

**DIE ANWENDUNG DER ESSBAREN BESCHICHTUNG VON  
GARNELENSCHALENABFÄLLEN UND ROTEM INGWEREXTRAKT  
(*Zingiber officinale roxb. Var.*) ALS KONSERVIERUNGSMITTEL IN  
PFEFFERFRÜCHTEN (*Capcicum annum group*)**

**ABSCHLUSSARBEIT**



VON :

**FAHRIZAL CHANDRA MENDROFA**  
**158210015**

**AGROTEKNOLOGIE STUDIENPROGRAMM  
LANDWIRTSCHAFT FAKULTÄT  
MEDAN AREA UNIVERSITÄT  
MEDAN  
2020**

**MEDAN AREA UNIVERSITÄT**

© Urheberrechtlich geschützt

Dokument akzeptiert 25/10/22

1. Zitieren Sie dieses Dokument nicht ganz oder teilweise ohne Quellenangabe

2. Zitate dienen nur Bildungs-, Forschungs- und wissenschaftlichen Schreibzwecken

3. Es ist verboten, diese Arbeit ganz oder teilweise ohne Genehmigung der Universität von Medan Area in irgendeiner Form zu reproduzieren Zugang von ([repository.uma.ac.id](https://repository.uma.ac.id))25/10/22

## ABSTRAKT

Fahrizal Chandra Mendrofa (158210015). "Die Anwendung der essbaren Beschichtung von Garnelenschalenabfällen und rotem Ingwerextrakt (*Zingiber officinale roxb. Var.*) als Konservierungsmittel in Pfefferfrüchten durchzuführen. (*Capsicum annum group*). Diese Forschung steht unter der Leitung von Frau Dr. Ir. Siti Mardiana, M.Si als Leiterin des Betreuers und Herrn Ir. H. Gusmeizal, MP., als Mitglied des Betreuers.

Ziel dieser Forschung ist es, die Wirkung der essbaren Beschichtung von Chitosan aus Garnelenschalenabfällen mit rotem Ingwerextrakt (*Zingiber officinale roxb. var.*) zu bestimmen, um die Qualität von Pfeffer (*Capsicum annum-Gruppe*) während der Lagerung zu erhalten. Diese Forschung verwendete eine Behandlung und war in einem vollständig randomisierten faktoriellen Design angeordnet, das aus zwei Faktoren bestand, nämlich dem ersten Faktor, nämlich der Konzentration von Chitosan, das aus Garnelenschalenabfällen gewonnen wurde, bestehend aus 4 Behandlungsstufen, nämlich K0: Keine Behandlung (Kontrolle), K1: Konzentration 3,5 % Chitosan, K2: 7 % Chitosankonzentration und K3: 10,5 % Chitosankonzentration. Der zweite Faktor ist die Konzentration des roten Ingwerextrakts, die aus 4 Behandlungsstufen besteht, nämlich E0: Keine Behandlung (Kontrolle), E1: 10 % Konzentration des roten Ingwerextrakts, E2: 20 % Konzentration des roten Ingwerextrakts und E3: 30 % Konzentration des roten Ingwerextrakts. Die Ergebnisse zeigten, dass die besseren Parameter, nämlich Gewichtsverlust, Pfefferfrucht-Farbttest, Pfefferfrucht-Texturtest, Gesamtsäuretest, Vitamin-C-Gehaltstest, während die bessere Behandlung für die Gesamtsäure- und Vitamin-C-Testparameter die K1-Behandlung war.

Schlüsselwörter: *essbare Beschichtung, Chitosan, Ingwerextrakt, Pfeffer*

## I. EINLEITUNG

### 1.1. Hintergrund

Pfefferfrucht ist eine Pflanze, die aus Mexiko, Lateinamerika stammt und nicht in Indonesien heimisch ist (Kelley und Boyhan, 2009). Die Entwicklung von Pfefferfrucht in Indonesien von 2009 bis 2014 hat zugenommen und war 2011 leicht rückläufig. Die neuesten Daten für 2014 zeigten einen Anstieg auf 7.031 Tonnen (Directorate General of Horticulture, 2015).

Tabelle 1. Entwicklung der Erntefläche, des durchschnittlichen Ertrags und der Produktion von Pfefferfrucht in Indonesien in den Jahren 2009 – 2014

Jahr	Erntefläche (Ha)	Pfefferfrucht durchschnittlichen Ertrags (Ton/Ha)	
2009	197	22,65	4.462
2010	161	34,37	5.533
2011	221	59,13	13.068
2012	157	54,84	8.610
2013	284	24,06	6.833
2014	316	22,25	7.031

Quelle : *Direktorat Jendral Hortikultura (2015).*

Das Haupthindernis bei Gartenbauexporteuren, einschließlich Pfeffer, liegt in der Verderblichkeit des Produkts und dem Wachstum von Mikroorganismen, die die Hauptursachen für den Verderb frischer Lebensmittel sind. Mehrere Fälle von mikrobieller Kontamination frischer Lebensmittel haben oft schwerwiegende Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Pfeffer wird als verderbliche Ware eingestuft und ist bis zu 1 Woche haltbar (Kader, 1992). Zu den Problemen, die häufig bei Pfeffer nach der Ernte auftreten, gehören: (a) Fäulnis und Veränderungen der Textur, (b) Schrumpfen aufgrund von Wasserverlust, (c)

zunehmende Anzahl von Bakterien, die weiche Stiele verursachen, und (d) niedrige Temperatur während der Lagerung, die verursacht Erkältungen, Verletzungen und vermehrter Alternaria-Schimmel. Daher sind Anstrengungen erforderlich, um dies zu überwinden (Miller, Spanding, Risse, Lerdthanankul und Krochta, 1996).

Eine Alternative, um die Fruchtreife zu verzögern, um Stoffwechselprozesse zu hemmen, ist Coating (Jahidah, 2014). Gemüse und Obst können mit Chitosan beschichtet (essbare Beschichtung) werden. Die essbare Beschichtungsmethode kann durch Eintauchen, Aufschäumen, Gießen und Aufsprühen von Obst oder Gemüse erfolgen (Krochta, Baldwin und Nisperos, 2002).

Essbare Beschichtung ist eine andere Form von essbarer Verpackung, bei der es sich um eine Lebensmittelschicht aus essbaren Materialien handelt. Essbare Beschichtung ist eine der umweltfreundlichen Verpackungen, die derzeit entwickelt werden, insbesondere im Hinblick auf die Art des verwendeten Biopolymers als Verbund- oder Mischmaterial. Mögliche essbare Beschichtungsmaterialien basieren auf Stärke, von denen eine Duriansamenstärke ist. Die Kombination von Stärke mit hydrophoben Biopolymeren kann verwendet werden, um die Mängel von Verpackungen aus Stärke, darunter Chitosan, zu beheben (Ban, Song, Argyropoulos und Lucia 2005).

Chitosan ist ein Biopolymer aus D-Glucosamin, das aus dem Chitin-Deacetylierungsprozess unter Verwendung einer starken Base synthetisiert wird (Lee, Mi, Shen, Shyu, 2001). Chitosan ist ein hydrophobes Biopolymer, daher ist Chitosan sehr gut geeignet, wenn es als Verbundmaterial zur Bildung einer dünnen Schicht/Beschichtung zusammen mit hydrophiler Stärke verwendet wird.

Chitosan ist auch eines der natürlichen Konservierungsmittel, das aus Garnelenschalen synthetisiert werden kann, da es die Fähigkeit besitzt, das Bakterienwachstum zu hemmen. Daher wird die essbare Beschichtung mit Stärke- und Chitosan-Verbundrohstoffen ihre Funktion als Verpackung erhöhen, zusätzlich zum Schutz der Lebensmittelinhaltsstoffe enthält sie auch Konservierungsstoffe (Hardjito, 2006).

Basierend auf Daten von Kompas hat sich das Potenzial indonesischer Garnelen bisher um durchschnittlich 7,4 Prozent pro Jahr erhöht (Focher, Naggi, Tarri, Cosami und Terbojevich 1992). Einige der Vorteile von Produkten, die mit essbaren Beschichtungen auf Chitosan- oder Chitinbasis verpackt sind, umfassen: (a) Verringerung der Wasseraktivität auf der Oberfläche des Materials, sodass Schäden durch Mikroorganismen vermieden werden können, da es durch die essbare Beschichtungsschicht geschützt ist, (b) Verbesserung der Oberflächenstruktur des Materials, sodass die Oberfläche glänzend wird, (c) Verringerung des Auftretens von Austrocknung, sodass Gewichtsverlust verhindert werden kann, (d) Verringerung des Sauerstoffkontakts mit Inhaltsstoffen, sodass Oxidation oder Ranzigkeit verhindert werden können, (e) die ursprünglichen Eigenschaften des Produkts, wie etwa der Geschmack, sich nicht ändern und (f) das Erscheinungsbild des Produkts verbessern (Santoso, Daniel und Rindit, 2004). Eine der Verwendungen von Garnelenschalenabfall, die einen hohen wirtschaftlichen Wert hat, ist die Herstellung einer essbaren Beschichtung aus Garnelenschalenabfall, die als essbare Chitosanbeschichtung bekannt ist.

Abgesehen von Chitosan können antimikrobielle Mittel auch aus natürlichen Pflanzeninhaltsstoffen gewonnen werden, die bei der Herstellung von



essbaren Beschichtungen hinzugefügt werden können. Diese natürlichen Inhaltsstoffe werden aus der Verwendung von rotem Ingwerextrakt gewonnen. Laut Sari (2013) stammt der Gehalt an Sekundärmetaboliten in Ingwerpflanzen hauptsächlich aus der Gruppe der Flavonoide, Phenole, Terpenoide und ätherischen Öle. Frischer Extrakt aus Ingwer-Ingwer-Rhizom enthält mehrere flüchtige Ölkomponenten, bestehend aus -Pinen, Champhen, Caryophyllen, -Pinen, -Farnesen, Cineol, DL-Kampfer, Isokaryophyllen, Caryophyllen-Oxid und Germacron, die antimikrobielle Mittel produzieren können, um das mikrobielle Wachstum zu hemmen ( Mulyani, 2010 in Sari, 2013).

Basierend auf dieser Beschreibung ist der Autor daran interessiert, Forschungen zum Thema „Die Anwendung der essbaren Beschichtung von Garnelenschalenabfällen und rotem Ingwerextrakt (*Zingiber officinale roxb. Var.*) als Konservierungsmittel in Pfefferfrüchten durchzuführen. (*Capsicum annum group*).

## 1.2. Formulierung des Problems

1. Kann eine Beschichtung von Chitosan aus Garnelenschalen die Haltbarkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*) im Vergleich zu ohne Anwendung von Chitosan aus Garnelenschalen erhöhen?
2. Kann der Anwendung von rotem Ingwerextrakt die Haltbarkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*) im Vergleich zu ohne Zusatz von rotem Ingwerextrakt erhöhen?
3. Gibt es einen Wirkung zwischen der Beschichtung von Chitosan aus Garnelenschalen und der Anwendung von rotem Ingwerextrakt zur Erhöhung der Haltbarkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum group*)?

### 1.3. Ziel der Forschung

1. Bestimmung ob die Beschichtung von Chitosan aus Garnelenschalen eine signifikante Wirkung auf die Haltbarkeitsbeständigkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*) hat.
2. Bestimmung ob die Behandlung mit der Anwendung von rotem Ingwerextrakt in Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*) eine signifikante Wirkung zur Erhöhung der Haltbarkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*) hat.
3. Bestimmung des besten Beschichtungsgrades von Chitosan aus Garnelenschalen und der Anwendung von rotem Ingwerextrakt zur Erhöhung der Haltbarkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum group*).

### 1.4. Forschungshypothese

1. Die Beschichtung von Chitosan aus Garnelenschalen hat eine signifikante Wirkung auf die Haltbarkeitsbeständigkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*) hat.
2. Die Anwendung von rotem Ingwerextrakt in Pfefferfrücht hat eine signifikante Wirkung zur Erhöhung der Haltbarkeit von Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*).
3. Die Beschichtung mit Chitosan aus Garnelenschalen und der Anwendung von rotem Ingwerextrakt hat eine signifikante Wirkung zur Erhöhung die Haltbarkeit von von Pfefferfrücht (*Capsicum annum-Gruppe*).

### 1.5. Vorteile der Forschung

Die Vorteile der Forschung ist wie folgt:

1. Die Anwendung von Garnelenschalenabfällen und rotem Ingwerextrakt (*Zingiber officinale roxb. Var.*) als die essbare Beschichtung zur

Erhöhung die Haltbarkeit von Pfefferfrucht (*Capsicum annum-Gruppe*).

2. Als Informationsmaterial für Personen oder Forscher zum Umgang mit Pfefferfrucht nach der Ernte (*Capsicum annum group*).
3. Erzielung eines Gebrauchswerts bei der Bewirtschaftung von hochwertigen Schalenabfällen von Garnelen als natürliches Konservierungsmittel.
4. Als eine der Voraussetzungen für die Erlangung eines Bachelor-Abschlusses im Agrotechnology Studienprogramm, Fakultät für Landwirtschaft, Medan Area Universität





## II. LITERATURISCHE REZENSION

### 2.1. Pfefferpflanze

Pfeffer ist eine Chilisorte, die sich in ihrer Form von anderen Chilis unterscheidet. Die Form ist groß wie eine Kaki und hat einen Geschmack, der nicht scharf oder leicht süßlich ist. Pfeffer besteht aus mehreren Farben, nämlich roter Pfeffer, gelber Pfeffer und grüner Pfeffer (Herawati, 2012).

Die botanische Einteilung der Pfefferpflanze lautet:

Abteilung	: Spermatophyta
Unterteilung	: Angiospermae
Klasse	: Dicotyledonae
Bestellung	: Solanales
Familie	: Solanaceae
Gattung	: Capsicum
Spezies	: <i>C. annuum</i>
Sorten	: Grossum (Hilmi Nurcahya, 2013)

Marktchancen für Pfefferrohstoffe auf globalen, regionalen und lokalen Märkten müssen erreicht werden, unter anderem durch Programme, die die Entwicklung dieses Rohstoffs unterstützen, beginnend mit der Kultivierung von Bauernland, der Verarbeitung der Ergebnisse zu verschiedenen agroindustriellen Produkten und der Vermarktung dieser Produkte ( Linnaeus Book, Species Plantarium (1753), zitiert von Heru Prihmantoro und Indriani, 2000).

## 2.2. Pfeffer Sorten

Pfefferpflanzen haben viele Sorten, von denen jede Vorteile in Bezug auf Produktionsfähigkeit, Fruchtform/-typ, Fruchtgewicht, Fruchtgeschmack, Anpassungsfähigkeit an die Umwelt und Resistenz gegen Schädlingsbefall hat. Pfefferrohstoffe werden im Allgemeinen nach Form, Farbe und Größe unterschieden. Im Allgemeinen wird die Form von Pfeffer in zwei Formen unterteilt, nämlich blockig (*blocky*) oder glockenförmig (*bell*) und oval (*lamujo*) (Hadinata, 2004). Farblich wird Pfeffer in vier Hauptfarben eingeteilt, nämlich: Rot, Grün, Gelb und Orange. Neben der Hauptfarbe gibt es auch Pfeffer in den Farben Schwarz, Braun, Weiß und Lila. Neben Form und Farbe wird der Verkaufspreis von Pfeffer auch von seiner Größe bestimmt. Im Allgemeinen wird die Größe der Frucht in vier Kategorien eingeteilt, nämlich:

- Klein, Fruchtdurchmesser 6,5 – 8 cm, Fruchtgewicht < 160 g;
- 
- Mittel, Fruchtdurchmesser 8 – 9,5 cm, Fruchtgewicht 160 – 200 g;
- 
- Groß, Fruchtdurchmesser 9,5 – 11 cm, Fruchtgewicht 200 – 250 g;
- 
- Sehr groß, Fruchtdurchmesser > 11 cm, Fruchtgewicht > 250 g (Hadinata, 2004).

Pfeffer hat mehrere Arten, die weit verbreitet sind, darunter:

- a. *New ace*; geformt wie eine Glocke, bestehend aus 3 Teilen, die Farbe ist grün und das Fruchtfleisch ist dick.
- b. *Jumbo sweet*; hat eine längliche Form bis zu 18 cm, bestehend aus 2 bis 4 Stück. Es ist grün, wenn es jung ist, und rot, wenn es reif ist und das Fruchtfleisch dick ist.
- c. *Wonder bell*; groß und glockenförmig, die Farbe ist grün (jung) und rot (reif), hat ein dickes Fruchtfleisch und besteht aus 4 Stücken.
- d. *Takki's ace*; Die Form ist wie eine Glocke von mittlerer Größe, besteht aus 3

Teilen und hat ein nicht zu dickes Fruchtfleisch. Diese Pfefferschoten sind jung dunkelgrün und werden rot, wenn sie reif sind.

- e. *Green horn*; Die Größe ist eher klein und besteht aus 3 Stücken, die Farbe ist glänzend grün und das Fruchtfleisch ist dünn (Setiawan, 1994).

### 2.3. Vorteile von Pfeffer

Pfeffer hat eines der Antioxidantien, nämlich Capsiate. Laut einer Studie des Katholischen Forschungsinstituts für medizinische Wissenschaft wirkt Capsiat sehr gut UVB-Strahlung entgegen, die Hautverbrennungen verursachen kann, und kann Hautentzündungen vorbeugen. Pfeffer enthält auch Vitamin A, daher ist es sehr gut für die Augengesundheit, da es die Exposition gegenüber ultraviolettem Licht blockieren kann, das auf die Augenlinse trifft und Katarakte verursachen kann. Pfeffer ist auch gut zur Vorbeugung von koronarer Herzkrankheit, Krebs, Schlaganfall und Diabetes mellitus. Der Gehalt an Vitamin B6 und Folsäure in Pfeffer kann wirksam sein, um Arteriosklerose vorzubeugen (Lingga, 2012).

### 2.4. Nährstoffgehalt von Pfeffer

Der Nährwert von Pfeffer besteht aus den Vitaminen A, K, E und C sowie dem Gehalt an Beta-Carotin und Lycopin, wodurch Pfeffer in Ländern, die ihn produzieren, wie den Niederlanden, als tägliches Lebensmittel weit verbreitet ist (Warsi und Gunarti, 2013).

Essbare Beschichtungen sind eine Alternative zum Verpacken von Lebensmitteln, die Polymere ersetzen können, die aus Erdöl gewonnen werden und derzeit weit verbreitet als Materialien für Verpackungsanwendungen verwendet werden. Essbare Beschichtung ist eine dünne Schicht aus essbaren Materialien, die gebildet wird, um das Produkt zu beschichten (Beschichtung)

oder zwischen Produktkomponenten platziert wird, die als Barriere (Hemmung der Migration) gegen Stoffübertragung (z. B. Wasserdampf, Gase, Fette, gelöste Stoffe, Licht) und zur Verbesserung des Umgangs mit Lebensmitteln (Richards, 1951).

Der Nährwert von 100 Gramm Pfeffer ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2. Nährstoffgehalt von Pfeffer

Komponen Gizi	Jumlah	Komponen Gizi	Jumlah
Energi	26 kcal	Tembaga	0,22 mg
Protein	0,99 g	Mangan	0,11 mg
Lemak Total	0,3 g	Selenium	0,10 mg
Karbohidrat	6,03 g	Vitamin C	190 mg
Serat	2 g	Vitamin B1	0,05 mg
Gula	4,2 g	Vitamin B2	0,09 mg
Kalsium	7 mg	Vitamin B3	0,98 mg
Zat Besi	0,43 mg	Vitamin B6	0,29 mg
Magnesium	12 mg	Folat	18 mcg
Fosfor	26 mg	Vitamin A	3,313 IU
Kalium	211 mg	Vitamin E	1,58 mg
Natrium	2 mg	Vitamin K	4,9 mcg
Seng	0,25 mg		

Quelle : Lingga (2012)

## 2.5. Ernte

Die richtige Handhabung der Pfefferernte kann die Qualität der produzierten Pfefferschoten erhalten und den Verkaufspreis erhöhen. Das Erntealter von Pfeffer ist je nach Sorte und lokalen klimatischen Bedingungen sehr unterschiedlich. Physische Anzeichen oder Aussehen von reifen gepflückten (reifen grünen) Pfefferschoten sind eine glänzend grüne Hautfarbe, wenn sie massiert oder gepresst werden, fühlt sich das Fruchtfleisch hart an, das Fruchtfleisch ist dick und die Frucht lässt sich leicht vom Stiel entfernen. Während die reifen roten oder roten Pfeffer rötlich gelb oder rot sind, ist das Fruchtfleisch dick und die Frucht lässt sich leicht vom Stiel lösen. Pfeffer kann je nach Marktnachfrage grünreif (grüne Pfeffer), rotgelb (gelbe Pfeffer) oder rotreif (rote Pfeffer) geerntet werden. Reife grüne Pfefferschoten eignen sich gut zum Verzehr als Gemüse, da sie einen süßen Geschmack ohne scharfen Geschmack haben. Gelbe rote Pfefferschoten eignen sich nicht zum Verzehr als Gemüse, da sie einen würzigen Geschmack haben, obwohl sie immer noch einen süßen Geschmack haben. Der Umgang mit Pfeffer ist gut und richtig, dazu gehören:

- a. Grüne Pfefferschoten können ab einem Alter von 2,5 Monaten geerntet werden. Sollte nicht geerntet werden, wenn die Frucht zu reif oder zu jung ist.
- b. Bunte Pfeffer werden bei einem Reifegrad von 80-90 % geerntet. In der Regel ab einem Alter von 3,5 Monaten.
- c. Nach Hadinata (2004) sollte Pfeffer morgens geerntet werden, wenn die Lufttemperatur im Siebhaus noch niedrig und die Luftfeuchtigkeit noch hoch genug ist, mit dem Ziel, dass die geernteten ehemaligen Fruchtstängel trocken werden und es gibt keine Stammfäule.
- d. Die Pfefferschoten werden mit einer scharfen Schere/einem scharfen Messer



bis zum Stiel aufgenommen. Fruchtsiele sollten nicht an den Zweigen der Pflanze verbleiben. Stiele und Früchte von Pfefferfrüchten sollten nicht verformt und fallen gelassen werden, um ein Verrotten der Stiele und Früchte von Pfeffer bei der Lagerung im Kühlschrank zu verhindern.

- e. Nach der Ernte werden die Früchte in einen schattigen Behälter/Platz gestellt, damit sie keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Sonnenlicht kann den Verdunstungsprozess beschleunigen, sodass die Pfeffer austrocknet, welkt oder abfällt.

## **2.6. Nach der Ernte**

Diese Aktivität zielt darauf ab, die Einheitlichkeit der Größe und Qualität der Früchte zu gewährleisten, die entsprechend der Marktnachfrage sowohl im Inland als auch im Export produziert werden. Die Handhabung von Pfefferrohstoffen nach der Ernte umfasst das Sortieren und Sortieren, Waschen, Trocknen, Beschichten (essbare Beschichtung), Lagerung bei Raumtemperatur, Verpackung und Transport.

Das Sortieren ist eine Aktivität, um gesunde Pfefferschoten von beschädigten (defekten) Pfefferschoten aufgrund von Schädlingen und Krankheiten zu trennen und Pfefferschoten auf der Grundlage der Einheitlichkeit des Schadensniveaus zu trennen, wobei zu berücksichtigen ist, dass geerntete Früchte im Allgemeinen unterschiedliche Schadensniveaus aufweisen. Zu den Vorteilen des Sortierens gehören: Erleichterung des Marketings, Erleichterung der Auswahl für die Verbraucher, die ihren Bedürfnissen entspricht, Erleichterung der Bestimmung eines angemessenen Preisniveaus je nach Qualitätsklasse, Schaffung von Zufriedenheit und Vertrauen für die Verbraucher. Anhand der Sortierergebnisse wird der Pfeffer dann in mehrere Güteklassen (Sortierung)

eingeteilt, nämlich: Güteklasse I und Güteklasse II. Qualitätsklasse I, nämlich harte Fruchtstruktur, normale Fruchtform, reife Frucht gepflückt (grünreif, gelbreif oder rotreif) und nicht deformiert und nicht mit Schädlingen oder Krankheiten befallen. Während die Güteklasse II, nämlich Obst, das die Merkmale harte Fruchtstruktur, normale Fruchtform, reife Frucht gepflückt (grünreif, gelbreif oder rotreif) und Mängel, die entweder durch mechanische Faktoren oder durch Schädlinge und Krankheiten verursacht wurden, aufweist. Gruppierung wird auch basierend auf der Fruchtgröße in 4 Kategorien durchgeführt, nämlich: (a) klein, Fruchtdurchmesser 6,5–8 cm, Fruchtgewicht 120–160 g, (b) mittel, Fruchtdurchmesser 7,5–9,5 cm, Fruchtgewicht 160–200 g, (c) groß, Fruchtdurchmesser 9–11 cm, Fruchtgewicht 200–250 Gramm und (d) sehr groß, Fruchtdurchmesser > 11 cm, Fruchtgewicht > 250 Gramm.

## 2.7. Essbare Beschichtung

Das Verständnis der Beschichtung besteht darin, dass sie eine wirksame Form des Wasser(dampf)verlusts darstellt, selektiv durchlässig für Gase ist, den Austausch von gelöstem Wasser in Lösung kontrolliert, um die natürliche Farbe von Pigmenten und natürlichen Nährstoffen (Nährstoffen) zu erhalten, und kombiniert Zusatzstoffe (Substanzen) wie Farb-, Geschmacks- und Konservierungsstoffe, die ihm eine besondere Funktion (spezifisch) und besondere Eigenschaften verleihen. Grundsätzlich gibt es drei Gruppen von Materialien, die für die Herstellung von Beschichtungen verwendet werden können, nämlich Proteine, Polysaccharide und Lipide einschließlich Wachse, Emulgatoren und deren Derivate (Tavassoli Kafrani, Shekarchizadeh, Masoudpour und Behabadi, 2016). Beschichtungen auf Obst und Gemüse werden verwendet, um den Feuchtigkeitsverlust zu verlangsamen, das Aussehen durch

Polieren von Oberflächen zu verbessern, als Träger für Fungizide oder Wachstumsregulatoren und als Barriere gegen den Gasaustausch in Waren mit der Außenluft (Krochta und John, 2012).

Nach Krochta (2012) kann das Aufbringen von Coatings/Coatings auf Obst und Gemüse durch Anwendung von Färbe, Schäumende, Sprüh, Tropfauftrags und Kontrollierte Tropf erfolgen.

### 1. Anwendung von Färbe

Anwendung von Färbe für Obst und Gemüse zu Überzügen werden in der Regel für kleine Bedarfsmengen durchgeführt. Der Trick besteht darin, die zu beschichtende Ware zu waschen, zu trocknen und dann in das Beschichtungsmaterial einzutauchen. Die Dauer des Einweichens ist nicht wichtig, aber das perfekte Überziehen von Obst und Gemüse ist wichtig, um gute Ergebnisse zu erzielen (Cisneros und Krochta, 2012)

### 2. Anwendung von Schäumende

Diese Methode kann mit einer Schaumerzeugungsvorrichtung angewendet werden, aber diese Methode wurde durch andere Methode ersetzt. Der Weg zur Anwendung dieser Methode besteht darin, ein als Schaum zu verwendendes Beschichtungsmaterial in eine schaum erzeugende Vorrichtung (Kompressor) (weniger als 5 Psi oder 5 kPa) zu geben, um es in 5 beschichtete Waren zu blasen. (Krochta, dan John, 2002).

### 3. Anwendung von Sprüh

Diese Methode ist ein herkömmliches Verfahren zum Aufbringen von Überzügen auf Obst und Gemüse. Zum Sprühen des Beschichtungsmaterials wird ein Niederdruckzerstäuber verwendet. Dies dient der Vermeidung von Overspray.

#### 4. Tropfauftrags

Das Tropfauftragsverfahren ist die derzeit wirtschaftlichste Methode zum Auftragen von Überzügen auf Obst und Gemüse. Unterschiedliche Tropfergrößen ergeben unterschiedliche Tröpfchengrößen.

#### 5. Anwendung von Kontrollierte Tropf

Anwendung der Methode von Kontrollierte Tropf wurde erfolgreich verwendet, um die resultierenden Obst- und Gemüsewaren zu beschichten. Eine Niederdruck-Messpumpe wird verwendet, um eine Beschichtung auf die Düse aufzubringen, wobei die Düse große Tröpfchen in kleinere Tröpfchen umwandelt, dann sprüht die Sprühdüse die Ware.

In Indonesien findet man selten Gartenbauprodukte, die eine Beschichtungsbehandlung erhalten. Aus den Forschungsergebnissen ist bekannt, dass Garnelenschalen in der Art der Polysaccharide enthalten sind. Dieses Polysaccharid in Garnelenschalen ist als Chitin bekannt, dessen Gewicht 20-30 Prozent seines Trockengewichts erreichen kann (Cabib, 1987).

Chitin wird aus der Garnelenschalenextraktion durch einen zweistufigen Prozess gewonnen, nämlich Proteinentfernung (Deproteinase) und Mineralentfernung (Deminalisierung). Um Chitosan zu erhalten, wird ein Deacetylierungsschritt durchgeführt, nämlich die Entfernung der Acetylgruppe von Chitin mit Alkali.

Chitin ist der Hauptbestandteil des Exoskeletts von Krustentieren wie Krabben und Garnelen. Chitin besteht aus N-Acetyl-D-glucosamin-Einheiten (2-Acetamido-2-desoxy-D-glucofuranose), die linear durch  $-(1 \rightarrow 4)$ -Bindungen verbunden sind. Chitin ist weiß, hart, unelastisch und ein Polysaccharid, das viel Stickstoff enthält, oder eine Hauptverschmutzungsquelle in Küstengebieten.



Chitosan besteht aus zwei Arten von Aminosuckern, nämlich Glucosamin (2-Amino-2-desoxy-D-Glucose, 70-80%) und N-Acetylglucosamin (2-Acetamino-2-desoxy-D-Glucose, 20-30 %) (Goosen, 1997). Der aus Garnelenschalen gewonnene Rohstoff für Chitosan wird aufgrund des Potenzials des indonesischen Fischereisektors in großen Mengen produziert. Mit dem großen Potenzial an zu verwertenden Abfällen sollte Indonesien als Garnelenlieferland in der Lage sein, die anfallenden Garnelenabfälle optimal zu Chitosan zu verarbeiten. Als antibakterielles Mittel hat Chitosan einen Hemmmechanismus, bei dem Chitosan an Zellmembranproteine bindet, nämlich an Glutamat, das ein Bestandteil von Zellmembranen ist. Neben der Bindung an Membranproteine bindet Chitosan auch an Membranphospholipide, insbesondere Phosphatidylcholin (PC), wodurch die Permeabilität der inneren Membran erhöht wird (Simpson, 1997).

## 2.8. Chitosan

Chitosan ist ein Produkt der Chitin-Deacetylierung, das ein langkettiges Polymer von Glucosamin (2-Amino-2-desoxy-D-Glucose) ist und die Molekularformel  $[C_6H_{11}NO_4]_n$  mit einem Molekulargewicht von  $2,5 \times 10^5$  Dalton hat. Chitosan ist in Form von gelblich-weißen Flocken, geruchs- und geschmacksneutral. Chitosan ist unlöslich in Wasser, in stark alkalischen Lösungen, in Schwefelsäure, in organischen Lösungsmitteln wie Alkohol, in Aceton, in Dimethylformamid und in Dimethylsulfoxid. Etwas löslich in Salzsäure und Salpetersäure, löslich in 1 %-2 % Essigsäure und leicht löslich in 0,2 %-1,0 % Ameisensäure (Oktaviana, 2002).

Die Löslichkeit von Chitosan wird durch das Molekulargewicht und den Deacetylierungsgrad beeinflusst (Kartini, 1997). Nach Hinarno (1980) ist Chitosan ein ungiftiger, biologisch leicht abbaubarer und kationischer



Polyelektrolyt, da es eine funktionelle Gruppe, nämlich eine Aminogruppe, besitzt. Neben der Aminogruppe gibt es auch primäre und sekundäre Hydroxylgruppen. Das Vorhandensein dieser funktionellen Gruppen bewirkt, dass Chitosan eine hohe chemische Reaktivität aufweist (Tokura, 1995). Die in Chitosan vorhandenen funktionellen Gruppen ermöglichen auch verschiedene chemische Modifikationen, einschließlich Reaktionen mit vernetzenden Zwischenprodukten. Dieser Vorteil kann es ermöglichen, Chitosan als Mischung aus Biokunststoffen einzusetzen, also Kunststoffen, die abbaubar sind und die Umwelt nicht belasten. Wenn die meisten Acetylgruppen im Chitin durch Wasserstoff in Aminogruppen unter Zugabe einer hohen Konzentration an Base ersetzt werden, wird das Ergebnis als Chitosan oder deacetyliertes Chitin bezeichnet. Chitosan selbst ist keine einzelne Verbindung, sondern eine teilweise deacetylierte Gruppe mit unterschiedlichen Deacetylierungsgraden.

Chitin ist N-Acetylglucosamin, das leicht deacetyliert ist, während Chitosan Chitin ist, das so weit wie möglich deacetyliert ist, aber nicht genug, um als Polyglucosamin bezeichnet zu werden (Bastaman, 1989). Chitosan wird in verschiedenen Bereichen des Gesundheitswesens und der angewandten Industrie relativ weiter verwendet, da Chitosan leicht mit anderen organischen Substanzen wie Proteinen interagieren kann. Die Herstellung von Chitosan erfolgt durch Entfernen der Acetylgruppe (-COCH<sub>3</sub>) an der Acetylaminogruppe von Chitin, um unter Verwendung einer basischen Lösung zu freien Aminogruppen von Chitosan zu werden. Chitin hat eine lange Kristallstruktur mit starken Bindungen zwischen Stickstoffionen und Carboxylgruppen, so dass im Deacetylierungsprozess eine 40%-50%ige Natronlauge und hohe Temperaturen (100-150°C) verwendet werden, um Chitosan aus Chitin zu gewinnen.

## 2.9. Roter Ingwer (*Zingiber officinale* Rosc.)

Roter Ingwer ist eine wilde und nicht verholzende Pflanze, die zur Familie der Zingiberaceae gehört. Die Taxonomie dieser Pflanze ist wie folgt:

Abteilung : Spermatophyta

Unterleitung : Angiospermae

Klasse : Monocotyledonae

Bestellung : Zingiberales

Familie : Zingiberaceae

Gattung : Zingiber

Spezies : *Zingiber officinale* Rosc (Tjitrosoepomo, 1991 in Saputri, 2011).

Stängel des Roten Ingwers sind klein, rund, rotgrün und etwas hart, weil sie von einer Blattscheide bedeckt sind. Die Pflanzenhöhe erreicht 34,18 – 62,28 cm. Die Blätter sind abwechselnd regelmäßig angeordnet und haben eine grünere (dunklere) Farbe als die anderen beiden Arten. Die Blattoberseite ist im Vergleich zur Unterseite hellgrün. Ingwerrhizom ist rot bis hellorange. Die Größe des Rhizoms bei rotem Ingwer ist kleiner als bei den beiden anderen Ingwerarten, nämlich die Länge des Rhizoms beträgt 12,33 – 12,6 cm, die Höhe erreicht 5,86 – 7,03 cm und das durchschnittliche Gewicht beträgt 0,29 – 1,17 kg. Die Faserwurzeln sind eher grob mit einer Länge von 17,03 – 24,06 cm und einem Wurzel Durchmesser von 5,36 – 5,46 mm. Roter Ingwer hat ein scharfes Aroma und einen sehr würzigen Geschmack (Tim Lentera, 2004).

Ätherische Öle sind flüchtige Öle aus dem pflanzlichen Sekundärstoffwechsel, die aus Pflanzenteilen wie Blüten, Blättern, Samen, Rinde, Früchten und Wurzeln oder Rhizomen gewonnen werden. Es ist bekannt, dass

ätherische Öle eine Mischung verschiedener Verbindungen enthalten, nämlich Terpenoide, Alkohole, Aceton, Phenole, Säuren, Aldehyde und Ester, die im Allgemeinen als Aromastoffe in Lebensmitteln, Kosmetika oder als funktionelle Komponenten in pharmazeutischen Produkten verwendet werden (Tajkarimi , Ibrahim und Cliver, 2007). 2010).

Im Allgemeinen bestehen die in Ingwer enthaltenen chemischen Verbindungen aus ätherischem Öl, nichtflüchtigem Öl und Stärke. Ätherisches Öl ist eine Art flüchtiges Öl und eine Komponente, die einen unverwechselbaren Geruch verleiht. Der Gehalt an nichtflüchtigem Öl wird Oleoresin genannt, eine Komponente, die einen bitteren und würzigen Geschmack verleiht (Putri, 2014).

Laut Hariana (2002) in Putri (2014) variiert der Oleoresingehalt von Ingwer. Ingwer-Oleoresin kann je nach Ingwersorte bis zu 3 % erreichen. Roter Ingwer hat aufgrund seines höheren Oleoresingehalts im Vergleich zu anderen Ingwersorten eine höhere Schärfe. Verbindungen aus Ingwer mit antimikrobieller Wirkung sind ätherische Öle, die aus folgenden Wirkstoffen bestehen: -Bisabolen, -Farnesene, Sesquiphelandren, Zingiberen, Zingeron, Oleoresin, Kamfena, Limonen, Borneol, Cineol, Sitral, Zingiberal, Felandren, Vitamine A, B und C sowie Flavonoid- und Polyphenolverbindungen. Diese Wirkstoffe enthalten phenolische Verbindungen, die die Plasmamembran von Bakterienzellen schädigen und den Gerinnungsprozess von Bakterienzellen stören (Astuti, 2000 in Hanief, 2013).

Die Hauptbestandteile von Ingweroleoresin sind Phenolderivate wie Gingerol und Shogaol, die als antimikrobielle Verbindungen verwendet werden können (Putri, 2014). Rotes Ingwer-Rhizom enthält Gingerol, das eine antimikrobielle Aktivität hat. Diese Sekundärmetaboliten können das Wachstum

von Krankheitserregern hemmen, die für das menschliche Leben schädlich sind, darunter *Escherichia coli* und *Bacillus subtilis*-Bakterien sowie mehrere andere Mikroben (Handrianto, 2016). Gingerol ist eine von Phenol abgeleitete Verbindung, die durch einen Adsorptionsprozess mit Wasserstoffbrückenbindungen mit Bakterienzellen interagiert (Megasari, 2015).

Roter Ingwer ist einer der Inhaltsstoffe, die als natürliches antimikrobielles Mittel verwendet werden können. Mehrere Studien haben gezeigt, dass roter Ingwer pathogene Bakterien und Lebensmittelverderber wie *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridans*, *Candida albicans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium* und *Pseudomonas aeruginosa* hemmen und abtöten kann. Dies liegt daran, dass roter Ingwer sekundäre Stoffwechselverbindungen enthält, die das Bakterienwachstum hemmen können, nämlich ätherische Öle und von Phenolen abgeleitete Verbindungen (Sari, 2013). Der Gehalt an ätherischen Ölen in rotem Ingwer hemmt oder tötet das mikrobielle Wachstum, indem er in den Prozess der Zellwandbildung eingreift, so dass die Zellwand nicht geformt oder auch gebildet wird, aber unvollständig (Ajizah, 2004). Flavonoide, die Phenolderivate sind, interagieren mit mikrobiellen Zellen, bilden einen Phenol-Protein-Komplex, dem dann das Eindringen von Phenol in die Zellen folgt, und verursachen eine Proteinkoagulation, so dass die Zellmembran lysiert wird (Hertianti, Palupi, Sanliferianti und Nurwindasari, 2003).

Antimikrobielle Mittel neben Chitosan können auch aus natürlichen Pflanzeninhaltsstoffen gewonnen werden, die bei der Herstellung von essbaren Beschichtungen hinzugefügt werden können, diese natürlichen Inhaltsstoffe werden aus der Verwendung von rotem Ingwerextrakt gewonnen. Laut Sari



(2013) ist der Gehalt an Sekundärmetaboliten in Ingwerpflanzen Teil der Flavonoid-, Phenol-, Terpenoid- und ätherischen Ölgruppen. Frischer Extrakt aus Ingwer-Rhizom enthält mehrere flüchtige Ölkomponenten, bestehend aus -Pinen, Champhen, Caryophyllen, -Pinen, -Farnesen, Cineol, DL-Kampfer, Isokaryophyllen, Caryophyllen-Oxid und Germacron, die antimikrobielle Mittel produzieren können, um das mikrobielle Wachstum zu hemmen ( Mulyani, 2010 in Sari, 2013).

## 2.10. Glycerin

Glycerin als Weichmacher ist ein Inhaltsstoff, der den Zutaten zum Bilden von essbaren Beschichtungen zugesetzt wird. Seine Verwendung kann die Flexibilität erhöhen und intermolekulare Kräfte entlang der Polymerkette verringern, sodass die Beschichtung beim Biegen flexibel ist (Garcia, in Rodriguez, 2006). Weichmacher ist als nichtflüchtige Substanz definiert und hat einen hohen Siedepunkt, der, wenn er anderen Materialien zugesetzt wird, die physikalischen Eigenschaften des Materials verändern kann. Weichmacher ist ein nichtflüchtiges Material, kann die Dimensionsstruktur von Objekten verändern, Kettenbindungen zwischen Proteinen reduzieren und Leerstellen im Produkt füllen (Banker, 1966, Yoshida und Antunes, 2003 in Murni, 2013). Essbare Beschichtungen müssen eine gute Elastizität und Flexibilität, eine geringe Sprödigkeit und eine hohe Zähigkeit aufweisen, mit dem Ziel, ein Reißen während der Handhabung und Lagerung zu verhindern. Daher werden Weichmacher mit kleinem Molekulargewicht (nichtflüchtig), wie Stärke, Pektin, Gel und Protein, üblicherweise als Lösung zu der Hydrokolloid-Überzugsformation zugegeben, um die Flexibilität des essbaren Überzugs zu modifizieren.

Damat (2008) schlug vor, dass die physikalischen Eigenschaften essbarer



Beschichtungen von der Art des Materials und der Art und Konzentration von Weichmachern beeinflusst werden. Weichmacher aus der Gruppe der Polyhydric (Liu, 2005 in Arriany 2009), verwendet Glycerin als Weichmacher (Gehalt zwischen 20-70%) für essbare Beschichtungen auf Basis einer Mischung aus Stärke (Stärke), Gelatine und Natriumalginat. Der Weichmacher dient zur Erhöhung der Elastizität, indem er den Grad der Wasserstoffbindung verringert und den intermolekularen Abstand des Polymers erhöht. Die Anforderung an Weichmacher, die als Weichmacher verwendet werden sollen, ist, dass sie stabil (inert) sind, das heißt, dass sie nicht durch Hitze und Licht abgebaut werden, die Farbe des Polymers nicht verändern und keine Korrosion verursachen. Ein bisher weit verbreiteter Weichmachertyp ist Glycerin. Glycerin ist sehr effektiv bei der Verbesserung der plastischen Eigenschaften von Beschichtungen, da es ein geringes Molekulargewicht hat (Huri und Fitri, 2014). Weichmacher sind organische Materialien mit niedrigem Molekulargewicht, die zugesetzt werden, um die Steifheit des Polymers zu schwächen (Ward und Hadley, 1993) und gleichzeitig die Flexibilität und Dehnbarkeit zu erhöhen (Ferry, 1980).

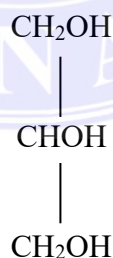


Abbildung 3. Struktur von Glycerin

Glycerin ist ein Wasseralkohol. Ein anderer Name für Glycerin ist 1,2,3-Propantriol. Physikalische Eigenschaften von Glycerin ist farblos, geruchlos, süß im Geschmack, in Form von flüssigem Sirup, schmilzt bei 17,8 °C, siedet bei 290 °C und ist in Wasser und Ethanol löslich. Glycerin ist hygroskopisch, da es

Wasser aus der Luft aufnimmt. Diese Eigenschaft macht Glycerin als Feuchtigkeitsspender in Kosmetika einsetzbar. Glycerin kommt in Form von Estern (Glyceriden) in allen tierischen, pflanzlichen Fetten und Ölen vor (Ningsih, 2015). Glycerol ist eine Art Weichmacher, der hydrophil ist, Polarität hinzufügt und leicht in Wasser löslich ist (Huri und Nisa, 2014 in Ningsih, 2015). Mehrere Arten von Weichmachern, die bei der Herstellung von essbaren Beschichtungen verwendet werden können, sind Glycerin, Bienenwachs, Polyvinylalkohol, Sorbit und andere.

Glycerin kommt in Form einer Mischung aus tierischen Fetten oder Pflanzenölen vor. Glycerin kommt selten in Form von freiem Fett vor. Es kommt jedoch normalerweise als Triglyceride gemischt mit verschiedenen Fettsäuren wie Stearinsäure, Palmitinsäure, Laurinsäure und einigen Fetten vor. Einige Öle aus Kokosnuss, Palm, Kapok, Raps und Oliven produzieren höhere Mengen an Glycerin als einige tierische Fette, Talg und Schmalz. Glycerin wird auch wissenschaftlich als Triglycerid in allen Arten von Tieren und Pflanzen in Form von Lipiden wie Lecithin und Kephalin gefunden (Mirzayanti, 2013). Das zulässige Glycerin, das Lebensmitteln zugesetzt werden darf, ist Glycerin mit einer maximalen Konzentration von 10 mg/m<sup>3</sup>. Basierend auf den Daten des Materialsicherheitsdatenblatts (MSDS). Die Zugabe von übermäßigem Glycerin verursacht einen süß-bitteren Geschmack der Zutaten.

Die Zugabe von Glycerin als Weichmacher in essbaren Beschichtungen ergibt eine flexiblere und glattere Beschichtung. Außerdem kann Glycerin die Durchlässigkeit der Beschichtung für Gase, Wasserdampf und gelöste Stoffe erhöhen (Winarno, 1995 in Khotimah, 2006). Die Verwendung von Glycerin als Weichmacher wurde von Forschern weithin verwendet. Laut Coniwanti (2014)

wirkt sich die Zugabe von Glycerin zu essbaren Beschichtungen stark auf die verwendeten Rohstoffe wie Chitosan und Stärke aus. Gegenüber Lösungsmitteln wie Sorbit ist Glycerin vorteilhafter, da es sich leicht in Beschichtungslösungen einmischen und in Wasser lösen lässt (hydrophil). Inzwischen ist Sorbit schwierig zu mischen und kristallisiert leicht bei Raumtemperatur.

Ein weiterer Vorteil von Glycerin besteht darin, dass es sich um ein organisches Material mit niedrigem Molekulargewicht handelt, sodass die Zugabe von Rohstoffen die Steifheit des Polymers verringern und gleichzeitig die Flexibilität von essbaren Beschichtungen erhöhen kann. Die Verwendung von Glycerin in der industriellen Welt ist sehr groß und vielfältig, was dazu führt, dass sein Preis auf dem Markt sehr hoch ist. Einer von ihnen wird als Feuchtigkeitsspender bei der Tabaklagerung vor der Verarbeitung verwendet. Feuchtigkeitsspendende Eigenschaften entstehen durch die Hydroxylgruppen, die Wasserstoff und Wasser binden können und so die Verdunstung des Wassers verhindern. Glycerin wird auch oft kosmetischen Hilfsmitteln zugesetzt, das die Hautfeuchtigkeit erhalten soll. In der pharmazeutischen Industrie wird Glycerin häufig als Lösungsmittel verwendet. In der Leimindustrie wird Glycerin verwendet, um ein schnelles Trocknen des Leims zu verhindern.

Glycerin wird auch verwendet, um die Flexibilität in der Papier-Kunststoff-Industrie zu erhalten. In der Lebensmittelindustrie wird Glycerin häufig als Süßstoff verwendet. Das wichtigste Glycerinderivat ist Nitroglycerin, das zur Herstellung von Sprengstoffen verwendet wird (Mirzayanti, 2013). Das Glycerin wird den Zutaten zugesetzt, so dass das Chitosan als Pertilizer wirken oder die Poren in der Chitosanlösung schließen kann.

## 2.11. CMC (*Carboxy Methyl Cellulosa*)

CMC (*Carboxy Methyl Cellulosa*) ist ein mit alkalischer Chloressigsäure umgesetztes Cellulosederivat. Die Grundstruktur von Carboxymethylcellulose ist – 1,4-Glucopyranose, ein Cellulosepolymer. Carboxymethylcellulose hat eine kürzere Moleküllänge als reine Cellulose (Yissa, 2009). CMC ist ein Derivat der Zellulose und wird häufig in der Lebensmittelindustrie verwendet, um eine Retrogradation zu verhindern.

Retrogradation ist die Wiedervereinigung (Bindung) von Amylosemolekülen, die aus den zerbrochenen Stärkekörnern (während der Gelatinierung) als Ergebnis einer Temperaturabnahme, der Bildung von Mikrokristallnetzen und der Ablagerung von Carboxymethylcellulose (CMC) austreten, die linear ist Polymerether und ist eine Verbindung, Anionen, die biologisch abbaubare, geruchlose, farblose, ungiftige, wasserlösliche Körnchen oder Pulver sind (Nispero-Carriedo, 1994). CMC ist auch eine vielseitige Verbindung, die wichtige Eigenschaften wie Löslichkeit, Rheologie und Adsorption an der Oberfläche aufweist (Deviwings, 2008). CMC hat einen pH-Bereich von 6,5 – 8,0 und ist im pH-Bereich von 2–10 stabil, reagiert mit Salzen und Schwermetallen und bildet so eine wasserunlösliche, transparente Beschichtung, die nicht mit organischen Verbindungen reagiert. CMC wirkt in Lösung als Emulgator und Stabilisator. Santoso (2004) stellte fest, dass die Hydrokolloid-Emulsion (Na-CMC) in dem System nicht als Emulgator fungiert, sondern eher als eine Verbindung, die Stabilität verleiht. Der Zusatz von Na-CMC dient als Verdickungsmittel mit dem Ziel, ein kolloidales Dispersionssystem zu bilden und die Viskosität zu erhöhen. In Gegenwart von Na-CMC werden die suspendierten Partikel im System eingeschlossen oder bleiben an Ort und Stelle



und setzen sich nicht unter dem Einfluss der Schwerkraft ab (Potter, 1986). Die Funktion von CMC ist als Verdickungsmittel, Stabilisator, Geliermittel, als Emulgator und kann in einigen Fällen die Ausbreitung von im Material enthaltenen Antibiotika ausgleichen (Winarno, 1984).

Der Verdickungsmechanismus von Na-CMC folgt der Form einer ausgedehnten oder gestreckten Bandkonformation (Bandtyp). Dieser Typ wird aus 1,4-D-Glucopyranosyl gebildet, also aus der Zellulosekette. Die Konformationsform der Bande ist auf die Verbindung der geometrischen Zickzackbindungen des Monomers mit einer Wasserstoffbrücke mit einem anderen 1,4-D-Glucopyranosyl zurückzuführen, wodurch bewirkt wird, dass die Anordnung stabil ist. Na-CMC, das ein Cellulosederivat ist, verleiht dem Produkt Stabilität, indem es Wasser einfängt, indem es Wasserstoffbrücken mit anderen Na-CMC-Molekülen bildet (Belitz und Grosch, 1986). Einer der häufig verwendeten Zusatzstoffe ist CMC (Carboxy Methyl Cellulosa) (Deviwings, 2008). Die vom Gesundheitsminister der Republik Indonesien zugelassene Verwendung von CMC als Stabilisator, Verdickungsmittel, Entwickler, Emulgator und Geliermittel beträgt 1-2 %. Dies ist in PP Nr.235/Menkes/Per/VI/1979 geregelt. Aufgrund seiner breiten Anwendung, Benutzerfreundlichkeit und seines günstigen Preises ist CMC zu einer der gefragtesten Substanzen geworden. Die Entwicklung des Lebensstils der Menschen bei der Herstellung von Lebensmittelprodukten ist heute erforderlich, um nicht nur die erforderliche Menge, sondern auch die von den Verbrauchern gewünschte Qualität zu erfüllen. Um diese Qualität zu verbessern, werden im Produktionsprozess verschiedene Zusatzstoffe zugesetzt. CMC ist als Additiv für Chitosan nützlich, damit das Chitosan stabil ist und dicker aussieht.



## V. FAZIT UND ANREGUNG

### 1.1. Fazit

Aus den Ergebnissen dieser Forschung lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Die Anwendung von Garnelenschalenabfällen hatte keine signifikante Wirkung auf Gewichtsverlust, Farbttest und Texturtest, hatte jedoch eine signifikante Wirkung auf den Gesamtsäure- und Vitamin C-Gehalt von Pfeffer mit K1-Behandlung.
2. Die Anwendung von rotem Ingwerextrakt hatte keine signifikante Wirkung auf Gewichtsverlust, Farbttest und Texturtest, Gesamtsäure- und Vitamin C-Gehalt von Pfeffer.
3. Die Wirkung zwischen Garnelenschalenabfall und rotem Ingwerextrakt hatte keine signifikante Wirkung auf Gewichtsverlust, Farbttest und Texturtest, Gesamtsäure und Vitamin C-Gehalt von Pfeffer.

### 1.2. Anregung

1. Es ist besser, eine andere essbare Beschichtungsmethode zu verwenden, da die Färbemethode für Pfeffer nach der Ernte nicht geeignet ist.
2. Nach dem Auftragen der essbaren Beschichtung auf die Frucht, es ist darauf zu achten, dass die Fruchtstiele während der Lagerzeit vollständig trocken sind, da die Tauchmethode bei Pfeffer nicht wirksam ist und es zu Staunässe/Stagnation der Fruchtstiele kommen kann.
3. In weiteren Untersuchungen wird empfohlen, Chitosan in Überzügen, insbesondere auf Pfeffer, voll auszuschöpfen. Die beste Konzentrationsstufe liegt bei 4,88 % bei der Aufrechterhaltung des

Gesamtsäurespiegeltests und die beste maximale Konzentrationsstufe bei  
4,77 % bei der Aufrechterhaltung des Vitamin-C-Tests.

