

**IMPROVING THE CONSUMPTION PATTERN, DIETARY ASSESSMENT TOOL,
AND FOOD QUALITY: AN INTEGRATED APPROACHES TO ENHANCE
NUTRITION SECURITY IN INDONESIA**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

**Fakultät Naturwissenschaften
Universität Hohenheim**

Institut für Biologische Chemie und Ernährungswissenschaft

vorgelegt von

Ignasius Radix Astadi Praptono Jati

aus Yogyakarta, Indonesien

2013

CHAPTER VIII

SUMMARY

One of the problems in nutrition security is micronutrient deficiencies, also widely known as hidden hunger, which is a condition where the intake of micronutrients and vitamins are below the amount required. Hidden hunger is believed to cause more detrimental effects on mental and physical development compared to calorie hunger and also to create lasting damage on the body.

This research was designed to fight against the hidden hunger condition in Indonesia that until now has not been clearly identified and appropriately addressed. Integrated approaches to cope with the challenge are the focus of this thesis: to alleviate hidden hunger in Indonesia by evaluating the micronutrient intake deficiency based on food consumption patterns in Indonesia, designing and validating computer based software (CIMI) to calculate inadequate micronutrient intake, analyzing the nutrient density, nutrient adequacy score and energy density of Indonesian foods, formulating a balance diet from commonly consumed Indonesian foods using linear programming, and investigating nutritional quality of sweet potato and colored rice as potential substitute foods for white rice.

Dietary patterns of Indonesians were analyzed from Indonesian socio economic surveys and the guidelines of balance diet for Indonesians. The results showed that white rice is the most prominent food in the diet, with limited quantity of other foods such as animal-based foods, vegetables and fruits. Calculation of micronutrient intake indicated that there were deficiencies on the intake of iron, zinc, and vitamin A. The monotonous white-rice-based diet made the rice the highest contributor of daily iron and zinc intake. However, the requirements could not be fulfilled because rice is not a rich source of iron and zinc. For vitamin A, there was no contribution from rice. Therefore, the vitamin A

intake was inadequate compared to the recommendation. Consequently, the dependency on white rice can potentially lead to a hidden hunger condition that needs to be addressed.

One among the factors that make the analysis of hidden hunger difficult is the lack of a simple and easy to use program to calculate the nutrient intake. This research designed and validated a new program based on Indonesian traditional dietary patterns called *Calculator of Inadequate Micronutrient Intake (CIMI)*. This program was validated using data from two age groups (children and adult females) which were collected from different locations (West Timor and Malang district, Indonesia). The result was compared to the calculation made by Nutrisurvey (NS), version 2007. The results showed that the average intake of iron, zinc, and vitamin A calculated by CIMI was similar to NS. The numbers of individuals who have inadequate intake of nutrients was also similar between CIMI and NS. Meanwhile, the distribution of the ratio (CIMI vs NS) of nutrient intake was equal to 1, indicating that both results are similar. The correlation coefficients of nutrient intake calculated by CIMI and NS were high. Moreover the high predictive value showed that the ability of CIMI to calculate the micronutrient intake is similar to NS. Based on the result, CIMI could be used to calculate the energy and nutrient intakes, percent of nutrient fulfillment compared to the recommendation, and percentage of different sources of energy and nutrients in daily diet

In this thesis, analyses on nutrient density (ND) and nutrient adequacy score (NAS) of Indonesian foods were done. The result revealed that rice as the major food has a low score on both nutrient density and nutrient adequacy score. Healthy foods which have high NS and NAS in term of iron, zinc, and vitamin A, such as sweet potatoes from the staple food group, spinach, cassava leaves, and green cabbage from vegetables group, and liver and meat from animal-based food group, were foods which are consumed in low

quantities in the Indonesian traditional diet. An approach to formulate the diet using foods that are available was also done by linear programming (LP). With regard to the palatability constraint, balanced diet can be easily formulated. Therefore the utilization of LP can be helpful to formulate a balanced diet based on the financial ability of household to buy foods.

This thesis investigated orange-fleshed (OS) and purple-fleshed (PS) sweet potatoes, two varieties of black rice (*Oryza sativa* var. *jowo* and *Oryza sativa* var. *n790*) and red rice (*Oryza sativa* var. *mandel*) as potential substitutes for white rice. All of the foods have higher iron and zinc contents compared to white rice. The pro-vitamin A contents were also higher, especially OS. Meanwhile, all of the foods have high tocopherol content as a source of vitamin E. Moreover, bioactive compounds especially anthocyanin and phenolic were found in high quantity which resulted in the ability of food to act as antioxidant that is well known to have beneficial effect on human health, as shown by FRAP and superoxide radical scavenging methods. Further analysis on the effect of boiling on such parameters revealed that there was no significant change in iron and zinc contents. Meanwhile, some carotenoids were increased. Even though, bioactive compound and antioxidant activity were decreased, however ability to act as antioxidant was still apparent.

The results indicate that integrated approaches are needed to fight against hidden hunger. Therefore nutritional education, all together with appropriate evaluation of inadequate nutrient intake and utilization of nutrient rich neglected staple foods are recommended to become a focus for researcher, government, and policy makers to alleviate hidden hunger in Indonesia

CHAPTER IX

ZUSAMMENFASSUNG

Ein im Rahmen der Ernährungssicherheit aktuell diskutiertes Problem ist das Phänomen des Hidden Hunger (versteckter Hunger). Dieser Begriff bezeichnet eine unzureichende Versorgung mit Mikronährstoffen und Vitaminen, die in der Folge zu Beeinträchtigungen in der körperlichen und geistigen Entwicklung führen können. Da dies zu bleibenden Schäden führen kann, geht vom Hidden Hunger sogar möglicherweise eine größere Gefahr für die Gesundheit aus, als dies bei einem „einfachen“ Hunger, also einer hypokalorischen Ernährung, der Fall ist.

Bislang existieren keine umfassenden Untersuchungen zu einem möglichen Mikronährstoffmangel in Indonesien. Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, die aktuelle Lage in dieser Region zu untersuchen und mit Hilfe integrativer Ansätze Möglichkeiten zur Verbesserung der Situation zu finden. Dies soll erreicht werden, indem anhand eines Rasters für den Nahrungsmittelverbrauch die Lücken in der Mikronährstoffzufuhr abgeschätzt werden. Die hierbei ermittelten Daten stellen die Grundlage für die Entwicklung und Validierung einer Software (CIMI) dar, mit deren Hilfe in der Folge die Situation der Mangelversorgung mit bestimmten Nährstoffen abgeschätzt werden kann. Weiterhin soll die Nährstoffdichte, der „nutrient adequacy score“ und die Energiedichte indonesischer Lebensmittel untersucht werden, um auf dieser Basis mittels linearer Programmierung einen Vorschlag für eine ausbalancierte Diät aus lokalen Lebensmitteln erstellen zu können. Schließlich soll in dieser Arbeit der Nährwert der Süßkartoffel sowie farbiger Reissorten als möglicher Ersatz-Lebensmittel für weißen Reis untersucht werden.

Die Analyse der Ernährungsgewohnheiten in Indonesien erfolgte mittels sozio-ökonomischer Surveys und anhand der Richtlinien für eine ausgewogene Ernährung in Indonesien. Hierbei erwies sich weißer Reis als Hauptnahrungsmittel bei gleichzeitig begrenzter Zufuhr anderer Nahrungsmittel wie z.B. tierischer Lebensmittel sowie Obst

und Gemüse. Die errechnete Mikronährstoffzufuhr wies auf eine mangelhafte Versorgung mit Eisen, Zink und Vitamin A hin. Aufgrund der einseitigen auf weißem Reis basierenden Ernährungsweise ist dieser als Hauptlieferant für Eisen und Zink anzusehen. Da Reis allerdings nur geringe Mengen dieser Mikronährstoffe enthält, kann eine Bedarfsdeckung auf diesem Wege nicht erreicht werden. Auch die Versorgung mit Vitamin A ist mittels weißem Reis nicht möglich, da dieser kein Vitamin A enthält. Die Abhängigkeit von weißem Reis als Hauptnahrungsmittel kann daher zu einem Mikronährstoffmangel führen, was zukünftig Berücksichtigung finden sollte.

Eine Schwierigkeit bei der Untersuchung von Hidden Hunger ist die Tatsache, dass ein einfach zu bedienendes Programm zur Berechnung der Nährstoffzufuhr bislang fehlt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher die auf den traditionellen Ernährungsmustern Indonesiens basierende Software *Calculator of Inadequate Micronutrient Intake (CIMI)* entwickelt und validiert. Die Validierung erfolgte mit Hilfe von Daten aus zwei verschiedenen Altersklassen (Kinder und erwachsene Frauen) und zwei verschiedenen Regionen (West Timor und Malang-Region, Indonesien). Das erhaltene Ergebnis wurde mit dem Ergebnis des bestehenden Nutrisurvey (NS) in der Version von 2007 verglichen. Es zeigte sich, dass sowohl die durch CIMI berechnete durchschnittliche Aufnahme an Eisen, Zink und Vitamin A als auch die Anzahl der unterversorgten Individuen mit den Ergebnissen aus dem NS vergleichbar waren. Weiterhin war die Verteilung der Ratio von CIMI vs. NS hinsichtlich der Nährstoffzufuhr nahe bei eins, so dass davon ausgegangen werden kann, dass CIMI und NS gleichgesetzt werden können. Dies wird auch durch die Tatsache bestätigt, dass die berechneten Korrelationskoeffizienten für die Nährstoffzufuhr bei einem Vergleich von CIMI und NS ebenfalls hoch waren. Des Weiteren beweist der hohe Vorhersagewert, dass die Mikronährstoffzufuhr über CIMI in

gleichem Maße berechnet werden kann wie über NS. CIMI kann daher zur Berechnung von Energie- und Nährstoffzufuhr, prozentualer Deckung des Tagesbedarfs sowie zur Ermittlung des prozentualen Anteils der einzelnen Nahrungsmittel an der täglichen Versorgung mit Energie und Nährstoffen verwendet werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden weiterhin Analysen zur Nährstoffdichte (ND) indonesischer Lebensmittel sowie zu deren „nutrient adequacy score“ (NAS) durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass das Hauptnahrungsmittel Reis einen niedrigen Score sowohl für ND als auch für NAS aufweist. Gesunde Nahrungsmittel mit hoher ND und NAS in Bezug auf Eisen, Zink und Vitamin A wie z.B. die Süßkartoffel als Vertreter der Gruppe der Grundnahrungsmittel oder die Gemüsesorten Spinat, Cassava-Blätter und Grünkohl sowie Leber und Fleisch als Vertreter der Gruppe der tierischen Lebensmittel werden in der traditionellen indonesischen Ernährung nur in geringen Mengen verzehrt. Basierend auf diesen Daten wurde eine Methode zur Erstellung eines Ernährungsplanes mittels linearer Programmierung (LP) entwickelt. Diese erlaubt eine leichte Erstellung einer ausbalancierten Diät unter Berücksichtigung der jeweiligen Ernährungsvorlieben. Die Verwendung von LP kann daher bei der Erstellung eines ausbalancierten Ernährungsplanes unter gleichzeitiger Berücksichtigung der finanziellen Möglichkeiten des jeweiligen Haushaltes hilfreich sein.

Als mögliche Ersatzlebensmittel für weißen Reis wurden in dieser Arbeit orange-farbige (OS) und violett-farbige (PS) Süßkartoffeln, zwei verschiedene Sorten von schwarzem Reis (*Oryza sativa* var. *jowo* und *Oryza sativa* var. *n790*) sowie roter Reis (*Oryza sativa* var. *mandel*) untersucht. Alle diese Lebensmittel enthalten höhere Mengen an Eisen und Zink als weißer Reis. Auch der Gehalt an Provitamin A ist deutlich höher, vor allem in OS. Zusätzlich enthalten alle diese Lebensmittel hohe Mengen an

Tocopherol, was sie zu einer guten Quelle für Vitamin E macht. Die außerdem in hohen Konzentrationen enthaltenen bioaktiven Substanzen wie Anthocyane und Phenole ermöglichen eine antioxidative Wirkung dieser Lebensmittel, was über den FRAP-Assay und die Superoxid-Scavenging-Methode nachgewiesen werden konnte. Untersuchungen zur Beeinflussung all dieser Parameter durch vorheriges Kochen der Lebensmittel zeigte, dass sich weder die Eisen- noch die Zink-Level veränderten. Bei den Carotinoiden kam es sogar zu einer Erhöhung. Die antioxidative Kapazität der bioaktiven Substanzen wurde durch das Kochen zwar verringert, blieb aber dennoch in gewissem Maße erhalten.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass für den Kampf gegen Hidden Hunger integrierte Ansätze erforderlich sind. Aus diesem Grund sollte die Ernährungserziehung zusammen mit einer angemessenen Evaluierung über die unzureichende Nährstoffzufuhr und die Verwendung nährstoffreicher, bislang vernachlässigter Grundnahrungsmittel in den Fokus der Wissenschaftler, Regierungen und Entscheidungsträgern rücken, um Hidden Hunger in Indonesien lindern zu können.