

Respon Varietas Padi Berpotensi Hasil Tinggi terhadap Pemupukan Nitrogen pada Inceptisols Bertekstur Ringan dan Berat

Response of High Yielding Rice Varieties to Nitrogen Fertilization on Inceptisols with Light and Heavy Textures

Diah Setyorini*, Ladiyani Retno Widowati, Antonius Kasno

Balai Penelitian Tanah, Jalan Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16124, Jawa Barat, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 11 Januari 2020
Disetujui: 13 Mei 2020
Dipublikasi online: 20 Mei 2020

Keywords:

Padi berpotensi hasil tinggi
Nitrogen
Inceptisol
Tekstur ringan
Tekstur berat

Keywords:

High yielding rice variety
Nitrogen
Inceptisol
Light texture
Heavy texture

Direview oleh:

I G.M. Subiksa, Adha Fatmah
Siregar

Abstrak. Nitrogen adalah salah satu unsur hara makro esensial yang dibutuhkan untuk meningkatkan hasil tanaman padi sawah. Tanpa pemupukan N hasil padi sangat rendah dan relatif sama dengan hasil padi yang tidak dipupuk sama sekali. Penelitian bertujuan untuk menentukan dosis rekomendasi pupuk N untuk padi berpotensi hasil tinggi varietas Inpari 4, Mekongga dan hibrida H6444. Penelitian telah dilaksanakan di Inceptisols Plemahan yang bertekstur berat dan Inceptisols Gurah yang bertekstur ringan, di Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur. Penelitian menggunakan rancangan petak terpisah dengan tiga varietas padi sebagai petak utama dan dosis pupuk N sebagai anak petak, pada Musim Kemarau (MK) 2012. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan dan hasil gabah padi hibrida H6444 lebih tinggi sekitar 14-21% dibandingkan Inpari 4 dan Mekongga. Semakin tinggi dosis N, pertumbuhan dan hasil gabah semakin meningkat. Interaksi antara perlakuan varietas dan dosis N hanya terjadi pada parameter hasil gabah. Dosis maksimum pupuk Urea untuk padi sawah pada tanah bertekstur ringan di desa Gurah berturut-turut adalah 680 dan 715 kg ha⁻¹ untuk Inpari 4 dan Mekongga serta 450 kg ha⁻¹ untuk H6444. Pada tanah bertekstur berat di Plemahan adalah 580 dan 560 kg ha⁻¹ berturut-turut untuk Inpari 4 dan Mekongga dan 350 kg ha⁻¹ untuk H6444.

Abstract. Nitrogen is one of macro essential nutrients needed to increase rice yield. In the absence of N fertilization, the rice yield is very low and similar to the rice yield with no fertilization. The objective of the study was to determine recommended dose of N fertilizer for high yielding rice varieties of Inpari 4, Mekongga and H6444 hybrid varieties. Research has been carried out in Inceptisols Plemahan Village with heavy soil texture and Inceptisols in Gurah Village, in Kediri District, East Java Province with light soil texture. The study used a split plot design consisted of three rice varieties as the main plot and six levels of N dose as subplots, in the dry season of 2012. The results showed that the growth and yield of H6444 hybrid variety were 14-21% higher than Inpari 4 and Mekongga. The higher the N dose, the higher were the rice growth and yield. The interaction between varieties and N level was observed in grain yields. The maximum doses of Urea fertilizer for lowland rice in light textured soils in Gurah were 680 and 715 kg ha⁻¹ for Inpari 4 and Mekongga, respectively, and 450 kg ha⁻¹ for H6444. For heavy textured soils in Plemahan is 580 and 560 kg ha⁻¹ for Inpari 4 and Mekongga, respectively, and 350 kg ha⁻¹ for H6444.

Pendahuluan

Kondisi an-aerob di tanah sawah yang dibentuk oleh adanya penjuanan dengan air irigasi menyebabkan kondisi lingkungan yang unik dan memerlukan pengelolaan dan pemupukan yang khusus. Pemberian unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfat, kalium dalam jumlah, sumber, cara, dan waktu pemupukan yang tepat merupakan faktor penentu keberhasilan dan keberlanjutan produktivitas padi di lahan sawah (Fageria *et al.* 2003). Nitrogen merupakan pembatas utama hara di lahan sawah (De Datta 1986; Dobermann and White 1999; Fageria *et al.* 2001; Fageria 2003; Fageria 2014). Keberhasilan pemupukan N sangat tergantung dari suplai N dari dalam

tanah (*indigenous N supply*) yang kadarnya sangat bervariasi antar jenis tanah (Cassman *et al.* 1996). Nitrogen merupakan salah satu input yang mahal dan efisiensinya rendah karena banyak yang hilang melalui volatilisasi amonia, pencucuan nitrat, aliran permukaan dan denitrifikasi (Cassman *et al.* 1996; Baligar *et al.* 2001; Fageria *et al.* 2003). Simpson *et al.* 1984 mendeteksi bahwa 11 hari setelah aplikasi Urea, 46% N yang diaplikasikan hilang dari sistem air, tanah dan tanaman dan 11% diantaranya hilang melalui volatilisasi. Sebagai akibat dari faktor diatas, maka efisiensi Nitrogen berkisar 20-30% (Simpson *et al.* 1984) atau kurang dari 50% (Prasad dan De-Datta 1979; Baligar *et al.* 2001; Fageria *et al.* 2001, 2005), dan kurang dari 10% untuk P dan 40%

* Corresponding author: diahs62@gmail.com

untuk K (Baligar *et al.* 2001).

Pupuk nitrogen dalam bentuk Urea sudah umum digunakan oleh petani padi di Indonesia. Pemberian Urea ke dalam tanah Inceptisol memberikan kadar NH_4^+ yang lebih tinggi daripada NO_3^- dalam air genangan, larutan tanah dan yang meresap ke tanah bagian bawah (Mulyani *et al.* 2001). Pemberian bahan organik pada lahan sawah tanah Vertisol nyata meningkatkan NH_4^+ dan kandungan NO_3^- lebih rendah daripada NH_4^+ (Adamy dan Kasno 2010). Respon pemberian hara N nyata meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi (Rahman *et al.* 2009), baik pada tanah bertekstur ringan dan berat di China (Quanbao *et al.* 2007). Penelitian di Brazilia menunjukkan respon N lebih baik dibandingkan P dan K. Pemupukan N hingga dosis 210 kg N ha^{-1} meningkatkan komponen hasil gabah seperti panjang malai, jumlah malai dan berat 1000 butir dan menurunkan jumlah gabah hampa secara signifikan (Fageria *et al.* 2003). Demikian pula di Gazipur, Bangladesh pemupukan N nyata meningkatkan berat jerami kering dan serapan hara N padi varietas BRRIdhan28 dan BRRIdhan29, berat jerami dan serapan N tertinggi dicapai pada umur 75 hari setelah tanam dan yang dipupuk Urea 250 kg ha^{-1} (Khatun *et al.* 2015). Penggunaan varietas japonica berpotensi hasil tinggi di Jiangsu Cina, memerlukan Nitrogen sekitar 270-300 kg ha (Xue *et al.* 2013). Tanpa pemupukan N hasil padi sangat rendah (Jeon 2012; Moro *et al.* 2015), sama dengan hasil padi yang tidak dipupuk N, P, dan K (Siregar dan Marzuki 2011; Kasno *et al.* 2016; Kasno dan Rostaman 2017). Penambahan 250 kg ha^{-1} nitrogen cenderung mengurangi persen dari biji-bijian kosong (Laila *et al.* 2017). Pada dosis Urea 200 kg ha^{-1} dan 300 kg ha^{-1} yang diaplikasikan berdasarkan bagan warna daun menghasilkan jumlah gabah per malai lebih banyak dibandingkan dosis 250 kg ha^{-1} yang diaplikasikan dengan cara konvensional. Bagan warna daun dapat membantu petani untuk mengetahui waktu dan frekuensi pemberian serta takaran pupuk nitrogen yang tepat (Witt *et al.* 2005).

Dosis pupuk N di tingkat petani pada saat ini tergolong tinggi, mencapai 400-600 kg Urea ha^{-1} , terutama di lahan sawah intensif Jawa, berada di atas rekomendasi nasional (Triadiati *et al.* 2012). Juga disampaikan bahwa efisiensi agronomi N dosis 225 kg Urea ha^{-1} mencapai 34,6%, dan pada dosis 612,25 kg Urea ha^{-1} hanya 4,1%. Efisiensi pupuk N di Afrika Barat berkisar 19-41% tergantung varietas yang ditanam (Segda *et al.* 2014), di Weapo 18,7 kg gabah kg^{-1} N (Siregar dan Marzuki 2011). Efisiensi N tertinggi yaitu 89,19% pada aplikasi dosis 500 kg pupuk organik ha^{-1} + 200 kg pupuk anorganik ha^{-1} (Siswanto *et al.* 2015). Efisiensi pemupukan N dapat ditingkatkan

13,5% dengan melapisi Urea dengan arang aktif (Indratin *et al.* 2012).

Penggunaan varietas unggul baru dan padi hibrida sangat responsif terhadap hara, hasil penelitian Mahajan *et al.* (2014) menunjukkan kebutuhan hara N, P, dan S berturut-turut 19,1; 3,2; dan 1,8 kg t^{-1} gabah dibandingkan varietas biasa berkisar antara 15-17,5 kg N, 2,6-3 kg P, dan 15-17 kg K untuk setiap ton gabah dan jerami yang dihasilkan (Fairhurst *et al.* 2007; Dobermann dan Fairhurst 2000). Menurut Uexkull (1970 dalam Sukristiyonubowo (2011), padi varietas unggul membutuhkan N dan P sekitar 2,5 kali dan K 4,5 kali lebih banyak dibandingkan padi lokal. Dengan demikian kebutuhan hara N,P,K padi varietas unggul lebih tinggi dibandingkan varietas lokal. Peningkatan aplikasi dosis sampai 400 kg pupuk anorganik ha^{-1} meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi sawah. Apabila nitrogen diberikan cukup pada tanaman, kebutuhan akan hara lain seperti fosfor dan kalium meningkat untuk mengimbangi laju pertumbuhan tanaman yang lebih cepat (Fairhurst *et al.* 2007). Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi pengelolaan hara bersifat spesifik lokasi dengan memperhitungkan kemampuan suplai hara dari dalam tanah. Lokasi yang tidak respon terhadap pemupukan N adalah lahan sawah yang mempunyai kandungan bahan organik tinggi (Linguist and Sengxua 2001).

Makalah bertujuan untuk menetapkan dosis pemupukan N untuk tiga varietas padi berpotensi hasil tinggi pada tanah Inceptisol bertekstur ringan dan berat.

Bahan dan Metode

Percobaan pemupukan N untuk tanaman padi sawah telah dilaksanakan pada tanah Inceptisol yang mempunyai tekstur tanah berbeda di Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur, yaitu di Desa Gurah yang bertekstur ringan dan Plemahan yang bertekstur berat. Di Gurah, percobaan dimulai pada April sampai Agustus 2012 sedangkan di Plemahan dimulai pada April sampai Juli 2012. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Petak Terpisah dengan petak utama adalah tiga varietas padi sawah berpotensi hasil tinggi yaitu V1=Inpari 4, V2=Mekongga, dan V3=Hibrida H6444. Sebagai anak petak adalah enam tingkat pemupukan N (0, 69, 104, 138, 173 dan 207 kg N ha^{-1} atau setara 0, 150, 225, 300, 375, 450 kg Urea ha^{-1}). Semua perlakuan diulang 3 kali. Dosis P dan K sebagai pupuk dasar berdasar uji tanah adalah 75 kg SP-36 ha^{-1} dan 50 kg KCl ha^{-1} .

Pemupukan Urea dilakukan tiga kali masing-masing 1/3 bagian dari dosis diberikan saat tanaman berumur 7, 21 dan 49 hari setelah tanam (HST). Pupuk SP-36 dan KCl

diberikan sekaligus 14 (HST). Pupuk Urea, SP-36 dan KCl diberikan dengan cara disebar merata di seluruh permukaan petakan kemudian dibenamkan. Sebelum pemupukan dilakukan, kondisi air dibuat macak-macak dan saluran air masuk dan keluar ditutup agar tidak terjadi kontaminasi pupuk antar perlakuan.

Petak perlakuan dibuat dengan ukuran 5m x 6m, diantara petakan dibuat pematang berukuran 30cm dan diantara ulangan dibuat jarak sekitar 1meter. Bibit padi ditanam setelah berumur 14 hari dengan sistem jarak legowo 40 cm x 20 cm x 10 cm sebanyak 2 tanaman/lubang. Tanaman padi dipelihara sesuai standar pengelolaan yang baik meliputi penyulaman, pengairan, penyiangan, perbaikan saluran dan pematang, serta pencegahan hama dan penyakit.

Pengamatan dilakukan terhadap (a) sifat kimia tanah sebelum percobaan, (b) pertumbuhan dan hasil tanaman (jerami dan gabah), (c) pengamatan kehijauan daun dengan bagan warna daun (BWD) dan analisis kadar N tanaman, dan (d) neraca hara N. Pengamatan pertumbuhan tinggi dan jumlah anakan padi dilakukan pada 10 sampel contoh pada umur 30 dan 60 hari setelah tanam (HST) serta menjelang panen (90 HST). Tinggi tanaman padi diukur mulai dari permukaan tanah sampai ujung tanaman tertinggi, jumlah anakan dihitung semua batang padi dalam satu rumpun contoh. Contoh tanaman diambil pada 30, 45, dan 60 HST dengan cara mengambil bagian jerami dari setiap petak perlakuan sebanyak 3-5 tanaman kemudian dikeringkan dalam oven, dihaluskan dan dianalisis kadar N-total tanaman. Pengamatan warna hijau daun dengan BWD dilakukan pada umur tanaman 30, 45 dan 60 HST. Hasil gabah dan jerami diukur dari petak ubinan panen berukuran 3 m x 2,5 m yang dipilih di bagian tengah petakan. Tanaman padi dipotong sekitar 5 cm dari pangkal batang kemudian dipisahkan antara gabah dan jerami secara manual. Berat basah dan berat kering gabah dan jerami ditimbang dan dikonversi menjadi hasil panen dalam $t\ ha^{-1}$.

Contoh tanah diambil sebelum diberi perlakuan secara komposit dari 3 titik dari setiap ulangan dari kedalaman 0-20 cm, kemudian dihomogenkan dan diambil ± 1 kg. Selanjutnya contoh tanah dianalisis di laboratorium untuk parameter tekstur tanah 3 fraksi, pH (H_2O dan KCl), C-organik (Kalium Dichromat/Kurmis), N-total (Kjeldahl), P_2O_5 dan K_2O (HCl 25%), P tersedia (P-Olsen), KTK dan Ca, Mg, K, dan Na (NH_4 -OAc 1 N pH 7).

Neraca hara N dihitung secara sederhana berdasarkan selisih antara input dan output hara N. Input hara termasuk pupuk N, N terlarut dalam air irigasi dan fiksasi N oleh

mikroba penambat N-bebas. Sedangkan hara yang keluar berupa hasil panen, kehilangan N akibat denitrifikasi dan volatilisasi. Input hara dari irigasi mengambil data dari Husnain *et al.* (2010) yaitu $13\ kg\ ha^{-1}$, fiksasi N di lahan sawah sekitar $30\ kg\ ha^{-1}$ (Kundhu dan Ladha 1999) sedangkan kehilangan N karena denitrifikasi dan volatilisasi sekitar 20% dari N yang diaplikasikan (Feng *et al.* 2003). Nitrogen yang hilang melalui erosi dan pencucian tidak dihitung.

Respon perlakuan terhadap peubah yang diamati diuji dengan analisis sidik ragam (Anova), sedangkan beda antar perlakuan diuji dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%. Untuk mempelajari hubungan antara dosis pupuk N dan hasil gabah dibuat kurva regresi kuadratik dan dosis pupuk maksimal dihitung berdasarkan persamaan regresi tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Kesuburan Tanah

Tingkat kesuburan tanah Inceptisols Plemahan Kediri tergolong tinggi, bertekstur liat, bersifat agak masam, dengan kadar C-organik dan N-total rendah. Kadar P terekstrak HCl 25% dan P-Olsen berstatus tinggi; K terekstrak HCl 25% dan K dapat ditukar terekstrak $NH_4OAc\ 1N\ pH\ 7$ termasuk sedang. Kadar basa-basa dapat ditukar Ca, Mg tergolong tinggi sedangkan K dan Na tergolong sedang Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kejenuhan Basa tergolong tinggi. Tanah Inceptisol Gurah mempunyai kesuburan sedang, bertekstur lempung berpasir, bersifat agak masam, kadar C-organik rendah dan N-total sangat rendah. Kadar P terekstrak HCl 25% dan P-Olsen tinggi; kadar K terekstrak HCl 25% dan K dapat ditukar terekstrak $NH_4OAc\ 1N\ pH\ 7$ termasuk rendah, Kadar kation basa-basa dapat ditukar Ca dan Mg tergolong tinggi sedangkan K dan Na tergolong sedang. Kapasitas Tukar Kation (KTK) tergolong sedang dan Kejenuhan Basa tergolong tinggi (Tabel 1).

Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tinggi tanaman ketiga jenis varietas padi berpotensi hasil tinggi (Mekongga, Inpari 4 dan hibrida H6444) tidak berbeda nyata pada pengamatan 30 dan 60 hari setelah tanam (HST) di Inceptisol bertekstur berat (liat) di Plemahan. Namun pada saat panen, tinggi tanaman hibrida H6444 nyata lebih tinggi dibandingkan Inpari 4 dan Mekongga (Tabel 2). Sedangkan di tanah bertekstur ringan (lempung berpasir) di Gurah diantara varietas tidak ada perbedaan (Tabel 3). Pemupukan N hingga dosis 450

Tabel 1. Beberapa sifat tanah di lokasi penelitian di Desa Plemahan dan Gurah, Kabupaten Kediri, Jawa Timur

Table 1. Selected soil properties from Plemahan and Gurah, Kediri Regency, East Java

Sifat Tanah	Unit	Plemahan	Gurah
Tekstur:		Liat	Lempung berpasir
Pasir	%	23	57
Debu	%	31	25
Liat	%	46	18
pH (1:5)			
H ₂ O	-	6,20	6,24
KCl 1 N	-	5,34	5,49
Bahan organik			
C-organik	%	1,19	1,20
N-total	%	0,09	0,06
C/N		14	19
Ekstrak HCl 25 %			
P ₂ O ₅	mg 100 g ⁻¹	54	70
K ₂ O	mg 100 g ⁻¹	33	19
P ₂ O ₅ Olsen	mg P ₂ O ₅ kg ⁻¹	53,34	102,88
Ekstrak NH ₄ OAc 1 N pH 7			
Ca	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	28,47	12,14
Mg	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	8,00	5,13
K	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,44	0,17
Na	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,49	0,33
KTK	cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	42,78	21,39
KB	%	80	83

kg Urea ha⁻¹ nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman padi sawah varietas Inpari 4, Mekongga dan Hibrida H6444 sekitar 10-25% dibandingkan kontrol di kedua lokasi. Varietas Hibrida (H6444) cenderung memberikan respon lebih tinggi dibanding varietas Inpari 4 dan Mekongga karena varietas hibrida mempunyai potensi genetik hasil yang tinggi sehingga dengan adanya sumber N yang cukup maka tanaman tumbuh lebih tinggi hingga mencapai 80 cm dibanding varietas Inpari 4 dan Mekongga (74-75 cm).

Pada pengamatan menjelang panen di kedua lokasi, pemberian Urea hingga 207 kg ha⁻¹ masih memberikan respon terhadap tinggi tanaman padi varietas Mekongga, Inpari 4, dan H644 namun tidak berbeda nyata dengan dosis 173 kg ha⁻¹. Hal ini terjadi karena umur padi hibrida lebih panjang dibandingkan Inpari 4 dan Mekongga sehingga secara fisiologis, padi H6444 masih membutuhkan N untuk pertumbuhan vegetatifnya sedangkan padi Mekongga dan Inpari sudah masuk fase generatif yang kurang membutuhkan N. Secara umum tanaman padi tumbuh dengan baik, namun pertumbuhan tinggi tanaman padi di Inceptisol Gurah yang bertekstur ringan/berpasir lebih rendah dibandingkan di Plemahan. Hal ini diduga pada tanah berpasir banyak unsur hara N hilang melalui perkolasi air ke bawah atau ke samping (lateral) sehingga jumlah N yang tersedia bagi tanaman lebih sedikit dibandingkan di tanah bertekstur liat di

Plemahan. Menurut Zheng *et al.* 2019 periode kritis kehilangan N melalui perkolasi adalah pada tahap perbanyakan anakan hingga munculnya malai yang menyumbang 74,85-86,26 % dari total kehilangan N. Zhang *et al.* 2012 menyatakan bahwa sekitar 40% pupuk N yang diberikan akan hilang ke lingkungan.

Pertumbuhan jumlah anakan ketiga jenis varietas padi berpotensi hasil tinggi (Mekongga, Inpari 4 dan hibrida H6444) tidak berbeda nyata pada pengamatan 30 HST, 60 HST dan panen di Inceptisol bertekstur berat di Plemahan (Tabel 4) dan di tanah bertekstur ringan di Gurah (Tabel 5). Pemupukan Urea 150 hingga 450 kg ha⁻¹ (69 kg N-207 kg N ha⁻¹) memberikan respon nyata terhadap jumlah anakan, terjadi peningkatan sekitar 20-50% dibandingkan kontrol. Jumlah anakan tertinggi untuk ketiga varietas padi dicapai pada dosis Urea 450 kg ha⁻¹ (207 kg N ha⁻¹) dengan jumlah anakan 11-12 batang per rumpun. Tidak ada interaksi antara varietas dan dosis N terhadap jumlah anakan. Dalam kondisi lingkungan yang sesuai dan unsur hara yang cukup, secara fisiologis tanaman padi akan melakukan fotosintesa secara optimal sehingga pertumbuhan tanaman meningkat. Hasil penelitian di China, pemupukan N spesifik lokasi disertai sistem pengairan basah dan kering secara nyata meningkatkan jumlah anakan produktif, luas daun, laju fotosintesa daun, berat kering tanaman dan gabah sebesar 12,4-14,5 % dibandingkan dosis petani dan penggenangan kontinyu untuk padi super-rice (Liu *et al.* 2013).

Tabel 2. Respon pemupukan N terhadap tinggi tanaman tiga varietas padi sawah di Plemahan Kediri

Table 2. Response of N fertilization on plant height of three lowland rice varieties in Plemahan Kediri

Perlakuan	Tinggi tanaman		
	30 HST	60 HST	Panen
cm.....		
Inpari 4	57,56 A	82,43 AB	81,36 B
Mekongga	56,68 A	78,05 B	76,15 C
H6444	60,93 A	88,64 A	95,54 A
0N	50,50 c	71,72 c	73,06 c
69N	57,03 b	81,90 b	82,99 b
104N	58,43 ab	84,42 b	85,41 bc
138N	59,09 ab	83,87 b	85,46 bc
173N	61,09 ab	85,90 b	87,79 ab
207N	64,20 a	90,42 a	91,41 a

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Tabel 3. Respon pemupukan N terhadap tinggi tanaman tiga varietas padi sawah di Gurah Kediri

Table 3. Response of N fertilization on plant height of three lowland rice varieties in Gurah Kediri

Perlakuan	Tinggi tanaman		
	30 HST	60 HST	Panen
cm.....		
Inpari 4	43,57 A	75,13 A	75,46 A
Mekongga	43,58 A	74,42 A	74,88 A
H6444	44,42 A	79,99 A	78,64 A
0N	40,52 c	67,49 c	65,70 d
69N	44,79 a	76,27 b	76,43 c
104N	45,29 a	77,38 b	77,18 bc
138N	44,64 a	77,86 b	79,13 ab
173N	42,90 b	80,40 a	79,52 ab
207N	44,58 a	79,71 ab	79,99 a

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Tabel 4. Respon pemupukan N terhadap jumlah anakan tiga varietas padi sawah di Plemahan Kediri

Table 4. Response of N fertilization on the number of tiller of three lowland rice varieties in Plemahan Kediri

Perlakuan	Jumlah anakan		
	30 HST	60 HST	Panen
batang rumpun ⁻¹		
Inpari 4	13,57 A	11,26 A	10,81 A
Mekongga	12,99 A	10,44 A	10,50 A
H6444	14,17 A	10,15 A	10,19 A
0N	10,46 c	9,01 c	9,07 c
69N	13,67 b	10,28 b	10,37 b
104N	13,14 b	10,09 b	10,08 bc
138N	13,14 b	11,01 ab	10,62 b
173N	14,14 b	11,34 a	10,74 b
207N	16,90 a	11,96 a	12,11 a

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Tabel 5. Respon pemupukan N terhadap pertumbuhan jumlah anakan tiga varietas padi sawah di Gurah Kediri
 Table 5. Response of N fertilization on the number of tiller of three lowland rice varieties in Gurah Kediri

Perlakuan	Jumlah anakan		
	30 HST	60 HST	Panen
batang rumpun ⁻¹		
Inpari 4	9,66 A	11,54 A	11,52 A
Mekongga	10,13 A	11,35 A	10,74 A
H6444	9,91 A	11,66 A	10,44 A
0N	7,23 c	9,02 c	8,63 c
69N	10,49 ab	11,26 b	11,40 ab
104N	10,62 ab	12,08 ab	10,91 b
138N	10,29 ab	11,81 ab	11,08 ab
173N	10,04 b	12,41 a	11,36 ab
207N	10,71 a	12,52 a	12,03 a

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Kadar N Tanaman

Warna hijau daun yang merupakan indikator status nitrogen tanaman berkaitan erat dengan tingkat fotosintesis daun dan produksi tanaman, bila nitrogen diberikan cukup pada tanaman, kebutuhan akan hara lain seperti fosfor dan kalium meningkat untuk mengimbangi laju pertumbuhan tanaman yang lebih cepat (Fairhurst *et al.* 2007). Pemberian nitrogen berdasarkan hasil pengukuran warna daun dengan menggunakan bagan warna daun dapat menghemat pemakaian pupuk 15-20% dari takaran yang umum digunakan petani tanpa menurunkan hasil (Erythrina 2001).

Di Plemahan dan Gurah, perbedaan varietas tidak memberikan perbedaan kadar N tanaman dan kehijauan daun dengan BWD, namun pemupukan N berpengaruh nyata meningkatkan kehijauan daun dari sekitar 2,00-3,62 (Tabel 7-8). Hasil ini sesuai dengan penelitian Faozi dan Wijonarko (2010) yang menyatakan bahwa pemupukan N hingga 300 kg Urea ha⁻¹ meningkatkan kehijauan daun dari 2,5 menjadi 3,6. Terdapat korelasi positif antara nilai kehijauan daun BWD dengan kadar N tanaman padi umur 30-60 HST baik di tanah bertekstur liat di Plemahan dengan nilai koefisien korelasi (r) diantara 0,48 hingga 0,92 dan di tanah bertekstur berpasir di Gurah, nilai korelasi diantara 0,57 hingga 0,90 (Tabel 8). Dari Tabel tersebut terlihat bahwa secara umum hubungan atau korelasi antara kehijauan daun dengan kandungan hara N dalam daun positif nyata untuk ketiga varietas padi secara parsial maupun agregat. Hal ini berarti semakin tinggi kadar N daun tanaman padi untuk ketiga varietas yang diuji maka nilai bacaan BWD juga semakin tinggi. Semakin bertambah umur tanaman, korelasi antara kadar N tanaman dan bacaan BWD semakin berkurang, berturut-

turut mempunyai nilai r=0,81**; r=0,75**; dan r=0,67** di lokasi Plemahan dan nilai r=0,82**; r=0,81**; dan r=0,58** untuk tanah bertekstur ringan di Gurah. Pada daun umur 60 HST yang telah memasuki masa pertumbuhan generatif, kadar N-daun semakin menurun karena asimilat ditranslokasikan untuk pembentukan dan pengisian buah/gabah. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fageria (2003, 2004) yang menyatakan bahwa kadar dan serapan hara makro dan mikro lebih tinggi pada awal pertumbuhan tanaman dibandingkan pada fase pertumbuhan akhir. Penurunan konsentrasi nutrisi berkaitan dengan efek pengenceran dari peningkatan bahan kering dengan bertambahnya usia tanaman. Fageria (2003) menunjukkan bahwa kadar N dalam batang jerami pada berbagai fase pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh pemupukan N dan semakin berkurang konsentrasinya dari fase vegetatif ke generatif. Konsentrasi N optimum pada berat kering jerami maksimum berturut-turut 43,4 g kg⁻¹ pada fase pembentukan anakan, 34,6 g kg⁻¹ pada maksimum anakan, 12,7 g kg⁻¹ pada awal terbentuknya malai, 12,8 g kg⁻¹ pada saat *booting*, 11,0 g kg⁻¹ pada saat pembungaan, dan 6,5 g kg⁻¹ pada fase matang fisiologis.

Hasil Jerami dan Gabah

Hasil jerami pada ketiga jenis varietas padi berpotensi hasil tinggi (Mekongga, Inpari 4 dan hibrida H6444) berbeda nyata, demikian pula pemupukan N. Varietas hibrida H6444 memberikan respon N lebih tinggi dibandingkan Mekongga dan Inpari 4. Semakin tinggi dosis N maka berat jerami semakin meningkat baik di Inceptisol bertekstur berat di Plemahan (Tabel 9) dan di tanah bertekstur ringan di Gurah (Tabel 10). Terdapat interaksi yang nyata antara varietas padi dan dosis N di

kedua lokasi. Semakin tinggi dosis N (hingga 207 kg N ha⁻¹ setara 450 kg Urea ha⁻¹) berat kering jerami semakin meningkat untuk ketiga varietas, kecuali untuk H6444 di Gurah yang justru menurun.

Tabel 6. Respon pemupukan N terhadap kadar N daun dan skala Bagan Warna Daun (BWD) tiga varietas padi sawah di Plemahan Kediri

Table 6. Response of N fertilization on leaf N content and scale of Leaf Color Chart (BWD) of three of lowland rice varieties in Plemahan Kediri

PU/AP	Kadar N		BWD		Kadar N		BWD	
	30 HST		45 HST		60HST			
	%		%		%			
Inpari 4	2,16	2,85	1,91	2,96	1,48	2,92		
Mekongga	2,12	2,78	1,75	2,89	1,46	2,94		
H6444	2,11	2,77	1,80	2,92	1,37	2,68		
0N	1,37	2,06 f	1,42	2,03 e	1,06	2,02 d		
69N	2,13	2,47 e	1,86	2,62 d	1,31	2,61 c		
104N	2,08	2,66 d	1,68	2,88 c	1,21	2,80 c		
138N	2,42	2,92 c	1,83	3,01 c	1,53	2,96 c		
173N	2,24	3,18 b	1,84	3,36 b	1,72	3,13 b		
207N	2,54	3,52 a	2,29	3,62 a	1,78	3,56 b		

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Tabel 7. Respon pemupukan N terhadap kadar N tanaman dan skala Bagan Warna Daun (BWD) tiga varietas padi sawah di Gurah Kediri

Table 7. Response of N fertilization on leaf N content and scale of Leaf Color Chart (BWD) of three lowland rice varieties in Gurah Kediri

PU/AP	Kadar N		BWD		Kadar N		BWD	
	30 HST		45 HST		60 HST			
	%		%		%			
Inpari 4	1,98	2,61	1,65	2,99	0,96	2,86		
Mekongga	2,03	2,66	1,56	2,88	1,21	2,70		
H6444	1,92	2,71	1,48	2,89	1,41	2,71		
0N	1,41	2,00 e	1,20	2,00 f	0,84	2,00 e		
69N	1,97	2,56 d	1,68	2,73 e	1,12	2,51 d		
104N	2,08	2,60 cd	1,55	2,96 d	1,11	2,73 c		
138N	2,03	2,70 c	1,60	3,08 c	1,18	2,86 c		
173N	2,21	2,90 b	1,59	3,24 b	1,18	3,06 b		
207N	2,18	3,20 a	1,74	3,51 a	1,73	3,37 a		

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Tabel 8. Nilai koefisien korelasi (r) antara kadar N daun dengan pembacaan Bagan Warna Daun (BWD) untuk tiga varietas padi sawah di Plemahan dan Gurah MK 2012

Table 8. Coefficient correlation (r) between leaf N levels and leaf color chart (BWD) readings for three lowland rice varieties in Plemahan and Gurah

Kadar N tanaman	BWD 30HST	BWD 45HST	BWD 60HST
Plemahan			
Inpari 4	0,92**	0,98**	0,62**
Mekongga	0,65**	0,53**	0,92**
H6444	0,87**	0,71**	0,49*
Rataan varietas	0,81**	0,75**	0,67*
Gurah			
Inpari 4	0,83**	0,90**	0,80**
Mekongga	0,87**	0,89**	0,83**
H6444	0,90**	0,70**	0,75**
Rataan varietas	0,83**	0,81**	0,58**

Keterangan: ** nyata dalam taraf nyata 1%. HST = Hari sesudah tanam

Tabel 9. Interaksi antara varietas dan dosis pupuk N terhadap berat kering jerami panen tiga varietas padi sawah di Plemahan Kediri

Table 9. Interactions between varieties and dosages of N fertilizer on straw dry weight in Plemahan Kediri

Anak petak	Petak Utama			Rataan-AP
	Inpari 4	Mekongga	Hibrida H6444	
Dosis N (kg ha ⁻¹)t ha ⁻¹			
0N	2,52 c	2,77 c	1,79 c	2,36
69N	3,87 b	4,01 b	4,21 b	4,03
104N	3,63 b	3,86 b	4,59 b	4,03
138N	3,85 b	4,27 ab	4,95 b	4,36
173N	4,00 ab	4,53 ab	5,69 a	4,74
207N	4,71 a	4,80 a	6,08 a	5,19
Rataan-PU	3,76	4,04	4,55	

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Tabel 10. Interaksi pemupukan N terhadap berat kering jerami panen tiga varietas padi sawah di Gurah Kediri

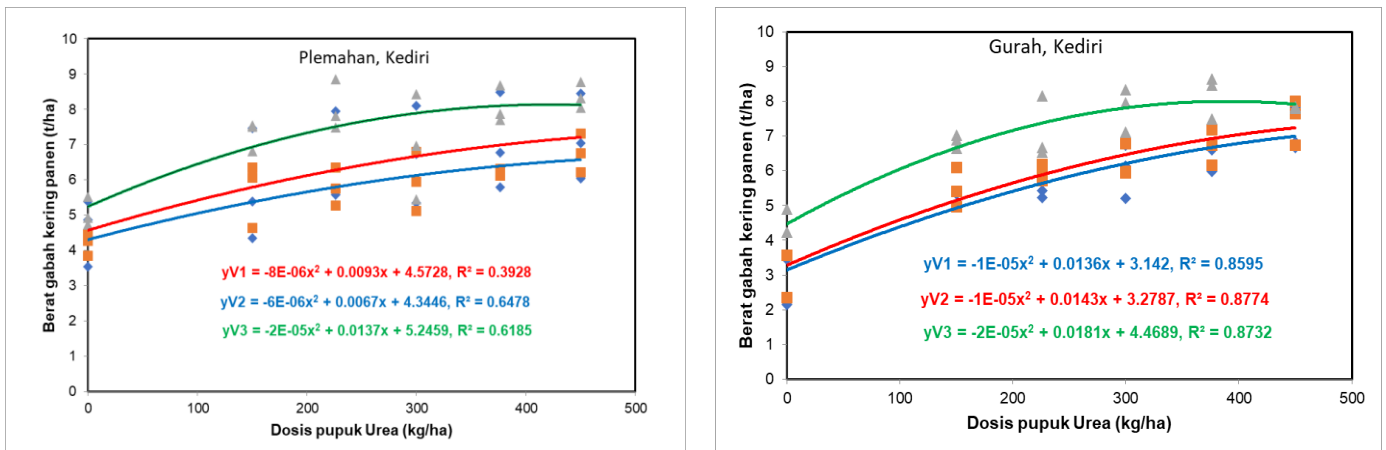
Table 10. Interactions between varieties and dosages of N fertilizer on straw dry weight in Gurah Kediri

Anak petak	Petak Utama			Rataan-AP
	Inpari 4	Mekongga	Hibrida H6444	
Dosis N (kg ha ⁻¹)t ha ⁻¹			
0N	2,11 b	2,31 c	2,95 d	2,46
69N	3,53 a	4,61 ab	3,81 c	3,98
104N	3,46 a	4,17 b	3,92 bc	3,85
138N	3,56 a	4,01 b	4,67 ab	4,08
173N	3,56 a	4,38 b	5,17 a	4,37
207N	3,81 a	5,31 a	4,36 bc	4,49
Rataan-PU	3,34	4,13	4,15	

Keterangan: Data dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT

Tiga varietas padi berpotensi hasil tinggi (Mekongga, Inpari 4 dan Hibrida H6444) dan pemupukan N berpengaruh nyata terhadap hasil gabah kering panen (GKP) dan terdapat interaksi diantara keduanya. Varietas hibrida H6444 memberikan respon N nyata lebih tinggi dibandingkan Mekongga dan Inpari 4. Semakin tinggi dosis N maka berat kering gabah semakin meningkat baik di Inceptisol bertekstur berat di Plemahan dan di tanah bertekstur ringan di Gurah (Tabel 11). Rata-rata hasil gabah pada tanah bertekstur berat sedikit lebih tinggi dibanding tanah bertekstur ringan, namun peningkatan hasil gabah karena pemupukan N keduanya hampir sama yaitu meningkat sekitar 35-61% pada tanah bertekstur berat dan 30-62% pada tanah bertekstur ringan. Pemupukan hingga 207 kg N ha⁻¹ atau 450 kg Urea ha⁻¹ meningkatkan hasil yang relatif sama yaitu 60% dan 62% berturut-turut pada tanah bertekstur berat dan ringan, namun dosis maksimum pada tanah berpasir dicapai diatas dosis uji (> 450 kg Urea ha⁻¹). Hasil ini sejalan dengan penelitian Quanbao *et al.* 2007 di China, dimana hasil padi di tanah berpasir dan tanah liat meningkat dengan aplikasi nitrogen, dan bahwa di tanah liat lebih tinggi daripada di tanah berpasir, tetapi efek nitrogen pada peningkatan hasil lebih besar di tanah berpasir daripada di tanah liat.

Pembandingan antara hasil GKP pada tanah sawah bertekstur berat di Plemahan dan ringan di Gurah menunjukkan dosis N maksimum di tanah bertekstur ringan cenderung lebih tinggi dan lebih responsif terhadap penambahan pupuk N dibandingkan di tanah bertekstur berat. Berdasarkan persamaan kuadrat respon N terhadap hasil gabah, diperoleh dosis Urea untuk padi sawah di tanah bertekstur berat di Plemahan (dengan pembulatan) adalah 580 kg Urea ha⁻¹ dan 560 kg Urea ha⁻¹ untuk varietas Inpari 4 dan Mekongga serta 350 kg Urea ha⁻¹ untuk Hibrida H6444. Sedangkan di tanah bertekstur pasir di Gurah, dosis N maksimum dicapai pada 680, 715375 dan 450 kg Urea ha⁻¹ masing-masing untuk Inpari 4, Mekongga dan H6444. (Tabel 11). Penelitian di IRRI, hasil gabah maksimum dicapai pada dosis 60-120 kg N ha⁻¹ sedangkan di China 180-240 kg N ha⁻¹ (Peng *et al.* 2006). Hasil padi tertinggi dan pemupukan N paling efisien untuk padi sawah di Gazipur, Bangladesh dicapai dengan pemupukan 60 kg N ha⁻¹ (Haque dan Haque 2016). Pemupukan N hingga 200 kg N ha⁻¹ di Mesir memberikan hasil gabah 10-11 t ha⁻¹ dan komponen hasilnya untuk padi Hibrida H1 (Metwally *et al.* 2011).



Gambar 1. Kurva respon pemupukan N pada tiga varietas padi sawah di Plemahan dan Gurah Kediri V1 = Inpari 4, V2= Mekongga, V3= H6444

Figure 1. Response curves of Nitrogen fertilization for three lowland rice varieties in Plemahan and Gurah Kediri V1 = Inpari 4, V2 = Mekongga, V3 = H6444

Tabel 11. Persamaan regresi respon pemupukan N pada tiga varietas padi sawah di Plemahan dan Gurah Kediri MK 2012

Table 11. *Response curves of Nitrogen fertilization for three lowland rice varieties in Plemahan and Gurah Kediri*

Varietas	Koefisien regresi			Xmax kg Urea ha ⁻¹	Ymax t ha ⁻¹	Dosis urea kg ha ⁻¹
	A	bX	cX ²			
Plemahan						
Inpari 4	4,5728	0,0093	-0,000008	580	7,28	4,5728
Mekongga	4,3446	0,0067	-0,000006	560	6,22	4,3446
Hibrida H6444	5,2459	0,0137	-0,00002	350	8,00	5,2459
Gurah						
Inpari 4	3,1420	0,0136	-0,00001	680	7,76	3,1420
Mekongga	3,2787	0,0143	-0,00001	715	8,39	3,2787
Hibrida H6444	4,4689	0,0181	-0,00002	450	8,60	4,4689

Serapan dan Neraca Hara N

Serapan hara N padi sawah (sebagai output) meningkat dengan bertambahnya dosis N, dalam kisaran 49-85 kg N ha⁻¹, 52-94 kg N ha⁻¹ dan 57-108 kg N ha⁻¹ masing-masing untuk varietas Inpari 4, Mekongga dan Hibrida H6444 (Tabel 12). Serapan N padi Inpari 10 yang tumbuh di lahan sawah bukaan baru berkisar antara 37,25-93,75 kg N, 2,9-8,5 kg P, 53-149 kg K ha⁻¹ musim⁻¹ (Sukristiyonubowo *et al.* 2012). Pemupukan N hingga 200 kg N ha⁻¹ di Mesir memberikan hasil gabah 10-11 t ha⁻¹ untuk Hibrida H1 di Mesir dan kadar serta serapan N dengan kisaran 208-215 kg ha⁻¹ (Metwally *et al.* 2011). Demikian pula hasil penelitian di China yang menyatakan bahwa serapan N dari gabah dan jerami lebih tinggi pada tanah berliat dibandingkan tanah berpasir namun perbedaannya relatif kecil (Quanbao *et al.* 2007).

Perhitungan neraca hara N dari penelitian respon pemupukan N disajikan pada Tabel 12. Nilai N yang hilang melalui denitrifikasi, N dari irigasi dan N-fiksasi mengikuti hasil penelitian Husnain *et al.* (2010). Hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa neraca hara sangat tergantung varietas tanaman, tingkat pemupukan, suplai hara serta iklim. Hal tersebut sejalan dengan penelitian ini dimana penggunaan tiga varietas padi berpotensi hasil tinggi (Inpari 4, Mekongga dan Hibrida H6444) memberikan neraca yang berbeda. Input N terbesar berasal dari pupuk N yang ditambahkan, sedangkan yang berasal N-tanah, dimana 90% nya merupakan N-organik, hanya menyumbang melalui mineralisasi N sebesar 3-8% (Kundu dan Ladha 1995). Nilai N yang hilang melalui denitrifikasi (29 kg ha⁻¹ musim⁻¹), N dari irigasi (13 kg N ha⁻¹) dan N-fiksasi (20 kg N ha⁻¹) mengikuti hasil penelitian Husnain *et al.* (2010).

Tanpa pemupukan N, terjadi neraca negatif (input<output) atau terjadi pengurangan hara N sebesar 45, 48 dan 53 kg N ha⁻¹ berturut-turut untuk varietas Inpari 4, Mekongga dan Hibrida H6444. Berdasarkan nilai neraca hara N ini, maka kebutuhan minimal N agar tidak terjadi pengurangan hara N, untuk varietas Inpari 4 dan Mekongga di Plemahan adalah sama yaitu 104 kg N ha⁻¹ (225 kg Urea ha⁻¹) sedangkan untuk Hibrida H6444 adalah 138 kg N ha⁻¹ (300 kg Urea ha⁻¹). Pengelolaan N jangka panjang sangat penting karena faktor pembatas utama peningkatan produktivitas padi di lahan sawah adalah N kemudian K dan P (Setyorini *et al.* 2012). Penelitian neraca hara pada lahan sawah intensifikasi di DAS Citarum menunjukkan neraca positif (input>output) untuk N, P, K, Ca dan Mg sedangkan untuk K,Si memberikan neraca negatif (Husnain *et al.* 2010).

Kesimpulan

Pemupukan N dalam bentuk Urea pada tanaman padi sawah varietas Inpari 4, Mekongga dan Hibrida H6444 yang berpotensi hasil tinggi di Plemahan, Kediri yang bertekstur berat (liat) dan di Gurah yang bertekstur ringan (lempung berpasir) memberikan respon nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah anakan padi serta hasil jerami dan gabah. Semakin tinggi dosis N, pertumbuhan dan hasil tanaman semakin baik. Respon pemupukan Urea terhadap peningkatan hasil gabah hingga dosis tertinggi 207 kg N ha⁻¹ atau setara 450 kg Urea ha⁻¹ di tanah berpasir dan di tanah liat hampir sama, namun dosis maksimum N pada tanah berpasir lebih tinggi dibandingkan tanah liat.

Padi hibrida H6444 memberikan respon pemupukan N

Tabel 12. Neraca hara N tiga varietas padi sawah yang dipupuk berbagai dosis N di Plemahan dan Gurah, Kediri

Table 12. Nitrogen balance sheet of three lowland rice varieties as affected by different N level in Plemahan and Gurah, Kediri

	Input (kg ha ⁻¹)		Output (kg ha ⁻¹)			Neraca (kg ha ⁻¹)		
	N-input	Inpari 4	Mekongga	H6444	N-denit	V1	V2	V3
Plemahan								
0N	33	49	52	57	29	-45	-48	-53
69N	102	65	73	89	29	8	0	-16
104N	137	81	88	111	29	27	20	-3
138N	171	70	79	99	29	72	63	43
173N	206	82	83	106	29	95	94	71
207N	240	86	94	108	29	125	117	103
Gurah								
0N	33	36	39	56	29	-32	-35	-52
69N	102	71	69	83	29	2	4	-10
104N	137	82	94	103	29	26	14	5
138N	171	76	80	104	29	66	62	38
173N	206	82	87	111	29	95	90	66
207N	240	88	99	98	29	123	112	113

lebih tinggi dibandingkan Inpari 4 dan Mekongga di kedua lokasi percobaan. Kisaran hasil H6444 adalah 6,53 hingga 8,86 t ha⁻¹, sedangkan Inpari 4 dan Mekongga memberikan hasil 4,97-7,98 t ha⁻¹. Dosis pupuk N maksimum pada tanah bertekstur ringan di Gurah adalah 680 kg ha⁻¹ untuk Inpari 4, 715 kg ha⁻¹ untuk Mekongga serta 450 kg ha⁻¹ untuk H6444. Pada tanah bertekstur berat di Plemahan dosis maksimum untuk Inpari 4 dan Mekongga adalah 580 dan 560 kg ha⁻¹ dan untuk H6444 350 kg Urea ha⁻¹. Dosis anjuran N pada tanah bertekstur ringan lebih tinggi dibandingkan tanah bertekstur berat di Kediri.

Tanpa pemupukan Nitrogen, terjadi neraca negatif N pada pertanaman padi sawah atau dengan kata lain terjadi pengurangan hara N sebesar 45, 48 dan 53 kg N ha⁻¹ berturut-turut untuk varietas Inpari 4, Mekongga dan Hibrida H6444.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah memfasilitasi penelitian ini melalui DIPA Program Kemitraan Penelitian Pertanian/Research Grant. Juga kepada Bapak Ir. Krisnadi yang banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian lapangan.

Daftar Pustaka

- Adamy IS, Kasno A. 2010. Dinamika hara N pada lahan sawah intensifikasi bermineral liat dominan 2:1. Prosiding. Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumberdaya Lahan. Bogor, 24-25 November 2009, Buku II:129-143.
- Baligar VC, Fageria NK, and He ZL. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* 32(7&8):921-950.
- Cassman KG, Gines GC, Dizon MA, Samson MI, and Alcantara JM. 1996. Nitrogen-use efficiency in tropical lowland rice systems: contribution from indigenous and applied nitrogen. *Field Crops Research.* 47:1-12.
- De Datta SK. 1986. Improving nitrogen fertilizer efficiency in lowland rice in tropical Asia. *Fert. Res.* 9:171-186.
- Dobermann A, Fairhurst T. 2000. Rice: Nutrient Disorders and Nutrient Management. International Rice Research Institute. Philippines.
- Dobermann A, White PF. 1999. Strategies for nutrient management in irrigated and rainfed lowland rice Systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* 53:1-18.
- Erythrina. 2001. Bagan warna daun: Menghemat penggunaan pupuk N pada padi sawah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara, Medan.

- Fageria NK, Slaton NA, Baligar VC. 2003. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Advances in Agronomy*. 80:63-152.
- Fageria NK, Slaton NA, Baligar VC. 2005. Enhancing Nitrogen Used Efficiency in Crop Plants. *Advances in Agronomy*. 88:97-185.
- Fageria NK. 2003. Plant tissue test for determination of optimum concentration and uptake of nitrogen at different growth stages in lowland rice. *Commun Soil Sci. Plant Anal.*. 34(1&2):259-270.
- Fageria NK. 2004. Dry matter yield and nutrient uptake by lowland rice at different growth stages. *Journal of Plant Nutrition*. 27(6): 947-958.
- Fageria NK. 2014. Nitrogen Harvest Index and Its Association with crop yields. *Journal of Plant Nutrition*. 37:795-810
- Fageria NK. and Baligar VC. 2001. Lowland Rice Response to Nitrogen Fertilization. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* 32:1405-1429.
- Fairhurst TH, Witt C, Buresh RJ, and Dobermann A. 2007. *Rice: A Practical Guide to Nutrient Management*. The International Rice Research Institute, International; Plant Nutrition Institute and International Potash Institute.
- Faozi K, Wijonarko BR. 2010. Serapan Nitrogen dan beberapa sifat fisiologis tanaman padi sawah dari berbagai umur pemindahan bibit. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 10(2):93-101.
- Feng YM, Yoshinaga I, Shiratani E, Hitomi T, Hasebe H. 2003. Nutrient balance in paddy field within a recycling irrigation system. *Poster papers at Diffuse Pollution Conference, Dublin*. 14:34-39.
- Haque MdA, Haque MM. 2016. Growth, yield and nitrogen use efficiency of new rice variety under variable nitrogen rates. *American Journal of plant Science*. 7:612-622.
- Husnain, Matsunaga T, Wakatsuki T. 2010. Field assesment of nutrient balance under intensive rice-farming systems and the effects on the sustainability of rice production in Java Island, Indonesia. *J. of Agricultural, Food and Environmental Sciences*. 4:1-11.
- Indratin, Wahyuni S, Harsanti ES. 2012. Pengaruh aplikasi Urea berlapis arang aktif terhadap efisiensi pemupukan N dan produktivitas padi. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*. Bogor, 29-30 Juni 2012, Hal. 179-186.
- Jeon WT. 2012. Effects of nitrogen levels on growth, yield and nitrogen uptake of fiber-rich cultivar, Goami 2. *African Journal of Biotechnology*. 11(1):131-137.
- Kasno A, Rostaman T, Setyorini D. 2016. Peningkatan produktivitas lahan sawah tadah hujan dengan pemupukan hara N, P, dan K dan penggunaan padi varietas unggul. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40(2):147-157.
- Kasno A, Rostaman T. 2017. Respons Tanaman Padi terhadap Pemupukan N pada Lahan Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 1(3):201-210.
- Khatun A, Quais MdK, Sultana H, Bhuiyan MdKA, Saleque MdA. 2015. Nitrogen fertilizer optimization and its response to the growth and yield of lowland rice. *Research on Crop Ecophysiology*. 10(2):1-16.
- Kundu DK, Ladha JK. 1995. Enhancing soil nitrogen use and biological nitrogen fixation in wetland rice. *Experimental Agric*. 31:261-277.
- Laila RAA, Basri Z, Made U. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman padi (*Oryza sativa*, L.) terhadap kebutuhan Nitrogen menggunakan Bagan Warna Daun. *J. Agroland*. 24(2):119-127.
- Linquist, B. and P. Sengxua. 2001. *Nutrient Management in rainfed lowland rice in The Lao PDR*. IRRI, Metro Manila, Philippines. p. 83.
- Liu L, Chen T, Wang Z, Zhanga H, Yanga J, Zhang J. 2013. Combination of site-specific nitrogen management and alternate wetting and drying irrigation increases grain yield and nitrogen and water use efficiency in super rice. *Field Crops Research*. 154: 226-35.
- Mahajan BR, Pandey RN, Datta SC, Kumar D, Sahoo RN, Parsad R. 2014. Fertilizer nitrogen, phosphorus and Sulphur prescription for aromatic hybrid rice (*Oryza sativa* L.) using targeted yield approach. *Proceeding of the National Academy of Science*. 84(3):537-547.
- Metwally TF, Gewaily EE and Naeem SS. 2011. Nitrogen response curve and nitrogen use efficiency of Egyptian hybrid rice. *J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Univ*. 37(1):73.
- Moro BM, Roland IN, Ato E, Nathaniel B. 2015. Effect of nitrogen rates on the growth and yield of three rice (*Oryza sativa* L.) varieties in rain-fed lowland in the forest agroecological zone of Ghana. *International Journal of Agricultural Science*. 5(7): 878-885.
- Mulyani NS, Suryadi ME, Dwiningsih S, Haryanto. 2001. Dinamika hara Nitrogen pada tanah sawah. *Jurnal Tanah dan Iklim No*. 19:14-25.
- Peng S, Buresh RJ, Huang J, Yang J, Zou Y, Zhong X, Wang G, Zhang F. 2006. Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice systems in China. *Field Crops Research*. 96: 37-47.
- Prasad R, De-Datta SK. 1979. Increasing Fertilizer Nitrogen Efficiency in Wetland Rice. In: *Nitrogen and Rice*, IRRI, Los Banos. 465-484.
- Quanbao Y, Zhang H, Haiyan W, Zhang Y, Wang B, Xia K, Huo Z, Dai Q, and Xu K. 2007. Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency and yield of rice under different soil conditions. *Frontiers of Agriculture in China*. Volume 1, Number 1 / February, 2007.

- Rahman MM, Amano T, Shiraiwa T. 2009. Nitrogen use efficiency and recovery from N fertilizer under rice-based cropping systems. *Australian J. of Crop Science*. 3(6):336-351.
- Segda Z, Yameogo LP, Sie M, Bado VB, Mando A. 2014. Nitrogen use efficiency by selected Nerica varieties in Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research*. 8:1-8.
- Setyorini D, Ladiyani RW, Kasno A, Purnomo J, Suhartatik E. 2012. Pengembangan rekomendasi pupuk berbasis Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) untuk padi berpotensi hasil tinggi. Laporan Akhir. Balai Penelitian Tanah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. (Tidak dipublikasikan)
- Simpson JR, Freney JR, Wetselaar R, Muirhead WA, Leuning R Denmead OT (1984) Transformations and losses of Urea nitrogen after application to flooded rice. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35:189-200.
- Siregar A, Marzuki I. 2011. Efisiensi pemupukan Urea terhadap serapan N dan peningkatan produksi padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*. 7(2):107-112.
- Siswanto T, Sugiyanta, Melati M. 2015. Peran Pupuk Organik dalam Peningkatan Efisiensi Pupuk Anorganik pada Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *J. Agron. Indonesia*. 43(1):8-14.
- Sukristiyonubowo, Fadhli Y, Sofyan A. 2011. Plot scale nitrogen balance of newly opened wetland rice at bulungan district. *International Research Journal of Plant Science*. 3(4):63-68.
- Sukristiyonubowo, Nugroho K, Sarwani M. 2012. Nitrogen, phosphorus and potassium removal by rice harvest product planted in newly opened wetland rice. *International Research Journal of Plant Science*. 3(4):63-68.
- Triadiati, Pratama AA. Abdulrachman A. 2012. Pertumbuhan dan efisiensi penggunaan nitrogen pada padi (*Orizae sativa* L.) dengan pemberian pupuk Urea yang berbeda. *Buleting Anatomi dan Fisiologi*. 20(2):1-14.
- Witt C, Pasuquin JMCA, Muters R, Buresh RJ. 2005. New leaf color chart for effective nitrogen management in rice. *Better Crops*. 89(1):36-39.
- Xue Y, Duan H, Liu, Lijun. 2013. An Improved Crop Management Increases Grain Yield and Nitrogen and Water Use Efficiency in Rice. *Crop Science*. 53(1):271.
- Zhang Q, Yang Z, Zhang HYiJ. 2012. Recovery efficiency and loss of ¹⁵N-labelled Urea in a rice-soil system in the upper reaches of the Yellow River basin. *Agric. Ecosyst. Environ*. 158:118-126.
- Zheng C, Zhang Z, Wu Y, Mwiya R, 2019. Response of vertical migration and leaching of Nitrogen in percolation water of paddy fields under water-savung irrigation and straw return conditions. *Water*. 11:868.