

Laporan Akhir

**USULAN
RISET UNGGULAN PUSAT STUDI**



JUDUL PENELITIAN

**PENGEMBANGAN AMELIORAN BERBASIS HUMAT DAN
SILIKA UNTUK PERBAIKAN TANAH BERPASIR SERTA
PERTUMBUHAN DAN HASIL PADI**

TIM PENGUSUL

Ir. Siswanto, MT.NIDN 0001126315Ketua Tim Pengusul

Dr. Ir. Wanti Mindari, MP.NIDN 0008125309Anggota Tim Pengusul

Ir. Setyo Budi Santoso, MP. NIDN 0701015801Anggota Tim Pengusul

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN “VETERAN” JAWA TIMUR
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN PROGRAM
PENELITIAN UNGGULAN PUSAT STUDI**

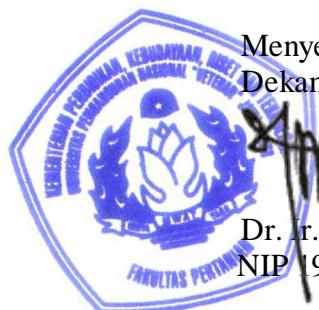
Judul Penelitian	:	Pengembangan Amelioran Berbasis Humat dan Silika Untuk Perbaikan Tanah Berpasir Serta Pertumbuhan dan Hasil Padi
Fakultas Penelitian	:	Penelitian Unggulan Program Studi
Ketua Peneliti	:	
a. Nama	:	Ir. Siswanto, MT.
b. NIP/NPT	:	196312011991031002
c. Jabatan Fungsional	:	Lektor
d. Program Studi	:	Agroteknologi
e. Nomor HP.	:	081330422863
f. Alamat surel (e-mail)	:	Siswanto.agro@upnjatim.ac.id
Anggota Peneliti (1)	:	
a. Nama	:	Dr. Ir. Wanti Mindari, MP.
b. NIP/NPT	:	1963120081990032001
c. Perguruan Tinggi	:	UPN "Veteran" Jawa Timur
Anggota Peneliti (2)	:	
a. Nama	:	Ir. Setyo Budi Santoso, MP.
b. NIP/NPT	:	195801011988031001
c. Perguruan Tinggi	:	UPN "Veteran" Jawa Timur
Jumlah mahasiswa yg terlibat	:	4 (empat) orang
Lama Penelitian Keseluruhan	:	2 tahun
Penelitian Tahun ke-1	:	Rp. 30.100.000,-
Biaya Penelitian Keseluruhan	:	Rp. 62.400.000,-
Biaya Tahun Berjalan	:	
a. Diusulkan ke UPNV Jawa Timur	:	30.100.000,-
b. Dana Institusi lain	:	-

Mengetahui,
Ketua Pusat Studi

Dr. Ir. Mahziah, MP.
NIP196606231992032001

Surabaya, September 2021
Ketua Tim Pengusul

Ir.Siswanto, MT.
NIP 196312011991031002



Menyetujui,
Dekan Fak. Pertanian

Dr. Ir. A.Nora Augustien K.,MP.
NIP 195908241987032001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PROGRAM.....	ii
PENELITIAN UNGGULAN PUSAT STUDI.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	2
2.1. Karakter Tanah berpasir	2
2.2. Permasalahan tanah berpasir	2
2.2.1. Air tersedia	2
2.2.2. Nitrogen tersedia	3
2.3. Solusi perbaikan masalah	4
2.3.1. Amelioran Asam humat	4
2.3.2. Amelioran Silika.....	5
BAB 3. METODE PELAKSANAAN	8
3.1 Waktu dan Tempat.....	8
3.2 Metode Penelitian	8
3.3 Pelaksanaan.....	9
3.3.1 Ekstraksi Asam Humat	9
3.3.2 Ekstraksi Silika	9
3.3.3 Penyiapan Media Tanam.....	9
3.3.4 Penambahan Bahan Pemberi Air Tanah.....	10
3.3.5 Penyiapan Bibit dan Penanaman	10
3.3.6 Perawatan Tanaman	10
3.3.7 Pemanenan.....	10
3.4 Parameter Pengamatan.....	10
3.4.1 Air Tersedia.....	10
3.4.2 Nitrogen Tersedia.....	11
3.4.3 Serapan Nitrogen.....	11
3.4.4 Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi.....	11
3.4.5 Analisis Data	12
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1. Hasil	14
4.1.1. Nitrat (N-NO ₃ ⁻) Tanah.....	15
4.1.2. Amonium (N-NH ₄ ⁺) Tanah	16
4.1.3. Nitrogen Tersedia	18
4.1.4. Panjang Tanaman Padi	20
4.1.5. Jumlah Anakan Padi	22
4.1.6. Panjang Akar Padi	23
4.1.7. Kadar Klorofil Padi.....	24

4.2 Pembahasan	25
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran.....	29
REFERENSI.....	30
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Gugus-gugus fungsional dalam asam humat dan asam fulvat	5
Tabel 2.1.	Kombinasi perlakuan jenis pemberah tanah dan dosis pemberah tanah ...	8
Tabel 4.1.	Faktor Silika dan Asam Humat pada Penambahan Nitrat Tanah pada 0 HST dan 15 HST.....	15
Tabel 4.2.	Perlakuan Silika dan Humat pada Kadar N-NH ₄ ⁺ Tanah umur 0 HST dan 15 HST	16
Tabel 4.3.	Perlakuan Silika dan Humat pada N-Tersedia Tanah umur 0 HST dan 15 HST.....	19
Tabel 4.4.	Perlakuan Amelioran pada Rata-rata Panjang Tamaman Padi Umur 7 MST s/d 35 MST	21
Tabel 4.5.	Perlakuan Amelioran pada Jumlah Anakan Padi Umur 7 MST s/d 35 MST	22
Tabel 4.6.	Pengaruh Amelioran humat-silikat terhadap Klorofil Padi	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Denah Petak Percobaan	8
Gambar 3.2.	Bagan Alur Penelitian.....	13
Gambar 4.1.	Bagan Alur Penelitian.....	14
Gambar 4.2.	Alat Ekstraksi Asam Humat.....	14
Gambar 4.3.	Hubungan Dosis Silika dan Asam Humat Terhadap Kadar Nitrat Tanah pada 0 HST (a) dan 15 HST (b)	15
Gambar 4.4.	Interaksi Silika dan Asam Humat Terhadap Peningkatan Nitrat Tanah pada 15 HST	15
Gambar 4.5.	Pengaruh Dosis Silika Terhadap Kadar N-NH ₄ ⁺ Tanah pada 0 MST dan 15 MST	17
Gambar 4.6	Hubungan Dosis Asam Humat Terhadap N-NH ₄ ⁺ Tanah	17
Gambar 4.7.	Pengaruh Interaksi Silika dan As am Humat Terhadap Kadar N- NH ₄ ⁺	18
Gambar 4.8.	Pengaruh Silika dan Asam Humat Terhadap N-Tersedia	19
Gambar 4.9.	Pengaruh Silika dan Asam Humat Terhadap N-Tersedia	20
Gambar 4.10.	Amelioran Silika dan Humat Terhadap Panjang Tanaman Padi (cm)	21
Gambar 4.11.	Amelioran Silika dan Humat Terhadap Jumlah Anakan Padi (cm)	22
Gambar 4.12.	Pengaruh Amelioran Silika pada Panjang Akar Padi	23
Gambar 4.13.	Pengaruh Amelioran Silika dan humat terhadap Kadar Klorofil ..	24
Gambar 4.14.	Interaksi Silika dan Humat pada Kadar Klorofil Padi	25

LAMPIRAN

Lampiran 1.	Anova perlakuan terhadap N tersedia tanah 0 HST	36
Lampiran 2.	Tabel Anova Ketersediaan Nitrogen Tanah 15 HST	36
Lampiran 3.	Tabel Anova Klorofil Tanaman tabel Anova Klorofil Tanaman.....	36
Lampiran 4.	Artikel Ilmiah Research Month 2021	37

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah berpasir memiliki pori makro, porositas tanah yang tinggi, dan kemampuan menahan air serta hara yang rendah (Lumbanraja dan Harahap, 2015) Kondisi ini menyebabkan air dan nutrisi mudah hilang salah satunya adalah nitrogen. Nitrogen dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar dan berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, jumlah anakan, jumlah bulir atau rumpun serta menambah ukuran gabah padi (Patti dkk., 2013). Nitrogen di dalam tanah bersifat mudah bergerak sehingga keberadaannya cepat berubah dan mudah hilang, Kehilangan nitrogen disebabkan karena volatilisasi, denitrifikasi, pencucian (*leaching*), erosi, dan hilang bersama panen (Vermoesen *et al.*, 1993).

Berbagai penelitian perbaikan tanah telah dilakukan diantaranya dengan penambahan bahan organik, pengaturan air irigasi dan pengaturan media tanam. Pemberian pembenhah tanah ditujukan agar porositas tanah berkurang sehingga ketersediaan air dan hara meningkat. Dalam penelitian ini dirancang menggunakan Asam humat dan silika sebagai amelioran tanah berpasir. Asam humat mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat, mengkhelat, dan menjerap nutrisi (Ali dan Mindari, 2016), meningkatkan serapan N, kualitas serta produksi tanaman padi (Mahmood *et al.*, 2019). Asam humat memiliki gugus-gugus aktif (Suntari *et al.*, 2013; Yu *et al.*, 2019) dan silika mampu mengurangi kehilangan hara, meningkatkan ketersediaan hara, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) (Kristanto, 2018), dan meningkatkan serapan unsur hara seperti nitrogen (Alsaeedi *et al.*, 2019). Selain bersifat adsorben, silika mampu meningkatkan produktivitas tanaman padi (Amrullah *et al.*, 2014).

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai pembenhah tanah yang berpotensi untuk memperbaiki sifat tanah berpasir agar ketersediaan nutrisi optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji ketersediaan air dan unsur hara khususnya nitrogen pada tanah berpasir untuk tanaman padi setelah pemberian amelioran berbasis asam humat dan silika.

1.2. Tujuan

Temuan yang ditargetkan adalah alat pembuat asam humat yang hasilnya akan diujikan sebagai takaran amelioran (pembenhah tanah) berbasis asam humat dan silika untuk memperbaiki sifat tanah marginal berpasir sehingga produktivitas tanahnya maksimum dalam mendukung produksi tanaman yang tumbuh di atasnya

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakter Tanah berpasir

Tanah berpasir merupakan tanah yang banyak didominasi oleh fraksi pasir (Atikah, 2013) berukuran 0,05 – 2 mm yang bersifat kasar, struktur remah, tidak lekat, dan banyak mengandung pori-pori makro sehingga sulit untuk menahan air, tetapi memiliki aerasi dan drainase yang baik (Tyas, 2017). Struktur remah pada tanah berpasir membuat unsur N tersedia dalam bentuk NO_3^- dan NH_4^+ sering kali mudah tercuci (Saptiningsih, 2012). Hal ini dikarenakan sifat N di dalam tanah mudah bergerak sehingga keberadaannya cepat berubah (Vermoesen *et al.*, 1993), sedangkan unsur N berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Kondisi ini menjadikan tanah berpasir kurang produktif untuk pertumbuhan tanaman. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah ini yakni dengan pemberian bahan organik untuk menunjang keberlanjutan sistem pertanian.

Tanah dengan tekstur berpasir dominan memiliki pori-pori makro sehingga kapasitas menahan airnya rendah (Tyas, 2017). Hal senada telah diungkapkan oleh Murtilaksono dan Wahyuni (2004) bahwa semakin banyak pori makro maka semakin rendah ketersediaan air dalam tanah. Oleh karena itu tanaman yang ditanam pada tanah berpasir umumnya lebih mudah mengalami kekeringan dari pada tanah-tanah bertekstur lempung atau lat (Delsiyanti *et al.*, 2016).

2.2. Permasalahan tanah berpasir

2.2.1. Air tersedia

Air merupakan salah satu komponen yang penting bagi kelangsungan hidup tanaman. Air yang diserap oleh tanaman berada pada pori-pori tanah. Pori-pori tanah pada setiap jenis tanah memiliki ukuran yang berbeda dimana mampu mempengaruhi ketersediaan air pada jenis tanah tersebut (Haridjaja *et al.*, 2013). Ketersediaan air pada tanah dipengaruhi oleh kapasitas menahan air dimana tekstur tanah merupakan faktor yang sangat menentukan. Semakin kasar tekstur tanah tersebut maka semakin kecil kapasitas menahan airnya (Lumbanraja, 2015).

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kapasitas menahan air adalah bahan organik. Semakin tinggi bahan organik maka semakin tinggi kapasitas menahan air. Tanah bertekstur kasar mempunyai kandungan bahan organik yang rendah (Narka, 2012). Oleh karena itu, tanah berpasir

memiliki kapasitas menahan air yang rendah (Delsiyanti et al., 2016). Kemampuan agregat juga ikut berperan dalam mempengaruhi fungsi tanah dalam menyediakan air. Tanah dengan kemampuan agregat yang lemah dan miskin bahan organik memiliki kapasitas menahan air dan hara yang rendah (Suwardji et al., 2012).

2.2.2. Nitrogen tersedia

Nitrogen merupakan komponen gas yang banyak tersedia di udara dan merupakan nutrient utama yang penting dalam pertumbuhan (Taroreh dkk., 2016). Nitrogen di dalam tanah bersifat sangat mobil, sehingga keberadaannya di dalam tanah cepat berubah dan mudah menghilang. Kehilangan nitrogen disebabkan karena volatilisasi, denitrifikasi, pencucian (*leaching*), erosi, dan hilang bersama panen (Vermoesen *et al.*, 1993). Pergerakan NH_4^+ secara umum dipengaruhi oleh faktor-faktor pergerakan yaitu aliran massa dan difusi, besarnya hidrolisis urea, pH, air tanah, dan aktivitas bakteri nitrifikasi (Tillman *et al.*, 1991). Pergerakan NH_4^+ lebih lambat dibandingkan dengan NO_3^- , karena NH_4^+ merupakan kation yang dapat teradsorpsi di permukaan koloid tanah, sehingga pergerakannya akan lebih lambat dibandingkan NO_3^- yang senantiasa bebas larut di larutan tanah (Plášek, 2003). Keberadaan NO_3^- lebih dominan pada larutan tanah karena tingginya laju nitrifikasi pada tanah dan juga afinitas kompleks jerapan tanah yang lebih rendah terhadap NO_3^- dibandingkan NH_4^+ (Putra dkk., 2019).

Keadaan reduksi, nitrogen diserap tanaman dalam bentuk ammonium (NH_4^+), sedangkan dalam keadaan oksidasi dalam bentuk nitrat (NO_3^-) (Cassman *et al.*, 2002). pH tanah juga berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara termasuk juga hara nitrogen. Penyerapan NH_4^+ lebih banyak terjadi pada pH tanah netral, sedangkan NO_3^- pada pH rendah (Tufaila dan Alam, 2014). Selain itu, tekstur tanah juga mempengaruhi proses penyerapan maupun kehilangan hara nitrogen. Kehilangan hara nitrogen menjadi lebih kecil pada tekstur tanah yang semakin halus yaitu dengan urutan pasir>debu>liat (Winarso, 2005).

Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang besar dan diserap oleh tanaman dalam bentuk ion yaitu nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Nitrogen berperan dalam menyusun protein, pembentukan klorofil tanaman, mempercepat pertumbuhan tanaman (Mawardiana dkk., 2013), memperbaiki kualitas gabah, memperbanyak jumlah anakan, dan membantu proses sintesis protein, jumlah bulir dan menambah ukuran gabah tanaman padi (Kaya, 2018). Defisiensi nitrogen berakibat buruk bagi tanaman seperti tanaman kerdil, daun tanaman menguning, dan sistem perakaran terbatas. Sedangkan kelebihan nitrogen

menyebabkan pertumbuhan vegetatif memanjang, mudah rebah, menurunkan kualitas bulir dan respon terhadap serangan hama dan penyakit (Atmaja, 2017) dan apabila pemberian nitrogen secara berlebih akan menyebabkan tanaman mudah rebah dan menurunkan kualitas hasil tanaman (Tando, 2019).

2.3. Solusi perbaikan masalah

2.3.1. Amelioran Asam humat

Asam humat mengandung banyak gugus fungsi asam dan kapasitas tukar kation yang tinggi sehingga meningkatkan penyerapan nitrogen, produksi, kualitas tanaman (Mahmood *et al.*, 2019) dan mengurangi penggunaan pupuk (Yu *et al.*, 2019). Ikatan antara gugus fungsi asam humat dengan ion NH_4^+ menyebabkan pelepasan menjadi lambat (Hermanto dkk., 2013). Interaksi asam humat dengan NH_4^+ terjadi melalui ikatan kovalen atau ikatan hidrogen. Ikatan kovalen menghasilkan senyawa yang lebih stabil dibandingkan ikatan hidrogen. Sehingga asam humat dapat dimanfaatkan sebagai *slow release fertilizer* (Tan, 1991).

Senyawa humat memiliki luas permukaan dan daya jerap yang kuat melebihi partikel liat. Senyawa humat memiliki kapasitas tukar kation (KTK) sebesar 150-300 me 100 g⁻¹ yang lebih tinggi dibandingkan liat dengan nilai KTK sebesar 8-100 me 100 g⁻¹, dan daya jerap air mencapai 80-90% daripada liat yang hanya 15-20% (Pittarello *et al.*, 2019). KTK yang sangat tinggi berasal dari disosiasi ion H⁺ pada berbagai gugus fungsional pada senyawa humat yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat, mengkhelat, dan menjerap nutrisi sehingga mengurangi kehilangan unsur hara akibat *leaching* (Ali dan Mindari, 2016). Selain itu senyawa humat juga mampu memperbaiki serta meningkatkan sifat-sifat tanah seperti agregasi, daya menahan air, aerasi, transport dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah (Hermanto dkk., 2013).

Asam humat memiliki kemampuan sebagai ligan yang dapat mengikat hara dalam bentuk kompleks, menyimpan sementara dalam tanah dan melepaskannya ketika tanaman membutuhkan. Kemampuan asam humat ini tidak terlepas dari keberadaan gugus-gugus aktif yang dimilikinya seperti –COOH, aromatis dan –OH fenolik (Suntari *et al.*, 2013). Selain gugus fungsi, karakter asam humat yang berperan dalam proses ligan yakni total kemasaman. Total kemasaman pada asam humat juga berhubungan dengan kapasitas tukar kation dan penjerapan ion. Nilai total keasaman yang tinggi mengindikasikan bahwa kapasitas tukar kation dan penjerapan juga tinggi (Pandey *et al.*, 2000). Asam humat memiliki gugus fungsi

karboksilat lebih rendah dibandingkan dengan asam fulvat (Tabel 1). Asam fulvat memiliki 2-3 kali gugus fungsi karboksilat yang lebih tinggi daripada asam humat (Rahmawati, 2011).

Ismillayli *et al.* (2019) melaporkan bahwa pemberian asam humat dengan dosis 20 kg/ha memberikan nilai efisiensi pemupukan tertinggi dibandingkan tanpa pemberian asam humat. Asam humat dapat memperlambat pola pelepasan nitrogen dari pupuk sehingga kehilangan pupuk yang diakibatkan oleh pengupasan dan pencucian semakin kecil dan tanaman memperoleh kesempatan menyerap nitrogen lebih banyak. Hal senada juga dikemukakan oleh Sivakumar (2007) bahwa aplikasi asam humat 20 kg/ha dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan N pada tanaman padi.

Table 1.1. Gugus-gugus fungsional dalam asam humat dan asam fulvat

Gugus Fungsional	Asam Humat	Asam Fulvat
	----- cmol/kg -----	
Keasaman total	670	1130
-COOH	360	820
-OH Fenolat	310	310
-OH Alkoholat	260	500
C=O (kuinon dan keton)	290	270
-OCH ₃	60	80

Sumber: Schnitzer(1994)

2.3.2. Amelioran Silika

Silika merupakan senyawa kimia yang banyak ditemukan dalam beberapa bahan alam, seperti mineral, nabati dan sebagainya. Silika yang terdapat di alam berstruktur kristalin, sedangkan sebagai senyawa sintetis silika berbentuk amorph.

Sekam padi merupakan salah satu sumber penghasil silika terbesar setelah dilakukan pembakaran sempurna (Mittal, 1997). Abu sekam padi hasil pembakaran yang terkontrol pada suhu tinggi (500-600°C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Putro dan Prasetyoko, 2007). Mittal (1997) mengatakan bahwa abu sekam padi mengandung silika sebanyak 90-99% berat kering.

Silika yang dihasilkan dari sekam padi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan silika mineral, dimana silika sekam padi memiliki butiran halus, lebih reaktif, dapat diperoleh dengan cara mudah dengan biaya yang relatif murah, serta didukung oleh ketersediaan bahan baku yang melimpah dan dapat diperbaharui. Dengan kelebihan tersebut, menunjukkan silika sekam padi berpotensi cukup besar untuk digunakan sebagai sumber silika (Soeswanto dan Lintang, 2016).

Kandungan silika tertinggi pada tanaman padi yaitu pada sekam padi dibandingkan dengan bagian yang lain seperti helai daun, pelepasan daun, batang dan akar (Ningsari, 2017). Menurut Karo-karo (2009), silika dari sekam padi dapat diperoleh dengan mudah dan sederhana yaitu dengan cara pengabuan dan ekstraksi padat-cair. Kalapathy *et al.* (2001) menjelaskan bahwa kelarutan dari silika dari abu sekam padi sangat rendah pada pH<10. Berdasarkan informasi tersebut, ekstraksi silika dari abu sekam padi banyak dilakukan dengan menggunakan pelarut alkali. Untuk mendapatkan pengendapan silika setelah proses ekstraksi, maka dilanjutkan dengan proses pengendapan pada pH rendah menggunakan larutan asam. Silika yang didapat berbentuk SiO₂(Mittal, 1997).

Silika ikut berperan dalam perbaikan karakteristik tanah seperti tekstur tanah, stabilitas bahan organik tanah, erosi tanah (Siam *et al.*, 2018) dan kemampuan dalam melepaskan hara secara perlahan serta memiliki kapasitas menahan air yang tinggi sehingga berguna untuk daerah marginal dengan kemampuan menahan air yang rendah dan kahat hara (Mushtaq *et al.*, 2018). Aplikasi silika dapat mengurangi kehilangan hara, meningkatkan ketersediaan hara, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) (Kristanto, 2018), dan meningkatkan serapan unsur hara seperti nitrogen (Alsaeedi *et al.*, 2019). Selain itu, silika juga mempengaruhi translokasi nutrisi dari akar menuju pucuk tanaman (Greger *et al.*, 2018). Hal ini berdampak positif dalam upaya perbaikan sifat fisika maupun kimia tanah.

Gugus silanol dan siloksan yang ada dalam silika membuat NH₄⁺ mengisi ruang pori-pori dan permukaan dari silika (Coasne *et al.*, 2010), sehingga silika berpotensi meningkatkan serapan nitrogen karena ketersediaan nitrogen yang tinggi (Singh *et al.*, 2005). Penelitian Rao *et al.* (2019) telah membuktikan bahwa pemberian silika dari abu sekam padi sebanyak 250 kg/ha mampu meningkatkan serapan N oleh tanaman padi, sedangkan menurut Nwite *et al.* (2019), aplikasi silika dari abu sekam padi dengan rentang antara 1 hingga 10 ton/ha dapat meningkatkan nilai N total pada tanah serta meningkatkan produksi tanaman padi sebanyak 6,93 ton/ha. Penyerapan nitrogen dan N-tersedia meningkat secara signifikan dengan pemberian silika abu sekam padi sebanyak 750 kg/ha (Patil *et al.*, 2018).

Silika juga merupakan unsur hara juga bagi tanaman yang sangat bermanfaat bagi tanaman padi karena dengan adanya unsur silika dalam daun padi, daun padi akan tetap tegak dan padi tidak mudah roboh. Daun padi yang tetap tegak tersebut akan sangat bermanfaat dalam melakukan proses fotosintesis. Unsur silika dalam tanaman dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap berbagai jenis penyakit, meningkatkan oksidasi akar tanaman,

meningkatkan aktivitas enzim yang terlibat dalam fotosintesis, dan meningkatkan ketebalan dinding sel sebagai proteksi hama (Siswanto dkk., 2017).

Aplikasi silika dapat mengurangi kehilangan hara, meningkatkan ketersediaan hara, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) (Kristanto, 2018), dan meningkatkan serapan unsur hara seperti nitrogen (Alsaeedi *et al.*, 2019). Selain itu, silika juga mempengaruhi translokasi nutrisi dari akar menuju pucuk tanaman (Greger *et al.*, 2018).

BAB 3. METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan September 2021 di greenhouse danlaboratorium sumber daya lahan Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama yaitu dosis silika dengan level 0 ton ha⁻¹, 0.5 ton ha⁻¹, 1 ton ha⁻¹, dan 1.5 ton ha⁻¹. Faktor kedua yaitu dosis asam humat dengan level 0 kg ha⁻¹, 20 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹, dan 60 kg ha⁻¹. Kombinasi perlakuan terbentuk sebanyak 16 perlakuan (Tabel 3.1).

Table 2 Kombinasi perlakuan jenis pemberah tanah dan dosis pemberah tanah

Asam Humat	0 kg ha ⁻¹	20 kg ha ⁻¹	40 kg ha ⁻¹	60 kg ha ⁻¹
Silika	(H0)	(H1)	(H2)	(H3)
0 ton ha ⁻¹ (S0)	S0H0	S0H1	S0H2	S0H3
0.5 ton ha ⁻¹ (S1)	S1H0	S1H1	S1H2	S1H3
1 ton ha ⁻¹ (S2)	S2H0	S2H1	S2H2	S2H3
1.5 ton ha ⁻¹ (S3)	S3H0	S3H1	S3H2	S3H3

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 48 unit percobaan (Gambar 1.)

S0H0 (1)	S1H2 (3)	S2H0 (3)	S3H2 (3)	S3H1 (1)	S2H0 (2)
S3H0 (3)	S1H1 (1)	S0H3 (3)	S1H0 (1)	S2H2 (1)	S3H3 (2)
S3H1 (3)	S2H1 (3)	S0H1 (3)	S0H0 (2)	S0H2 (1)	S0H1 (2)
S1H0 (2)	S2H3 (3)	S3H0 (2)	S1H2 (1)	S1H3 (2)	S1H1 (2)
S3H2 (1)	S2H3 (2)	S2H1 (2)	S1H1 (3)	S3H3 (1)	S0H2 (3)
S0H1 (1)	S0H3 (2)	S1H3 (1)	S1H3 (3)	S2H0 (1)	S0H3 (1)
S1H0 (3)	S0H0 (3)	S2H2 (3)	S2H1 (1)	S2H2 (2)	S3H3 (3)
S2H3 (1)	S0H2 (2)	S3H1 (2)	S1H2 (2)	S3H0 (1)	S3H2 (2)

Gambar 3.1. Denah Petak Percobaan

3.3 Pelaksanaan

3.3.1 Ekstraksi Asam Humat

Ekstraksi senyawa humat (asam humat dan asam fulvat), menggunakan metode (Stevenson, 1994) yang dimodifikasi. Kompos 10 g diesktrak dengan menggunakan larutan KOH 0,5 N sebanyak 100 ml (1:10). Dikocok hingga 24 jam dan didinginkan selama 16 jam dengan sesekali dikocok. Memisahkan substansi dengan menggunakan kertas saring Whatmann 41 sehingga diperoleh substansi senyawa humat. Substansi kemudian ditambahkan H_2SO_4 6 N hingga pH larutan mencapai 2. Penambahan H_2SO_4 6 N akan membentuk dua lapisan. Larutan ini dipisahkan kembali dengan kertas saring Whatmann 41. Endapan yang diperoleh dibilas menggunakan aquades bebas CO_2 untuk menghilangkan sisa-sisa klorida pada asam humat. Supernatan kemudian ditritasi kembali hingga pH 7 menggunakan KOH 0,1 N (Piccolo et al., 2019).

3.3.2 Ekstraksi Silika

Ekstraksi silika dari sekam padi dimulai dengan mengeringkan sekam padi di udara kering terbuka dan dibersihkan dari kotoran pengikut seperti daun padi, pasir, kerikil dan lain sebagainya. Kemudian sekam dibakar secara manual hingga menghasilkan abu. Abu yang dihasilkan digerus kemudian diayak hingga lolos ayakan 200 mesh. Larutan KOH dibuat dengan konsentrasi sebesar 10% w/w, kemudian 60 mL larutan KOH tersebut ditambahkan ke dalam 10 gram abu sekam, kemudian dipanaskan sampai suhu 85°C sambil diaduk dengan waktu selama 90 menit. Setelah dingin kemudian disaring, dan residu diekstraksi lagi seperti cara sebelumnya dan filtratnya disatukan dengan filtrat pertama sebagai larutan silikat. Kemudian ditambahkan larutan HCl 1 N secara perlahan-lahan ke dalam larutan silikat hasil ekstraksi yang telah diukur pHnya sebelumnya sebagai pH awal hingga mencapai pH 9 (Agung dkk., 2013).

3.3.3 Penyiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah media tanah berpasir. Media tanam diayak menggunakan ayakan 2 mm agar partikel tanah seragam. Media tanam sebelum digunakan dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan unsur hara serta mengetahui sifat kimia dan fisik tanah. Analisis tanah yang dilakukan meliputi tekstur, kadar air, berat isi, berat jenis, C-organik, pH, N- NH_4^+ , N- NO_3^- , N-total, P-tersedia, dan K-tersedia. Kemudian media tanam dimasukkan ke dalam pot dengan berat 7 kg tiap pot.

3.3.4 Penambahan Bahan Pemberah Tanah

Bahan pemberah tanah yang ditambahkan dalam wujud cair sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Sebelum aplikasi pemberah tanah telah diketahui berat jenisnya (BJ) untuk memudahkan perhitungan aplikasi. Pemberian pemberah tanah dilakukan 5 hari sebelum tanam bibit tanaman padi. Proses inkubasi ditujukan untuk meratakan sebaran pemberah tanah.

3.3.5 Penyiapan Bibit dan Penanaman

Benih tanaman padi yang digunakan yaitu padi sawah varietas Cibogo. Benih tersebut disebar didalam wadah yang berisi tanah yang lembab. Benih ditunggu hingga berumur 18 hari. Bibit padi yang telah berumur 18 hari ditanam (Marlina et al., 2017) di dalam pot sebanyak 3 bibit.

3.3.6 Perawatan Tanaman

Aplikasi pupuk dilakukan satu kali yakni pada saat awal penanaman padi dengan dosis 260 kg/ha urea, 61 kg/ha SP-36, dan 69 kg/ha KCl (Bijay *et al.*, 1991) atau 1,08 gram urea, 0,247 gram SP-36, dan 0,286 gram KCl tiap pot. Pengaplikasian dilakukan dengan cara ditugal melingkar dengan jarak 10 cm dari pusat diameter pot. Pemeliharaan tanaman padi dilakukan meliputi penyiraman secara berkala untuk menjaga kondisi tanah agar tetap lembab, membersihkan gulma, dan pengendalian hama dan penyakit.

3.3.7 Pemanenan

Pemanenan tanaman dilakukan dengan cara membongkar tanaman dari wadah pot secara perlahan. Pemanenan dilakukan di saat usia padi 120 hst sesuai dengan usia varietas Cibogo. Proses pemanenan akan memisahkan tanaman menjadi 3 bagian yakni, bulir padi, batang padi dan perakaran tanaman padi.

3.4 Parameter Pengamatan

3.4.1 Air Tersedia

Parameter ketersediaan air meliputi kadar air kapasitas lapang, porositas, kemantapan agregat, berat isi, dan berat jenis. Analisa tanah dilakukan setelah pengambilan sampel tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan saat awal tanam dan akhir saat panen.

3.4.2 Nitrogen Tersedia

Parameter pada media tanam meliputi ketersediaan N tanah dan tanaman. Ketersediaan N tanah dilakukan dengan menganalisa kandungan NH_4^+ dan NO_3^- . Analisa kandungan NH_4^+ dan NO_3^- dilakukan di laboratorium menggunakan metode destilasi titrimeteri (Balittanah, 2009). Analisa tanah dilakukan setelah pengambilan sampel tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada awal tanam, pertengahan pada 60 HST, dan akhir saat panen. Pengamatan ketersediaan N tanaman pada 3 bagian tanaman yakni akar, batang dan daun, serta bulir. Pengamatan ini guna mengetahui serapan nitrogen tanaman padi.

3.4.3 Serapan Nitrogen

Serapan nitrogen pada tanaman padi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Yuwono, 2004):

Perhitungan Efisiensi Serapan N (ESN) pada tanaman padi menggunakan rumus sebagai berikut (Yuwono, 2004):

Keterangan:

ESN : Efisiensi Serapan N

Sn : Serapan hara pada tanaman ke-n

So : Serapan hara tanaman kontrol

K : Kadar hara pada pupuk yang diberikan

3.4.4 Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi

Pengamatan pertumbuhan tanaman padi meliputi panjang tanaman, jumlah anakan, dan klorofil tanaman. Pengamatan hasil padi meliputi berat basah dan kering (biomassa tanaman), berat biji per malai, serta rasio biji isi dan kosong. Pengukuran dan perhitungan panjang tanaman dan jumlah anakan dilakukan secara manual setiap dua minggu sekali. Berat kering tanaman diperoleh dari selisih hasil timbangan tanaman setelah dioven dan sebelum dioven pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$. Perhitungan biomassa tanaman sebagai berikut (Caroline dan Moa, 2015):

Keterangan :

BM (%) : Berat biomassa (%)

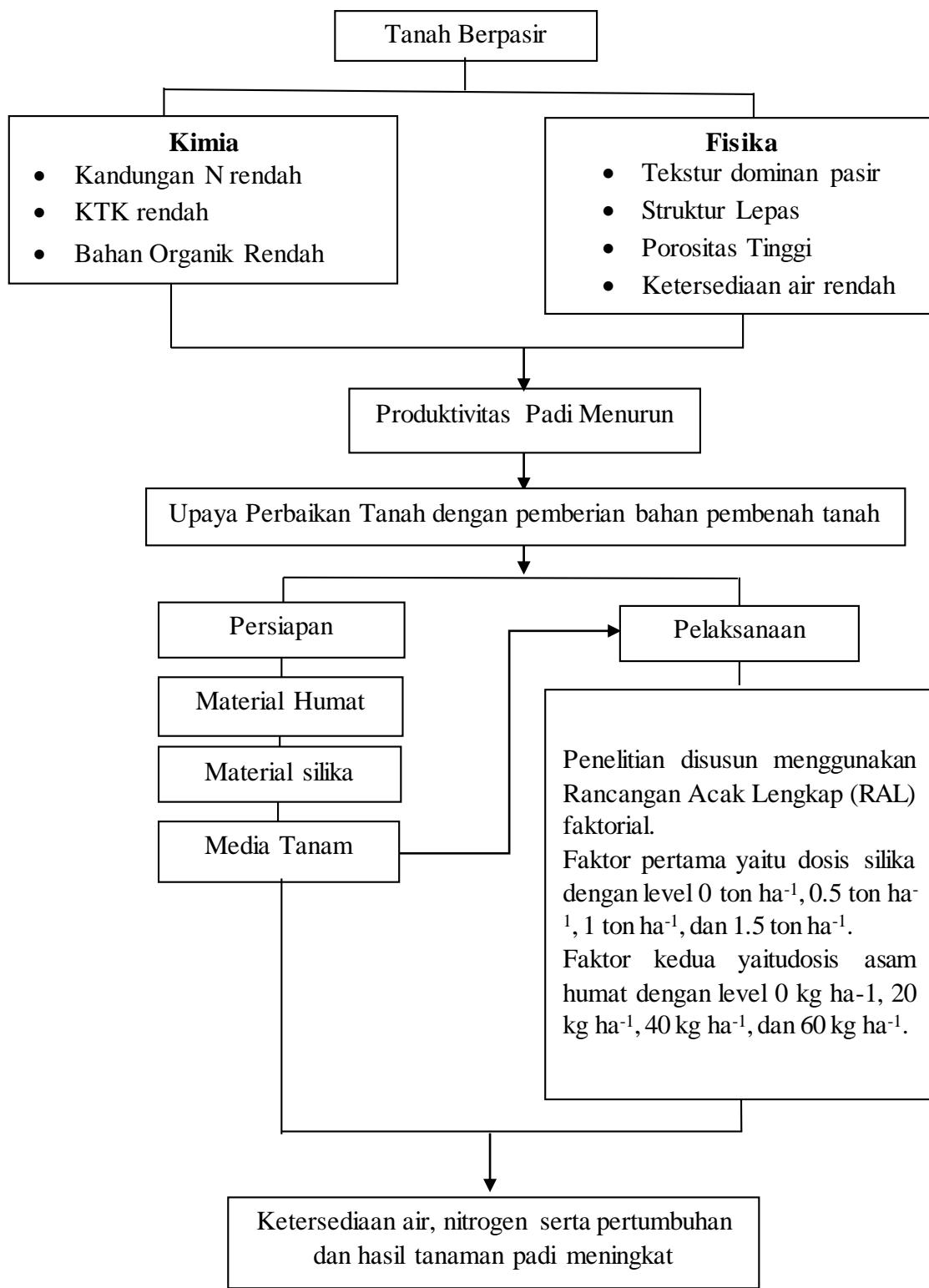
A : Berat basah tanaman (g)

B : Berat kering tanaman (g)

Perhitungan berat biji per malai serta rasio biji isi dan kosong dilaksanakan setelah padi dipanen. Pemanenan pada tanaman padi dilakukan saat bulir padi mulai menguning sekitar 90 – 95 % dan daun dibawah malai mulai mengering (Swastika, 2012) . Pemanenan dilakukan secara manual dengan tenaga manusia.

3.4.5 Analisis Data

Data pengamatan pengaruh dari perlakuan terhadap hasil dianalisis keragamannya dengan menggunakan analisa sidik ragam (ANOVA) dengan uji F pada tingkat kesalahan 5%. Apabila terdapat perbedaan nyata dari perlakuan maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat kesalahan 5%. Nilai hasil diregresikan terhadap perlakuan untuk mendapatkan hasil optimum. Metode yang digunakan untuk mengolah data ini dengan menggunakan excel.

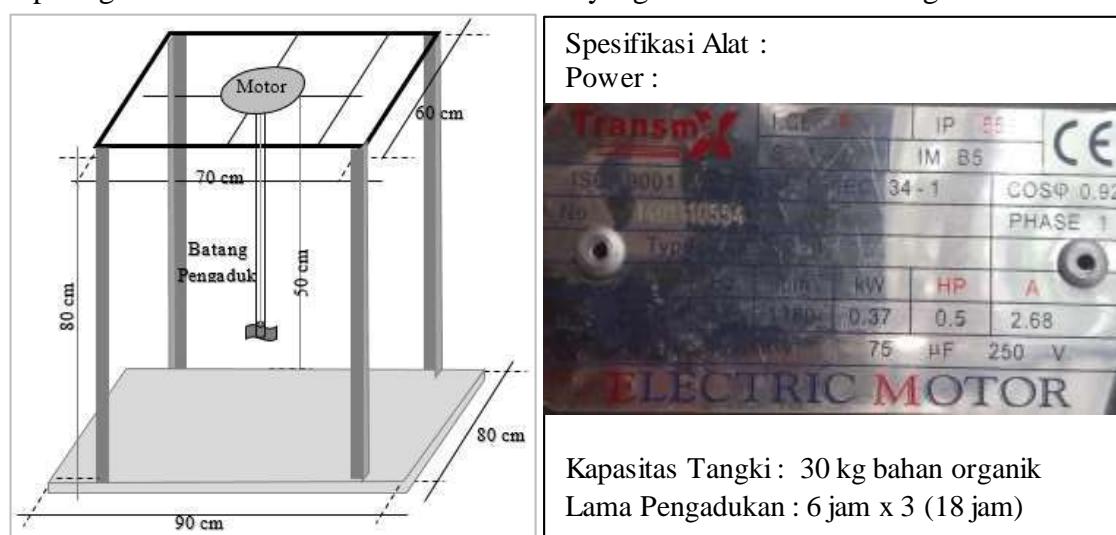


Gambar 3.2. Bagan Alur Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil dan Pembahasan

Penelitian unggulan program studi ditujukan untuk meningkatkan kinerja program studi dibidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Hasil penelitian unggulan prodi Agroteknologi yang didanai dari internal lembaga berupa alat ekstraksi yang dapat digunakan untuk menghasilkan asam humat. Ekstraktor ini terdiri dari motor penggerak bertenaga listrik 220 V, 450 W. Motor dihubungkan dengan tuas yang pada bagian bawahnya dibuat seperti baling-baling dengan tujuan untuk mencampur bahan yang diekstrak. Motor diletakkan di atas penyangga yang berbentuk persegi panjang berdiri, seperti gambar dibawah. Desain alat ekstraksi yang akan dihasilkan sebagai berikut:



Gambar 3 4.1. Bagan Alur Penelitian



Tampak Depan

Tampak Samping

Tampak Atas

Gambar 4.4.2. Alat Ekstraksi Asam Humat



Gambar Produk Amelioran Humat-Silika

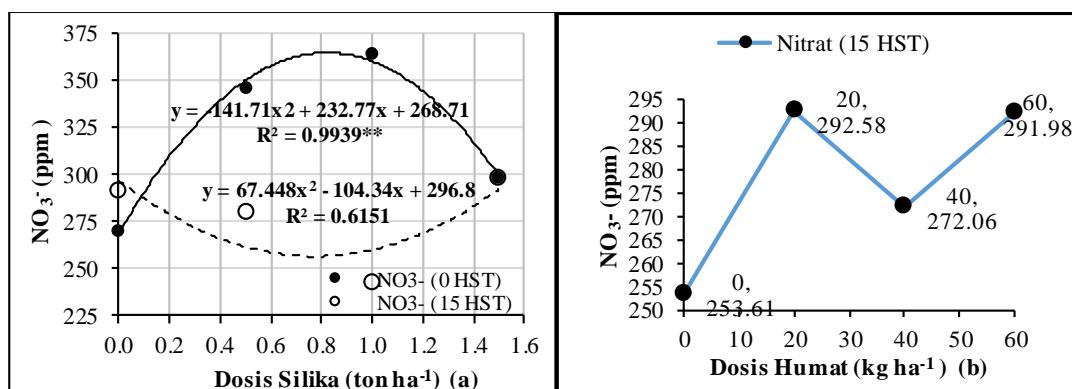
4.2. Nitrat (N-NO₃⁻) Tanah

Analisis varian perlakuan kombinasi Silika dan Asam humat berpengaruh sangat nyata terhadap N tanah dan pertumbuhan tanaman (Lampiran 1). Penambahan dosis silika 0.5, 1,0 dan 1.5 ton ha⁻¹ kedalam tanah meningkatkan kadar Nitrat masing masing sebesar 28.05 %, 34.69 % dan 10.26 %..

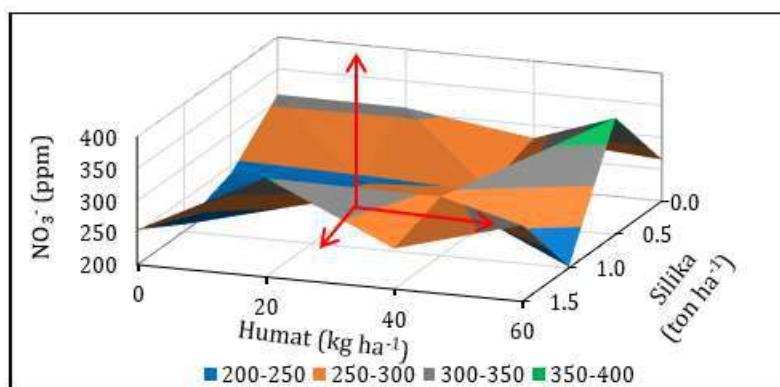
Table 3.4.1. Faktor Silika dan Asam Humat pada Penambahan Nitrat Tanah pada 0 HST dan 15 HST.

S (ton ha ⁻¹)	Waktu (HST)		Waktu (HST)		H (kg ha ⁻¹)
	0	15	15	0	
0.0	270.01	290.80	253.61	315.76	0.0
0.5	345.75	279.48	292.58	343.11	20.0
1.0	363.69	241.91	272.06	300.47	40.0
1.5	297.72	298.04	291.98	317.85	60.0

Hasil anova perlakuan ameliorant berbasis humat terhadap N tanah dan pertumbuhan tanaman disajikan pada lampiran 1. Hasil rata –rata analisa N nitrat setelah pemberian asam humat dan silika disajikan pada Gambar 4.3 (a, b) dan 4.4.



Gambar 5.4.3. Hubungan Dosis Silika dan Asam Humat Terhadap Kadar Nitrat Tanah pada 0 HST (a) dan 15 HST (b)



Gambar 6.4.4. Interaksi Silika dan Asam Humat Terhadap Peningkatan Nitrat Tanah pada 15 HST.

Gambar 4.3 (a) menunjukkan bahwa penambahan silika pada 0 HST akan meningkatkan kadar nitrat hingga 363.69 ppm, kemudian menurun. Sebaliknya pada 15 HST, (gambar 4.3. (b), memperlihatkan bahwa menambahkan silika akan menurunkan kadar nitrat sampai 241.91 ppm, kemudian meningkat secara eksponensial.

Gambar 4.4. di atas menunjukkan interaksi antara silika dan asam humat pada N-Nitrat setelah 15 HST. dimana memperlihatkan bahwa penambahan silika 0.5 ton ha⁻¹ dan asam humat 60 kg ha⁻¹ memberikan peningkatan kadar N-Nitrat tanah terbesar yakni 382.34 ppm dan pemberian silika 1 ton ha⁻¹ dan asam humat 60 ton ha⁻¹ memberikan peningkatan N-Nitrat tanah terkecil yaitu 201.67 ppm. Sedangkan pemberian dosis kombinasi silika 0, dan 1.5 ton ha⁻¹ dan asam humat 0, 20, 40 kg ha⁻¹ memberikan sumbangan N-Nitrat antara kedua nilai tersebut.

4.3. Amonium (N-NH₄⁺) Tanah

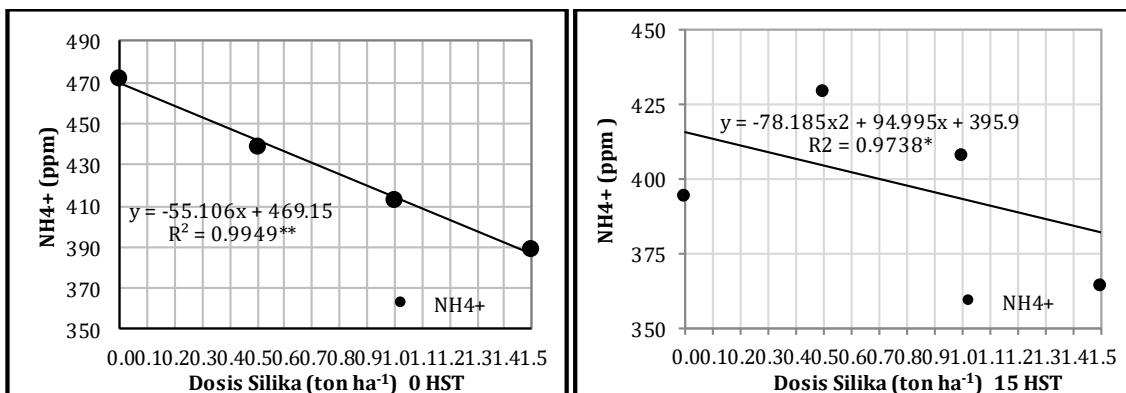
Amonium merupakan kation hara N yang tersedia bagi tanaman. Sifat dari kation ini kurang mobil bila dibandingkan dengan anion Nitrat. Namun ketersediaanya dalam tanah sering menjadi masalah bila tanah terlalu basa, karena akan berubah menjadi gas NH₃ dan melepaskan molekul air.

Tabel 4.2. di bawah menunjukkan perlakuan Silika dan asam Humat pada rata-rata jumlah N-NH₄⁺ dalam tanah pada umur 0 HST dan 15 HST. Dari hasil analisa data menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi S1H3 memberikan hasil paling tinggi disbanding dengan perlakuan yang lain pada 15 HST.

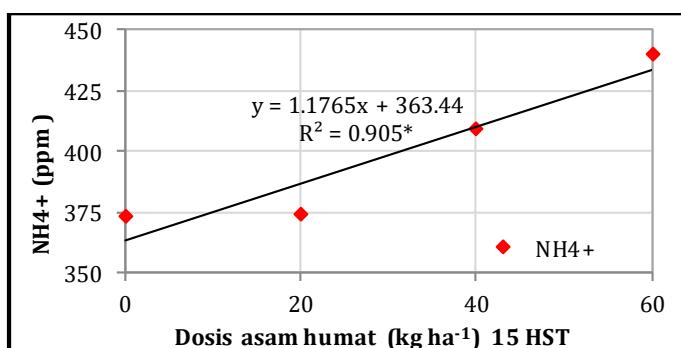
Table 4.4.2 Perlakuan Silika dan Humat pada Kadar N-NH₄⁺ Tanah umur 0 HST dan 15 HST

Perlakuan	Kadar N-NH ₄ ⁺			
	0 HST	BNJ 5%	15 HST	BNJ 5%
S0H0	143.08	165.00	121.13	138.27
S0H1	165.53	175.04	108.67	144.46
S0H2	151.24	177.05	148.53	151.94
S0H3	168.84	177.39	147.28	156.38
S1H0	181.03	179.95	129.48	156.54
S1H1	149.28	180.79	137.89	156.92
S1H2	137.83	183.93	122.10	157.89
S1H3	116.90	185.92	182.47	165.27
S2H0	138.54	186.64	130.23	166.02
S2H1	135.83	191.18	120.75	167.02
S2H2	143.86	191.96	171.91	171.51
S2H3	131.86	197.37	120.59	173.68
S3H0	132.69	199.33	116.14	183.07
S3H1	129.29	213.63	131.23	184.32
S3H2	126.95	216.94	102.48	207.71
S3H3	128.95	229.13	135.72	218.26

Hal ini menunjukkan bahwa pemberian silika lebih dari 0,5 ton/ha dapat menurunkan ketersedian N-NH₄⁺ karena tingginya NO₃⁻ yang berikatan dengan Si, sehingga banyak NO₃⁻ yg tidak dapat berubah menjadi NH₄⁺. Pada gambar 4.3 juga menunjukkan adanya hubungan yg erat bahwa semakin tinggi dosis Silika yang diberikan, maka kandungan NH₄⁺ yang tersedia dalam tanah semakin menurun.

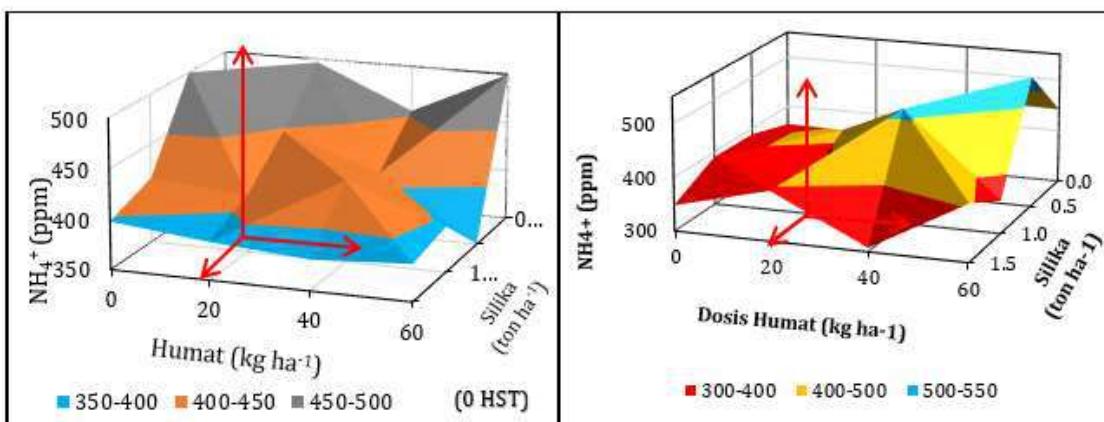


Gambar 7.4.5. Pengaruh Dosis Silika Terhadap Kadar N-NH₄⁺ Tanah pada 0 MST dan 15 MST



Gambar 8.4.6 Hubungan Dosis Asam Humat Terhadap N-NH₄⁺ Tanah

Gambar 4.6. menunjukkan bahwa dosis silika sebagai amelioran tanah berpasir berkorelasi negatif sangat nyata pada penurunan kadar N-NH₄⁺ tanah. Hal ini terlihat, setiap peningkatan satu satuan dosis silika, kadar N-NH₄⁺ menurun sebesar 55.106 satuan. Pada 15 HST, pemberian dosis silika sampai 1.5 toh ha⁻¹ menyebabkan penurunan kadar N-NH₄⁺ tanah sangat nyata sebesar 78.18 satuan pada setiap penambahan satu satuan dosis silika. Penurunan ini diduga Silika dalam bentuk Si(OH)₄ pada lingkungan basa akan berubah menjadi Si(OH)₃O⁻ dan melepaskan H₂O (Tan, 1982). Sedangkan Si(OH)₃O⁻ akan mengikat N-NH₄⁺ akibatnya jumlah NH₄⁺ yang ada dalam larutan tanah menurun. Sebaliknya pada 15 HST, pemberian dosis asam humat justru meningkatkan kadar N-NH₄⁺ tanah secara nyata ($R^2= 0.905^*$) sebesar 1.1765 satuan setiap penambahan dosis satu satuan asam humat. Hal ini diduga bahwa penambahan asam humat ke tanah pasir akan menyebabkan silika terikat oleh asam humat dan membebaskan N-NH₄⁺ ke larutan tanah.



Gambar 9.4.7. Pengaruh Interaksi Silika dan Asam Humat Terhadap Kadar N-NH₄⁺

Gambar 4.7. Menjelaskan interaksi amelioran Silika dan asam humat memberikan interaksi yang nyata pada kadar N-NH₄⁺ tanah. Pada 0 HST, kombinasi pemberian silika 0.5 ton ha⁻¹ dan humat 0 kg ha⁻¹ menunjukkan kadar N-NH₄⁺ teringgi yaitu 543.10 ppm. Sedangkan kombinasi silika 0.5 ton ha⁻¹ dan asam humat 60 kg ha⁻¹ memberikan nilai terendah pada kadar N-NH₄⁺ sebesar 350.70 ppm dan rata-rata kombinasi dosis silika dan asam humat pada N-NH₄⁺ sebesar 427.82 ppm. Pada 15 HST, interaksi silika dan asam humat menunjukkan pengaruh nyata pada peningkatan kadar N-NH₄⁺ tanah. Dosis silika 0.5 ton ha⁻¹ dan asam humat 60 kg ha⁻¹ memberikan interaksi tertinggi pada N-NH₄⁺ tanah sebesar 547.42 ppm dan kombinasi silika 1.5 ton ha⁻¹ dan asam humat 40 kg ha⁻¹ memberikan nilai terendah yakni 307.43 ppm, dengan rata-rata kadar N-NH₄⁺ tanah sebesar 398.74 ppm.

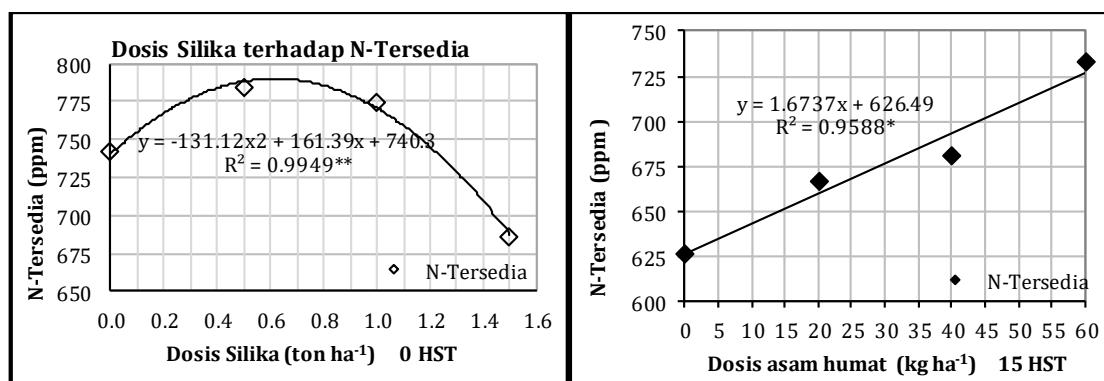
4.4. Nitrogen Tersedia

Kandungan Nitrogen tersedia merupakan gabungan dari Nitrat, Amonium, dan Nitrogen –organik tanah. Dalam penelitian ini hanya kami analisa kandungan nitrat dan amonium tanah. Nutrisi Nitrogen diserap tanaman dalam bentuk NO₃⁻ dan NH₄⁺. Kedua bentuk tersebut sering disebut bentuk N-Tersedia Tanah yang segera diserap tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dalam tubuh tanaman nitrogen dibutuhkan untuk pembentukan klorofil, protein dan asam amino. Besarnya kandungan N-tersedia dalam tanah karena pengaruh interaksi penambahan dosis silika dan asam humat disajikan dalam tabel 4.3. dibawah.

Table 5.4.3 Perlakuan Silika dan Humat pada N-Tersedia Tanah umur 0 HST dan 15 HST

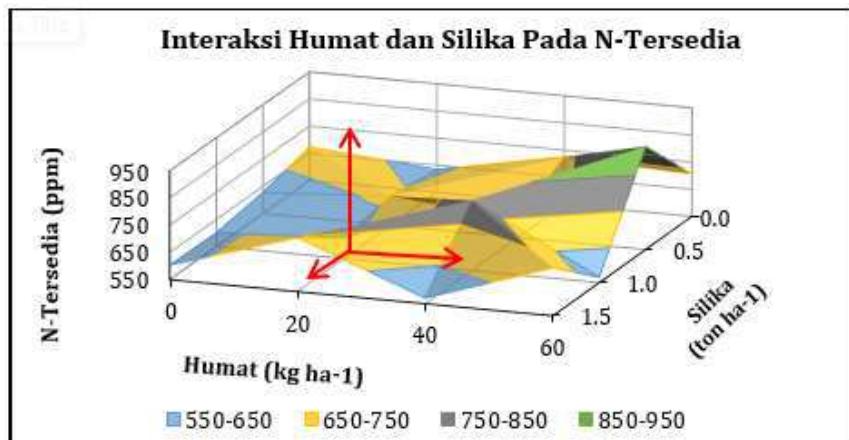
Perlakuan	0 HST		15 HST	
	Rerata	BNJ 5%	Rerata	BNJ 5%
S0H0	729.91	641.62	673.47	621.27
S0H1	821.59	733.31	634.44	582.24
S0H2	676.38	588.10	725.13	672.93
S0H3	738.23	649.94	706.96	654.76
S1H0	896.02	807.73	626.9	574.66
S2H0	818.00	729.71	658.1	605.91
S3H0	765.98	677.70	619.0	566.82
S1H1	658.11	569.82	929.8	877.56
S1H2	745.54	657.25	601.56	549.36
S1H3	798.04	709.75	624.90	572.70
S2H1	778.73	690.45	808.19	755.99
S2H2	774.73	686.44	569.93	517.73
S2H3	677.62	589.33	603.51	551.31
S3H1	674.58	586.30	748.49	696.29
S3H2	660.36	572.07	570.94	518.74
S3H3	731.98	643.69	725.94	673.74

Tabel 4.3 dan gambar 4.8 menunjukkan bahwa penambahan dosis silika meningkatkan jumlah N-Tersedia pada 0 HST secara nyata, sedangkan pada 15 HST silika tidak berpengaruh nyata. Sebaliknya penambahan asam humat pada 0 MST tidak berpengaruh nyata pada N-Tersedia dan berpengaruh sangat nyata pada N-Tersedia pada 15 HST. Dari tabel 4.3 terlihat bahwa pada 0 MST, pemberian dosis silika 0.5 ton ha⁻¹ dan 0 kg ha⁻¹ asam humat menerikan nilai N-tersedia tertinggi yaitu 896.02 ppm serta dosis silika 0.5 ton ha⁻¹ dan asam humat 20 kg ha⁻¹ memberikan nilai terendah yaitu 658.11 ppm. Sedangkan pada 15 HST, dosis silika 0.5 ton ha⁻¹ dan asam humat 20 kg ha⁻¹ memberikan nilai N-tersedia tertinggi yakni 929.8 ppm dan dosis silika 1.0 ton ha⁻¹ dan asam humat 40 kg ha⁻¹ memberikan N-tersedia paling rendah yaitu 569.93 ppm.



Gambar 10. 4.8. Pengaruh Silika dan Asam Humat Terhadap N-Tersedia

Gambar 4.8 juga menunjukkan hubungan dosis silika dengan N-tersedia tanah secara kuadratik dan sangat nyata pada 0 HST. Sedangkan pada 15 HST penambahan dosis asam humat nyata secara linier menaikkan kadar N-tersedia tanah. Penambahan silika satu satuan akan menurunkan N-tersedia sebesar 161.39 satuan sedangkan penambahan asam humat satu satuan akan menaikkan N-tersedia tanah sebesar 1.6737 satuan.



Gambar 11..4.9. Pengaruh Silika dan Asam Humat Terhadap N-Tersedia

Gambar 4.9 memperlihatkan hubungan interaksi antara dosis silika dan asam humat pada 15 HST secara sangat nyata. Penambahan dosis silika 0.5 ton ha^{-1} yang diikuti dengan penambahan dosis asam humat 20 kg ha^{-1} memberikan penambahan N-tersedia paling tinggi yaitu 929.8 ppm. Peningkatan ini disebabkan silika yang ditambahkan pada tanah berpasir akan memurunkan jumlah NH_4^+ dan meningkatkan NO_3^- , sedangkan penambahan sam humat akan meningkatkan NH_4^+ dan NO_3^- dalam larutan.

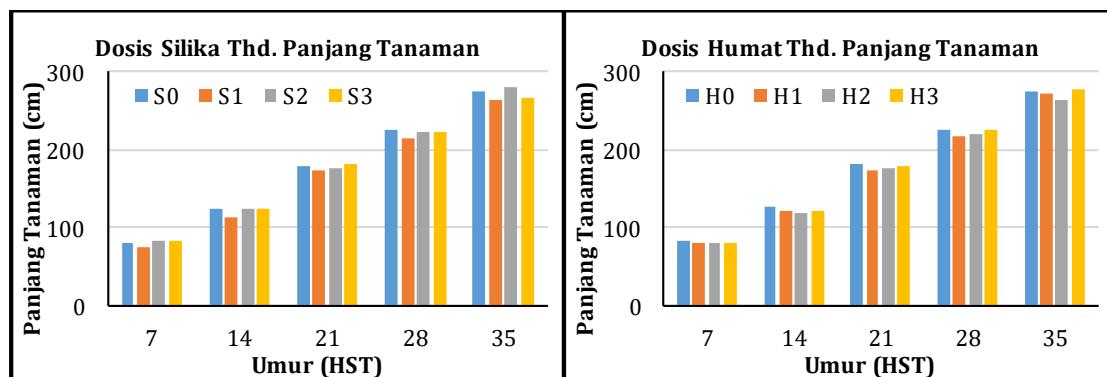
4.5. Panjang Tanaman Padi

Parameter pertumbuhan yang umum digunakan sebagai indikator pembuktian penelitian sifat-sifat tanah adalah panjang tanaman, tinggi tanaman, banyaknya anakan dan berat basah “root” dan “Shoot”. Pengaruh dosis silika dan asam humat pada panjang tanaman diamati pada tanaman umur 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 35 HST disajikan dalam tabel 4.4 dibawah.

Tabel 4.4 menunjukkan rata-rata panjang tanaman pada 7 HST sampai dengan 35 HST berturut-turut adalah 26.95 cm, 40.54 cm, 9.01 cm, 73.83 cm dan 90.01 cm. Hasil analisis varian (Anova) pada penjang tanaman sampai 35 HST belum memperlihatkan hasil yang nyata. Ini berarti bahwa pertambahan panjang tanaman dari minggu ke minggu pertambahannya relatif sama.

Table 6.4.4. Perlakuan Amelioran pada Rata-rata Panjang Tamanan Padi Umur 7 MST s/d 35 MST

Perlakuan	Panjang Tanaman Padi (cm)									
	7 HST	BNJ 5%	14 HST	BNJ 5%	21 HST	BNJ 5%	28 HST	BNJ 5%	35 HST	BNJ 5%
S0H0	28.13	37.27	43.57	58.49	59.50	74.47	75.20	92.85	86.77	104.60
S0H1	28.27	37.41	43.00	57.92	58.13	73.10	75.87	93.52	94.40	112.24
S0H2	27.97	37.11	42.03	56.96	60.77	75.73	75.73	93.38	93.03	110.87
S0H3	24.70	33.84	36.87	51.79	59.07	74.03	73.50	91.15	93.30	111.14
S1H0	25.53	34.67	38.43	53.36	59.77	74.73	74.77	92.42	91.67	109.50
S2H0	30.40	39.54	46.30	61.22	60.57	75.53	75.87	93.52	96.50	114.34
S3H0	26.57	35.71	40.37	55.29	62.37	77.33	74.23	91.88	90.23	108.07
S1H1	24.90	34.04	36.67	51.59	56.60	71.57	69.67	87.32	90.00	107.84
S1H2	22.93	32.07	36.43	51.36	56.10	71.07	68.73	86.38	80.47	98.30
S1H3	26.33	35.47	39.20	54.12	58.50	73.47	73.57	91.22	88.67	106.50
S2H1	25.27	34.41	38.67	53.59	55.40	70.37	68.83	86.48	90.00	107.84
S2H2	26.10	35.24	37.90	52.82	56.00	70.97	70.17	87.82	87.23	105.07
S2H3	29.37	38.51	42.90	57.82	62.67	77.63	82.23	99.88	100.57	118.40
S3H1	28.37	37.51	42.50	57.42	59.63	74.60	74.70	92.35	88.73	106.57
S3H2	29.57	38.71	41.67	56.59	61.27	76.23	77.67	95.32	91.77	109.60
S3H3	26.83	35.97	42.10	57.02	57.80	72.77	70.57	88.22	86.47	104.30



Gambar 12.4.10. Amelioran Silika dan Humat Terhadap Panjang Tanaman Padi (cm)

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa bertambahnya umur tanaman, sangat nyata menambah panjang tanaman secara linier. Hal ini menunjukkan bertambahnya umur tanaman kemampuan tanaman untuk menyerap hara/nutrisi kedalam tanah makin meningkat yang diikuti oleh peningkatan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan bagian tanaman yang diatas tanah ("Shoot"), sebanding dengan pertambahan panjang bagian akar ("Root"). Penambahan panjang akar akan meningkatkan jalur akar untuk mendapatkan hara/nutrisi yang dibutuhkan baik secara difusi maupun intersepsi. Amelioran silika akan mengikat NH_4^+ dalam tanah dan dapat diambil oleh akar secara intersepsi, sedangkan amelioran asam humat akan meningkatkan luas permukaan jaringan tanah, sehingga banyak NH_4^+ dan NO_3^- yang dapat ditahan tanah dari faktor-faktor penyebab kehilangan kedua ion tersebut dalam tanah, serta meningkatkan serapan kedua ion tersebut oleh tanaman.

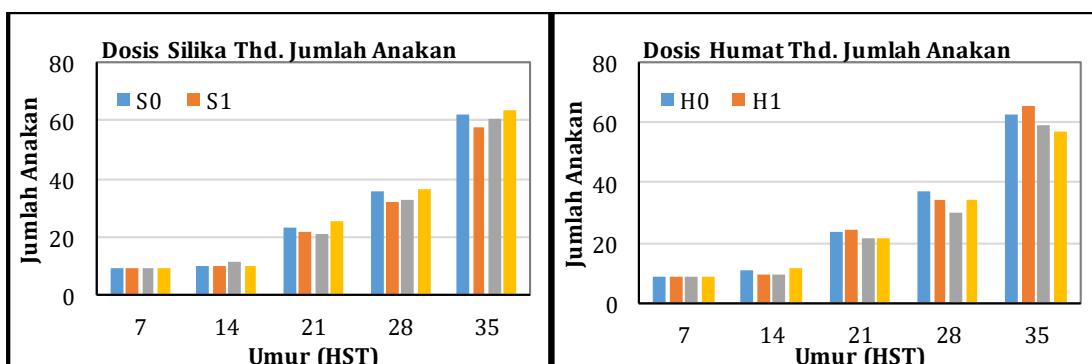
4.5. Jumlah Anakan Padi

Pengaruh dosis silika dan asam humat pada jumlah anakan padi diamati pada tanaman umur 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 35 HST disajikan dalam tabel 4.5 dibawah.

Tabel 4.5 menunjukkan rata-rata jumlah anakan tanaman padi pada 7 HST sampai dengan 35 HST berturut-turut adalah 3.0, 3.5, 7.6 cm, 11.4 dan 20.4. Hasil analisis varian (Anova) pada jumlah anakan tanaman padi sampai 35 HST belum memperlihatkan hasil yang nyata. Ini berarti bahwa pertambahan jumlah anakan tanaman dari minggu ke minggu pertambahannya relatif sama.

Table 7.4.5. Perlakuan Amelioran pada Jumlah Anakan Padi Umur 7 MST s/d 35 MST

Perlakuan	Jumlah Anakan Padi							
	7 HST	BNJ 5%	14 HST	BNJ 5%	21 HST	BNJ 5%	28 HST	BNJ 5%
S0H0	3.0	3.0	3.7	5.9	9.7	18.2	14.3	26.6
S0H1	3.0	3.0	3.0	5.2	8.0	16.6	11.7	23.9
S0H2	3.0	3.0	3.7	5.9	7.3	15.9	11.7	23.9
S0H3	3.0	3.0	3.3	5.6	5.7	14.2	9.7	21.9
S1H0	3.0	3.0	3.0	5.2	6.0	14.6	10.3	22.6
S2H0	3.0	3.0	4.0	6.2	8.3	16.9	12.7	24.9
S3H0	3.0	3.0	3.7	5.9	7.3	15.9	12.7	24.9
S1H1	3.0	3.0	3.0	5.2	8.0	16.6	11.3	23.6
S1H2	3.0	3.0	3.3	5.6	7.3	15.9	9.3	21.6
S1H3	3.0	3.0	4.0	6.2	8.0	16.6	11.7	23.9
S2H1	3.0	3.0	3.3	5.6	6.7	15.2	9.7	21.9
S2H2	3.0	3.0	3.0	5.2	7.3	15.9	10.3	22.6
S2H3	3.0	3.0	4.7	6.9	5.3	13.9	10.7	22.9
S3H1	3.0	3.0	3.7	5.9	9.7	18.2	13.3	25.6
S3H2	3.0	3.0	3.0	5.2	6.7	15.2	9.0	21.2
S3H3	3.0	3.0	3.0	5.2	10.0	18.6	14.0	26.2



Gambar 13.4.11. Amelioran Silika dan Humat Terhadap Jumlah Anakan Padi (cm)

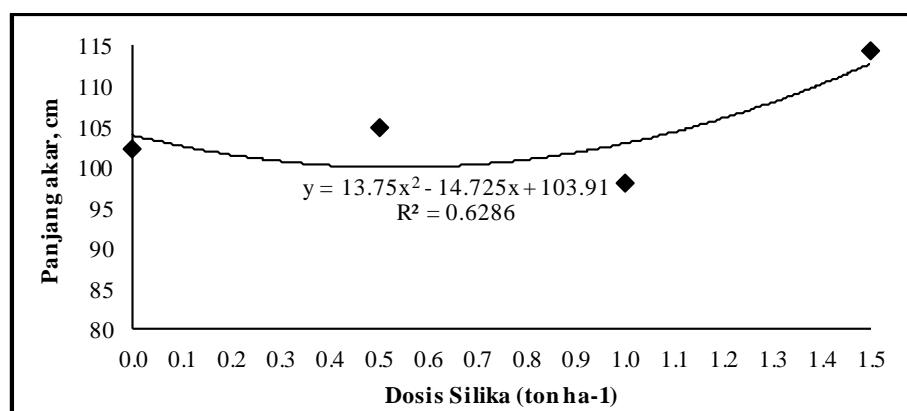
Gambar 4.11. menunjukkan bahwa bertambahnya umur tanaman, belum nyata menambah jumlah anakan tanaman padi secara linier. Hal ini mnunjukkan bertambahnya umur tanaman kemampuan tanaman untuk menyerap hara/nutrisi dalam tanah makin meningkat yang diikuti oleh peningkatan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan bagian tamanan yang dibawah tanah (“Root”), sebanding dengan

pertambahan panjang bagian yang diatas tanah ("Shoot"). Penambahan panjang akar akan meningkatkan jelajah akar untuk mendapatkan hara/nutrisi yang dibutuhkan baik secara difusi maupun intersepsi. Amelioran silika akan mengikat NH_4^+ dalam tanah dan dapat diambil oleh akar secara intersepsi, sedangkan amelioran asam humat akan meningkatkan luas permukaan jerapan tanah, sehingga banyak NH_4^+ dan NO_3^- yang dapat ditahan tanah dari faktor-faktor penyebab kehilangan kedua ion tersebut dalam tanah, serta meningkatkan serapan kedua ion tersebut oleh tanaman untuk meningkatkan jumlah anakan tanaman.

Asam humat dan silika mempengaruhi ketersediaan Nitrogen tanah, namun besarnya ketersediaan ditentukan oleh komposisi dan dosis yang diberikan. Kdar Si 0.5 ton /ha dan asam humat 20-40 kg/ha sudah bisa memberikan hasil yang baik. Peningkatan pemberian asam humat 60 kg/ha dan silika hingga 1.5 ton/ha menghasilkan anakan terbanyak dibanding perlakuan lainnya pada 15 HST. Pengaruh pembeian silika nyata terhadap klorofil daun dibanding asam humat. Hal tersebut sesuai dengan pendapat peneliti bahwa Silika berfungsi membantu memperbaiki sel tanaman. Meskipun asam humat juga mengandung nitripen, namun jumlahnya kecil sekali sehingga perannya terhadap klorofil kurang nyata.

4.6. Panjang Akar Padi

Panjang akar tanaman padi berubah bervariasi tergantung macam amelioran yang ditambahkan. Hanya perlakuan silika yang bisa mempengaruhi panjang padi (Gambar 12).



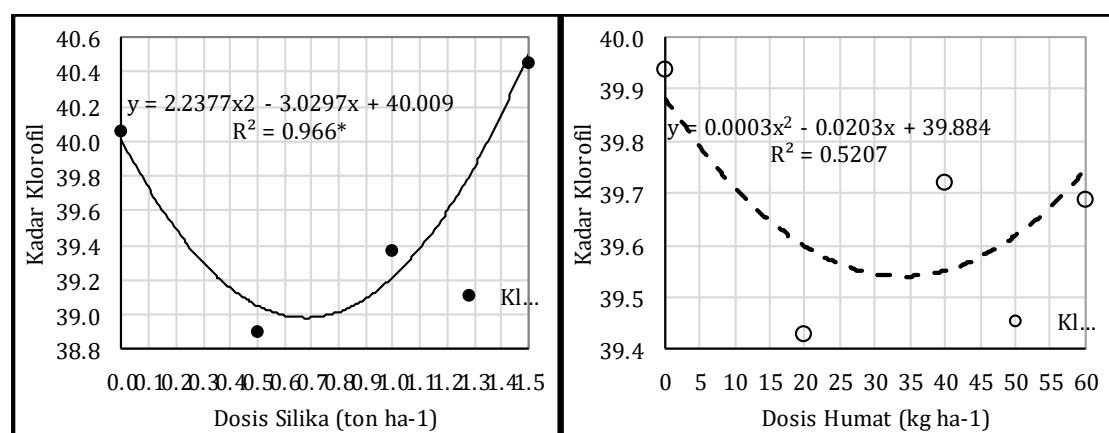
Gambar 14.4.12. Pengaruh Amelioran Silika pada Panjang Akar Padi

4.7. Kadar Klorofil Padi

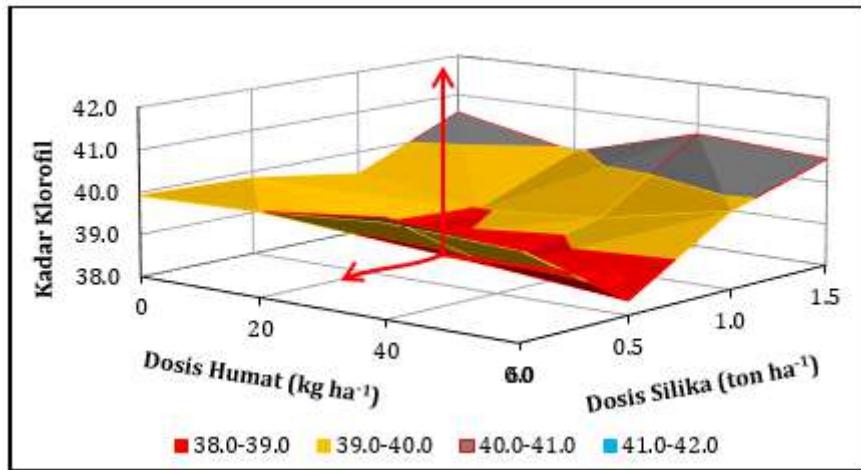
Kadar klorofil tanama padi meningkat sejalan dengan penambahan dosis asam humat dan silika (Tabel 7).

Table 8.4.6. Pengaruh Amelioran humat-silikat terhadap Klorofil Padi

Perlakuan	Rerata	BNJ 5%	
S1H3	38.33	38.56	a
S1H2	38.61	38.84	ab
S1H1	38.84	39.06	abc
S2H1	38.97	39.20	abc
S2H2	39.21	39.44	abc
S2H0	39.45	39.67	abc
S2H3	39.83	40.05	bc
S1H0	39.84	40.06	bc
S0H0	39.92	40.15	bc
S3H1	39.93	40.16	c
S0H1	39.99	40.21	c
S0H3	40.03	40.26	c
S0H2	40.29	40.52	d
S3H0	40.55	40.78	e
S3H3	40.56	40.78	e
S3H2	40.76	40.99	e



Gambar 15.4.13. Pengaruh Amelioran Silika dan humat terhadap Kadar Klorofil



Gambar 16.4.14. Interaksi Silika dan Humat pada Kadar Klorofil Padi

4.2 Pembahasan

Asam humat dan silika mempengaruhi ketersediaan Nitrogen tanah dan pertumbuhan tanaman (klorofil daun, panjang tanaman, panjang akar). Namun besarnya hasil sangat ditentukan oleh komposisi dan dosis yang diberikan. Ada interaksi antara asam humat dan silikat terhadap hasil. Dosis Si 0.5 ton /ha dan asam humat 20-40 kg/ha memberikan hasil yang baik. Peningkatan pemberian asam humat 60 kg/ha dan silika hingga 1.5 ton/ha menghasilkan anakan terbanyak dibanding perlakuan lainnya pada 15 HST.

Pembeian silika nyata meningkatkan kadar klorofil daun lebih banyak dibanding asam humat. Hal tersebut sesuai dengan pendapat peneliti bahwa Silika berfungsi membantu memperbaiki sel tanaman. Meskipun asam humat juga mengandung nitrogen, namun jumlahnya kecil sekali sehingga perannya terhadap klorofil kurang nyata.

Kadar N-tersedia tanah meningkat sejalan dengan penambahan asam humat dan sebaliknya untuk perlakuan silikat. Penambahan kadar N akibat penambahan asam humat diduga dalam strukur asam humat mengandung gugus amina sehingga akan menyumbangkan kadar Nitrogen tanah. Turunnya kadar N pada perlakuan silika diduga adanya penjerapan nitrat oleh struktur silikat atau terlepasnya NH₄ karena bermuatan sama dengan silika.

Ada interaksi silika 1.5 tno/ha dan humat 40 kg/ha meningkatkan kandungan klorofil daun paling tinggi. kedua bahan diduga mampu bersinergi terhadap kandungan N tanah sehingga jika N tersedia diuptake akar tanaman dan dimanfaatkan untuk membentuk struktur klorofil, menyebabkan kadar klorofil daun tanaman meningkat. Jika

diamati secara terpisah, pengaruh silika sedikit lebih dominan dibanding asam humat terhadap klorofil.

Klorofil atau zat hijau daun adalah pigmen yang dimiliki oleh berbagai organisme dan menjadi salah satu molekul berperan utama dalam fotosintesis. Klorofil memberi warna hijau pada daun tumbuhan hijau selain kelompok lainnya. Klorofil menyerap cahaya merah, biru, dan ungu, serta memantulkan cahaya hijau dan sedikit kuning, sehingga mata manusia memvisualisasikan sebagai warna hijau. Klorofil dihasilkan dan terisolasi pada plastida yang disebut kloroplas.. Klorofil memiliki rumus kimia dan panjang gelombang cahaya yang diserapnya berbeda. Meskipun bervariasi, semua klorofil memiliki struktur kimia yang mirip, terdiri dari porfirin tertutup (siklik), suatu tetrapirol, dengan ion magnesium di pusatnya dan "ekor" terpena. Kedua gugus ini adalah kromofor ("pembawa warna") dan berkemampuan mengeksitasi elektron apabila terkena cahaya pada panjang gelombang tertentu. Tumbuhan darat dapat membuat makanannya sendiri dengan bantuan cahaya matahari sehingga menjadi organisme autotrof. Jadi keberadaan ion Magnesium dalam tanah sangat mendukung terbentuknya klorofil. Klorofil dan fotosintesis adalah sesuatu yang sangat berhubungan karena klorofil sangat penting untuk fotosintesis, yang memungkinkan tanaman untuk menyerap energi dari cahaya.

Molekul klorofil secara khusus diatur di dalam dan sekitar fotosistem yang tertanam dalam membran tilakoid kloroplas. Pada bagian ini, klorofil memiliki dua fungsi utama. Fungsi dari sebagian besar klorofil (sampai beberapa ratus molekul per fotosistem) adalah untuk menyerap cahaya dan mentransfer energi cahaya melalui transfer energi resonansi ke sepasang klorofil khusus di pusat reaksi fotosistem.

Kedua saat diterima fotosistem unit fotosistem II dan fotosistem I, yang memiliki klorofil sendiri pusat reaksi yang berbeda, bernama P680 dan P700, masing-masing. Pigmen ini dinamai panjang gelombang (dalam nanometer) merah-puncak maksimum penyerapan mereka . Sifat identitas, fungsi dan spektral dari jenis klorofil di setiap fotosistem yang berbeda dan ditentukan oleh satu sama lain dan struktur protein yang mengelilingi mereka. Setelah diambil dari protein ke dalam pelarut (seperti aseton atau metanol).

Fungsi dari klorofil pusat reaksi adalah dengan menggunakan energi yang diserap oleh dan dipindahkan ke sana dari pigmen klorofil lainnya di fotosistem untuk menjalani pemisahan muatan, reaksi redoks tertentu di mana klorofil menyumbangkan elektron ke

dalam serangkaian intermediet molekul yang disebut rantai transpor elektron. Reaksi dibebankan pusat klorofil ($P680+$) yang kemudian dikurangi kembali ke keadaan dasar dengan menerima elektron. Dalam fotosistem II, elektron yang mengurangi $P680 +$ akhirnya berasal dari oksidasi air menjadi O_2 dan H^+ melalui intermediet beberapa. Reaksi ini adalah bagaimana organisme fotosintetik seperti tanaman menghasilkan gas O_2 , dan merupakan sumber untuk hampir semua O_2 di atmosfer bumi. Fotosistem I biasanya bekerja secara seri dengan fotosistem II, sehingga $+ P700$ dari fotosistem I biasanya berkurang, melalui intermediet banyak dalam membran tilakoid, oleh elektron akhirnya dari fotosistem II. Reaksi transfer elektron dalam membran tilakoid yang kompleks, bagaimanapun, dan sumber elektron yang digunakan untuk mengurangi $P700 +$ dapat bervariasi.

Aliran elektron dihasilkan oleh pigmen reaksi pusat klorofil digunakan untuk antar-jemput $H +$ ion melintasi membran tilakoid, menyiapkan potensi kemiosmotik digunakan terutama untuk menghasilkan ATP energi kimia, dan elektron-elektron pada akhirnya mengurangi $+ NADP$ ke $NADPH$, reduktor universal yang digunakan untuk mengurangi Karbon dioksida menjadi gula serta pengurangan biosintesis lainnya.

Reaksi pusat klorofil-protein kompleks mampu langsung menyerap cahaya dan melakukan kegiatan tanpa biaya pemisahan pigmen klorofil lain, tetapi salib penyerapan bagian (kemungkinan menyerap foton di bawah intensitas cahaya yang diberikan) kecil. Dengan demikian, klorofil yang tersisa di fotosistem dan kompleks antena protein pigmen yang berhubungan dengan fotosistem semua kooperatif menyerap dan menyalurkan energi cahaya ke pusat reaksi. Selain klorofil, terdapat pigmen lain, yang disebut dengan pigmen aksesoris, yang terjadi dalam protein kompleks pigmen antena.^[5] Sebuah siput laut hijau, *Elysia chlorotica*, telah ditemukan untuk menggunakan klorofil untuk dimakan dan melakukan fotosintesis untuk dirinya sendiri.^[2] Proses ini dikenal sebagai kleptoplasty, dan tidak ada hewan lainnya yang memiliki kemampuan ini. Klorofil berperan pada fotosintensis bersifat autotrof karena dapat membuat makanan sendiri.

Bagian lain dari sistem fotosintesis tanaman hijau masih memungkinkan untuk menggunakan spektrum cahaya hijau (misalnya, melalui struktur daun-perangkap cahaya, karotenoid, dan lain-lain). Tanaman hijau tidak menggunakan sebagian besar dari spektrum yang terlihat seefisien mungkin. Sebuah pabrik hitam dapat menyerap lebih banyak radiasi, dan ini bisa menjadi sangat berguna, jika panas tambahan yang

diproduksi secara efektif dibuang (misalnya, beberapa tanaman harus menutup bukaan mereka, yang disebut stomata, pada hari-hari panas untuk menghindari kehilangan terlalu banyak air, yang meninggalkan konduksi hanya, konveksi, dan radiasi panas-rugi sebagai solusi). Pertanyaannya mengapa menjadi molekul menyerap cahaya hanya digunakan untuk kekuasaan pada tanaman hijau dan tidak hanya hitam.

Shil DasSarma, ahli genetika mikroba di Universitas Maryland, telah menunjukkan bahwa spesies arkea lakukan menggunakan molekul lain menyerap cahaya, retina, untuk mengekstrak listrik dari spektrum hijau. Dia menggambarkan pandangan beberapa ilmuwan bahwa seperti hijau-menyerap cahaya archaea pernah mendominasi lingkungan bumi. Ini bisa meninggalkan membuka "niche" untuk organisme hijau yang akan menyerap panjang gelombang lain dari sinar matahari. Ini hanya kemungkinan, dan Berman menulis bahwa para ilmuwan masih belum yakin dari penjelasan satu.

Jumlah anakan padi tidak berbeda nyata pada perlakuan asam humat dibanding silika, kare sumber utama perkembangan akr adalah fosfor yang tidak dimiliki atau tidak didukung oleh kedua amelioran tersebut.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian unggulan program studi agroteknologi dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian menghasilkan produk berupa alat ekstraksi asam humat dengan spesifikasi Voltase 220 – 240 V, Frekuensi 50 Hz, Kecepatan putar 1380 rpm, daya 450 VA, kapasitas tangki 30 kg bahan organik, Lama pengadukan 6 jam x 3 (18 jam)
2. Aplikasi asam humat dan silika (Hasil ekstraksi dari alat yang dihasilkan) pada tanah berpasir ketersediaan N (NH_4^+ dan NO_3^-) meningkat sangat nyata secara linier.
3. Peningkatan ketersediaan N, juga diikuti peningkatan secara linier panjang tanaman dan jumlah anakan tanaman padi secara nyata pada umur 35 HST.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, tim peneliti menyarankan:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan yang mencampur pemberian silika dan asam humat untuk jenis-jenis komoditas tanaman pangan dan hortikultura.
2. Memformulasikan kombinasi asam humat dan silika sebagai amelioran pada tanah-tanah yang memiliki kadar liat rendah.

REFERENSI

- Agung, G. F., Hanafie Sy, M. R., & Mardina, P. (2013). Ekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi Dengan Pelarut Koh. *Jurnal Konversi UNLAM*, 2(1), 28–31. <https://doi.org/10.20527/k.v2i1.125>
- Ahadiyanto. (2009). Aktivitas Reduksi Nitrat Bakteri Amonifikasi Disimilatif pada Sumber Karbon Berbeda. *Tesis*, 73.
- Ali, M., & Mindari, W. (2016). Effect of humic acid on soil chemical and physical characteristics of embankment. *MATEC Web of Conferences*, 58. <https://doi.org/10.1051/matecconf/20165801028>
- Alsaedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T., El-Garawany, M., Elhawat, N., & Al-Otaibi, A. (2019). Silica nanoparticles boost growth and productivity of cucumber under water deficit and salinity stresses by balancing nutrients uptake. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139(December 2018), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.03.008>
- Amrullah, Sopandie, D., & Junaedi, A. (2014). Peningkatan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa L.*) melalui pemberian nano silika. *Pangan*, 23(1), 17–32.
- Araújo, B. R., Romão, L. P. C., Doumer, M. E., & Mangrich, A. S. (2017). Evaluation of the interactions between chitosan and humics in media for the controlled release of nitrogen fertilizer. *Journal of Environmental Management*, 190, 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.059>
- Atikah, T. A. (2013). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Ungu Varietas Yumi F1 dengan Pemberian berbagai Bahan Organik dan Lama Inkubasi pada Tanah Berpasir. *Anterior Jurnal*, 12(2), 6–12.
- Atmaja. (2017). Pengaruh Uji Minus One Test Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Mentimun. *Jurnal Logika*, XIX(1), 63–68. file:///C:/Users/User/Downloads/fvm939e.pdf
- Balittanah. (2009). *Petunjuk Teknis Edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*.
- Bijay, S., Yadvinder, S., Khind, C. S., & Meelu, O. P. (1991). Leaching losses of urea-N applied to permeable soils under lowland rice. *Fertilizer Research*, 28(2), 179–184. <https://doi.org/10.1007/BF01049748>
- BPS. (2020). Statistik Luas Panen dan Produksi Padi. *Luas Panen Dan Produksi Padi Di Jawa Timur 2020*, 83, 1–12.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Caroline, J., & Moa, G. A. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (*Echinodorus palaefolius*) Pada Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 10(3), 733–744.

- Cassman, K. G., Dobermann, A., & Walters, D. T. (2002). Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.2.132>
- Coasne, B., Galarneau, A., Di Renzo, F., & Pellenq, R. J. M. (2010). Molecular simulation of nitrogen adsorption in nanoporous silica. *Langmuir*, 26(13), 10872–10881. <https://doi.org/10.1021/la100757b>
- Delsiyanti, Widjajanto, D., & Rajamuddin, U. A. (2016). Sifat Fisik Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Desa Oloboju Kabupaten Sigi. *E-J. Agrotekbis*, 4(3), 227–234.
- Greger, M., Landberg, T., & Vaculík, M. (2018). Silicon influences soil availability and accumulation of mineral nutrients in various plant species. *Plants*, 7(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/plants7020041>
- Haridjaja, O., Baskoro, D. P. T., & Setianingsih, M. (2013). Perbedaan Nilai Kadar Air Kapasitas Lapang Berdasarkan Metode Alhricks, Drainase Bebas, Dan Pressure Plate Pada Berbagai Tekstur Tanah Dan Hubungannya Dengan Pertumbuhan Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.). *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 15(2), 52. <https://doi.org/10.29244/jitl.15.2.52-59>
- Hasibuan, A. (2015). Pemanfaatan Bahan Organik dalam Perbaikan Beberapa Sifat Tanah Pasir Pantai Selatan Kulon Progo. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 3(1), 31–40. <https://doi.org/10.18196/pt.2015.037.31-40>
- Hermanto, D., Dharmayani, N., Kurnianingsih, R., & Kamali, S. (2013). Pengaruh Asam Humat Sebagai Pelengkap Pupuk Terhadap Ketersediaan dan Pengambilan Nutrien pada Tanaman Jagung di Lahan Kering Kec.Bayan-NTB. *Il*, 16(2), 28–41.
- Ismillayli, N., Kamali, S. R., Hamdiani, S., & Hermanto, D. (2019). Humat Acid Interaction With Urea, Sp36 And KCL Solutions And Its Effect On Fertilizer Efficiency. *Pijar MIPA*, 14(1), 77–81. <https://doi.org/10.29303/jpm.v14.i1.815>
- Kalapathy, U., Proctor, A., & Shultz, J. (2001). A simple method for production of pure silica from rice hull ash. *Fuel and Energy Abstracts*, 42(1), 45. [https://doi.org/10.1016/s0140-6701\(01\)80487-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6701(01)80487-2)
- Kaya, E. (2018). Pengaruh Kompos Jerami Dan Pupuk NPK Terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan, Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Agrologia*, 2(1), 43–50. <https://doi.org/10.30598/a.v2i1.277>
- Kristanto, B. A. 2018. Aplikasi Silika Untuk Pengelolaan Kesuburan Tanah Dan Peningkatan Produktivitas Padi Secara Berkelaanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan, Ketahanan, Dan Keamanan Pangan*, 102–109.
- Kurama, S., & Kurama, H. (2008). The reaction kinetics of rice husk based cordierite ceramics. *Ceramics International*, 34(2), 269–272. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2006.09.017>
- Liu, D., Huang, Z., Men, S., Huang, Z., Wang, C., & Huang, Z. (2019). Nitrogen and phosphorus adsorption in aqueous solutions by humic acids from weathered coal: Isotherm, kinetics and thermodynamic analysis. *Water Science and Technology*, 79(11), 2175–2184. <https://doi.org/10.2166/wst.2019.218>

- Lumbanraja, P. (2015). Perbaikan Kapasitas Pegang Air Dan Kapasitas Tukar Kation. *Perbaikan Kapasitas Pegang Air Dan Kapasitas Tukar Kation Tanah Berpasir Dengan Aplikasi Pupuk Kandang Pada Ultisol Simalingkar*, 2(1), 53–67.
- Lumbanraja, P., & Harahap, E. M. (2015). Perbaikan Kapasitas Pegang Air Dan Kapasitas Tukar Kation Tanah Berpasir dengan Aplikasi Pupuk Kandang pada Ultisol Simalingkar. *Jurnal Pertanian Tropik*, 2(1), 53–67.
- Mahmood, Y. A., Ahmed, F. W., Juma, S. S., & Al-Arazah, A. A. A. (2019). Effect of solid and liquid organic fertilizer and spray with humic acid and nutrient uptake of nitrogen, phosphorus and potassium on Growth, Yield of Cauliflower. *Plant Archives*, 19, 1504–1509.
- Marlina, M., Setyono, S., & Mulyaningsih, Y. (2017). PENGARUH UMUR BIBIT DAN JUMLAH BIBIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL PANEN PADI SAWAH (*Oryza sativa*) VARIETAS CIHERANG. *Jurnal Pertanian*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.30997/jp.v8i1.638>
- Mawardiana, Sufardi, & Edi, H. (2013). Pengaruh Residu Biochar dan Pemupukan NPK terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Padi Musim Tanam Ketiga. *Konservasi Sumber Daya Lahan Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, 1(1), 16–23.
- Mittal, D. (1997). Silica from ash. *Resonance*, 2(7), 64–66. <https://doi.org/10.1007/bf02838592>
- Murtilaksono, K., & Wahyuni, E. D. (2004). Hubungan Ketersediaan Air Tanah Dan Sifat-Sifat Dasar Fisika Tanah. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 6(2), 46–50. <https://doi.org/10.29244/jitl.6.2.46-50>
- Mushtaq, A., Jamil, N., Rizwan, S., Mandokhel, F., Riaz, M., Hornyak, G. L., Najam Malghani, M., & Naeem Shahwani, M. (2018). Engineered Silica Nanoparticles and silica nanoparticles containing Controlled Release Fertilizer for drought and saline areas. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 414(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/414/1/012029>
- Narka, I. W. (2012). Kadar Bahan Organik Tanah pada Tanah Sawah dan Tegalan di Bali serta Hubungannya dengan Tekstur Tanah. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 2(2), 101–107.
- Ningsari, O. (2017). Frekuensi Aplikasi dan Konsentrasi Ekstrak Abu Sekam Berpelarut Asap Cair sebagai Pupuk Silikon terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi. In *Karya Tulis Ilmiah. Program Studi DIII Keperawatan. Fakultas Keperawatan. Universitas Sumatera Utara. Medan*. <http://repository.unimus.ac.id/411/>
- Nwite, J. C., Unagwu, B. O., Okolo, C. C., Igwe, C. A., & Wakatsuki, T. (2019). Improving soil silicon and selected fertility status for rice production through rice-mill waste application in lowland sawah rice field of southeastern Nigeria. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 271–279. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-00299-3>

- Pandey, A. K., Pandey, S. D., & Misra, V. (2000). Stability constants of metal-humic acid complexes and its role in environmental detoxification. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 47(2), 195–200. <https://doi.org/10.1006/eesa.2000.1947>
- Patil, V. N., Pawar, R. B., Patil, A. A., & Pharande, A. L. (2018). *Influence of rice husk ash and bagasse ash as a source of silicon on growth, yield and nutrient uptake of rice* *Influence of rice husk ash and bagasse ash as a source of silicon on growth, yield and nutrient uptake of rice*. December 2017.
- Patti, P. S., Kaya, E., & Silahooy, C. (2013). Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan. *Agrologia*.
- Pettit, E. (2004). *Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid And Humin: Their Importance In Soil Fertility And Plant Health*. 17.
- Piccolo, A., Spaccini, R., Martino, A. De, & Scognamiglio, F. (2019). Chemosphere Soil washing with solutions of humic substances from manure compost removes heavy metal contaminants as a function of humic molecular composition. *Chemosphere*, 225, 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.019>
- Pittarello, M., Busato, J. G., Carletti, P., Sodré, F. F., & Dobbss, L. B. (2019). Dissolved humic substances supplied as potential enhancers of Cu, Cd, and Pb adsorption by two different mangrove sediments. *Journal of Soils and Sediments*. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2158-1>
- Plhák, F. (2003). Nitrogen supply through transpiration mass flow can limit nitrogen nutrition of plants. *Plant, Soil and Environment*, 49(10), 473–479. <https://doi.org/10.17221/4159-pse>
- Putra, G. S., Hartono, A., Anwar, S., & Murtilaksono, K. (2019). Pergerakan dan Pencucian Hara pada Tanah Typic Hapludult di Taman Nasional Bukit Duabelas: Hubungan Kation-anion. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(4), 960–969. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.4.960-969>
- Putro, A. L., & Prasetyoko, D. (2007). Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika Pada Sintesis Zeolit ZSM-5. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 33–36.
- Rahmawati, A. (2011). Isolasi Dan Karakterisasi Asam Humat Dari Tanah Gambut. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 2(1), 117. <https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.2.440>
- Rahmawati, A., & Santoso, S. J. (2013). Studi Adsorpsi Logam Pb(II) Dan Cd(II) Pada Asam Humat Dalam Medium Air. *Alchemy*, 2(1). <https://doi.org/10.18860/al.v0i0.2296>
- Rahmayanti, M., Yunita, E., & Prandini, M. N. (2019). *Isolasi asam humat dari tanah gambut sumatera dan kalimantan dan analisis kandungan gugus fungsionalnya*. 07(02), 132–139.
- Rao, G., Yadav, P. I. P., & Syriac, E. K. (2019). Effect of Various Silicon Sources on Nutrient Uptake in Rice. *Journal of Krishi Vigyan*, 8(1), 76. <https://doi.org/10.5958/2349-4433.2019.00078.3>
- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). Ilmu Kesuburan Tanah. In *Kanisius*.

- Rumanti, I. A., Purwoko, B. S., Dewi, I. S., Aswidinnoor, H., & Satoto, S. (2014). Morfologi Bunga dan Korelasinya terhadap Kemampuan Menyerbuk Silang Galur Mandul Jantan Padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. <https://doi.org/10.21082/jppt.v3n2.2014.p109-115>
- Saptiningsih, E.-. (2012). Peningkatan Produktivitas Tanah Pasir untuk Pertumbuhan Tanaman Kedelai dengan Inokulasi Mikorhiza dan Rhizobium. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2), 58. <https://doi.org/10.14710/bioma.9.2.58-61>
- Schnitzer, M. (1978). The chemistry and reactions of humic substances. *Ecology and Coal Resource Development: Based on the International Congress for Energy and the Ecosystem Held at the University of North Dakota, Grand Forks, North Dakota, 12-16 June 1978*, 807–819. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-8365-4.50109-5>
- Siam, H. S., Abd El-Moez, M., Sh Holah, S., & Abou Zeid, S. (2018). Effect of silicon addition to different fertilizer on yield of rice (*Oryza sativa L.*) plants. I-Macro Nutrients by Different Rice Parts. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 08(01), 177–190. <http://www.curresw.com/mejas/mejas/2018/177-190.pdf>
- Singh, A. K., Singh, R., & Singh, K. (2005). Growth, yield and economics of rice (*Oryza sativa*) as influenced by level and time of silicon application. *Indian Journal of Agronomy*, 50(3), 190–193.
- Siswanto, Mahardika, M. Y., & Maulidi, L. A. (2017). Pupuk Kalium Silika Dengan Proses Kalsinasi Berbasis Batuan Trass Fertilizers of Silica Steam With Calculation. *Jurnal Teknik Kimia*, 11(2), 46–50.
- Sivakumar, K. (2007). *Effect of humic acid on the yield and nutrient uptake of rice*. 44(3), 277–279.
- Soeswanto, B., & Lintang, N. (2016). Pemanfaatan limbah abu sekam padi menjadi natrium silikat. In *Fluida*.
- Stein, L. Y., & Klotz, M. G. (2016). The nitrogen cycle. In *Current Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.021>
- Stevenson, F. J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions - F. J. Stevenson - Google Books* (2nd ed.). Jhon Wiley and Sons.
- Suntari, R., Retnowati, R., & Munir, M. (2013). Study on the Release of N-Available (NH 4 + and NO 3-) of. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(6), 209–219. <https://doi.org/10.5923/j.ijaf.20130306.02>
- Suwardji, Utomo, W. H., & Sukartono. (2012). *Kemantapan Agregat Setelah Aplikasi Biochar Di Tanah Lempung Berpasir Pada Pertanaman Jagung Di Lahan Kering Kabupaten Lombok Utara*. 12(1), 61–68.
- Swastika, D. K. S. (2012). *Teknologi Panen Dan Pascapanen Padi: Kendala Adopsi Dan Kebijakan Strategi Pengembangan*. 10(4), 331–346.
- Tampoma, W. P., Nurmala, T., & Rachmadi, M. (2017). Pengaruh dosis silika terhadap karakter fisiologi dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa L.*) kultivar lokal poso (kultivar 36-Super dan Tagolu). *Kultivasi*. <https://doi.org/10.24198/kltv.v16i2.12612>

- Tan, K. H. (1988). Polymerization of Humic Substances in Natural Environments. In: Humic Matter in Soil and the Environment, Principles and Controversies. In *CRC Press*. <https://doi.org/10.2136/sssaj2015.0004br>
- Tando, E. (2019). Upaya Efisiensi Dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen Dalam Tanah Serta Serapan Nitrogen Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa L.*). *Buana Sains*, 18(2), 171. <https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1190>
- Taroreh, F. L., Karwur, F., & Mangimbulude, J. (2016). Transformasi Nitrogen secara Biologis di Air Panas Sarongsong Kota Tomohon. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1–6.
- Tillman, R. W., Scotter, D. R., Clothier, B. E., & White, R. E. (1991). Solute movement during intermittent water flow in a field soil and some implications for irrigation and fertilizer application. *Agricultural Water Management*, 20(2), 119–133. [https://doi.org/10.1016/0378-3774\(91\)90011-7](https://doi.org/10.1016/0378-3774(91)90011-7)
- Tufaila dan Alam, D. (2014). Karakteristik Tanah dan Evaluasi Lahan untuk Pengembangan Tanaman Padi Sawah di Kecamatan Oheo Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal AGRIPLUS*, 24(2), 194–194.
- Tyas, W. (2017). Pengaruh POC dan Dua Varietas Batang Bawah terhadap Pertumbuhan serta Serapan NPK Benih Jerk Siam Pontianak di Tanah Berpasir. In *Jurnal Sains dan Seni ITS* (Vol. 6, Issue 1). <http://repository.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf> <http://fiskal.kemenkeu.go.id/ejournal%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1>
- Vermoesen, A., Van Cleemput, O., & Hofman, G. (1993). NITROGEN LOSS PROCESSES: mechanisms and importance. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (pp. 417–433). <http://jurnal.unmer.ac.id/jbm/article/download/70/11%0Ahttp://repository.unpas.ac.id/5617/6/BAB III nita - revisi.pdf> <http://repository.unpas.ac.id/id/eprint/5617%0A%0Ahttp://repository.ut.ac.id/4408/2/SKOM4101-M1.pdf>
- Winarso, S. (2005). Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. In *Gava Media, Yogyakarta*.
- Yu, H., Xie, B., Khan, R., & Shen, G. (2019). The changes in carbon, nitrogen components and humic substances during organic-inorganic aerobic co-composting. *Bioresource Technology*, 271, 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.09.088>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Anova perlakuan terhadap N tersedia tanah 0 HST

SK	db	F-Hitung		F-Tabel	
		NH4+	NO3-	5%	1%
Perlakuan	15	1.802801tn	0.831443tn	2.307693	3.31169428
S	3	3.489468*	2.44726tn	3.196777	5.184999917
H	3	0.716824tn	0.411727tn	3.196777	5.184999917
SxH	9	1.60257tn	0.432742tn	2.494291	3.682241524

Lampiran 2. Tabel Anova Ketersediaan Nitrogen Tanah 15 HST

SK	db	F-Hitung		F-Tabel	
		NH4+	NO3-	5%	1%
Perlakuan	15	0.495	0.691977	2.307693	3.31169428
S	3	0.122718	0.859764	3.196777	5.184999917
H	3	0.713343	0.338926	3.196777	5.184999917
SxH	9	0.546313	0.753732	2.494291	3.682241524

Lampiran 3. Tabel Anova Klorofil Tanamanabel Anova Klorofil Tanaman

SK	db	F-Hitung	F-Tabel	
			5%	1%
Perlakuan	15	2.581077*	2.307693	3.31169428
S	3	9.400083**	3.196777	5.184999917
H	3	0.851821tn	3.196777	5.184999917
SxH	9	0.884493tn	2.494291	3.682241524

The Effectiveness of Silica and Humic Acid on Nitrogen Availability and Rice Plant Growth in Sandy Soil

Siswanto, Wanti Mindari , Setyo Budi Santoso, and Rusyla Dwi Rahayu

ABSTRACT

Sandy soils generally have high macro pores and a low ability to provide water and plant nutrients. This condition is caused by the soil matrix which has almost no negative charge, so there is no strong adsorption capacity for ions and water. The next impact is that nutrients and water are easily lost because they are washed or evaporated. Nitrogen loss has been reported to reduce rice production by 6.10%. The purpose of the study was to examine the effectiveness of ameliorants based on humic acid and silica on improving nutrient availability and sandy soil water. Humic acid from compost and silica from husk charcoal is expected to increase the negative charge of the soil (cation exchange capacity), so that it can adsorb and fix (chelate) nutrient ions such as nitrogen. The study was structured using a factorial Completely Randomized Design (CRD). The first factor is silica dose with a level of 0 ton ha⁻¹, 0.5 ton ha⁻¹, 1 ton ha⁻¹, and 1.5 ton ha⁻¹. The second factor is the dose of humic acid with a level of 0 kg ha⁻¹, 20 kg ha⁻¹, 40 kg ha⁻¹, and 60 kg ha⁻¹. Rice plants are used as growth indicators. Observation parameters include the availability of N in the soil, the growth of rice plants which include plant length and the number of tillers, and plant chlorophyll. The results showed that the combination of humic acid and silica had no significant effect on plant length, the number of tillers, and nitrogen availability in the soil. However, it has a significant effect on plant chlorophyll.

Keywords: humic acid, silica, rice, nitrogen

PENDAHULUAN

Sandy soil is one of the soils that require the management of soil chemical properties. The dominant sandy soil has macrospore's, high porosity and the ability to hold water and nutrients is low so that the nutrients in it become easily lost (Lumbanraja and Harahap, 2015), one of which is nitrogen. Nitrogen is needed by plants in large quantities during the vegetative period of plants (Patti et al., 2013), but nitrogen in the soil is easy to move so that its presence changes quickly and is easily lost. Nitrogen loss is caused by volatilization, denitrification, leaching, erosion, and loss with harvest (Vermoesen et al., 1993). Rice production in East Java decreased by 6.10% compared to 2018 (Central Bureau of Statistics, 2020). One of the causes of the decline in rice production is the loss of nitrogen nutrients so that nutrient uptake is less than optimal (Liu et al., 2019). The existence of these problems, then efforts are made to improve it, such as the provision of soil improvement materials that have the potential to overcome the problem, namely humic acid and silica.

Humic acid is an organic acid that makes up humus substances that can increase the ability of the soil to bind, chelate, and absorb nutrients thereby reducing nutrient loss due to leaching (Ali and Mindari, 2016). This ability is inseparable from the presence of active groups possessed by humic acids (Suntari et al., 2013; Yu et al., 2019) and high cation exchange capacity to absorb nitrogen, phosphorus and potassium nutrients thereby increasing absorption, quality, and rice production (Mahmood et al., 2019). The provision of humic acid and NPK fertilizers can increase nutrient uptake, especially nitrogen in rice plants (Nuraini and Zahro, 2020).

Silica is a chemical compound that is found in several natural materials, such as minerals, vegetables, and so on. Silica application can reduce nutrient loss, increase nutrient availability, increase cation exchange capacity (CEC) (Kristanto, 2018), increase nutrient uptake such as nitrogen (Alsaedi et al., 2019), increase rice plant growth (Singh et al., 2005), and affect the translocation of nutrients from roots to plant shoots (Greger et al., 2018). Based on the background of the problem, it is necessary to conduct further research on soil enhancers that have the potential to improve the properties of sandy soils such as humic acid and silica and their doses on nitrogen availability and optimal growth of rice plants.

METHODOLOGY

The research was carried out from March 2021 to September 2021 in the greenhouse and land resource laboratory of the Faculty of Agriculture, National Development University "Veteran" East Java. The study was structured using a factorial Completely Randomized Design (CRD). The first factor is the dose of silica (S) with a level of 0 tons. ha⁻¹ (S0), 0.5 tons. ha⁻¹ (S1), 1 ton's ha⁻¹ (S2), and 1.5 tons' ha⁻¹ (S3). The second factor is the dose of humic acid (H) with a level of 0 kg ha⁻¹ (H0), 20 kg ha⁻¹ (H1), 40 kg ha⁻¹ (H2), and 60 kg ha⁻¹ (H3).

The research was carried out in several stages, namely preparation, treatment application, planting, plant maintenance, routine observation, and harvesting. The preparation stage includes the extraction of soil enhancers, namely the extraction of humic acid from compost and the extraction of silica from rice husks. The next preparation is the preparation of planting media, namely sandy soil by inserting 7 kg of soil into each pot. The soil used in this study is sandy loam textured soil.

In the treatment application stage, the pot containing the growing media was then given humic acid and silica in combination according to a predetermined experimental design. Planting media that has been applied treatment are incubated for 5 days. In the planting stage, the seeds of the Cibolo variety of rice plants that have been sown and aged 17 days are transferred to pots that have been treated.

In the maintenance phase, the maintenance carried out includes watering, weeding and controlling plant-disturbing organisms. In the observation stage, observations were carried out once a week for the parameters of plant length and number of tillers. Meanwhile, sampling for nitrogen parameters was available at 0 DAP and 15 DAP. The data obtained were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and performed with the F test at an error rate of 5%, to determine the effect of the applied treatment. Then if there is a significant difference from the treatment, a further test of Honest Significant Difference (BNJ) is carried out at an error rate of 5%.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the study (Table 1) showed that the administration of silica gave a significantly different effect for NH₄⁺ when the plants were 15 DAP. This shows that NH₄⁺ adsorbed by silica is not immediately released into the soil solution and silica can slow

down the process of converting NH_4^+ to NO_3^- (Nainggolan et al., 2009) to reduce nutrient loss in sandy soils (Kristanto, 2018).

The interaction of humic acid and silica also had a significantly different effect on the availability of nitrogen in sandy soils at the age of 15 DAP. This shows that the application of soil enhancers by combining humic acid and silica can provide high nitrogen nutrients and reduce nitrogen loss (Mahmood et al., 2019), so that plants are able to utilize nitrogen nutrients for optimal growth.

Table 1. Effect of Humic Acid and Silica on Nitrogen Availability 0 DAP and 15 DAP

Treatment	F-Calc.			F-Table	
	NH_4^+	NO_3^-	N-Available	5%	1%
--- 0 DAP ---					
Silica	0.528ns	2.447ns	2.889ns	3.197	5.185
Humic Acid	1.985ns	0.412ns	0.766ns	3.197	5.185
Silica and Humic Acid Interaction	1.786ns	0.433ns	0.470ns	2.494	3.682
--- 15 DAP ---					
Silica	3.201*	2.383ns	0.546ns	3.197	5.185
Humic Acid	1.094ns	0.935ns	2.191ns	3.197	5.185
Silica and Humic Acid Interaction	1.061ns	2.067ns	3.233*	2.494	3.682

Notes : ** Very Significant, * Significant, ns Not Significant

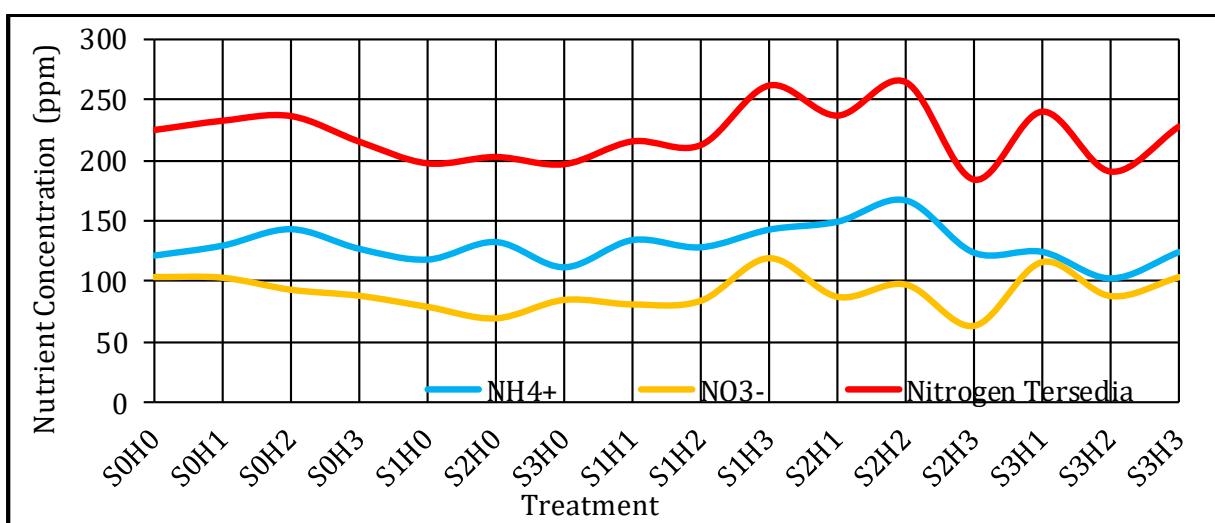


Figure 1. Effect of Combination of Humic Acid and Silica on Nitrogen Availability in Soil

The dose combination of humic acid and silica gives different effects. Figure 1 shows that the best combination dose of soil enhancer is silica 1 tons ha^{-1} and humic acid 40 kg ha^{-1} (S2H2), where the highest nitrogen nutrient availability is 263.55 ppm compared to other combinations. The same thing was also stated by Sivakumar (2007) that the application of humic acid 40 kg ha^{-1} can increase the availability of nitrogen in the soil and the application of silica from rice husk ash 1 tons ha^{-1} can increase the nitrogen value in the soil (Nwite et al., 2019).

Plant height

The results of the analysis of variance (Table 2) showed that the treatment of silica, humic acid, and their interaction did not give a significant effect on the height of rice plants at the age of 0, 7, and 14 DAP. It is suspected that the administration of silica and humic acid doses has not been able to increase the availability of nutrients and result in the height of rice plants up to the age of 14 DAP.

Table 2. The Effect of Humic Acid and Silica on Nitrogen Availability in 0 DAP (days after planting) and 15 DAP

Treatment	F-Calc.			F-Table	
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	N-Available	5%	1%
--- 0 DAP ---					
Silica	0.528ns	2.447ns	2.889ns	3.197	5.185
Humic Acid	1.985ns	0.412ns	0.766ns	3.197	5.185
Silica and Humic Acid Interaction	1.786ns	0.433ns	0.470ns	2.494	3.682
--- 15 DAP ---					
Silica	3.201*	2.383ns	0.546ns	3.197	5.185
Humic Acid	1.094ns	0.935ns	2.191ns	3.197	5.185
Silica and Humic Acid Interaction	1.061ns	2.067ns	3.233*	2.494	3.682

Notes: ** Very Significant, * Significant, ns Not Significant

Figure 2 shows that the soil amendment treatment that gave the best response to the length of rice plants at the age of 7 DAP and 14 DAP was the dose of silica 1 tons ha⁻¹ and humic acid 0 kg ha⁻¹ (S2H0) compared to the other treatments. This is in line with Singh et al. (2005) who revealed that the administration of silica can increase growth in rice plants.

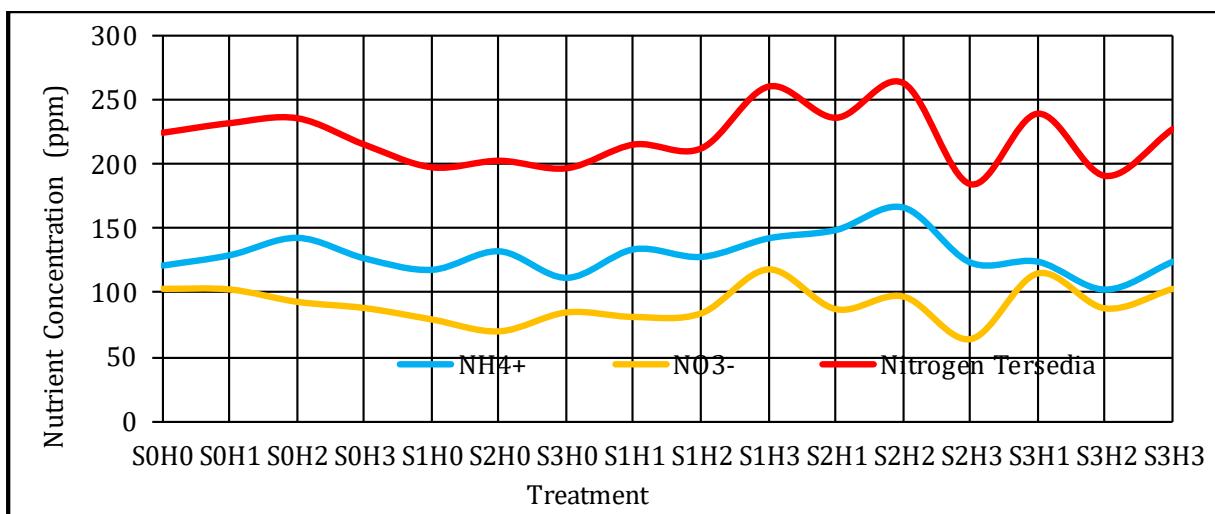


Figure 2. Effect of Combination of Humic Acid and Silica on Nitrogen Availability in Soil

Number of tillers

Figure 3 shows that the number of tillers at the age of 0 and 7 DAP was the same, namely 3 pieces. This shows that rice plants at that time were still adapting after the

transplanting process. However, at 14 DAP, it began to show an increase in the number of tillers. The soil ameliorant treatment that gave the best effect on the number of tillers of 14 DAP was the treatment with a dose of silica 1 tons ha⁻¹ and humic acid 40 kg ha⁻¹(S2H2). This indicates that the rice plant began to absorb the nitrogen nutrients needed for plant growth in line with the condition of the highest nitrogen nutrient availability in the S2H2 treated soil (Figure 1).

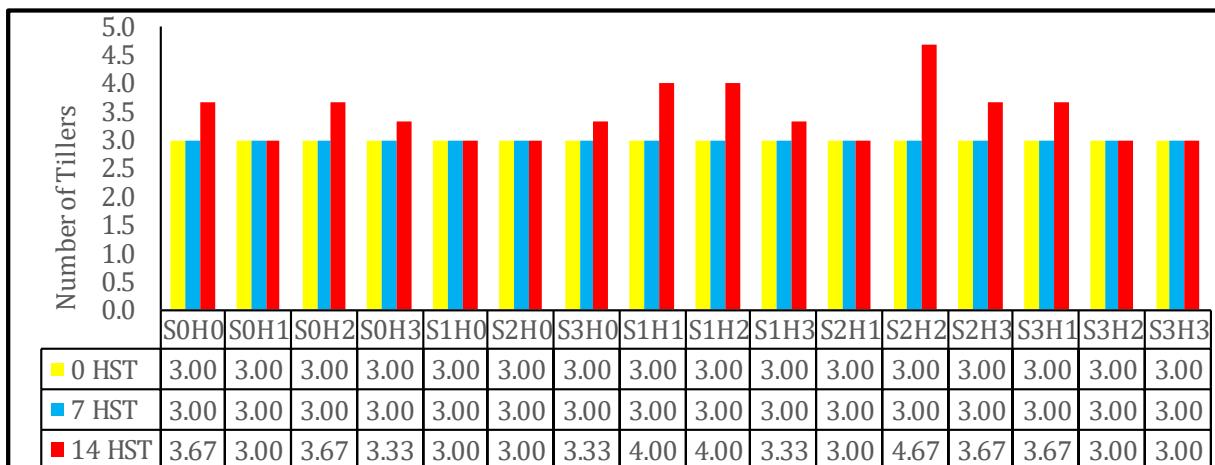


Figure 3. Effect of the Combination of Humic Acid and Silica on the Number of Tillers of Rice Plants

CONCLUSION

Based on data analysis from research that has been done, it can be concluded that:

1. The combination of humic acid and silica did not significantly affect the length of the plant and the number of tillers but had a significant effect on the availability of nitrogen in the soil.
2. The combination of silica 1 tons ha⁻¹ with humic acid 40 kg ha⁻¹ (S2H2) can increase nitrogen availability in sandy soil and the number of tillers in rice plants.
3. Silica dose of 1 tons ha⁻¹ gave the best response for the parameter of rice plant height compared to other treatments

REFERENCES

- Ali, M., dan Mindari, W. 2016. Effect of humic acid on soil chemical and physical characteristics of embankment. *MATEC Web of Conferences*, 58.
- Alsaeedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T., El-Garawany, M., Elhawat, N., & Al-Otaibi, A. 2019. Silica nanoparticles boost growth and productivity of cucumber under water deficit and salinity stresses by balancing nutrients uptake. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139(December 2018), 1–10.
- BPS. 2020. Statistik Luas Panen dan Produksi Padi. *Luas Panen Dan Produksi Padi Di Jawa Timur 2020*, 83, 1–12.
- Greger, M., Landberg, T., & Vaculík, M. 2018. Silicon influences soil availability and accumulation of mineral nutrients in various plant species. *Plants*, 7(2), 1–16.

- Kristanto, B. A. 2018. Aplikasi Silika Untuk Pengelolaan Kesuburan Tanah Dan Peningkatan Produktivitas Padi Secara Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan, Ketahanan, Dan Keamanan Pangan*, 102–109.
- Liu, D., Huang, Z., Men, S., Huang, Z., Wang, C., & Huang, Z. 2019. Nitrogen and phosphorus adsorption in aqueous solutions by humic acids from weathered coal: Isotherm, kinetics and thermodynamic analysis. *Water Science and Technology*, 79(11), 2175–2184.
- Lumbanraja, P., & Harahap, E. M. 2015. Perbaikan Kapasitas Pegang Air Dan Kapasitas Tukar Kation Tanah Berpasir dengan Aplikasi Pupuk Kandang pada Ultisol Simalingkar. *Jurnal Pertanian Tropik*, 2(1), 53–67.
- Mahmood, Y. A., Ahmed, F. W., Juma, S. S., & Al-Arazah, A. A. A. 2019. Effect of solid and liquid organic fertilizer and spray with humic acid and nutrient uptake of nitrogen, phosphorus and potassium on Growth, Yield of Cauliflower. *Plant Archives*, 19, 1504–1509.
- Nainggolan, G. D., Suwardi, & Darmawan. 2009. Pola Pelepasan Nitrogen Dari Pupuk Tersedia Lambat (Slow Release Fertilizer) Urea - Zeolit - Asam Humat. *Journal Zeolit Indonesia*, 8(2), 89–96.
- Nuraini, Y., & Zahro, A. 2020. Pengaruh Aplikasi Asam Humat Dan Pupuk Npk Phonska 15-15-15 Terhadap Serapan Nitrogen Dan Pertumbuhan Tanaman Padi Serta Residu Nitrogen Di Lahan Sawah. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 195–200.
- Nwite, J. C., Unagwu, B. O., Okolo, C. C., Igwe, C. A., & Wakatsuki, T. 2019. Improving soil silicon and selected fertility status for rice production through rice-mill waste application in lowland sawah rice field of southeastern Nigeria. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 271–279.
- Patti, P. S., Kaya, E., & Silahooy, C. 2013. Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan. *Agrologia*.
- Singh, A. K., Singh, R., & Singh, K. 2005. Growth, yield and economics of rice (*Oryza sativa*) as influenced by level and time of silicon application. *Indian Journal of Agronomy*, 50(3), 190–193.
- Sivakumar, K. 2007. *Effect of humic acid on the yield and nutrient uptake of rice*. 44(3), 277–279.
- Suntari, R., Retnowati, R., & Munir, M. 2013. Study on the Release of N-Available (NH_4^+ and NO_3^-) of. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(6), 209–219.
- Vermoesen, A., Van Cleemput, O., & Hofman, G. 1993. NITROGEN LOSS PROCESSES: mechanisms and importance. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (pp. 417–433).
- Yu, H., Xie, B., Khan, R., & Shen, G. 2019. The changes in carbon, nitrogen components and humic substances during organic-inorganic aerobic co-composting. *Bioresource Technology*, 271, 228–235