

出國報告（出國類別：其他）

## 參訪印尼麻瘋樹與馬來西亞棕櫚生 產體系

服務機關：台灣中油公司煉製研究所

姓名職稱：許明晃 化學工程師

派赴國家：印尼、馬來西亞

出國期間：101年5月31日至6月6日

報告日期：101年8月27日

# 目次

摘要	3
本文	4
一、目地	4
二、過程	5
三、心得	13
四、建議	16
附錄	17
圖 1. 印尼中爪哇省交通運輸與硬體建設主要硬體設施	17
圖 2. 台灣廠商在印尼中爪哇省之投資項目	18
圖 3. 依土壤與氣候條件規劃多樣化輪作與間作生產模式與預估收益	19
圖 4. 三年期之間作與輪作模式與收益評估範例	20
圖 5. 麻瘋樹產品多樣化及整體價值鏈	21
圖 6. 麻瘋樹農場間作經濟作物產銷模式	22
圖 7. 麻瘋樹農場 GPS、GIS、RS 之 3S 精準管理系統	23
圖 8. PDMS (Plantation Management Data System) 遠端管理系統	24
圖 9. Waterland International 麻瘋樹農場作物間作模式	25
圖 10. 麻瘋樹生長狀況及蟲害情形	26
圖 11. 馬來西亞棕櫚產業之成熟產業鏈	27
圖 12. Global Green Synergy 公司棕櫚廢棄物加工生產產品	28
圖 13. Global Green Synergy 公司生質焦炭產品	29

## 摘要

由工研院主辦「生質能源海外布局考察團」，參訪東南亞地區生質能源相關廠商與機構。考察行程為具備豐盛生物資源的印尼與馬來西亞，參訪瞭解印尼麻瘋樹耕作體系與廠商實際發展情況及馬來西亞棕櫚油產業與棕櫚生質廢棄物產量、利用概況、當地推動政策，探尋採購與投資合作之可能機會。印尼能源作物經營公司 **Waterland International** 之麻瘋樹農場經營獲利模式以整體價值鏈考量，農場管理與能源、糧食及社區發展整合模式可行性高，可為發展參考或合作對象，但其前提必須是有穩定量產的實績呈現。以現階段而言，在尚未成熟的技術面之下，大面積的投資栽種麻瘋樹，是存在著高風險。棕櫚產業在馬來西亞為相當成熟的產業鏈，從棕櫚樹品種改良、栽培管理技術到相關高價值產品的開發與應用皆相當成熟，發展麻瘋樹產業可以棕櫚產業為典範。

# 本文

## 一、目地

隨著世界能源消耗量的遽增及生態環境惡化，能源安全與環境問題影響著目前全球社會和經濟的發展。尋求發展生質能源等可再生能源或新能源來解決目前和未來的能源與環境問題已成為國際上被受關注的焦點。目前無論是已開發國家或者是開發中國家，都有開發生質能源之規劃，鼓勵生產及推廣使用生質柴油以減低對石化柴油的依賴，減輕溫室氣體的排放量。

麻瘋樹種子油脂含量在 30%以上，非食用性的種子油可以作為生質柴油，種子油流動性大，與柴油、汽油及酒精的參合性良好不易分離。聯合國報告提出麻瘋樹種子油可作為生質柴油的原料，為未來替代石化能源最具有發展潛力的樹種，因此世界各國積極進行麻瘋樹作為能源作物相關研究及發展。

本次由工研院主辦之「生質能源海外布局考察團」，以目前全球麻瘋樹生產較具規模之印尼及具有豐盛棕櫚產業之馬來西亞兩國為標的，邀集國內業者，共同前往考察當地相關業者與政府部會，瞭解印尼麻瘋樹等能源作物之耕作體系與廠商實際發展情況，以及瞭解馬來西亞棕櫚產業生質廢棄物產量、利用概況、當地推動政策，除探尋採購與投資合作之可能機會外，並進一步瞭解印尼與馬來西亞生質資源與生質能源之進出口貿易與投資環境相關政策，以利評估採購與投資之可能性。

## 二、過程

### 1. 參加人員

考察團參加人員名單，依公司與姓名筆劃排序如下：

公司	姓名	職稱
工業技術研究院	謝志強	經理
中國鋼鐵	吳啟誠	管理師
台灣中油	林永弘	副理
台灣中油	徐錦萊	國貿經理
台灣中油	許明晃	研究員
台灣電力	陳茂景	資深研究員
吉而益環保	章秋蓁	經理
Waterland Taiwan	蔡秉富	負責人

### 2. 行程記要

本次考察團主要針對印尼麻瘋樹生產體系及馬來西亞棕櫚產業體系之棕櫚廢棄物及其生質衍生廢棄物燃料生產，拜訪相關廠商以及政府部會。行程安排如下：

日期	地點	行程與機構名稱
5/31(四)	桃園/印尼(三寶瓏)	台灣桃園→印尼雅加達→印尼三寶瓏。
6/1(五)	印尼(三寶瓏)	上午：拜訪Central Java Board of Investment，

		<p>瞭解當地投資環境。</p> <p>下午：拜訪Waterland International，聽取公司簡報與意見交流。</p>
6/2(六)	印尼(三寶瓏)	<p>考察Waterland International麻瘋樹農場、榨油工廠和生質顆粒生產廠以及Waterland Global間作農產品加工廠。</p>
6/3(日)	印尼(三寶瓏)/馬來西亞(吉隆坡)	<p>印尼三寶瓏→馬來西亞吉隆坡。</p>
6/4(一)	<p>馬來西亞 (Selangor, 雪蘭莪州)</p> <p>馬來西亞 (Negeri Sembilan, 森美蘭州)</p>	<p>上午：拜訪馬來西亞油棕局(Malaysian Palm Oil Board, MPOB)，聽取簡報與意見交流；參觀Galeri Sawit and Palm Shoppe，瞭解棕櫚產業製程與衍生產品以及MPOB研究方向。</p> <p>下午：考察 MPOB Experimental Oil Palm Plantation and Mill，瞭解棕櫚產業製程與衍生生質廢棄物應用潛力與產量規模。</p>
6/5(二)	<p>馬來西亞(Putrajaya, 布城)</p> <p>馬來西亞(吉隆坡)</p>	<p>上午：拜訪種植及原產業部 (Ministry of Plantation Industries and Commodities, MPIC)，瞭解生質料源投資與貿易相關政策與規範；拜訪IOI Group，瞭解棕櫚產業概況，並交流棕櫚生質資源應用與未來合作之可能性。</p> <p>下午：拜訪Global Green Synergy (環綠綜合)，瞭解該公司生質資源應用技術與營業現況，並討論未來合作之可能性</p>

6/6(三)	馬來西亞(吉隆坡)  馬來西亞(吉隆坡)/ 台灣(桃園)	上午：拜訪馬來西亞對外貿易發展機構 ( Malaysia External Trade Development Corporation, MATRADE) 與投資發展局 (Malaysian Investment Development Authority, MIDA)，瞭解生質原料貿易與投資相關政策規範。  下午：馬來西亞吉隆坡→台灣桃園。
--------	---------------------------------------	--

### 3. 參訪摘要

#### 3.1 Central Java Board of Investment

參訪行程首先拜訪中爪哇省投資部(Provincial Government of Central Java, Central Java Board of Investment)，由投資部主席 Ir. Yuni Astuti 針對中爪哇省投資環境進行簡報，報告當地的投資環境，以及當地生質資源利用概況。中爪哇省位於印尼爪哇島的中部，首府為三寶瓏 (Semarang)。人口約 3200 萬人，為印尼人口密度最高，也是貧窮人口比例最高的地區，主要收入來自於農林魚牧業與少部分的中小企業，65%人口分散於農村。在交通運輸與硬體建設方面，主要硬體設施如圖 1 所示，有三座規模不大的國際機場，兩個中型國際海港；陸上交通運輸主要為公路，但多為雙向單線、路況差且交通擁擠，另有一條高速道路(雅加達至三寶瓏)正在興建中，鐵路運輸設施較為老舊。電力供應不足，郊區村落約有 25%地區未獲供電。水力供應方面，河川水量充足，但欠缺處理設施，目前鼓勵外資來當地投資水處理設施。台灣在當地的投資項目位居第三大國，主要為與家具製造等木材生產與加工業 (圖 2)。

### 3.2 Waterland International

6/1 下午拜訪 Waterland International 公司，瞭解能源作物麻瘋樹產銷營運操作的實際情況，獲取投資合作的相關資訊與管道。Waterland International 總部辦公室位於中爪哇省政府森林部 Perhutani Perum 之內，雙方座談會議由公司總裁 Drs. William L Nolten 針對 Waterland International 公司營運模式進行簡介，雙方並針對投資合作之可能相關問題進行討論。

Waterland International 為生質能開發投資公司，以能源作物種植與管理公司為其定位，並藉由成立合資企業的方式來擴大經營規模。該公司經營理念為以符合自然生態體系的方式發展生質能源生產體系，能源作物農場生產不以單一能源作物為主，以複作(multiple cropping)及間作(intercropping)方式生產多樣化農產品來發展滿足農村地方農民生存及獲利，更提供了全球對於生質能源與有機食品的市場需求。Drs. William L Nolten 表示，Waterland International 長期以來在印尼中爪哇等地區與美國波音、德航、日本、韓國等持續有生質能源發展結合農產的合作案件，與當地政府關係極為良好，政府相關機構對其開發計畫多能全力支持。該公司的農場經營模式不僅提升了地主的土地收益，更改善當地農民的收入與生活。

能源作物麻瘋樹因其生育特性，在投入初期會有獲利較低與經營風險上的問題。麻瘋樹樹齡約 40~50 年，種植初期產量較少且不穩定，種植 3~4 年後達到生理成熟後即可穩定產果。採用多種作物栽種的複作間作模式，可增加投入初期收益來源，減少經營風險。依環境、土壤與季節氣候條件與農作物生長時程規劃多樣化輪作與間作的生產模式，可提高單位土地面積應用率，增進土壤養分平衡，並減少病蟲害的發生。Waterland International 採取多樣化的能源作物及間作物種植策略，依所取的土地環境條件選擇較適宜的作物來種植，將間作物分為三



群，第一群作物於旱季種植，以豆科作物花生及大豆為主，用於固氮及增加土壤有機質，涵養土壤養份；或種植亞麻薺(*camelina*)，亦可作為生質油料作物。第二群作物種植於第一群作物收穫後土壤獲得涵養之土地上，屬於中價值之農作物，包括胡瓜、辣椒、香茅草、陸稻等。第三群作物以具高經濟價值之香料作物為主，包括甜菊、香草等，種植於第一群作物收穫後土壤獲得涵養之土地上，並需施用有機肥料進行土壤養份補充，有機肥料則由麻瘋樹及亞麻薺榨油後之生質廢棄物製成 (圖 3)。能源作物與經濟作物間作除可提高單位土地面積應用率，提高養分的平衡，並降低病蟲害的危害，提昇農民的獲利，同時解決糧食與能源問題，達到雙贏的局面。Waterland International 規劃以三年期之麻瘋樹農場間作模式與收益評估範例，藉由不同季節作物的生長與收穫之時空條件來分配土地的利用，除可以其他經濟作物來提高獲利，並確保投資初期仍有部分獲利，降低投資風險 (圖 4)。以間作複作之農場生產經營模式，Waterland International 布局其生質能源產品與原料多樣化及整體價值鏈，麻瘋樹除生產粗麻瘋籽油(*Crude Jatropha Oil, CJO*)外，利用其廢渣產製生質固態燃料、生物肥料、生質氣體、生醫藥應用等附加產品 (圖 5)。在農場中間作香料等其他高經濟價值農作物，可藉由其企業之農產品產銷體系外銷歐洲市場，提高獲利 (圖 6)。

在農場經營管理術方面，Waterland International 公司使用 3S 精準農場生產管理技術及 PMDS 生產者遠端管理系統。3S 為全球衛星定位系統 GPS (Global Positioning System)、地理資訊系統 GIS (Geographic Information System)及遙感探測技術 RS (Remote Sensing)。GPS 全球衛星定位技術結合 GIS 地理資訊系統，應用於土地資源調查、土地資源評估、農業資源訊息資料庫的管理分析。RS 遙測技術偵測土壤特性、判別植被種類與分佈，以及作物生育狀況。以 GPS、GIS，結合 RS 以及資料庫整理分析技術等，提升農業運作效益來評估土地、土壤等環境條件，以規劃作物選擇等土地利用模式，並藉由此方法來監測植物的生長狀況與評估收成 (圖 7)。針對種植管理及產品產銷追蹤，Waterland International 發展

出 PDMS (Plantation Management Data System) 遠端管理系統，其範圍涵蓋農作生長/農民管理/生質產品產銷等，可有效進行品質管理並降低減少投資風險。投資與管理者可以遠端登入瞭解農場之地理分布、生產狀況、產品品質資料以及產品出貨等實際產銷狀況，並可進行相關的統計分析 (圖 8)。

6/2 實地考察麻瘋樹生產農場，發現麻瘋樹與柚木、樹薯及香茅草間作。考量到種植初期的麻瘋樹幼苗易受風害影響，於田區周圍種植具有經濟價值的柚木遮風，待麻瘋樹生長發育到具有較好之耐風性時，即可砍伐四周的柚木。間作之香茅草可作為香料原料，樹薯則可製造生質酒精，並與麻瘋樹油反應製造生質柴油 (圖 9)。觀察生產農場之麻瘋樹生長情形，並未顯現出生長旺盛茂密植株健壯之情形，且有病蟲害危害之狀況。Waterland International 公司人員說明參觀之農場為麻瘋樹採穗園，主要作為剪取枝條扦插培育繁殖苗木之用，且在印尼麻瘋樹之生長季剛開始，所以現場之麻瘋樹植株呈現枝葉稀疏之狀況 (圖 10)。

### **3.3 Malaysian Palm Oil Board**

馬來西亞棕櫚產業具有相當成熟的產業鏈，從棕櫚樹品種改良、栽培管理技術到相關高價值產品的開發與應用皆相當成熟，生質廢棄物的高值化利用為未來發展方向 (圖 11)。此次參訪馬來西亞棕櫚產業體系的行程首先於 6/4 拜訪馬來西亞油棕局(Malaysian Palm Oil Board, MPOB)，MPOB 為政府機構，主要任務為研究棕櫚油產品製造及技術推廣，協助馬來西亞棕櫚產業發展，強化馬來西亞油棕產業，提昇棕油產量之品種改良及栽培技術改進、產品加工製造技術以及衍生加值利用技術，例如以油棕廢棄物產製車用生質塑膠材料。

### **3.4 Ministry of Plantation industries and Commodities**

6/5 拜訪馬來西亞種植與原產部 (Ministry of Plantation Industries and Commodities, MPIC)，瞭解外商於馬來西亞投資能源作物與生質能源產業以及進出口貿易之相關政策規範。本次會議由 MPIC 副部長 YB Dato Hamzah Zainudin 親自主持，台灣駐馬來西亞台北經濟文化辦事處林明禮副代表亦陪同參與。會議中副部長歡迎外商至馬來西亞投資，目前提供十年的免稅優惠，生質能源產業也涵蓋在內。馬來西亞目前尚未針對生質能源、生質廢棄物資源與生質燃料設定關稅，未來是否會設定也將依 WTO 來行事。最後，副部長提到日韓兩國動作積極透過各種管道在馬來西亞進行棕油生質燃料研發與製造投資，台灣若有意在生質能源產業進行投資，需加緊腳步。

### 3.5 IOI Group

IOI 集團為目前馬來西亞第三大也是民營企業第一大的棕油製造商，核心業務主要分佈在房地產開發、油棕種植及化工領域。IOI 集團對於棕油各項產品均已有成熟的技術及市場，但在生質廢棄物這部分並沒有很好的利用，對此，IOI 表示希望有機會與台灣廠家進一步針對生質廢棄物處理進行合作開發。在麻瘋樹研究方面，IOI 表示其集團也曾進行研究評估麻瘋樹之種植與生產，但發現麻瘋樹產量不穩定且未達理想，相較於已有成熟技術及市場的棕櫚產業，現階段暫不會投入發展麻瘋樹之種植生產事業。

### 3.6 Global Green Synergy

Global Green Synergy (GGS) 為棕櫚廢棄物加工生產與技術供應商，主要產品包含以棕櫚空果串 (Empty Fruit Bunch, EFB) 產製生質顆粒、長纖維產品、生質肥料、碳化 PKS (Palm Kernel Shell) 以及技術轉移 (圖 12)。目前 GGS 正與日本 NSC 合作建廠，以 EFB 長纖製造成焦炭 (7000kcal/kg，圖 13)，GGS 希望有機會與考

察團之中鋼公司作開發 EFB 生質材產業。

### **3.7 MATRADE及MIDA**

拜訪馬來西亞對外貿易發展機構(Malaysia External Trade Development Corporation, MATRADE) 與投資發展局 (Malaysian Investment Development Authority, MIDA)，了解生質原料貿易與投資相關政策規範，建立未來投資貿易諮詢管道。MATRADE 主要業務為進出口貿易，MIDA 則主要業務為投資招商。在會議討論後，MATRADE 及 MIDA 均表示將全力協助考察團之中鋼公司在馬來西亞進行生質能源相關評估。將來若中鋼公司有明確的投資標的及計畫期程，MIDA 將安排中鋼公司與馬來西亞相關政府單位及廠商針對中鋼公司的需求進行說明及討論，並全力協調解決投資相關問題。台灣廠商在馬來西亞投資生質能源相關領域，最好找當地廠商合作，MIDA 願意協助媒合合作標的。

### 三、心得

#### 1. 印尼麻瘋樹生產體系

當全球大國正在大力開發生質燃料，以對付能源為機之際，卻同時也破壞生態環境，並引發糧食危機。歸因於大量的玉米、黃豆和小麥等糧食被用來生產生質燃料，以彌補全球運輸及工業燃料的需求，導致全球糧食價格暴漲，進而逐漸形成地球另一場貧富戰爭。過去幾年麻瘋樹等非糧能源作物風潮興起，在全球掀起政府、非營利組織與廠商的投入，但近幾年實際量產的卻寥寥可數，仍未有成功的麻瘋樹種子產業形成。檢討其原因發現，土地的取得與利用、農民參與意願、地方發展利益、投資經濟收益、品種與栽培技術等，均為影響麻瘋樹產業成敗之關鍵要素。

本次實地拜訪 **Waterland International** 公司、農場與加工廠，了解其實際運作情況與營運模式，發現該公司具有三大優勢。優勢一，與當地政府及地主關係極為良好，確保土地取得與使用權。**Waterland International** 在印尼當地之人脈關係良好，與地主或地方政府依情況採取入股、合作等不同策略來取得合宜土地，並由該公司來專業經營農場管理、產品加工與銷售。優勢二，農場複作間作經營模式，產品多樣化有利於分散風險與提高獲利。**Waterland International** 採取多樣性作物間作、複作生產模式，經濟作物與能源作物間作生產，經營策略中思考整體價值鏈的獲利模式，可分散公司產品受到價格波動的風險，確保投入初期的營收，為現有生質能源、料源產品單一高風險的解決方案。優勢三，改善農村生活品質，提高農民獲利，增加農民參與意願，利於生產農場經營管理。將生產利益分享給合作農民的模式可以解決地方發展利益與經濟可行性的問題，協助契作農民改善生活品質與獲利。產銷管理制度除可確保產量與產品品質，也有利於投資股東藉由遠端監控方式了解實際的經營情況，以資訊的透明度來降低投資經

營的風險。

上述優勢解決了麻瘋樹產業中土地取得利用、地方發展利益、農民參與意願及經濟可行性等成敗之關鍵因素，但在麻瘋樹品種與栽培技術方面仍未有突破性的發展，使得技術面仍是發展麻瘋樹產業的限制因素。最主要的原因就是麻瘋樹為一個野生未馴化的植物，其生長的適應性及栽培的農藝特性等仍需進行研究瞭解。Waterland International 提到麻瘋樹種植五年後保證每年每公頃產油 2 公噸，就目前世界各國的研究試驗結果，這個年產量是尚難以達到的目標。另參訪時期非麻瘋樹生長季節，且未安排參觀麻瘋樹培育苗圃，無法實際瞭解當地麻瘋樹生育狀況與結果情形。該公司提出之年產 2 噸油，在無實績呈現之前，這個數字仍有待評估。

Waterland International 公司採用多種作物栽種的複作間作模式，可增加投入初期收益來源，減少經營風險。所採用的經濟作物主要為印尼當地已有栽培的作物為主，但亦有引進新物種亞麻薺(*Camelina*)進行間作生產。亞麻薺(*Camelina sativa* L.)種子含油率 30%以上，種子油可作為生質柴油原料。亞麻薺起源於芬蘭至羅馬尼亞一帶，屬於溫帶地區植物，目前在北美一帶亦有栽種。Waterland International 引進亞麻薺進行間作種植，印尼屬於熱帶地區，於溫帶地區生長之亞麻薺是否能適應印尼之熱帶氣候，間作亞麻薺是否能成功獲利，亦需有實際成果展現。

## 2. 馬來西亞棕櫚產業體系

棕櫚產業在馬來西亞已經相當成熟，生質廢棄物的高值化利用為未來發展方向，但多數棕櫚業者因目前本業獲利佳而投入不甚積極。棕櫚產業在面對國際環保壓力下，需朝向永續經營發展，而馬來西亞政府與棕櫚局等機構亦積極規畫棕

欄業的擴大發展與生質資源應用。面對生質產業發展，日本與韓國布局十分積極快速，面對未來減碳、多樣性能源來源、綠色能源發展和綠色經濟發展的壓力與挑戰，我國應加速規劃。

#### 四、建議

1. 麻瘋樹整體產業鏈之上游育種改良及栽培技術改進，及下游產品多樣化、高價值化仍需進行研究開發。在品種改良及栽培技術改進方面，除在國內進行研究外，並可規劃至大面積栽種之目標國家如印尼，進行小規模如10公頃面積之栽培試驗。
2. 過去幾年麻瘋樹風潮興起，但實際量產卻未臻理想，至目前為止仍未有成功的麻瘋樹種子產業形成。Waterland International 麻瘋樹耕作獲利模式以整體價值鏈考量，農場管理與能源、糧食及社區發展整合模式可行性高，可為發展參考或合作對象，但其前提必須是有穩定量產的實績呈現。以現階段而言，在尚未成熟的技術面之下，大面積的投資栽種麻瘋樹，是存在著高風險。
3. 棕櫚產業在馬來西亞為相當成熟的產業鏈，從棕櫚樹品種改良、栽培管理技術到相關高價值產品的開發與應用皆相當成熟，發展麻瘋樹產業可以棕櫚產業為典範。



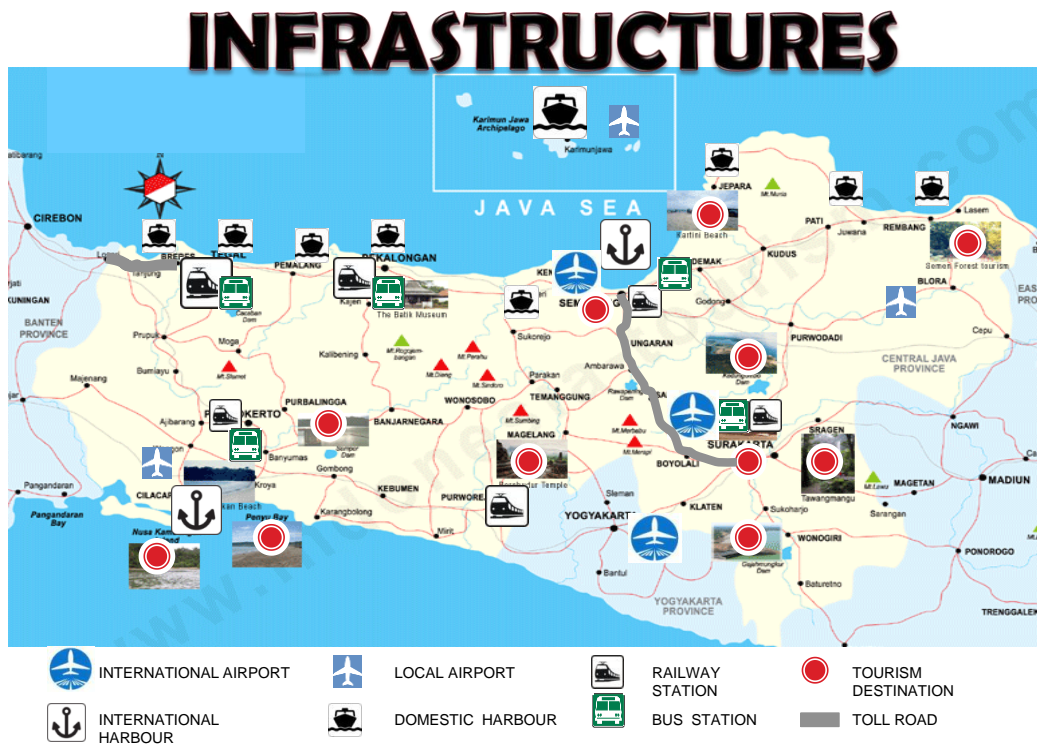


圖 1. 印尼中爪哇省交通運輸與硬體建設主要硬體設施。

## FDI FROM TAIWAN IN CENTRAL JAVA



圖 2. 台灣廠商在印尼中爪哇省之投資項目。

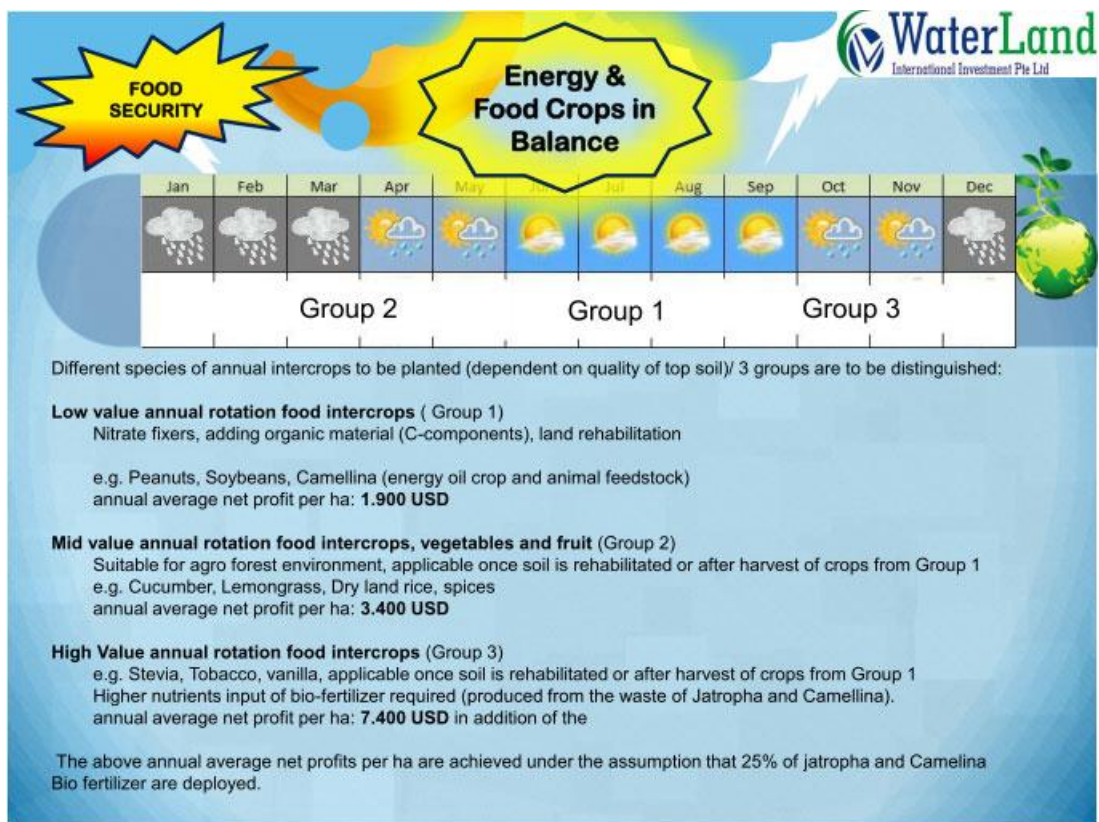


圖 3. 依土壤與氣候條件規劃多樣化輪作與間作生產模式與預估收益。

Harvest Cycle (of 4M/each)	C1 (M1-4)	C2 (M5-8)	C3 (M9-12)	C4 (M13-16)	C5 (M16-20)	C6 (M21-24)	C7 (M25-28)	> C8 - C9 > (M29-32)
<b>Rotation food cashcrop farmers income security - in an perennial energy crop plantation - (JCL 1100/1600 - Callophyllum 400/800) - Marginal land type</b>								
Annual rotating Crop Group	Intercrop Group 1	Intercrop Group 1	Intercrop Group 2	Intercrop Group 2	Intercrop Group 2	Intercrop Group 3	Intercrop Group 3	Intercrop Group 3
Avg. profit ha /year in USD	\$1900	\$1900	\$3400	\$3400	\$3400	\$7400	\$7400	\$7400~
Factor (canopy size)	x 1.7	x1.6	x1.5	x1.1	x0.9	x0.6	x0.5	x0.4~
Net profit/ha/year in USD	\$3230	\$3040	\$5100	\$3740	\$3060	\$4440	\$3700	\$2960~
Net profit/ha/ cycle in USD	\$1076	\$1013	\$1700	\$1246	\$1020	\$1480	\$1233	\$986~
Compound Net profit/ha/year	\$3789			\$3746			\$3205	
<b>Farmers Needs (required cash outflow)</b>								
Base min. income in IDR/ farmer/ month	IDR 700.000	IDR 700.000	IDR 700.000	IDR 750.000	IDR 750.000	IDR 750.000	IDR 770.000	IDR 770.000
Farmer per ha	3	3	3	3	3	3	3	3
ToL. farmers minimum income need per ha/ month	IDR 2.100.000	IDR 2.100.000	IDR 2.100.000	IDR 2.250.000	IDR 2.250.000	IDR 2.250.000	IDR 2.310.000	IDR 2.310.000
<b>Base Case at current exchange rate 1 USD = IDR 9000</b>								
In USD/ month	\$234	\$234	\$234	\$250	\$250	\$250	\$257	\$257
In USD/ year (x 12)	\$2808	\$2808	\$2808	\$3000	\$3000	\$3000	\$3084	\$3084
Compound rate per year	\$2808			\$3000			\$3084	
NET BALANCE	+ \$981 /ha			+ \$746 /ha			+ \$121 USD/ha Jatropha start yielding And generating additional income to the farmers	
	Year 1			Year 2			year > 3	

圖 4. 三年期之間作與輪作模式與收益評估範例。

## Jatropha by-products

Waterland has harnessed a plethora of opportunities for various by-products:

- Biopesticides and Biofertilizers
- Bio-Electricity, Power generation
- Energy pellets
- Biogas
- Pharmaceuticals
- Nutraceuticals

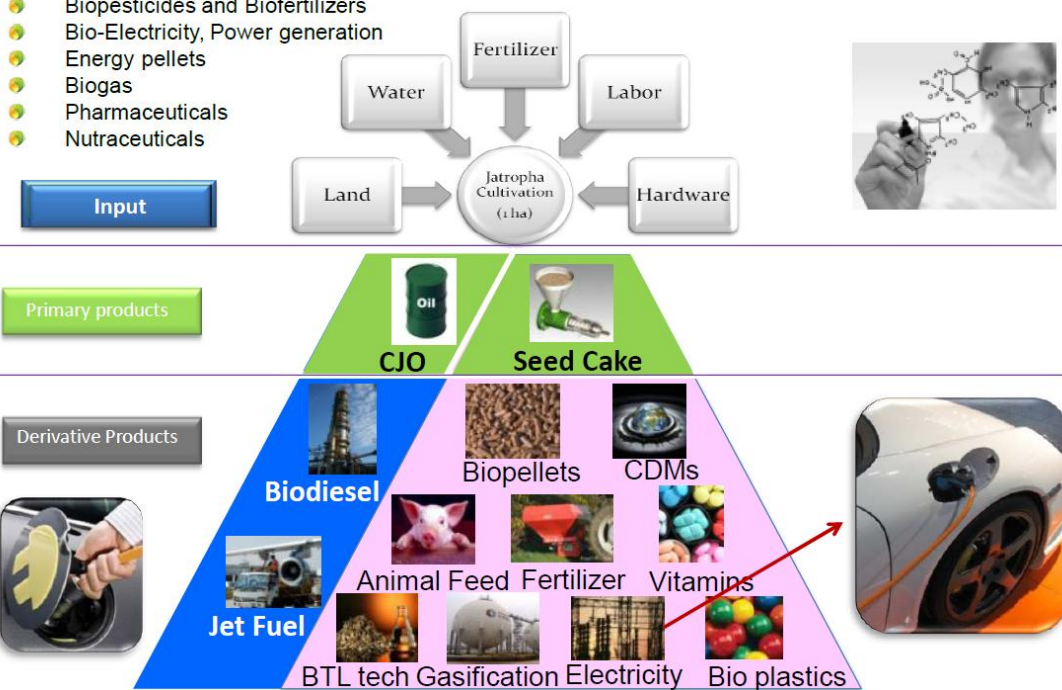


圖 5. 麻瘋樹產品多樣化及整體價值鏈。

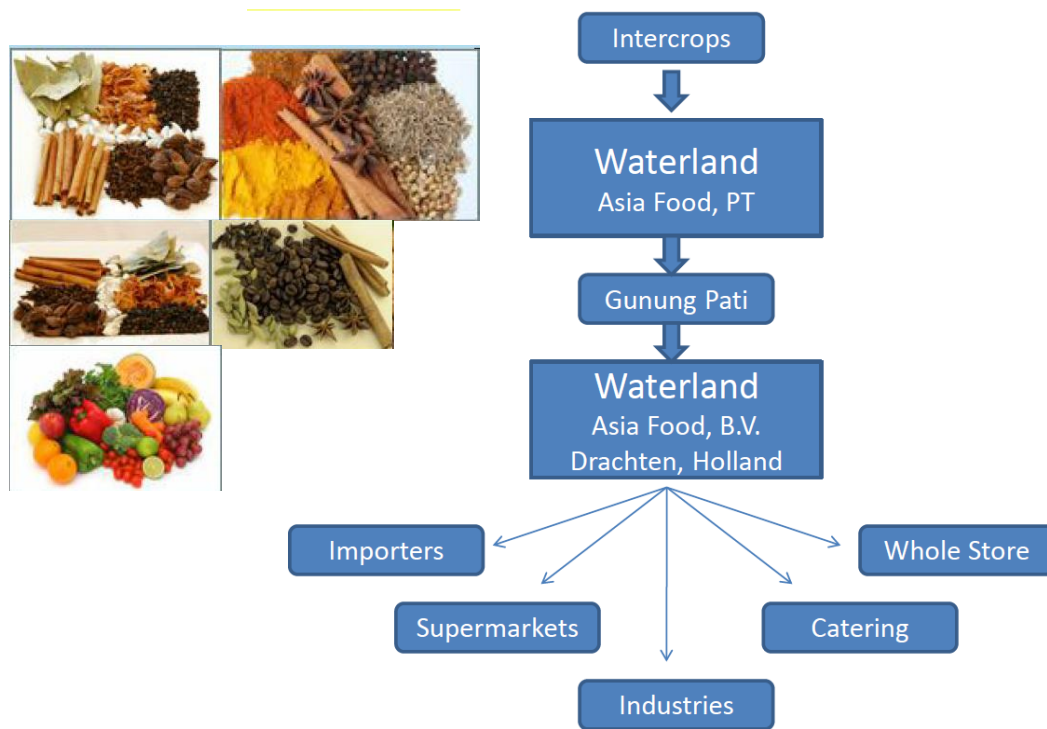


圖 6. 麻瘋樹農場間作經濟作物產銷模式。





圖 7. 麻瘋樹農場 GPS、GIS、RS 之 3S 精準管理系統。

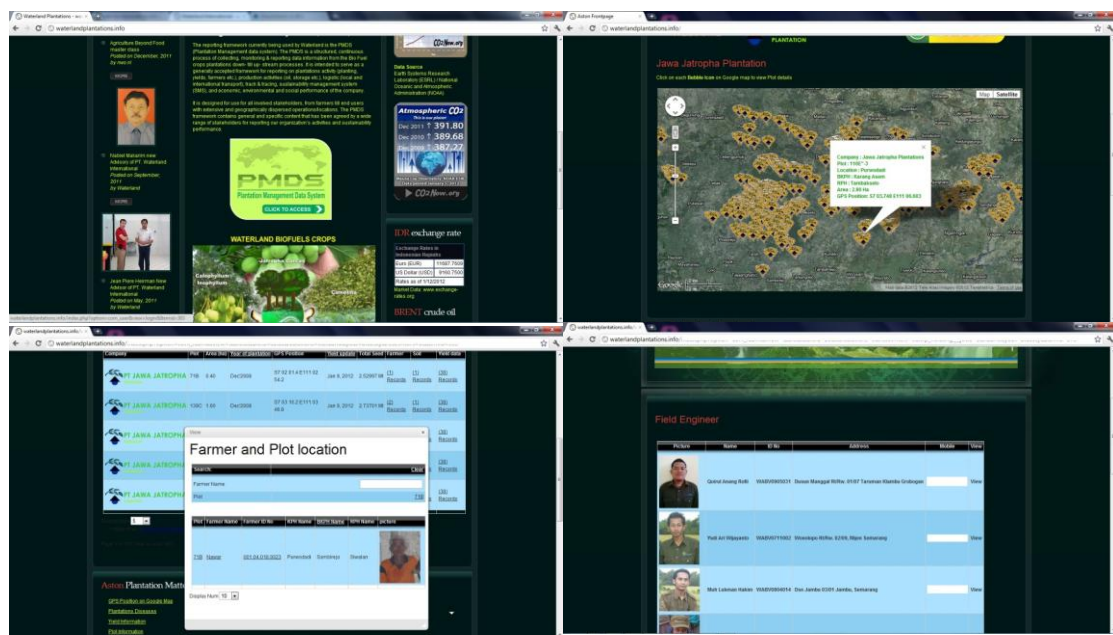


圖 8. PDMS (Plantation Management Data System) 遠端管理系統。





痲瘋樹農場



痲瘋樹與柚木間作



痲瘋樹與香茅草間作



痲瘋樹與樹薯間作

圖 9. Waterland International 痲瘋樹農場作物間作模式。



麻瘋樹生長狀況



農場土壤



介殼蟲害



介殼蟲害

圖 10. 麻瘋樹生長狀況及蟲害情形。

## Palm Oil Value Chain & Applications

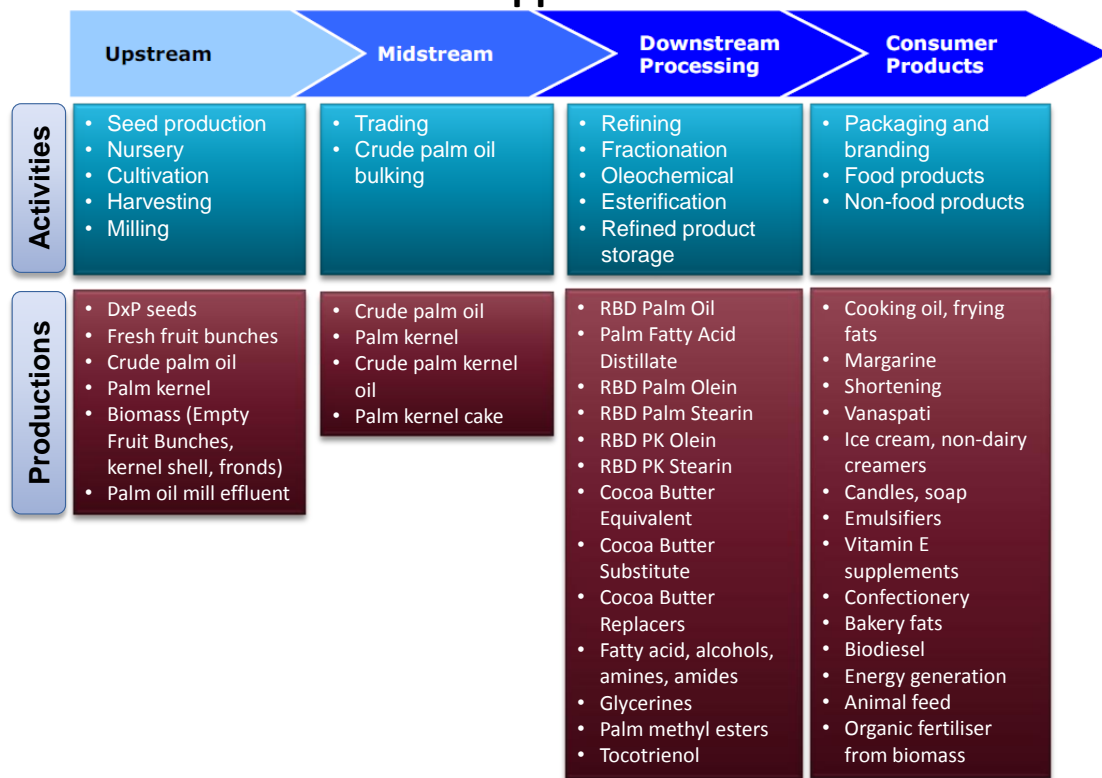


圖 11. 馬來西亞棕櫚產業之成熟產業鏈。



圖 12. Global Green Synergy 公司棕櫚廢棄物加工生產產品。





圖 13. Global Green Synergy 公司生質焦炭產品。