

Kajian Dosis Pupuk Anorganik Terhadap *Multicropping* Tanaman Timun (*Cucumis sativus L.*) Dan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum L.*)

(*Study Of Inorganic Fertilizer Dosage On Multicropping Of Cucumber (Cucumis sativus L.) And Tomato (Solanum lycopersicum L.) Plants*)

Sevita Kusuma Wardani¹⁾, Saiful Bahri¹⁾ dan Elly Istiana Maulida^{1,2)}

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Slamet Riyadi Surakarta, Jl. Sumpah Pemuda No.18 Kadipiro Surakarta 57136

²⁾Prodi S3 Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl Ir. Sutami No. 36A, Kentingan, Jebres, Surakarta 57126
sevitawardani67@gmail.com

ABSTRAK

Sistem *multicropping* menjadi pendekatan strategis dalam meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan hasil panen di tengah keterbatasan sumber daya pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh dosis pupuk anorganik NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman timun (*Cucumis sativus L.*) dan tomat (*Solanum lycopersicum L.*) dalam sistem tanam monokultur dan *multicropping*. Penelitian dilaksanakan di Kebun Benih TPH Tohudan, Karanganyar, menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan dua faktor: jenis tanaman (timun, tomat, dan kombinasi *multicropping*) dan dosis pupuk NPK (0, 200, dan 300 kg/ha), dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, BWD, jumlah dan berat buah per petak, jumlah dan berat buah bagus per petak, jumlah dan berat buah rusak per petak, volume buah, pH tanah, suhu udara, dan curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman timun dan tomat dalam sistem monokultur memberikan respons yang lebih signifikan terhadap penambahan pupuk anorganik dibandingkan dalam sistem *multicropping*. Pemberian pupuk NPK dosis 200 kg/ha (M1) memberikan hasil terbaik pada sebagian besar parameter untuk sistem monokultur, sedangkan dalam sistem *multicropping* tidak ditemukan perbedaan nyata antar dosis. Dosis 0 kg/ha (M0) terbukti sebagai perlakuan paling efisien dalam sistem *multicropping* karena tidak menurunkan mutu dan hasil panen secara signifikan. Efektivitas pupuk dalam sistem *multicropping* menurun akibat adanya kompetisi antar tanaman, sehingga diperlukan strategi pemupukan yang lebih adaptif.

Kata kunci: *Multicropping; NPK; Pupuk Anorganik; Timun; Tomat*

ABSTRACT

*The multicropping system is a strategic approach to increasing land use efficiency and crop yields amidst limited agricultural resources. This study aims to examine the effect of NPK inorganic fertilizer doses on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus L.*) and tomato (*Solanum lycopersicum L.*) plants in monoculture and multicropping planting systems. The study was conducted at the TPH Tohudan Seed Garden, Karanganyar, using a factorial Complete Randomized Block Design (CRBD) with two factors: plant type (cucumber, tomato, and multicropping combination) and NPK fertilizer doses (0, 200, and 300 kg/ha), with three replications. The parameters observed included plant height, number of leaves, BWD, number and weight of fruits per plot, number and weight of good fruits per plot, number and weight of damaged fruits per plot, fruit volume, soil pH, air temperature, and rainfall. The results showed that cucumber and tomato plants in the monoculture system responded more significantly to the addition of inorganic fertilizers than those in the multicropping system. Application of NPK fertilizer at a dose of 200 kg/ha (M1) provided the best results for most parameters in the monoculture system, while no significant differences were found between doses in the multicropping system. A dose of 0 kg/ha (M0) proved to be the most efficient treatment in the multicropping system because it did not significantly reduce crop quality and yield. Fertilizer effectiveness in the multicropping system decreased due to intercropping competition, requiring a more adaptive fertilization strategy.*

Keywords: *Cucumber; Inorganic Fertilizer; Multicropping; NPK; Tomato*

PENDAHULUAN

Keterbatasan lahan pertanian di Indonesia menuntut adanya inovasi dalam budidaya tanaman untuk meningkatkan produktivitas. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah multicropping, yaitu sistem tanam lebih dari satu jenis tanaman pada lahan yang sama. Sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi lahan, diversifikasi hasil pertanian, serta mengurangi risiko kegagalan panen akibat hama atau kondisi iklim tertentu (Wijayani et al., 2021).

Timun (*Cucumis sativus* L.) dan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura penting dengan nilai ekonomi tinggi. Keduanya memiliki siklus hidup relatif singkat dan kebutuhan cahaya yang serupa, sehingga memungkinkan untuk ditanam secara bersamaan. Namun, salah satu tantangan utama dalam multicropping adalah kompetisi hara antartanaman. Oleh karena itu, pemupukan menjadi faktor kunci dalam keberhasilan sistem ini (Purnomo et al., 2016).

Pupuk NPK anorganik merupakan sumber hara utama yang mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman. Meski demikian, dosis yang berlebihan dapat menurunkan pH tanah, merusak mikroorganisme, serta berdampak negatif pada lingkungan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dosis optimum berbeda untuk tiap jenis tanaman dan sistem tanam. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji dosis pupuk NPK yang tepat pada sistem monokultur dan multicropping timun–tomat (Zeeshan et al., 2024).

MATERI DAN METODE

Materi

Penelitian dilaksanakan pada Januari–Mei 2025 di Kebun Benih TPH Tohudan, Karanganyar. Alat: Traktor, cangkul, gelas ukur, sprayer, bambu, sekop, ember, kamera, alat tulis, timbangan, roll meter. Bahan: Benih timun varietas tina, benih tomat varietas servo, tanah, air, mulsa, papan nama, rafia, pupuk NPK, plastic semai 6x7cm.

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan dua faktor: Jenis tanaman: A1 = tomat, A2 = timun, A3 = multicropping (tomat+timun). Dosis pupuk NPK: M0 = 0 kg/ha, M1 = 200 kg/ha, M2 = 300 kg/ha.

Terdapat 9 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan sehingga diperoleh 27 petak. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah dan berat buah per petak, jumlah dan berat buah bagus per petak, jumlah dan berat buah rusak per petak, volume buah, pH tanah, suhu, curah hujan, serta Bagan Warna Daun (BWD). Data dianalisis dengan ANOVA, dilanjutkan uji Duncan taraf 5 %, serta uji korelasi antarparameter.

Metode

Penyemaian, pengolahan tanah, pemasangan mulsa, pindah tanam, pemupukan, perawatan, pengamatan, pemanenan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. pH Tanah

pH tanah adalah ukuran keasaman atau kebasaan tanah yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman timun dan tomat umumnya tumbuh baik pada pH tanah yang netral, yaitu sekitar 6 hingga 7.

Tabel 1. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap pH tanah 40%

Perlakuan	Jenis Tanaman		
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)
M0	6,8 a	6,8 a	6,8 a
M1	5,93 c	6,13 c	5,93 c
M2	5,53 b	6,10 b	6,07 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Pemberian pupuk anorganik NPK sebanyak 40% dari dosis total (dalam bentuk bertahap) berpengaruh nyata terhadap nilai pH tanah pada tanaman tomat, timun, dan sistem *multicropping*. Penurunan nilai pH tanah ini disebabkan oleh sifat asam dari pupuk NPK, terutama karena kandungan nitrogen dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan reaksi nitrifikasi yang menghasilkan ion hidrogen (H^+), sehingga menyebabkan tanah menjadi lebih asam. Dampak ini lebih terlihat pada tanaman tomat dan

sistem *multicropping*, di mana penurunan pH lebih tajam dibandingkan pada tanaman timun. Perubahan pH tanah yang signifikan ini penting untuk diperhatikan karena pH tanah sangat memengaruhi ketersediaan unsur hara. Jika terlalu rendah (masam), beberapa unsur hara seperti fosfor dan kalsium menjadi kurang tersedia (subowo,2016). Berdasarkan hasil korelasi pada pH tanah 40% ($r= 837^{**}$) berkorelasi positif terhadap parameter pH tanah 60%.

Tabel 2. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap pH tanah 60%

Perlakuan	Jenis Tanaman		
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)
M0	6,8 a	6,8 a	6,8 a
M1	6,02 c	6,23 c	6,13 c
M2	5,73 b	6,13 b	5,95 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik NPK sebesar 60% dari total dosis secara bertahap berpengaruh nyata terhadap perubahan pH tanah pada tanaman tomat, timun, dan sistem *multicropping*. Penurunan nilai pH tanah ini berkaitan langsung dengan sifat kimia pupuk NPK, khususnya unsur nitrogen dalam bentuk amonium (NH_4^+) yang mengalami proses nitrifikasi dan menghasilkan ion H^+ yang menyebabkan keasaman tanah meningkat. Respon tanah terhadap pupuk NPK lebih tajam pada tanaman tomat dan *multicropping* dibandingkan timun, yang menunjukkan bahwa karakteristik akar

dan aktivitas mikroorganisme mungkin memengaruhi intensitas perubahan pH.

Dampak dari penurunan pH ini penting diperhatikan karena tanah yang lebih masam dapat menghambat ketersediaan beberapa unsur hara makro seperti fosfor, kalsium, dan magnesium, serta meningkatkan pelarutan unsur logam beracun seperti aluminium (Al^{3+}). Oleh karena itu, meskipun pemberian pupuk NPK 60% bertujuan meningkatkan efisiensi pemupukan, tetap diperlukan pengelolaan pH tanah (Havin et al.,2017).

Berdasarkan hasil korelasi pada pH tanah 60% berkorelasi positif terhadap Parameter pH tanah 40% ($r= 837^{**}$) dan BWD ($r= 409^*$).

2. Suhu

Suhu udara merupakan salah satu faktor iklim yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selama masa pengamatan dari tanggal 2 April hingga 4 Juni 2025 selama seminggu sekali atau waktu pengamatan. Suhu udara di lokasi penelitian terpantau stabil, dengan kisaran antara 30,3°C hingga 31,3°C. Suhu rata-rata selama periode tersebut adalah sekitar 30,6°C, dengan suhu tertinggi tercatat pada 23 April (31,3°C) dan suhu terendah pada 16 April (30,3°C).

Suhu yang stabil dan berada pada kisaran tersebut dapat dikatakan mendukung pertumbuhan tanaman timun dan tomat. Suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman hortikultura seperti timun dan tomat berada pada rentang 20°C hingga 32°C. Pada suhu ini, proses-proses fisiologis seperti fotosintesis, transpirasi, dan penyerapan unsur hara berlangsung secara optimal, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik.

3. Curah Hujan

Pada skala lokal atau praktis pertanian, pengelompokan bulan kering juga bisa merujuk pada pola sebaran dan konsistensi hujan harian yang rendah, meskipun akumulasi bulanan tampak

tinggi akibat hujan lebat dalam beberapa hari saja.

Dalam penelitian ini, meskipun total curah hujan tampak tinggi, pola distribusi curah hujan yang tidak merata menunjukkan bahwa periode tersebut masih dapat dikategorikan sebagai bulan kering secara fungsional. Hal ini diperkuat dengan dugaan bahwa intensitas hujan mungkin terkonsentrasi hanya pada beberapa hari saja, sedangkan hari lainnya kering, sehingga berdampak pada kondisi tanah dan ketersediaan air untuk tanaman. Kondisi curah hujan seperti ini sangat penting untuk diperhatikan dalam konteks budidaya tanaman hortikultura seperti timun (*Cucumis sativus L.*) dan tomat (*Solanum lycopersicum L.*), terutama dalam sistem *multicropping*.

Kekeringan pada sebagian besar hari selama masa pertumbuhan tanaman dapat menyebabkan stres air, menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi, dan mempengaruhi hasil panen. Oleh karena itu, pemupukan yang optimal dan pengelolaan air yang baik sangat penting dilakukan pada bulan-bulan kering agar pertumbuhan tanaman tetap maksimal.

4. Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan indikator pengamatan yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan suatu tanaman untuk mengukur pengaruh perlakuan ataupun lingkungan.

Tabel 3. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (Multi)	Tomat	Timun
M0	82,08 a	101,42 a	69,50 a	71,00 a	68,00 a
M1	84,08 a	117,2 b	89,33 c	80,67 c	98,00 c
M2	83,00 a	111,42 b	78,75 b	77,33 b	80,17 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Tanaman timun dalam sistem monokultur (A2) menunjukkan respon yang lebih tinggi terhadap dosis pupuk NPK dibandingkan dalam sistem *multicropping* (A3). tanaman timun mendapatkan ruang tumbuh, cahaya, dan nutrisi yang lebih optimal tanpa adanya kompetisi dengan tanaman tomat. Penambahan pupuk dalam sistem monokultur tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman tomat. Sebaliknya, dalam sistem *multicropping* (A3), peningkatan dosis pupuk memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman tomat. Dosis pupuk anorganik NPK yang optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman timun dan tomat dalam sistem *multicropping* adalah 200 kg/ha.

Berdasarkan hasil korelasi pada tinggi tanaman berkorelasi positif

terhadap parameter berat buah per petak ($r= 697^{**}$), berat buah bagus per petak ($r= 671^{**}$), berat buah rusak per petak ($r= 615^{**}$), volume buah ($r= 652^{**}$). Tetapi berkorelasi negatif terhadap parameter jumlah buah per petak ($r= -479^*$), jumlah buah bagus per petak ($r= -490^{**}$), BWD ($r= -559^{**}$).

5. Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting dalam menilai pertumbuhan vegetatif tanaman, karena berperan langsung dalam proses fotosintesis yang mempengaruhi produktivitas. Banyaknya daun menunjukkan luas permukaan fotosintetik yang tersedia untuk menangkap cahaya matahari.

Tabel 4. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap jumlah daun

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)	Tomat	Timun
M0	160,50 a	49,50 a	75,83 a	126,50 a	25,17 a
M1	148,25 a	53,8 a	82,17 a	122,33 a	42,00 a
M2	134,08 ab	43,08 a	77,58 a	119,67 a	35,50 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Tanaman timun dalam sistem monokultur (A2) menunjukkan respons pertumbuhan yang lebih tinggi secara absolut dibandingkan dengan sistem *multicropping* (A3) terhadap perlakuan pupuk anorganik. Hal ini menunjukkan bahwa dalam sistem monokultur, tanaman timun memperoleh sumber daya (nutrisi, cahaya, ruang tumbuh) tanpa kompetisi dari tanaman lain. Namun pada parameter jumlah daun, baik dalam sistem monokultur maupun *multicropping*, tidak terdapat perbedaan yang nyata antar dosis pupuk. Dengan demikian, sistem monokultur menghasilkan jumlah daun tomat lebih

banyak dibandingkan sistem *multicropping* pada semua dosis, namun peningkatan dosis pupuk tidak selalu meningkatkan jumlah daun, bahkan cenderung menurunkannya. dosis pupuk anorganik yang optimal dalam sistem *multicropping* tomat dan timun adalah 0 kg/ha (M0).

Berdasarkan hasil korelasi pada jumlah daun berkorelasi positif jumlah buah per petak ($r= 852^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r= 850^{**}$), BWD ($r= 852^{**}$). Tetapi berkorelasi negatif pada parameter berat buah per petak ($r= -479^*$), berat buah bagus per petak ($r= -749^{**}$), berat buah rusak per petak ($r= -$

625**), volume buah ($r = -855^{**}$).

6. Jumlah Buah Per Petak

Jumlah buah per petak merupakan salah satu indikator utama dalam menilai produktivitas tanaman

secara kuantitatif. Variabel ini mencerminkan kemampuan tanaman dalam membentuk bunga yang berkembang menjadi buah dan bertahan hingga masa panen.

Tabel 5. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap jumlah buah per petak

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)	Tomat	Timun
M0	114,00 a	32,00 a	75,33 a	61,00 a	14,33 a
M1	187,33 ab	39,33 a	90,67 a	74,67 a	16,00 a
M2	137,67 b	41,00 a	97,00 a	80,00 a	17,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Tanaman timun yang ditanam secara monokultur (A2) menunjukkan hasil berat buah per petak yang lebih tinggi dibandingkan dengan timun yang ditanam dalam sistem *multicropping* (A3). Hal ini menunjukkan bahwa sistem *multicropping* dapat menurunkan produktivitas timun, kemungkinan karena adanya kompetisi sumber daya dengan tanaman tomat. Meskipun secara statistik hasil pada *multicropping* tidak berbeda nyata antar dosis, namun secara deskriptif terlihat bahwa timun lebih responsif dalam sistem monokultur. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem monokultur lebih efektif dalam meningkatkan hasil tomat, sementara sistem *multicropping* cenderung menurunkan produktivitas karena adanya kompetisi antartanaman.

Berdasarkan data berat buah per petak, dapat disimpulkan bahwa dosis pupuk anorganik 0 kg/ha (M0) merupakan dosis yang paling efisien dan optimal

dalam sistem *multicropping* tomat dan timun. Berdasarkan hasil korelasi pada berat buah per petak berkorelasi positif terhadap parameter tinggi tanaman ($r = 697^{**}$), berat buah bagus per petak, ($r = 972^{**}$) berat buah rusak per petak ($r = 815^{**}$), volume buah ($r = 895^{**}$). Tetapi berkorelasi negatif pada parameter jumlah daun, jumlah buah per petak ($r = -728^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r = -711^{**}$), BWD ($r = -598^{**}$).

7. Berat Buah Per Petak

Berat buah per petak merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi hasil panen dan efektivitas perlakuan pemupukan terhadap produktivitas tanaman. Parameter ini menggambarkan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi hasil fotosintesis ke dalam organ generatif, yaitu buah.

Tabel 6. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap berat buah per petak

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)	Tomat	Timun
M0	3,80 a	16,00 a	9,18 a	1,99 a	7,19 a
M1	5,51 b	18,07 c	8,83 a	2,88 a	5,96 a
M2	3,77 b	21,40 b	9,50 a	2,81 a	6,70 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Tanaman timun yang ditanam secara monokultur (A2) menunjukkan hasil berat buah per petak yang lebih tinggi dibandingkan dengan timun yang ditanam dalam sistem *multicropping* (A3), Seluruh perlakuan menunjukkan bahwa sistem monokultur memberikan hasil buah timun yang lebih tinggi secara konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *multicropping* dapat menurunkan produktivitas timun, kemungkinan karena adanya kompetisi sumber daya dengan tanaman tomat. Tanaman tomat yang ditanam secara monokultur pada perlakuan M1 (200 kg/ha NPK), berat buah tomat monokultur mencapai 5,51 kg per petak, sementara dalam *multicropping* hanya 2,88 kg. Pada perlakuan M2, tomat monokultur menghasilkan 3,77 kg, dan dalam *multicropping* 2,81 kg.

Meskipun terjadi peningkatan hasil dari M0 ke M1 dalam kedua sistem, hasil tomat dalam *multicropping* tetap berada pada angka yang lebih rendah. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sistem monokultur lebih efektif dalam meningkatkan hasil tomat, sementara sistem *multicropping* cenderung menurunkan produktivitas karena adanya kompetisi antartanaman. Uji statistik juga menunjukkan bahwa dalam sistem *multicropping*, berat buah tomat tidak berbeda nyata antar dosis. Berdasarkan

data berat buah per petak, dapat disimpulkan bahwa dosis pupuk anorganik 0 kg/ha (M0) merupakan dosis yang paling efisien dan optimal dalam sistem *multicropping* tomat dan timun, Kedua, interaksi antar tanaman dalam sistem *multicropping* berpotensi menciptakan lingkungan mikro yang lebih efisien dalam penggunaan sumber daya seperti air, cahaya, dan nutrient (Setyawati et al., 2016).

Berdasarkan hasil korelasi pada berat buah per petak berkorelasi positif terhadap parameter tinggi tanaman ($r= 697^{**}$), berat buah bagus per petak, ($r= 972^{**}$) berat buah rusak per petak ($r= 815^{**}$), volume buah ($r= 895^{**}$). Tetapi berkorelasi negatif pada parameter jumlah daun, jumlah buah per petak ($r= -728^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r= -711^{**}$), BWD ($r= -598^{**}$).

8. Jumlah Buah Bagus Per Petak

Jumlah buah bagus per petak merupakan salah satu parameter penting untuk menilai kualitas hasil panen yang layak. Pengamatan terhadap variabel ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dosis pupuk anorganik terhadap kuantitas buah yang tumbuh secara optimal tanpa cacat fisik atau kerusakan, baik pada sistem tanam monokultur maupun *multicropping*.

Tabel 7. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap jumlah buah bagus per petak

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)	Tomat	Timun
M0	110,00 a	21,33 a	68,67 a	56,67 a	12,00 a
M1	160,00 b	34,00 a	87,33 a	71,33 a	16,00 a
M2	122,33 a	33,00 a	90,33 a	83,00 a	14,00 a

Keterangan: Angka yang dilikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Perbandingan pengaruh dosis pupuk anorganik antara budidaya tanaman timun secara monokultur

dengan sistem *multicropping* bersama tomat menunjukkan bahwa tanaman timun memberikan respons yang lebih

baik terhadap pupuk anorganik ketika ditanam secara monokultur. Pada dosis 200 kg/ha (A2M1), jumlah buah bagus yang dihasilkan tanaman timun dalam sistem monokultur mencapai 34,00 buah per petak, sementara dalam sistem *multicropping* hanya 16,00 buah. Begitu pula pada dosis 300 kg/ha (A2M2), tanaman timun dalam monokultur menghasilkan 33,00 buah per petak, lebih tinggi dibandingkan 14,00 buah pada sistem *multicropping*. Walaupun demikian, menurut uji statistik Duncan, perbedaan antar dosis pada sistem *multicropping* tidak signifikan, yang mengindikasikan bahwa pupuk anorganik lebih efektif meningkatkan hasil timun ketika tanaman dibudidayakan secara monokultur.

Tanaman tomat hasil pada dosis 200 kg/ha (A1M1), tomat dalam monokultur menghasilkan 160,00 buah bagus per petak, yang berbeda nyata dibandingkan tanpa pupuk 110,00 buah. Sementara itu, dalam sistem *multicropping*, peningkatan hasil dari 56,67 buah (A3M0) menjadi 71,33 (A3M1) dan 83,00 (A3M2) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa tanaman tomat merespons pupuk anorganik secara lebih maksimal dalam sistem monokultur

Tabel 8. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap berat buah bagus

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)	Tomat	Timun
M0	3,72 a	11,48 a	8,08 a	2,88 a	5,20 a
M1	4,90 b	14,52 c	7,53 a	2,38 a	5,69 a
M2	3,11 a	17,80 b	8,82 a	2,74 a	6,76 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Perbandingan pengaruh dosis pupuk anorganik pada tanaman timun dalam sistem monokultur dan sistem *multicropping* bersama tomat menunjukkan bahwa tanaman timun lebih responsif terhadap pemberian pupuk anorganik dalam sistem monokultur. Pada dosis 300 kg/ha NPK, berat buah

dibandingkan dalam sistem *multicropping* bersama timun. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dosis pupuk anorganik 0 kg/ha (M0) merupakan dosis yang paling tepat dan efisien untuk sistem *multicropping* tomat dan timun.

Berdasarkan hasil korelasi pada jumlah buah bagus per petak berkorelasi positif terhadap parameter jumlah daun ($r= 850^{**}$), jumlah buah per petak ($r= 978^{**}$), jumlah buah rusak per petak ($r= 408^*$), BWD ($r= 466^*$). Tetapi berkorelasi negatif pada parameter tinggi tanaman ($r= -490^{**}$) berat buah per petak ($r= -711^{**}$), berat buah bagus per petak ($r= -614^{**}$), berat buah rusak per petak ($r= -650^{**}$), volume buah ($r= -795^{**}$).

9. Berat Buah Bagus Per Petak

Berat buah bagus per petak merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui hasil panen berdasarkan bobot buah. Pengamatan ini penting untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pemberian dosis pupuk anorganik terhadap produktivitas tanaman, khususnya dalam menghasilkan buah yang tidak hanya banyak, tetapi juga memiliki ukuran dan berat yang optimal.

bagus tanaman timun dalam sistem monokultur mencapai 17,80 kg per petak, dibandingkan 6,76 kg dalam sistem *multicropping*. Hal yang sama terjadi pada dosis 200 kg/ha, di mana timun monokultur menghasilkan 14,52 kg, sedangkan dalam *multicropping* hanya 5,69 kg.

Meskipun demikian, hasil uji Duncan menunjukkan bahwa pada sistem *multicropping*, perbedaan antar dosis pupuk terhadap berat buah timun tidak berbeda nyata secara statistik, yang mengindikasikan bahwa pengaruh pupuk tidak cukup signifikan meningkatkan hasil berat buah timun jika ditanam bersama tomat. Tanaman tomat, pola yang sama juga terlihat. Tomat dalam sistem monokultur menunjukkan respons yang lebih baik terhadap pemberian pupuk anorganik.

Dosis 200 kg/ha menghasilkan berat buah sebesar 4,90 kg per petak, yang secara statistik berbeda nyata dari perlakuan kontrol menurut uji Duncan. Namun, dalam sistem *multicropping*, berat buah tomat pada perlakuan kontrol (2,88 kg) dan menurun pada dosis 200 kg/ha (2,38 kg) maupun 300 kg/ha (2,74 kg). Meski demikian, hasil uji Duncan menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata antar perlakuan dalam sistem *multicropping*, tanaman tomat kurang merespons pemberian pupuk anorganik secara efektif, bahkan cenderung mengalami penurunan hasil dibandingkan tanpa pupuk.

Berdasarkan parameter berat buah bagus per petak, sistem *multicropping* tomat dan timun dengan dosis pupuk anorganik 0 kg/ha (M0) merupakan pilihan yang paling efisien dan layak. Berdasarkan hasil korelasi pada berat buah bagus per petak berkorelasi positif terhadap parameter tinggi tanaman ($r=671^{**}$), berat buah per petak ($r= 972^{**}$), jumlah buah rusak per petak ($r= 408^*$), berat buah rusak per petak ($r= 704^{**}$), volume buah ($r= 798^{**}$). Tetapi berkorelasi negatif terhadap parameter jumlah daun ($r= -749^{**}$), jumlah buah per petak ($r= -640^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r= -614^{**}$), BWD ($r=-611^{**}$).

10. Jumlah Buah Rusak Per Petak

Jumlah buah rusak per petak diamati untuk menilai tingkat kehilangan hasil akibat kerusakan fisiologis atau serangan patogen. Parameter ini penting untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk anorganik terhadap kualitas buah, serta sejauh mana pemupukan yang diberikan mampu meminimalkan pembentukan buah.

Tabel 9. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap jumlah buah rusak

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (tomat)	A2 (timun)	A3 (multi)	Tomat	Timun
M0	4,00 a	10,67 a	6,67a	4,67 a	2,00 a
M1	27,33 c	5,33 a	17,67 b	14,33 b	3,33 b
M2	15,33 b	8,00 a	6,67 a	5,67 a	1,00 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Perbandingan antara pengaruh dosis pupuk anorganik terhadap tanaman timun menunjukkan bahwa dalam sistem monokultur, jumlah buah rusak cenderung lebih tinggi dibandingkan *multicropping* pada dosis kontrol dan dosis tinggi. Pada perlakuan A2M0,

jumlah buah rusak pada timun monokultur adalah 10,67 buah per petak, sedangkan dalam *multicropping* hanya 2,00 buah. Hal serupa terjadi pada A2M2, di mana jumlah buah rusak pada monokultur mencapai 8,00 buah, sedangkan pada *multicropping* hanya

1,00 buah. Namun, pada A3M1, *multicropping* justru mencatat peningkatan jumlah buah rusak 3,33 buah dibandingkan monokultur 5,33 buah, tetapi nilainya tetap lebih rendah dari kontrol. Pada perlakuan A3M1 dalam sistem *multicropping*, jumlah buah rusak timun berbeda nyata dibandingkan A3M0 dan A3M2.

Perbandingan pengaruh pupuk anorganik pada tanaman tomat menunjukkan bahwa jumlah buah rusak jauh lebih tinggi pada sistem monokultur, terutama pada dosis pupuk yang lebih tinggi. Dalam monokultur, jumlah buah rusak tertinggi terjadi pada A1M1, yaitu 27,33 buah per petak, sementara dalam *multicropping* hanya 14,33 buah. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem *multicropping* dapat menekan jumlah buah rusak pada tomat, meskipun tetap saja perlakuan A3M1 menunjukkan jumlah buah rusak yang berbeda nyata dan dibandingkan A3M0 4,67 buah dan A3M2 5,67 buah.

Dosis 200 kg/ha terbukti tidak efektif dalam menekan kerusakan buah tomat dalam sistem *multicropping*, bahkan justru meningkatkan jumlah buah

rusak secara signifikan. Berdasarkan keseluruhan data jumlah buah rusak dalam sistem *multicropping*, dapat disimpulkan bahwa dosis pupuk anorganik yang optimal untuk efisiensi hasil adalah 0 kg/ha. Berdasarkan hasil korelasi pada jumlah buah rusak per petak berkorelasi positif terhadap parameter jumlah buah per petak ($r=493^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r=408^*$). Berdasarkan hasil korelasi pada jumlah buah rusak per petak berkorelasi positif terhadap parameter jumlah buah per petak ($r=493^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r=408^*$).

11. Berat Buah Rusak Per Petak

Berat buah rusak per petak digunakan untuk mengukur total bobot buah yang mengalami kerusakan, baik karena faktor fisiologis maupun gangguan organisme pengganggu tanaman. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dosis pupuk anorganik terhadap kualitas hasil panen, serta sebagai indikator efektivitas pemupukan dalam menekan jumlah buah yang tidak layak.

Tabel 10. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap berat buah rusak

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1 (Tomat)	A2 (Timun)	A3 (Multi)	Tomat	Timun
M0	0,08 a	4,52 a	1,10 a	0,20 a	0,90 a
M1	0,61 a	3,55 b	1,30 a	0,37 a	0,93 a
M2	0,66 a	3,60 b	0,68 a	0,38 a	0,30 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Perbandingan pengaruh dosis pupuk anorganik antara tanaman timun dalam sistem monokultur dan sistem *multicropping* bersama tomat menunjukkan bahwa berat buah rusak cenderung lebih tinggi dalam monokultur, terutama pada perlakuan kontrol dan dosis 200 kg/ha. pada perlakuan A2M0, berat buah rusak pada timun monokultur

mencapai 4,52 kg per petak, sedangkan dalam *multicropping* A3M0 hanya 0,90 kg. Demikian pula pada dosis A2M1 berat buah rusak dalam monokultur adalah 3,55 kg, sedangkan dalam *multicropping* sebesar 0,93 kg. Namun, hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan dosis pupuk anorganik terhadap berat buah

rusak timun, baik dalam sistem monokultur maupun *multicropping*. Dari sudut pandang praktis, sistem *multicropping* tampak lebih efektif dalam menekan kerusakan buah timun.

Tanaman tomat perbandingan antara sistem monokultur dan *multicropping* juga menunjukkan pada kisaran 0,08–0,66 kg. Dalam sistem *multicropping*, berat buah rusak tomat berkisar antara 0,20–0,38 kg per petak, yang menunjukkan peningkatan ringan seiring penambahan dosis pupuk, tetapi tidak berbeda nyata secara statistik. Dengan demikian, baik sistem monokultur maupun *multicropping* tidak menunjukkan pengaruh signifikan dari pemberian pupuk anorganik terhadap berat buah rusak tomat, meskipun secara praktis *multicropping* tetap menjaga kerusakan buah dalam batas rendah. Berdasarkan hasil penelitian, parameter berat buah rusak per petak pada sistem *multicropping* tomat dan timun menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan dosis pupuk anorganik NPK, baik pada dosis 0 kg/ha (M0), 200 kg/ha (M1), maupun 300 kg/ha (M2).

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dosis optimal untuk parameter ini adalah 0 kg/ha, karena penggunaan pupuk tambahan tidak memberikan perbaikan ataupun

perubahan yang berarti terhadap jumlah kerusakan buah. interaksi antara kedua tanaman dalam sistem *multicropping* yang mampu menciptakan kondisi mikroklimat yang lebih stabil, mengurangi tekanan hama dan penyakit, atau adanya keseimbangan penyerapan nutrisi yang justru tidak memerlukan tambahan pupuk secara berlebih.

Berdasarkan hasil korelasi pada berat buah rusak per petak berkorelasi positif terhadap parameter tinggi tanaman ($r= 615^{**}$), berat buah per petak ($r= 815^{**}$), berat buah bagus per petak ($r= 704^{**}$), volume buah ($r= 647^{**}$). Tetapi berkorelasi negatif terhadap parameter jumlah daun ($r= -625^{**}$), jumlah buah per petak ($r= -631^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r= -650^{**}$), BWD ($r= -482^*$).

12. Volume Buah

Volume buah merupakan parameter penting yang mencerminkan ukuran fisik dan potensi daya jual buah. Pengamatan terhadap volume buah bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk anorganik dalam mendukung pertumbuhan dan pembentukan jaringan buah, baik pada tanaman timun maupun tomat. Semakin besar volume buah, biasanya mencerminkan pertumbuhan yang optimal dan kecukupan asupan hara.

Tabel 11. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1	A2	A3	Tomat	Timun
M0	59,34 a	369,58 a	255,9 a	63,47 a	448,33 a
M1	54,11 a	403,75 a	218,88 a	49,33 a	388,42 a
M2	59,21 a	437,08 ab	250,34 a	64,02 a	436,67 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Perbandingan pengaruh dosis pupuk anorganik antara tanaman timun dalam sistem monokultur dan sistem *multicropping* bersama tomat menunjukkan bahwa volume buah timun cenderung lebih tinggi dalam sistem monokultur pada semua perlakuan. Pada perlakuan kontrol (M0), volume buah timun dalam monokultur mencapai 369,58 ml, sedangkan dalam *multicropping* sebesar 448,33 ml. Pada dosis 200 kg/ha (M1), volume buah timun dalam monokultur tercatat 403,75 ml, lebih tinggi dibandingkan *multicropping* yang hanya 388,42 ml. Begitu pula pada dosis 300 kg/ha (M2), monokultur menghasilkan 437,08 ml, sedikit lebih rendah dari *multicropping* (436,67 ml). Meskipun perbedaan ini tampak secara angka, hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan, baik pada sistem monokultur maupun *multicropping*.

Oleh karena itu, volume buah timun tidak secara signifikan dipengaruhi oleh dosis pupuk anorganik, dan sistem *multicropping* tidak menunjukkan keunggulan nyata dalam parameter ini. Tanaman tomat, volume buah dalam sistem monokultur terjadi pada perlakuan A1M0 (59,34 ml), diikuti A1M2 (59,21 mL), dan pada A1M1 (54,11 MI). Dalam sistem *multicropping*, volume buah tomat justru tercapai pada perlakuan A3M2 (64,02 ml), diikuti A3M0 (63,47 ml), dan pada A3M1 (49,33 ml). Namun, perbedaan ini juga tidak signifikan secara statistik, yang berarti bahwa pemberian pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap volume buah tomat baik dalam monokultur maupun *multicropping*. Dengan demikian, volume buah tomat cenderung stabil dan tidak menunjukkan respons yang konsisten terhadap peningkatan dosis pupuk dalam kedua sistem tanam tersebut. Berdasarkan hasil analisis pada parameter volume buah per petak dalam sistem *multicropping* tomat dan timun, diketahui bahwa tidak terdapat

perbedaan yang nyata antar perlakuan dosis pupuk anorganik NPK (0 kg/ha, 200 kg/ha, dan 300 kg/ha).

Volume buah tomat dalam sistem *multicropping* berkisar antara 49,33 hingga 64,02 ml per petak, sedangkan timun berkisar antara 388,42 hingga 448,33 ml per petak. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk anorganik NPK dalam dosis tinggi tidak memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap volume buah, baik pada tanaman tomat maupun timun yang dibudidayakan secara *multicropping*. Menariknya, pada perlakuan tanpa pupuk (M0), volume buah justru menunjukkan hasil yang cukup tinggi dan sebanding dengan perlakuan dosis pupuk lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan nutrisi tanaman dalam sistem *multicropping* dapat terpenuhi secara efisien tanpa tambahan pupuk anorganik, kemungkinan karena adanya efek sinergis antar tanaman yang meningkatkan efisiensi pemanfaatan unsur hara.

Oleh karena itu, dosis optimal untuk parameter volume buah per petak dalam sistem *multicropping* tomat dan timun adalah 0 kg/ha. Berdasarkan hasil korelasi pada volume buah berkorelasi positif terhadap parameter tinggi tanaman ($r= 652^{**}$), berat buah per petak ($r= 895^{**}$), berat buah bagus per petak ($r= 879^{**}$), berat buah rusak per petak ($r= 674^{**}$). Semakin tinggi tanaman, maka kapasitas fisiologisnya untuk menghasilkan. Tetapi berkorelasi negatif terhadap parameter jumlah daun ($r= -855^{**}$), jumlah buah per petak ($r= -832^{**}$), jumlah buah bagus per petak ($r= -795^{**}$), BWD ($r= -562^{**}$).

13. BWD

Warna daun merupakan parameter penting dalam menilai kondisi fisiologis tanaman karena secara langsung berkaitan dengan kandungan

klorofil, proses fotosintesis, dan status hara tanaman, terutama nitrogen. Warna daun yang lebih hijau biasanya menandakan kandungan klorofil yang tinggi dan pertumbuhan yang optimal,

sedangkan warna daun yang pucat atau kekuningan sering menjadi indikasi adanya defisiensi nutrisi atau gangguan metabolisme tanaman

Tabel 12. Rata-rata pengaruh pupuk anorganik NPK terhadap BWD

Perlakuan	Jenis Tanaman			A3	
	A1	A2	A3	Tomat	Timun
M0	3,75 a	3,08 a	3,50 a	4,00 a	3,00 a
M1	3,25 c	3,0 b	3,00 c	3,00 c	3,00 c
M2	3,33 b	3,25 b	3,25 b	3,50 b	3,00 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5 %

Parameter bagian warna daun (BWD), yang mencerminkan tingkat kehijauan dan kandungan klorofil daun, menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan dosis pupuk anorganik NPK (0, 200, dan 300 kg/ha) pada tanaman tomat, timun, dan juga pada sistem *multicropping*. Pada tanaman tomat, nilai BWD tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa pupuk (kontrol) sebesar 3,75, kemudian menurun menjadi 3,25 pada dosis 200 kg/ha, dan sedikit meningkat menjadi 3,33 pada dosis 300 kg/ha. Hal yang sama terjadi pada tanaman timun, dimana BWD tertinggi juga dicapai pada perlakuan kontrol (3,08), menurun pada dosis 200 kg/ha (3,00), lalu meningkat pada dosis 300 kg/ha (3,25).

Dalam sistem *multicropping*, daun tomat menunjukkan nilai BWD tertinggi pada kontrol (4,00), kemudian menurun drastis pada M1 (3,00), dan naik kembali pada M2 (3,50). Sementara itu, daun timun pada sistem *multicropping* menunjukkan nilai BWD yang relatif stabil, yaitu 3,00 pada semua perlakuan, namun secara statistik tetap berbeda nyata. Pola ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik memang memengaruhi warna daun, tetapi tidak selalu meningkatkan nilai BWD. Justru pada perlakuan tanpa pupuk, warna daun cenderung lebih hijau,

yang mengindikasikan bahwa tanaman mampu tumbuh optimal dengan memanfaatkan nutrisi yang sudah tersedia di dalam tanah atau karena adanya interaksi positif antar tanaman dalam sistem *multicropping* yang meningkatkan efisiensi penyerapan hara (Setiawan, 2015). Berdasarkan hasil korelasi pada BWD berkorelasi positif terhadap parameter pH ($r= 409^*$), jumlah daun ($r= 552^{**}$), jumlah buah per petak ($r= 472^*$), jumlah buah bagus per petak ($r= 446^*$). Tetapi berkorelasi negatif pada parameter tinggi tanaman ($r = -559^{**}$), berat buah per petak ($r = -598^{**}$), berat buah bagus per petak ($r = -611^{**}$), volume buah ($r = -562^{**}$).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh dosis pupuk anorganik NPK terhadap pertumbuhan dan hasil pada sistem *multicropping* tanaman timun (*Cucumis sativus L.*) dan tomat (*Solanum lycopersicum L.*), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tanaman timun dalam sistem monokultur menunjukkan mampu meningkatkan dosis pupuk anorganik, terutama pada parameter tinggi tanaman, berat buah per petak, dan berat buah

- bagus. Namun, dalam sistem *multicropping* timun, pengaruh pupuk anorganik menjadi menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem *multicropping* mengurangi efektivitas pemupukan akibat adanya kompetisi antar tanaman terhadap sumber daya (nutrisi, cahaya, dan ruang tumbuh).
2. Tanaman tomat dalam sistem monokultur merespon pemberian pupuk anorganik dengan peningkatan beberapa parameter, seperti jumlah buah bagus dan berat buah. Namun, dalam sistem *multicropping*, respon tanaman tomat terhadap dosis pupuk menunjukkan penurunan hasil pada dosis lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas pupuk pada tomat juga terpengaruh oleh interaksi kompetitif dalam sistem *multicropping*.
 3. Dosis pupuk anorganik 0 kg/ha dosis paling efisien dalam sistem *multicropping* tomat dan timun. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya perbedaan nyata antar dosis pupuk terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan dan hasil tanaman. Penggunaan pupuk dalam dosis lebih tinggi 200–300 kg/ha tidak memberikan peningkatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2017). *Soil Fertility and Fertilizers* (8th ed.). Pearson Education.
- Purnomo, R., Santoso, M., & Heddy, S. (2016). Pengaruh Berbagai Macam Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(3), 2338-3976
- Wijayani, S., & Elizabeth Nanik, K. (2021). Peningkatan Produktivitas Lahan Melalui Multiple Cropping Dalam Upaya Mendukung Diversifikasi Produk Olahannya. Innofarm: *Jurnal Inovasi Pertanian*, 26(1), 236–243
- Zeeshan, A., M. Waqas., M. T. Ramzan, F. Ghafoor., Usama, M. U. Ibrahim, Noor, F., dan Sana Hanif. (2024). Dari Ladang ke Keluarga: Memahami Dampak Kesehatan Pemupukan Tanah Berlebihan. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, 4(2), 990–995. <https://doi.org/10.61919/jhrr.v4i2.955>