IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Tanah Sebelum Tanam

Analisis tanah sebelum tanam dilakukan untuk mengukur tingkat kesuburan tanah sebelum perlakuan. Parameter analisis tanah sebelum tanam meliputi analisis unsur hara makro primer N total, P tersedia, dan K tersedia, bahan organik, C-organik dan pH tanah. Data hasil analisis digunakan untuk dibandingkan dengan hasil analisis tanah setelah panen untuk mengetahui perbedaan serapan hara tiap perlakuan. Hasil analisis tanah sebelum tanam tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis tanah sebelum tanam

Macam analisis	Nilai	Satuan	Kriteria
N total	0,26	%	Sedang
P tersedia	8,68	ppm	Sangat rendah
K tersedia	0,15	me%	Rendah
Bahan organik	2,23	%	Rendah
C-organik	1,29	%	Rendah
pH	6,81	-	Netral

Sumber: Hasil analisis Laboratorium Ilmu Tanah UNS 2019.

Sampel yang diujikan merupakan jenis tanah Regosol. Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum tanam, diketahui bahwa kandungan hara dan bahan organik dari sampel yang diujikan masih rendah. Hal tersebut dikarenakan tanah yang digunakan dalam percobaan yaitu tanah regosol. Tanah regosol memiliki kandungan pasir yang tinggi dan kandungan bahan organik yang rendah sehingga memiliki tingkat kesuburan yang rendah.

Kandungan nitrogen dalam tanah sebelum tanam memiliki kriteria sedang, P sangat rendah, dan K rendah. Kandungan bahan organik pada tanah yang diujikan termasuk dalam kriteria rendah. Hal tersebut diduga menyebabkan kandungan

hara tanah relatif rendah. Rosmarkam dan Yuwono (2002) menyebutkan bahwa bahan organik dalam tanah yang rendah menyebabkan kesuburan tanah rendah. Bahan organik merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah sehingga mampu memperbaiki struktur tanah berpasir menjadi tanah yang bergumpal dan dapat mengikat air serta menciptakan kapasitas tukar kation (KTK). Bahan organik yang rendah menyebabkan KTK menurun sehingga unsur hara mudah tercuci atau *leaching*. Pertukaran kation dan pembebasan unsur hara yang dapat dimanfaatkan tanaman terjadi di koloid tanah (Tan, 1991). Rendahnya bahan organik menyebabkan koloid tidak mempunyai KTK yang besar sehingga unsur hara yang dijerap dan dilepaskan pun rendah. Penambahan pupuk organik yang memiliki kandungan bahan organik tinggi dapat mengimbangi kandungan bahan organik pada anah sebelum perlakuan sehingga dapat memperbaiki sifat tanah.

B. Analisis Pupuk Organik

Aplikasi pupuk organik memberikan unsur hara dan bahan organik pada tanah sehingga tanah yang diolah dengan pupuk organik memiliki kandungan hara dan bahan organik yang lebih tinggi daripada tanah sebelum dilakukan pemupukan. Analisis pupuk organik dilakukan untuk mengetahui kandungan hara yang ditambah pada tanah. Dengan mengetahui kandungan yang terkandung, maka akan diketahui tambahan kandungan unsur yang ada dalam tanah. Pupuk organik yang ditambahkan pada tanah yaitu pupuk kandang. Analisis pupuk kandang meliputi kandungan N total, P tersedia, K tersedia, bahan organik, dan C-organik (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis pupuk organik

Macam analisis	Nilai	Satuan
N total	2,49	%
P tersedia	69,5	Ppm
K tersedia	1,97	me%
Bahan organik	36,11	%
C-organik	20,94	%

Sumber: Hasil analisis Laboratorium Ilmu Tanah UNS 2019.

Berdasarkan analisis pupuk organik (Tabel 2), diketahui bahwa pupuk organik mengandung hara NPK yang tinggi sehingga dapat ditambahkan pada tanah sebelum perlakuan yang memiliki kadar hara yang rendah. Selain itu pupuk organik juga mengandung bahan organik yang tinggi. Aplikasi pupuk organik meningkatkan kandungan bahan organik pada tanah sebelum perlakuan sehingga kandungan bahan organik tanah dapat meningkat. Rosmarkam dan Yuwono (2002) menyatakan bahwa pada proses mineralisasi, bahan organik yang terkandung dalam pupuk organik melepaskan hara makro N, P, K, Ca, Mg, S, dan hara mikro. Melalui pemberian pupuk organik saat pengolahan lahan, struktur tanah akan diperbaiki menjadi lebih gembur sehingga akar tanaman mudah menembus tanah dan daya menahan air meningkat.

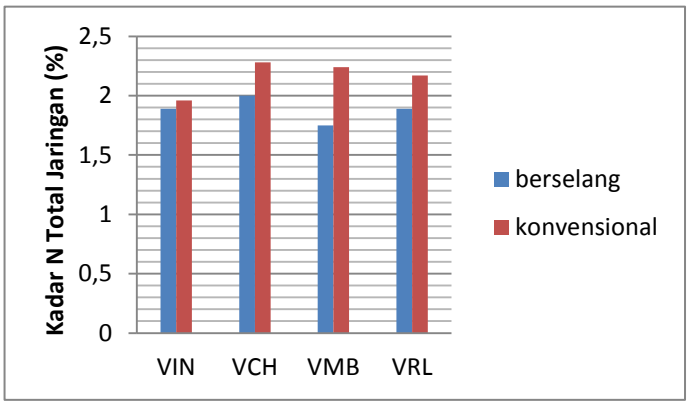
C. Analisis N, P, dan K Jaringan Tanaman

Analisis NPK jaringan bertujuan untuk mengetahui kadar hara total pada tanaman padi. Besarnya kandungan hara total tanaman menunjukkan jumlah hara dalam tanah yang diserap tanaman padi dan disimpan sebagai fotosintat pada semua bagian tanaman padi. Analisis NPK jaringan tanaman dilakukan dengan mengkomposit 4 ulangan jaringan tanaman menjadi satu sampel sehingga analisis dilakukan per perlakuan. Komposit dilakukan untuk memperkecil sampel karena

ulangan yang dikompositkan berasal dari tanaman padi yang ditanam pada tanah dengan sifat tanah yang sama sehingga sampel dikomposit untuk mewakilkan 4 ulangan perlakuan yang sama. Analisis meliputi N, P, dan K total jaringan tanaman. Hasil analisis NPK jaringan kemudian dikalikan dengan berat berangkasan kering untuk memperoleh hasil serapan hara.

1. Kadar N Total Jaringan Tanaman

Nitrogen merupakan unsur hara yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Syekhfani (1997) menyatakan bahwa dalam jaringan, nitrogen mempunyai peranan dalam penyusunan organ tanaman, proses fotosintesis, penyusun klorofil, dan penyusun senyawa organik yang lainnya. Analisis N total dilakukan untuk mengetahui kadar hara N total yang diserap tanaman. Hasil analisis kandungan hara N total jaringan tanaman padi tersaji dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik kadar N total jaringan tanaman.
Keterangan: VIN : varietas Inpari 33
VCH : varietas Ciherang
VRL : varietas Rojolele
VMB : varietas Memberamo
Berselang: sistem pengairan berselang
Konvensional: sistem pengairan konvensional

Berdasarkan grafik rata-rata kadar N total jaringan (Gambar 1), varietas Ciherang dengan pengairan konvensional maupun berselang memberikan kadar N total jaringan relatif lebih tinggi daripada varietas yang lainnya. Rata-rata kadar nitrogen dalam jaringan tanaman yaitu 2-4% berat kering (Tisdale *et al*., 1990). Hal tersebut menunjukkan varietas Ciherang memiliki kemampuan menyerap hara N lebih tinggi daripada varietas yang lainnya, artinya varietas Ciherang lebih responsif daripada varietas yang lainnya. Varietas Ciherang memiliki tinggi tanaman paling tinggi diantara keempat varietas yang diujikan yaitu mencapai 115 cm (Lampiran 2). Hal tersebut mempengaruhi kadar N total jaringan karena nitrogen membantu pertumbuhan daun tanaman padi. Nitrogen membantu diferensiasi sel serta pemanjangan sehingga tumbuhnya tanaman padi menjadi lebih tinggi menyebabkan kadar N total jaringan makin tinggi pula.

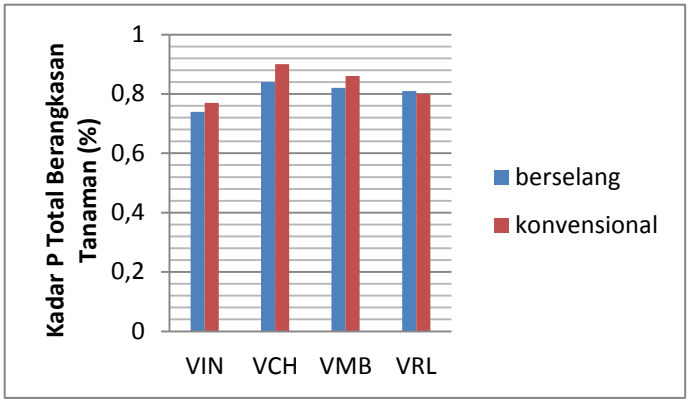
Metode pengairan konvensional memberikan N total jaringan relatif lebih tinggi daripada N total jaringan dengan metode pengairan berselang. Melalui pengairan konvensional yang selalu menggenang, suplai air selalu terjaga sehingga transport hara nitrogen ke bagian tanaman berjalan dengan baik. Unsur hara diserap oleh akar tanaman dalam bentuk ion terlarut. Pengairan metode konvensional selalu mengalami penggenangan selama masa vegetatif tanaman padi sehingga mempercepat pergerakan nitrogen dalam tanah kemudian diserap akar tanaman dan ditranslokasikan ke bagian vegetatif tanaman. Kandungan N total jaringan dipengaruhi oleh penyerapan tersebut. Selain itu, kandungan N total jaringan juga dipengaruhi oleh pemberian pupuk

Urea. Pada kelembaban 73% pupuk Urea bersifat higroskopis sehingga mudah larut dan diserap akar tanaman padi (Lingga dan Marsono, 2008).

2. Kadar P Total Berangkasan Tanaman

Fosfor (P) merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak, akan tetapi kebutuhan fosfor pada tanaman lebih kecil daripada nitrogen dan kalium. Fosfor berperan dalam proses pembelahan sel, fotosintesis, respirasi, serta penyimpanan energi. Menurut Winarso (2005), defisiensi unsur P menyebabkan kemasakan tertunda, selain itu pengisian biji tidak optimal.

Analisis P total dilakukan untuk mengetahui kadar hara P total yang diserap tanaman. Bagian tanaman yang dianalisis yaitu akar, batang dan daun sehingga analisis dilakukan pada berangkasan tanaman padi. Hasil analisis kandungan hara P total jaringan pada tanaman padi tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik kadar P total berangkasan tanaman.

Keterangan:

VIN	: varietas Inpari 33
VCH	: varietas Ciherang
VRL	: varietas Rojolele
VMB	: varietas Memberamo
Berselang	: sistem pengairan berselang
Konvensional	: sistem pengairan konvensional

Berdasarkan grafik kadar P total jaringan berangkasan tanaman (Gambar 2), varietas Inpari 33, Ciherang, dan Memberamo dengan pengairan konvensional cenderung memberikan P total jaringan berangkasan tanaman lebih tinggi daripada pengairan berselang. Sebaliknya, varietas Rojolele dengan pengairan berselang lebih menghasilkan kadar P total jaringan berangkasna tanaman yang lebih tinggi daripada pengairan konensional. Varietas Ciherang dengan pengairan konvensional memberikan P total jaringan relatif lebih tinggi dari varietas yang lain, yaitu 0,87%.

Rosmarkam dan Yuwono (2002) menyatakan bahwa kadar P dalam tanaman mencapai 0,3-0,5% dari berat kering. Hal tersebut menunjukkan bahwa varietas Ciherang mempunyai kemampuan menyerap hara P yang lebih tinggi dibanding varietas yang lainnya, artinya varietas Ciherang lebih responsif daripada varietas yang lainnya. Varietas Ciherang merupakan varietas padi sawah yang memiliki anakan produktif hingga 17 batang (Lampiran 2). Banyaknya anakan produktif yang dihasilkan mempengaruhi kadar P total jaringan karena fosfor membantu pemunculan malai tanaman padi pada masa generatif. Semakin banyak anakan produktif yang dihasilkan maka malai yang dihasilkan makin banyak dan kadar P total jaringan semakin tinggi.

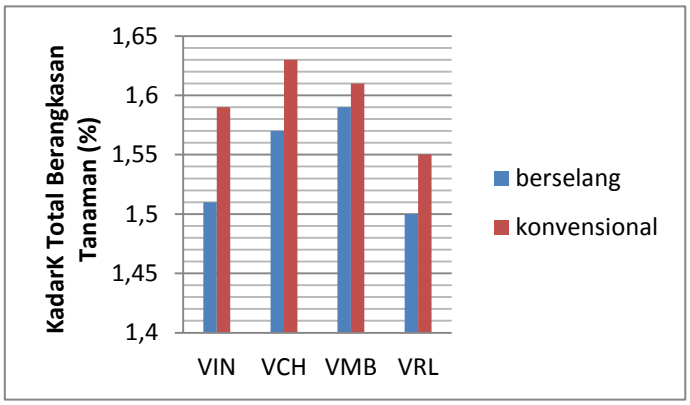
Pengairan metode konvensional memberikan P total jaringan relatif lebih tinggi daripada pengairan berselang. Metode pengairan konvensional membuat tanah selalu tergenang. Pada masa penggenangan awal, ketersediaan P meningkat karena P larut dalam air (Hardjowigeno dan

Luthfi, 2004). Unsur P bersifat stabil sehingga proses pencucian atau *leaching* cenderung tidak terjadi. Dierolf *et al*. (2001) menyatakan bahwa unsur P tidak mudah hilang akibat pencucian atau *leaching* melainkan akan terjerap di permukaan koloid tanah. Fosfor diserap akar tanaman dalam bentuk ion anorganik dan cepat berubah menjadi senyawa fosfat organik. P dalam jaringan tanaman bersifat mobil atau mudah bergerak.

3. Kadar K Total Berangkasan Tanaman

Kalium merupakan unsur hara makro primer yang dibutuhkan tanaman. Kalium termasuk dalam unsur yang bersifat mobil atau mudah bergerak dalam sel maupun jaringan tanaman. Kalium berperan dalam menetralkan larutan sitoplasma dan kloroplas agar tetap pada pH 7-8. Pada lingkungan tersebut, reaksi enzim pada tanaman dapat dilakukan secara optimum. Rosmarkam dan Yuwono (2002) menyebutkan bahwa tanaman yang mengalami defisiensi unsur K akan kurang optimum dalam akumulasi karbohidrat dan senyawa nitrogen, serta menyebabkan menurunnya kadar pati.

Analisis K total dilakukan untuk mengetahui kadar hara K total yang diserap tanaman. Bagian tanaman yang dianalisis yaitu akar, batang dan daun sehingga analisis dilakukan pada berangkasan tanaman padi. Hasil analisis kandungan hara K total jaringan pada tanaman padi tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kadar K total berangkasan tanaman.

Keterangan:	VIN	: varietas Inpari 33
	VCH	: varietas Ciherang
	VRL	: varietas Rojolele
	VMB	: varietas Memberamo
	Berselang	: sistem pengairan berselang
	Konvensional	: sistem pengairan konvensional

Berdasarkan grafik kadar K total jaringan (Gambar 3), pada pengairan berselang varietas Memberamo memberikan kadar K total jaringan berangkasan tanaman yang relatif lebih tinggi daripada varietas yang lainnya sedangkan pada pengairan konvensional varietas Ciherang memberikan kadar K total jaringan berangkasan tanaman yang paling tinggi daripada varietas yang lainnya. Tanaman padi memiliki karakteristik yang berbeda-beda tiap varietas sehingga memberikan hasil yang berbeda pula tiap varietas, dalam hal ini kadar K total jaringan.

Pengairan konvensional menunjukkan kadar K total jaringan berangkasan tanaman yang relatif lebih tinggi daripada pengairan berselang. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada tanah dengan pengairan konvensional memiliki agregat tanah yang lebih besar daripada pengairan berselang sehingga hara tidak mudah mengalami pelindihan meskipun tanah tergenang. Melalui penambahan pupuk organik, maka bahan organik yang ada di tanah

juga bertambah. Bahan organik dapat mengikat K dan tidak tercuci karena bahan organik menghasilkan gugus karboksil dan fenol bermuatan negatif. Unsur K yang diikat bahan organik dilepaskan perlahan-lahan dan terlarut dalam air yang menggenang pada pengairan konvensional, kemudian diserap oleh akar tanaman (Foth, 1994). Soepardi (1983) menyebutkan bahwa proses penghancuran mineral yang dibantu oleh air akan melepaskan unsur K dan basa lainnya.

D. Berat Berangkasan Kering Minggu 8

Berangkasan kering adalah bagian dari tanaman yang meliputi akar, batang dan daun tanaman yang telah dioven 60°C hingga bobot tanaman stabil. Berat berangkasan kering yaitu berat berangkasan yang diperoleh dengan menimbang berangkasan kering tanaman. Pengukuran berat berangkasan kering tanaman padi minggu 8 dilakukan untuk mengetahui jumlah fotosintat yang disimpan tanaman dalam bentuk berangkasan kering tanaman padi saat fase vegetatif maksimum. Pengukuran pada fase ini dilakukan untuk mendapatkan kadar N optimum tanaman. Pengambilan data berat kering minggu 8 juga bertujuan untuk mengetahui serapan hara N total pada jaringan tanaman padi yang kemudian dikalikan dengan kadar hara N total jaringan (%). Dwidjoseputro (1985) menyatakan bahwa penyerapan, penyinaran matahari serta pengambilan CO_2 dan air mempengaruhi produksi berat kering.

Rerata berat berangkasan kering tanaman padi minggu 8 tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata berat berangkasan kering tanaman padi minggu 8 (g)

Perlakuan	VIN	VCH	VRL	VMB	Rerata
Berselang	26,688b	23,110b	36,423a	26,018b	28,059
Konvensional	19,683b	18,943b	16,605b	38,838a	23,517
Rerata	23,185	21,026	26,514	32,428	(+)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$
(+) = ada interaksi antara pengairan dan varietas

Berdasarkan sidik ragam berat berangkasan kering minggu 8 (Lampiran 6a), terdapat interaksi antara pengairan dan varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengairan dan varietas saling berpengaruh terhadap berat berangkasan kering minggu 8. Kombinasi varietas Memberamo dengan pengairan konvensional dan varietas Rojolele dengan pengairan berselang memberikan hasil berat berangkasan kering tanaman padi umur 8 minggu tertinggi dibanding kombinasi varietas padi lain yaitu masing-masing 38,83 gram dan 36,42 gram (Tabel 3). Varietas Memberamo yang merupakan varietas padi unggul nasional lebih responsif terhadap pengairan konvensional daripada pengairan berselang. Sebaliknya, varietas Rojolele yang merupakan varietas padi unggul lokal lebih responsif terhadap pengairan berselang daripada pengairan konvensional. Faktor gen tiap varietas mempengaruhi tinggi tanaman padi sehingga tanaman padi memiliki pertumbuhan yang tidak sama (BBPADI, 2015).

Varietas memberamo memiliki karakteristik tanaman berbentuk tegak dengan kerontokan sedang dan memiliki jumlah anakan produktif mencapai 20 batang (Lampiran 4). Dengan karakteristik seperti itu padi Memberamo tidak mudah mengalami kerontokan. Tanaman padi menyimpan sebagian fotosintat pada anakan sehingga menambah berat berangkasan kering tanaman. Sementara

itu varietas Rojolele memiliki karakteristik bentuk tanaman tegak dengan posisi daun terkulai (Lampiran 3). Bentuk tanaman yang tegak dengan posisi daun terkulai memudahkan tanaman padi memperoleh sinar matahari yang membantu proses fotosintesis. Fotosintesis yang menghasilkan fotosintat kemudian ditranspor ke seluruh bagian tanaman dan disimpan dalam bentuk batang maupun daun. Hal tersebut mampu menambah berat berangkasan kering tanaman padi sehingga karakteristik padi Memberamo lebih memberikan berat berangkasan kering tanaman padi yang lebih tinggi daripada varietas yang lainnya.

Varietas Memberamo dengan pengairan konvensional memberikan berat berangkasan tanaman padi yang lebih tinggi daripada varietas yang lainnya pada pengairan konvensional. Pada metode pengairan konvensional, penggenangan dilakukan terus menerus hingga masa vegetatif berakhir. Sugito (1999) menyatakan bahwa air merupakan salah satu komponen utama tanaman yang digunakan sebagai fotosintesis, penyusun protoplasma, memelihara turgor sel, media transpirasi, pelarut unsur hara, serta media translokasi unsur hara. Proses pembelahan sel dibantu oleh penyerapan air yang selalu menggenang sehingga tanaman padi dengan perlakuan pengairan konvensional mengalami pertumbuhan yang lebih baik dari tanaman padi dengan perlakuan pengairan berselang.

Varietas Rojolele dengan pengairan berselang juga memberikan yang berat berangkasan kering tanaman padi minggu 8 yang lebih tinggi daripada varietas yang lainnya pada pengairan berselang. Pengairan berselang menyebabkan kondisi tanah macak-macak sehingga menciptakan suasana aerobik. Pada suasana aerobik tersebut oksigen dapat masuk ke dalam tanah

meningkatkan perkembangan mikrobia anaerob. Perkembangan mikrobia anaerob dapat mengurai unsur hara dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh akar yang kemudian ditranslokasikan ke beberapa bagian tanaman. Nitrogen yang diserap akar akan meningkatkan pertumbuhan tanaman karena nitrogen berperan dalam penyusunan protein yang digunakan tanaman padi untuk membentuk anakan baru (Siregar, 1981).

Varietas Rojolele dengan pengairan berselang dapat mengimbangi berat berangkasan kering varietas Memberamo dengan pengairan konvensional. Kedua varietas tersebut memiliki karakteristik tanaman padi yang berbeda akan tetapi keduanya memiliki kandungan fotosintat yang relatif tinggi yang disimpan dalam bentuk berangkasan kering. Berat berangkasan kering tanaman padi minggu 8 membuktikan pertumbuhan vegetatif tanaman padi sehingga membuktikan pula serapan N dalam pertumbuhan vegetatif tanaman padai. Hal tersebut menunjukkan bahwa karakterisitik varietas Rojolele dan Memberamo lebih responsif terhadap serapan N sehingga meningkatkan jumlah fotosintat dalam jaringan tanaman dan meningkatkan berat berangkasan kering tanaman padi minggu 8.

E. Berat Berangkasan Kering Minggu 13

Berat berangkasan kering minggu 13 yaitu berat kering bagian tanaman padi meliputi akar, batang, dan daun pada minggu ke 13. Pengukuran berat berangkasan kering tanaman padi minggu 13 dilakukan untuk mengetahui jumlah fotosintat yang disimpan tanaman dalam bentuk berangkasan kering tanaman padi saat menjelang panen. Pengukuran pada saat menjelang panen dilakukan

untuk mendapatkan kadar P dan K yang optimum. Pengambilan data berat kering minggu ke 13 juga bertujuan untuk mengetahui serapan hara P total dan K total pada jaringan tanaman padi yang kemudian dikalikan dengan kadar hara P total dan K total jaringan (%).

Berdasarkan sidik ragam berat berangkasan kering tanaman padi pada minggu 13 (Lampiran 6b), tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas. Hal tersebut menunjukkan pengairan dan varietas tidak saling berpengaruh terhadap berat berangkasan tanaman padi pada minggu ke 13. Pengairan menunjukkan adanya beda nyata antara pengairan berselang dan konvensional, akan tetapi varietas tidak menunjukkan beda nyata antar varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi berat berangkasan kering tanaman padi yaitu faktor pengairan.

Rerata berat berangkasan kering tanaman padi minggu 13 tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata berat berangkasan kering tanaman padi minggu 13 (g)

Perlakuan	VIN	VCH	VRL	VMB	Rerata
Berselang	42,78	37,29	46,33	42,62	42,254b
Konvensional	80,21	74,50	80,38	66,86	75,986a
Rerata	61,495a	55,893a	63,355a	55,738a	(-)

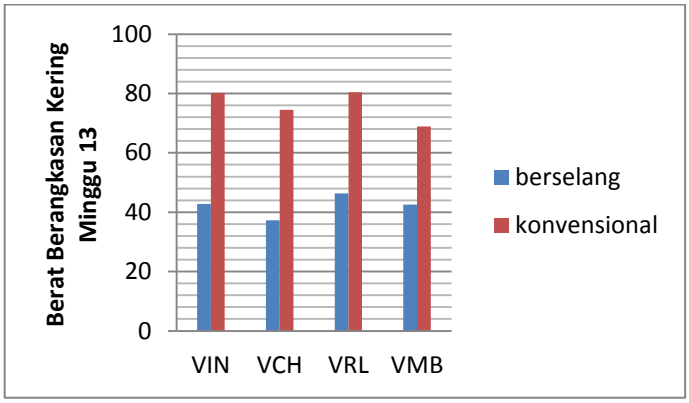
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris atau kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$
(-) = tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas

Pengairan memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering tanaman padi pada minggu ke 13. Pengairan konvensional memberikan berat kering berangkasan pada minggu 13 yang lebih besar yaitu 75,98 gram daripada pengairan berselang yaitu 42,45 gram (Tabel 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa

metode pengairan konvensional lebih optimum membantu penyerapan hara dalam tanah yang kemudian disimpan sebagai fotosintat dalam tanaman.

Air merupakan komponen utama penyusun tanaman yang juga berperan dalam proses fotosintesis. Hasrizart (2008) menyatakan bahwa kemampuan fotosintesis tanaman dan fotosintat yang dihasilkan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Unsur hara yang tersedia dalam tanah terlarut oleh air dan diserap oleh akar tanaman. Selain itu, ketersediaan air yang cukup membuat tekstur tanah gembur dan mempermudah akar menyerap unsur hara. Unsur hara yang diserap tanaman kemudian ditransport ke bagian vegetatif tanaman sehingga membantu pertumbuhan tanaman.

Pengairan konvensional yang menciptakan suasana tanah selalu tergenang air menyebabkan tanaman terus menyerap unsur hara yang terlarut dalam air. Unsur hara tersebut kemudian ditranspor ke beberapa bagian tanaman padi untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Selain itu, air juga digunakan tanaman padi untuk membantu proses fotosintesis untuk menghasilkan fotosintat yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman padi. Oleh karena itu, pengairan konvensional memberikan berat berangkasan tanaman padi yang lebih besar daripada pengairan berselang.



Gambar 4. Grafik berat berangkasan kering tanaman padi minggu 13.

Keterangan:

VIN	: varietas Inpari 33
VCH	: varietas Ciherang
VRL	: varietas Rojolele
VMB	: varietas Memberamo
Berselang	: sistem pengairan berselang
Konvensional	: sistem pengairan konvensional

Varietas tidak memberikan pengaruh pada berat berangkasan tanaman pada minggu 13. Meskipun menunjukkan tidak berbeda nyata, ada kecenderungan varietas Rojolele dengan pengairan konvensional memberikan berat berangkasan kering tanaman padi yang relatif lebih tinggi daripada varietas yang lainnya (Gambar 4). Padi varietas Rojolele memiliki karakteristik tinggi mencapai 155 cm serta memiliki batang kuat dan tebal (Rahmawati *et al*., 2004). Oleh sebab itu, padi varietas Rojolele menghasilkan berat berangkasan kering minggu 13 yang lebih tinggi daripada varietas yang lainnya.

F. Serapan N, P, dan K

Serapan NPK merupakan hasil pengalian antara kadar NPK total pada jaringan dengan berat berangkasan kering tanaman. Dengan mengetahui serapan NPK maka diketahui kandungan seranpan NPK total dalam tanaman.

1. Serapan N

Berdasarkan sidik ragam serapan N total jaringan (Lampiran 7a), terdapat interaksi antara pengairan dan varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengairan dan varietas saling berpengaruh terhadap serapan N total jaringan. Kombinasi varietas Memberamo dengan pengairan konvensional dan kombinasi varietas Rojolele dengan pengairan berselang memberikan serapan N yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi varietas padi yang lainnya masing-masing yaitu 86,99 mg/tanaman dan 68,84 mg/tanaman.

Rerata serapan N total jaringan tanaman tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rerata serapan N total jaringan tanaman (mg/tanaman)

Perlakuan	VIN	VCH	VRL	VMB	Rerata
Berselang	50,438bc	46,220c	68,840ab	45,533c	52,758
Konvensional	38,578c	43,190c	36,033c	86,998a	51,199
Rerata	44,508	44,705	52,436	66,265	(+)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$
(+) = ada interaksi antara pengairan dan varietas

Tabel serapan N (Tabel 5) menunjukkan bahwa varietas unggul nasional Memberamo lebih responsif terhadap pengairan konvensional daripada pengairan berselang. Sebaliknya, varietas unggul lokal Rojolele lebih responsif terhadap pengairan berselang daripada pengairan konvensional. Faktor gen tiap varietas mempengaruhi tinggi tanaman padi sehingga tanaman padi memiliki pertumbuhan yang tidak sama (BBPADI, 2015). Varietas Memberamo merupakan varietas unggul padi nasional yang memiliki jumlah anakan mencapai 20 batang (Lampiran 4), sementara varietas Rojolele merupakan varietas lokal yang memiliki tinggi tanaman mencapai 155 cm.

Banyaknya jumlah anakan serta pertumbuhan tanaman yang tinggi dapat mempengaruhi serapan N karena banyak N yang diserap tanaman dan ditransport ke semua bagian tanaman padi sehingga menghasilkan serapan N yang lebih tinggi daripada varietaas yang lainnya.

Hasil serapan N total jaringan menunjukkan hubungan dengan berat berangkasan kering tanaman minggu 8 dimana varietas Memberamo dengan pengairan konvensional memberikan berat berangkasan kering tanaman yang lebih tinggi dari perlakuan yang lainnya. Minggu 8 merupakan masa vegetatif maksimum tanaman padi sehingga kadar N total pada jaringan tanaman juga dalam keadaan optimum. Nitrogen merupakan unsur hara yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Syekhfani (1997) menyatakan bahwa dalam jaringan, nitrogen mempunyai peranan dalam proses fotosintesis dan penyusunan organ tanaman. Semakin tinggi serapan N tanaman maka hasil fotosintat yang disimpan dalam berbagai bentuk organ tanaman semakin banyak. Hal tersebut menyebabkan varietas Memberamo dengan berangkasan tanaman padi minggu 8 paling tinggi memiliki serapan N yang paling tinggi pula. Serapan hara merupakan perkalian dari kadar hara total dengan berat berangkasan kering tanaman. Semakin tingginya hasil berat berangkasan kering, maka semakin tinggi pula serapan yang dihasilkan.

2. Serapan P

Berdasarkan sidik ragam serapan P total jaringan (Lampiran 7b), tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas. Hal tersebut menunjukkan pengairan dan varietas tidak saling berpengaruh terhadap serapan P total

jaringan. Perlakun pengairan menunjukkan adanya beda nyata antara pengairan berselang dan konvensional, akan tetapi varietas tidak menunjukkan beda nyata antar varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor pengairan mempengaruhi serapan P jaringan.

Rerata serapan P total jaringan berangkasan tanaman tersaji dalam Tabel 6.

Tabel 6. Serapan P total jaringan berangkasan tanaman (mg/tanaman)

Perlakuan	VIN	VCH	VRL	VMB	Rerata
Berselang	31,66	31,33	37,53	34,95	33,864b
Konvensional	61,76	67,05	65,31	59,22	63,083a
Rerata	46,710a	49,186a	50,916a	47,083a	(-)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris atau kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$
(-) = tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas

Pengairan konvensional memberikan serapan P total jaringan yang lebih tinggi dibandingkan pengairan berselang (Tabel 6). Pengairan konvensional yang mengalami penggenangan membuat unsur P baik yang berasal dari mineralisasi P organik hasil perombakan bahan organik maupun yang berasal dari pemupukan anorganik SP-36 terlarut dalam air sehingga tidak mudah menguap. Unsur P juga merupakan unsur yang bersifat stabil sehingga cenderung tidak mengalami pencucian atau *leaching*. Ketersediaan P pada tanah yang menggenang berasal dari reduksi $FePO_4.2H_2O$ menjadi $Fe(PO_4)_2.8H_2O$, desorpsi reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}, dan hidrolisis $FePO_4$ (Hardjowigeno dan Luthfi, 2005).

Serapan P berbanding lurus dengan berat berangkasan kering tanaman padi minggu 13. Serapan P merupakan hasil perkalian antara kadar P total

jaringan dengan berat berangkasan kering tanman padi minggu 13. Semakin tinggi hasil berat berangkasan kering padi minggu 13 maka semakin tinggi pula serapan P yang dihasilkan. Berat berangkasan kering tanaman padi minggu 13 merupakan berat fotosintat yang disimpan oleh tanaman pada masa panen dimana kadar P optimum setelah memasuki masa generatif.

3. Serapan K

Menurut Winarso (2005), kalium merupakan unsur hara esensial yang berperan dalam mengatur reaksi enzim pada jaringan tanaman. Defisiensi unsur K dapat menyebabkan akumulasi nitrogen dan karbohidrat serta kadaar pati menurun (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Ketersediaan K dalam tanah yang diserap tanaman dipengaruhi oleh besar kecilnya kehilangan K dari tanah yang terjadi akibat pencucian atau *leaching* dan drainase (Hakim dkk., 1986).

Rerata serapan K total jaringan berangkasan tanaman tersaji dalam Tabel 7.

Tabel 7. Serapan K total jaringan berangkasan tanaman (mg/tanaman)

Perlakuan	VIN	VCH	VRL	VMB	Rerata
Berselang	64,60	58,55	69,49	67,76	65,100b
Konvensional	127,53	121,43	124,59	110,87	121,104a
Rerata	96,07a	89,99a	97,04a	89,31a	(-)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris atau kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$
(-) = tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas

Berdasarkan sidik ragam serapan K total jaringan (Lampiran 7c), tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas. Hal tersebut menunjukkan pengairan dan varietas tidak saling berpengaruh terhadap serapan K total jaringan. Pengairan menunjukkan adanya beda nyata antara pengairan

berselang dan konvensional, akan tetapi varietas tidak menunjukkan beda nyata antar varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengairan mempengaruhi serapan K total jaringan.

Pada pengairan konvensional, proses penghancuran mineral dibantu oleh air sehingga melepas K yang kemudian diserap oleh akar tanaman padi. Selain itu, pemberian pupuk KCl menyebabkan tanah pada perakaran tanaman terisi oleh muatan K sehingga konsentrasi K pada area tersebut menjadi lebih tinggi dengan begitu terserap oleh akar.

Serapan K menunjukkan adanya hubungan dengan berat berangkasan kering tanaman padi minggu 13. Meskipun tidak berbeda nyata, varietas Rojolele menunjukkan berat berangkasan kering tanaman padi yang paling tinggi daripada varietas yang lainnya. Begitu pula pada serapan K, meskipun tidak menunjukkan beda nyata akan tetapi serapan K pada varietas Rojolele lebih tinggi daripada varietas yang lainnya. Serapan K merupakan hasil perkalian antara berat berangkasan tanaman padi minggu 13 dengan kadar K total jaringan sehingga semakin tinggi berat berangkasan tanaman padi minggu 13 maka semakin tinggi pula serapan K.

G. Berat Gabah Kering per Rumpun

Pengukuran gabah kering per rumpun bertujuan untuk mengetahui hasil tanaman padi yang dihasilkan tiap rumpunnya. Berat gabah kering per rumpun menunjukkan kemampuan tanaman padi dalam menyerap hara yang kemudian menyimpan fotosintat dalam gabah per rumpunnya. Berat gabah kering per rumpun yaitu berat gabah yang kadar airnya mencapai 14% yang dihasilkan oleh

satu tanaman padi. Pengambilan data berat gabah kering per rumpun dilakukan saat panen.

Rerata berat gabah kering per rumpun disajikan dalam Tabel 8.

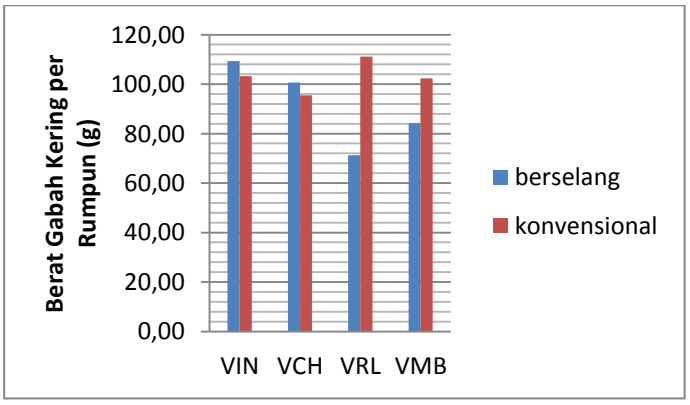
Tabel 8. Rerata berat gabah kering per rumpun (g)

Perlakuan	VIN	VCH	VRL	VMB	Rerata
Berselang	109,38	100,70	71,30	84,15	91,38a
Konvensional	103,23	95,50	111,23	102,33	103,07a
Rerata	1,0630a	0,9810a	0,9126a	0,9324a	(-)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris atau kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf α = 5%
(-) = tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas

Berdasarkan sidik ragam berat gabah kering per rumpun (Lampiran 8a) tidak terdapat interaksi antara pengairan dan varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengairan dan varietas tidak saling berpengaruh terhadap berat kering per rumpun. Varietas tidak menunjukkan beda nyata antar varietas, begitu pula pengairan juga tidak menunjukkan beda nyata pada kedua metode pengairan

Berat gabah kering per rumpun tanaman padi tersaji dalam Gambar 5.



Gambar 5. Grafik rata-rata berat gabah kering per rumpun.

Keterangan:
VIN : varietas Inpari 33
VCH : varietas Ciherang
VRL : varietas Rojolele
VMB : varietas Memberamo
Berselang : sistem pengairan berselang
Konvensional : sistem pengairan konvensional

Pengairan metode berselang maupun konvensional tidak memberikan pengaruh nyata terhadap hasil berat gabah kering per rumpun. Pengairan konvensional cenderung memberikan hasil berat gabah kering per rumpun pada varietas Rojolele lebih tinggi daripada varietas yang lainnya sedangkan pengairan berselang cenderung memberikan hasil berat gabah kering per rumpun pada varietas Inpari 33 lebih tinggi daripada varietas yang lainnya (Gambar 5). Varietas Rojolele memiliki entuk gabah yang gemuk (Lampiran 3), sedangkan varietas Inpari 33 memiliki bentuk gabah yang panjang dan ramping (Lapiran 1). Gabah merupakan salah satu bentuk penyimpanan fotosintat pada tanaman padi. Bentuk gabah pada varietas Rojolele dan Inpari 33 dapat mempengaruhi hasil fotosintat yang disimpan dalam bentuk gabah sehingga mempengaruhi berat gabah kering per rumpun.

Faktor pengairan dapat mempengaruhi berat gabah per rumpun. Pengairan konvensional cenderung memberikan berat gabah kering per rumpun lebih tinggi daripada pengairan berselang (Gambar 5). Air berperan dalam pertumbuhan generatif tanaman padi yaitu ketika pengisian bulir. Apabila terjadi kekurangan suplai air maka pengisian bulir terhambat sehingga bulir tidak penuh. Defisit air dapat menyebabkan bulir mengalami kekurangan unsur hara sehingga bulir berukuran kecil bahkan hampa. Selain membutuhkan unsur hara, dibutuhkan air yang cukup untuk pembentukan biji (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

H. Berat Gabah Kering Panen

Berat gabah kering panen merupakan berat gabah yang dipanen dalam luasan 1 hektar setelah dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 14%.

Pengukuran berat gabah kering panen bertujuan untuk mengetahui hasil produksi tanaman padi dalam luasan 1 hektar.

Rerata berat gabah kering panen tersaji dalam Tabel 9.

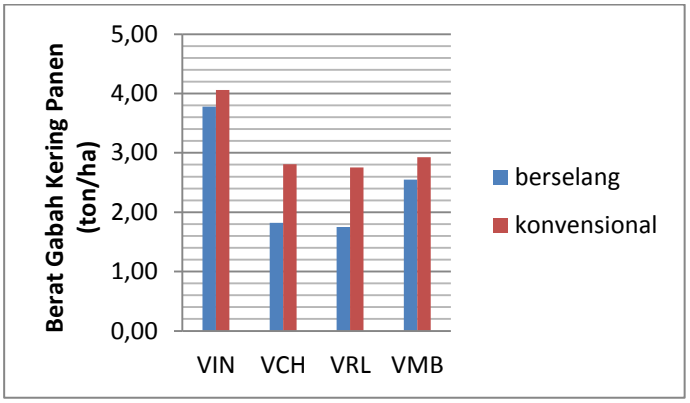
Tabel 9. Rerata berat gabah kering panen (ton/ha)

Perlakuan	VIN	VCH	VRL	VMB	Rerata
Berselang	1,9405	1,3268	1,3058	1,5908	1,5409a
Konvensional	1,8263	1,6718	1,5953	1,6950	1,6971a
Rerata	1,8834a	1,4993a	1,4505a	1,6429a	(-)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris atau kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$
(-) = tidak ada interaksi antara pengairan dan varietas

Berdasarkan sidik ragam berat kering panen (Lampiran 8b) tidak terdapat interaksi antara pengairan dan varietas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengairan dan varietas tidak saling berpengaruh terhadap berat kering per rumpun. Varietas tidak menunjukkan adanya beda nyata antar varietas, begitu pula pengairan juga tidak menunjukkan beda nyata pada kedua metode pengairan. Artinya, perlakuan pengairan maupun varietas tidak mempengaruhi berat gabah kering panen.

Berat gabah kering panen tanaman padi tersaji dalam Gambar 6.



Gambar 6. Grafik rata-rata berat gabah kering panen.

Keterangan:	VIN	: varietas Inpari 33
	VCH	: varietas Ciherang
	VRL	: varietas Rojolele
	VMB	: varietas Memberamo
	Berselang	: sistem pengairan berselang
	Konvensional	: sistem pengairan konvensional

Varietas tidak menunjukkan pengaruh pada hasil berat kering panen tanaman padi. Meskipun varietas tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap hasil berat kering panen, akan tetapi varietas Inpari 33 dengan pengairan konvensional maupun berselang menunjukkan hasil berat gabah panen yang relatif lebih tinggi diantara keempat varietas (Gambar 6). Hal tersebut berbanding lurus dengan berat gabah kering per rumpun dimana varietas Inpari 33 memberikan berat gabah kering per rumpun yang relatif lebih tinggi daripada varietas yang lainnya. baik pada pengairan berselang mauppun konvensional. Sifat genetik pada berbagai varietas yang diujikan tidak sama. Setiobudi *et al*. (2008) menyatakan bahwa sifat genetik tanaman terutama panjang malai, cabang malai, dan diferensiasi bulir mempengaruhi jumlah gabah. Hal tersebut juga akan mempengaruhi berat gabah kering panen.

Pengairan metode berselang maupun konvensional juga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap hasil berat gabah kering panen. Meskipun

menunjukkan hasil berat gabah kering panen yang sama, pengairan konvensional memberikan hasil berat gabah kering panen yang relatif lebih tinggi daripada pengairan metode berselang (Gambar 6). Dengan metode pengairan konvensional, tanaman padi mengalami penggenangan sehingga banyak menerima air. Andoko (2002) menerangkan bahwa air berperan dalam transport unsur hara dan fotosintat. Ketersediaan air membantu transport unsur hara yang diserap tanaman sehingga pertumbuhan tinggi. Selain itu, peningkatan fotosintat hasil fotosintesis juga akan meningkatkan pengisian bulir.

I. Analisis Tanah Setelah Panen

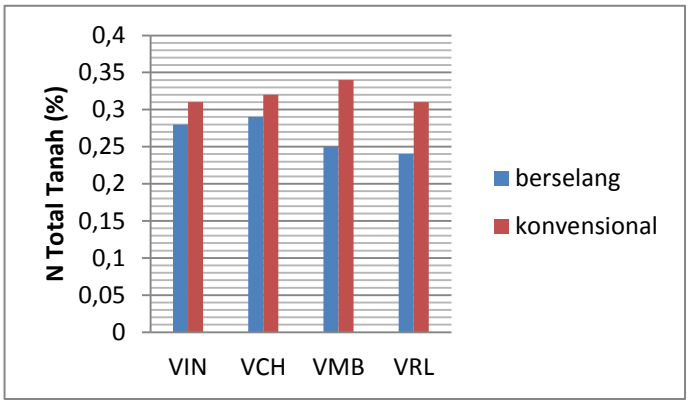
Analisis tanah setelah panen bertujuan untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah setelah perlakuan diberikan. Pemberian perlakuan penanaman berbagai varietas dengan dua pengairan yang berbeda dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah sehingga dilakukan analisis tanah setelah panen. Pengambilan tanah dilakukan setelah panen. Analisis tanah sebelum tanam meliputi N total, P tersedia, K tersedia, C-organik, kandungan bahan organik, dan pH tanah.

Jenis tanah pada lahan yang ditanami yaitu tanah regosol. Tanah regosol memiliki kandungan pasir yang tinggi dan memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Akan tetapi dengan penambahan pupuk organik yang diberikan mampu memperbaiki sifat tanah sehingga tanah memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Bahan organik menyebabkan tanah memiliki koloid humus sehingga memperbesar KTK tanah dan membantu tanah menjerap unsur hara serta melepaskan unsur hara enjadi unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman.

1. Kadar N Total Tanah

Berdasarkan grafik rata-rata kadar N total tanah (Gambar 7), diketahui bahwa kadar N total tanah pada varietas Memberamo dengan pengairan konvensional menunjukkan kadar N total relatif lebih rendah diantara varietas lainnya. Hal tersebut berbanding terbalik dengan serapan N total jaringan dimana varietas Memberamo memberikan serapan N paling tinggi daripada varietas yang lainnya. Hal tersebut diduga karena padi varietas Memberamo menyerap N dalam jumlah yang lebih banyak daripada varietas yang lainnya sehingga menyisakan N total tanah yang relatif lebih rendah daripada varietas yang lainnya.

Hasil analisis N total tanah setelah perlakuan tersaji dalam Gambar 7.



Grafik rata-rata kadar N total tanah.

Keterangan:	VIN	: varietas Inpari 33
	VCH	: varietas Ciherang
	VRL	: varietas Rojolele
	VMB	: varietas Memberamo
	Berselang	: sistem pengairan berselang
	Konvensional	: sistem pengairan konvensional

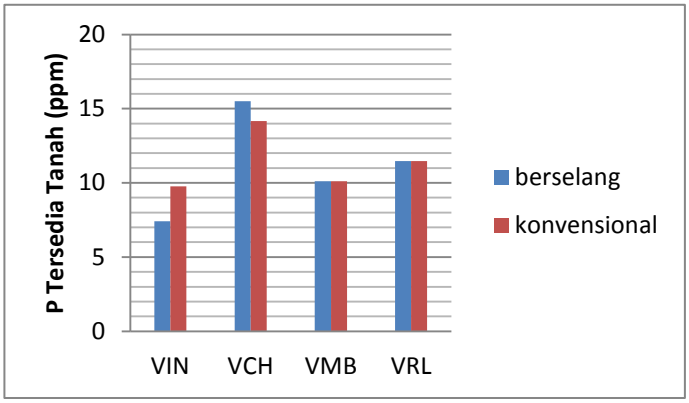
Varietas Memberamo yang merupakan varietas padi unggul nasional menunjukkan bahwa varietas unggul nasional lebih responsif terhadap serapan N. Faktor gen mempengaruhi karakteristik tiap varietas sehingga tanaman padi

memiliki pertumbuhan berbeda-beda yang membuat penyerapan unsur dari tanah juga berbeda-beda. Diketahui bahwa berat berangkasan kering tanaman padi minggu 8 menunjukkan varietas Memberamo memberikan berat yang paling besar dibandingkan varietas yang lainnya. Tanaman padi menyimpan sebagian fotosintat pada anakan sehingga menambah berat berangkasan kering tanaman. Hal tersebut mempengaruhi kandunan hara dalam tanah karena hara dalam tanah sebagian terserap oleh tanaman.

Tanah setelah perlakuan pada pengairan konvensional cenderung mengandung bahan organik yang lebih tinggi daripada pengairan berselang (Lampiran 9b). Menurut Leiwakabessy (1988), mineralisasi bahan organik menyumbang nitrogen dalam tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik dalam tanah maka semakin tinggi pula nitrogen yang dihasilkan. Selain itu, pada pengairan berselang, pada masa pertumbuhan vegetatif terjadi fase tanah yang tidak tergenangi air yang menyebabkan nitrogen hasil perombakan bahan organik hilang dalam bentuk gas. Oksida nitrous (N_2O) dan oksida nitrit (NO) merupakaan bentuk nitrogen hasil proses denitifikasi nitrat (NO_3^-) dalam tanah yang hilang menjadi gas (Leiwakabessy, 1988). Selain N_2O dan NO, nitrogen hilang dalam bentuk gas melalui proses volatilisasi amonium NH_4^+ menjadi NH_3.

2. Kadar P Tersedia Tanah

Hasil analisis P tersedia tanah setelah perlakuan tersaji dalam Gambar 8.



Gambar 8. Grafik rata-rata kadar P tersedia tanah.

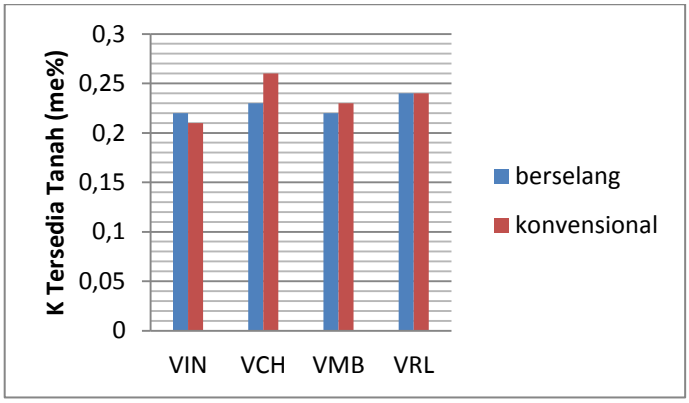
Keterangan:	VIN	: varietas Inpari 33
	VCH	: varietas Ciherang
	VRL	: varietas Rojolele
	VMB	: varietas Memberamo
	Berselang	: sistem pengairan berselang
	Konvensional	: sistem pengairan konvensional

Berdasarkan grafik kadar P tersedia tanah (Gambar 9), kadar P tersedia tanah pada lahan yang ditanami tanaman padi varietas Ciherang menunjukkan kadar P tersedia relatif lebih tinggi dibanding varietas yang lainnya baik dengan pengairan berselang maupun konvensional. Varietas Ciherang dengan pengairan berselang menunjukkan rata-rata kadar P tersedia tanah lebih tinggi daripada varietas Ciherang dengan pengairan konvensional. Sementara itu pada varietas Memberamo dan Rojolele pengaruh pengairan menunjukkan nilai yang sama antara kedua pengairan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada tanah yang ditanami varietas Ciherang tidak mengalami penurunan bahkan mengalami peningkatan P (Lampiran 9). Varietas Ciherang diduga mampu mempertahankan agregrat tanah sekitar perakaran sehingga hara tidak mengalami *leaching*.

Pengairan berselang menunjukkan kadar P tersedia tanah yang lebih tinggi daripada pengairan konvensional. Hal tersebut diduga karena tanah regosol yang memiliki kandungan pasir tinggi sudah terbentuk agregat melalui penambahan pupuk organik sehingga meskipun tidak tergenang air tanah masih mampu mengikat air dan unsur hara dalam agregat tersebut. Terikatnya hara dalam agregat dapat meningkatkan hara P tersedia dalam tanah karena hara tidak mudah mengalami *leaching* dan dapat diserap oleh akar tanaman.

3. Kadar K Tersedia Tanah

Kalium merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman selain N dan P. Kandungan unsur K dalam tanah cukup besar, akan tetapi tidak semua unsur K dapat diserap oleh tanaman. Pencucian atau *leaching*, erosi oleh drainase, dan terjerapnya K oleh senyawa yang lainnya dapat mempengaruhi ketersediaan K dalam tanah. Hasil analisis K tersedia tanah setelah perlakuan tersaji dalam Gambar 9.



Gambar 9. Grafik rata-rata kadar K tersedia tanah.

Keterangan:
VIN : varietas Inpari 33
VCH : varietas Ciherang
VRL : varietas Rojolele
VMB : varietas Memberamo
Berselang : sistem pengairan berselang
Konvensional : sistem pengairan konvensional

Berdasarkan grafik rata-rata kadar K tersedia tanah (Gambar 9), pada pengairan konvensional tanah dengan penanaman varietas Ciherang menunjukkan kadar K tersedia relatif lebih tinggi daripada varietas yang lainnya sedangkan pada pengairan berselang varietas Rojolele memberikan kadar K tersedia relatif lebih tinggi daripada varietas yang lainnya. Hal tersebut menunjukkan kesamaan dengan kadar P tersedia tanah dimana tanah yang ditanami varietas Ciherang memiliki kadar K tersedia yang lebih tinggi daripada varietas yang lainnya. Pada tanah yang ditanami varietas Ciherang tidak mengalami penurunan bahkan mengalami peningkatan K (Lampiran 9). Varietas Ciherang diduga mampu mempertahankan agregrat tanah sekitar perakaran sehingga hara tidak mengalami *leaching*.

Pengairan konvensional menunjukkan kadar K tersedia tanah relatif lebih tinggi daripada pengairan berselang. Kandungan bahan organik dalam tanah pada pengairan konvensional semua varietas cenderung lebih tinggi daripada kandungan bahan organik dalam tanah pada pengairan berselang (Lampiran 9b). Hal tersebut mempengaruhi kadar K tersedia dalam tanah karena dengan adanya bahan organik, K dapat diikat sehingga tidak mengalami pencucian. Selain itu, Soepardi (1979) menjelaskan bahwa proses penghancuran mineral dibantu oleh air sehingga melepaskan unsur K dan unsur lainnya.