

**WACHSTUM UND PRODUKTION VON MYKORRHIZA-
KARTOFFELN (*Solanum tuberosum* L)
MIT DER ANWENDUNG VON ORGANISCHEN
MATERIALIEN AUS KOHLABFÄLLEN UND
SYNTHETISCHEM CHEMISCHEM DÜNGEMITTEL IN
TANAH KARO REGENCY**

ABSCHLUSSARBEIT



VON:

**MAYESTINA SIHITE
11 821 0058**

**AGROTEKNOLOGIE STUDIENPROGRAMM
LANDWITSCHAFT FAKULTÄT
MEDAN AREA UNIVERSITÄT
MEDAN
2016**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/9/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/22

ABSTRAKT

Wachstum und Produktion von Mykorrhiza-Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L) mit Anwendung von organischen Kohlabfällen (*Brassica oleracea* und *synthetischem chemischem Dünger in Tanah Karo Regency*). Die Forschung wurde im Versuchsgarten des Gemüseforschungsinstituts (KPBPS), Tongkoh, Berastagi, durchgeführt, die von Juli bis September 2015 durchgeführt wurde. Die Forschung wurde mit einem faktoriell randomisierten Blockdesign konzipiert, das aus 2 Behandlungsfaktoren bestand. Der erste Faktor ist die Dosis von Bio Brassica (A) mit 5 Stufen, nämlich A = 0 kg Kohl/Parzelle; A1 = 1 kg Kohl/Parzelle ; A2 = 0,75 kg Parzellenkohl; A3= 0,50 kg Kohl/ Parzelle ; A4= 0,25 kg Kohl / Parzelle. Der zweite Faktor ist die für den Kartoffelanbau empfohlene Menge an chemisch-synthetischem Dünger (B) mit 5 Stufen, nämlich B0 = 0 %; B4= 100 % Weiterempfehlung ; B3= 75 % Empfehlung; B2= 50 % Empfehlung ; B1 = 25 % Empfehlung. Die beobachteten Parameter waren Pflanzenhöhe (cm), Anzahl der Blätter (cm), Blattfläche (cm²), Stammdurchmesser (cm), Knollengewicht (Gramm). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Anwendung von organischem Kohlabfall (*Brassica oleracea* und *synthetischer chemischer Dünger in Tanah Karo Regency*) nicht alle während der Studie beobachteten Parameter verbessern kann.

ABSTRACT

Growth And Production of potato (*Solanum tuberosum* L) Bermikoriza with Application of Organic Waste Materials Cabbage (*Brassica oleracea* And Synthetic Chemical Fertilizer In Tanah Karo). The study was conducted at the Experimental Garden Vegetable Research Institute (KPBPS), Tongkoh Berastagi conducted from July through Sempember 2015. The study was designed by Design Randomized Factorial consisting of 2 factors. The first factor is the dose Organic Brassica (A) with 5 levels ie A = 0 kg of cabbage / plot; A1 = 1 kg cabbage / plot; A2 = 0.75 kg cabbage plot; A3 = 0:50 kg cabbage / plot; A4 = 0:25 kg of cabbage / plot second factor is the number of synthetic chemical fertilizers on crop cultivation of potatoes (B) with 5 levels ie B0 = 0%; B4 = 100% recommendation; B3 = 75% recommendation; B2 = 50% recommendation; B1 = 25%. Recommendation. The parameters observed in the plant height (cm) Number of leaves (cm), leaf area (cm²), Diameter (cm), Weight Bulbs (gram). The results of this study indicate that the use of Organic Waste Materials Applications Cabbage (*Brassica oleracea* And Synthetic Chemical Fertilizer In Tanah Karo), it can not improve all parameters were observed during the study.

I. EINLEITUNG

1.1. Hintergründ

Kartoffel ist ein wichtiger pflanzlicher Rohstoff mit Exportmarktpotenzial. Kartoffelknollen sind eine kohlenhydratreiche Quelle und können als Nahrungersatz verwendet werden. Obwohl der Pro-Kopf-Verbrauch im Vergleich zum internationalen Kartoffelstandard immer noch relativ niedrig ist, hat das Wachstum des Kartoffelverbrauchs in Indonesien ein erhebliches Wachstum erfahren. Zwischen 1971 und 1998 stieg der Pro-Kopf-Verbrauch an frischen Kartoffeln jährlich um durchschnittlich 4,5 % (Priyanto, 2006). Kartoffeln können als Gemüse, Püree oder als industrielle Rohstoffe wie Kartoffelchips/Crips (Prahardini und Pratomo, 2011), als Futtermittel verwendet werden und haben das Potenzial für Biopharmazeutika (Wattimena, 2000).

Aufgrund ihres hohen Nährstoffgehalts und ihrer einfachen Produktion können Kartoffeln durch konventionelle Züchtung und Biotechnologie zu einer wichtigen Nahrungspflanze entwickelt werden (Elizabeth *et al.*, 2008 in Listanto, *et al.*, 2009). Das Landwirtschaftsministerium wird ein Kartoffelanbauzentrum mit einem neuen Ansatz entwickeln, um das Ziel einer Wachstumsrate der Kartoffelproduktion von 2,9 % im Jahr 2012 oder 1,185 Millionen Tonnen zu erreichen. Verbesserungen können durch die Entwicklung von Kartoffelanbaugebieten und -zentren erreicht werden, die in Nord-Sumatra, Jambi, Süd-Sumatra und Bengkulu durchgeführt werden (Natalia, 2011). So kann das Image der importierten Kartoffel, das die Ursache für den Rückgang der Kartoffelpreise auf der Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe ist, durch eine Steigerung der Qualität und Quantität des lokalen Kartoffelsaatguts überwunden werden. Die Kartoffelproduktion in Indonesien wird derzeit von der Sorte Granola

dominiert, die 90 % der gesamten Anbaufläche ausmacht, während verarbeitete Kartoffeln nur 10 % ausmachen. Eine der Kartoffelsorten, die als Industrierohstoff bekannt ist, ist die Atlantikkartoffel. Atlantische Kartoffeln haben jedoch mehrere Schwächen, darunter geringe Produktion, keine Welkeresistenz, Resistenz gegen Krautfäule und Wurzelnekrotosen (Kusmana, 2003 in Prahardini und Pratomo, 2011). Laut BPS Karo (2011) betrug die durchschnittliche Kartoffelernte fläche in Karo Regency in den Jahren 2006-2010 2.460 ha mit einer durchschnittlichen Produktion von 40.677 Tonnen und einer Produktivität von 16.414 Tonnen/ha. Die Kartoffelproduktion in Karo Regency tendiert dazu, zwischen 2010 und 2012 um 19,13 % zu sinken und 2013 um 36,18 % zuzunehmen.

Die Entwicklung des Volumens und des Wertes der Kartoffelexporte in Karo Regency in den Jahren 2006-2010 verzeichnete einen leichten Anstieg von 4,2 % und 7 % mit dem Ziel, nach Singapur und Malaysia zu exportieren (Koperindag Office of Karo Regency, 2014). Daher ist es notwendig, die Kartoffelproduktion zu steigern, um den Bedarf im In- und Ausland zu decken. Kartoffelsorten, ob von der Regierung zugelassen oder eingeführt, haben keinen komparativen Vorteil gezeigt, daher ist es notwendig, diese Vorteile durch Tests in Produktionszentren zu überprüfen, von denen eines Karo Regency, Nord-Sumatra ist. Derzeit hat das Forschungsinstitut für Gemüse und Gartenbau (Balitsa) mehrere kommerzielle Kartoffelsorten produziert, die in mehreren Gebieten Javas angepasst wurden, während außerhalb von Java noch weitere Anpassungstests erforderlich sind.

Eine der Bemühungen, die Bodenfruchtbarkeit zu erhöhen, besteht darin, Mykorrhiza zu verabreichen, um den Pflanzen zu helfen, Phosphor aufzunehmen. Phosphor spielt eine wichtige Rolle beim Energietransport für Pflanzenwachstum und -entwicklung. Phosphor wird am leichtesten von Pflanzen bei pH absorbiert.

Die Rolle der Mykorrhizae, die eng mit der Phosphorversorgung der Pflanzen verbunden ist, zeigt eine besondere Beziehung zwischen Mykorrhizae und dem Phosphorstatus im Boden (Santosa, 1989). Mykorrhizae ist eine symbiotische Verbindung zwischen Pflanzenwurzeln und Pilzen. Diese Verbindung zwischen Pflanzenwurzeln und Pilzen bietet hervorragende Vorteile für den Boden und die Wirtspflanzen, in denen diese Pilze wachsen und sich vermehren. Das Arbeitsprinzip dieser Mykorrhiza besteht darin, das Wurzelsystem der Wirtspflanze zu infizieren und ein intensives Hyphennetzwerk zu erzeugen, so dass die Pflanze, die Mykorrhiza enthält, in der Lage sein wird, die Kapazität zur Nährstoffaufnahme zu erhöhen. Mykorrhizae kommt von den Wörtern Miko (mykes = Pilz) und Rhizo, was Pflanzenwurzeln bedeutet. Die aus diesem Verband gebildete Struktur ist geordnet und zeigt ein sehr breites Spektrum, sowohl was Wirtspflanzen, Pilzarten als auch deren Verbreitung betrifft. Mykorrhizae ist eine charakteristische Struktur, die eine für beide Seiten vorteilhafte funktionelle Wechselwirkung zwischen einer bestimmten Pflanze und einem oder mehreren Mykobionten-Wegen in Raum und Zeit widerspiegelt. Im Allgemeinen werden Mykorrhizen in den Tropen in zwei Arten eingeteilt, nämlich: Vesicular-Arbuscular (MVA) / Endomycorrhiza und Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae (VAM) / Ectomycorrhizae. Diese Pilze werden im Allgemeinen in die *Ascomycetes*- und *Basidiomycetes*-Gruppen eingeteilt (Pujianto, 2001).

Mykorrhizae sind Bodenpilze, die mit Pflanzenwurzeln in Symbiose stehen und sich gegenseitig begünstigen. Mykorrhiza-Pilzhyphen spielen eine Rolle bei der Erhöhung der P-Aufnahme, indem sie den Absorptionsbereich des Pflanzenwurzelsystems erweitern.

Laut Rahayu und Akbar (2003) sind mehrere Vorteile, die Wirtspflanzen durch das Vorhandensein von Mykorrhiza-Assoziationen erhalten können, folgende: (1) Erhöhung der Nährstoffaufnahme; (2) Resistenz gegen Pathogenangriff; (3) als Bodenschutz; (4) kann Hormone und Wachstumsregulatoren produzieren; (5) als Quelle zur Herstellung biologischer Düngemittel; (6) synergistisch mit anderen Mikroorganismen und; (7) Erhaltung der Pflanzenvielfalt.

1.2. Formulierung des Problems

Basierend auf der Hintergrundbeschreibung lautet die Problemstellung in dieser Studie, wie die Reaktion von Kartoffelpflanzen (*Solanum tuberosum*) auf die Anwendung von Kohlabfällen (*Brassica oleracea*) und chemisch-synthetischen Düngemitteln ist.

1.3. Ziel der Forschung

Diese Studie zielt darauf ab, die Wirkung der Anwendung von Kohlabfällen (*Brassica oleracea*) als synthetischen chemischen Dünger auf das Wachstum und die Produktion von Kartoffelpflanzen (*Solanum tuberosum*) zu bestimmen.

1.4. Forschungshypothese

1. Die Bereitstellung von Kohlabfällen (*Brassica oleracea*) hat eine signifikante Auswirkung auf die Steigerung des Wachstums und der Produktion von Kartoffel (*Solanum tuberosum*)-Pflanzen.
2. Die Anwendung von synthetischen chemischen Düngemitteln hat das Wachstum und die Produktion von Kartoffelpflanzen (*Solanum tuberosum*) erheblich gesteigert.
3. Die Bereitstellung von Kohlabfällen (*Brassica oleracea*) und synthetischen chemischen Düngemitteln hatte einen signifikanten Effekt

auf die Steigerung des Wachstums und der Produktion von Kartoffeln (*Solanum tuberosum*).

1.5. Vorteile der Forschung

1. Als eine der Voraussetzungen für die Erlangung eines Bachelor-Abschlusses im Agrotechnology Studienprogramm, Landwirtschaft Fakultät Medan Area Universität
2. Als Informationsquelle für die weitere Entwicklungsforschung zur Steigerung des Ertrags und der Produktion von Kartoffeln (*Solanum tuberosum*).



II. LITERATURISCHE REZENSION

1.1. Kartoffelpflanze

Kartoffelrohstoff ist eine Quelle von Kohlenhydraten, Kalorien, Mineralien und Proteinen zur Unterstützung von Nahrungsmitteldiversifizierungsprogrammen und hat das Potenzial als Nicht-Öl- und Gasexportrohstoff und Industrierohstoff. Die Nachfrage nach Gemüse, einschließlich Kartoffeln, steigt in Indonesien jedes Jahr im Einklang mit dem Bevölkerungswachstum, dem Einkommensniveau, dem öffentlichen Bewusstsein für Ernährung, der Exportnachfrage und dem Wachstum der kartoffelverarbeitenden Industrie. Die Kartoffel (*Solanum tuberosum*) ist eine Gartenpflanze, die Kalorien und essentielle Mineralien für den menschlichen Bedarf enthält. Die chemische Analyse von Kartoffelknollen aus 100 Gramm Knollen enthielt die folgenden Bestandteile: 77,8 Gramm Wasser; Eisen 0,7 mg; Phosphor 50 mg; Kalzium 11 mg; Kohlenhydrate 19,1 Gramm; Fett 0,1 Gramm; 2 Gramm Eiweiß; Vitamin B1 0,11 mg; 17 mg Vitamin C und 83 kcal Kalorien. Der Bedarf an Kartoffeln steigt mit dem Bevölkerungswachstum, Einkommenssteigerungen und veränderten Konsumgewohnheiten der Menschen.

1.1.1. Botanik der Kartoffelpflanze

Nach Setijo Pitojo (2004) werden Kartoffelpflanzen in der Taxonomie wie folgt eingeteilt: Aufteilung : *Spermatophyta*; Unterteilung : *Angiospermae*; Klasse : *Dicotyledonae*; Unterklasse : *Sympetalae*; Befehl : *Tubiflorae*; Familie : *Solanaceae*; Genus : *Solanum*; Spezies : *Solanum tuberosum* .

Kartoffelpflanzen sind einjährige Pflanzen in Form von Sträuchern, wachsen aufrecht und werden 50-120 cm hoch. Die Blätter der Kartoffelpflanze sind oval, leicht abgerundet mit einer spitzen Spitze, haben Primär- und Sekundärblättchen, die in Blattstielen angeordnet sind, entgegengesetzt (zusammengesetzte Blätter)

und eine seltsam gefiederte grüne Blattfarbe.

Kartoffelstiele sind im Allgemeinen schwach, sodass sie leicht zusammenbrechen, wenn sie von starkem Wind getroffen werden. Die Stielfarbe ist im Allgemeinen dunkelgrün mit violetter Pigment. Die Stängel der Pflanze sind verzweigt und jeder Zweig ist mit üppigen Blättern bewachsen, und abwechselnde Blattstellen umgeben den Stängel der Pflanze. Aus Samen gewonnene Kartoffelpflanzen haben ein Pfahlwurzelwurzelsystem, das bis zu einer Tiefe von 45 cm in den Boden eindringen kann und viele hat Zweigwurzeln, die breit wachsen, Wurzeln weißlich und fein strukturiert. Der Prozess der Knollenbildung ist gekennzeichnet durch das Aufhören des länglichen Stolonwachstums, gefolgt von der Vergrößerung der Stolonen, um Knollen als Nahrungsspeicherbereich zu bilden. Kartoffelknollen haben Knospen als Entwicklungsmaterial, aus denen dann neue Pflanzen werden können.

1.1.2. Bedingungen für den Anbau von Kartoffelpflanzen

Eine maximale Produktion mit guter Produktqualität wird nur erreicht, wenn Kartoffelpflanzen in einer Umgebung kultiviert werden, die ein optimales Wachstum unterstützt. Aus diesem Grund müssen ökologische Faktoren in Form von Boden und Klima, die für Kartoffelpflanzen geeignet sind, berücksichtigt werden, um Verluste aufgrund von Umweltunverträglichkeit mit den gewünschten Wachstumsbedingungen zu vermeiden (Zulkarnain, 2013).

a. Boden

Kartoffeln benötigen sandigen Lehm- oder Torfboden mit einer Tiefe von 60-100 cm, um sie in hoher Menge und Qualität zu produzieren. Lockere Böden mit guter Drainage mit einem pH-Wert von 5,0-6,5 eignen sich sehr gut für den Kartoffelanbau.

Die Keimung der Knollen wird stark von der Bodentemperatur beeinflusst. Wenn die Bodentemperatur weniger als 12 ° C beträgt, wird das Wachstum der Sprossen sehr langsam sein. Bei 12°C dauert es 30-35 Tage, bis die Keimung abgeschlossen ist. Die optimale Temperatur für die Knollenkeimung liegt bei etwa 22 °C, und die Knollenkeimung wird bei Temperaturen über 22 °C wieder gehemmt (Zulkarnain, 2013)

b. Klima

Die Kartoffel ist eine subtropische Pflanze. In tropischen Gebieten wie Indonesien werden Kartoffeln im Hochland mit einem Klima angebaut, das mit subtropischen Bedingungen identisch ist, nämlich einer Höhe von mindestens 500 Metern über dem Meeresspiegel (optimale Höhe von 1000-2000 Metern über dem Meeresspiegel) (Zulkarnain, 2013).

Diese Pflanze benötigt eine optimale Tagestemperatur von 16-18 C. Um richtig zu wachsen und zu produzieren, können zu niedrige Temperaturen die Produktion reduzieren und sogar Pflanzen töten. Außerdem wird die Knollenbildung bei Kartoffeln stark von Nachttemperaturen beeinflusst, da die Anzahl der Knollen mit steigender Temperatur abnimmt. Bei hohen Nachttemperaturen ist das Pflanzenwachstum im oberirdischen Teil dominanter als im unterirdischen Teil. Die gewünschte Tagestemperatur für die Knollenbildung beträgt 17-22 C und Nachttemperatur 6-12 C.

Der Wasserbedarf von Kartoffelpflanzen liegt während der Vegetationsperiode zwischen 500 und 750 mm, was auf Regen oder Bewässerung zurückzuführen ist. Niedrige Stickstoffwerte in Pflanzen können helfen, die Knollenbildung zu erhöhen, insbesondere wenn sie von einer hohen Lichtintensität begleitet werden.

1.1.3. Kartoffelanbautechniken

Der Anbau von Kartoffelpflanzen ist im Grunde das Gleiche wie der Anbau anderer Feldfrüchte. Die Kartoffelanbauaktivitäten beginnen mit der Saatvorbereitung, der Bodenvorbereitung, der Bestimmung von Abständen und Pflanzlöchern, der Düngung, Pflege, Ernte und Nachernte.

a. Saatvorbereitung

Um eine gute Quantität und Qualität des Ertrags zu erzielen, müssen Sämlinge aus Elternknollen mit hohem Ertragspotenzial und frei von Krankheiten ausgewählt werden. Aus diesem Grund sollten Landwirte zertifiziertes Saatgut anbauen, da die Saatgutzertifizierung sicherstellt, dass das Saatgut frei von Krankheitserregern ist und seine Reinheit gewährleistet ist.

Um zertifiziertes Saatgut zu erhalten, können Kartoffelbauern dieses beim Gartenbauzentrum für Saatgut kaufen. Eine weitere Alternative für Landwirte besteht darin, Saatgut von Saatgutzüchtern zu kaufen, die vom örtlichen Landwirtschaftsdienst ernannt werden. Virusfreie Kartoffelpflanzen können durch Gewebekulturtechniken hergestellt werden.

b. Landvorbereitung

Das Land für den Kartoffelanbau sollte von Pflanzenresten, Unkraut und anderen Gegenständen befreit werden, die das Pflanzenwachstum beeinträchtigen können. Der erste Schritt der Landvorbereitung besteht darin, den Boden bis zu einer Tiefe von etwa 30 cm zu hacken oder zu pflügen, bis er locker ist, während Pflanzenreste und Unkraut zur Zersetzung eingegraben werden. In der Zwischenzeit wurden andere Gegenstände wie Baumstümpfe, Steine und Müll entfernt. Darüber hinaus wird das Land für weniger als 15 Tage belassen, um die Klimatisierung und Bodenbelüftung zu verbessern, giftige Gase zu entfernen und

die durch die Zersetzung von Pflanzenresten erzeugte Wärme freizusetzen. Dann wird der Boden erneut gehackt, bis er vollständig locker ist, während Beete angelegt werden.

c. Abstand und Pflanzloch

Zwiebeln, die als Samen verwendet werden, sollten 1-2 cm lang gekeimt haben. Sämlingszwiebeln werden in Beeten mit einem Abstand von etwa 75–90 cm zwischen den Reihen und 25–30 cm in den Reihen in einer Tiefe von 5–10 cm gepflanzt und dann mit Erde gefüllt.

Knollenstücke mit mindestens einer Knospe sollten sich zunächst von der Wunde erholen, indem sie 2-3 Tage lang bei 18-210 °C und 85-90 % Luftfeuchtigkeit gelagert werden. Samenknollen sollten vor dem Pflanzen mit einem Fungizid behandelt werden, um den Befall durch pathogene Pilze zu verhindern.

Je nach Gewicht der Knollen liegt der Saatgutbedarf für eine Pflanzfläche von 1 ha bei ca. 2,25 Tonnen bei Verwendung von Knollengewichten von 40-69 g. Bei der Verwendung kleinerer Knollen (Gewicht 30-40 g) wird der Bedarf an Saatgut geringer, was bei etwa 1,2-1,5 Tonnen/ha liegt (Zulkarnain, 2013).

d. Wartung

Die gepflanzten Samen sprießen in etwa 10 Tagen. Wenn die Pflanze 1 Monat alt ist, muss gejätet und gejätet werden, um die Bildung von grüner Farbe und Solanin auf den Knollen zu verhindern. Darüber hinaus muss die Wasserverfügbarkeit aufrechterhalten werden und darf die Feldkapazität nicht überschreiten, da Kartoffeln sehr empfindlich auf übermäßiges Grundwasser reagieren. Hohe Bodenfeuchtigkeit kann zu abnormalem Knollenwachstum und Verzweigung führen. Neben dem Jäten, Jäten und der Regulierung des

Grundwassers muss auch auf Schädlings- und Krankheitsbefall im Kartoffelanbau geachtet werden (Zulkarnain, 2013).

e. Düngung

Um eine gute Produktion zu ermöglichen, sollten Kartoffeln im Allgemeinen mit Stickstoff (N) bis zu 100-150 kg/ha gedüngt werden, was 476-714 kg/ha ZA oder 217 kg/ha Harnstoff entspricht; Phosphor wird in einer Dosis von 150–200 kg/ha verabreicht, was 416–555 kg/ha SP-36 entspricht; und Kalium bis zu 100-150 kg/ha gegeben, was 166-250 kg/ha KCl entspricht. Die Menge des ausgebrachten Düngers hängt jedoch von der Fruchtbarkeit des Bodens ab. SP-36-Dünger, 1/3 Teil Harnstoff (oder ZA) und 1/3 Teil KCl wurden 3 Wochen nach dem Pflanzen aufgetragen und die restlichen 1/3 Teil Harnstoff (oder ZA) und KCl wurden 6 Wochen nach dem Pflanzen gegeben.

In niederschlagsreichen Gebieten können N und K ausgelaugt werden, während P an Bodenkolloide gebunden wird, so dass es für Pflanzen nicht verfügbar ist. Es ist ratsam, während der Pflanzenwachstumszeit mehrmals in mehreren Abständen Dünger auszubringen. Allerdings muss beachtet werden, dass eine übermäßige N-Düngung (kontinuierlich oder zu hoch) die Knollenbildung hemmen kann (Zulkarnain, 2013).

f. Schädlings- und Krankheitsbekämpfung

Pflanzenschutz soll Schädlingen und Krankheiten vorbeugen. Schädlings- und Krankheitsprobleme können mit einem integrierten Schädlings- und Krankheitskontrollsystem (PHPT) überwunden werden. Die integrierte Schädlings- und Krankheitsbekämpfungskomponente umfasst die folgenden Aktivitäten: (a) Auswahl von krankheitsfreiem Land, insbesondere von bakterieller Welkekrankheit, (b) Verwendung von gesundem Saatgut von

ertragreichen kommerziellen Sorten, (c) Implementierung von Anbaumustern, die für die Region geeignet sind localita, (d) Durchführung einer angemessenen Bodenbearbeitung, (e) Entwurzelung stark befallener Pflanzen.

Wichtige Schädlinge und Krankheiten, die Kartoffelernten im Hochland plagen, sind Thripse, eine bakterielle Welkekrankheit. Die Einschleppung dieser wichtigsten Schädlinge und Krankheiten kann helfen, sie richtig zu kontrollieren, um die Ergebnisse vor dem Verlustrisiko zu sichern (Setiadi, 2008). Schädlings- und Krankheitsbekämpfung, einschließlich Kartoffelanbautechniken, bestimmen den Erfolg des Kartoffelanbaus.

a. Pest

Der Hauptschädling der Kartoffelpflanzen im Hochland sind Thripse (*Thrips sp*). Thripse, die Kartoffelpflanzen angreifen, sind *T. palmi*, *T. tabaci* und *T. pallidus*. Symptome sind zunächst unregelmäßige silberne Flecken auf den betroffenen Blättern, dann verfärben sich die Flecken kupferbraun und die Blätter kräuseln sich nach oben.

Eine integrierte Bekämpfung von *Thrips* kann auf folgende Weise durchgeführt werden: (1) kontinuierliche Bearbeitung des Bodens, sowohl Pflügen als auch Säubern (Desinfizieren) des Landes, (2) Überwachung des *Thrips*angriffs, wenn das betroffene Land 15 % erreicht hat muss mit Insektiziden besprüht werden (3) Mit wirksamen Insektiziden, z. B. Curacron 500 EC, Dicarzol 25 SP oder Arrivo 30 EC.

a. Erkrankung

Die Hauptkrankheit, die häufig Kartoffelpflanzen im Hochland befällt, ist *Ralstonia solanacearum* ras 3. Bakterieller Welken kann durch die folgenden Methoden kontrolliert werden: (1) Verwendung von krankheitsfreiem Saatgut; (2)

Schäden an Pflanzenwurzeln während des Jätens oder Hortens vermeiden; (3) Stark befallene Pflanzen entwurzeln und dann in den Boden eintauchen; (4) Behandlung von Saatgut mit Insektiziden, um Schäden durch Insekten zu vermeiden und das Eindringen von Bakterien in Saatkollen zu verhindern; und (5) Vorbereitung des Bodens in Form von hohen Hügeln oder Beeten, dh zwischen 50 cm – 60 cm, sowie durch Verbesserung der Bodenentwässerung und Durchführung von Fruchtfolgen.

g. Ernte

Zwiebeln für den Verzehr können geerntet werden, nachdem die Pflanze 3-4 Monate alt ist, nachdem die Blätter und Zweige gelb werden, wenn die Knollen reifen. Für eine frühere Ernte werden die Äste einige Tage vor dem Graben abgelegt, um die Hautbildung an den jungen Knollen anzuregen. Wenn es hingegen zu Knollensamen verarbeitet wird, wird es nach 2-2,5 Monaten geerntet. Ausgrabung und Handhabung der Knollen müssen mit Sorgfalt erfolgen. Denn wenn nicht, kommt es zu Wunden, gefolgt von schwarzen Flecken aufgrund einer Pilz-/Bakterieninfektion.

1.1.4. Müslisorten Kartoffeln

Die Sorte Granola ist das Ergebnis einer Einführung aus Westdeutschland. Granola-Kartoffelpflanzen werden zwischen 100 und 115 Tagen gealtert. Diese Pflanze hat die folgenden morphologischen Merkmale: Pflanzenhöhe 65 cm; grüne Stiele, fünfeckiger Querschnitt und flache Flügel; Blätter sind grün mit hellgrünen Hauptadern, oval und die untere Blattoberfläche ist faltig; die Anzahl der Blütensträuße reicht von 2-5 Früchten, weißer Stempel; und hat 5 gelbe Staubblätter. Das durchschnittliche Ertragspotential liegt bei 26,5 t/ha. Knollen haben eine ovale Form, gelbe bis weiße Haut, flache Augen und gelbes

Knollenfleisch. Die Sorte Granola L. war resistent gegen PVA und PVY, aber etwas empfindlich gegen *Pseudomonas solanacearum* Welke und *Phytophthora infestans* Krautfäule (Setijo pitojo, 2004).

1.2. Kohlabfälle

Kohl (*Brassica oleracea*) ist eine Gemüsepflanze, die von den Indonesiern bevorzugt wird und als Kochzutat, traditionelle Medizin, Rohstoff für mehrere Lebensmittelindustrien und die Kosmetikindustrie weit verbreitet ist (Cahyono, 2001). Basierend auf Daten der Central Statistics Agency betrug die Kohlproduktion in Indonesien im Jahr 2011 20,88 Tonnen/ha und im Jahr 2012 22,56 Tonnen/ha (BPS, 2012). Die Unterbezirke Naman Teran, Tigapanah und Kabanjahe sind die drei Zentren der Kohlpflanzen im Bezirk Karo. Die Landfläche pro Kohlpflanze im Distrikt Karo beträgt 2730 ha. Die Menge an Kohlabfällen ist sehr groß, die durchschnittliche Kohlmenge, die in das Kohllager in Berastagi Tanah Karo gelangt, beträgt ± 50 Tonnen pro Tag ([http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27866/5chapter% 201.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27866/5chapter%201.pdf)).

So viel wie 3-5% werden zu Abfall oder etwa 1,5-5 Tonnen. Kohlabfälle werden normalerweise auf einer provisorischen Mülldeponie aufgehäuft.

1.3. Arbuskuläre Mykorrhizapilze

Der Begriff Mykorrhiza kommt von den lateinischen *myces* (Pilze) und *Rhiza* (Wurzel). Mykorrhizae sind eine wechselseitige benthische Verbindung zwischen Pilzen und Wurzeln höherer Pflanzen und Bodenpilzen (*Basidiomycetes*, *Ascomycetes* und *Zygomycetes*). Wirtspflanzen erhalten verschiedene Nährstoffe, Wasser, biologischen Schutz und anderes, während der Pilz Photosynthese als Kohlenstoffquelle erhält. Diese wechselseitige Assoziation ist eine Wechselwirkung zwischen Wirtspflanzen, Pilzen und Bodenfaktoren.

Mykorrhizae sind mit etwa 80-90 % der Pflanzenarten assoziiert, die von der Arktis bis zu den Tropen und von Wüsten bis zu Wäldern verbreitet sind (Brundrett, 1996).

Das Hauptmerkmal von Arbuskuläre Mykorrhizapilze sind arbuskuläre Vesikel, wobei die in Arbuskulären Mykorrhizapilzen gefundenen Vesikel wie Taschen an den Enden von Hyphen geformt sind. Vesikel enthalten viel Fett, das zur Speicherung von Nahrungsreserven dient und beim Abziehen von Pflanzenwurzeln freigesetzt werden kann. Diese getrennten Vesikel keimen und wachsen und infizieren neue Wurzeln. Arbuscle ist eine Verzweigung von Hyphen in die Wirtspflanzenzelle.

Jeder dieser arbuskulären Zweige ist von Plasmalemma kortikaler Zellen in der Wurzel umgeben, und durch diese Arbuskel findet der Austausch zwischen der Wirtspflanze und den arbuskulären Mykorrhizapilzen statt (Husin, 1994). Sporen werden an den Spitzen äußerer Hyphen gebildet, die je nach Pilzart einzeln oder in Gruppen gebildet werden. Sporen können Monate bis Jahre im Boden leben. Arbuskuläre Mykorrhizapilze benötigen jedoch zum Gedeihen eine Wirtspflanze.

Laut Husin (1994) können Mykorrhizae die Nährstoffaufnahme erhöhen, die Trockenheitsresistenz erhöhen, Wachstumsregulatoren produzieren, Ca, Mg und einige Mikroelemente absorbieren. Außerdem fungiert es mit Hilfe eines Mantels als physikalische Barriere für das Eindringen von Krankheitserregern und setzt auch Antibiotika frei, die Krankheitserreger abtöten können. Arbuskuläre Mykorrhizapilze-Inokulation kann die Pflanzenresistenz durch Unterdrückungsmechanismen, Hemmung der effektiven Propagulabildung und Hemmung der Pathogenkolonisation in Mykorrhiza-Pflanzenwurzeln beeinflussen

(Kobayashi und Branch, 1991).

1.4. Synthetischer chemischer Dünger

Synthetische chemische Düngemittel sind Düngemittel, die aus chemischen, physikalischen oder biologischen Verfahren hervorgehen und das Produkt einer Industrie- oder Düngemittelherstellungsanlage sind. Synthetisch-chemische Düngemittel werden in mehrere Gruppen eingeteilt, darunter Stickstoffdünger, Phosphordünger, Kaliumdünger, Calciumdünger, Magnesiumdünger und Schwefeldünger. Jede Gruppe hat mehrere Arten von Düngemitteln, basierend auf der Art der Quelle der chemischen Verbindungen und deren Gehalt.

Stickstoff, Phosphat und Kalium sind Nährstoffe, die hauptsächlich von Pflanzen aufgenommen werden, sodass ein Mangel die Wachstumsaktivität und Produktivität der Pflanzen verringert. Nährstoff N ist der Makronährstoff, der hauptsächlich von Pflanzen aufgenommen wird, dann K und P. Die Aufnahmemenge von N-, P- und K-Elementen in Pflanzen in 1 ha transportierter Pflanzen beträgt 160 kg N-Elemente, 75 kg K-Elemente, und 32,5 kg P (Rosita et al., 2005). Darüber hinaus wird erklärt, dass, wenn das N-Element aus Harnstoffdünger stammt, 350 kg/ha Harnstoff benötigt werden, um die von Pflanzen aufgenommenen N-Nährstoffe zu ersetzen, vorausgesetzt, die Effizienz der N-Absorption aus Harnstoff erreicht 100 %.

Stickstoff ist in allen Aminosäuren und in einigen anderen wichtigen Bindungen (Purine und Pyrimidine) vorhanden (Prawirinata et al., 1988). Von den im Protein enthaltenen 18 % N-Gehalt befinden sich 18 %, 70 % in den Blättern (Quelle), nämlich im Chloroplasten. Chloroplasten sind ein wichtiger Bestandteil der Photosynthese. Der Bedarf der Pflanzen an P-Elementen ist relativ geringer als an N- und K-Elementen, jedoch ist die Funktion von P-Elementen als

Energiequelle in jedem pflanzlichen Stoffwechselprozess sehr wichtig.

Der größte Teil des verabreichten P-Düngers steht den Pflanzen nicht zur Verfügung, da er vom Boden aufgenommen wird. Die Aufnahme von P durch Pflanzen kann durch die Bereitstellung von Gülle erhöht werden. Nährstoff K wird weitgehend von Pflanzen aufgenommen, die Knollen und Rhizome produzieren. Eine der Funktionen von Element K ist der Transport von Photosyntheseprodukten zu Lagerorten wie Samen, Früchten, Knollen.

1.4.1. NPK-Dünger

NPK-Dünger ist eine Art Mehrnährstoffdünger, dessen Hauptelementgehalt aus drei Elementen gleichzeitig besteht. Dieser Dünger liegt in Form von himmelblauem Granulat vor. Dieser Dünger ist hygroskopisch oder leicht wasserlöslich, sodass er leicht von Pflanzen aufgenommen wird und neutral ist (säuert den Boden nicht an). NPK-Dünger enthält mindestens 3 Makronährstoffe und 2 Mikronährstoffe. Die Nährstoffe sind N (Stickstoff), P (Phosphat), K₂O (Kalium) als Makronährstoffe und CaO (Calcium) und MgO (Magnesium) als Mikronährstoffe. Fehlt der Pflanze einer der Nährstoffe, ist es sicher, dass das Pflanzenwachstum behindert wird. Die Anwendung von NPK-Dünger ist in der Lage, den Pflanzenbedarf für alle drei Elemente gleichzeitig zu decken, nämlich N, P und K. NPK-Mehrnährstoffdünger ist leicht wasserlöslich und wird daher leicht von den Wurzeln aufgenommen. Die Anwendung von NPK-Dünger kann auch die Anzahl der Wurzeln im Boden erhöhen, das Blütenwachstum stimulieren und rechtzeitig ernten. Die NPK-Düngung kann auch die Pflanzen- und Fruchtqualität verbessern. Pflanzen wachsen frisch und Kartoffelblätter sind grün.

III. FORSCHUNGSMETHODIK

3.1. Ort und Zeit der Forschung

Die Forschung wurde im Versuchsgarten des Gemüseforschungsinstituts (KPBPS), Tongkoh Berastagi, durchgeführt, der von Mai 2015 bis September 2015 durchgeführt wurde.

3.2. Materialien und Werkzeuge

3.2.1. Materialien

Die verwendeten Materialien sind Mehrnährstoffdünger, Granola G4 Kartoffelsamen, Kohlabfälle, arbuskuläre Mykorrhizapilze, die eine Sammlung von Dr. Ir. Suswati MP.

3.2.2. Werkzeuge

Die verwendeten Werkzeuge sind Gembor, Hacken, Macheten, Seile, Messgeräte, Kameras, Schreibwaren, Lineale, Waagen und Plastiktüten..

3.3. Forschungsmethoden

Kohlabfall-Dosisbehandlung (A) wurde mit 5 Stufen durchgeführt, nämlich:

$A_0 = 0$ kg Kohl / Parzelle ; $A_1 = 0,25$ kg Kohl / Parzelle ; $A_2 = 0,50$ kg Kohl / Parzelle ; $A_3 = 0,75$ kg Kohl / Parzelle ; $A_4 = 1$ kg Kohl / Parzelle.

Die Behandlung der Menge an chemisch-synthetischem Dünger (B) wurde mit 5 Stufen durchgeführt, nämlich:

$B_0 = 0$ g/ Parzelle ; $B_1 = 0,25$ g/ Parzelle ; $B_2 = 0,50$ g/ Parzelle ; $B_3 = 0,75$ g/ Parzelle ; $B_4 = 1$ g/ Parzelle.

Somit können Behandlungskombinationen von $5 \times 5 = 25$ erhalten werden, nämlich:

A_0B_0	A_1B_0	A_2B_0	A_3B_0	A_4B_0
A_0B_1	A_1B_1	A_2B_1	A_3B_1	A_4B_1
A_0B_2	A_1B_2	A_2B_2	A_3B_2	A_4B_2
A_0B_3	A_1B_3	A_2B_3	A_3B_3	A_4B_3
A_0B_4	A_1B_4	A_2B_4	A_3B_4	A_4B_4

$$(tc-1)(r-1) \geq 15$$

$$(25-1)(r-1) \geq 15$$

$$24(r-1) \geq 15$$

$$24r - 24 \geq 15$$

$$24r \geq 15 + 24$$

$$r = 39/24$$

$$r = 1,625$$

$$r = 2$$

Anzahl der Probepflanzen pro Parzelle = 2

Anzahl der ganzen Probepflanzen pro Parzelle = 100

Parzellebreite = 180 cm

Parzellelänge = 120 cm

Abstand zwischen Pflanzen = 30 cm x 50 cm

Der Pflanzlochsabstand vom Ende der Parzelle = 15 cm

Abstand zwischen Parzellen zu Parzellen = 50 cm

3.4. Analyse Methode

Die verwendete Datenanalysemethode ist die Varianzanalyse für Factorial Randomized Block Design Das additive lineare Modell für randomisiertes Design aus faktoriell randomisiertem Blockdesign hat die folgende Formel:

$$Y_{ijk} = \mu_0 + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}, \text{ wo :}$$

Y_{ijk} = Die Ergebnisse der Beobachtungen aus der experimentellen Parzelle, die eine behandlung erhalten hat, auf der Faktor I Niveau-j, und Faktor II Niveau-k und in den i-ten Test gestellt.

μ_0 = Auswirkung des allgemeinen Mittels/Durchschnitts

ρ_i = Wirkung der Gruppe i

α_j = Wirkung der Stufen I bis j

β_k = Wirkung der faktor II Niveau-k

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Die Wirkung der Behandlungskombination zwischen Faktor I Niveau-j, und Faktor II Niveau-k

E_{ijk} = Auswirkung von Fehlern resultierend aus Faktor I Niveau-j, und Faktor II Niveau-k die in Gruppe-i eingeordnet wird

Wenn das Ergebnis der Varianzanalyse der Behandlung einen signifikanten Effekt zeigt, dann wird der Test mit einem anderen Test für die durchschnittliche Behandlung mit dem Duncan-Distanztest fortgesetzt. (Gomez dan Gomez 2005).

3.5. Forschungsdurchführung

3.5.1 Verarbeitung von Pflanzsubstraten

Die Verarbeitung von Pflanzsubstraten beginnt mit der Säuberung des Bodens von Unkraut und den Resten der vorherigen Ernte.

3.5.1.1 Pflanzparzellen

Herstellung von Kartoffelparzellen mit Länge 180 cm x Breite 120 cm mit Abstand von 50 cm zwischen den Parzellen und Parzellenhöhe von 50 cm.

3.5.1.2 Pflanzloch anlegen

Pflanzlöcher werden mit einem Pflanzabstand von 30 cm x 50 cm gesetzt.

3.5.2 Saatvorbereitung

Die verwendeten Kartoffelsamen waren die Sorte Granola mit einem Knollengewicht von 10 g pro Samen und einem Durchmesser von 5 cm. Kartoffelsamen werden produziert und bestrebt, frei von Schädlingen und Krankheiten von Kartoffelpflanzen zu sein.

3.5.2.1 Pflanzsamen

Das Pflanzen der Samen erfolgt nach der Vorbereitung des Bodens. Die folgenden Schritte zum Pflanzen von Kartoffeln sind wie folgt: Das Pflanzloch wird mit einer Tiefe von etwa der Größe eines Sämlings oder ungefähr 7,5-10 cm vorbereitet. Das Pflanzloch ist nicht zu tief, da dies das Produktionsgewicht reduzieren kann.

Als Samenquelle werden Kartoffelsamen verwendet, die Triebe (2-3 cm) hervorgebracht haben. Sämlinge werden mit der Triebposition nach oben gepflanzt, dann werden die Samen bis zur Grenze der Augenknospen (über der Oberfläche wachsende Triebe) mit Erde gefüllt.

3.5.3 Anwendung von Kohlabfällen

Das Aufbringen von Kohlabfällen wird wie folgt durchgeführt: (1) Kohlabfälle auf eine Größe von 2 cm schneiden; (2) Schneiden des Kohls und Wiegen gemäß der Behandlung; (3) Kohlabfälle werden auf der Parzelle verteilt und dann mit 3 cm dicker Erde bedeckt; Als nächstes (4) wurde die Parzellenoberfläche 14 Tage lang mit einer schwarzen Mulchplastikfolie bedeckt.

3.5.3.1 Anwendung von Kunstdünger

Die Ausbringung von synthetischen Düngemitteln wird wie folgt durchgeführt (1) in einer Reihe, nämlich durch Anlegen eines kleinen Grabens neben der Pflanzenreihe mit einer Tiefe von 6-10 cm. Düngerablage im Array, danach muss es wieder geschlossen werden. Diese Methode kann auf einer oder auf beiden Seiten der Pflanzenreihe durchgeführt werden. Pflanzen mit schnellem Wachstum wird die Array-Methode empfohlen. (2) gleichmäßig über die Bodenoberfläche verteilen, diese Methode wird vor dem Pflanzen durchgeführt.

Nach dem Ausbringen des Düngers geht es weiter mit der Bodenbearbeitung, diese Methode bewirkt eine gleichmäßige Verteilung der Nährstoffe und damit eine ausgewogene Wurzelentwicklung. (3) Pop-up, das heißt durch Einbringen von Dünger in das Pflanzloch zum Zeitpunkt des Pflanzens von Samen oder Setzlingen. (4) Penugalan, nämlich Dünger in das Seitenloch der Pflanze bis zu 10-15 cm tief einbringen, dann nach dem Einbringen des Düngers das Loch wieder mit Erde abdecken, um Verdunstung zu vermeiden.

3.5.4. Wartung

3.5.4.1. horten

Nachdem die Kartoffelpflanze 3-4 Wochen alt ist, muss das Füllen durchgeführt werden, nämlich das Anheben des Bodens. Das Horten wird Pflanzen Vorteile bringen, darunter: Es wird die Bildung neuer Wurzeln stimulieren, so dass mehr Kartoffelknollen produziert werden können. Es unterstützt die Knollenbildung und stärkt das Aufrichten der Stängel, allerdings sollte die Überfüllung nicht zu hoch sein, da sie die Atmung der Kartoffelpflanze im Boden beeinträchtigen kann..

3.6. Beobachtete Parameter

3.6.1. Pflanzhöhe (cm)

Beobachtungen der Pflanzhöhe wurden 3 Wochen nach dem Pflanzen durchgeführt, bis die Pflanzen 9 Wochen alt waren, mit einem Intervall von einmal pro Woche. Dazu wird die Länge der Pflanze vom Wurzelhals bis zum Wachstumspunkt, die Anzahl der Pflanzenzweige ab einem Alter von 8-10 Wochen gemessen und die Anzahl der Zweige an der Pflanze gezählt.

3.6.2. Anzahl der Blätter (Blatt)

Die Anzahl der Blätter wurde nach dem Erscheinen des ersten Blattes

gezählt, bis die Pflanze 12 Wochen alt war, mit einem Intervall von 1 Woche.

3.6.3. Stangendurchmesser (cm)

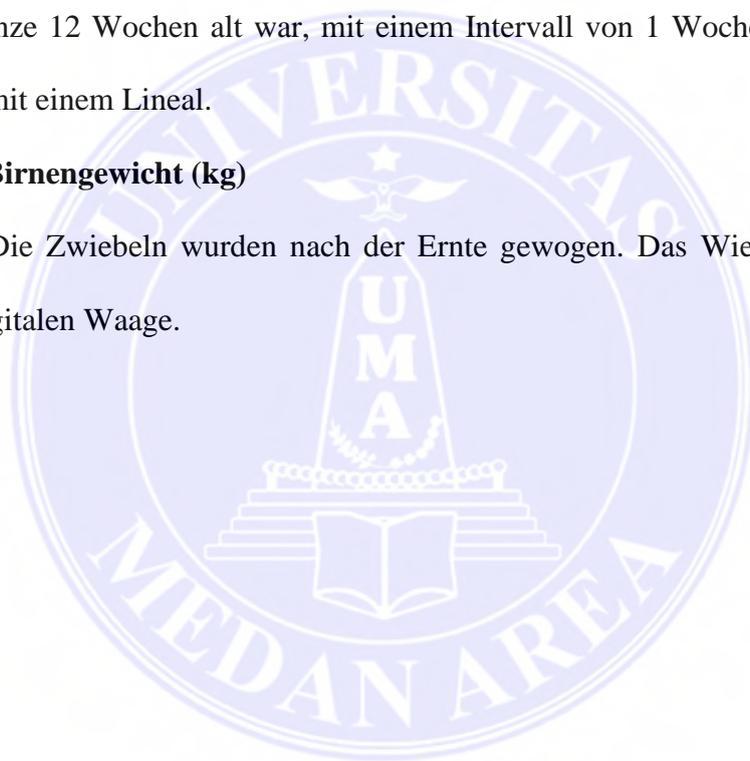
Der Stammdurchmesser wurde gemessen, nachdem die Pflanze 12 Wochen nach dem Pflanzen mit einem Intervall von 1 Woche war. Der Durchmesser der Stange wird am Stiel gemessen und mit einem Messschieber gemessen.

3.6.4. Blattbreite (cm)

Die Blattbreite wurde nach dem Erscheinen des ersten Blattes gemessen, bis die Pflanze 12 Wochen alt war, mit einem Intervall von 1 Woche. Die Messung erfolgt mit einem Lineal.

3.6.5. Birnengewicht (kg)

Die Zwiebeln wurden nach der Ernte gewogen. Das Wiegen erfolgt mit einer digitalen Waage.



V. FAZIT UND ANREGUNG

5.1. Fazit

1. Die Anwendung von Kohlabfällen und chemisch-synthetischen Düngemitteln hatte bis zum Alter von 4 Wochen nach dem Pflanzen keine signifikante Wirkung auf das Kartoffelpflanzenwachstum
2. Die Anwendung von Kohlabfällen und synthetischen chemischen Düngemitteln beeinflusste das Wachstum von Kartoffelpflanzen im Alter von 6 Wochen nach dem Pflanzen signifikant.
3. Die Wechselwirkung zwischen Kohlabfällen und synthetischen chemischen Düngemitteln war in der Lage, das Wachstum (Anzahl der Blätter) von Mykorrhiza-Kartoffelpflanzen (*Solanum tuberosum* L) zu erhöhen, konnte jedoch die Pflanzenhöhe, Blattbreite und Kartoffelknollenproduktion nicht erhöhen.

5.2. Anregung

1. Es wird empfohlen, weitere Untersuchungen durchzuführen, um Daten an Kartoffelpflanzen bezüglich der Auswirkungen der Anwendung von Kohlabfällen und AMF zu erhalten, es sind weitere Untersuchungen zur Verwendung von Kohlabfällen und höheren Kohlmengen erforderlich.