga morfologinya akan berbeda dengan tanah di lahan sawah dari tanah rawa yang pada awalnya memang sudah jenur air (Prasetyo *et al.*, 2004). Perbedaan lahan sawah dengan lahan rawa adalah pada masa penggenangan airnya, pada lahan sawah penggenangan tidak terjadi terus-menerus tetapi mengalami masa pengeringan (Musa, *et al.*, 2004). Penggenangan pada tanah sawah menyebabkan terjadinya perubahan pH, turunnya potensial redoks dan perubahan unsur hara. Perubahan-perubahan kimia tanah sawah berkaitan erat dengan proses oksidasi-reduksi (redoks) dan aktivitas mikroba tanah sangat menentukan tingkat ketersediaan hara dan produktivitas tanah sawah (BPT, 2004).

Penggenangan pada tanah masam mengakibatkan nilai pH tanah akan meningkat dan pada tanah basa akan mengakibatkan nilai pH tanah menurun mendekati netral. Pada saat penggenangan pH tanah akan menurun selama beberapa hari pertama, kemudian mencapai minimum dan beberapa minggu kemudian pH akan meningkat lagi secara asimtot untuk mencapai nilai pH yang stabil yaitu sekitar 6,7–7,2. Penurunan awal disebabkan akumulasi CO_2 dan juga oleh terbentuknya asam organik. Kenaikan berikutnya bersamaan dengan reduksi tanah dan ditentukan oleh pH awal dari tanah, macam dan kandungan komponen tanah teroksidasi terutama besi

dan mangan, serta macam dan kandungan bahan organik. Penggenangan pada tanah masam sama saja dengan tindakan pengapuran sendiri yaitu menyebabkan tercapainya kisaran pH optimum yang memungkinkan tersedianya hara secara optimum (BPT, 2004).

Pada tanah tergenang nitrogen merupakan hara yang tidak stabil karena adanya proses mineralisasi bahan organik (amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi) oleh mikroba tanah tertentu. Proses mineralisasi terjadi pada lapisan tanah atas dan menghasilkan NO_3^-, sedangkan pada lapisan dibawahnya yang sifatnya reduktif maka asimilasi akan berhenti sampai amonifikasi yaitu terbentuknya NH_4^+. Nitrat (NO_3^-) yang terbentuk di lapisan atas (lapisan oksidasi) sebagian akan berdifusi ke lapisan reduksi dan selanjutnya akan terjadi proses denitrifikasi, terbentuknya gas N_2O atau N_2 yang hilang ke udara (BPT, 2004).

2.5.2 Perubahan Unsur Hara Fosfor di Lahan Sawah

Masalah kekahatan P tidak umum pada tanah sawah, namun Diamond (1985) menyatakan bahwa pada tanah Ultisol, Oxisol, Inceptisol tertentu dan sulfat masam, hal tersebut merupakan masalah penting untuk tanaman padi. Ketersediaan P yang lebih besar pada kondisi tergenang dibandingkan dengan kondisi aerob umumnya disebabkan oleh perubahan redoks dalam tanah dan resultan perubahan status Fe dalam tanah. Pada awal penggenangan konsentrasi P dalam larutan tanah meningkat kemudian menurun untuk semua jenis tanah, tetapi nilai tertinggi dan waktu terjadinya bervariasi tergantung sifat tanah (Yoshida, 1981).

Peningkatan ketersediaan P akibat penggenangan disebabkan oleh pelepasan P yang dihasilkan selama proses reduksi. Mekanismenya adalah sebagai berikut menurut BPT (2004):

1. Fosfor hanya dilepaskan apabila ferifosfat (Fe^{3+}) tereduksi menjadi ferofosfat (Fe^{2+}) yang lebih mudah larut. Willet (1991) menunjukkan reduksi feri oksida merupakan sumber yang dominan bagi pelepasan P selama penggenangan, walaupun sejumlah P yang dilepaskan akan diserap kembali. Pelepasan P yang berasal dari senyawa feri terjadi setelah reduksi mangan oksida.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. Pelepasan *occluded* P akibat reduksi ferioksida yang menyeliputi P menjadi ferooksida yang lebih larut selama penggenangan. Penyelimutan P oleh feri oksida berada dalam liat dan zarah liat membentuk *occluded* P (Sanchez, 1993).
3. Adanya hidrolisis sejumlah fosfat terikat besi dan aluminium dalam tanah masam, yang menyebabkan dibebaskannya fosfor terjerap pada pH tanah yang lebih tinggi (Kyuma, 2004). Sebaliknya ketika pH pada tanah alkalin menurun dengan adanya penggenangan, stabilitas mineral kalsium fosfat akan menurun, akibatnya senyawa kalsium fosfat larut.
4. Asam organik yang dilepaskan selama dekomposisi anaerob dari bahan organik pada kondisi tanah tergenang dapat meningkatkan kelarutan dari senyawa Ca-P maupun Fe-P dan Al-P melalui proses khelasi ketiga kation tersebut (Ca, Fe, Al).
5. Difusi yang lebih besar dari ion $H_2PO_4^-$ ke larutan tanah melalui pertukaran dengan anion organik (Sanchez, 1993).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan sawah yang terletak di Desa Putukrejo, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang pada bulan Januari hingga Mei 2019. Selanjutnya untuk analisis kimia dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada bulan Mei hingga Juni 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dan bahan untuk kegiatan di lapang, pengamatan parameter hasil serta alat dan bahan untuk analisa laboratorium.

3.2.1 Alat

Penelitian dilakukan di lapang dan di laboratorium. Alat yang digunakan dalam penelitian di lapang meliputi kamera untuk dokumentasi, cetok untuk mengambil sampel tanah dan timbangan untuk menimbang tanah. Alat yang digunakan untuk mengamati parameter produksi padi meliputi timbangan untuk mengukur bobot basah, bobot kering dan bobot 1000 butir, dan meteran digunakan untuk mengukur panjang malai tanaman. Sedangkan alat-alat laboratorium digunakan untuk analisis tanah dan serapan hara tanaman.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian di lapang meliputi bibit tanaman padi dengan varietas Ciherang, asam humat padat dengan merek dagang HUMIKA (kandungan asam humat 50-60%), pupuk NPK Phonska (15-15-15), Urea (46% N), KCl (60% K_2O), pestisida (REGENT), tanah dari lahan percobaan, dan bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian di laboratorium. Asam humat, pupuk NPK Phonska (15-15-15), Urea dan KCl diperoleh di toko pertanian.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap serapan dan residu fosfor serta hasil tanaman padi dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 8 perlakuan yang diulang

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

sebanyak masing-masing 3 kali dan total keseluruhan terdapat 24 petak percobaan. Detail perlakuan penelitian dengan kombinasi asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 ini disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Perlakuan

No.	Kode Perlakuan	Perlakuan	Ukuran Petak (m^2)
1.	K	Kontrol (tanpa asam humat dan pupuk phonska)	10 m^2
2.	A	Asam Humat 5 kg ha^{-1}	10 m^2
3.	P	NPK Phonska (15-15-15) 240 kg ha^{-1}	10 m^2
4.	A1	Asam Humat 1 kg ha^{-1}+ Phonska 240 kg ha^{-1}	10 m^2
5.	A2	Asam Humat 2 kg ha^{-1}+ Phonska 240 kg ha^{-1}	10 m^2
6.	A3	Asam Humat 3 kg ha^{-1}+ Phonska 240 kg ha^{-1}	10 m^2
7.	A4	Asam Humat 4 kg ha^{-1}+ Phonska 240 kg ha^{-1}	10 m^2
8.	A5	Asam Humat 5 kg ha^{-1}+ Phonska 240 kg ha^{-1}	10 m^2

Keterangan: Dosis Phonska didapatkan dari Permentan Nomor 40/Permentan/OT.40/04/2007 dan dosis asam humat didapatkan dari rekomendasi Lestari *et al.*, 2016.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persemaian Benih

Benih padi yang digunakan adalah varietas Ciherang (Lampiran 3.) yang sudah disortasi terlebih dahulu, kemudian benih direndam dalam air selama 24 jam. Media persemaian menggunakan tanah di lahan sawah (Gambar 6) yang dilakukan selama 2 minggu, setelah 2 minggu bibit padi di transplanting ke lahan sawah.

Gambar 6. Persemaian Benih

3.4.2 Persiapan Lahan

Persiapan lahan dilakukan dengan pengolahan tanah menggunakan traktor dan dibajak secara merata. Luas lahan yang akan digunakan adalah 552 m^2 yang terbagi menjadi 24 petak dengan masing-masing luasannya 4 m x 2,5 m. Kemudian dibuat saluran drainase sedalam 25 cm dengan lebar 30 cm (Lampiran 9). Pembuatan saluran

drainase mempunyai fungsi agar perlakuan pemupukan antar petakan tidak tercampur aliran larutan pupuk antar perlakuan.

3.4.3 Analisis Dasar Tanah

Pada saat persiapan lahan dilakukan pengambilan sampel tanah yang digunakan untuk analisis dasar. Sampel tanah diambil secara komposit dengan metode acak pada kedalaman lapisan olah 0-20 cm, selanjutnya dikering udarakan kemudian dihaluskan dan diayak hingga lolos ayakan 2 mm. Analisis dasar dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Universitas Brawijaya. Analisis dasar terdiri dari analisis parameter kimia tanah meliputi pH, C-organik, N-Total, C/N ratio, P-Tersedia dan kadar air. Berikut adalah analisis dasar kimia yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Dasar Kimia Tanah

Analisis Dasar	Satuan	Metode Analisis
pH (H_2O)	-	pH Meter
C-organik	%	Walkey and Black
N-Total	%	Kjeldahl
C/N Ratio	-	Perhitungan (C-organik/Nitrogen)
P-Tersedia	ppm	Olsen
Kadar air	-	Oven

3.4.4 Penanaman

Cara menanam bibit padi dilakukan dengan memasukkan 2-3 bibit atau rumpun padi. Penanaman menggunakan jarak tanam 20 x 20 cm (Gambar 7). Penyulaman dilakukan sebelum tanaman berumur 14 HST (hari setelah tanam).

Gambar 7. Penanaman Bibit Padi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.4.5 Aplikasi Asam Humat dan Pupuk Phonska 15-15-15

Pengaplikasian asam humat dan pupuk NPK Phonska disesuaikan dengan taraf perlakuan yaitu asam humat (1 kg ha^{-1}, 2 kg ha^{-1}, 3 kg ha^{-1}, 4 kg ha^{-1} dan 5 kg ha^{-1}) dan pupuk NPK Phonska (15-15-15) 240 kg ha^{-1}. Pengaplikasian asam humat dengan cara dilarikkan di permukaan lahan pada 2 MST dan pengaplikasian pupuk NPK Phonska (15-15-15) dengan cara dibenamkan sesuai taraf perlakuan pada 2 MST, 4 MST dan 6 MST.

3.4.6 Pemupukan Tambahan

Untuk memperoleh produksi yang tinggi, unsur hara dalam tanah harus cukup tersedia dalam keadaan yang seimbang dengan jumlah kebutuhan selama pertumbuhan tanaman padi. Pemupukan tambahan menggunakan pupuk Urea dengan rekomendasi dari Permentan Nomor 40/Permentan/OT.40/04/2007 adalah 221 kg ha^{-1} dan KCl dengan rekomendasi dari Permentan Nomor 40/Permentan/OT.40/04/2007 adalah 40 kg ha-^{1} (Lampiran 7). Pemberian Urea dilakukan dua kali pada 28 HST dan 42 HST, serta pemberian KCl dilakukan pada 28 HST dengan cara dibenamkan (Gambar 8).

Gambar 8. Pemupukan Urea dan KCl

3.4.7 Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut tanaman lain selain tanaman padi. Pengendalian gulma secara manual dilakukan saat kondisi air di petakan sawah macak-macak.

3.4.8 Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dilakukan pada saat tanaman padi memasuki fase pemasakan bulir padi yaitu pada 10 MST (Gambar 9). Hama yang menyerang padi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

pada fase tersebut merupakan walang sangit. Pengendalian yang dilakukan dengan penyemprotan pestisida dengan merek dagang REGENT dengan dosis 0,25 l ha^{-1}.

Gambar 9. Pengendalian Hama dengan Pestisida

3.4.9 Pengairan

Pengairan dilakukan menggunakan sumber air yang terletak di atas lahan sawah. Pengairan dilakukan dengan cara berselang menurut petani di Desa Putukrejo yaitu pengaturan kondisi lahan dalam kondisi yang kering dan tergenang secara bergantian. Cara pengairan berselang adalah (1) menanam bibit dalam kondisi sawah macak-macak, (2) secara berangsur-angsur lahan di airi 2-5 cm sampai tanaman berumur 10 hari, (3) biarkan sawah mongering sendiri, tanpa diairi selama 5-6 hari, (4) setelah permukaan tanah retak selama 1 hari, sawah kembali diairi setinggi 5 cm dan (5) biarkan sawah mongering sendiri tanpa diairi (5-6 hari) lalu diari setinggi 5 cm). Pengairan berselang ini dilakukan sampai pada fase vegetatif puncak.

3.4.10 Pemanenan

Pemanenan tanaman padi dilakukan pada saat tanaman berusia 110 HST. Kegiatan pemanenan (gambar 10) dilakukan dengan memotong tanaman padi menggunakan sabit.

Gambar 10. Pemanenan Tanaman Padi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.4.11 Analisis di Laboratorium dan Pengamatan Hasil Tanaman Padi

Analisis di laboratorium dilakukan pada tanah (analisis dasar dan akhir) dan tanaman padi (serapan hara tanaman). Pengamatan hasil tanaman padi dilakukan dengan menghitung presentase gabah isi dan gabah hampa, mengukur panjang malai, mengukur bobot kering gabah serta bobot 1000 butir. Pengamatan serapan P tanaman dilakukan dua kali yakni pada 4 MST dan 6 MST dengan tiga sampel tanaman setiap petak dan pengamatan produksi tanaman padi dilakukan pada saat panen (110 HST).

3.5 Parameter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terdiri dari hasil analisis laboratorium dan pengamatan hasil tanaman. Kegiatan analisis laboratorium dilaksanakan dua tahap yaitu pada saat analisis dasar dan analisis akhir. Kegiatan analisis pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Variabel Pengamatan dan Metode Analisis

Pengamatan	Parameter	Metode	Waktu (HST)
Tanah	pH H_2O C-organik (%) P-Tersedia (ppm) Kadar air (%)	pH Meter Walkey and Black Olsen Oven	Sebelum tanam (0 HST) dan setelah panen (110 HST)
Tanaman	Panjang malai Presentase gabah isi dan gabah hampa (%)	Perhitungan	Setelah panen (110 HST)
	Bobot 1000 butir (g) Bobot kering gabah (ton ha^{-1})	Penimbangan	
	Serapan P (g $tanaman^{-1}$)	(%P x BK tanaman)	28 HST dan 42 HST

3.6 Analisa Data

Data yang telah diperoleh diolah dengan *Microsoft Word 2010, Microsoft Excel 2010* dan *Genstat 10 discovery edition.* Analisa data dilakukan dengan cara mengolah data yang diperoleh dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan uji F taraf 5%. Jika diperoleh hasil yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji lanjutan menggunakan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan taraf 5 %.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Tanah Sawah

Analisis dasar tanah yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah sawah di Desa Putukrejo, Kalipare, Kabupaten Malang. Analisis dasar dilakukan pada awal sebelum dilakukan penanaman tanaman padi. Analisis tanah dasar meliputi pH tanah, C-organik, P-tersedia, N-total, C/N ratio dan kadar air. Hasil analisis tanah dasar disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Dasar Tanah Sawah

No.	Parameter Uji	Hasil	Kriteria*
1.	pH H_2O	6,1	Agak Masam
2.	C-organik (%)	2,0	Rendah
3.	Bahan Organik (%)	3,46	Rendah
4.	N-total (%)	0,13	Rendah
5.	C/N Ratio	15,38	Sedang
6.	P-Tersedia (ppm)	3,1	Rendah
7.	Kadar Air (%)	13,6	-

Keterangan: *: Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009)

Hasil analisis dasar pada Tabel 4. menunjukkan bahwa tanah sawah memiliki pH sebesar 6,1 yang tergolong agak masam. Nilai pH tersebut sudah sesuai sebagai media tumbuh tanaman padi. Hal ini didukung dengan pernyataan dari BPTP (2009) bahwa tanaman padi dapat tumbuh dengan baik pada pH berkisar antara 5,5-7,5. Parameter selanjutnya yang diamati adalah C-organik tanah. Nilai C-organik tanah sebesar 2,0 % yang tergolong rendah. Nilai C-organik tersebut sudah sesuai sebagai media tumbuh tanaman padi. Hal ini didukung dengan pernyataan dari BPTP (2009) bahwa tanaman padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki C-organik < 1,5 %.

Parameter selanjutnya yang diamati adalah P-tersedia. Nilai P-tersedia pada analisa awal tergolong rendah dengan nilai 3,1 ppm. Rendahnya P-tersedia dikarenakan pada pengambilan sampel tanah, tanah dalam kondisi kering atau tidak tergenang. Sesuai dengan pendapat BPT (2004) yang menyatakan bahwa ketersediaan P pada lahan sawah lebih besar pada kondisi tergenang dibandingkan dengan kondisi aerob. Pada kondisi tanah yang tergenang adanya proses reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} yang lebih larut dalam air sehingga mudah diserap oleh tanaman. Ketika kondisi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

tanah tidak tergenang maka Fe^{2+} teroksidasi kembali menjadi Fe^{3+} dan tidak mudah larut dalam air sehingga ketersedian P menurun akibat terjerap oleh Fe. Adapun kandungan N-total tergolong rendah sebesar 0,13%, kandungan C/N ratio tergolong sedang dengan nilai 15,38 dan kadar air yang didapatkan sebesar 13,6%. Oleh karena itu, tanah di lahan sawah di Desa Putukrejo, Kalipare, Kabupaten Malang belum sesuai sebagai media tumbuh tanaman padi, sehingga perlu pemberian bahan organik untuk meningkatkan unsur hara. Sesuai dengan pernyataan Djaenudin *et al*,. (2011) bahwa tanah yang baik untuk tanaman jika tanah memiliki N-Total minimal sedang (0,21-0,50%), P_2O_5 tinggi (26-35 ppm dengan pengekstrak Bray-1 atau 46-60 ppm dengan pengekstrak Olsen) dan K_2O rendah (0,12–0,25 me $100g^{-1}$).

4.2 Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Serapan Fosfor Tanaman

Serapan P tanaman merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kandungan hara fosfor yang diserap tanaman. Unsur hara P pada tanaman padi berperan dalam mendorong pertumbuhan dan perkembangan akar, memicu pembungaan dan pematangan buah terutama pada kondisi iklim rendah, mendorong lebih banyak pembentukan rumpun atau anakan, dan mendukung pembentukan bulir gabah yang lebih baik serta memiliki kandungan gizi yang lebih baik sehubungan dengan kadar P dalam biji (Suyono dan Citraresmini, 2010). Analisis dilakukan pada saat 4 MST dan 6 MST. Berikut nilai rerata serapan P tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska (15-15-15) terhadap Serapan P

Kode	Perlakuan	Serapan P (g $tanaman^{-1}$)	
		4 MST	6 MST
K	Kontrol	0,86 a	1,60 a
A	Asam humat 5 kg ha^{-1}	1,36 abc	2,34 b
P	NPK Phonska (15-15-15) 240 kg ha^{-1}	1,17 ab	2,00 ab
A1	Asam humat 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	1,61 bcd	2,73 b
A2	Asam humat 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	1,52 bcd	3,24 b
A3	Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	2,61 e	5,46 c
A4	Asam humat 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	2,40 de	4,04 b
A5	Asam humat 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	1,85 cd	3,42 b

Keterangan : Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%; MST: Minggu Setelah Tanam.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Hasil analisa ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap serapan P tanaman pada 4 MST dan 6 MST, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A3 (Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) berbeda nyata dengan perlakuan K (kontrol). Hasil serapan fosfor pada 6 MST mengalami peningkatan pada semua perlakuan, hal itu disebabkan karena adanya penambahan pupuk pada 4 MST sebelum dilakukan pengambilan sampel tanaman pada 6 MST. Penggunaan bahan organik berupa asam humat dan pupuk NPK Phonska mampu membantu meningkatkan serapan P tanaman.

Pemberian asam humat dapat melepaskan unsur P yang diikat oleh Al dan Fe serta mencegah pengikatan oleh Al dan Fe karena asam humat akan mengikat Al dan Fe. Hal itu sesuai dengan pendapat Lisdyanti *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa asam humat merupakan hasil akhir dari dekomposisi bahan organik yang memiliki gugus karboksil (-COOH) dan fenolik (-OH) yang memiliki peran dalam penyediaan unsur fosfor melalui reaksi khelasi dengan mengkhelat kation logam yang berlebihan seperti Al dan Fe yang biasanya mengikat fosfor. Menurut Balai Penelitian Tanah (2004) menyatakan bahwa ketersediaan P meningkat ketika lahan sawah tergenang, hal itu dikarenakan pada saat tergenang terjadi perubahan redoks dalam tanah dan terjadi perubahan status Fe dalam tanah yang awalnya Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} yang lebih mudah larut. Oleh karena itu, penambahan asam humat dan penggenangan dapat meningkatkan ketersediaan hara P sehingga mampu diserap oleh tanaman.

Pupuk majemuk atau NPK Phonska 15-15-15 berperan dalam membantu meningkatkan unsur hara dalam tanah. Unsur hara yang ditambahkan meliputi N (15%), P (15%) dan K (15%). Selain itu, dengan penambahan asam humat dan kondisi tanah yang tergenang membantu tanah untuk menyediakan hara fosfor yang tersedia bagi tanaman untuk diserap. Menurut Hermanto *et al.* (2013) menyatakan bahwa asam humat bersama pupuk NPK mampu meningkatkan ketersediaan dan pengambilan unsur hara bagi tanaman, karena asam humat mempunyai kemampuan dalam mengikat, menjerap dan mempertukarkan unsur hara dan air. Pemberian asam

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

humat 20 kg ha^{-1} bersama pupuk NPK dengan dosis 100% menghasilkan P-tersedia tertingi pada masa vegetatif akhir.

4.3 Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Residu Hara

4.3.1 Reaksi Tanah (pH)

Reaksi tanah (pH) adalah salah satu sifat kimia yang digunakan sebagai indikator kesuburan tanah dan mempengaruhi keseimbangan serta ketersediaan unsur hara di dalam tanah (Hanafiah, 2014). Berikut nilai rerata pH tanah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap pH Tanah pada 110 HST

Kode	Perlakuan	pH	Kriteria*
K	Kontrol	6,10 a	Agak masam
A	Asam humat 5 kg ha^{-1}	6,68 b	Netral
P	NPK Phonska (15-15-15) 240 kg ha^{-1}	6,44 b	Agak masam
A1	Asam humat 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	6,55 b	Agak masam
A2	Asam humat 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	6,47 b	Agak masam
A3	Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	6,69 b	Netral
A4	Asam humat 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	6,53 b	Agak masam
A5	Asam humat 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	6,51 b	Agak masam

Keterangan : Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%.

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa penggunaan asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 berpengaruh nyata terhadap pH tanah (Lampiran 5), sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan K. Hasil analisis dasar tanah menunjukkan nilai pH agak masam yaitu 6.1 (Tabel 4). Setelah panen, nilai pH menunjukkan kenaikan dari pH tanah dasar pada semua perlakuan kecuali perlakuan kontrol (K) yang memiliki nilai pH sama dengan pH tanah dasar. Perlakuan A3 (Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) merupakan perlakuan yang memiliki kenaikan nilai pH tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol adalah 6,69 yang tergolong netral.

Peningkatan pH dapat terjadi dikarenakan tanah dalam kondisi tergenang sehingga pH meningkat dibandingakan dengan pH awal dimana tanah dalam kondisi

tidak tergenang. Menurut BPT (2004) menyatakan bahwa penggenangan pada tanah masam mengakibatkan nilai pH tanah meningkat. Pada saat penggenangan pH tanah akan menurun selama beberapa hari pertama dan beberapa minggu kemudian pH akan meningkat kembali hingga mencapai nilai pH yang stabil sekitar 6,7-7.2.

Penambahan asam humat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan pH pada perlakuan A3. Hal ini sesuai dengan penelitian Ifansyah (2013) menunjukkan bahwa asam humat juga dapat meningkatkan pH, ketersediaan P dalam tanah dengan cara mengikat anion dan mengurangi Al dan Fe terlarut dengan cara mengikat kation-kation. Penigkatan pH dapat terjadi setelah pemberian asam humat dan NPK Phonska dikarenakan terjadinya proses dimana konsentrasi H^+ menurun. Hal tersebut terjadi karena ion H^+ yang ada digantikan dengan gugus asam humat. Proses masuknya ion H^+ pada lapisan octahedral $Al(OH)_3$ akan membentuk ikatan hydrogen, sehingga muatan alofan yang ada menjadi negatif. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Suntari *et al.,* (2013a) dengan menggunakan urea humat bahwa kenaikan nilai pH juga karena pelepasan OH- dari Fe $(OH)_3$ ke Fe $(OH)_2$ dari urea humat yang mengandung Fe.

4.3.2 C-Organik Tanah

C-organik tanah berhubungan erat dengan bahan organik tanah. Bila jumlah C-organik dalam tanah dapat diketahui, maka kandungan bahan organik tanah juga dapat dihitung. Kandungan C-organik dan bahan organik merupakan salah satu indikator tingkat kesuburan tanah (Susanto, 2005). Nilai C-organik tanah pada analisis dasar yaitu 2,0% dan termasuk dalam kategori rendah (Tabel 4). Selain itu, nilai C-organik asam humat HUMIKA yaitu 11,40% (Lampiran 1) yang termasuk dalam kategori sangat tinggi menyebabkan nilai C-organik tanah meningkat pada perlakuan P, A, A1, A2, A3, A4 dan A5. Sedangkan untuk perlakuan kontrol (K) kandungan C-organik masih dalam kategori rendah.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 berpengaruh nyata terhadap residu C-organik tanah (Lampiran 5), sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan A3 (asam humat 3

kg ha^{-1} dan NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) berbeda nyata dengan perlakuan K (kontrol). Berikut nilai rerata C-organik tanah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap C-organik Tanah pada 110 HST

Kode	Perlakuan	C-Organik (%)	Kriteria
K	Kontrol	1,91 a	Rendah
A	Asam humat 5 kg ha^{-1}	2,86 b	Sedang
P	NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	2,66 b	Sedang
A1	Asam humat 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	2,94 b	Sedang
A2	Asam humat 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	2,94 b	Sedang
A3	Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	3,10 b	Tinggi
A4	Asam humat 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	2,97 b	Sedang
A5	Asam humat 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	2,95 b	Sedang

Keterangan : Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%.

Nilai C-organik tertinggi diperoleh dari perlakuan A3 (Tabel 7) yaitu 3,10, dimana perlakuan A3 adalah penggunaan asam humat 3 kg ha^{-1} dan NPK Phonska 240 kg ha^{-1}. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian asam humat dan NPK Phonska dapat meningkatkan nilai C-organik didalam tanah. Menurut Brady (1990) menyatakan bahwa nilai C-organik yang meningkat disebabkan karena asam humat merupakan fraksi terhumifikasi dari humus yang memiliki kadar karbon 41-57% (Tan, 1993) sehingga asam humat mengandung C yang tinggi.

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Suwardi dan Wijaya (2013) menunjukkan bahwa pengaplikasian asam humat dapat meningkatkan C-organik dengan penambahan dosis asam humat. Menurut Bama *et al.* (2003) menyatakan bahwa C-organik yang tingggi dapat disebabkan karena kandungan C-organik yang tinggi pada bahan humat itu sendiri. Selain itu, penggunaan bahan humat memacu dalam aktivitas biologi dan meningkatkan biomassa mikrobiologi yang lebih besar secara bersamaan membuka jalan untuk meningkatkan kandungan C-organik. Perlakuan A5 merupakan perlakuan yang memiliki dosis asam humat tertinggi sebesar 5 kg tidak berbeda nyata dengan perlakuan A3 yang memilki nilai C-organik tertinggi, hal itu dapat dikarenakan karbon terdekomposisi menjadi CO_2, terbawa saat

panen dan digunakan sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tanah (Palembang *et al*., 2013).

4.3.3 Residu Fosfor

Fosfor (P) merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah besar bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa penggunaan asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 berpengaruh nyata terhadap residu P (Lampiran 5), sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan K. Berikut nilai rerata residu P dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Residu P pada 110 HST

Kode	Perlakuan	Residu P (ppm)	Kriteria
K	Kontrol	8,10 a	Rendah
A	Asam humat 5 kg ha^{-1}	37,74 bc	Sangat tinggi
P	NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	30,45 b	Sangat tinggi
A1	Asam humat 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	42,20 cd	Sangat tinggi
A2	Asam humat 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	43,44 cd	Sangat tinggi
A3	Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	49,25 d	Sangat tinggi
A4	Asam humat 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	46,61 cd	Sangat tinggi
A5	Asam humat 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	43,88 cd	Sangat tinggi

Keterangan : Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009); Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%.

Hasil analisa ragam nenunjukkan bahwa perlakuan asam humat dengan pupuk NPK Phonska dapat meningkatkan residu P (Lampiran 5). Berdasarkan analisis dasar menunjukkan bahwa nilai P-tersedia adalah 3,1 ppm (Tabel 4). Perlakuan asam humat 3 kg ha^{-1} dan pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1} (A3) berpengaruh terhadap residu P tanah dengan nilai tertinggi yaitu 49,25 ppm. Penambahan asam humat merupakan salah satu faktor yang mendukung peningkatan residu P tanah. Asam humat berperan sebagai fraksi penyusun tubuh dan sumber energi bagi mikroorganisme dalam tanah (Tan, 1993). Menurut Hardjowigeno (2007) menyatakan bahwa hilangnya fosfor-anorganik berubah menjadi fosfor-organik disebabkan adanya mikroorganisme yang dapat mengubahnya menjadi fosfor-organik.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pemberian asam humat dapat meningkatkan residu P karena asam humat memiliki gugus karboksil dan gugus fenolik yang dapat berinteraksi dengan ion logam yeng mengikat fosfor sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Gugus karboksil dan gugus fenolik bermuatan negatif sehingga dapat melepaskan ikatan P dari ion logam seperti Al dan Fe yang bermuatan positif. Hal itu sesuai dengan pernyataan Alimin dan Narsito (2000) bahwa gugus dari asam humat yakni gugus karboksil (COOH) dan gugus fenolik (OH) mampu berinetraksi dengan ion logam yang mengikat unsur hara. Pemberian pupuk NPK Phonska dimaksudkan untuk membantu menambah unsur hara fosfor bagi tanah. Kandungan fosfor dalam pupuk NPK Phonska yakni 15% dalam bentuk P_2O_5. Peningkatan residu P dapat dikarenakan akumulasi pemupukan sebelumnya sehingga bisa digunakan untuk pertanaman selanjutnya. Sesuai dengan pernyataan Sofyan *et al.,* (2000) bahwa status hara P tanah yang tinggi diakibatkan oleh akumulasi pemupukan P pada periode sebelumnya yang dapat digunakan untuk pertanaman pada periode berikutnya.

Peningkatan residu ketersediaan hara fosfor dapat disebabkan oleh penggenangan di lahan sawah. Salah satu faktor lainnya yakni penggenangan pada lahan sawah, dimana lahan sawah yang tergenang dapat meningkatkan ketersediaan P. Menurut BPT (2004) menyatakan bahwa ketersediaan P yang lebih besar pada kondisi tergenang dibandingkan dengan kondisi aerob yang disebabkan karena perubahan redoks dalam tanah dan merubah status Fe dalam tanah. Fosfor hanya dilepaskan apabila Fe^{3+} tereduksi menjadi Fe^{2+} yang lebih mudah larut. Penambahan asam humat pada lahan yang tergenang dapat meningkatkan kelarutan senyawa Ca-P, Fe-P dan Al-P, sesuai dengan pendapat BPT (2004) menyatakan bahwa asam organik yang dilepaskan selama dekomposisi anaerob dari bahan organik pada kondisi tanah tergenang dapat meningkatkan kelarutan dari senyawa Ca-P maupun Fe-P dan Al-P melalui proses khelasi ketiga kation tersebut (Ca, Fe, Al) dan meningkatkan ketersediaan hara P.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.4 Pengaruh Pemberian Asam Humat dan Pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap Hasil Tanama Padi

4.4.1 Panjang Malai Tanaman Padi

Panjang malai merupakan salah satu indikator hasil tanaman padi. Melalui parameter tersebut dapat diketahui pengaruh pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 terhadap hasil tanaman padi. Parameter tersebut diamati pada saat panen yakni 110 HST. Adapun hasil pengamatan panjang malai tanaman padi tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Panjang Malai Tanaman Padi

Kode	Perlakuan	Panjang Malai (cm)
K	Kontrol	21,47 a
A	Asam humat 5 kg ha^{-1}	22,50 ab
P	NPK Phonska (15-15-15) 240 kg ha^{-1}	21,67 a
A1	Asam humat 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	22,57 ab
A2	Asam humat 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	22,83 ab
A3	Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	24,50 c
A4	Asam humat 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	23,53 bc
A5	Asam humat 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	23.23 bc

Keterangan : Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%.

Panjang malai merupakan salah satu indikator produksi yang digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang malai tanaman padi, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan K. Penambahan asam humat dengan pupuk NPK Phonska dianggap lebih baik dalam meningkatkan panjang tanaman dibandingkan dengan kontrol (K).

Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska mampu meningkatkan unsur hara sehingga tanaman mampu menyerap unsur hara dan mampu meningkatkan pertumbuhan malai tanaman padi. Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Dani (2018) mengemukakan bahwa pemberian kombinasi asam humat, jarak tanam dan jumlah bibit pada tanaman padi berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman padi seperti panjang malai. Kandungan N dalam pupuk NPK Phonska membantu panjang malai lebih panjang dan jumlah butiran gabah lebih banyak

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Nurman, 2002). Asam humat membantu meningkatkan ketersedian hara, sehingga dapat diserap oleh tanaman dan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi (Hermanto *et al*., 2013).

4.4.2 Hasil Tanaman Padi

Hasil tanaman padi meliputi presentase gabah isi dan gabah hampa, bobot 1000 butir, serta gabah panen. Pengamatan hasil tanaman padi dilakukan pada waktu panen yaitu 110 HST. Adapun hasil tanaman padi tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Rerata Hasil Gabah

Kode	Perlakuan	Hasil Gabah			
		Presentase Gabah Isi/Petak (%)	Presentase Gabah Hampa/Petak (%)	Bobot 1000 Butir (g)	Gabah panen (ton ha^{-1})
K	Kontrol	63,88 a	36,12 f	30,33 a	2,34 a
A	Asam humat 5 kg ha^{-1}	72,87 b	27,13 e	38,33 c	4,53 c
P	NPK Phonska (15-15-15) 240 kg ha^{-1}	74,09 bc	25,91 d	35,33 b	3,65 b
A1	Asam humat 1 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	77,40 cd	22,60 cd	38,33 cd	5,30 d
A2	Asam humat 2 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	80,82 de	19,18 bc	39,67 cd	5,33 d
A3	Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	87,12 f	12,88 a	41,33 d	6,16 f
A4	Asam humat 4 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	82,23 e	17,77 b	39,67 cd	5,53 e
A5	Asam humat 5 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}	81,10 de	18,90 bc	39,67 cd	5,49 e

Keterangan : Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%.

Gabah isi merupakan salah satu indikator produksi tanaman padi yang berhubungan dengan gabah hampa tanaman padi. Berdasarkan hasil analisa ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap presentase gabah isi dan gabah hampa tanaman padi, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan K. Perlakuan yang memberikan presentase gabah isi tertinggi adalah A3 (Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) adalah 87,12%. Sedangkan perlakuan yang memberikan presentase gabah isi terendah adalah K (kontrol) sebanyak 63,88%.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Berbanding terbalik dengan presentase gabah isi, perlakuan yang memberikan presentase gabah hampa tertinggi adalah K (kontrol) sebanyak 36,12%, sedangkan perlakuan yang memberikan presentase gabah hampa terendah adalah A3 (Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) sebanyak 12,88%. Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska berperan dalam meningkatkan unsur hara didalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman dan membantu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Lestri (2006) bahwa pemberian asam humat langsung pada tanah berpengaruh baik terhadap panjang akar tanaman. Akar yang semakin panjang akan memberikan efek yang baik bagi tanaman, karena daya serap dan jelajah akar semakin optimal untuk mencari unsur hara di dalam tanah sehingga semakin banyak anakan yang menghasilkan malai. Semakin banyak menghasilkan malai maka semakin banyak menghasilkan gabah isi. Oleh karena itu, dengan penambahan asam humat dengan pupuk NPK Phonska mampu memberikan hasil terbaik pada presentase gabah isi dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Hasil analisa ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 biji, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan K. Perlakuan yang memberikan hasil bobot 1000 biji tertinggi adalah A3 (Asam humat 3 kg ha^{-1} + NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) 41,33 g. Sedangkan perlakuan yang memberikan hasil bobot 1000 biji terendah adalah K (kontrol) 30,33 g. Menurut Kuncoro (2008) menyatakan bahwa pemberian pupuk anorganik NPK Phonska yang mengandung hara N, P dan K yang mana akan mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada fase generatif, unsur-unsur tersebut digunakan untuk membentuk biji, sehingga tersedianya unsur tersebut menentukan kualitas biji yang dibentuk. Bobot 1000 butir gabah menyatakan banyaknya biomassa yang terkandung dalam gabah. Semakin bernas (berisi) gabah menunjukkan bahwa biomassa yang terkandung di dalamnya semakin banyak. Kebernasan gabah sangat ditentukan oleh adanya ketersediaan hara dan proses fisiologi tanaman. Semakin banyak gabah yang terbentuk maka semakin tinggi beban tanaman untuk membentuk gabah yang berisi

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(bernas). Karakteristik tanaman untuk menghasilkan gabah bernas selain dipengaruhi oleh faktor genetik juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara dalam tanah.

Hasil analisa ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan berpengaruh nyata terhadap gabah panen, sedangkan hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan A3 berbeda nyata dengan perlakuan K. Perlakuan yang memberikan gabah panen tertinggi adalah A3 sebanyak 6,16 ton ha^{-1}. Sedangkan perlakuan yang memberikan gabah panen terendah adalah K sebanyak 2,34 ton ha^{-1}. Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska membantu meningkatkan ketersediaan hara N, P dan K sehingga dapat diserap oleh tanaman. Dani (2018) mengemukakan bahwa pemberian kombinasi asam humat, jarak tanam dan jumlah bibit pada tanaman padi berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman padi seperti panjang malai, jumlah gabah isi, jumlah gabah hampa, dan hasil gabah. Hal ini terkait dengan kemampuan asam humat dalam menurunkan kadar kelarutan Fe^{2+}. Semakin berkurangnya kadar Fe^{2+} tanah, maka kemampuan tanaman untuk menyerap hara P semakin meningkat. Ruhaimah *et al.* (2009) menyatakan bahwa hara P merupakan hara makro yang membantu pembentukan gabah dan juga peningkatan produksi.

4.5 Pembahasan Umum

Produktivitas padi sawah di Jawa Timur pada tahun 2017 sebesar 5,8 ton ha^{-1}, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 5,7 ton ha^{-1} (BPS, 2018). Produksi padi sawah di Jawa Timur pada tahun 2017 sebesar 12 juta ton, sedangkan pada tahun 2018 sebesar 10 juta ton (BPS, 2019). Penurunan produksi sebesar 2 juta ton disebabkan oleh beberapa faktor antara lain alih guna lahan, iklim dan kondisi kesuburan tanah. Permasalahan kesuburan tanah yang terjadi dalam budidaya padi sawah adalah ketersediaan unsur hara di dalam tanah yang rendah. Hasil analisa dasar karakteristik tanah sawah yang digunakan dalam penelitian ini menunjukan tanah memiliki pH yang agak masam, C-organik rendah, serta kandungan unsur hara N dan P yang tergolong rendah. Upaya yang dilakukan petani untuk menambah produksi dan meningkatkan produktivitas padi salah satunya dengan penggunaan pupuk anorganik (Alavan *et al.*, 2015).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pemupukan anorganik yang dilakukan tanpa adanya pemberian bahan organik dan tidak berimbang akan semakin menurukan produksi padi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan kesuburan tanah dengan pemberian bahan organik dan pemupukan yang berimbang. Bahan organik yang digunakan merupakan asam humat yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan dan pengambilan unsur hara bagi tanaman, karena asam humat mempunyai kemampuan dalam mengikat, menjerap dan mempertukarkan unsur hara dan air (Hermanto *et al.*, 2013). Pemberian pupuk NPK Phonska 15-15-15 bertujuan untuk menambah unsur hara N, P dan K secara efisien.

Asam humat merupakan senyawa organik siklik yang mempunyai bobot molekul tinggi sehingga mempunyai kemampuan sebagai penyangga (*buffer*), dapat memegang dan melepas unsur gara serta sebagai pelepas fiksasi P. Asam humat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan asam humat komersial dengan merek dagang HUMIKA yang telah di analisis kandungan didalamnya (Lampiran 1). Asam humat HUMIKA mengandung kadar asam humat sebesar 50-60% (Lampiran 1). Asam humat HUMIKA memiliki pH yang tergolong basa (10,60), C-organik dan bahan organik tinggi, kandungan hara N dan P sebesar 2,4% dan 3,2% serta C/N ratiso sebesar 4,75 (Lampiran 1). Pupuk anorganik yang digunakan dalam penilitian ini merupakan pupuk NPK Phonska 15-15-15. Pupuk NPK Phonska 15-15-15 mengandung hara N 15%, P (P_2O_5) 15% dan K (K_2O) 15%.

Hasil pengamatan serapan P tanaman pada 4 dan 6 MST berpengaruh nyata dengan adanya pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska. Perlakuan A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} dan pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) memiliki nilai serapan P tertinggi yaitu 2,61 g $tanaman^{-1}$ dan 5,46 g $tanaman^{-1}$. Pupuk majemuk atau NPK Phonska berperan dalam membantu meningkatkan unsur hara dalam tanah. Unsur hara yang ditambahkan meliputi N (15%), P (15%) dan K (15%). Selain itu, dengan penambahan asam humat membantu tanah untuk menyediakan hara fosfor yang tersedia bagi tanaman untuk diserap. Hal itu sesuai dengan pendapat Lisdyanti *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa asam humat merupakan hasil akhir dari dekomposisi bahan organik yang memiliki gugus karboksil (-COOH) dan fenolik (-OH) yang

memiliki peran dalam penyediaan unsur fosfor melalui reaksi khelasi dengan mengkhelat kation logam yang berlebihan seperti Al dan Fe yang biasanya mengikat fosfor. Pemberian bahan organik berupa asam humat dapat membantu menyediakan fosfor bagi tanaman dan kondisi lahan sawah yang tergenang juga membantu meningkatkan kinerja asam humat dalam melepas ikatan Al dan Fe. Sesuai dengan pendapat BPT (2004) yang menyatakan bahwa asam organik yang dilepaskan selama dekomposisi anaerob dari bahan organik pada kondisi tanah tergenang dapat meningkatkan kelarutan dari senyawa Ca-P maupun Fe-P dan Al-P melalui khelasi ketiga kation tersebut.

Hasil pengamatan panjang malai, presentase gabah isi, presentase gabah hampa, bobot 1000 butir, dan gabah panen berpengaruh nyata dengan pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska. Pada parameter hasil tanaman, dapat diketahui bahwa perlakuan terbaik yang dapat meningkatkan hasil tanaman adalah A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} dan pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) karena memiliki hasil tertinggi dibandingkan dengan kontrol. Penambahan asam humat dan pupuk NPK Phonska berperan dalam meningkatkan unsur hara di dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman dan membantu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Sesuai dengan penelitian Lestri (2006) menyatakan bahwa pemberian asam humat langsung pada tanah berpengaruh baik terhadap panjang akar tanaman. Akar yang semakin panjang memberikan efek yang baik bagi tanaman, karena daya serap dan jelajah akar semakin optimal untuk mencari unsur hara dalam tanah sehingga semakin banyak anakan yang menghasilkan malai.

Hasil pengamatan pH, C-organik dan residu P berpengaruh nyata dengan pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska. Pada parameter residu hara, dapat diketahui bahwa perlakuan terbaik yang dapat meningkatkan pH, C-organik dan residu P adalah A3 yang merupakan asam humat 3 kg ha^{-1} dan pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1} karena memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai pH yang meningkat dikarenakan pemberian asam humat dan penggenangan di lahan sawah. Hasil analisa dasar pH tanah 6,10 termasuk dalam kategori agak asam, sedangkan pada analisa akhir pH meningkat menjadi 6,69 termasuk dalam kategori

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

netral. Sesuai dengan pendapat BPT (2004) menyatakan bahwa penggenangan pada tanah masam mengakibatkan nilai pH tanah akan meningkat. Kandungan residu P meningkat dikarenakan pemberian asam humat dan lahan sawah yang tergenang. sesuai dengan pernyataan BPT (2004) yang menyatakan bahwa ketersediaan P yang lebih besar pada kondisi tergenang dibandingkan dengan kondisi aerob yang disebabkan karena perubahan redoks dalam tanah dan perubahan status Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} yang lebih mudah larut. Asam humat termasuk dalam pupuk yang *slow release* sehingga nilai residu P masih tinggi setelah diserap oleh tanaman.

Penambahan bahan organik berupa asam humat merupakan salah satu faktor yang mendukung peningkatan P tanah. Kompleksasi logam berat seperti Al dan Fe pada tanah masam atau Ca pada tanah alkali menentukan ketersediaan hara di tanah, terutama unsur fosfor. Reaksi antara bahan organik dengan Al, Fe dan Ca meningkatan ketersediaan P di dalam tanah melalui dibloknya sisi reaktif Al, Fe dan Ca oleh bahan organik (Saidy, 2018). Pada tanah masam, P dijumpai dalam bentuk $H_2PO_4^-$, namun sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman karena diikat oleh Al dan Fe. Pemberian asam humat dimaksudkan untuk mengurangi Al dan Fe terlaut dengan cara mengikat kation-kation. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ifansyah (2013) bahwa asam humat juga dapat meningkatkan pH, ketersediaan P dalam tanah dengan cara mengikat anion dan mengurangi Al dan Fe terlarut dengan cara mengikat kation-kation.

Perlakuan tertinggi dari semua hasil pengamatan merupakan perlakuan A3 (Asam humat 3 kg ha^{-1} + pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) hal itu bisa dikarenakan dosis 3 kg ha^{-1} merupakan dosis yang direkomendasikan untuk peningkatan produksi padi. Peningkatan dosis pada pemberian asam humat tidak berpengaruh pada semua pengamatan bisa dikarenakan adanya keracunan Fe pada tanaman di petak A4 maupun A5. Hal itu dikarenakan kandungan Fe pada asam humat HUMIKA sebesar 33247,20 ppm dapat meningkatkan kadar Fe didalam tanah. Semakin meningkatnya dosis asam humat, maka semakin tinggi kadar Fe didalam tanah. Meningkatnya kadar Fe didalam tanah sawah dapat menyebabkan keracunan Fe, hal itu dikarenakan pada tanah yang tergenang Fe akan terekdusi menjadi bentuk terlarut Fe^{2+} (fero) yang

melibatkan mikroba pelarut (Beckers dan Ash, 2005). Konsentrasi besi fero dalam larutan di lahan sawah yang dapat mengakibatkan keracunan besi mempunyai kisaran antara 250-500 ppm pada pH tanah 4,5-6 (Mehraben *et al*., 2008). Peningkatan Fe juga menurunkan konsentrasi Ca, Mg dan P pada tanaman padi (Majerus *et al*., 2007).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Pada parameter serapan P tanaman, masing-masing perlakuan menunjukkan pengaruh nyata terhadap serapan P tanaman. Perlakuan yang memberikan hasil serapan tertinggi pada 4 MST dan 6 MST terdapat pada perlakuan A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} dan pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) dengan nilai 2,61 g $tanaman^{-1}$ dan 5,46 g $tanaman^{-1}$.
2. Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 memberikan pengaruh nyata terhadap pH, C-organik dan residu P tanah. Perlakuan A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} dan pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) memberikan hasil tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu dengan nilai pH 6,69, C-organik 3,10% dan residu P 49,25 ppm.
3. Pemberian asam humat dan pupuk NPK Phonska 15-15-15 memberikan pengaruh nyata terhadap parameter hasil tanaman padi yang meliputi panjang malai, presentase gabah isi, presentase gabah hampa, bobot 1000 butir, dan gabah panen. Perlakuan A3 (asam humat 3 kg ha^{-1} dan pupuk NPK Phonska 240 kg ha^{-1}) memberikan hasil tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu dengan nilai sebesar 24,50 cm, 87,12%, 36,12%, 41,33 g dan 6,16 ton ha^{-1}.

5.2 **Saran**

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk dilakukan pengamatan tentang pengaruh pemberian asam humat terhadap sifat fisika tanah, sifat biologi tanah, ketersedian hara kalium dan serapan hara kalium pada tanaman padi di lahan sawah.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Aiken, G.R., McKnight, Wershaw, and P. MacCarthy. 1985. Humic Substance in Soil, Sediment, and Water: Geochemistri, Isolation, and Characterization. New York. p.180.

Aji, W. 2016. Beberapa Proses Saat Tanaman Padi Memasuki Masa Generatif https://kabartani.com/beberapa-proses-yang-terjadi-saat-tanaman-padi-memasuki-masa-generative.html. Diakses pada tanggal 02 September 2019.

Alavan, A, R. Hayati, dan E. Hayati. 2015. Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Padi Gogo. J. Floratek. 10 (1) : 61-68.

Alimin dan Narsito. 2000. Fraksinasi Asam Humat dan Pengaruhnya pada Kelarutan Ion Logam Seng (II), Kadmium (II), Magnesium (II) dan Kalsium (II). J. Ilmu Dasar 6 (1) :20-29.

Arsiati, A. 2002. Sifat-Sifat Asam Humat dari Berbagai Jenis Bahan dan Pengestrak. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Badan Pusat Statistik. 2018. Provinsi Jawa Timur dalam Angka 2017. BPS Provinsi Jawa Timur.

Badan Pusat Statistik. 2019. Provinsi Jawa Timur dalam Angka 2018. BPS Provinsi Jawa Timur.

Bama, S. K, G. Selvakumari, R. Shanti dan P. Singaram. 2003. Effect if Humic Acid on Nutrient Release Pattern in an Alfisols (Typic Haplustalf). Thesis. University Tamil Nadu. Tamil Nadu.

Balai Penelitian Tanah, 2004. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Bogor. Balai Penelitian Tanah. p. 65.

Balai Penelitian Tanah, 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Bogor. p. 234.

Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi. 2000. Uji Laboratorium Pengaruh Penggunaan Pupuk Phonska terhadap Kualitas Gabah dan Beras. Laporan hasil penelitian. pp. 20.

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2009. Budidaya Tanaman Padi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh. p. 1-19.

Becker, M., and F. Asch. 2005. Iron toxicity In Rice Condition and Management Concept. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168 (4) : 558-573.

Bio Flora, 1997. Bio Flora International Breakthrough in Adding Humic Acid to Soil Biomass. Bio Flora International. p.155.

Brady, N.C. 1990. The Nature and Properties of Soils. 10th Edition. Macmillan Publishing Company, New York. p. 621.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Buckman, H.O., dan N.C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Bhratara Karya Aksara. Jakarta. p. 788.

Chang, T.T., and E.A. Bardenas, 1965. The Morphology and Varietals Characteristics cf The Rice Plant, Tech. Bull. IRRI. 4 (1) : 40.

Dani, U. 2018. Pengaruh Kombinasi Asam Humat, Jarak Tanam dan Jumlah Bibit Per Lubang Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L. 'Pandan Puteri'). J. Ilmu Pertanian dan Peternakan. 6 (1) : 8-19.

Darmanik, M.M.B., B.E. Haibuan, Fauzi, Sarifuddin, dan H. Hanum. 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Universitas Sumatera Utara Press. Medan. p. 12-26.

Diamond. 1985. Availability and Management of Phosphorus in Wetland Soils in Relation to Soil Characteristic. In Wetland Soil: Characterization, Classification and Utilizatio. IRRI, Los Banos, Philippines. p. 269-283.

Djaenudin, D., Marwan., H. Subagjo., dan A. Hidayat. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Bogor. p. 36.

Gaffney, J.S., Marley., and Clark. 1996. Humic and Fulvic Acids: Isolation, Structure and Environmental Role. American Chemical Society, Washington DC.

Hanafiah, K. A. 2014. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Rajawali Press. Jakarta. p. 65.

Handayanto, E., N. Muddarisna, dan A. Fiqri. 2017. Pengelolaan Kesuburan Tanah. UB Press. p. 53-61.

Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. p. 55.

Havlin, J. L., Beaton, Tisdale, Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. Prentice Hall. New Jersey (US). p. 499.

Hermanto, D., N.K.T Dharmayanti, R. Kurnianingsih, dan S.R. Kamali. 2013. Pengaruh Asam Humat sebagai Pelengkap Pupuk terhadap Ketersediaan dan Pengambilan Nutrien pada Tanaman Jagung di Lahan Kering Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara. J. Ilmu Pertanian. 16 (2) : 38-41.

Humika, 2019. Produk dan Spesifikasi HUMIKA (The Real Indonesian Humic Acid). http://www.humika.co.id/id/products.php. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2019.

Ifansyah, H. 2013. Soil pH and Solubility of Aluminium, Iron, and Phosphorus in Ultisols: the Roles of Humic Acid. J Trop Soils. 18 (3) : 203-208.

Kuncoro, H. 2008. Efisiensi Serapan P dan K serta Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Berbagai Imbangan Pupuk kandang Puyuh dan Pupuk Anorganik Di Lahan Sawah Palur Sukoharjo. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kurniadie, D. 2002. Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk Majemuk NPK Phonska dan Pupuk N terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L) Varietas IR 64. J. Bionatur. 4 (3) : 137-147.

Kyuma, K. 2004. Paddy Soil Science. Kyoto University Press, Japan and Trans Pacific Press. Australia. p. 178.

Lestari, Y., Suhardjadinata, dan Y. Yulianto. 2016. Pengaruh Pupuk Urea yang Dicampur Asam Humat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). Skripsi. Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.

Lestri, A. 2006. Studi Pemanfaatan Asam Humat Hasil Ekstraksi dari Andosol dan Gambut dalam Pertumbuhan Semaian Padi. Skripsi. Institur Pertanian Bogor, Bogor.

Lisdyanti, M., Sarifuddin dan Guchi. 2018. Pengaruh Pemberian Bahan Humat dan Pupuk SP-36 untuk Meningkatkan Ketersediaan Fosfor pada Tanah Ultisols. J. Pertanian Tropik. 5 (2) : 192-198.

Majerus, V., P. Bertin, dan S. Lutss. 2007. Effects of Iron Toxicity on Osmotic Potential, Osmolytes and Polyamines Concentrations in the African Rice. J. Plant Science. 173 : 96-195.

Makarim A. K, dan Suhartatik. 2009. Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi. LIPI Press. Jakarta. p. 295-330.

Mehraben, P., A. Abdol Zadeh dan H. R. Sadeghipour. 2008. Iron Toxicity in Rice Under Different Potassium Nutritiom. J. Plant Science. 173 : 1-9.

Musa, L., Mukhlis., A. Rauf. 2004. Dasar Ilmu Tanah (Fundamentals of Soil Science). Skripsi. Universitas Sumatra Utara, Medan.

Naibaho, R. 2003. Pengaruh Pupuk Phonska dan Pengapuran Terhadap Kandungan Unsur Hara NPK dan pH Beberapa Tanah Hutan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Nurman, 2002. Tanggapan Padi Varietas Way Apoburu terhadap Pemupukan Urea dalam Dua Sistem Olah Tanah di Sabah Balau, Tanjung Bintang. Lampung Selatan. J. Agrivigor. 2 (1) : 12.

Palembang, J.N., Jamilah, dan Sariffudin. 2013. Kajian Sifat Kimia Tanah Sawah dengan Pola Pertanaman Padi Semangka di Desa Air Htam Kecamatan Lima Puluh Kabupaten Batubara. J. Agroekoteknologi. 1 (4) : 1154-1162.

Permentan Nomor 40/Permentan/OT.140/04/2007. 2007. Rekomendai Pemupukan N, P, dan K pada Padi Sawah Spesifik Lokasi.

Petrosida Gresik, 2019. Pupuk NPK Phonska Plus. http://petrosida-gresik.com/id/bisnis/pupuk/pupuk-npk-phonska-plus. Diakses pada tanggal 19 Januari 2019.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Pirngadi, K., dan S. Abdulrachman. 2005. Pengaruh Pupuk Majemuk NPK (15-15-15) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah. Balai Penelitian Tanaman Padi Subang. Jawa Barat. J. Agrivigor. 4 (3) : 188-197.

Prasetyo, B.H., J. S. Adiningsih, K. Subagyono dan R.D.M. Simanungkalit. 2004. Mineralogi, Kimia, Fisika dan Biologi Tanah Sawah. Puslitbangtanak. Bogor. p. 120.

Rahmawati, A. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat dari Tanah Gambut. J. Phenomenon. 1 (2) : 117-136.

Richardson A.E., T.S. George, M. Hens, and R.J Simpson. 2005. Utilization of Soil Organic Phosphorus by Higher Plants. In: BL Turner, E Frossard and DS Baldwin (Eds). Organic Phosphorus in the Environment. CABI Publishing. Wallingford. UK.

Rosmarkam, A dan N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius. Yogyakarta. p.54.

Ruhaimah, Asmar, dan M. Harianti. 2009. Efek Sisa Asam Humat dari Kompos Jerami Padi dan Pengelolaan Air dalam Mengurangi Keracunan Besi ($Fe^{2+)}$ Tanah Sawah Bukaan Baru terhadap Produksi Padi. J. Solum. 4 (1) : 1-13.

Rustiati, T. 2013. Uji Efektivitas Pupuk Majemuk NPK yang Ditambah Asam Humat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi. J. Agrotrop. 3 (2) : 93-103.

Saidy, A.R. 2018. Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. P.56.

Sanchez, P.A. 1993. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Jilid 2 (Terjemahan Johara T). Institut Teknologi Bandung, Bandung. p. 134.

Sofyan, A., M. Sediyarso, Nurjaya, dan J. Suryono. 2000. Status Hara P dan K Lahan Sawah Sebagai Dasar Penggunaan Pupuk yang Efisien pada Tanaman Pangan. Bag. Proyek Sumber daya Lahan dan Agroklimat. Puslittanak, Bogor.

Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction, 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York. p. 97.

Suardi. 2002. Perakaran Padi dalam Hubungannya dengan Toleransi Tanaman Terhadap Kekeringan dan Hasil. J. Litbang Pertanian. 21 (3) :100-108.

Suntari, R., R. Retnowati, Soemarno, and M. Munir. 2013a. Study on the Realease of N-Available (NH^{4+} and NO^{3-}) of Urea-Humate. J. Agriculture and Forestry. 3 (6): 209-219.

Susanto, R. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Kanisius. Jakarta. p. 67.

Suwardi dan H. Wijaya. 2013. Peningkatan Produksi Tanaman Pangan dengan Bahan Aktif Asam Humat dengan Zeolit sebagai Pembawa. J. Ilmu Pengetahuan Indonesia. 18 (2) : 79-84.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Suwardi, E. M. Dewi, dan B.A. Hermawan, 2009. Aplikasi Zeolit Sebagai Karier Asam Humat Untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. J. Zeolit Indonesia. 8 (1) : 29-34.

Suyono, A.D., dan A. Citraresmini. 2010. Komposisi Kandungan Fosfor pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Berasal dari Pupuk P dan Bahan Organik. J. Ilmu Hayati dan Fisik. 12 (3) : 126-135.

Swanda, J., H. Hanum, dan P. Marpaung. 2015. Perubahan Sifat Kimia Inceptisol Melalui Aplikasi Bahan Humat Ekstrak Gambut dengan Inkubasi Dua Minggu. J. Online Agroekoteknologi. 3 (1) : 79-86.

Syekhfani. 2014. Asam Humat (*Humic Acid*): Senyawa Organik Potensial. Pada http://syekhfanismd.lecture.ub.ac.id/2013/10/soil-npk-excessive-2.Diakses pada tanggal 25 November 2018.

Tan, K.H. 1993. Humic Matter in Soil and the Environment. CRC Press. New York. p. 343.

Tisdale, S.L. ,W.L. Nelso, and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. New York. p. 143.

Vaughan D.A., Morishimay, and Kadowaki. 2003. Diversity in the Oryza Genus. J. Plant Biology. 6 : 139–146.

Virdhana, D.L. 2015. Efek Aplikasi Asam Humat Artifisial terhadap Efisiensi Penggunaan Pupuk SP-36 untuk Menunjang Ketersediaan Fosfor pada Inceptisol. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.

Willet, I.R. 1991. The Reduction Dissolution of Phosphate Ferrihydrite and Sterengite. J. Soil Res. 23 : 237-244.

Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah. Gava Media. Yogyakarta. p. 64.

Yoshida, S. 1981. Fundanmentals of Rice Crop. IRRI Los Banos Philippines.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA