

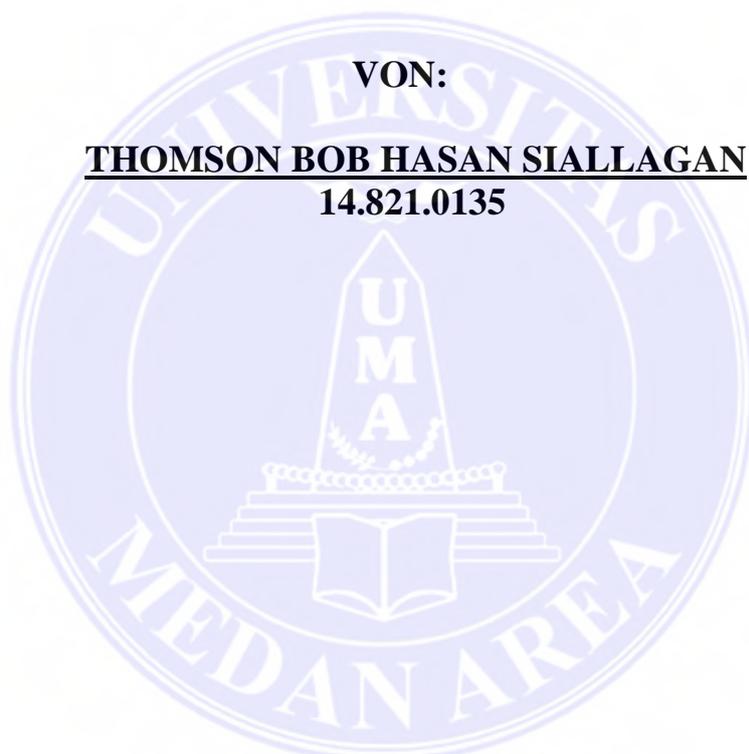
**DIE VERBESSERUNG DES WACHSTUMS UND DER
PRODUKTION VON KARTOFFELN MIT DER SORTE
MÜSLI (*Solanum tuberosum* L.) MIT DER ANWENDUNG
VON PAKLOBUTRAZOL DAN FLÜSSIGEM
ORGANISCHEM DÜNGER (POC)-KOHLABFÄLLEN
(*Brassicca Oleracea*).**

ARBEITABSCHLUSS

VON:

THOMSON BOB HASAN SIALLAGAN

14.821.0135



**AGROTECHNOLOGIE STUDIENPROGRAMM
LANDWIRTSCHAFT FAKULTÄT
MEDAN AREA UNIVERSITÄT
MEDAN
2019**



ABSTRAKT

Thomson Bob Hasan Siallagan. 14 821 0135. Die Verbesserung des Wachstums und der Produktion von Kartoffeln mit der Sorte Müsli (*Solanum tuberosum* L.) mit der Anwendung von Paklobutrazol dan Flüssigem Organischem Dünger (POC)-Kohlabfällen (*Brassicca Oleracea*). Abschlussarbeit. Diese Forschung steht unter der Leitung von Herrn Dr. Ir. Syahbudin Hasibuan, M.Si., als Leiter des Betreuers und Herrn Ir. H. Abdul Rahman, MS als Mitglied des Betreuers.

Diese Forschung befindet sich im Berastagi Village/Vegetable Plant Research Center (BALITSA), Tanah Karo Regency, mit einer Höhe von 1340 m über dem Meeresspiegel, flacher Topographie mit Andisol-Bodentyp durchgeführt. Die Forschung wurde von Oktober 2018 bis Januar 2019 durchgeführt.

Diese Forschung wurde mit einem faktoriell randomisierten Blockdesign konzipiert, das aus 2 Behandlungsfaktoren besteht : 1) Der Faktor der Anwendung von Paklobutrazol (notation P), der aus 3 Behandlungsfaktoren besteht : P_0 : Kontrolle (ohne Anwendung von Paclobutrazol); P_1 = Die Anwendung von Paclobutrazol in einer Dosis von 1,25 ml/l Wasser; P_2 = Die Anwendung von Paclobutrazol in einer Dosis von 2,50 ml/l Wasser, und 2) Die Anwendung von POC-Kohlabfällen (notation K), die aus 3 Behandlungsfaktoren besteht : K_0 = Kontrolle (ohne Anwendung von POC-Kohlabfällen); K_1 = Die Anwendung von POC-Kohlabfällen in einer Dosis 25%; K_2 = Die Anwendung von POC-Kohlabfällen in einer Dosis 50%, Jede Behandlung wurde 3 (drei) Mal wiederholt. Die Parameter, die in dieser Forschung beobachteten waren Pflanzenhöhe, Anzahl der Blätter, Blattfarbe, Stängendurchmesser, Anzahl Zwiebeln und Produktion pro Parzelle.

Die Ergebnisse dieser Forschung, nämlich:: 1) Die Anwendung von Paklobutrazol hatte eine sehr signifikante Wirkung auf die Pflanzenhöhe, die Anzahl der Blätter, die Anzahl Zwiebeln und das Produktionsgewicht, hatte jedoch keine signifikante Wirkung auf den Stängendurchmesser und Blattfarb, 2) Die Anwendung von POC-Kohlabfällen hate eine sehr signifikante Wirkung auf die Pflanzenhöhe, die Anzahl der Blätter, die Anzahl Zwiebeln und das Produktionsgewicht, eine signifikante Wirkung auf den Stängendurchmesser, hatte jedoch keine signifikanten Wirkung auf die Blattfarbe, 3) Das Zusammenspiel der Anwendung von Paklobutrazol und POC-Kohlabfällen hatte eine sehr signifikante Wirkung auf die Anzahl Zwiebeln und das Produktionsgewicht, hatte jedoch keine signifikante Wirkung auf die Pflanzenhöhe, die Anzahl der Blätter, die Blattfarbe und den Stängendurchmesser.

Schlüsselwörter : Paklobutrazol, POC-Kohlabfällen, Kartoffeln

I. EINLEITUNG

1.1. Hintergrund

Die Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.) ist eine der alternativen Handelswaren des Regierungsprogramms zur Unterstützung der Ernährungssicherheit. Der Nährstoffgehalt von Kartoffelknollen hat Vorteile im Vergleich zu anderen kohlenhydratproduzierenden Rohstoffen wie Reis. Kartoffeln enthalten weniger Kohlenhydrate und Fette, während der Sättigungsindex, Zuckergehalt (glykämischer Index), Vitamin B1-Zusammensetzung, Vitamin C, Faser- und Mineralstoffgehalt von Kartoffeln höher sind als bei Reis. In 100 g Kartoffeln enthalten 83 kcal, 19 g Kohlenhydrate, 2 g Eiweiß, 0,1 g Fett, 2,2 g Ballaststoffe, 78 g Wasser, 0,11 mg Vitamin B1, 17 mg Vitamin C, 11 mg Calcium, 56 mg Fluor, 0,7 mg Eisen, 62 Zuckergehalt und 328 Sättigungsindex. Der Kartoffelverbrauch pro Kopf in Indonesien steigt weiterhin von 0,98 kg/Kopf/Jahr im Jahr 1980 auf 1,37 kg/Kopf/Jahr im Jahr 1999 (Funglieetal, 2003).

Die Kartoffelproduktion in Indonesien ist in den letzten 20 Jahren um 50 % von 702,58 Tonnen im Jahr 1992 auf 1.094.232 Tonnen im Jahr 2012 gestiegen, und ihre Produktivität ist um 22 % von 14,38 Tonnen/ha auf 16,58 Tonnen/ha gestiegen. (Generaldirektion Gartenbau, 2013). Von 2014 bis 2016 ging die Kartoffelproduktion jedoch um 1.347.815 Tonnen im Jahr 2014, um 1.219.269 Tonnen im Jahr 2015 und im Jahr 2016 auf 1.213.038 Tonnen zurück. (Zentralamt für Statistik, 2017).

Dieser Anstieg des Kartoffelverbrauchs führte zu einem Rückgang des Reisverbrauchs, der von 2009 bis 2011 1,4 % erreichte. Dies war auch eine Folge

des Bevölkerungswachstums, der Veränderungen im Konsumverhalten der Menschen und der Entwicklung der Lebensmittelindustrie, die Kartoffeln verarbeitet in Kartoffelchips (Kartoffelchips), Pommes Frites und Kartoffelstärke.

Leider steht dem Anstieg des Verbrauchs keine angemessene Steigerung der Produktion gegenüber. Der Bedarf an Kartoffeln in Indonesien ist im Einklang mit der Entwicklung des Nahrungsmitteldiversifizierungsprogramms der Regierung seit 2002 gestiegen, indem Kartoffeln als alternative Nahrungsquelle verwendet wurden. Im Jahr 2013 erreichte die nationale Kartoffelproduktion 1.124.282 Tonnen und stieg im Jahr 2014 auf 1.347.815 Tonnen, ging aber im Jahr 2015 auf 1.219.270 Tonnen zurück. (BPS Generaldirektion Gartenbau, 2016).

Kartoffeln sind ein wichtiger pflanzlicher Rohstoff und spielen eine wichtige Rolle bei der Unterstützung der Volkswirtschaft, insbesondere bei der Steigerung des Einkommens und des Wohlstands der Menschen. In Indonesien erfolgt die Kartoffelentwicklung hauptsächlich im Hochland (> 1000 m über dem Meeresspiegel). Die Kartoffelentwicklung im Hochland steht vor vielen Herausforderungen, darunter der Wettbewerb mit anderen Gartenbauprodukten und die Umwandlung von Land für andere Zwecke. Dies führte dazu, dass die Anbaufläche für Kartoffeln im Hochland von Jahr zu Jahr weiter schrumpfte.

Das Hindernis für indonesische Kartoffelbauern ist die Schwierigkeit, qualitativ hochwertige Knollen zu erhalten, da das heute verwendete lokale Saatgut in der Regel degeneriert und mit verschiedenen Krankheiten, hauptsächlich verursacht durch Viren, infiziert ist. Dies verursacht eine geringe Produktivität der Kartoffeln, so dass die von den Landwirten erzielte Ertragsmenge gering ist. Um dieses Problem zu überwinden, ist es notwendig, eine Kartoffelaussaat durchzuführen, die Samen produziert, die frei von Viren und

Krankheiten und von hoher Qualität sind. (Mariani, 2011). Die Daten zeigen, dass die geerntete Kartoffelanbaufläche in den Jahren 2014 (76.291 ha) und 2015 (65.709 ha) um 10.582 ha zurückgegangen ist. (Generaldirektion Gartenbau, 2015).

Um die Produktion zu steigern, kann die Suche nach anderen Kartoffelentwicklungsgebieten wie Mittelebenen (400-800 m über dem Meeresspiegel) als Lösung für das Problem der Landschrumpfung im Hochland verwendet werden. Die Kartoffelentwicklung in den mittleren Ebenen steht noch immer vor Hindernissen wie dem Mangel an geeigneten Kartoffelpflanzensorten und der mangelnden Anpassung der Kartoffeln an Veränderungen in der Anbauumgebung. Bemühungen zur Bewältigung der Herausforderungen der Kartoffelentwicklung in den mittleren Ebenen können unter anderem durch die Wiederherstellung von Kartoffelsorten erfolgen, die gegenüber Umweltveränderungen in den mittleren Ebenen tolerant sind, und durch die Veränderung der Wachstums Umgebung für Kartoffelpflanzen. Granola- und Supejohn-Kartoffelsorten sind die am weitesten entwickelten Sorten in Nord-Sulawesi. (Sambeka, 2012). Wenn die Sorten Supejohn und Granola im Hochland entwickelt werden, werden sie morphologisch Blüten produzieren (Oping, 2012) und die Sorten Granola werden keine Blüten produzieren. (Handayani et al., 2011).

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 Nachteile, darunter geringe Produktion, nicht resistent gegen Welken, nicht

resistent gegen Blattfäule und nicht resistent gegen Wurzelnematoden. (Kusmana, 2003 in Prahardini und Pratomo, 2011). Laut BPS Karo (2011) betrug die durchschnittliche Kartoffelerntefläche 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 2006 und 2009 um 19,13 % abzunehmen und im Jahr 2010 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. (Abteilung der Regentschaft Koperindag Karo, 2011). Daher ist es notwendig, die Kartoffelproduktion zu steigern, um den Bedarf im In- und Ausland zu decken.

Das Ministerium von Landwirtschaft 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 Produktion von Müsli-Kartoffelsorten ist noch gering, man vermutet, dass dies daran liegt, dass die Pflanzengröße relativ hoch ist, so

dass die von den Blättern produzierte Photosynthese weit von den Knollen entfernt ist. Dadurch wird die benötigte Energie immer größer. Basierend auf dieser Theorie müssen die Pflanzen zur Steigerung der Produktivität von Kartoffelpflanzen durch Verwendung von Wachstumshemmern (ZPT) Paclobutrazol gekürzt werden.

Paclobutrazol ist ein Wachstumshemmer, der das Wachstum hemmen und Wachstumsstörungen verursachen sowie den Chlorophyllgehalt der Blätter erhöhen kann. Damit die photosynthetische Aktivität gut laufen kann und die Produktion gesteigert und die Gibberellinsynthese gehemmt werden kann (Salisbury und Ross, 1992 in Sambeka, 2012).

Beim Wachstum und der Produktion von Kartoffelpflanzen muss der Boden einen hohen Nährstoff- und Proteingehalt aufweisen, um die Wachstumsrate und Produktion von Kartoffelpflanzen zu unterstützen. Daher hat der Nährwert von Rohkohl einen Proteingehalt von 1,28 mg pro 100 Gramm oder entspricht 0,00128 %. Laut Indriyani (2007) wurde EM4 (Effektiver Mikroorganismus 4) zuerst von Prof. Teruo Higa von der japanischen Ryukyus-Universität. Diese EM4-Lösung enthält eine große Anzahl fermentierender Mikroorganismen, etwa 80 Gattungen, und diese Mikroorganismen wurden aufgrund ihrer Fähigkeit ausgewählt, bei der Fermentation organischer Stoffe effektiv zu arbeiten. Von den vielen Mikroorganismen gibt es fünf Hauptgruppen, nämlich photosynthetische Bakterien, *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces* sp, Actinomyceten und fermentierte Pilze. Neben der Funktion im Prozess der Fermentation und Zersetzung organischer Stoffe hat EM4 auch Vorteile, darunter:

Verbesserung der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens; liefern Nährstoffe, die von Pflanzen benötigt werden; gesunde Pflanzen, Steigerung der Pflanzenproduktion und Aufrechterhaltung der Produktionsstabilität; und Hinzufügen von Bodennährstoffen, indem sie auf den Boden, die Pflanzen gestreut oder auf Pflanzenblätter gesprüht werden.

1.2. Formulierung des Problems

Diese Forschung untersucht Bemühungen zur Erzielung maximaler Produktionserträge bei Kartoffelsorten von Müsli mit der Anwendung von Paclobutrazol und POC-Kohlabfällen, die darauf abzielen, das Wachstum zu hemmen und Wachstumsstörungen zu verursachen sowie die Zellteilung und -elongation zu verlangsamen, und normalerweise verwendet werden Kontrolle der Höhe von Pflanzen durch Hemmung der Synthese von Gibberelline und zur Produktion größerer Knollen.

1.3. Ziel der Forschung

Bestimmung der Wirkung der Anwendung von Paklobutrazol und POC-Kohlabfällen auf Wachstum und Produktion von Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.) mit der Sorte Müsli,

1.4. Hypothese der Forschung

1. Die Anwendung von Paklobutrazol mit verschiedenen Dosierungen hat eine signifikante Wirkung zur Steigerung der Produktion von Kartoffeln mit der Sorte Müsli.
2. Die Anwendung von POC-Kohlabfällen hat eine signifikante Wirkung zur Steigerung des Wachstums und der Produktion von Kartoffeln mit der Sorte

Müsli.

3. Das Zusammenspiel der Anwendung von POC-Kohlabfällen hat eine signifikante Wirkung zur Steigerung des Wachstums und der Produktion von Kartoffeln mit der Sorte Müsli.

1.5. Vorteile der Forschung

1. Als eine der Voraussetzungen für die Erlangung eines Bachelor-Abschlusses im Agrotechnology Studienprogramm, Fakultät von Landwirtschaft Medan Area Universität
2. Als Material für Informationsberichte für an Kartoffelanbauaspekten Interessierte.



II. LITERATURISCHE REZENSION

2.1. Klassifizierung von Kartoffelpflanzen

Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum* L.) ist in der folgenden Klassifikation enthalten:

Kingdom : Plantae

Aufteilung : Spermatophyta

Klasse : Dicotyledonae

Unterteilung : Asteridae

Befehl : Solanales

Familie : Solanaceae (Trompetenblume)

Gattung : Solanum (Die Kronenblätter sind aneinander befestigt)

Spezies : *Solanum tuberosum* L. (Setiadi, 2009)



Abbildung 1. Kartoffelpflanzen

Sumber : <https://rismacute.wordpress.com/2017/01/10/mengenal-kentang-solanum-tuberosum-1/>

2.2. Morfologi Tanaman Kentang

Kartoffeln haben kriechende Eigenschaften, die Stiele sind rechteckig, können 50-120 cm lang werden und sind nicht holzig. Stängel und Blätter sind

rotgrün oder violett. Die Blüten sind weißlich gelb oder violett. Die Wurzeln der Pflanze spreizen sich und sind sehr klein und sogar sehr glatt (Setiadi, 2009).

Kartoffelblätter sind zusammengesetzte Blätter, die aus dem Hauptstiel (Rachis), Primärblättchen (Ohrmuscheln) und Sekundärblättchen (Foliolen) bestehen, die auf dem Hauptstiel zwischen den Primärblättchen wachsen. Der Teil der Rachis unter dem unteren Primärblattpaar wird Blattstiel genannt (Setiadi, 2009).

Die Blüten von Kartoffelpflanzen sind weißlich oder violett, wachsen in den Achseln der obersten Blätter und sind zweigeschlechtlich (Zwitter). Die Staubblätter sind gelblich gefärbt und umgeben den Stempelstiel. Dieser Stempel kocht normalerweise schneller (Setiadi, 2009).

Die Wurzeln der Kartoffelpflanze wachsen kriechend und sind sehr klein und sogar sehr glatt. Diese Wurzeln haben eine weißliche Farbe. Seine Durchschlagskraft kann 45 cm erreichen. Normalerweise werden diese Wurzeln jedoch in einer Tiefe von 20 cm gesammelt. Kartoffelknollen stammen von Seitenwurzeln, die in den Boden gehen und ein Ort sind, an dem Kohlenhydrate gespeichert werden, damit sie anschwellen und gegessen werden können. Zwiebeln können austreiben und bilden später neue Zweige (Setiadi, 2009).

Zwiebeln werden aus Seitenzweigen zwischen den Wurzeln gebildet. Der Prozess der Knollenbildung ist gekennzeichnet durch das Aufhören des Längswachstums des Rhizoms oder Stolons, gefolgt von einer Vergrößerung, so dass das Rhizom anschwillt. Zwiebeln haben die Funktion, Lebensmittelzutaten wie Kohlenhydrate, Proteine, Fette, Vitamine, Mineralien und Wasser zu speichern (Samadi, 2006).

2.3. Bedingungen für den Anbau von Kartoffelpflanzen

2.3.1. Boden

Physikalisch gesehen ist guter Boden für den Kartoffelanbau krümelig, locker, enthält viel organisches Material, ist gut entwässert und hat eine tiefe Bodenbearbeitungsschicht (Suryana, 2013). Die beste Bodenart ist Andosol mit leicht dicken Bodeneigenschaften zwischen 1-2 m, schwarz oder grau bis dunkelbraun, strukturiertem Staub oder lehmig bis lehmig. Der Andosol-Bodentyp hat einen mäßigen bis hohen Nährstoffgehalt, eine mäßige bis hohe Produktivität und eine saure bis neutrale Bodenreaktion. Gebiete mit hohen Niederschlagsmengen sollten ausreichend bewässert und die Bodenbedingungen häufig kontrolliert werden, da anhaltend starke Winde einen direkten oder indirekten Einfluss auf das Pflanzenwachstum und die Übertragung von Pflanzenkrankheitssamen und auf andere Pflanzgebiete haben (Setiadi, 2009).

Das Wachstum der Knollen wird stark behindert, wenn die Bodentemperatur weniger als 10 °C und mehr als 30 °C beträgt. Kartoffelpflanzen brauchen fruchtbaren, lockeren Boden, viel organische Substanz, tiefen Boden, Belüftung und gute Drainage mit einem pH-Wert des Bodens zwischen 5 und 7, je nach verwendeter Sorte angebaut (Samadi, 2007)..

2.3.2. Klima

Geeignete Gebiete für den Kartoffelanbau sind Hochländer oder Berggebiete mit einer Höhe von 1000 – 3000 m über dem Meeresspiegel. Die idealen Klimabedingungen für Kartoffelpflanzen sind niedrige Temperaturen (kalt) mit einer durchschnittlichen Tagestemperatur zwischen 15 - 20o C. Die geeignete Luftfeuchtigkeit für Kartoffelpflanzen liegt zwischen 80 - 90%, bekommt genug Sonnenlicht (mäßig) und Niederschlag zwischen 200 -300 mm

pro Monat (Suryana, 2013).

2.3.3. Höhe des Platz

Angesichts der hohen Temperaturen in den unteren Ebenen wird der Anbau von Kartoffeln in den mittleren Ländern mit Problemen im Zusammenhang mit hohen Temperaturen konfrontiert sein. Dies liegt daran, dass Kartoffelpflanzen sehr empfindlich auf hohen Temperaturstress reagieren. Bei hohen Temperaturen kann es zu einer erhöhten Produktion von Gibberellinsäure (GA3) kommen, die die Knollenbildung hemmt, und zu einer Erhöhung der Atemfrequenz, die das Knollenwachstum hemmt. Infolgedessen werden nur wenige (Azhari, 2008) und kleine Knollen gebildet (Popi, 2008).

2.4. Paklobutrazol (C₁₅H₂OCN₃O)

Paklobutrazol ist ein Wachstumshemmer, der das Wachstum hemmen und Wachstumsstörungen verursachen und den Chlorophyllgehalt der Blätter erhöhen kann, sodass die photosynthetische Aktivität gut ablaufen und die Produktion steigern und die Gibberellinsynthese hemmen kann (Salisbury und Ross, 2002). Paclobutrazol oder beta-[(Chlorphenyl)methyl-alpha-(1,1-dimethyl)-H-1,2,4-triazol-1-ethanol]) ist einer der Wachstumshemmer, der das Wachstum der Vegetation hemmt Pflanzenteile schrumpfen und stimuliert das Blütenwachstum, kann die grüne Farbe (Chlorophyllgehalt) der Blätter erhöhen und die Blüte beeinträchtigen, die Zellteilung und die Vergrößerung subapikaler Zellen hemmen, ohne ein abnormales Wachstum zu verursachen (Sambeka, et al., 2012).

Paklobutrazol ist einer der Wachstumsregulatoren, der weit verbreitet ist, um Pflanzenwachstum und -entwicklung zu unterstützen. Paklobutrazol ist ein Wachstumshemmer, der auf das Meristem wirkt, indem es die Biosynthese von Gibberelline hemmt, was zu einer Hemmung der Zellstreckung führt (Berova,

et.al., 2002).

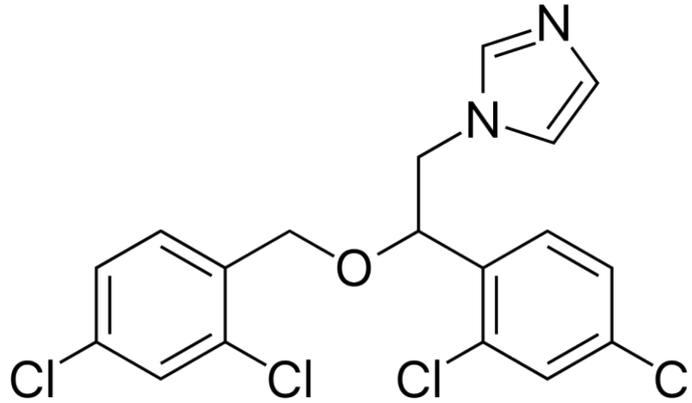


Abbildung 1. Formel zum Aufbau von Paclobutrazol

2.5. Kohl

Kohl (*Brassica olerace var. capitata*) ist eine Gemüseart, die im Hochland weit verbreitet ist. Es gibt verschiedene Kohlsorten, darunter Weißkohl und Grünkohl.

Bislang wird Kohl nur als Gemüse in kleinen Mengen verkauft (Wikipedia, 2011). Die Verwendung von Kohl als Gemüse erzeugt Abfall, der nie verwendet wird. Kohlabfälle sind oft auf dem Markt zu finden. Oft werfen die Produzenten die äußere Kohlschicht weg, weil sie nicht zum Verzehr geeignet ist, weil sie verschmutzt ist und den Verkaufspreis senken kann. Kohlabfälle können als Grundstoff für Dünger und Gründünger verwendet werden, da sie sich leicht zersetzen.

Tabel 1. Nährwert von Rohkohl (Nährwert pro 100 g)

Ernährungszusammensetzung	Nährwert
Energie	103 kJ (25 kcal)
Kohlenhydrat	5,8 g
Zucker	3,2 g
Faserdiät	2,5 g
Fett	0,1 g
Protein	1,28 mg
Thiamin (Vitamin B1)	0,061 mg
Riboflavin (Vitamin B2)	0,040 mg
Niacin (Vitamin B3)	0,234 mg
Pantothensäure (Vitamin B5)	0,212 mg
Vitamin B6	0,124 mg
Folsäure (Vitamin B9)	53 mg
Vitamin C	36,6 mg
Kalzium	40 mg
Eisen	0,47 mg
Magnesium	12 mg
Phosphor	26 mg
Kalium	170 mg
Zink	0,18 mg

III. MATERIALIEN UND METHODE DER FORSCHUNG

3.1. Ort und Zeit der Forschung

Diese Forschung wurde im Berastagi Village/Vegetable Plant Research Center (BALITSA), Tanah Karo Regency, mit einer Höhe von 1340 m über dem Meeresspiegel, flacher Topographie mit Andisol-Bodentyp durchgeführt. Die Forschung wurde von Oktober 2018 bis Januar 2019 durchgeführt.

3.2. Materialien und Werkzeuge

Die Materialien, die in dieser Forschung verwendet werden, sind Kartoffelsamen mit der Sorte Müsli, Kohlabfälle, EM4.

Die Werkzeuge, die in dieser Forschung verwendet werden, sind Hacke, Handsprüher, Gembor, Meter und Eimer, Waage, Messbecher.

3.3. Methode der Forschung

Diese Forschung wurde mit einem faktoriell randomisierten Blockdesign konzipiert, das aus 2 Behandlungsfaktoren besteht :

1. Der Faktor der Anwendung von Paclobutrazol (notation P), der aus 3 Behandlungsfaktoren besteht :

P_0 : Kontrolle (ohne Anwendung von Paclobutrazol)

P_1 : Die Anwendung von Paclobutrazol in einer Dosis von 1,25 ml/l Wasser

P_2 : Die Anwendung von Paclobutrazol in einer Dosis von 2,50 ml/l Wasser

2. Die Anwendung von POC-Kohlabfällen (notation K), die aus 3 Behandlungsfaktoren besteht :

K_0 : Kontrolle (ohne Anwendung von POC-Kohlabfällen)

K_1 : Die Anwendung von POC-Kohlabfällen in einer Dosis 25 ml/l Wasser

K_2 : Die Anwendung von POC-Kohlabfällen in einer Dosis 50 ml/l Wasser

Somit beträgt die Anzahl der Behandlungskombinationen 9

Behandlungskombinationen, nämlich:

P_0K_0	P_1K_0	P_2K_0
P_0K_1	P_1K_1	P_2K_1
P_0K_2	P_1K_2	P_2K_2

Forschungseinheit :

Anzahl der Wiederholungen : 3 Wiederholungen

Abstand zwischen der Wiederholung : 100 cm

Anzahl der Parzelle : 27 Parzelle

Größe der Parzelle : 100 x 200 cm

Abstand zwischen den Parzellen : 50 cm

Abstand der Pflanze : 30 x 30 cm

Anzahl Pflanzen pro Parzelle : 8 Pflanzen

Gesamtzahl der Pflanzen : 216 Pflanzen

Anzahl der Probepflanzen pro Parzelle: 6 Pflanzen

Gesamtzahl der Probepflanzen : 162 Pflanzen

3.4. Analysemethode

Die Analysemethode, die im faktoriell randomisierten Blockdesign verwendete ist :

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta) + \epsilon_{ijk};$$

Y_{ijk} : Die Beobachtungsergebnisse von Faktor P auf die j-Stufe und Faktor K auf die k-Stufe auf i-Stufe Wiederholung

μ : Mittelwerteffekt

ρ_i : Wirkung der Wiederholung auf der i-Stufe

α_j : Wirkung P-Faktor-Behandlung auf die j-Stufe

- β_k : Wirkung K-Faktor-Behandlung auf die k-Stufe
- $(\alpha\beta)_{jk}$: Wirkung der Kombination zwischen dem P-Faktor auf die j-Stufe und dem K-Faktor auf die k-Stufe
- ϵ_{ijk} : Wirkung von Fehlern von P-Faktor-Behandlung auf die j-Stufe und K-Faktor-Behandlung auf die k-Stufe auf i-Stufe Wiederholung

Wenn die Ergebnisse der Analyse signifikant unterschiedlich zeigen, wird Duncans weiterer Test durchgeführt.

3.5. Forschungsdurchführung

3.5.1. Landvorbereitung

Der beste Ort zum Anpflanzen von Kartoffeln ist Ex-Reisfeldland, da Schädlinge und Krankheiten reduziert werden, da die Reisfelder immer unter anaeroben Bedingungen sind. Die Bodenvorbereitung für Kartoffelpflanzen bis zur Pflanzreife erfolgt in mehreren Stufen. Die Anfangsphase der Tätigkeit ist die Planung, die die Bestimmung der Richtung der Beete, insbesondere auf hügeligem Land, das Anlegen von Gräben sowie die Pflege von Pflanzen und Düngung umfasst.

Die nächste Stufe ist die Bodenbearbeitung durch Pflügen oder Hacken bis zu einer Tiefe von ca. 30 cm, bis sie locker ist, dann Ruhen für 1-2 Wochen. Die Bodenbearbeitung wird noch einmal wiederholt, bis der Boden vollständig locker ist, während der Boden mit einer Egge oder Hacke eingeebnet wird, um große Erdbrocken aufzubrechen. Nachdem das Pflügen und Lockern des Bodens abgeschlossen ist, werden die Beete und Gräben für die Bewässerung oder Bewässerung angelegt. Die Beete werden in Ost-West-Richtung angelegt, damit die Sonneneinstrahlung gleichmäßig über die gesamte Pflanze verteilt werden

kann. Das Bett ist 90 x 130 cm breit und 30 cm hoch. Der Abstand zwischen den Betten, der die Breite des Grabens ist, beträgt 50 cm und der Abstand zwischen den Wiederholungen 100 cm. Die Tiefe des Grabens entspricht der Höhe des Bettes, die 30 cm beträgt. Außerdem wurden rund um die Beetparzellen 50 cm tiefe Gräben mit einer Breite von 50 cm zur Wasserentsorgung (Drainage) angelegt.

3.5.2. Herstellung von flüssigem organischem Dünger (POC)-Kohlabfällen

Bei den verwendeten Kohlabfällen handelt es sich um Kohlabfälle, die von Bauernland im Dorf Berastagi, Tanah Karo Regency, Provinz Nord-Sumatra, gewonnen wurden. Im Allgemeinen werden Kohlabfälle von Landwirten nicht verwertet und dem Abfall überlassen. Kohlabfälle wurden fein gehackt und 10 kg gewogen. Danach wurden 1000 ml EM4-Lösung und 10 Liter Wasser zubereitet. Dann in ein Fass mit 20 Liter Fassungsvermögen geben und fest verschließen. Auf der Trommelabdeckung wird die Luftzirkulation unter Verwendung eines Paralon-Rohrs mit einem Durchmesser von 2 Zoll hergestellt, und am Boden der Trommel befindet sich ein Wasserhahn, um den POC-Entnahmeprozess zu erleichtern. Eine Woche stehen lassen, danach wird jede Woche geöffnet und umgerührt, damit die Gärung gut abläuft. Die Fermentation erfolgt für 1 Monat, das fertige POC ist meist bräunlich gefärbt und riecht schlecht.



Abbildung 2. Trommel zur Herstellung von POC-Kohlabfällen
Quelle: Forschungsdokumentation

3.5.3. Samenvorbereitung

Bei der Vorbereitung der Sämlinge ist es notwendig, die Sämlinge vor dem Pflanzen zu pflegen, in diesem Fall wird eine Auswahl getroffen, um die beschädigten oder kranken sichtbaren oder mit bloßem Auge sichtbaren zu entfernen, so dass Samen guter Qualität erhalten werden.

Qualitätskartoffelsamen müssen folgende Anforderungen erfüllen: frei von Schädlingen und Krankheiten, nicht mit anderen Sorten oder Klonen vermischt (rein), Knollengröße 30-45 Gramm mit einem Durchmesser von 35-45 mm (Saat der Klasse 1) und 45-60 Gramm aus Knollen mit einem Durchmesser von 45 - 55 mm (Samen der Klasse 2) oder gespaltenen Knollen mit einem Gewicht von mindestens 30 Gramm. Die Samenkollen sind nicht deformiert und die Haut ist stark. Kennzeichen pflanzreifer Saatknollen sind Knollen, die die Ruhe- bzw. Ruhezeit von 4 bis 6 Monaten überschritten haben und ca. 2 cm gekeimt sind. Das Pflanzen von Samenkollen, die sich noch in der Ruhe befinden oder nicht gekeimt sind, wird ein langsames Wachstum und eine geringe Produktivität aufweisen. Samenzwiebeln, die zu lange gelagert werden, bis die Triebe lang geworden sind, müssen zuerst angestampft werden, was vor der Pflanzsaison erfolgt. Wenn Perommes nicht durchgeführt wird, werden die Pflanzen schwach wachsen (Parabowo und Arbor, 2007).

3.5.4. Pflanzung

Die richtige Pflanzzeit hat einen großen Einfluss auf die Pflanzenproduktivität. Die beste Pflanzzeit im Hochland ist sonnig. Besonders im Mittelland ist die Trockenzeit die beste Pflanzzeit, so dass die Nachttemperatur am niedrigsten ist, wenn sich die Kartoffelknollen bilden. Das Pflanzen von Kartoffelsamen erfolgt am besten morgens oder abends. Das Pflanzen während des Tages kann zum Welken führen, sodass das Pflanzenwachstum gehemmt wird und sogar Pflanzen absterben.

Der Pflanzabstand bei Kartoffeln ist je nach Sorte sehr unterschiedlich. In Tawangmangu kultivierte Müslisorten wurden in einem Abstand von 30 x 70 cm mit einer Pflanzlochtiefe von 8-10 cm gepflanzt. Das einfachste Einpflanzen von Kartoffelsamen besteht darin, die Samenknollen in eine Rille genau in der Mitte zu legen, wobei die Triebe nach oben zeigen und der Abstand zwischen den Samenknollen in der Rille 25-30 cm beträgt. Besonders in den mittleren Ebenen beträgt der Abstand 50–30 cm für das Bettsystem oder 60–70 cm x 30 cm für das Hügelssystem (Setiadi, 2009).

3.5.5. Pflanzenpflege

1. Bewässerung

Zu Beginn des Wachstums ist eine ausreichende Wasserverfügbarkeit erforderlich. Die Bewässerung sollte je nach Wetter- und Wasserbedingungen einmal wöchentlich oder täglich erfolgen. Die beste Bewässerungszeit ist am Nachmittag, wenn Luft und Verdunstung nicht zu hoch und die Sonne nicht zu heiß ist. Die Bewässerungsmethode besteht darin, manuell mit einem Gembor und einem Wasserschlauch zu gießen.

2. Stickerei

Sämlinge, die abnormal wachsen oder absterben, müssen sofort ersetzt

oder mit neuen Samen bestickt werden. Die maximale Stickzeit oder -dauer beträgt 15 Tage nach dem Pflanzen. Die Stickmethode besteht darin, die toten Samen zu nehmen, dann die neuen Samenknollen zu setzen und sie bis zu einer Tiefe von etwa 7,5 cm zu stapeln. Gestickt wird am Nachmittag..

3. Jäten

Das Jäten wird durchgeführt, sobald Graswachstum zu sehen ist, unter Berücksichtigung der Abschlusszeit dieser Aktivität, und wird mit dem Hillen fortgesetzt. Unkraut jäten ist im Allgemeinen, wenn die Kartoffelpflanze 1 Monat alt ist. Unkraut jäten besteht darin, das Gras mit einem Handwerkzeug oder einer Schnur zu ziehen oder zu reinigen. Das Jäten wird sorgfältig durchgeführt, um die Wurzeln der Kartoffelpflanzen nicht zu beschädigen. Unkraut jäten sollte in einem Bereich von ca. 15 cm um die Pflanze herum erfolgen.

4. Horten

Das Horten erfolgt 2 Mal während einer Vegetationsperiode, die erste Pflanzung erfolgt im Alter von 30 Tagen nach der Pflanzung, die zweite Pflanzung erfolgt nach 40 Tagen nach der Pflanzung oder 10 Tage nach der ersten Pflanzung.

Der Zweck der Pflanzung besteht darin, Ausläufern und Knollen die Möglichkeit zu geben, sich richtig zu entwickeln, die Bodenentwässerung zu verbessern, zu verhindern, dass gebildete Kartoffelknollen dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, und Knollenbohrerschädlinge (*Phthorimaea operculella*) zu verhindern. Die Methode des Hortens besteht darin, die Basis der Pflanze mit Erde zu füllen, um Hügel zu bilden. Die Dicke des ersten Bunds beträgt etwa 10 cm, die des zweiten ebenfalls etwa 10 cm, die Horthöhe also etwa 20 cm (Ummuh, 2010).

5. Befruchtung

Die Düngung erfolgt durch Verwendung von POC-Kohlafällen durch Besprühen der Blätter von Kartoffelpflanzen, die im Alter von 2 Wochen nach dem Pflanzen in einem Abstand von 1 Woche aufgebracht werden, bis die Pflanzen blühen. Dann wurde der Wachstumshemmer Paklobutrazol zweimal angewendet, als die Pflanze 21 Tage nach dem Pflanzen und 42 Tage nach dem Pflanzen war (Hasibuan, 2004).

6. Bekämpfung von Schädlingskrankheiten

Die Schädlings- und Krankheitsbekämpfung wird intensiv mit Pestiziden durchgeführt. Die Krankheitsbekämpfung wurde mit dem Fungizid Dithane M-45, einer Dosis von 1–2 g/l, Procure und Dargo durchgeführt. Die Häufigkeit des Sprühens erfolgt einmal pro Woche, und wenn es von einer Krankheit befallen ist, wird es zweimal pro Woche durchgeführt. Schädlinge wurden mit dem Insektizid Decis 2,5 EC bei einer Dosis von 0,25–0,5 ml/l verhindert. Das Sprühintervall beträgt einmal pro Woche.

3.6. Beobachtungsparameter

3.6.1. Pflanzenhöhe (cm)

Die Pflanzenhöhe wurde unter Verwendung eines Längenmessgeräts oder -meters gemessen, indem die Pflanzenkrone von der Basis des Stängels bis zur Spitze der Pflanze begradigt wurde. Die Messung der Höhe in Kartoffelpflanzenproben begann im Alter von einer Woche nach dem Pflanzen, bis die Pflanzen 6 Wochen nach dem Pflanzen waren, mit Messintervallen von einmal pro Woche.

3.6.2. Anzahl der Blätter (Stränge)

Das Zählen der Blätter in den Kartoffelpflanzenproben erfolgte manuell,

nämlich durch Zählen aller Blätter von Pflanzen, die vollständig serblüht waren und noch am Blattstiel hafteten. Die Anzahl der Blätter wurde vom Alter von einer Woche nach dem Pflanzen bis zu einem Alter von 6 Wochen nach dem Pflanzen mit einem Messintervall von einmal pro Woche gezählt.

3.6.3. Blattfarbe

Zur Messung wird das jüngste voll entwickelte und gesunde Blatt einer Pflanze für die Blattfarbmessung ausgewählt. Wählen Sie aus jedem Feld 10 Blätter von 10 Pflanzen aus, die zufällig ausgewählt werden (mehr ist besser) und die Pflanzfläche darstellen. Stellen Sie sicher, dass Sie Pflanzen in einem Gebiet auswählen, in dem die Pflanzenpopulation einheitlich ist. Messen Sie die Farbe jedes ausgewählten Blattes, indem Sie die Blattfarbkarte halten und die Mitte des Blattes zum Vergleich über dem Farbstandard platzieren. Bedecken Sie während der Messung das zu messende Blatt mit dem Körper, da die Messwerte der Blattfarbe durch den Sonnenwinkel und die Intensität des Sonnenlichts beeinflusst werden. Schneide oder beschädige die Blätter nicht. An den Beobachtungstagen sollte möglichst zur gleichen Zeit von derselben Person gemessen werden.

3.6.4. Stängeldurchmesser (cm)

Die Messung des Stängeldurchmessers wurde unter Verwendung einer Schieblehre (Skalar) durchgeführt und zuerst ein Teil des Kartoffelpflanzenstiels mit Klebeband 3 cm von der Basis des Stängels entfernt markiert, so dass es keine Fehler bei der anfänglichen bis zur endgültigen Messung gab. Der Durchmesser des Stiels wird gemessen, indem man mit einem Werkzeug auf der Nord-Süd- und Ost-West-Seite um den Stiel herumgeht, um eine genaue Messung zu erhalten. Die Messungen begannen, als die Kartoffelpflanzen 1 Woche nach dem Pflanzen waren, bis die Pflanzen 6 Wochen nach dem Pflanzen waren, mit einem

Messintervall von einmal pro Woche bei den Probenpflanzen.

3.6.5. Anzahl Zwiebeln (Obst)

Die Berechnung der Anzahl der Knollen wurde normalerweise an jeder Probepflanze durchgeführt, wenn die Kartoffelernte erntereif war. Die gezählten Zwiebeln waren alle Knollen, die auf den Probepflanzen erschienen.

3.6.6. Produktion pro Parzelle (g)

Die Berechnung des Knollengewichts pro Parzelle erfolgte nach dem Alter der Kartoffelpflanzen gemäß dem Zeitplan für das Erntealter, nämlich im Alter von 90–120 Tagen nach dem Pflanzen. Die Ergebnisse dieser Studie waren jedoch schneller als das übliche Erntealter, das 75 Tage nach dem Pflanzen betrug, aufgrund von Wetterfaktoren mit starken Niederschlägen und anderen natürlichen Faktoren wie dem Ausbruch des Mount Sinabung. Kartoffelknollen wurden gewogen und vorgereinigt. Das Knollengewicht jeder Pflanze wurde unter Verwendung einer Waage gewogen.

V. FAZIT UND ANREGUNG

5.1. Fazit

Aus den Ergebnissen dieser Forschung lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Die Anwendung von Paklobutrazol hatte eine sehr signifikante Wirkung auf die Pflanzenhöhe, die Anzahl der Blätter, die Anzahl Zwiebeln und das Produktionsgewicht, hatte jedoch keine signifikante Wirkung auf den Stangendurchmesser und Blattfarbe.
2. Die Anwendung von POC-Kohlabfällen hatte eine sehr signifikante Wirkung auf die Pflanzenhöhe, die Anzahl der Blätter, die Anzahl Zwiebeln und das Produktionsgewicht, eine signifikante Wirkung auf den Stangendurchmesser, hatte jedoch keine signifikante Wirkung auf die Blattfarbe.
3. Das Zusammenspiel der Anwendung von Paklobutrazol und POC-Kohlabfällen hatte eine sehr signifikante Wirkung auf die Anzahl Zwiebeln und das Produktionsgewicht, hatte jedoch keine signifikante Wirkung auf die Pflanzenhöhe, die Anzahl der Blätter, die Blattfarbe und den Stangendurchmesser.

5.2. Anregung

1. Die Anwendung von Paklobutrazol in einer Dosis von 1,25 ml/l und POC-Kohlabfällen von 50 ml/l kann angewendet werden, um die Kartoffelernteproduktion zu steigern.
2. Diese Forschung sollte mit der Anwendung alternativer Materialien fortgesetzt werden, um Paklobutrazol zu ersetzen, das von Landwirten leichter erhältlich ist, um es auf Kartoffelpflanzen anzuwenden.

3. Die Anwendung von POC- Kohlabfällen in einer Dosis von 50 ml/l Wasser kann angewendet werden, um die Kartoffelpflanzenproduktion zu steigern.

