

# A PICTORIAL GUIDE TO EUCHEUMATOID SEAWEED CULTIVAR DEVELOPMENT FROM WILD POPULATIONS

## PANDUAN BERGAMBAR PEMBANGUNAN KULTIVAR RUMPAI LAUT EUKEUMATOID DARI POPULASI LIAR



NURULAFIFAH YAHYA  
POONG SZE WAN  
JULIET BRODIE  
ELIZABETH COTTIER-COOK  
AZHAR KASSIM  
LIM PHAIK EEM

A pictorial guide to eucheumatoid  
seaweed cultivar development from  
wild populations

Panduan bergambar pembangunan  
kultivar rumpai laut eukeumatoid  
dari populasi liar

Published by

Institute of Ocean and Earth Sciences  
Universiti Malaya  
50603 Kuala Lumpur, Malaysia  
<https://ioes.um.edu.my>



In collaboration with



Funded by



Department  
for Environment  
Food & Rural Affairs

**e ISBN:** 978-967-26257-6-6

**Copyright 2023**

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any information storage or retrieved system, without written permission from the authors.

# PREFACE

Euchematoids are tropical red seaweeds commercially cultivated for carrageenan, a hydrocolloid widely used in the food and cosmetics industries. Farming of these seaweeds started in the 1970s in Southeast Asia. *Kappaphycus* (trade name: cottonii) and *Eucheuma denticulatum* (trade name: spinosum) are the commonly cultivated species which have similar cultivation methods.

Seaweeds form some of the most productive marine systems. They support an immense diversity of species, provide ecosystem services and, as major carbon sinks, play an important role in mitigating climate change. Seaweed cultivation offers the potential for a nature-based, carbon neutral and climate resilient solution to restore seaweed communities globally. Upscaling seaweed production offers a new, powerful approach to enhance community resilience, re-build natural seaweed communities, increase biodiversity and enhance ecosystem services, such as carbon sequestration. It can also provide a socially acceptable means of restoring a communities' local environment whilst maintaining sustainable livelihoods.

Nevertheless, the industry is undergoing challenges with increases in pests and diseases due to the impact of accelerating climate change, loss of genetic diversity and biosecurity issues. Introduced cultivars present the risk of bringing pathogens, parasites and non-native species, with escapees potentially competing or hybridizing with wild species/strains. This is leading to dramatic declines in yield, notably in the major Southeast Asia seaweed producing countries, with catastrophic socio-economic impacts on communities reliant on seaweed production. Similarly, seaweed production in Malaysia has declined by 45% between 2012 and 2020. To address these challenges, there is an urgent need for new temperature resilient cultivars, derived from indigenous wild stocks, to be brought into cultivation to enhance the climate resilience of cultured stocks.

In collaboration with the indigenous seaweed farming communities in Malaysia, this project sets out to collect populations from the wild for potential domestication at a research farm. At the same time, some of the wild seaweeds were brought to the laboratory for high temperature resilience studies to identify temperature resilient strains that could potentially be used as new farm cultivars.

# PRAKATA

Eukeumatoid ialah rumpai laut merah tropika yang ditanam secara komersial untuk karagenan iaitu hidrokoloid yang digunakan secara meluas dalam industri makanan dan kosmetik. Penanaman rumpai laut ini bermula pada tahun 1970-an di Asia Tenggara. *Kappaphycus* (nama dagangan: cottonii) dan *Eucheuma denticulatum* (nama dagangan: spinosum) ialah spesies yang biasa ditanam dan mempunyai kaedah penanaman yang hampir sama.

Rumpai laut membentuk beberapa sistem marin yang paling produktif. Mereka menyokong kepelbagaian spesies yang tinggi, menyumbang kepada perkhidmatan ekosistem, dan sebagai sinki karbon utama, memainkan peranan penting dalam mengatasi perubahan iklim. Penanaman rumpai laut menawarkan penyelesaian berasaskan alam semula jadi, neutral karbon dan berdaya tahan iklim untuk memulihara komuniti rumpai laut di seluruh dunia. Peningkatan pengeluaran rumpai laut menawarkan pendekatan baharu yang berupaya untuk menambah baik daya tahan komuniti, membina semula komuniti rumpai laut semula jadi, serta meningkatkan biodiversiti dan perkhidmatan ekosistem seperti penyerapan karbon. Ianya juga merupakan kaedah yang boleh diterima secara sosial untuk memulihkan persekitaran setempat komuniti, di samping menjamin kelestarian pendapatan.

Namun begitu, industri ini sedang menghadapi cabaran dengan peningkatan serangan perosak dan penyakit akibat impak perubahan iklim yang semakin ketara, kehilangan kepelbagaian genetik dan isu biosekuriti. Kultivar yang diperkenalkan berisiko membawa masuk patogen, parasit dan spesies asing, dan kultivar yang terlepas dari ladang berpotensi bersaing atau berkacuk dengan spesies/strain liar. Hal ini telah membawa kepada kemerosotan dalam pengeluaran, terutamanya di negara-negara pengeluar utama rumpai laut di Asia Tenggara, yang turut menjejaskan sosio-ekonomi komuniti yang bergantung kepada pengeluaran rumpai laut. Begitu juga, pengeluaran rumpai laut di Malaysia telah merosot sebanyak 45% antara tahun 2012 dan 2020. Untuk menangani cabaran ini, terdapat keperluan mendesak untuk mencari kultivar baharu daripada stok liar tempatan yang berdaya tahan terhadap peningkatan suhu, untuk ditanam secara komersial di ladang.

Melalui kerjasama dengan komuniti penanam rumpai laut tempatan di Malaysia, projek ini bertujuan untuk mendapatkan populasi liar untuk ditanam di ladang percubaan. Pada masa yang sama, sebahagian rumpai laut liar dibawa ke makmal untuk kajian ketahanan suhu tinggi bagi mengenal pasti strain yang mempunyai daya tahan terhadap suhu tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai kultivar ladang baharu.



# ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) for funding the Global Centre on Biodiversity for Climate (GCBC) project (SCG22001; IF041-2022): **Innovative Seaweed Aquaculture: A Nature Based Solution for Biodiversity Restoration & Poverty Alleviation in a Time of Accelerating Global Climate Change** which resulted in the publication of this guidebook.

This work is partially supported by the Ministry of Higher Education Malaysia through the Higher Institution Centre of Excellence (HiCoE) project (IOES-2014H) in the form of infrastructure and facilities.

We express our utmost appreciation to Mr. Sazali Binsali, officers of the Department of Fisheries Sabah (Mr. Nor Sri Shahrizan, Mr. Melvin Kinsuat), Ali Maulana Mohd Yusah, Muhammad Azam Asri, and the local Suluk farmer Mr. Fadzri Abd. Jauhari and his family for their kind assistance during fieldwork in Semporna, Sabah.



# PENGHARGAAN

Pengarang ingin menzahirkan penghargaan kepada UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) di atas tajaan kepada projek GCBC (SCG22001; IF041-2022): **Innovative Seaweed Aquaculture: A Nature Based Solution for Biodiversity Restoration & Poverty Alleviation in a Time of Accelerating Global Climate Change** yang membolehkan penerbitan buku panduan ini.

Karya ini sebahagiannya disokong oleh Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia melalui projek Pusat Kecemerlangan Institusi Tinggi (HICoE) (IOES-2014H) dalam bentuk infrastruktur dan kemudahan untuk penyelidikan.

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada Encik Sazali Binsali, pegawai-pegawai Jabatan Perikanan Sabah (En. Nor Sri Shahrizan, En. Melvin Kinsuat), Ali Maulana Mohd Yusah, Muhammad Azam Asri, dan penanam ladang rumput laut tempatan En. Fadzri Abd. Jauhari di atas bantuan mereka dalam menjalankan kerja lapangan di Sabah.



# TABLE OF CONTENTS

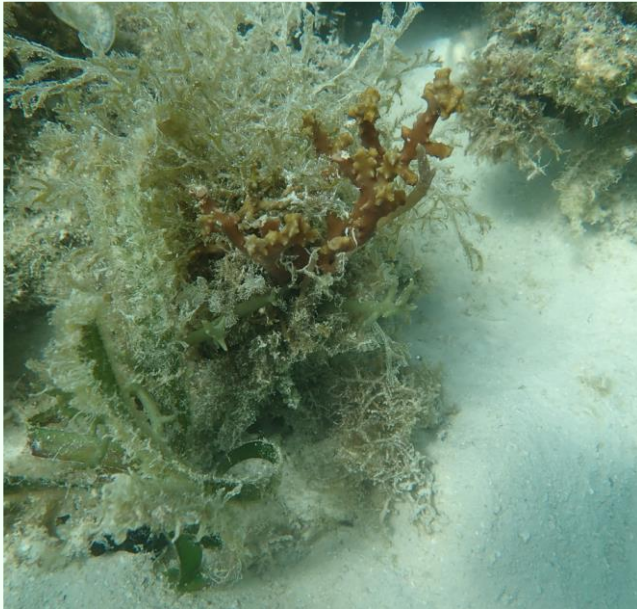
## ISI KANDUNGAN

1	Preface   Prakata	1
2	Acknowledgements   Penghargaan	3
3	Table of contents   Isi kandungan	5
4	Chapter 1. Wild eucheumatoids: where to find them Bab 1. Eukeumatoid liar: di mana boleh dijumpai	6
5	Chapter 2. Sample collection: how to collect effectively Bab 2. Pengambilan sampel: bagaimana mendapatkan sampel secara efektif	8
6	Chapter 3. Acclimatization of samples at the farm Bab 3. Aklimatisasi sampel di ladang	10
7	Chapter 4. A success story Bab 4. Sebuah kisah kejayaan	22
8	Chapter 5. Laboratory-based studies Bab 5. Kajian di makmal	25
9	Chapter 6. Commercial farming of eucheumatoids Bab 6. Penanaman eukeumatoid secara komersial	29
10	Stakeholder engagement   Libat urus bersama pemegang taruh	37

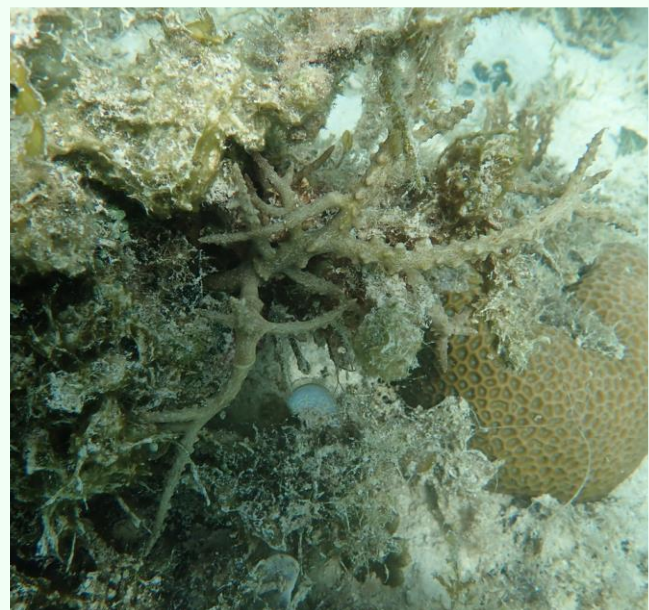


# 1

## Wild eucheumatoids: where to find them Eukeumatoid liar: di mana boleh dijumpai



In Sabah, wild eucheumatoid seaweeds are commonly found attached to rocks and corals on sandy substrates. They are generally found in water a few metres deep where sunlight can penetrate.



Di Sabah, rumput laut eukeumatoid lazimnya boleh dijumpai melekat pada batu dan batu karang, pada substrat berpasir. Secara amnya ianya dijumpai pada kedalaman beberapa meter di mana cahaya matahari boleh menembusi.



Sexual reproduction in wild eucheumatoids is particularly valuable where the exchange of genetic material will potentially increase the genetic diversity of populations, and this in turn increases their resilience. Farmed cultivars are generally asexual given that propagation via cuttings has been repeatedly used for the past five decades.



Pembiakan seksual oleh eukeumatoid liar amat penting di mana pertukaran bahan genetik berpotensi meningkatkan kepelbagaian genetik populasi, dan ini seterusnya meningkatkan daya tahan mereka. Kultivar di ladang secara amnya adalah aseks memandangkan pembiakan melalui keratan telah berulang kali digunakan selama lima dekad yang lalu.

## 2 Sample collection: how to collect effectively

### Pengambilan sampel: bagaimana mendapatkan sampel secara efektif



Prior to sample collection from the wild, the area is surveyed to ensure that the available eucheumatoids are healthy (not infected by ice-ice) and have robust growth. Care is taken to avoid trampling on the coral reef beds during sample collection.



Sebelum pengambilan sampel liar dijalankan, tinjauan kawasan dilakukan untuk memastikan bahawa eukeumatoid yang ada adalah sihat (tidak dijangkiti ice-ice) dan tumbuh dengan subur. Langkah berjaga-jaga perlu diambil untuk mengelakkan daripada terpijak terumbu karang semasa pengambilan sampel.



Only eucheumatoids with a main axis longer than c.15 cm should be collected while the smaller sized thalli are left untouched to ensure conservation of the wild population.



Hanya eukeumatoid yang mempunyai paksi utama melebihi 15 cm sahaja diambil manakala *thallus* yang bersaiz kecil dibiarkan untuk tujuan pemuliharaan populasi liar.

# 3 Acclimatization of samples at the farm

## Aklomatisasi sampel di ladang



*In situ* water parameters (salinity, temperature, pH, dissolved oxygen and current velocity) are recorded both from the collection site and the farm site to assess the effect of environmental factors to the growth of the seaweeds. Environmental conditions at the farm should be similar to those at the sampling site to enable the seaweeds to adapt better to the new environment.



Parameter air *in situ* (kemasinan, suhu, pH, oksigen terlarut dan kelajuan arus) direkodkan dari kawasan persampelan dan ladang untuk menilai kesan faktor persekitaran terhadap pertumbuhan rumpai laut. Keadaan persekitaran di ladang hendaklah serupa dengan keadaan di kawasan persampelan bagi membolehkan rumpai laut menyesuaikan diri dengan lebih baik dengan persekitaran baharu.



Biofilms, epiphytes and other pests attached to the seaweeds collected are removed on site during the first sorting process. This should be done rapidly in the shade to prevent prolonged stress to the seaweeds.

Biofilem, epifit dan perosak lain yang melekat pada rumpai laut dibuang semasa proses penyaringan pertama. Ini perlu dilakukan dengan cepat di tempat teduh untuk mengelakkan stres yang berpanjangan kepada rumpai laut.



*Photo taken by Azam Asri*

At the farm, the seaweeds are sorted again to ensure that they are free from disease (ice-ice), epiphytes and other pests. Biofilms, mud or silt on the surface of the thalli are also rinsed off. For the purpose of this study, the seaweeds are photographed, weighed and tagged with labels to enable monitoring of their growth. Part of the seaweed apices are also sampled for molecular identification and genetic analysis.



Ketika di ladang, rumput laut disaring sekali lagi bagi memastikan mereka adalah bebas daripada penyakit (ice-ice), epifit dan organisma perosak yang lain. Biofilem, lumpur atau kelodak di permukaan rumput laut juga dibersihkan. Bagi tujuan kajian ini, gambar rumput laut tersebut diambil, berat ditimbang dan diikat dengan tag label untuk memantau kadar pertumbuhannya. Sebahagian kecil daripada pucuk rumput laut dipotong untuk pengenalan molekular dan analisis genetik.



To minimize stress from dehydration, the seaweeds are temporarily placed in a basin with seawater and all the processes mentioned above are conducted in a shady area on the platform.



Untuk meminimumkan stres daripada dehidrasi, rumput laut diletakkan sementara di dalam besen berisi air laut dan semua proses yang dinyatakan di atas dilakukan di kawasan yang teduh di pelantar.





The conventional method of tying the seaweeds onto the cultivation line using tie-tie was trialed at the beginning of the study. However, this method was found to be unsuitable for the newly introduced wild seaweeds which were relatively smaller in size, and less bushy compared to farmed cultivars. The strong current near the surface of the water where cultivation lines are placed at the farm has resulted in the loss of seaweeds from the lines.



Kaedah konvensional mengikat rumput laut pada tali telah diuji pada permulaan kajian. Bagaimanapun, kaedah ini didapati tidak sesuai untuk rumput laut liar yang baru diperkenalkan kerana saiznya agak kecil dan kurang lebat berbanding kultivar yang ditanam. Arus kuat berhampiran permukaan air di mana tali diletakkan di ladang telah mengakibatkan rumput laut hilang dari tali tersebut.



To overcome the problem of losing the newly introduced wild seaweeds, they are placed in nylon nets which are then tied onto the cultivation lines. Although this addresses the problem of losing the seaweeds, the nylon nets are ineffective, as they are rapidly covered by muddy soil from the seabed. This leads to suffocation of the seaweeds and the mud-filled nets compress them, causing fragmentation of their thalli.



Bagi mengatasi masalah kehilangan rumpai laut liar yang baru diperkenalkan, ia diletakkan di dalam jaring nilon yang kemudiannya diikat pada tali. Walaupun kaedah ini dapat menangani masalah kehilangan rumpai laut, jaring nilon tidak berkesan kerana ia cepat dilitupi oleh tanah berlumpur dari dasar laut. Ini menyebabkan rumpai laut berasa lemas dan jaring yang dipenuhi lumpur menekannya, menyebabkan *thallus* patah-patah.



Following discussions with the local farmer, a basket with larger mesh-size netting has been made to prevent trapping mud. The seaweeds are placed in the baskets which are then tied onto the cultivation line. This method was effective in solving the issues faced.



Selepas perbincangan dengan penanam tempatan, bakul dengan saiz mata jaring yang lebih besar telah dibuat untuk mengelakkan lumpur terperangkap. Rumpai laut dimasukkan ke dalam bakul yang kemudiannya diikat pada tali. Kaedah ini berkesan dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi.



Once the seaweeds are placed in the baskets, they should be outplanted in the sea as soon as possible to minimize prolonged stress. If this is not immediately possible, care needs to be taken to immerse the seaweeds in the water surrounding the farm prior to outplanting.



Sebaik sahaja rumpai laut diletakkan di dalam bakul, ia harus ditanam di laut secepat mungkin untuk meminimumkan stres. Jika ini tidak dapat dilakukan dengan segera, langkah penjagaan perlu diambil dengan merendam bakul ke dalam air di sekeliling ladang sebelum ditanam.



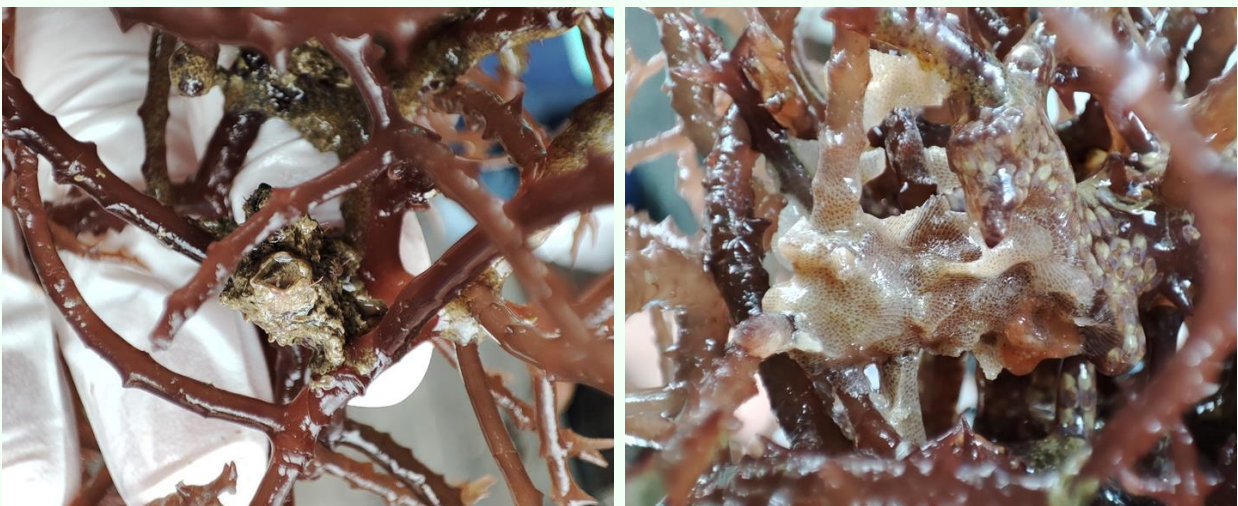
The drawback of using these baskets is the need for regular cleaning to remove the mud or silt trapped which in turn forms a microhabitat for other fouling organisms.



Kelemahan penggunaan bakul ini ialah ianya perlu kerap dibersihkan untuk membuang lumpur atau kelodak yang terperangkap yang seterusnya membentuk mikrohabitat untuk pertumbuhan organisma perosak yang lain.



Site selection is crucial in developing a productive seaweed farm. Good water motion is necessary to replenish nutrients, keep the seaweeds clean and prevent extreme fluctuations in temperature, salinity, pH and dissolved gases. A mixture of sandy and muddy substrata beneath the farm potentially leads to the seasonal presence of grazing macrofauna. These macrofauna attach to and graze the seaweeds, whose growth is adversely affected.



Pemilihan kawasan adalah penting dalam membangunkan ladang rumput laut yang produktif. Pergerakan air yang baik diperlukan untuk mendapatkan nutrien, memastikan rumput laut bersih dan mengelakkan turun naik suhu, kemasinan, pH dan gas terlarut yang melampau. Campuran substrat berpasir dan berlumpur di ladang berpotensi menarik kehadiran makrofauna yang hadir mengikut musim. Makrofauna ini melekat dan meragut rumput laut, dan mengakibatkan pertumbuhan rumput laut terjejas.



To reduce the risks of disease infection, farmers need to adopt biosecurity measures. These measures include washing and sun drying the baskets and cultivation lines, removing the biofilms, epiphytes and other fouling organisms from the surface of the seaweeds and cutting off the ice-ice infected parts. To reduce the risk of reinfection, these contaminants should not be put back into the sea but brought back to the shore for proper disposal.



Bagi mengurangkan risiko jangkitan penyakit, penanam perlu mengamalkan langkah-langkah biosekuriti. Langkah-langkah ini termasuk mencuci dan mengeringkan bakul dan tali, membuang biofilm, epifit dan organisma perosak yang lain dari permukaan rumpai laut dan memotong bahagian yang dijangkiti ice-ice. Untuk mengurangkan risiko jangkitan semula, bahan yang tercemar ini haruslah tidak dimasukkan semula ke dalam laut tetapi dibawa balik ke darat untuk pelupusan yang sesuai.



# 4 A success story

## Sebuah kisah kejayaan

According to the local farmer who we worked with, the cultivar shown in the photo was developed from a wild seaweed collected near Karindingan, Semporna. Baskets were used at the initial stage of introduction into the farm. The farmers apparently took nearly seven months to gradually acclimatize the wild seaweed to the local farm conditions. Developing or “domesticating” a new cultivar from wild stock needs to be initiated at a farm near the site where the seaweed was first collected. Such local seaweeds are better able to adapt to farm conditions (salinity, pH etc.). Once a cultivar has been successfully established in the farm, it can then be trialed at farms in other areas.



There is, however, the potential for cryptic invasions of cultivated seaweeds into the wild when farmed cultivars from elsewhere are introduced to a new area and inadvertently “escape” from the farm. Such incidences of escapees have been reported in the Philippines.

Information also from local farmers indicates that they have tried to artificially cross two strains by tying them together in the farm. Researchers therefore need to engage closely with local farmers in genotyping and characterizing the yield and quality of carrageenan from the newly developed cultivars. The exchange of farmers’ rich traditional knowledge and researchers’ scientific knowledge is crucial to bring progress and development to the industry, while ensuring conservation, and fair and equitable sharing of benefits arising from the utilization of these genetic resources.

Menurut penanam tempatan yang bekerjasama dengan kami, kultivar yang ditunjukkan di dalam gambar berasal daripada rumpai laut liar yang diambil berhampiran Karindingan, Semporna. Bakul telah digunakan pada peringkat awal penanaman di ladang. Para penanam mengambil masa hampir tujuh bulan untuk menyesuaikan rumpai laut liar dengan keadaan ladang tempatan secara beransur-ansur. Pembangunan kultivar baharu daripada stok liar perlu terlebih dahulu dijalankan di ladang berhampiran kawasan di mana rumpai laut tersebut asalnya dikutip. Ini membolehkan rumpai laut tersebut menyesuaikan diri dengan lebih baik dengan keadaan di ladang (kemasinan, pH dll.). Apabila kultivar telah berjaya menyesuaikan diri dan bertumbuh baik di ladang tersebut, ia kemudiannya boleh cuba ditanam di ladang di kawasan lain.



Walau bagaimanapun, terdapat potensi invasi samar oleh rumpai laut yang ditanam terhadap populasi liar apabila kultivar yang dibawa masuk dari tempat lain diperkenalkan ke kawasan baru dan "terlepas" dari ladang secara tidak sengaja. Insiden seperti itu telah dilaporkan di Filipina.

Menurut penanam tempatan, mereka telah mencuba untuk mengacuk dua strain dengan mengikat rumpai laut tersebut bersama di ladang. Sehubungan itu, para penyelidik perlu bekerjasama rapat dengan penanam tempatan dalam usaha menganalisa profil genetik dan mencirikan hasil dan kualiti karagenan daripada strain yang baru dibangunkan. Perkongsian pengetahuan tradisional penanam dan pengetahuan saintifik penyelidik adalah penting ke arah kemajuan dan pembangunan industri, di samping dapat memastikan pemuliharaan, dan menjamin perkongsian manfaat yang diperolehi daripada penggunaan sumber genetik ini secara adil dan saksama.

# STEPS TO INTRODUCE WILD EUCHEUMATOIDS INTO THE FARM

## LANGKAH-LANGKAH MEMPERKENALKAN PENANAMAN EUKEUMATOID LIAR DI LADANG

01

### Site survey | Tinjauan kawasan

- Search for sites with high abundance of wild seaweeds | Cari kawasan berkepadatan rumpai laut liar yang tinggi
- Take readings of seawater parameters from the collection site | Ambil bacaan parameter air laut di tempat sampel diambil

02

### Eucheumatoid collection from the wild | Pengambilan eukeumatoid liar

- Collect seaweeds which are at least 15 cm in length and healthy in appearance | Dapatkan rumpai laut yang sekurang-kurangnya 15 cm panjang dan kelihatan sihat

03

### Sorting | Pemilihan

- Remove biofilm, epiphytes, silt and other pests | Buang biofilem, epifit, mendapan dan organisma perosak lain
- Cut off the parts with ice-ice | Potong bahagian yang mempunyai ice-ice

04

### Outplanting | Penanaman

- Initially place the seaweeds in baskets for outplanting but when they are big enough, the seaweeds can be tied onto the long lines | Rumpai laut ditanam menggunakan bakul sehingga mencapai saiz yang cukup besar untuk diikat pada tali

05

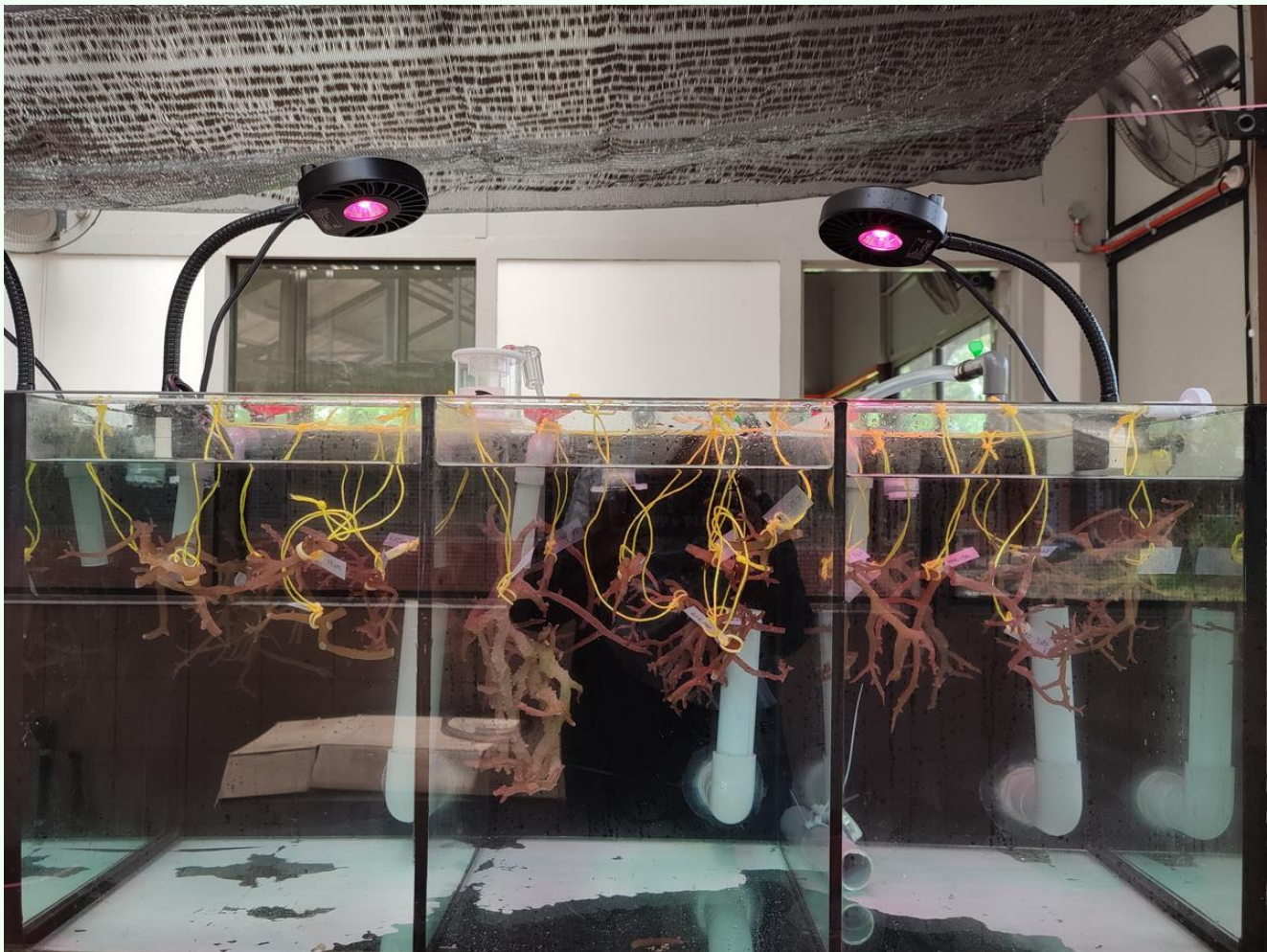
### Maintenance | Penyelenggaraan

- Remove the biofilms, epiphytes and other pests attached to the seaweeds regularly | Buang biofilem, epifit dan organisma perosak yang melekat pada rumpai laut secara berkala
- Wash and sun dry the baskets and cultivation lines | Basuh dan keringkan bakul dan tali

# 5 Laboratory-based studies

## Kajian di makmal

At the same time as the farm trials, laboratory-based studies are carried out to identify and develop high temperature resilient strains for use as potential cultivars. Two systems are trialed, one using an open system at an indoor open-air facility as shown in the photo below. This setup uses a circulating water system and a lighting system to enhance photosynthetic efficiency that consists of four efficient spectra covering 360-780 nm. Temperature control is maintained using aquarium chillers and heaters.



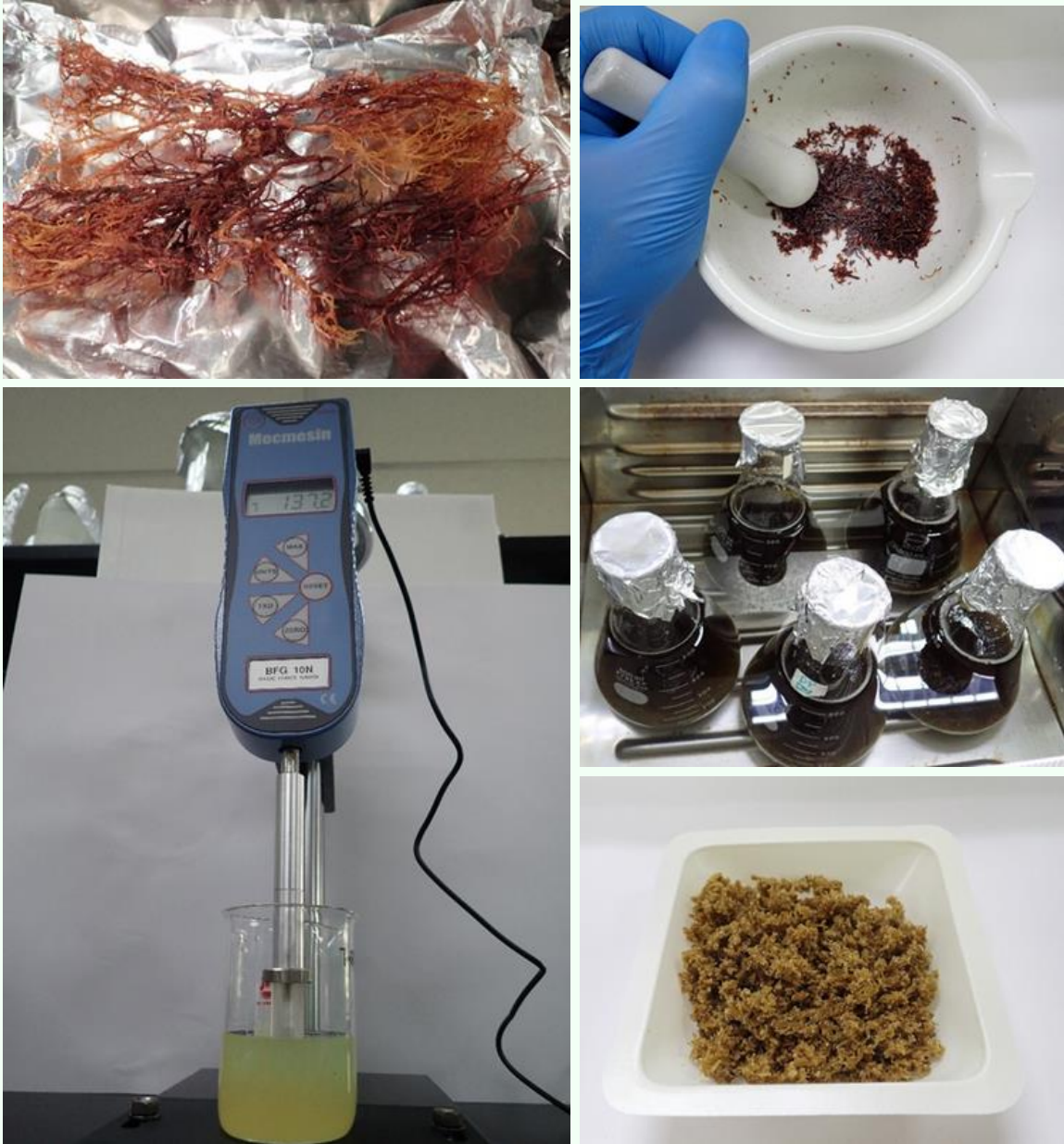
Pada masa yang sama dengan percubaan di ladang, kajian berasaskan makmal dijalankan untuk mengenal pasti dan membangunkan strain berdaya tahan terhadap suhu tinggi sebagai kultivar yang berpotensi. Dua sistem sedang diuji, satu menggunakan sistem terbuka di dalam bangunan seperti yang ditunjukkan dalam gambar. Persediaan ini menggunakan sistem air mengalir dan sistem pencahayaan untuk meningkatkan kecekapan fotosintesis yang terdiri daripada empat spektrum cekap meliputi 360-780 nm. Kawalan suhu dikekalkan menggunakan penyejuk dan pemanas akuarium.

The second approach uses a closed system whereby the seaweeds are placed in glass beakers and maintained in temperature-controlled incubators at  $28 \pm 1$  °C. Fluorescent lamps are used and aeration is provided via bubbling.



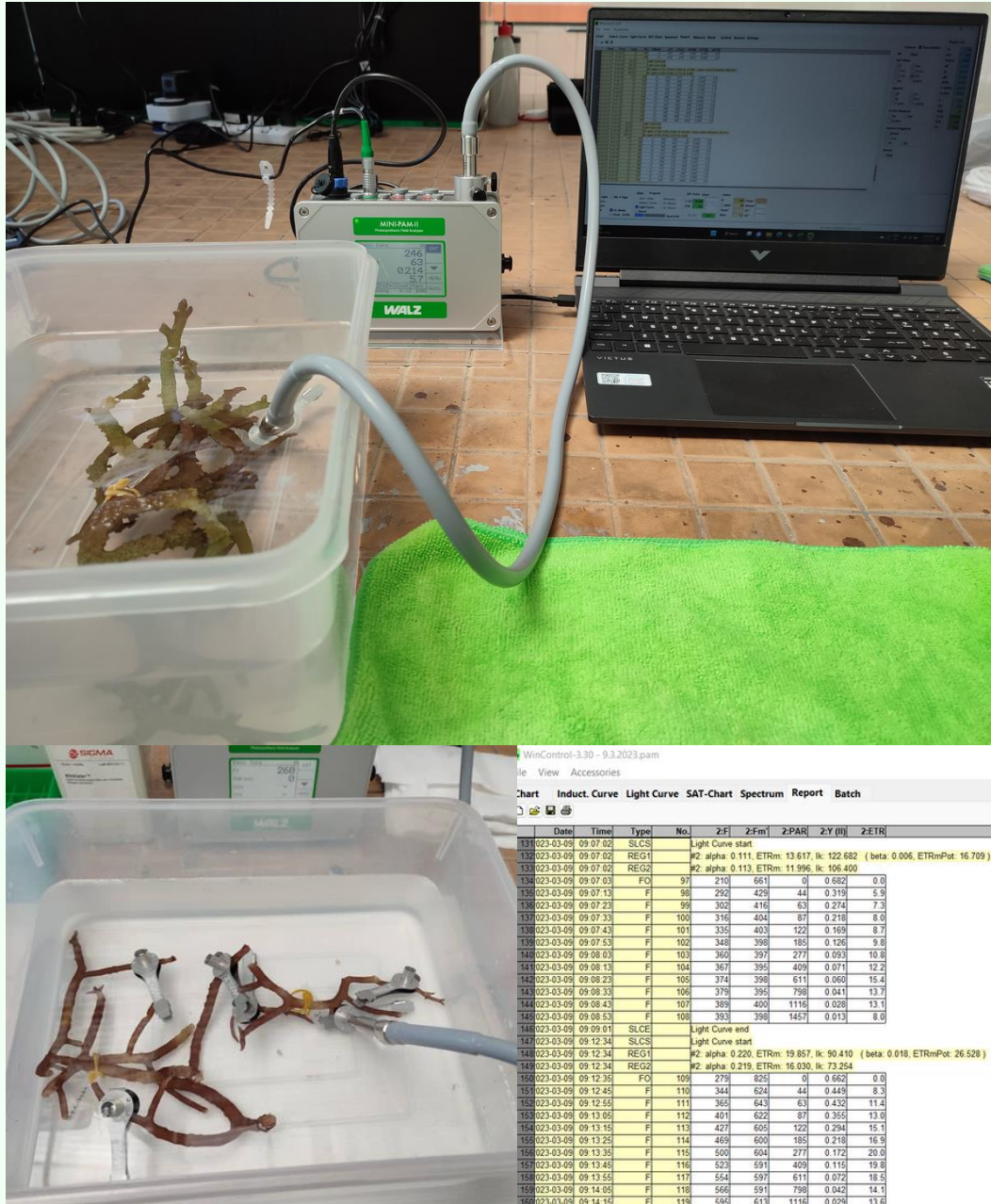
Pendekatan kedua menggunakan sistem tertutup di mana rumput laut diletakkan di dalam bikar gelas di dalam inkubator dengan kawalan suhu pada  $28 \pm 1$  °C. Lampu pendarfluor digunakan dan pengudaraan diberikan.

Besides the growth rate, assessment of the carrageenan yield and quality is required in the process of cultivar development. Extraction of semi refined carrageenan and measurement of gel strength are undertaken as part of our study as shown in the pictures below. Clockwise from top left: rinsing and drying of seaweeds in the oven; grinding of the seaweed biomass; alkaline extraction at 70°C; semi refined carrageenan; measurement of carrageenan gel strength.



Selain kadar pertumbuhan, penilaian hasil dan kualiti karagenan diperlukan dalam proses pembangunan kultivar. Pengekstrakan karagenan separa halus dan pengukuran kekuatan gel dilakukan sebagai sebahagian daripada kajian kami seperti yang ditunjukkan dalam gambar di atas. Mengikut arah jam dari kiri atas: bilas dan keringkan rumput laut di dalam ketuhar; kisar biojisim rumput laut; pengekstrakan alkali pada 70°C; karagenan separuh halus; ukur kekuatan gel karagenan.

A pulse amplitude modulation (PAM) fluorometer is used to measure the photosynthetic efficiency and detect stress in the seaweeds. The chlorophyll fluorescence parameter Fv/Fm ratio of 0.5 and above is used as an indicator that the seaweeds are healthy. When the reading is taken, the seaweeds are placed in a tray with seawater to reduce stress.



Alat fluorometer *pulse amplitude modulation* (PAM) digunakan untuk mengukur tahap kecekapan fotosintesis rumpai laut dan mengesan stres di dalam rumpai laut. Parameter pendarfluor klorofil nisbah Fv/Fm 0.5 dan ke atas digunakan sebagai penunjuk bahawa rumpai laut adalah sihat. Semasa bacaan diambil, rumpai laut diletakkan di dalam bekas yang mengandungi air laut untuk mengurangkan stres pada rumpai laut tersebut.

# 6 Commercial farming of seaweeds

## Penanaman rumpai laut secara komersial



In Malaysia, eucheumatoid seaweeds are largely farmed along the east coast of Sabah particularly in Semporna, Tawau, Kunak and Lahad Datu.



Di Malaysia, rumpai laut eukeumatoid kebanyakannya ditanam di pantai timur Sabah terutamanya di Semporna, Tawau, Kunak dan Lahad Datu.





Seaweed farming is an important source of livelihood for the fisherfolk in the remote coastal areas of Sabah, especially the native Bajau-Suluk community. Women and children, which are usually family members of the seaweed farmer, play active roles in the farming activities.



Penanaman rumput laut merupakan sumber pendapatan penting bagi nelayan di kawasan pesisir pantai terpencil Sabah khususnya masyarakat asli Bajau-Suluk. Wanita dan kanak-kanak, yang biasanya ahli keluarga penanam rumput laut, memainkan peranan aktif dalam aktiviti menanam rumput laut.



The women and younger children are generally tasked with cutting parts of the harvested seaweeds that will be used as propagules for the next growing cycle and tying the propagules onto the cultivation line using the tie-tie method. Seaweed farmers usually supplement their income with other activities such as fishing and catching crabs.



Wanita dan kanak-kanak biasanya ditugaskan untuk memotong sebahagian rumput laut yang dituai untuk digunakan sebagai bibit untuk kitaran penanaman seterusnya, dan mengikat bibit pada tali menggunakan kaedah *tie-tie*. Penanam rumput laut biasanya menambah pendapatan mereka dengan aktiviti lain seperti menangkap ikan dan ketam.



The propagules are temporarily immersed in the seawater to reduce dehydration stress prior to outplanting in the farm which is usually several hundred metres away from the platform.



Bibit direndam sementara di dalam air laut untuk mengurangi stres dehidrasi sebelum ditanam di ladang yang biasanya beberapa ratus meter dari pelantar.



The eucheumatoid seaweeds are generally ready for harvest after 35 to 45 days. Harvesting at the farm is commonly carried out in the early hours of the day while replanting takes place in the late afternoon.



Rumpai laut eukeumatoid biasanya sedia untuk dituai selepas 35 hingga 45 hari. Penuaian di ladang lazimnya dijalankan pada awal pagi manakala penanaman semula dilakukan pada lewat petang.



Common methods used by the seaweed farmers to dry the seaweeds include laying them out on the floor of the platform or by hanging them on a frame. The latter method dries seaweed at a faster rate but requires more infrastructure.



Kaedah yang biasa digunakan oleh penanam rumput laut untuk mengeringkan rumput laut termasuk meletakkannya di atas pelantar atau dengan menggantungkannya pada bingkai kayu. Kaedah kedua dapat mengeringkan rumput laut pada kadar yang lebih cepat tetapi memerlukan lebih banyak infrastruktur.



The harvested seaweeds are sun-dried for several days, depending on the weather conditions, until a moisture content of 38-50% is achieved.



Rumpai laut yang dituai dijemur selama beberapa hari, bergantung kepada keadaan cuaca, sehingga kandungan lembapan mencapai 38-50%.

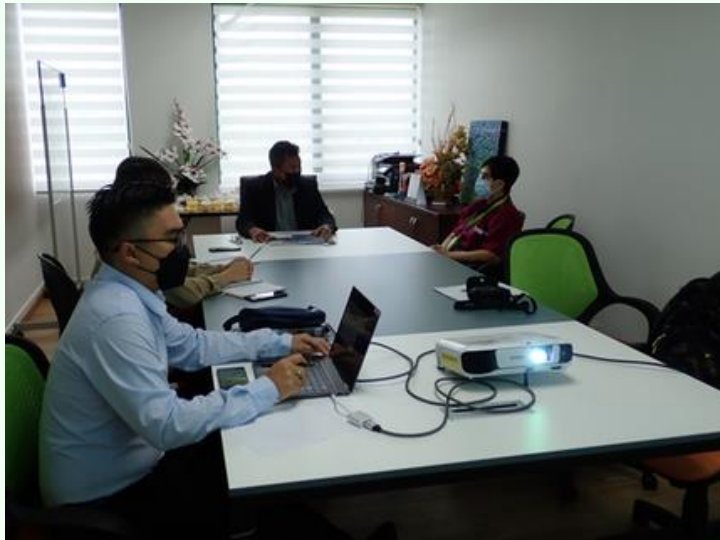


The farmers transport the dried seaweeds to town for sale to intermediaries who buy the seaweeds and then sell them on to processors or exporters.

Penanam mengangkut rumput laut kering ke bandar untuk dijual kepada perantara yang membeli rumput laut dan kemudian menjualnya kepada pemproses atau pengeksport.

# Stakeholder engagement

## Libat urus bersama pemegang taruh



At the start of the project, our research team met with officers from the Department of Fisheries Sabah (DOFS) at their headquarters in Kota Kinabalu for discussions to kick off the project. The DOFS officers also took part in the wild eucheumatoids collection.

Pada permulaan projek, pasukan penyelidik kami bertemu dengan pegawai dari Jabatan Perikanan Sabah (DOFS) di ibu pejabat mereka di Kota Kinabalu untuk sesi perbincangan bagi memulakan projek.



Pegawai DOFS juga turut serta dalam usaha mencari eukeumatoid liar.





**THANK YOU**

