

OIL PALM TREE BIOMASS BUSINESS PLAN

오일팜 바이오매스
사업계획(연구)요지



ARIKO GROUP

**ARIKO Malpalm Bioenergy Group
RELIANCE REAP SDN. BHD.**

(770535-D)

OIL PALM TREE BIOMASS BUSINESS PLAN

ARIKO GROUP

**ARIKO Malpalm Bioenergy Group
RELIANCE REAP SDN. BHD.
(770535-D)**

CONTENTS

I. 오일팜 바이오매스 사업의 필요성	002
1. 오일팜 나무와 팜유의 개요	002
2. 오일팜 바이오매스 사업의 원천	003
3. 폐기물을 이용한 부의 창출(오일팜 바이오매스)	004
4. 관상 조경수 오일팜 나무의 번신	007
5. 팜열매송이(FFB)로부터 나오는 것들	008
II. 오일팜 바이오매스 산업현황	009
1. 오일팜 해외 조림현황 및 바이오매스 종류와 활용성	009
(1) 조림 및 식재 현황	009
(2) 오일팜 바이오매스 종류 및 특성에 따른 활용성	010
2. 오일팜 바이오매스 발생량	015
(1) 오일팜 조림지 면적(ha)당 발생량	015
(2) 미정제 팜유(CPO, Crude Palm Oil) 생산량 당 발생량	015
(3) 오일팜 바이오매스 발생량 통계	016
3. 세계시장의 팜오일 생산량 및 수요량의 전망(2000~2020)	017
III. 아리코그룹의 말레이시아 등 바이오매스 사업	019
1. 사업방향 및 현황	019
2. 오일팜나무(OPT)의 특성과 상업화의 부정적 측면	019
3. OPT의 사업화	022
4. 사업과 관련 된 생산품목	023
(1) 유기질 비료(COMPOST) 사업	023
(2) 에탄올(ETHANOL) 사업	024
(3) 펠렛(PELLET) – 바이오매스 연료 사업	026
(4) 기계설비 사업	027
IV. 사업투입자금과 매출 및 이익구도	031
1. 사업투입자금의 요지	031
2. 사업의 수지분석	033
V. 아리코바이오대학교 설립 및 운영	037
VI. 맺음말	039

들어가기

본 연구보고서는 말레이시아·인도네시아 등 오일팜(Oil Palm) 주요 재배국에서 팜 오일 생산 공정 전반에 걸쳐 발생하는 바이오매스 부산물의 에너지 전환 가능성을 체계적으로 분석하고, 이를 기반으로 고부가가치 자원화 기술 및 친환경 스마트 생산 시스템을 연구·개발한 성과를 집약한 것이다.

오늘날 세계는 탄소중립(Carbon Neutrality)과 넷제로(Net Zero) 목표 달성을 위한 에너지 전환이 국제사회의 핵심 과제로 자리 잡았으며, 화석연료 의존도를 낮추고 온실가스 감축을 실현할 수 있는 신재생 에너지 및 바이오에너지에 대한 수요가 빠르게 확대되고 있다. 특히 바이오매스 기반 연료는 탄소 순환 관점에서 대기 중 이산화탄소 저감 효과가 여타 신재생에너지 대비 우수한 것으로 평가되며, 글로벌 에너지 전환 포트폴리오의 중요한 축으로 부상하고 있다.

말레이시아와 인도네시아는 전 세계 팜오일(Crude Palm Oil) 생산량의 약 85%를 담당하는 최대 생산국으로, 팜오일은 타 식물성 유지 대비 생산 원가 경쟁력이 높아 바이오디젤 원료로서의 활용 가치가 매우 크다. 말레이시아 정부는 국가 바이오연료 정책을 지속적으로 강화하는 한편, 최근에는 ESG(환경·사회·지배구조) 기준 및 RSPO(지속가능한 팜오일 국제 기준) 인증 체계와 연계하여 팜 바이오연료 산업의 지속가능한 성장을 도모하고 있다.

이러한 산업 환경에 발맞추어 ARIKO그룹은 팜나무 바이오매스 부산물로부터 바이오연료 (Biofuel), 바이오에탄올(Bioethanol), 바이오디젤(Biodiesel), 바이오포도당(Bioglucoose), 바이오유기물비료(Biocompost) 등 고기능성 소재를 추출·생산할 수 있는 첨단 자동화 스마트 바이오 생산 시스템을 구축하였다. 나아가 인공지능(AI) 기반 공정 최적화 및 디지털 트윈 (Digital Twin) 기술을 접목하여 생산 효율성과 품질 균일성을 한층 높였으며, 탄소 발자국 추적 시스템을 통한 친환경 공급망 관리 체계도 함께 정비하였다.

또한, 팜나무 고유의 섬유질 특성을 활용한 친환경 바이오매스 펠릿 연료(Biomass Pellet Fuel)를 개발·생산하고, 이에 최적화된 고효율 산업용 친환경 보일러 설비를 설계·제작함으로써 기존 화석연료 대비 에너지 비용을 60~70% 절감하는 실질적인 경제성을 확보하였다. 이는 동남아시아 지역의 에너지 자립 역량 강화와 탄소 배출 저감에 직접적으로 기여할 수 있는 성과로 평가된다.

본 연구는 기후위기 대응과 순환경제(Circular Economy) 실현이라는 글로벌 과제에 부응하는 바이오매스 에너지 산업 생태계 구축에 중요한 이정표가 될 것으로 기대하며, 오랜 기간 연구에 헌신한 ARIKO그룹 아리코사업연구소 연구진 모두에게 깊은 경의를 표한다. 아울러 본 연구가 완성될 수 있도록 아낌없는 지원을 보내주신 국내외 협력기업 대표자 여러분과 자문에 응해 주신 국내외 대학 연구교수님들께도 진심 어린 감사의 말씀을 드린다.

2026년

작성자, 아리코 박영환

I. 오일팜 바이오매스 사업의 필요성

1. 오일팜과 팜유의 개요

오일팜(Oil Palm Trunk)은 학명 *Elaeis guineensis* 라고 불린다. 팜유(Palm Oil)는 기름야자(African oil palm)^①의 과육으로 착유되는 상온에서 고체의 유지이다. 오일팜의 원산지는 자이레 등 아프리카 서부 열대지방이라고 하지만 현재의 주산지는 말레이시아, 인도네시아이다. 팜 과실은 재식 후 약 3년이 지난 후 결실하고 약 25년간 수확 할 수 있다. 말레이시아에서 재배되고 있는 것은 *Delidura*종과 *Pisifera*종을 교배한 *Tenera*종이다. 팜 과실은 활성이 매우 강한 리파아제(lipase)^②를 함유하고 있기 때문에 과실이 상하면 유지와 리파아제(lipase)가 접촉하여 가수분해가 급속히 진행하여 유지의 품질 열화가 일어난다. 오일팜은 열매와 씨앗 모두 오일을 풍부하게 함유하고 있고, 단위면적당 생산성이 코코넛 등 다른 식물성 유지작물 가운데 가장 높다. 지구상에 한 열매에서 과육과 씨앗을 모두 오일로 채취할 수 있는 식물은 팜 하나뿐이라고 한다. 오일팜은 중앙 및 서아프리카에서 5000년 전부터 사용되다 영국 거래상들이 유럽에 소개하면서 널리 알려졌다. 동남아시아뿐만 아니라 전 세계에서 가장 많이 애용되는 식용 기름은 바로 이 팜오일이다.

① 학명. *Elaeis guineensis*. 계, 식물. 문, 속씨식물. 강, 외떡잎식물. 목, 기타 외떡잎식물. 원산지, 서부 아프리카. 분포지역, 열대지방. 서식장소/자생지, 나이지리아, 인도네시아, 말레이시아. 크기, 높이 10~20m. 서부 아프리카가 원산이며 열대지방에서 널리 재배된다. 높이 10~20m, 20~40개의 잎이 달린다. 잎은 깃꼴 겹잎이나, 묘시기의 잎몸은 찢어져 퍼지지 않은 1장의 작은 잎이 나온다. 잎의 밑 부분에 산방 형으로 열매가 달린다. 수관(樹冠) 전체의 작은 잎이 모두 찢어져 퍼지기까지는 1년이 걸린다. 15년생도 높이가 3~4m에 불과하다. 한 열매이삭에 1,000개 이상의 열매가 달린다. 열매에 2개 이상의 배(胚)가 있으며 구형(球形)을 이루는 특징이 있다. 과실은 표피·과육·핵각(核殼)·인(仁)의 4부분으로 형성되며 과육·인 모두 다량의 유분(油分)을 함유한다. 생육에 알맞은 온도는 연평균 22~30℃이며 부식질 토양이 적합하다. 번식은 실생에 의하여 초기생육이 더디므로 1~2년간 육묘하여 정식한다. 과육에서 채유하는 팜유(palm oil)·커널유(kernel oil)는 마가린·그리스·유탄유·양초·비누 제조의 원료로 쓰이며, 특히 종자에서 얻는 커널유는 마가린·비누의 원료로 쓰인다. 주산지는 나이지리아·인도네시아·말레이시아 등지이다.

② 지방을 분해하는 효소이다. 동물의 체액에서 나오는 체액에 많이 있고, 식물에서는 아주까리 종자에 많이 들어 있다. 동물의 소화효소로서 위액·이자액·장액 속에 분비되고 폐·신장·부신·지방조직·태반 등의 각종 조직에도 있으며, 식물에서는 밀·아주까리·콩 등의 종자와 곰팡이·효모·세균 등에도 널리 들어 있고, 우두바이러스에도 들어 있다. 그 밖에 특수한 라이페이스인 리포단백질라이페이스가 동물의 혈액 등에 존재하면서 리포단백질을 형성하는 중성지방에 잘 작용한다. 헤파린에 의해 이 효소가 활성화된다. 라이페이스는 중성지방에 작용하여 트라이아실글리세리드에서 다이아실글리세리드와 모노아실글리세리드를 거쳐서 지방산과 글리세린으로 분해한다. 성질은 재료에 따라 다르고, 또 효소로서의 화학적 특징은 기질이 되는 중성지방에 따라 다르다. 동물성 라이페이스는 pH 7~9, 식물성 리파아제는 pH 4.5~5.0 부근이 최적 pH이다. 이자액에 있는 라이페이스는 동물성으로 50℃에서 활성을 잃고 최적온도는 40℃이다. 그러나 아주까리 종자에 존재하는 라이페이스는 열에 안정하다. 라이페이스는 기질이 되는 지방산에스테르가 에멀션 상태일 때 잘 작용하는 데 반해, 에스테르 가수분해효소는 지방산에스테르가 분자상으로 녹은 상태일 때 잘 반응하므로 이것으로 양자를 구별한다. 쏘개즙 속에 들어 있는 각종 담즙산염은 중성지방의 에멀션화[乳化]를 촉진하여 소화액 속의 라이페이스의 작용이 쉽게 일어나도록 한다. 동물성 라이페이스의 작용은 칼슘이온·알부민·사이안화칼륨·하이드로설파이트·시스틴 등에 의해 촉진되나, 키닌·알데하이드·모노아미노도아세트산·중금속이온 등에 의해서는 저해된다.(출처, <http://www.doopedia.co.kr> 검색).

2. 오일팜은 바이오매스 산업의 원천

전 세계 오일팜의 대부분이 식용으로 사용되고 있지만, 과거와 달리 최근에는 팜 나무의 가치가 바이오에너지의 주요 원료로 쓰인다는 측면에서 더 주목받고 있다. 오일팜은 바이오디젤의 원료로 사용되고, 기름을 짜고 남은 부산물(EFB, Empty Fruit Bunch)은 비료로 사용되거나, 팜 열매껍질(PKS, Palm Kernel Shell)과 함께 바이오매스의 일종으로 화력발전소에서 연료로 사용된다. 현재는 전체 오일팜 생산량의 5%정도만이 바이오에너지로 사용되고 있으나, 그 수요는 계속 증가하고 있다. 2012년 '재생에너지 의무 공급화제도(RPS: Renewable Portfolio Standard)'가 도입 되면서, 전력 공급업자들은 일정 부분의 전력을 반드시 재생가능 에너지원으로 생산해야만 한다. 이 제도 덕분에 저가의 효율이 높은 재생에너지를 생산하기 위한 경쟁이 치열해지고 있으며, 그 가운데 오일팜과 그 부산물들의 가치가 상승해 왔다.

인도네시아와 말레이시아는 오일팜의 주요 생산 국가이자 수출국가로 전 세계 생산량의 85~90%가 이 두 나라에서 나온다. 수출액은 인도네시아가 154억 달러로 전체 수출액의 52.9%를, 말레이시아가 95억 달러로 32.7%를 차지한다. 주요 생산기업들은 인도네시아 국영기업 PTPN 이외에도 대표적인 대기업집단인 시나르마스, 월마르 인터내셔널, 살림, 인도푸드 그룹 등이 모두 팜 농장(Plantation) 사업을 보유하고 있으며, 말레이시아에서는 사임다비(Sime Darby)사와 정부 산하의 펠다(Felda) 등이 있다. 최대 수입국은 인도, 중국, 파키스탄, 그리고 유럽으로 50% 이상을 차지한다.

팜 오일의 가격 역시 유가 및 글로벌 경제 상황, 그리고 기후변동에 크게 영향을 받는다. 유가가 치솟을 당시에는, 재생에너지에 대한 수요가 급증하면서 팜 오일 가격도 높은 상태를 유지했다. 2015년부터 2020년까지 팜 오일 시장의 연평균 성장률은 7.5%, 바이오디젤 산업의 8.8%에 이를 것이라는 낙관적인 전망이 제시되었다. 동남아 여러 기업들뿐만 아니라 한국기업들도 연이어 팜 농장에 투자했다. 삼성물산은 수마트라, LG상사는 인도네시아 칼리만탄, 포스코, 대우도 파푸아에서 오일팜 농장 개발 사업에 각 뛰어들었다. 그러나 최근 2~3년 동안의 저유가 및 중국의 경기하락은 오일팜 뿐만 아니라 부산물로 만든 우드펠렛의 가격에 심각한 타격을 입혔다.

바이오에너지 산업의 발전과 동남아 인구 증가로 인해 오일팜과 부산물 등의 수요 자체는 계속 증가 할 것으로 보인다. 더 나아가 계면활성제나 윤활유 등 바이오 유래 소재와 화학(BBMC: Bio-based materials and chemicals) 신수요 역시 산업에 성장기회를 더 해줄 것이다. 이미 말레이시아는 유지화학제품에, 태국은 바이오플라스틱 개발에 정부가 역량을 집중하고 있다. 특히, 현지 생산기업과 함께 기술개발을 추진하는 외국기업의 진출을 정책적으로 적극 지원하고 있다. 한국 기업이 재생에너지 혹은 바이오산업에서 살아남으려면, 팜 농장 확대보다 관련기술개발과 생산성 증대, 전략적 동업(Strategic partnership)에 더 관심을 가져야 한다. 팜 농장은 여전히 저임금 노동에 의존하고 있고, 산림파괴라는 환경문제, 오일팜 가격 변동성 등 감내해야 할 위험이 작지 않다.

3. 폐기물을 이용한 부의 창출(오일팜 바이오매스)

‘바이오매스’는 넓은 의미에서 어떤 공간에 존재하는 생물체의 총량을 가리킨다. 하지만 바이오매스가 어떤 연료나 에너지의 원천을 가리킬 때는 나무, 농작물, 농업폐기물, 그리고 도시 폐기물 등과 같은 재생 가능한 유기 물질을 의미한다. 이러한 관점에서 바이오매스는 다양한 공급원을 가지고 있다고 할 수 있다. 하지만 농업폐기물이 급속도로 증가하고 있는 것에 대해서 우려의 목소리가 높다. 전 세계적으로 농업부문에서만 매년 1,400억 미터톤(M/Ts)의 바이오매스가 발생하고 있다.

농업생산량의 증가는 생태학적으로 새로운 문제들을 유발했다. 썩어가는 농업 폐기물은 메탄가스와 침출액을 배출하여 토양과 물을 오염시킨다. 만약 농부가 들판을 청소하기 위해 폐기물을 태운다면 이산화탄소나 다른 오염물질이 배출될 것이다.

이러한 행위는 그런 행위를 규제하기 위한 수단이나 제도가 미비한 개발도상국에서 어렵지 않게 볼 수 있다. 이처럼 농업부문에서 발생하는 바이오매스에 대한 환경적 문제가 심각해지자 폐기물에 대한 적절한 관리와 농업부문의 바이오매스를 에너지나 물질 자원으로 전환하는 방법을 찾기 위한 노력들이 강조되고 있다. 유엔 환경계획(UNEP, the United Nations Environment Programme)은 농업분야의 바이오매스는 활용되지 않을 때 문제를 유발할 뿐 재생 가능한 자원의 원천이 될 가능성은 충분하다고 한다. 그러므로 단순히 에너지를 얻기 위한 목적에서 벗어나 보다 폭넓은 바이오매스의 사용을 위해 노력을 기울여야 한다.

농업부문은 말레이시아에서 오랜 시간동안 국가경제의 핵심이었다. 특히 팜 오일을 생산하는 팜 나무는 고무, 코코아, 담배, 파인애플 등과 같은 말레이시아의 공예작물 중에서 단연코 으뜸이라고 할 수 있다. 공예작물은 말레이시아 농업 용지의 약 77%정도인 508만 헥타르의 토지에서 생산되고 있는데 그 중에서 95%에 해당하는 485만 헥타르의 토지에서 오일팜 나무를 재배하고 있다.

팜 오일을 추출하는 과정에서 빈 팜열매송이(EFB, Empty Fruit Bunch : 팜 열매 다발에서 팜 열매를 떼어내고 남은 껍데기), 팜 열매 껍질(PKS, Palm Kernel Shell), 팜 제조 폐기물 (POME, Palm Oil Mill Effluent : 팜 오일을 제조할 때 발생하는 폐기물), 나무줄기와 같은 바이오매스가 대량으로 발생한다. 그리고 이 과정에서 발생하는 폐기물의 양은 다른 용도로 활용하더라도 버려지는 양이 상당히 많다. 2010년에만 약 9,090만 톤의 팜열매송이(FFB, Fresh Fruit Bunches : 팜 열매)가 말레이시아에서 생산되었다. 팜오일 추출과정에서 발생하는 폐기물 중 60.75%는 팜 제조 폐기물(POME)이 차지하고 있으며 빈 팜열매송이(EFB)가 23.3%, 그리고 종과피(Mesocarp) 섬유질이 10.91%, PKS가 5.04%의 비중을 각각 차지하고 있다.

팜 오일을 추출하는 과정에서 발생하는 찌꺼기와 폐기물들은 환경적으로 심각한 위협을 초래할 수 있다. 그러므로 말레이시아 팜 오일산업에서 증가하고 있는 팜 오일 폐기물들을 효과적으로 사용하는 방안을 강구해야 한다. 이러한 폐기물들은 잘 활용한다면 말레이시아의 국가경제에 이바지 할 수 있을 정도의 새로운 에너지 원이나 물질 자원이 될 수 있다. 말레이시아는 인도네시아에 이어 두 번째로 큰 팜 오일 생산국이자 수출국이기 때문이다. 만약 말레이시아가 팜 오일 추출과정에서 발생하는 바이오매스를 충분히 활용할 수 있다면 말레이시아의 국가발전에 새로운 기회의 장이 될 수 있다.

오일팜 바이오매스가 새로운 에너지원이 될 수 있는 가능성은 일찍부터 인식하고 있었다. 대부분의 국가에서 그렇듯이 새로운 에너지원에 대한 압력은 말레이시아에서도 새로운 것이 아니다. 말레이시아 정부는 꾸준한 인구증가, 경제발전에 대한 욕구, 교토의정서의 채택, 유가상승 등과 같은 대내외적인 환경의 변화가 야기한 요구들에 대해 어떤 조치를 마련해야만 하는 압력을 받고 있다. 지난 20년간 말레이시아 인구는 매년 평균적으로 2.3% 증가하여 1990년 1,820만 명에서 2010년

2,840만 명이 되었다. 동기간의 경제성장률은 약6.09%였다. 반면 유가는 2001년 12월 \$18.52에서 2011년 12월 \$103.43로 급증했다.

재생 가능한 에너지 사용의 촉진은 다양한 변화로 인한 도전들에 대해서 효과적으로 대응할 수 있는 훌륭한 대책이라고 할 수 있다. 실제로 새로운 에너지원에 대한 필요성은 1970년대 후반부터 제기되었고 1979년의 새로운 에너지 정책(the New Energy Policy)에서 개념화되었다. 이 정책은 2001년 8차 말레이시아 Plan에서 채택한 5가지 연료정책(the Five-Fuel Policy)에서 보다 더 구체화되었다. 정책의 핵심은 말레이시아의 에너지 수요를 5가지 연료 – 오일, 가스, 석탄, 전기, 그리고 재생 가능한 에너지 – 로 충족시키자는 것이다. 그것은 가정에서 사용하는 에너지원을 재생 가능한 에너지로 충당함으로써 보다 안정적이고 비용 효율적인 에너지 공급을 달성하려는 비전을 담고 있다. 이것을 기반으로 팜 오일에서 발생하는 바이오매스의 활용에 대한 종합적인 전략이 수립되었고 the National Biomass Strategy 2020: New wealth creation for Malaysia's palm oil industry라는 보고서로 문서화되었다. 위 보고서는 특히 오일 팜 바이오매스를 이용한 부수적인 활용 방안, 예를 들어, 바이오 에너지, 바이오 연료, 바이오 화학과 같은 높은 부가가치를 갖는 것에 대해 집중적으로 서술하고 있다. 이를 통해 고수익 일자리를 창출하고 지역 기술을 발전시켜 국가 경제에 기여 “국민총소득(GNI, Gross National Income)이 약 300억 RM 증가” 할 수 있다고 예측하고 있다.

팜 오일 추출 산업에서 매년 약9,000만 M/T의 오일팜 바이오매스가 생산되고 있으며 그 중 2,500만 M/T를 유통할 수 있다는 점을 고려해볼 때 오일팜 바이오매스를 부수적으로 활용하는 것은 매우 훌륭한 아이디어라고 할 수 있다.

4. 관상 조경수 오일팜 나무의 변신

말레이시아가 오일팜 나무를 재배한 역사는 약 160년 전으로 거슬러 올라 간다. 원래 오일팜 나무(*Elaeis guineensis*)는 서아프리카가 원산지로 야생에서 자라는 나무였으나, 1850년대 초 영국인들에 의해 조경수로 처음 말레이시아에서 재배되기 시작하였다. 1960년 초까지 고무와 주석생산에 의존하던 말레이시아가 “국가 농업다양성 프로그램”이란 정책을 세우고 빈곤퇴치를 위해 본격적으로 오일팜 나무 재배를 확대하기 시작하여, 현재는 말레이시아 전 국토의 약 13.6%인 450만 헥타르에서 오일팜 나무가 재배되고 있다.

말레이시아에서 생산되는 미정제 팜유(crude palm oil)는 1,773만톤, 팜종자유(palm kernel oil)는 213만 톤이며, 팜 관련 산업에 종사하는 인력도 약 570,000명에 이른다(<http://www.mpoc.org.my>). 사바주는 말레이시아 내에서도 가장 많은 팜유를 생산하는 곳이다. 오일 팜나무 재배면적은 무려 140만 헥타르로 말레이시아 전체 재배 면적의 30%에 해당하며 여기에서 생산되는 팜유는 연간 580만 톤에 이른다(말레이시아에 이어 인도네시아 역시 팜유 주요 수출국으로 2009년에는 팜유 생산량이 말레이시아 생산량을 앞질러 2,150만톤을 생산하였으며 전 세계 팜유 시장 규모는 점점 증가하고 있는 추세이다).

오일팜 나무는 암꽃과 수꽃이 한 나무에서 같이 피는 자웅동체 식물로 바구미라는 작은 곤충이 꽃가루를 암술머리에 옮겨줌으로써 수분(受粉)이 일어나며 열매가 성숙하기까지 약 5-6개월이 걸린다. 매년 한 그루의 오일 팜나무에서 8-15개 정도의 팜 열매송이(FFB, Fresh Fruit Bunches)가 열린다. 과거에 재배하던 오일팜 나무는 키가 커서 긴 장대 끝에 낫을 달아 열매를 수확하였으나 요즘은 키가 작은 오일팜 나무를 개량하여 수확이 훨씬 수월해졌다.

5. 팜열매송이(FFB)로부터 나오는 것들



〈 팜열매송이(FFB)로부터 팜유를 착유하면서 생기는 빈열매송이(EFB) 부산물 〉

(사진좌로부터 팜오일 공장 입구에서 계량중인 팜 열매송이, 스팀멸균통에 담기 직전의 팜 열매송이들, 팜 열매송이들이 담긴 스팀멸균통, 멸균 후 열매송이를 털어내는 과정, 쌓여진 빈 열매송이 더미)

말레이시아에서 팜 오일 추출 산업 부산물 중 섬유질(Fiber)은 전량이 보일러의 원료로 사용되며, 팜커널껍질과 팜커널박은 사료 및 유기질 비료 원료로 판매되어 재활용되고 있다. 그러나 빈 열매송이와 팜공장 폐수는 거의 대부분 팜 오일 추출 공장에 방치되어 있는 실정이다.

2010년 말레이시아 정부는 2015년까지 신재생에너지 사용비율을 기존 1%에서 2015년까지 5%로 확대한다고 발표하였다. 동시에 말레이시아 내각은 「신재생에너지 법률」 및 「발전차액지원제도」 시행에 관한 법률을 승인함으로써 말레이시아는 신재생에너지 정책 및 실행계획을 공식적으로 선언하였다. 특히 2011년부터 바이오매스, 바이오가스, 소수력발전, 태양전지, 고형폐기물에 발전차액을 집중 지원할 계획이다. 향후 이러한 발전차액지원제도가 활성화되고 바이오디젤을 5% 혼합 사용하려는 정책의 변화는 오일팜산업에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 생각된다. 즉 팜 오일 공장주들은 팜유 생산은 물론 빈 열매송이와 팜 제조 폐기물(POME)로부터 바이오가스를 생산함으로써 조세혜택까지 받게 된다면 팜 산업 부산물은 더 이상 폐기물이 아니라 귀중한 바이오매스 자원으로 한 몫이다.

II. 오일팜 바이오매스 산업현황

1. 오일팜 해외 조림현황 및 바이오매스 종류와 활용성

(1) 조림 및 식재 현황

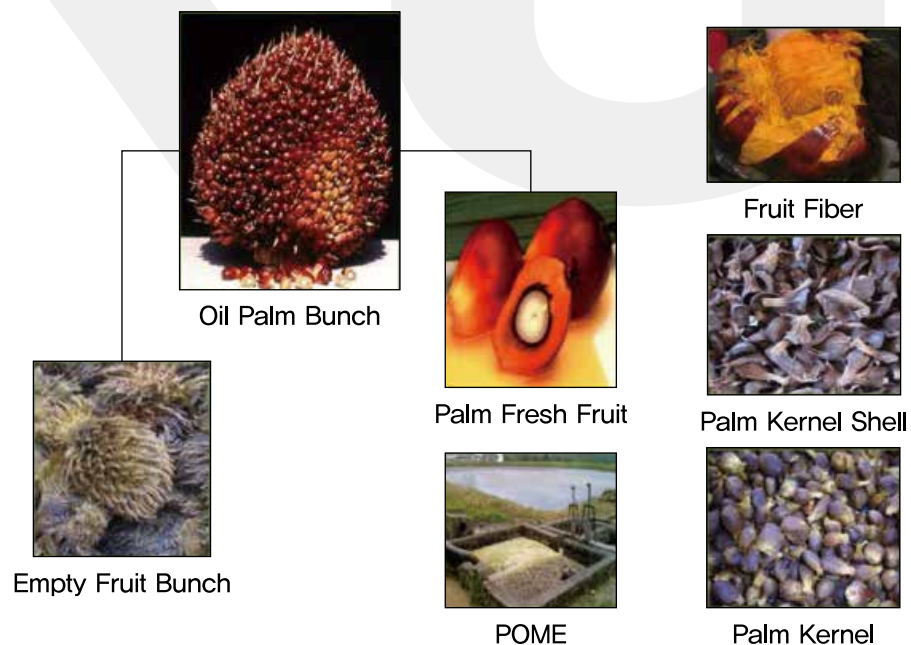
- 오일팜의 원서식지는 서아프리카이고 야생 열대 식물임.
- 아프리카 이외의 지역으로 재배되기 시작한 것은 1848년 네덜란드인에 의하여 암스테르담을 거쳐 인도네시아 자바섬의 보고르 식물원에 네 개의 묘목이 도입되면서 시작됨.
- 처음에는 관상용으로 활용되었으나 1900년대에 상업재배가 시작됨.
- 1960년대부터 말레이시아에서 정책적으로 오일팜 조림을 확대하면서 오일팜 관련 산업의 기반이 형성됨.
- 현재 42개 국가에서 110천만 ha에서 재배됨(Khalil, H.P.S.A, 등, 2008).
- 말레이시아, 인도네시아, 서아프리카, 라틴 아메리카가 주요 재배지임.
- 말레이시아가 최대 팜 오일 생산국이었으나 인도네시아의 지속적인 조림확장으로 2006년 이후 인도네시아가 최대 생산국이 됨.
- 열대지역 오일팜은 연간 강수량 1780-2280mm 수준이며, 연중 온도는 24-40℃ 수준을 유지해야하기 때문에, 적도를 중심으로 위도 ±5도 지역에서만 생육이 가능하고, 묘목은 15℃이하에서 자라지 않음.
- 인도네시아와 말레이시아는 팜이 성장할 수 있는 이상적 기후조건을 가지고 특히 인도네시아는 생산 가능한 국토면적이 넓고 임금경쟁력이 높아 최적의 오일팜 조림지로 평가되고 있음.
- 초기 2~4년 후부터 열매수확이 가능하나, 수령이 9~15년의 경우 산출고가 가장 높으며 25~30년이 지나면 나무의 키가 높아져 수확이 어렵고 열매 수확량의 감소로 인해 재 식재 함.
- 오일팜의 오일 수율은 코코넛에 3배, 유채의 7배, 대두에 10배 높은 정도이면 연간 7,250 리터/ha 까지 가능함.
- 오일팜은 상대적으로 우수한 경제성과, 산폐에 대한 저항성이 크고 산화안정성이 높은 특징을 가지고 있어서 수요 및 가격 상승 추세임.
- 전 세계 주요 오일팜 생산 국가 중 인도네시아와 말레이시아가 전 세계 수확면적 중 60%를 차지하며, CPO의 생산은 위 두 나라에 90% 의존.
- 주요 생산국인 인도네시아와 말레이시아는 수확면적이 지속적으로 증가하고있으며, 인도네시아의 경우 수확면적이 대폭 증가하고 있음.

- 세계 오일팜 수확면적이 증가하며, CPO의 수요도 증가추세에 있어 향후에도 지속적으로 증가될 것으로 전망.
- 중국, 인도 등의 인구 증가 및 식용유 수요 증대에 따라 CPO의 시세 지속적으로 증가하는 추세이고 또한 팜 오일을 원료로 한 바이오디젤 시장은 EU를 중심으로 급격히 증가하는 추세임.

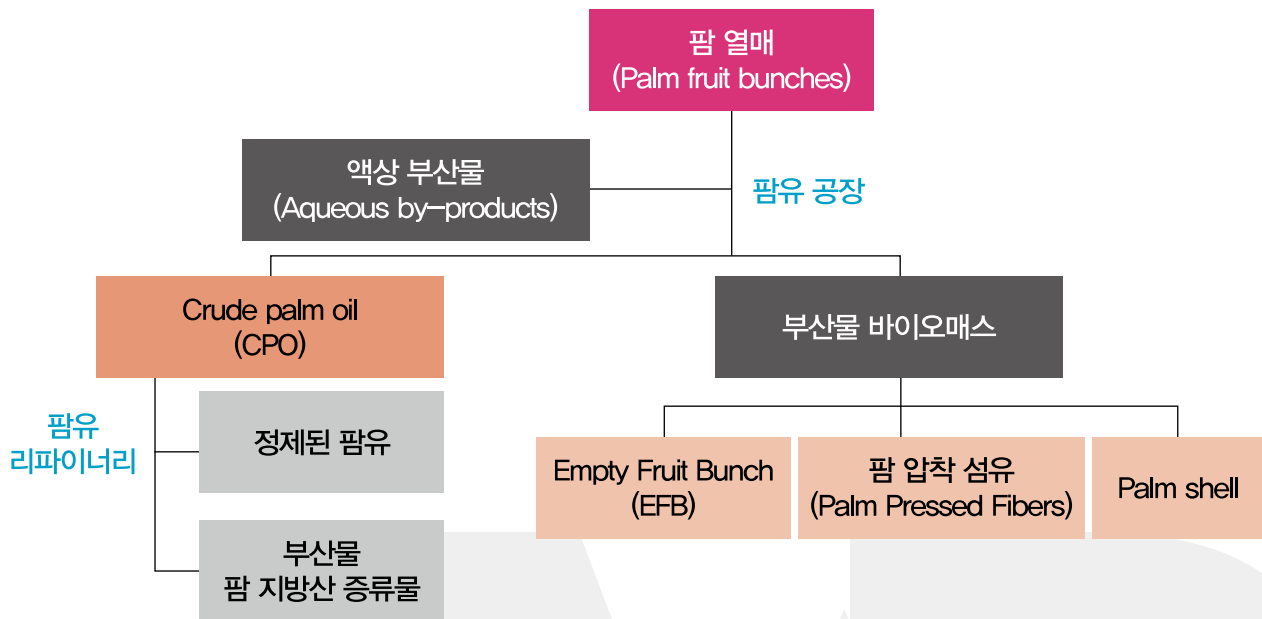
(2) 오일팜 바이오매스 종류 및 특성에 따른 활용성

① 오일팜 바이오매스 발생과정 및 종류

- 오일팜 산업에서 발생하는 바이오매스는 실제 팜 열매에서 추출되는 미정제 팜유(CPO, Crude Palm Oil)와 오일팜 열매의 씨앗에서 추출되는 미정제 팜종자유(CPKO, Crude Palm Kernel Oil)를 제외한 나머지 자원임
- 오일팜 바이오매스를 발생위치별로 나누게 되면 매일 지속적으로 수확되어 팜 오일 추출 과정 중에 발생하는 생산 부산물인 빈 팜열매송이(EFP, Empty Fruit Bunch), 팜커널껍질(PKS, Palm kernel shell), 중과피 섬유 (Mesocarp Fiber), 그리고 팜 오일 추출중 발생하는 액상의 팜 제조 폐기물 (POME: Palm oilmill effluent)이 있음



〈 팜오일 추출 공장에서 발생하는 바이오매스 종류 〉



〈 팜오일 제조 공정 및 공정에서 발생하는 산물 및 부산물들 〉

– 오일팜 농장에서도 많은 양의 폐기성 바이오매스가 발생되는데 대표적인 것으로 오일팜 나무의 성장과 함께 지속적으로 발생하는 오일팜 잎(OPF: Oil Palm Frond)과 보통 25년 주기로 오일팜 열매의 생산성 저하로 인해 오일팜 나무의 갱신으로 발생하는 오일팜 나무(OPT: Oil Palm Trunk)가 있음.



Oil Palm Tree



Oil Palm Trunk



Oil Palm Frond

〈 오일팜 조림지에서 발생하는 주요 바이오매스 종류 〉

② 빈 팜열매송이(EFB, Empty Fruit Bunch)의 형태적 특성

- 빈 팜열매 송이(EFB) 섬유는 단단하면서 야자열매 겉껍질에서 뽑은 섬유(Coир)와 유사한 특징을 가지고 있음.
- 빈 팜열매 송이(EFB)는 빈과실다발로써 65%의 수분과 30%의 고형분, 2%의 미정제 팜유(CPO ,Crude Palm Oil) 로 이루어짐.
- 빈 팜열매 송이(EFB)는 중심부분에 20~25%의 줄기(Stalk)에 75~80%의 잔가지 섬유(Spikelet)들이 다발로 붙어있는 형태를 가지고
- 대체로 셀룰로오스는 37-50%, 헤미셀룰로오스는 23-25%, 리그닌은 14-24%의 범위의 함량으로 구성되어 있는 것으로 보고됨.

③ 오일팜 잎(OPF, Oil Palm Frond) 특성

- 전정작업 및 재식재를 통해 다량 발생됨(열매 생산성 향상을 위해 8개월에 1회씩 전정 작업 실시).
- 잎꼭지(Petioles)와 작은 잎(leaflets)들로 구성됨.
- 약 62%의 목재섬유와 38%의 유세포로 구성되어 있음.(MPOB)
- 빈 팜열매 송이(EFB)와 유사한 셀룰로오스 함량을 보이며, 추출물 함량이 상대적으로 낮음.
- 목재 (예) 아스펜)와 비교할 때 유사한 화학적 조성을 갖고 있음.
- 잎(Frond)으로부터 얻은 섬유의 특성은 활엽수 펄프와 유사하나, 세포벽이 다소 두꺼운 편임.

④ 오일팜 나무(OPT, Oil Palm Trunk)의 특성

- 오일팜 나무(OPT) 섬유는 관다발(Vascular bundle)로 구성되어 있고 각 관다발은 섬유, 체관, 도관, 유조직으로 구성되어 있어 있으며 각 다발에는 세 개의 후생 목부 맥관 (Metaxylem vessel)이 포함되어 있음.
- 세개의 후생 목부 맥관 (Metaxylem vessel)은 매우 크고 서로 분리되어 있음. 또한 각 맥관(vessel)들은 유조직에 의해 둘러싸여져 있음.
- 구성 성분비는 대체로 빈 팜열매송이(EFB)와 유사함.
- 생재 상태 오일팜 나무(OPT)의 수분함량은 140~500%으로 다양함(Kilmann and Lim, 1985 ; Lim and Khoo, 1986).
- 오일팜 나무(OPT)는 수를 중심으로 위치에 따라 함수율이 모두 다름.
- 수를 중심으로 112mm 반경 부분에 가장 많은 함유 수분이 존재.

- 오일팜 나무(OPT)는 수(pith)에서부터 수피(bark)에 이르기까지 밀도의 분포가 다양함.
- 수(pith)에 가까울수록, 상단 쪽으로 갈수록 밀도가 낮음.
- 오일팜 나무(OPT)의 밀도 범위는 $167.25\text{--}313.25\text{ kg m}^{-3}$ 으로써 그 격차가 매우 큼.

⑤ 중과피(Mesocarp) 섬유질의 이화학적 특성

- 중과피(Mesocarp) 섬유질은 살균처리된 오일팜 열매로부터 팜 오일을 추출 후 잔류된 열매박을 이루는 물질임.
- 이러한 중과피 섬유질(Mesocarp fiber)은 오일팜 열매 중 전건무게비로 약 60%를 차지함.
- 대체로, 1톤의 팜열매송이(FFB, Fresh Fruit Bunch)로부터 약 120kg의 중과피섬유질(Mesocarp fiber)이 발생됨(Gurmit, 1994).
- 주로 열에너지 또는 전기를 생산하기 위한 열병합발전이나 보일러의 연료로 활용됨.

⑥ 오일팜 바이오매스 종류별 이화학적 특성 및 활용성 종합

- 오일팜 바이오매스는 섬유질 바이오매스의 활용 가능성이 높음에도 불구하고 현재로는 상당량이 저급하게 활용되거나 폐기되는 상황임.
- 빈 팜열매송이(EFB, Empty Fruit Bunch)는 가축용 사료나 퇴비로 사용되고 오일팜 나무(OPT, Oil Palm Trunk)은 다시 제재하여 판재로 사용하거나 합판 등으로 만드는데 사용되나 오일팜잎(OPF, Oil Palm Frond)는 별 쓸모가 없어 그냥 적당히 늙은 것을 잘라낸 후 폐기됨. 대부분 산림이나 팜유 제조 공장 근처에 방치되고 있음.
- 명확한 활용성에 대한 정보나 기술이 부재하기 때문이라고 판단되고 이들의 자원화 기술 개발이 요구됨.

〈 오일팜 바이오매스 종류별 특성 및 활용성 〉

종류	세계 연간 발생량 (X1,000 톤/yr, 건물기준)	조성	현재 혹은 잠재적 용도	비고
오일팜 잎 (Oil Palm Frond)	41,638	섬유 45% 단백질 5.8%	멸칭, 펄프, 섬유, 사료	멸칭용으로 재배지에 살포
뿌리 (roots)	21,594	—	멸칭	한 번에 과도한 양이 발생하고 발근시 토양 교란
수간 (trunks)	16,907	—	멸칭, 섬유판	한 번에 과도한 양이 발생하고, 재배지와 떨어진 곳에 방치
반 팜열매송이 (EFB)	8,075	셀룰로오스 45–50% 헤미셀룰로오스 25–35% 리그닌 23–35%	멸칭, 연료, 재, 섬유판, 펄프, 종이	수분함량 높고, 섬유나 껍질(shell)에 비해 연료 로서 적절하지 않아 쌓아 두는 실정임
섬유 (Mesocarp fiber)	8,075	셀룰로오스 65% 리그닌 19%	공장용 연료, 섬유판	보일러 원료 등으로 활용
팜열매 씨앗 껍질 (Palm Kernel Shells)	3,281	—	공장용 연료, 활성탄, 브리켓, 삭편판	연소시 규산염이 산화된 박층이 형성
팜 제조 폐기물 (POME)	8,832	수분 95–96% (w/v) 오일 0.6–0.7% (v/v) 총고형분 2–4%(현탁된 고형분 포함)	메탄가스, 비료 사료, 비누	메탄 발생, 적절하게 처리되지 않는 다면 하천오염 우려
팜 커널부스러기 (PKC)	1,514	오일 8.3% 천연 섬유 17.5% 단백질 14.5–19.6%	사료, 비료	사료로서의 가능성만 확인한 상태로 완전히 이용되고 있지는 않음

2. 오일팜 바이오매스 발생량

(1) 오일팜 조림지 면적(ha)당 발생량

- 오일팜 나무의 생장을 위해 1 ha 당 오일팜 나무 약 135 그루 식재하고 1ha당 약 1.5 ton의 팜열매송이(FFB: Fresh Fruit Bunch) 수확.
- 일반적으로 1ton of FFB 처리 시 1m³ POME 발생

〈 1ha 당 연간 오일팜 바이오매스 발생량 (Malaysia) 〉

바이오매스	발생원 (per ha)		발생량
팜열매송이(FFB)	연간 생산량 (ton/ha)		10.59 ton
오일팜나무(OPT)	25년 주기 재식재에 대한 연간 발생 (kg/ha)		74.48 kg
오일팜잎(OPF)	연간 전정에 의한 연간 발생 (kg/ha)		10.4 kg
	25년 주기 재식재에 대한 연간 발생 (kg/ha)		14.47 kg
빈 열매송이(EFB)	연간 발생량 (kg/ha)		1546 kg
팜껍질부스러기(PKS)	연간 발생량 (kg/ha)		938 kg
팜 제조 폐기물(POME)	Sterilizer condensate	FFB 12% (ton/ha)	2.46 ton
	Centrifugal sludge	FFB 50% (ton/ha)	10.04 ton
	Fibre	FFB 13.5% (ton/ha)	2.71 ton

(자료 : Zaidon Ashaari, 2006년도 조사자료)

(2) 미정제팜유 (CPO, Crude Palm Oil) 생산량 당 발생량

- 한그루의 오일팜 나무는 연간 20톤의 팜열매송이(FFB, Fresh Fruit Bunch)를 생산
- 1ha의 면적에서 2,700톤의 팜열매송이(FFB)가 연간 생산됨(출처: UPM, Paridah Md. Tahir)
- 팜열매송이(FFB)의 CPO 생산 수율은 약 25%로써 4톤의 팜열매송이(FFB) 가공 시 1톤의 미정제팜유(CPO)가 생산됨
- 즉, 1ha 당 연간 미정제팜유(CPO)가 약 675톤가량 생산되는 것으로 추정됨.

〈 성숙 오일팜 연간 1ha당 오일팜 바이오매스 발생량 〉

바이오매스 유형	성숙 오일팜 1ha당 발생량	
	기건중량(t/ha/year)	전건중량(t/ha/year)
팜열매송이(FFB)	20.08	10.60
빈 팜열매송이(EFB, 22%FFB)	4.42	1.55
섬유질(Fiber, 13.5% FFB)	2.71	1.63
껍질(Shell, 5.5% FFB)	1.10	1.10
살균 응축물(Sterilizer condensate, 12%FFB)	2.41	0.12
하이드로사이클론 슬러지(Hydrocyclone sludge, 50% FFB)	10.04	0.50
하이드로사이클론 세정(Hydrocyclone Washing, 5% FFB)	1.00	0.05
전체 팜 제조 폐기물(Total POME)	13.45	0.67

(자료 : Chan, K.W. Biomass production in the oil palm industry. In Oil Palm and the environment— A Malaysian Perspective (Gurmit, S., Lim, K.H., Teom L, and Lee K. David, eds). Malaysian Oil Palm Growers' Council, p. 41–53, 1999)

(3) 오일팜 바이오매스 발생량 통계

- 오일팜 바이오매스는 연간 184,000천만톤이 발생되고 말레이시아에서만 53,000천만톤이 발생됨, 발생량은 매년 5% 씩 증가하고 있음(MPOB).
- 2009년 기준 말레이시아에서 발생하는 오일팜 바이오매스 중 멀칭용도를 제외한 순발생량은 전건무게로 약 1억 5백만톤 규모로 추정되고 있음(MPOB, 2009).
- 연간 ha 당 약 55 ton의 건량 섬유상 물질 발생 하는 것으로 추정됨(Hasamudin and Soom, 2002).
- 빈 팜열매송이(EFB)는 팜유 1톤 생산 시 1.1 톤의 양으로 발생(Karina, Onggo, Abdullah, and Syampurwadi, 2008).
- 말레이시아에서 연간 약 천오백만톤 정도의 빈 팜열매송이(EFB)가 발생 (Rahman, Choudhury, Ahmad, and Kamaruddin, 2007).

〈 말레이시아 오일팜 바이오매스별 예상 발생량 〉

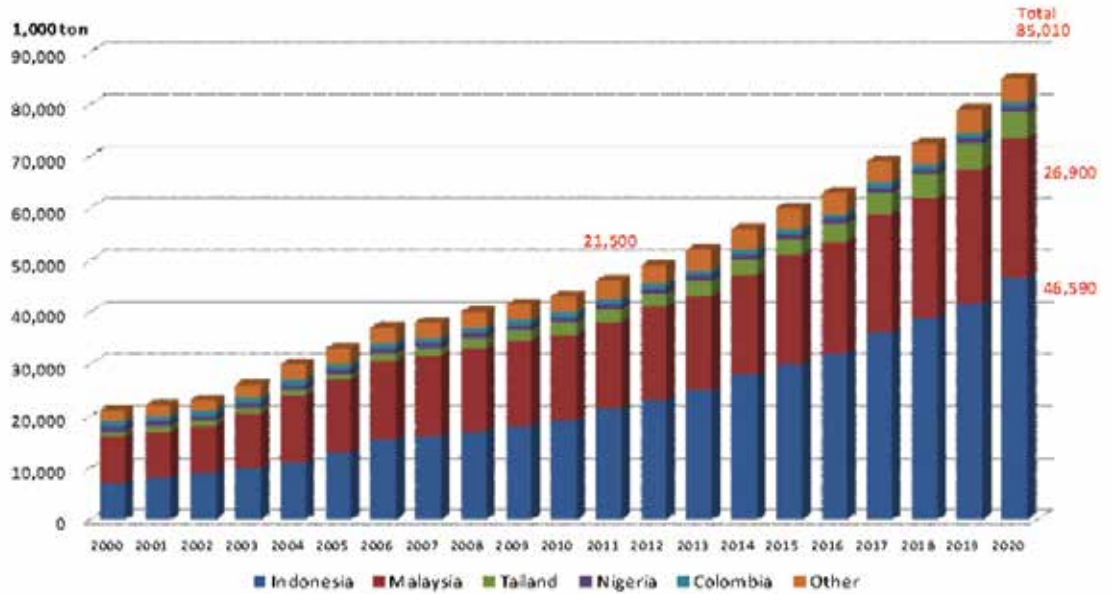
항 목		발생량
오일팜 조림면적 (백만 ha)		4.69
OPF 예상발생량 (백만 t, 전건중량)	가치치기에 의한 발생량	42.21
	재식재에 의한 발생량	3.28
	최종 발생량	45.49
	현장에서의 비료, 멀칭용으로 재활용되는 50%를 제외한 최종 예상 발생량	22.75
EFB 예상발생량 (백만 t, 전건중량)	FFB 발생량	94.18
	EFB = FFB의 22% 전건중량 35% 고려시 EFB 예상 발생량	7.25
오일팜나무(OPT) 예상 발생량 (백만, 전건중량)		17.47
섬유(Meaocarp Fiber) 예상 발생량 (백만 t, 전건중량)		7.73
팜커널부스러기(PKS) 예상 발생량 (백만 t, 전건중량)		4.46

(자료 : MPOB, Development in Oil Palm Biomass Utilization)

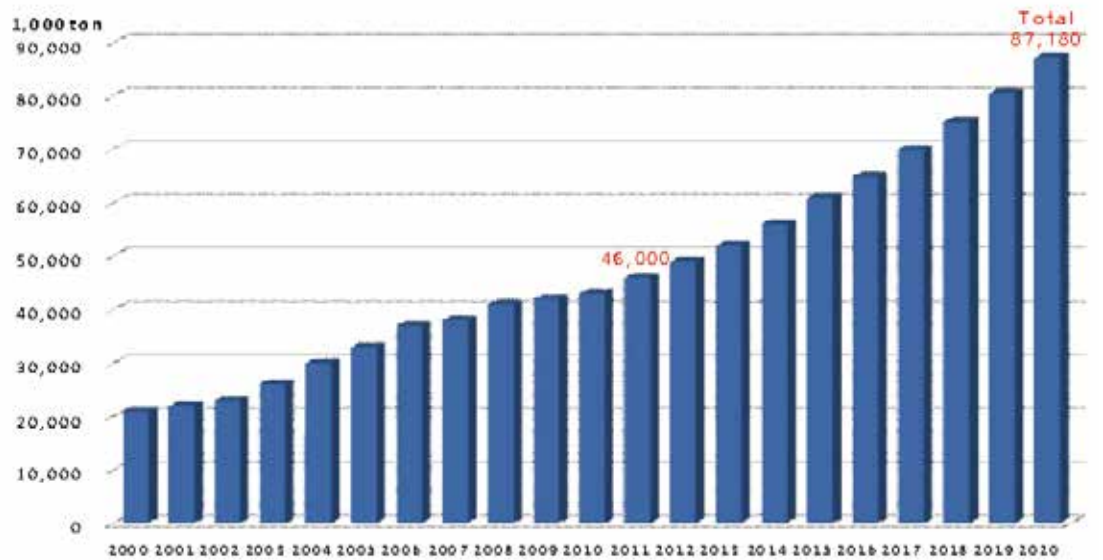
3. 세계시장의 팜오일 생산량 및 수요량 전망(2000~2020)

2006년 이전 최대 미정제팜유(CPO, Crude Palm Oil) 생산국인 말레이시아를 제치고 인도네시아가 세계 최대 미정제팜유(CPO) 생산국이 되었으며 이후 2010년에 21,500,00 ton/year 의 미정제팜유(CPO)를 생산, 2020년 세계 미정제팜유(CPO) 예상 생산량인 85,010,000 ton/year의 55.22% 인 46,590,000 ton/year을 생산할 것으로 예측되고 있다.

〈 세계 CPO 생산량 및 전망 (2000-2020) 〉



〈 세계 CPO 수요량 및 전망 (2000-2020) 〉



2020년 CPO 예상 수요량은 87,180,000 ton/year 으로서 2020년 예상 생산량에 비해 2,170,000 ton/year이 부족할 것으로 전망되고 있다.

Ⅲ. 아리코 그룹의 말레이시아 등 바이오매스 사업

1. 사업방향 및 현황

팜열매송이(FFB, Fresh Fruit Bunch)로부터 팜 오일 추출 후 남은 부산물(EFB, PKS, Fiber 등) 사업은 6~7년 전부터 개발이 완료되어 부분적으로 사용을 하고 있기 때문에 예전처럼 버려지지 않으므로 구하기가 어렵고 경제성이 떨어지게 되었다. 오일팜 나무(OPT, Oil Palm Trunk)를 제외한 모든 부산물은 식용유 및 연료 등으로 전세계적으로 활용되고 있다. 우리가 주력하고자 하는 사업은 바로 이러한 오일팜 나무(Oil Palm Tree - 수명을 다하여 벌목되는 Oil Palm Trunk)를 이용한 사업부분이다. 팜열매송이(FFB)의 부산물과 달리 오일팜 나무의 경우 현재까지 생산공정 및 기술 확보가 보편화 되지 않아 처치곤란인 오일팜 나무 부산물을 최저의 비용으로 쉽게 확보할 수 있으므로 1석4조의 원가구조를 실현할 수 있으므로 우리는 이러한 신바이오매스 생산품목에 역량을 집중하고자 한다.

오일팜 나무는 수분과 당분이 다수 포함되어 벌목 후에 급속하게 부패하여 메탄을 4배에 해당하는 독성을 뿜어내므로 현재 세계 환경오염의 심각한 주범으로 인식되어 환경단체에서 사용을 금지하고 있는 실정이다. 그러나 ARIKO엔지니어링 오일팜 나무(OPT)의 특성을 이용하여 생산 가능한 기술을 개발하였고 이를 통하여 유기질비료, 에탄올 그리고 목재 펠릿을 생산할 것이며, 이를 생산하기 위한 독보적인 생산기술과 기계를 제조하여 사업화 할 것이며 더 나아가 동일수종으로부터 얻어진 일정한 품질의 고급 펠릿을 연료로 하는 보일러 제작 및 리스 사업으로도 확대해 나갈 예정이다.

2. 오일팜 나무(OPT, Oil Palm Trunk)의 특성과 상업화의 부정적 측면

(1) 오일팜 나무(OPT, Oil Palm Trunk)^③ (활용가치)

- ① 대체 연료로 사용되는 에탄올(Ethanol)을 추출.
- ② 섬유질(Fiber)을 이용하여 고급 펠릿(Pellet) 활용.
- ③ 버려지는 껍질(Bark)로 비료(Compost) 활용.

③ 팜나무의 무게는 평균 1,500kg(1.5톤)이고, 껍질이 5%, 수액이 70%, 화이버 25%로 구성된다.

(2) 상업화는 부정적 측면

현지인들이 오일팜 나무(OPT)의 활용가치를 알면서도 상업화를 하지 못하는 가장 큰 원인은 부패가 빨리되기 때문에 장기간 보관을 할 수 없다는 단점 때문이다. 팜나무는 수액이 65%에서 많게는 83%까지 다량 포함^④ 되어 있고 수액에 포함된 성분 중 포도당(Sugar)^⑤이 16%를 차지하고 있어 빠르게 썩어 버린다.

그러므로 부패하기 이전에 처리를 하여야 하는데 그 처리기간이 짧은데 비해 재배면적^⑥이 넓고 벌목량이 많아 단기간에 처리하는 것이 불가능하다. 매년 약 2천 만톤의 팜나무가 썩어가고 있다. 또한 나무 자체가 너무 약해서 다른 용도로 사용하기 어렵고 다른 용도로 사용하기 위하여서는 투자비용이 과도하게 들어가기 때문에 생산원가가 높아서 상품화할 수가 없는 것이다.

이러한 원가구조 때문에 아이템 하나를 생산하려는 경우에는 비용을 감당하기 어려운 것이다. 펠릿을 만들려면 수액을 버려야하고, 에탄올을 만들려면 껍질과 섬유질을 버려야 하는데 나무 한 그루에서 추출되는 에탄올 양은 70~80리터에 불과하므로 팜나무 한 그루에서 최대 100리터의 에탄올을 얻어낸다 하여도 나머지 1.5톤의 나무 폐기물이 발생하게 되어 이를 처리할 방법이 없다.

④ 오일팜 나무(OPT)의 수분함량



⑤ 각 부위별 당분함량

각 부위별 당분함량 (g/L)			
	A	B	C
자당(Sucrose)	20,6	23,6	22,1
포도당(Glucose)	68,4	60,8	54,7
과당(Fructose)	23,3	27,0	30,9
전체 당분	113	112	108

⑥ 1 ha당 평균 140그루가 재배되며, 말레이시아 오일팜 총 재배면적은 5,500,000 ha이며, 팜나무의 수명은 평균 25년이므로 대략 20년차부터는 자연 고사하기 시작하고 수확량이 떨어지므로 벌목을 하고 다시 심는다. 매년 벌목하는 면적은 평균 100,000 ha(2017년 기준)이다.

〈 말레이시아 팜 나무 식재 현황 (hectares) 〉

Year planted	Age	P.Malaysia	Sabah	Sarawak	Johor	Kedah	Kelantan	Melaka	N. Sembilan	Pahang	P. Pinang	Perak	Perlis	Selangor	Terengganu
1990	21	1,698,498	276,171	54,795	71,336.9	35,668.5	122,291.9	461,991.5	10,191.0	256,076.2	187.0	93,471.4	115,497.9	1,698,498	276,171
1991	20	1,744,615	289,054	60,359	73,273.8	36,636.9	125,612.3	474,535.3	10,467.7	259,947.6	192.0	95,953.8	118,633.8	1,744,615	289,054
1992	19	1,775,633	344,885	77,142	74,576.6	37,288.3	127,845.6	482,972.2	10,653.8	264,569.3	195.5	97,659.8	120,743.0	1,775,633	344,885
1993	18	1,831,778	387,122	87,027	76,934.6	38,467.3	131,887.9	498,243.1	10,990.7	272,934.6	201.6	100,747.7	124,560.8	1,831,778	387,122
1994	17	1,857,626	452,485	101,888	78,020.3	39,010.1	133,749.1	505,274.3	11,145.8	276,786.3	204.5	102,169.4	126,318.6	1,857,626	452,485
1995	16	1,903,171	518,133	118,783	79,933.2	39,966.6	137,028.3	517,662.5	11,419.0	283,572.5	209.5	104,674.4	129,415.6	1,903,171	518,133
1996	15	1,926,378	626,008	139,900	80,907.9	40,453.9	138,699.2	523,974.8	11,558.3	287,030.3	212.0	105,950.8	130,993.7	1,926,378	626,008
1997	14	1,959,377	758,587	175,125	82,293.8	41,146.9	141,075.18	532,950.5	11,756.3	291,947.2	215.7	107,765.7	133,237.6	1,959,377	758,587
1998	13	1,987,190	842,496	248,430	83,462.0	41,731.0	143,077.7	540,515.7	11,913.1	296,091.3	218.7	109,295.5	135,128.9	1,987,190	842,496
1999	12	2,051,595	941,322	320,476	86,167.0	43,083.0	147,714.8	558,033.8	12,309.6	305,687.7	225.8	112,837.7	139,508.5	2,051,595	941,322
2000	11	2,045,500	1,000,777	330,387	85,911.0	42,955.5	147,276.0	556,376.0	12,273.0	304,779.5	225.2	112,502.5	139,094.0	2,045,500	1,000,777
2001	10	2,096,856	1,027,328	374,828	88,068.0	44,034.0	150,973.6	570,344.8	12,581.1	312,431.5	230.8	115,327.1	142,586.2	2,096,856	1,027,328
2002	9	2,187,010	1,068,973	414,260	91,854.4	45,927.2	157,464.7	594,866.7	13,122.1	325,864.5	240.7	120,285.6	148,716.7	2,187,010	1,068,973
2003	8	2,202,166	1,135,100	464,774	92,491.0	46,245.5	158,556.0	598,989.2	13,213.0	328,122.7	242.4	121,119.1	149,747.3	2,202,166	1,135,100
2004	7	2,201,606	1,165,412	508,309	92,467.5	46,233.7	158,515.6	598,836.8	13,209.6	328,039.3	242.3	126,423.4	149,709.2	2,201,606	1,165,412
2005	6	2,298,608	1,209,368	543,398	96,541.5	48,270.8	165,499.8	625,221.4	13,791.6	342,492.6	253.0	128,383.6	156,305.3	2,298,608	1,209,368
2006	5	2,334,247	1,239,497	591,471	98,038.4	49,019.2	168,065.8	634,915.2	14,005.5	347,802.8	256.9	128,383.6	158,728.8	2,334,247	1,239,497
2007	4	2,362,057	1,278,244	664,612	99,206.4	49,603.2	170,068.1	642,479.5	14,172.3	351,946.5	260.0	129,913.1	160,619.9	2,362,057	1,278,244

〈 말레이시아 팜 나무 벌목 현황 (hectares)(MPOB자료) 〉

Year	Sabah	Sarawak	Johor	Kedah	Kelantan	Melaka	N.Sembilan	Pahang	P.Pinang	Perak	Perlis	Selangor	Terengganu	Total Semenanjung	Total Malaysia
2011	1,145	-2,757	33,652	3,768	5,006	2,464	8,573	32,187	668	17,612	13	6,489	8,093	118,524	116,912
2012	19,967	4,018	14,077	1,576	2,094	1,031	3,586	13,464	279	7,367	5	2,714	3,385	49,579	73,564
2013	30,512	6,498	27,267	3,053	4,056	1,997	6,946	26,081	541	14,270	11	5,258	6,558	96,038	133,048
2014	39,830	13,037	24,920	2,790	3,707	1,825	6,348	23,835	494	13,042	10	4,805	5,993	87,769	140,636
2015	23,217	5,499	15,385	1,723	2,289	1,127	3,919	14,716	305	8,052	6	2,967	3,700	54,189	82,905
2016	12,883	5,564	13,094	1,466	1,948	959	3,336	12,524	260	6,853	5	2,525	3,149	46,117	64,564
2017	55,831	16,783	8,807	986	1,310	645	2,243	8,423	175	4,609	3	1,698	2,118	31,018	103,632
2018	42,237	9,885	15,940	1,785	2,371	1,167	4,061	15,246	316	8,342	6	3,074	3,834	56,143	108,265
2019	65,363	14,861	7,339	822	1,092	537	1,870	7,020	146	3,841	3	1,415	1,765	25,850	106,074
2020	65,648	16,895	12,931	1,448	1,924	947	3,294	12,368	257	6,768	5	2,493	3,110	45,545	128,088
2021	107,875	21,117	6,589	738	980	483	1,679	6,302	131	3,448	3	1,271	1,585	23,207	152,199
2022	132,579	35,225	9,369	1,049	1,394	686	2,387	8,961	186	4,903	48	1,807	2,253	32,999	200,803
2023	83,909	73,305	7,897	884	1,175	578	2,012	7,553	157	4,133	3	1,523	1,899	27,813	185,027
2024	98,826	72,046	18,286	2,048	2,720	1,339	4,658	17,490	363	9,570	7	3,526	4,398	64,405	235,277
2025	59,455	9,911	-1,731	-194	-257	-127	-441	-1,655	-34	-906	-1	-334	-416	-6,095	63,271
2026	26,551	44,441	14,581	1,633	2,169	1,068	3,714	13,946	289	7,631	6	2,812	3,507	51,356	122,348
2027	41,645	39,432	25,597	2,866	3,808	1,875	6,521	24,483	508	13,396	10	4,93	6,156	90,154	171,231
2028	66,127	50,514	4,303	482	640	315	1,096	4,116	85	2,252	2	830	1,035	15,156	131,797
2029	30,312	43,535	-159	-18	-24	-12	-41	-152	-3	-83	0	-31	-38	-560	73,287
2030	43,956	35,089	27,541	3,084	4,097	2,017	7,016	26,342	546	14,414	11	5,311	6,624	97,002	176,047
2031	30,129	48,073	10,119	1,133	1,505	741	2,578	9,678	201	5,296	4	1,951	2,434	35,639	113,841
2032	38,747	73,141	7,896	884	1,175	578	2,011	7,552	157	4,132	3	1,523	1,899	27,810	139,698



OPT 원목



껍질과 속 화이버 단면



원목에 곰팡이가 시작됨



수분과 포도당 때문에 급속도로 부패



원목에 붙어 자라던 이물질로 인해 껍질에 많은 불순물이 끼어 있음을 확인할 수 있다.
이를 통째로 가공할 경우에 저품질의 펠렛이 생산되는 것이다.

3. 오일팜 나무(OPT)의 사업화

우리는 위와 같은 현실적인 난관을 극복하기 위하여 말레이시아 현지에서 10년간의 연구와 시행착오를 거쳐 역발상을 통한 생산공정을 찾아내게 되었다. 껍질의 불순물로 인하여 불안정하고 일정하지 않은 품질로 생산되던 펠렛을 일정한 밀도의 고품질 펠렛으로 생산 가능할 뿐만 아니라 **펠렛의 성형공정^⑦** 또한 친환경 공법으로 개선하여 국제 표준 기구(ISO, International Organization for Standardization)기준을 충족하여 유럽지역까지도 수출이 가능하게 되었다.

⑦ 생산 공정도(순서)

벌목된 팜 나무 공장 입고 → 규격에 맞게 절단 → 껍질을 박피 (박피된 껍질은 퇴비 생산 공장 입고) → 박피된 나무 Chip으로 작업한다. → 수액을 채취 발효탱크로 이송, 에탄올 공정 시작 → 이 공정에 Chip에 수분은 약 25~30%로 만든다. → 건조기로 이동 → 선별기를 거쳐 chip과 부스러기를 선별 → Chip은 포장하여 출고 부스러기는 펠렛 공장으로 이송 → 펠렛을 생산한다.

아울러 오일팜 나무(OPT)의 부패를 최장 8개월까지 지연시킬 수 있는 **화학물질**^⑧을 찾아냄으로써 세 가지 생산품목(에탄올, 펠릿, 비료)을 동시에 생산할 수 있게 되었고, 원자재 하나로 3개의 생산 품목을 제조함으로써 원가절감과 이익의 극대화가 실현될 뿐만 아니라 생산과 동시에 판매처가 확보되어 있으므로 마케팅 비용까지 절감하는 획기적인 사업화 전환이 가능해 졌다. 구체적인 내용을 각 생산품목별로 후술하기로 한다.

4. 사업과 관련 된 생산 품목

(1) 유기질 비료(COMPOST) 사업

팜 나무의 껍질은 약 3cm이상의 두껍고 단단한 물질로 되어 있다. 에탄올을 만드는 공정과 펠릿을 만드는 공정에는 가장 먼저 **박피를 하여야 한다.**^⑨ 이때 껍질의 분량은 나무 무게에 약 5%이상(100kg)의 양이 나온다. 이것을 쓰레기로 폐기처리할 때 많은 비용과 환경적인 문제가 발생한다. 이러한 폐기물 껍질을 처리하기 위하여 개발한 것이 유기질 비료인 퇴비가 된다.

팜 농장에 필요한 비료는 연간 1헥타아르(ha)당 1톤이 필요하고 특히 유기질 비료가 부족하여 수입을 하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 퇴비를 만들면 현지에서 **모두 소모가 가능한 것이다.**^⑩



팜나무 단면 및 껍질 두께



박피 처리



박피된 원목



껍질 쓰레기

⑧ 국내 모 교수의 특허를 사용할 수 있도록 전용실시권 계약을 체결함.

⑨ 에탄올 공정에는 이 껍질을 벗기지 않고 에탄올을 만들 수가 없다. 또한 펠릿을 만들 때 껍질을 같이 사용하면 앞서 보았듯이 껍질의 불순물로 인하여 펠릿의 가치(품질)가 떨어져 판매 할 곳이 적어진다.

⑩ 팜 농장의 연간 비료 소모량 550만톤

유기질 비료(퇴비)의 생산 및 사업규모는 아래와 같다.

- 생산량 : 8.7톤/ha ● 면적 : 100,000 ha ● 공장수 : 155개소
- 1공장당 생산량 : 470톤/월
- 전체 공장 총생산량(월간) : 72,850톤/월
- 전체 공장 총생산량(연간) : 874,200톤/년
- 판매단가 : 톤당 70,000원 ● 예상매출 : 61,194,000,000원/년

(2) 에탄올(ETHANOL) 사업

초본 류인 오일팜 나무는 사탕수수처럼 설탕 성분인 과당, 포도당, 자당 등을 사탕수수만큼 풍부하게 함유하고 있다 이 성분으로 인해 많은 나라에서 바이오 에탄올을 개발하고 성공하였다. 하지만 여러 가지 여건상 에탄올의 양산체제를 구축하지 못하고 실험과 연구 상태에만 머물러 있는데, 그 원인을 살펴보면, 나무 한 그루에서 나오는 에탄올의 양에 비하여 생산 과정에서 쓰레기로 나오는 부산물이 너무 많아 이를 처리하는데 비용이 많이 들어 **채산성이 없어지기 때문이다.**^⑪

우리는 이러한 공정을 연구한 자료를 입수하여 에탄올의 우수성을 살리는 사업으로 전환하고자 하여 주 생산 품목을 바꾸었다. 가장 많이 문제가 되는 쓰레기인 화이버와 에탄올을 만들고 남은 폐수 처리 방안을 연구하여 모든 것을 해결하였다. 껍질을 분류 하여 퇴비로 만들고, 섬유질(Fiber)은 바이오매스(Pellet, Chip) 연료로 생산함으로써 부산물의 폐기 처리 문제를 해결하였다. 또한 에탄올 제조 후 남은 폐수는 액상 비료로 재활용할 것이다. 이와 같이 버려지는 부산물들을 주력 생산품목으로 전환함으로써 원가절감과 아울러 환경문제까지 일거에 해결하게 된 것이다. 이는 팜 나무의 특성을 살리고 생산원가 측면에서 1석4조의 원리로 원자재 비용은 최소화하고 이익은 극대화 하는 사업이다.

오일팜 나무(OPT)와 사탕수수의 당분 함량을 비교한 아래 표를 보면, 비싼 가격으로 구매해야 하는 사탕수수에 함유된 당 성분이 오일팜 나무(OPT)에도 동일하게 16% 존재하고 있으며, 심지어 재배면적을 기준으로 계산해보면 1헥타르(ha)당 얻을 수 있는 에탄올 양이 사탕수수(4.5~7.2kL/ha) 보다 오일팜 나무(OPT)가 훨씬 더 많은 산출량(9.5~10.3kL/ha)을 보여주고 있다.

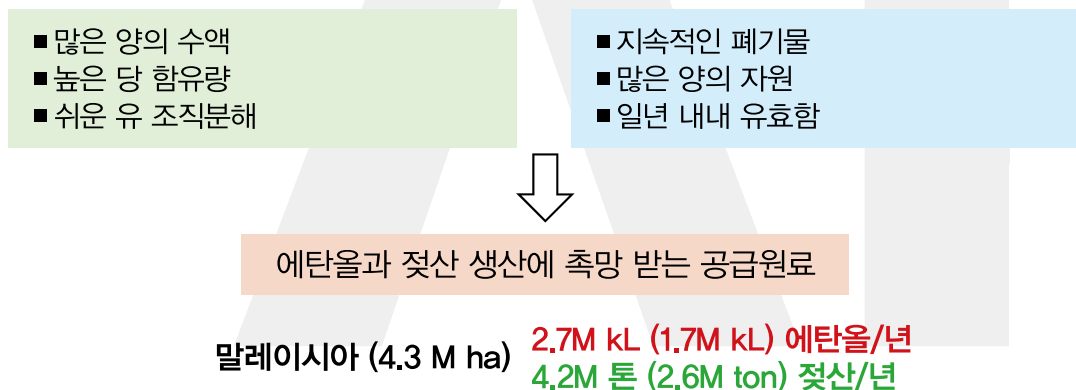
^⑪ 팜 나무 한 그루의 무게는 1,500~2,000Kg인데 나무 한 그루에서 얻을 수 있는 에탄올은 약 70리터 정도에 그치고 나머지 1.5톤의 부산물은 폐기물로 남게 된다.

〈 오일팜 바이오매스 종류별 특성 및 활용성 〉

구 분	사탕수수	오일팜 나무(적절하게 자란)		
		A (나무중심)	B (중심과 껍질 사이)	C (껍질부분)
수분 함수량	70%	83%	75%	68% X 0.8
당함유량	16%	16%	14%	15%
	112g/kg	95.4g/kg → 1.07.8 kg/trunk		
사탕수수, 오일팜 나무 생산량	60-90 ton/ha	154-168 ton/ha (136-148 trunk/ha)		
에탄올 추출 가능량	4.5-7.5 kL/ha	9.5-10.3 kL/ha		

에탄올 연료와 젃산 제품의 원료로서 오일팜 나무(OPT)의 특징은 다량의 수액과 풍부한 당분의 함유 그리고 유조직을 쉽게 분해할 수 있다는 것이고, 장점은 연종 매우 많은 양이 지속적으로 배출되고 있다는 점이 우리 사업에 있어서 유리함을 더해 주는 것이다.

〈 에탄올 연료와 젃산 생산 자원으로써 오일팜 나무의 특성과 이점 〉



에탄올의 생산 및 사업규모는 아래와 같다..

- 생산량 : 9,700L/ha ● 면적 : 100,000 ha ● 공장수 : 155개소
- 1공장당 생산량 : 530톤/월
- 전체 공장 총생산량(월간) : 82,150톤/월
- 전체 공장 총생산량(연간) : 985,800톤/년
- 판매단가 : 톤당 750,000원 ● 예상매출 : 739,350,000,000원/년



〈 유조직 분리 기계 〉

(3) 펠릿(PELLET) – 바이오매스 연료 사업

펠릿은 전 세계적으로 친환경 연료로 호평을 받는 연료이며 생산하는 주원료가 나무 톱밥에서 나온다. 나무 톱밥은 원자재가 한정 되어 있기 때문에 세계적인 수요를 맞추어 공급하기에는 턱없이 부족하다. 오일팜 나무로 만드는 펠릿은 일반 우드 펠릿과 좀 다른 공정이 필요하다. 나무의 수액이 많고 일반나무와 성분이 다르기 때문에 많은 양의 수분을 제거 하기가 쉽지 않다. 많은 사람들이 시도를 하고 생산을 하려 했지만 수분을 제거하는데 비용이 많이 들어서 생산원가를 높이므로 가격 경쟁력이 떨어지게 된다.

우리는 펠릿을 만들기 위해 연구한 결과, 오일팜 나무(OPT)가 가지고 있는 특성을 모두 이용하여 펠릿 생산공정을 획기적으로 개선하였고, 불순물이 끼어있는 껍질을 분리 가공함으로써 품질의 안정화를 이루었고 더 나아가 여타 우드펠릿이 다양한 종류의 톱밥을 모아서 만들었기 때문에 품질의 편차가 심한데 반하여 단일수종의 오일팜 나무(OPT)에서 만들어진 펠릿이기 때문에 그 품질이 일정하다는 것이 가장 큰 장점이다. 현재 수요는 전 세계적으로 공급이 부족한 실정이므로 마케팅은 문제가 없다.



펠릿 생산라인



생산된 펠릿 저장고



국제표준기구(ISO) 규정에 맞는 분진제거 장치



수액 추출기

펠릿 연료의 생산과 사업규모는 아래와 같다.

- 생산량 : 70톤/ha ● 면적 : 100,000 ha ● 공장수 : 155개소
- 1공장당 생산량 : 4,000톤/월
- 전체 공장 총생산량(월간) : 620,000톤/월
- 전체 공장 총생산량(연간) : 7,440,000톤/년
- 판매단가 : 톤당 110,000원 ● 예상매출 : 818,400,000,000원/년

(4) 기계설비 사업

앞서 설명한 우리의 주요 생산품목의 제조 기술의 노하우를 활용하여 말레이시아 현지에서 기계 설비를 직접 제작하여 공급하는 사업이 가능하다.

① 펠릿 생산설비 등의 열매 판매 사업

펠릿 생산라인은 월 2,000톤 규모의 기계를 한 공장에 2라인씩 총 155개 공장에 310세트¹²를 판매 할 수 있다. 그 외에 에탄올 플랜트(규모 미확정 협의중), 퇴비 발효기(원자재 2천톤, 비료 500톤 규모), 박테리아를 생산하는 케미컬 제조설비를 판매하는 것이 가능하다.

¹² 펠릿 공장의 규모 계산 : 생산라인 하나당 월 2,000톤 규모를 기준으로 하여, 2개 생산라인 설치비용 \$4백만불 산정시, 총설치비용은 공장 155개*4백만불=\$6억2천만불(6천8백2십억원) 건물,토지,기타는 제외

〈 말레이시아 각 주 별 Pellet 공장 설치 예상 〉

주 별	벌목면적 (ha)	생 산 (ton)			공장 및 기계수량		
		펠릿	비료	에탄올	펠릿	비료	에탄올
JOHOR	8,807	616,490	73,979	83,667	13(26)	13	13
KEDAH	986	69,020	8,282	9,367	2(4)	2	2
KELANTAN	1,310	91,700	11,004	12,445	2(4)	2	2
MELAKA	645	45,150	5,418	6,128	1(2)	1	1
N.SEMBILAN	2,243	157,010	18,841	21,309	3(6)	3	3
PAHANG	8,423	589,610	70,753	80,019	13(26)	13	13
P.PINANG	175	12,250	1,470	1,663	1(2)	1	1
PERAK	4,609	322,630	38,716	43,786	7(4)	7	7
PERLIS	3	210	25	29	0	0	0
SELANGOR	1,698	118,860	14,263	16,131	3(6)	3	3
TERENGGANU	2,118	148,260	17,791	20,121	3(6)	3	3
SABAH	55,831	3,908,170	468,980	530,395	82(164)	82	82
SARAWAK	16,783	1,174,810	140,977	159,439	25(50)	25	25
합 계	103,631	7,254,170	870,500	984,495	155(310)	155	155

② 산업용 보일러 사업

말레이시아는 산업용 보일러가 전국에 약 25,000대 이상 설치 가동 중이다. 현지의 모든 보일러의 연료는 기름 아니면 가스이다. 기름(디젤)이나 가스의 가격이 비싸기 때문에 우리가 생산하는 바이오매스 연료(펠릿)로 대체할 경우 연료비용을 기존 대비 60~70% 수준으로 획기적으로 절감할 수 있으므로 현지의 산업용 보일러 시장을 장악할 수 있는 유망한 사업이다.

가장 효과적인 접근 방법은 보일러 구매비용을 리스 방식으로 해결하여 초기 구입비용 부담을 없애주고, 보일러 구매자는 설치 이후에 우리가 제공하는 펠릿 연료를 지속적으로 이용하는 조건으로 보일러 설비에 대한 A/S를 리스기간 동안 무료로 제공하는 것이다. 보일러 구매자는 매월 지불하는 리스 대금을 기존에 사용하던 기름 또는 가스보일러의 연료비용에서 절약된 금액으로 지불하고 계약된 리스기간(3~5년)이 끝나면 소유권을 이전 받는다. 계약이 종료된 이후에도 보일러의 수명이 다할 때까지 우리의 A/S(유료)와 함께 펠릿 연료는 지속적으로 공급될 것이다. 이와 같은 방식으로 우리는 많은 이익을 창출할 수 있다.



1톤 소형 보일러



5톤 스팀 보일러

< Steam capacity by Technical Specs >

- ① 펠릿 저장고 ② 버킷 E/V ③ 보일러 ④ 연소기 ⑤ 재 제거기 ⑥ 냉각기 ⑦ 공기 예열기
⑧ 이코노마이저 ⑨ 집진기 ⑩ 배출가스 덕트



우리는 국내 우수한 엔지니어와 연구결과 최초로 바이오매스 연료를 통한 가스 버너를 개발하여 한국은 물론 세계적으로 진출하려고 준비하고 최종 점검을 하고 있다 5톤 스팀 보일러를 리스 방식으로 사업 전개할 경우 다음과 같이 사업성 분석을 할 수 있다.

- 판매가격 : 4억 원 ■ 계약금(20%) : 8천 만원 ■ 리스금액 : 3억2천 만원
- 회수기간 : 3년
- 연료 사용 : 가동시간 20시간/일
 - 디젤용 : 300L/시간 6,000L/일 사용
가격 660원/L X 300L X 20시간=3,960,000원
 - 펠릿용 : 700kg/시간 14,000kg/일 사용
가격 105원/kg X 700kg X 20시간=1,470,000원
- 비용절감 비율 :약60% = 2,400,000.원/일 (월 6천 만원)

- 월 회수금액 : 연료 절감비용(6천 만원) 중 60%(3천6백 만원) 회수예상
- 총 회수금액 : 3천6백만원 x 36개월 = 12억9천6백 만원
- 총 이익 : 12억9천6백만원 - 3억2천만원(리스금액) = 9억7천6백 만원

* 특기사항

1. 보일러의 판매 금액 중 제작비용에서 30%의 이익이 발생
2. 무상 서비스 기간이 지나면 소모품과 서비스(A/S)료를 받는다
3. 우리가 자체 생산한 펠릿 연료를 공급하여 연료 판매 수익을 별도로 잡는다.
보일러 사업과 연료 판매는 구분하고 별도의 법인으로 별도의 매출로 처리한다.
4. 보일러 수명이 15년 이상이므로 안정된 연료 사업을 할 수 있다

③ 소형발전소 종합 사업

한국보다 경제 발전이 뒤 처진 동남아 국가는 지형 특성상 소형 발전이 많이 필요하다. 인도네시아의 경우 18,000개의 섬이 있지만 작은 섬들은 아직도 전력난으로 제한 공급을 받고 있는 실정이다. 1000가구 미만의 작은 섬들은 디젤 발전기로 가동하므로 연료공급도 어렵고 전기료도 도시에 비해 많이 비싼 편이다. 섬 전체에 많은 원자재가 있어 우드 칩 이나 팜 부산물로 연료를 대체하면 저비용의 친환경 발전이 가능하므로 소형발전소 설치에 관하여 많은 상담이 이루어 지고 있다.



친환경 소형 발전소



발전소 컨트롤 (유해가스 발생을 한눈에 볼 수 있음)

IV. 사업투입자금과 매출 및 이익구도

총 투입자금 예상금액	
금2조7천1백2십3억원 (금2,712,300,000,000원)	
고정투자금 예상금액	기계설치 투자금 예상금액
금5천5십5억원(금505,500,000,000원)	금2조2천6십8억 원(금2,206,800,000,000원)

1. 사업투입자금의 요지

(1) 기계설비 국외(공장 설립 규모)

유기질 비료 / 에탄올 / 펠릿
금2조2천6십8억 원(금2,206,800,000,000원)

(2) 연구소 설립 국내(R&D 분류별 연구소 설치(3군데), 국외((R&D 분소)

가) 바이오 매스 연구소

- 면적 : 3,000평
- 연구원 : 14명 (수석 3명, 연구원 9명, 관리 2명)
- 종목 : 바이오 디젤, 에탄올
- 목적 : 해외에 풍부한 원자재를 이용하여 에너지 생산
- 투자금 : 800억
- 특이사항 : 정기적으로 연구원들에게 해외 연수기회 부여

나) 신재생 에너지 장비

- 면적 : 2,500평
- 연구원 : 20명 (기계, 전기, 전자, 제어시스템, 3D 디자인)
- 종목 : 동남아 산업구조를 감안 절대적으로 필요한 수출사업
- 목적 : 동남아에 많이 있는 자재를 이용하면 현재 화석연료를 절감 할 수 있으며 친환경 제품으로 각광을 얻을수 있다
- 투자금 : 600억
- 특이사항 : 미 개척지에 선점 가능

다) 소형 발전 연구소

- 면적 : 1,500평
- 연구원 : 30명
- 종목 : 크고 작은 섬 또는 정글에 설치
- 투자금 : 1,000억

바이오 매스 연구소 / 신재생 에너지 장비 / 소형 발전 연구소
금2천4백억원(금240,000,000,000원)

(3) 추가 회사 설립 과 사옥 매입

추가 회사 설립 과 사옥 매입
금1천1백억원(금110,000,000,000원)

(4) 국내 공장 및 국외 현지 공장

국내 공장	● 면적 : 10,000평 ● 인원 : 250명	금8백억원(금80,000,000,000원)
국외 공장	● 종목 : 기계설계, 핵심가공 제작 ● 목적 : 특허된 제품을 생산 및 수출	금6백억원 (금60,000,000,000원)

(5) 직원 기숙사 건립

직원 기숙사 건립(임직원)
금1백억원(금10,000,000,000원)

(6) 회사 운행 차량지원

회사 운행 차량지원
금5십억(금5,000,000,000원)

(7) 복지 시설

복지 시설
금5억(금500,000,000원)

2. 사업의 수지분석

(1) 고정투자내역

구분	고정투자											
	연구소		사옥매입		공장		기숙사		차량		복지시설	
장소	국내	국외	국내	국외	국내	국외	국내	국외	국내	국외	국내	국외
금액	240,000,000,000		110,000,000,000		140,000,000,000		10,000,000,000		5,000,000,000		500,000,000	
합계	505,500,000,000											

(2) 기계설치내역

구분	단가	공장수
유기질비료	375,000,000	155
에탄올	7,000,000,000	155
펠릿	3,120,000,000	155
보일러	580,075,000	1000

구분	1년차		2년차	
	대수	금액	대수	금액
유기질비료	20	7,500,000,000	30	11,250,000,000
에탄올	20	140,000,000,000	30	210,000,000,000
펠릿	20	62,400,000,000	30	93,600,000,000
보일러	150	87,011,250,000	200	116,015,000,000
합계		296,911,250,000		430,865,000,000

3년차		4년차		5년차	
대수	금액	대수	금액	대수	금액
30	11,250,000,000	40	15,000,000,000	35	13,125,000,000
30	210,000,000,000	40	280,000,000,000	35	245,000,000,000
30	93,600,000,000	40	124,800,000,000	35	109,200,000,000
300	174,022,500,000	200	116,015,000,000	150	87,011,250,000
	488,872,500,000		535,815,000,000		454,336,250,000

총합계	2,206,800,000,000
-----	-------------------

(3) 수지분석표

가) 품목별 이익단가

유기질비료	에탄올	펠릿	보일러 리스	보일러 연료
40,000	300,000	35,000	1,200,000	30,000

나) 년차별 수지분석

구분	년차별 이익	1년차		
		생산/년	대수	금액
유기질비료		112,800	20	4,512,000,000
에탄올		127,200	20	38,160,000,000
펠릿		960,000	20	33,600,000,000
보일러 리스		150	150	2,160,000,000
보일러 연료		540,000		16,200,000,000
	투자2년차			94,632,000,000
	투자3년차			94,632,000,000
	투자4년차			94,632,000,000
	투자5년차			94,632,000,000
	투자6년차			94,632,000,000
	투자7년차			94,632,000,000
	투자8년차			94,632,000,000
	투자9년차			94,632,000,000
	투자10년차			94,632,000,000
이익합계				851,688,000,000

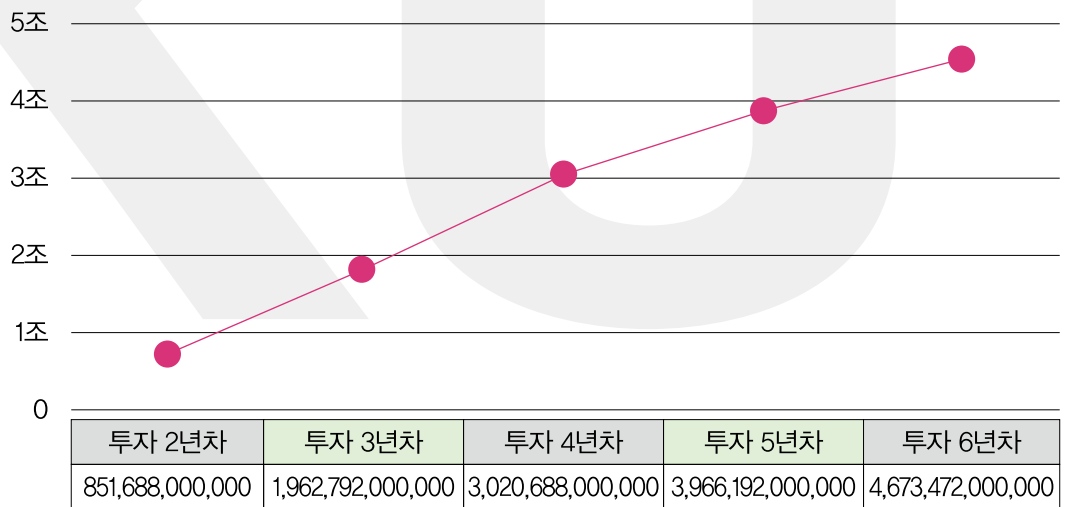
구분	년차별 이익	2년차		
		생산/년	대수	금액
유기질비료		169,200	30	6,768,000,000
에탄올		190,800	30	57,240,000,000
펠릿		1,440,000	30	50,400,000,000
보일러 리스		200	200	2,880,000,000
보일러 연료		720,000		21,600,000,000
	투자3년차			139,888,000,000
	투자4년차			139,888,000,000
	투자5년차			139,888,000,000
	투자6년차			139,888,000,000
	투자7년차			139,888,000,000
	투자8년차			139,888,000,000
	투자9년차			139,888,000,000
	투자10년차			139,888,000,000
이익합계				1,111,104,000,000

구분	년차별 이익	3년차		
		생산/년	대수	금액
유기질비료		169,200	30	6,768,000,000
에탄올		190,800	30	57,240,000,000
펠릿		1,440,000	30	50,400,000,000
보일러 리스		300	300	4,320,000,000
보일러 연료		1,080,000		32,400,000,000
	투자4년차			151,128,000,000
	투자5년차			151,128,000,000
	투자6년차			151,128,000,000
	투자7년차			151,128,000,000
	투자8년차			151,128,000,000
	투자9년차			151,128,000,000
	투자10년차			151,128,000,000
이익합계				1,057,896,000,000

구분	년차별 이익	4년차		
		생산/년	대수	금액
유기질비료		225,600	40	9,024,000,000
에탄올		254,400	40	76,320,000,000
펠릿		1,440,000	40	50,400,000,000
보일러 리스		200	200	240,000,000
보일러 연료		720,000		21,600,000,000
	투자5년차			157,584,000,000
	투자6년차			157,584,000,000
	투자7년차			157,584,000,000
	투자8년차			157,584,000,000
	투자9년차			157,584,000,000
	투자10년차			157,584,000,000
이익합계				945,504,000,000

구분	년차별 이익	5년차		
		생산/년	대수	금액
유기질비료		197,400	35	7,896,000,000
에탄올		222,600	35	66,780,000,000
펠릿		1,440,000	35	50,400,000,000
보일러 리스		150	150	180,000,000
보일러 연료		540,000		16,200,000,000
	투자6년차			141,456,000,000
	투자7년차			141,456,000,000
	투자8년차			141,456,000,000
	투자9년차			141,456,000,000
	투자10년차			141,456,000,000
이익합계				707,280,000,000

(4) 년차별 이익구도 합계



V. 아리코바이오대학교 설립 및 운영

아리코그룹은 친환경 바이오매스 사업을 추진함에 있어 교육에 의하여 친환경 바이오매스의 지속 가능한 발전과 환경 보호를 목표로 하는 학문적 기관의 설립이 필요하다고 느껴 아리코바이오대학교 설립 예정이다. 아리코바이오대학교는 바이오매스 기술 및 관련 분야에서의 연구와 교육을 주도할 것이며, 친환경적인 에너지와 자원 관리를 위한 혁신적인 학문적 접근을 제공함은 물론 완성해 나가는 것이 목표이다.



1. 서론

- 대학교 설립의 필요성은 지속 가능한 발전과 환경 보호를 위한 바이오매스 기술의 중요성을 강조.
- 설립목적은 바이오매스 에너지, 지속 가능한 농업, 생물학적 자원 관리 등과 관련된 연구 및 교육을 통해 환경적 문제를 해결.
- 미래 비전에 대해서는 바이오매스 분야의 혁신을 이끌어가는 글로벌 리더를 양성.

2. 대학의 주요 학문 분야

- 바이오매스 에너지 기술은 바이오매스를 활용한 청정에너지 생산 및 그린에너지 시스템.
- 환경 과학 및 생태학에서는 환경 변화와 그에 따른 생태계 보호 및 관리.
- 농업 및 자원 관리 부분은 지속 가능한 농업 기술과 바이오매스를 활용한 농업 자원 관리.
- 화학공학 및 생명공학 부분은 바이오매스 처리 기술, 생물학적 변환 공정 연구.
- 재활용 및 폐기물 관리 부분은 바이오매스를 이용한 폐기물 처리 및 재활용 기술.

3. 대학교의 학문적 목표

- 연구 목표 부분은 바이오매스와 관련된 새로운 기술개발, 효율적인 에너지 생산 방법연구.
- 교육 목표 부분은 지속 가능한 환경 관리 및 바이오매스 기술을 전공한 고급 인재 양성.
- 산업 협력 부분은 친환경 기술 분야의 기업 및 정부 기관과 협력하여 실용적 연구와 기술 개발 촉진.

4. 교육 및 연구 프로그램

- 학부 과정은 바이오매스공학, 환경공학, 재생가능 에너지와 관련된 학부 프로그램 제공.
- 대학원 과정은 바이오매스 연구 및 기술 개발을 위한 석사 및 박사 과정.
- 산학 협력은 산업계와의 협력을 통해 연구 성과를 상업화하고, 현장 실습 기회를 제공.
- 연구소 설립은 바이오매스 관련 기술 연구를 위한 전담 연구소 설립.

5. 캠퍼스 및 시설 계획

- 지속 가능한 캠퍼스 디자인으로 에너지 효율적인 건축물, 태양광 발전 시스템 등 친환경적인 인프라 설계.
- 실험실 및 연구시설은 바이오매스 처리 및 변환 실험을 위한 첨단 연구 시설.
- 실습 및 교육 공간은 현장 학습을 위한 실습 공간과 농업, 에너지 생산 관련 실험실.

6. 학생 지원 시스템

- 장학금 제도는 지속 가능한 에너지 및 환경 보호 관련 분야에 진학하는 학생들에게 장학금 제공.
- 취업 지원은 바이오매스 및 친환경 분야의 산업과 연결된 취업 지원 프로그램.
- 국제 교류는 글로벌 바이오매스 연구 네트워크와의 협력 및 교환 프로그램 운영.

7. 재정 계획

- 초기 자금 조달은 정부, 민간 기업, 연구기관 등과의 협력을 통해 초기 자금 자체 확보.
- 운영 예산은 지속 가능한 재정 운용을 위해 장기적으로 자립 가능한 운영 예산 계획.
- 연구 자금은 국내외 연구 기금을 활용하여 바이오매스 연구에 필요한 자금 지원.

8. 사회적 기여

- 지속 가능한 발전 기여는 바이오매스 기술을 통해 환경 친화적인 에너지 생산 및 자원 관리 방안 제시.
- 지역 사회 연계는 지역 농업 및 산업과 협력하여 지역 경제 발전에 기여.
- 글로벌 환경 문제 해결은 국제적인 환경 문제 해결을 위한 기술적 기여.

9. 결론

- 설립의 중요성 강조는 친환경 바이오매스 기술을 통한 지속 가능한 미래 구축.
- 미래 비전은 친환경 바이오매스 분야에서 세계적인 리더를 양성하는 교육 기관으로 자리잡을 계획.

VI. 맺음말

국내 원전 비리로 인한 국민들의 불안은 2013년 신재생에너지에 대한 큰 관심을 불러 일으켰다. 이로써 제2차 국가에너지 기본계획에 반영되는 상황으로 이어졌고 2012년 신재생에너지 공급의무화제도(RPS) 시행으로 급기야는 2015부터 신재생연료의무혼합(RFS), 신재생열에너지 고급의무화(RHO) 등 새로운 제도 도입으로 화석연료 대체의 필요성이 높아지는 관련 업체에서는 심각한 위기의식을 느끼고 있다.

동남아시아 지역 역시 기후특성상 바이오에너지의 원료가 되는 바이오매스 자원 또한 풍부한 지역이어서 급속한 경제성장으로 인한 대량의 화석연료 소비가 다른 국가들처럼 경제적, 환경적인 부담으로 작용함에 따라 바이오연료 생산 및 소비에 적극 대응하고 있다. 한국의 경우에도 부족한 국내 바이오매스 자원에 대하여 동남아시아를 통한 해결방안을 모색하고 있으나 선진국들이 먼저 선점하고 있고, 과거와 달리 에너지안보에 대한 위기의식 고조로 보다 신중하게 접근하고 있는 실정이다. 그래서 정부 지원뿐만 아니라 민간 차원에서의 학술 및 기술교류, 관련 연구 등 정책적 지원이 따라야 한다.

더구나 2015년 파리기후변화협약에 따라 전 세계적으로 에너지 효율화와 지구온난화 등 이산화탄소 배출감축 의무화로 신재생에너지에 대한 관심이 증가하면서 팜오일을 이용한 바이오디젤 수요가 창출되어 오일팜 재배 및 생산이 확대될 것으로 추정된다. 이에 본사는 바이오디젤 창출보다 더 나아가 수송용 연료시장을 보고 바이오에탄올 생산, 바이오연료 사용을 늘리는 기술적 생산으로 세계적으로 시급한 문제가 되는 온실가스 배출을 삭감하고 팜나무에 의하여 수확할 수 있는 유기질 비료와 우드펠릿 연료 생산을 하여 초기 시장 형성을 위한 공급량을 확보 측면에서 의미를 가진다. 이에 발마추어 동남아시아 국가 중 인도네시아, 말레이시아, 태국, 베트남, 필리핀 등 많은 나라들이 바이오디젤, 바이오에탄올과 관련한 정책을 활발하게 추진하고 있어 본 사업을 더욱 더 발전적 기회요인으로 만들었다.

특히, 말레이시아는 2006년 국가 바이오연료 정책을 통해 “환경 친화적이고, 지속가능에 의한 다양한 자원을 에너지로 이용, 고갈되는 화석연료에 대한 의존성을 줄이고 있으며 농업 등 관련 주체들의 부를 증대하는 것을 목표”로 추진하고 있다. 나아가 주요 정책목표는 팜오일 수요를 확대하고 가격을 안정화시키는 것으로 세계 최대 바이오디젤 생산국이 되는 것이 핵심목표로 삼을 만큼 절대적 정책을 펴고 있다.

여기에서 말레이시아 정부는 산업분야에서 5%의 바이오연료 혼합을 의무화 하고 바이오연료 중 바이오에탄올에 대한 별도의 기준을 규정하고 있다. 그러나 개발 지원 및 연구 등이 미비하여 성공적인 결과를 가져오지 못하고 있는 것이 현실이다.

아리코그룹은 본 사업에 대하여 오랜 기간 동안 끝없는 연구를 통해 상상할 수 없는 팜 나무를 통한 자동화 기술에 의하여 바이오에탄올, 바이오유기물비료, 바이오펠렛, 바이오 포도당, 팜나무를 가공한 재료로 신소재 소형, 중형발전기를 개발 하는 등 거듭나는 새롭고, 획기적인 생산 방법으로 에너지 독립의제를 제시하고 있다.

세계는 온실가스 배출 감축에 따른 의무대상국의 온실가스배출 총량제, 신재생에너지 의무혼합제도 등 저탄소사회로 발돋움하기 위한 정책 드라이브가 강하게 추진되고 있는 실정이며 국제 바이오에너지 시장에서 공급량 및 가격 등에 중요한 영향을 미칠 수 있을 것으로 추정된다.

아리코그룹은 이러한 제4차 산업혁명을 통한 새로운 기술로 각 국가들의 우호적인 이미지를 창출하고 팜나무 산업의 국제적 자본 및 기술제휴로 관계개선을 확대하면서 포괄적이고 정확한 실증분석을 실시하여 지속적인 바이오에너지 사업에 안정적이며 협력적인 기반 구축을 통하여 21세기 세계에서 최선을 다하는 아리코그룹으로 거듭날 것을 다짐해 본다.



참고문헌

1. 오일팜 바이오매스 사업계획서(ARIKO group/일부인용).
1. 친환경사업보고서(ARIKO Engineering/일부인용).
1. 동남아시아 국가의 바이오에너지 정책, 산업 동향과 우리나라의 대응방안(kfri 국제산림정책토픽 제2호 2014. 1. 21.).
1. 동남아시아의 팜유사업 동향/인도네시아와 말레이시아를 중심으로(세계 농,식품산업 동향).
1. 목질계 바이오에너지의 이용 이용현황 현황 및 전망(서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부).
1. 세계 바이오에너지 개발동향(kotra, Global Business Report 07-001).
1. 수입 바이오고형연료(PKS) 품질 및 연료 가능성 연구(환경자원연부 폐자원에너지연구).
1. 아시아 6개국 녹색무역 촉진정책 사례연구사업(시장경제연구원 2012. 2).
1. 인도네시아 오일 팜 바이오매스 잠재량 평가(안병준외 4명).
1. 해외자원 오일팜 산업 부산물 활용기술 개발이 미치는 우리나라 녹색성장(정화지, (주)젠닥스).
1. 팜 EFB(Empty Fruit Bunch)의 반탄화와 반탄화 EFB의 급속열분해 특성에 관한 연구(연세대학교 대학원 논문).
1. 시장동향 및 전망(인도네시아 팜 카카오 농장 투자매뉴얼).
1. 국가의 바이오메스 영향력 의제(MPOB).
1. 2011년 오일팜 시장, 업계의 전망(2010-12-29 조주희 인도네시아 자카르타무역관).
1. “팜오일 산업부산물 활용” 국책 연구과제 참여를 위한 말레이시아 해외출장 결과보고(2010. 4./팜오일 에너지 TF팀).
1. 2008 말레이시아 진출기업을 위한 세무안내(국세청).
1. 베트남 발전 바이오매스(일간 잡지 참고자료).
1. Waste-to-Energy Project(AslicNova).
- 1 바이오매스 발전설비 사업제안서(Techwin Co., Ltd.).
1. 재생연료를 활용한 에너지사업 소개(ARIKO그룹 협력업체).
1. Pulverator LINE 제조 장치 규격 및 전력소모량(ARIKO그룹 협력업체)..
1. EFB성적서(ARIKO그룹 협력업체).
1. 임업시험성적서(Kofpi).
1. ESCO 2014사업안내서(산업통상자원부, 에너지관리공단).

1. 온실가스 감축 및 에너지 효율 강화를 위한 ESCO투자사업 제안서(GS Power CO, Ltd. ESCO Biz. Team).
1. 노후보일러개체사업(코스모화학).
1. 폐 팜나무 분석 인도네시아에서의 분석(ARIKO그룹 자원 연구팀).
1. 연구개발사업 제안서-녹색환경-(ARIKO그룹 자원 연구팀).
1. 특허출원(10-2013-0119786(접수번호 1-1-2013-0910114-93),특허청).
1. 바이오매스 1톤으로 알코올 1,000L 생산에 대한 이론적 고찰(KAIST 생명화학공학과).
1. Bio Mass Oil Palm Business Plan(Reliance Reap Sdn Bhd).
1. 우드펠릿 보다 열량은 높고 가격은 저렴(말레이시아 신문).
1. <https://www.naver.com>
1. <https://www.google.co.kr>
1. <http://www.nanet.go.kr/main.do>
1. <http://www.nl.go.kr/nl/index.jsp>
1. Malaysia, Indonesia 등 국립도서관과 언론사 homepage 방문.



ARIKO GROUP

ARIKO Malpalm Bioenergy Group

RELIANCE REAP SDN. BHD.

(770535-D)



OIL PALM TREE BIOMASS BUSINESS PLAN

ARIKO GROUP

**ARIKO Malpalm Bioenergy Group
RELIANCE REAP SDN. BHD.**

(770535-D)

CONTENTS

I . Necessity of oil palm tree biomass business	050
1. Introduction of oil palm tree and palm oil	050
2. Source of oil palm tree biomass business	051
3. Wealth creation by using waste (oil palm biomass)	052
4. Transformation of ornamental oil palm tree	055
5. Results of FFB (Fresh Fruit Bunch)	056
II . Industrial condition of oil palm	057
1. Oil palm planting status, type and utility of biomass	057
(1) Oil palm planting status	057
(2) Usability according to oil palm biomass type and characteristics	058
2. Oil palm biomass production	063
(1) Production per unit of oil palm plantation Area (ha)	063
(2) Production of CPO (Crude Palm Oil)	063
(3) Oil palm production statistics	064
3. Forecast of oil palm production and demand in the global market (2000~2020)	065
III . ARIKO GROUP's Malaysia biomass business	067
1. Business direction and status	067
2. Characteristics of OPT and negative aspects of commercialization	067
3. Commercialization of OPT	070
4. Products related to business	071
(1) COMPOST Business	071
(2) ETHANOL Business	072
(3) PELLET – Biomass fuel business	074
(4) Machine equipment business	075
IV . Business funds investment, sales and profit composition	079
1. The point of business fund investment	079
2. Resin analysis of business	081
V . Establishment and operation of Arikobio University	085
VI . Conclusion	087

ABSTRACT

This research report systematically analyzes the potential for energy conversion of biomass by-products generated throughout the palm oil production process in major oil palm cultivating countries such as Malaysia and Indonesia. It consolidates the research and development achievements in high value-added resource recovery technologies and eco-friendly smart production systems built upon that analysis.

Today, the global transition to energy systems capable of achieving Carbon Neutrality and Net Zero targets has become a central challenge for the international community. Demand for renewable energy and bioenergy — capable of reducing dependence on fossil fuels and realizing meaningful greenhouse gas reductions — is expanding at a rapid pace. In particular, biomass-based fuels are highly regarded for their superior carbon dioxide mitigation effect from a carbon cycle perspective compared to other renewable energy sources, and are emerging as a critical pillar of the global energy transition portfolio.

Malaysia and Indonesia together account for approximately 85% of the world's Crude Palm Oil production. Palm oil holds strong cost competitiveness as a feedstock for biodiesel due to its lower production costs relative to other vegetable oils. The Malaysian government has continuously strengthened its national biofuel policy and is actively pursuing the sustainable growth of the palm biofuel industry by aligning it with ESG (Environmental, Social, and Governance) standards and the RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil) certification framework.

In response to this industrial landscape, ARIKO Group has established an advanced automated smart bio-production system capable of extracting and producing high-performance materials from palm tree biomass by-products — including Biofuel, Bioethanol, Biodiesel, Bioglucose, and Biocompost. Furthermore, by integrating AI-based process optimization and Digital Twin technology, production efficiency and quality consistency have been significantly enhanced. A carbon footprint tracking system has also been implemented to support an eco-friendly supply chain management framework. In addition, the Group has developed and produced eco-friendly Biomass Pellet Fuel utilizing the unique fibrous characteristics of palm trees, and has designed and manufactured high-efficiency industrial eco-friendly boiler systems optimized for this fuel. This has achieved a tangible economic benefit of 60 to 70 percent reduction in energy costs compared to conventional fossil fuels — a result that is expected to directly contribute to strengthening energy self-sufficiency and reducing carbon emissions across the Southeast Asian region.

This research is anticipated to serve as a significant milestone in building a biomass energy industrial ecosystem that meets the global imperatives of climate crisis response and the realization of a Circular Economy. We extend our deepest respect to all researchers at the ARIKO Group Research Institute who dedicated themselves to this work over many years. We also convey our sincere gratitude to the representatives of domestic and international partner companies whose generous support made this research possible, and to the university research professors at home and abroad who graciously provided their expert guidance and consultation.

2026

Author: Young-Hwan Park, ARIKO

I . Necessity of oil palm tree biomass business

1. Introduction of oil palm tree and palm oil

The scientific name of OPT (Oil Palm Trunk) is called *Elaeis guineensis*. Palm oil which is pressed from sarcocarp of African oil palm^① is solid state oil at room temperature. The origin of oil palm is Zaire, west tropical regions of Africa, but the main production areas are Malaysia and Indonesia. The palm tree bears fruit after three years and it is harvestable for 25 years. Oil palm planted in Malaysia is Tenera species which is crossbreeding between Delidura species and Pisifera species. Palm fruit contains strongly active lipase^②. When the fruit is decayed oil and lipase react each other, it causes rapid process of hydrolysis and deteriorates the quality of palm oil. Oil palm contains abundant oil in both fruit and seed and productivity per unit area is highest among other vegetable oil crops such as coconut. It is said that the only one plant which is able to extract oil both in fruit and seed is only palm. Oil palm has been used in Central and West Africa for 5000 years ago and it was widely known when UK merchants introduced it to Europe. Not only Southeast Asia but also the world most widely used edible oil is palm oil.

① *E. guineensis* is a monoecious, erect, one-stemmed palm tree, usually 20–30 m high, with an adventitious root system that forms a dense mat in the upper 35 cm of the soil with only a few roots penetrating deeper than 1 m. The stem is cylindrical, up to 75 cm in diameter and covered with petiole bases in young palms, smooth in older trees (>10–12 years old). Juvenile leaves are lanceolate and entire but gradually becoming pinnate; mature leaves spirally arranged, paripinnate, up to 7.5 m long; petiole 1–2 m long, spinescent, clasping the stem at base; leaflets linear, 35–65 x 2–4 cm, up to 376 per leaf. Inflorescences are unisexual, axillary, pedunculate, until anthesis enclosed in 2 fusiform or ovate spathes 10–30 cm long, with flowers 3–merous; male ones with numerous cylindrical spikes forming an ovoid body 15–25 cm long and bearing flowers with 6 stamens, connate at base, with linear anthers; female ones subglobose, 15–35 cm diameter, with numerous lanceolate, spiny bracts, each subtending a cylindrical spikelet with 10–20 spirally arranged female flowers, each with two rudimentary male flowers; stigma sessile, 3-lobed. Fruits are ovoid-oblong drupes, 2–5 cm long, tightly packed in large ovoid bunches with 1000–3000 fruits; drupes with a thin exocarp, an oleiferous mesocarp and a lignified endocarp containing the kernel with embryo and solid endosperm.

② Lipase is an enzyme that splits fats so the intestines can absorb them. Lipase hydrolyzes fats like triglycerides into their component fatty acid and glycerol molecules. It is found in the blood, gastric juices, pancreatic secretions, intestinal juices and adipose tissues. In addition, the special lipase, lipoprotein lipase, works well on triglyceride, which forms lipoproteins in the blood of animals. This enzyme is activated by heparin. Leafacea acts on triglycerides and breaks down into triacylglycerides through fatty acids and glycerin via diacylglycerides and monoacylglycerides. The properties vary depending on the material, and the chemical characteristics of the enzyme depend on the triglyceride, which is the substrate. Animal lipase pH 7 ~ 9, and vegetable lipase pH 4.5 ~ 5.0 is the optimal pH. Lyophase in interest is animal-like and loses activity at 50 ° C with an optimal temperature of 40 ° C. However, the radiophase present in castor seeds is heat stable.

2. Source of oil palm tree biomass business

While most of oil palm is used for edibility in the world, unlike in the past, the value of palm tree has recently been attracting more attention as a major source of bioenergy. Oil palm is used as raw material for bio-diesel, EFB (Empty Fruit Bunch) which is left over after extract oil is used as compost or as type of biomass that is used as fuel in thermal power plants with PKS (Palm Kernel Shell). At this present, only about 5% of the total oil palm production is used as bio energy but the demand continues increasing. With the introduction of the RPS (Renewable Portfolio Standard) in 2012, electric suppliers must generate a certain amount of power as renewable energy source. By this system, competition for producing low-cost and highly efficient renewable energy is intensifying. Meanwhile, value of oil palm and its byproducts has risen.

Indonesia and Malaysia are major producer and exporter of oil palm with 85~90% of the world's production coming from these two countries. For the amount of export, Indonesia take 52.9% which is USD 15.4 billion and Malaysia take 32.7% which is USD 9.5 billion. In addition to the Indonesian state-owned enterprises (PTPN), major producer groups such as Sinar Mas, Wilmar International, Salim and Indian Food Group all have a palm plantation business. In Malaysia, there are Sime Darby and Felda which is a government-affiliated organization. The largest importers are India, China, Pakistan and Europe with more than 50%.

The price of Palm oil is significantly affected by oil prices, global economic conditions and climate change. About that time when oil prices skyrocketed, demand for renewable energy surged and palm oil prices remained high. From the year of 2015 to 2020, optimistic forecast that the annual growth rate of the Palm oil market will reach 7.5% and the bio-diesel industry will reach 8.8% was presented. Southeast Asian companies as well as Korean companies have invested continuously in Palm plantation. Samsung C&T in Sumatra, LG CORP in Kalimantan, POSCO and Deawoo in Papua, they took a step into the plantation development business. However, the recent 2-3 years of low oil prices and the economic decline in China has critical damaged the price of oil palm as well as the wood pellets made from byproducts.

Due to the development of the bio-energy industry and the increase of population in Southeast Asia, demand of oil palm and by-products will continue increase. Furthermore, BBMC(Bio-Based Materials and Chemicals), such as surfactants and lubricants, will also add growth opportunities to the industry. Malaysia already focused on developing sustainable chemicals and Thailand is concentrating on developing bio-plastics with strength of government. In particular, they actively support the advancement of foreign companies that carry forward technology development together with local production companies. In order for Korean companies to survive in renewable energy or bio-industry, they have to be more concentrate in developing related technology and strategic partnership than expanding oil palm plantation. Oil palm plantation still rely on low-wage labor and there is some risk of environmental problems such as deforestation and price volatility in oil palm.

3. Wealth creation by using waste (Oil Palm Biomass)

In a broad sense, 'Biomass' refers to the total amount of living organism in a space. However, when the biomass refers to a source of fuel or energy it means renewable energy such as trees, crops, agricultural waste and municipal waste. From the point of view above, biomass has a variety of sources. But, the rapid increase in agricultural waste is a big concern. Only in agricultural sector, 140 billion (M/Ts) of biomass are generated annually in the world.

The increase in agricultural production has led to ecologically new problems. Rotting agricultural wastes pollute the soil and water by discharging methane gas and leachate. Furthermore, if the wastes are burned to clear the landfill problem carbon dioxide and other pollutants will cause air pollution.

These ecologically problems can be seen in developing countries where there is no system to regulate it. As the environmental problem of biomass in agricultural industry becomes more serious, it is stressed to find appropriate ways to manage waste and to convert agricultural biomass to energy or material resources. UNEP(the United Nations Environment Program) said that agricultural biomass led to ecologically problems when it is not in use but it can be a great renewable resources when there is an appropriate way that mentioned above. Therefore, there should be an effort to use biomass with wide range not a simple purpose to obtain energy.

In Malaysia, the agricultural sector has been the heart of the national economy for a long time. Especially, palm tree which produce palm oil is the best among Malaysia crops such as rubber, cocoa, tobacco and pineapple. Industrial crops are produced on 5.08 million hectares of land which is about 77% of Malaysia's agricultural land and Oil palm trees take 4.85 million hectares which is about 95% of total industrial crops land.

In the processing of extracting palm oil, large amount of biomass is generated such as EFB(Empty Fruit Bunch), PKS(Palm Kernel Shell), POME(Palm Oil Mill Effluent) and palm trunk. Even though the biomass was used for the other purpose, there are still amount of waste to be abandoned. In 2010, around 90.9 thousand tons of FFB(Fresh Fruit Bunch) were produced in Malaysia. POME takes 60.75% of the waste generated from process of palm oil extraction, 23.3% for the EFB, 10.91% for the Mesocarp and 5.04% for the PKS.

The wastes generated from the process of palm oil extraction can lead to serious environmental problem. Therefore, the Malaysia palm oil industry has to find a way to effectively use the increasing palm oil wastes. If they make a good use of palm wastes, it can be a great source of new energy that can contribute to the Malaysia national economy. Malaysia is the second largest producer and exporter of palm oil after Indonesia. If Malaysia takes full advantage of biomass generated from the palm oil extraction process, it will be a new opportunity to contribute to national development.

Possibility that oil palm biomass could become a new energy source was recognized for a long time ago. As in most countries, Malaysia government keeps trying to develop new energy. The Malaysia government is under pressure to take some action on demand caused by internal and external environmental changes such as steady population growth, the need for economic development, adoption of Kyoto Protocol and rising oil prices. Over last two decades, Malaysia's population has grown by 2.3% per year, from 18.2 million in 1990 to 28.4 million in 2010. A rate of economic growth was 6.09% at the same period. On the other hand, oil prices soared from \$18.52 in December 2001 to \$103.43 in December in 2011.

Promoting the use of renewable energy is a good measure to respond to the challenges due to various changes. Indeed, the need for new energy source has come up since the late 1970s and conceptualized from the New Energy Policy in 1979. This policy was elaborated in the Five–Fuel Policy adopted by the 8th Malaysia Plan in 2001. The key point of the policy is to meet Malaysia’s energy demand with oil, gas, coal, electricity and renewable energy. It has a vision to achieve more stable and cost–effective energy supply by using renewable energy for household. Based on the policy, the comprehensive strategy for the use of biomass from palm oil extraction process has been established and documented in the report National Biomass Strategy 2020: New wealth creation for Malaysia’s palm oil industry. The above report specifically focuses on additional application of using oil palm biomass, such as bio–energy, bio–fuels and bio–chemistry that can create high added value. It predicts that GNI(Gross National Income) will increase by 30billion by creating high income jobs and developing regional technology.

In palm oil extraction industry, 90 million M/T of oil palm biomass is produced annually and 25 million M/T of oil palm biomass can be distributed. All things considered, it is a great idea to use oil palm biomass incidentally.

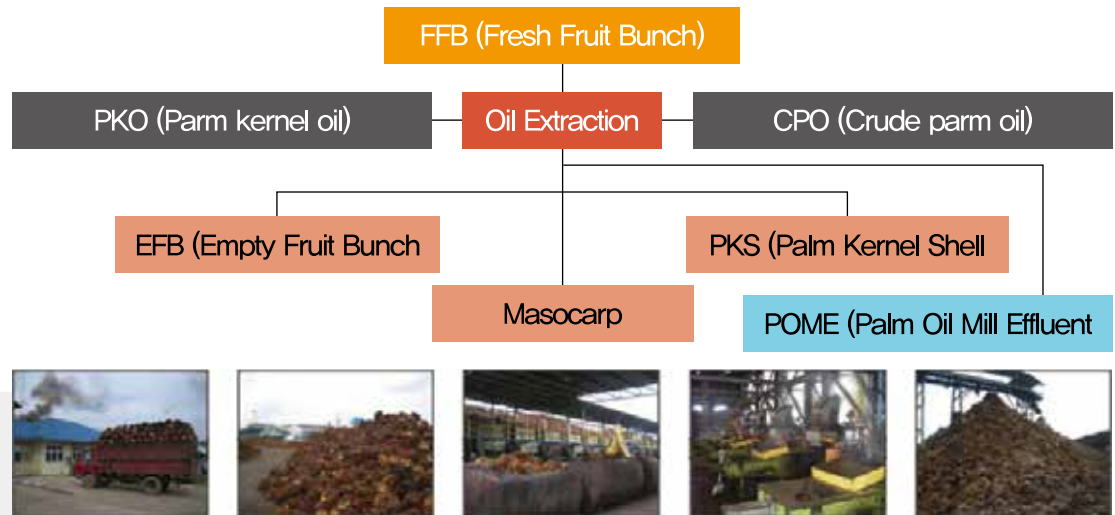
4. Transformation of ornamental oil palm tree

The history of Malaysia's planting oil palm tree dates back to 160 years ago. Originally, the oil palm tree (*Elaeis Guineensis*) was a wild-growing tree in West Africa but it was first time to plant as landscape tree by the British in the early 1850s in Malaysia. Malaysia, which had been dependent on rubber tin production until early 1960s, started to expand planting oil palm trees for poverty reduction after establishing policy of "National Agricultural Diversity Program". Oil palm trees are currently growing in the 4,5 million hectares, which is about 13.6% of Malaysia's total land area.

CPU(Crude Palm Oil) produced in Malaysia has 17.73 million tons, PKO(Palm Kernel Oil) has 2.13 million tons and the number of employees in the palm industry is about 570,000 (<http://www.mpoc.org.my>). State of Sabah is the place to produce most Palm oil in Malaysia. Oil palm tree plantation area in Sabah is about 1.4 million hectares which is about 30% of Malaysia's total oil palm tree plantation and the palm oil produced from Sabah is about 5.8 million tons per year(Indonesia is also a major country to export Palm oil, Indonesia produced more palm oil than Malaysia in 2009 with 21.5 million tons and the global palm oil market is growing gradually.

Oil palm tree is a hermaphrodite plan in which the female flower and the male flower blossom together in the same tree. A small insect called a Weevil moves the pollen to the stigma for pollination and it takes about 5–6 months for mature fruit. There are about 8–15 FFB(Fresh Fruit Bunches) in one oil palm tree every year. Oil palm trees planted in the past were tall and picked the Palm fruits with a sickle at the end of a long pole. Nowadays, the oil palm tree, which is small in height, has been improved so that picking Palm fruits much easier.

5. Result of FFB (Fresh Fruit Bunch)



〈 EFB(Empty Fruit Bunch) which is produced in process palm oil extraction from FFB(Fresh Fruit Bunch) 〉

(From the left side of the picture, Weighing FFB at the Palm oil plant entrance, FFB before steam sterilization, FFB in steam sterilizer, Shaking off FFB after sterilization, Stored EFB)

In Malaysia, all fiber which is one of the byproduct from palm oil extraction is used as a raw material for the boiler and PKS (Palm Kernel Shell) is recycled as feed and organic fertilizer. However, most of EFB (Empty Fruit Bunch) and POME(Palm Oil Mill Effluent) are left in the palm oil extraction plant..

In 2010, the Malaysian government announced that the ratio of renewable energy use will increase from 1% to 5% by 2015. At the same time, the Malaysian Cabinet has officially declared new renewable energy policy and action plan by approving 「New Renewable Energy Law」 and 「Feed in Traffic」. In particular, they are planning to concentrically support feed in traffic of biomass, bio-gas, small hydro power, solar cells and solid waste starting in 2011. After feed in traffic is invigorated, it will have an influence on the oil palm industry with change of the policy that use mixed diesel with 5% of bio-diesel. In other words, if not only producing Palm oil but also there is tax benefits by producing bio-gas from EFB(Empty Fruit Bunch) and POME(Palm Oil Mill Effluent) then palm byproducts is no longer a waste but a valuable biomass resources.

II. Industrial condition of oil palm biomass

1. Oil palm planting status, type and utility of biomass

(1) Oil palm planting status

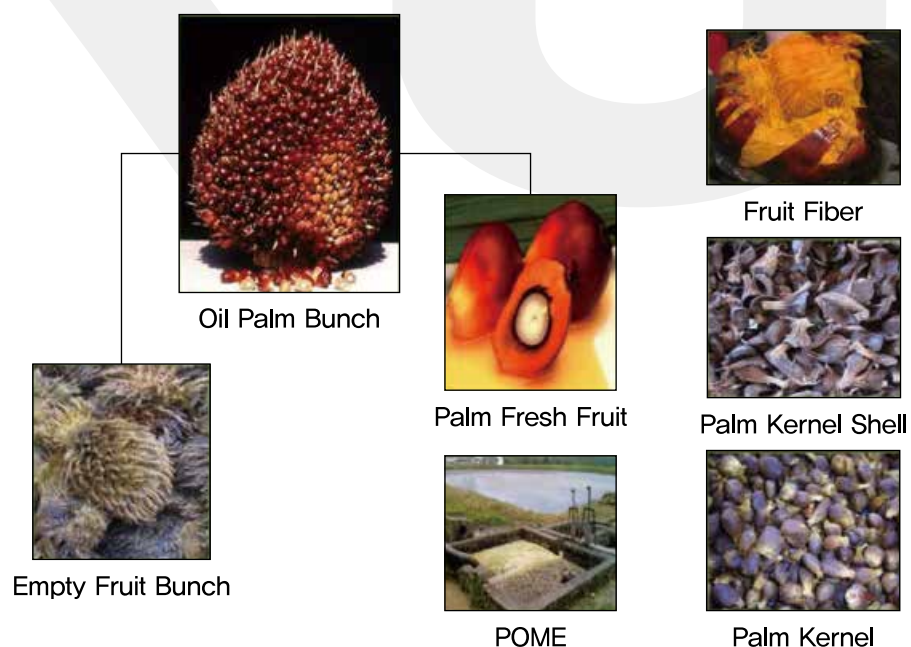
- The origin of oil palm tree is West Africa and it is wild tropical tree.
- The first planting Palm oil tree out of Africa is that the Dutch brought four palm oil tree saplings in Bogor Botanical Garden in Java, Indonesia by way of Amsterdam.
- It was originally used for ornamental purpose but started as commercial planting in 1900s.
- Since 1960s, Malaysian policy has expanded oil palm plantation and it formed the foundation for Oil palm industries.
- Currently oil palm tree is planted in 110 million hectares in 43 countries. (Khalil, H.P.S.A, 2008)
- Malaysia, Indonesia, West Africa and Latin America is major oil palm plantation country.
- Malaysia had been the largest producer of palm oil but Indonesia has been the largest producer since 2006 due to expanding plantation continuously.
- Rainfall of oil palm tropical region is about 1780–2280 and annual temperature needs to be maintained at 24–40°C. So oil palm can only grow only ± 5 degree latitude around the equator and seeding does not grow below 15°C.
- Indonesia and Malaysia have ideal climatic conditions in which oil palm tree can grow. Especially, Indonesia is rated as the best oil palm plantation due to wide production area and wage environment.
- It is able to pick palm fruits after first 2–4 years but rate of production is highest around after 9–15 years. After 25–30 years, it is difficult to pick the palm fruits due to tall height of the tree so sapling is replanted.
- Oil production from oil palm is around 7,250 liters/ha which is 3 times higher than coconut, 7 times higher than oil, and 10 times higher than soybean.
- Oil palm has relatively high economic efficiency, high resistance against shrinkage and high oxidation stability so demand and price is increasing.
- Among the major oil palm producing countries, Indonesia and Malaysia take 60% of the world's oil palm plantation and CPO(Crude Palm Oil) production is 90% dependent on the two countries.

- Indonesia and Malaysia, which are major oil palm producing country, continuously increase plantation. Especially, palm oil plantation in Indonesia is increasing drastically.
- World's oil palm harvesting area is increasing, demand for CPO is also increasing and it is expected to continue to increase in the future.
- As the population of China and India increased and demand of cooking oil is also increased, the CPO market would continuously increase. Furthermore, the market for bio–diesel which is based palm oil is increasing rapidly in EU.

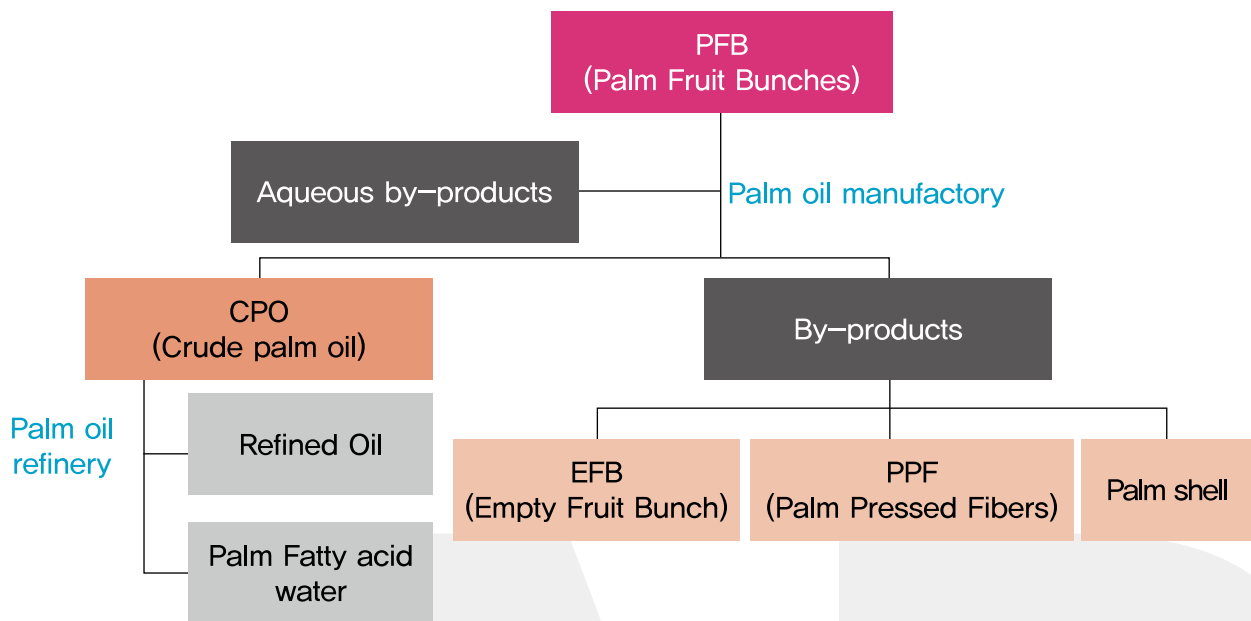
(2) Usability according to oil palm biomass type and characteristics

① Process and type of oil palm biomass generation

- The biomass generated in the oil Pam industry is remained resources except CPO(Crude Palm Oil) extracted from palm fruit and CPKO(Crude Palm Kernel Oil) extracted from Palm seeds.
- If the oil palm biomass is divided by palm oil extraction process, there are EFP(Empty Fruit Bunch), PKS(Palm Kernel Shell) and Mesocarp Fiber are biomass produced during palm oil extraction process and POME(Palm Oil Mill Effluent) generated during palm oil extraction.



< Types of biomass from palm oil extraction plant >



< Products and by-products generated in process of palm oil extraction >

– Large amount of waste biomass is generated from oil palm plantation. Typical biomass from oil palm plantation are OPF(Oil Palm Frond), which is continuously generated with growth of oil palm trees and OPT(Oil Palm Trunk) caused by replanting of oil palm trees due to low production after 25 years.



Oil Palm Tree



Oil Palm Trunk



Oil Palm Frond

< Major types of biomass from oil palm plantation >

② Morphological characteristics of EFB (Empty Fruit Bunch)

- EFB fiber is hard and has similar characteristics to the coir extracted from coconut husk.
- EFB has 65% of moisture content, 30% of solids and 2% of CPO (Crude Palm Oil).
- EFB has a bundle of 20–25% of stalk and 75–80% of twig spikelet in the central part.
- It has been reported that it consists of 37–50% of cellulose, 23–25% of hemicelluloses and 14–24% of lignin.

③ Characteristics of OPF (Oil Palm Frond)

- Large amount of OPF generated from pruning replanting (Pruning to improve fruit production once every 8 months).
- OPF consists of Petioles and leaflets.
- OPF consists of about 62% of wood fibers and 38% of parenchymatous cell. (MPOB)
- Cellulose content of OPF is similar to EFB and relatively low extract content.
- OPF has similar chemical composition compared to such as Aspen wood.
- The characteristic of fiber obtained from Frond is similar to broadleaf pulp but the cell wall is a bit thicker.

④ Characteristics of OPT (Oil Palm Trunk)

- OPT fiber is composed of Vascular bundle. Each Vascular bundle is made up of fiber, body tube and parenchyma. Each bundle contains three Metaxylem vessels.
- The three Metaxylem vessels are very large and separate from each other. In addition, each vessel is surrounded by a parenchyma.
- The moisture content of OPT in green wood condition varies from 140–500%. (Kilmann and Lim, 1985 ; Lim and Khoo, 1986)
- OPT has different moisture content depending on the location from center of pith.
- The largest amount of moisture is in the radius of 112mm from center of pith.
- OPT has a various density distribution from pith to bark.
- Low density closer to the pith and towards to the top.
- OPT has density range 167.25–313.25 kg m⁻³, the range gap is very large.

⑤ Physico chemical characteristics of Mesocarp fiber

- Mesocarp fiber is a substance that forms residue of fruit after extracting palm oil from sterilized oil palm fruit.
- Mesocarp fiber takes about 60% of the oil palm weight.
- Generally, 120kg of Mesocarp fiber is produced from 1 ton of FFB(Fresh Fruit Bunch). (Gurmit, 1994)
- It is mainly used as fuel for cogeneration or boiler to generate heat energy electricity.

⑥ Physicochemical characteristics and utilization of oil palm biomass

- Although oil palm biomass has high utilization possibility as fibrous biomass, there are large amount of oil palm biomass is currently abandoned and used in the other way.
- EFB(Empty Fruit Bunch) is used as livestock feed or compost, OPT(Oil Palm Trunk) is used again as a plate material or plywood. On the other hand, OPF(Oil Palm Frond) is useless so old OPF is cut and discarded. Most of OPF is discarded to forest or palm oil industry.
- It is considered that there is no information or technology on clear usability so it is required to develop resource technology.

〈 Characteristics and usability of oil palm biomass 〉

Types	World's Annual Generation (x 1,000 ton / yr.)	Composition	Current or Potential Use	Remarks
OPF (Oil Palm Frond)	41,638	Fiber 45% Protein 5.8%	Pulp, Fiber, Feed	Scattering on the plantation for disposal
Roots	21,594	—	Disposal	Soil disturbance during uprooting
OPT (Oil Palm Trunks)	16,907	—	Disposal, Fiberboard	Stored at a place away from plantation area
EFB (Empty Fruit Bunch)	8,075	Cellulose 45–50% Hemicellulose 25–35% Lignin 23–35%	Disposal, Fuel, Fiberboard, Paper	It has high moisture content and is not suitable as a fuel compared to fibers or shell
Mesocarp Fiber	8,075	Cellulose 65% Lignin 19%	Plant Fuel, Fiberboard	Used as raw material for boiler
PKS (Palm Kernel Shells)	3,281	—	Plant fuel, Activated carbon	Silicate—oxidized thin layer formed during combustion
POME (Palm Oil Mill Effluent)	8,832	Moisture content (95–96% w/v) Oil 0.6–0.7% v/v Solid 2–4%(include suspended solid)	Methane gas, Compost, Feed, Soap	It releases methane gas, if not treated properly it may cause river pollution
PKC (Palm Kernel Crumbs)	1,514	Oil 8.3% Natural Fiber 17.5% Protein 14.5–19.6%	Feed, Compost	It is not fully utilized, only confirmed as potential use as feed

2. Oil palm biomass production

(1) Production per unit of oil palm plantation area (ha)

- For growth of oil palm trees, 135 oil palm trees per 1 ha are planted and 1.5 ton of FFB(Fresh Fruit Bunch) is gathered in.
- Generally, 1m³ POME is produced during 1 ton of FFB oil extraction process.

〈 Annual Oil palm biomass production per 1 (Malaysia) 〉

Biomass	Source (per ha)		Production
FFB (Fresh Fruit Bunch)	Annual Production (ton/ha)		10.59 ton
OPT (Oil Palm Trunk)	Annual Production of 25-year reprocessing(kg/ha)		74.48 kg
OPF (Oil Palm Frond)	Annual Production by Annual Pruning(kg/ha)		10.4 kg
	Annual Production of 25-year reprocessing (kg/ha)		14.47 kg
EFB (Empty Fruit Bunch)	Annual Production (kg/ha)		1546 kg
PKS (Palm Kernel Shell)	Annual Production (kg/ha)		938 kg
POME (Palm Oil Mill Effluence)	Sterilizer condensate	FFB 12% (ton/ha)	2.46 ton
	Centrifugal sludge	FFB 50% (ton/ha)	10.04 ton
	Fibre	FFB 13.5% (ton/ha)	2.71 ton

(Reference : Zaidon Ashaari, 2006년도 조사자료)

(2) Production of CPO(Crude Palm Oil)

- One oil palm tree produces 20 tons of FFB(Fresh Fruit Bunch) per year.
- Annual production of FFB is about 2700tons in an area of 1 ha. (Source: UPM, Paridah Md. Tahir)
- CPO production rate from FFB is about 25%, 1 ton of CPO is produced when 4 tons of FFB is processed.
- In summary, it is estimated that 675 tons of CPO per 1 ha is produced annually.

< Production of oil palm biomass per 1ha per year with matured oil palm >

Biomass type	Production per 1ha with matured oil palm	
	Air–Dried weight (t/ha/year)	Oven–dried weight (t/ha/year)
FFB (Fresh Fruit Bunch)	20.08	10.60
EFB (Empty Fruit Bunch, 22%FFB)	4.42	1.55
Fiber (13.5% FFB)	2.71	1.63
Shell (5.5% FFB)	1.10	1.10
Sterilizer condensate (12%FFB)	2.41	0.12
Hydrocyclone sludge (50% FFB)	10.04	0.50
Hydrocyclone Washing (5% FFB)	1.00	0.05
Total POME (Palm Oil Mill Effluence)	13.45	0.67

(Reference : Chan, K.W. Biomass production in the oil palm industry. In Oil palm and the environment– A Malaysian Perspective (Gurmit, S., Lim, K.H., Teom L, and Lee K. David, eds), Malaysian oil palm Growers' Council, p. 41–53, 1999)

(3) Oil palm production statistics

- Total oil palm biomass produced is 184 million tons per year and 53 million tons is produced per year in Malaysia. oil palm biomass production is increased by 5% every year. (MPOB)
- Oil palm biomass production in Malaysia as of 2009 is estimated about 105 million tons in oven–dried weight excluding use of dumping (MPOB, 2009).
- It is estimated that 55tons of dry fibrous material is annually produced per ha. (Hasamudin and Soom, 2002)
- EPF(Empty Fruit Bunch) is produced in the amount of 1.1 tons in progress of palm oil extraction. (Karina, Onggo, Abdullah, and Syampurwadi, 2008)
- About 15million tons of EPF is produced annually in Malaysia. (Rahman, Choudhury, Ahmad, and Kamaruddin, 2007)

〈 Estimated amount of oil palm biomass in Malaysia 〉

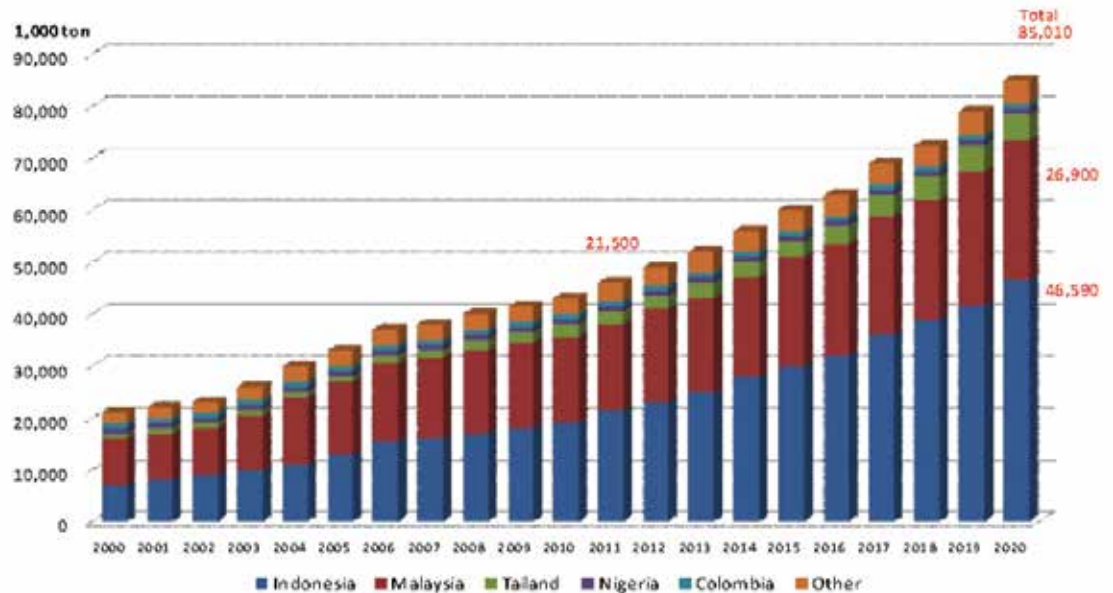
Item		Production
Oil palm planted area(million ha)		4.69
Estimated amount of OPF (million t, oven-dried weight)	Production by pruning	42.21
	Production by replanting	3.28
	Total production	45.49
	Final estimated production excluding 50% of recycled for dumping purpose and compost in the field	22.75
Estimated production of EFB (million t, oven-dried weight)	Production of FFB	94.18
	Estimated production of EFB with EFB=FFB 22% and 35% of oven- dried weight	7.25
Estimated production of OPT (million t, oven-dried weight)		17.47
Estimated production of Meaocarp Fiber (million t, oven-dried weight)		7.73
Estimated production of PKS (million t, oven-dried weight)		4.46

(Reference: MPOB, Development in Oil Palm Biomass Utilizationn)

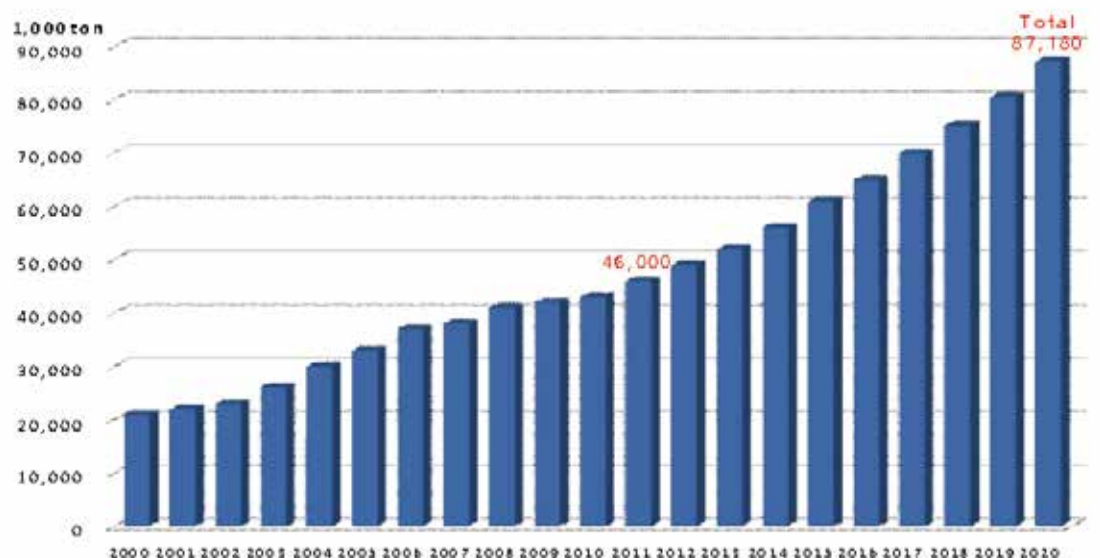
3. Forecast of oil palm production and demand in the global market (2000~2020)

Indonesia has become the world's largest producer of CPO(Crude Palm Oil) over Malaysia that was world's largest producer of CPO before 2006. Indonesia produced 21,500.00 ton/year of CPO and it is projected to produce 46,590,000 ton/year, which is 55.22% of the world's CPO production of 85,010,000 ton/year in 2020.

〈 World's CPO production and forecast (2000~2020) 〉



〈 World's CPO demand and forecast (2000~2020) 〉



Estimated demand for CPO in 2020 is 87,180,000 ton/year, which is estimated to be shortage of 2,170,000 tons/year compared with the expected production in 2020.

III . ARIKO GROUP's Malaysia biomass business

1. Business direction and status

The byproducts(EFB, PKS, Fiber), which is remained after palm oil extraction from FFB(Fresh Fruit Bunch), business has been completed developing 6~7 years ago and have been partially used. Therefore, it was difficult to obtain and economics have fallen. All byproducts except oil palm trunk is used worldwide for cooking oil and fuel. The business we trying to focus on is that using oil palm Trunk which is cut down on its lifetime. Unlike byproducts of FFB, it is not generalized the production process and technology in the case of oil palm tree so that oil palm byproducts, which is difficult to disposal, can be easily obtained at the low cost. Therefore, we can concentrate our effort on these new biomass production items.

Oil palm tree contain high moisture and sugar content that cause rapid rotting after logging. It produces toxic toxins equivalent to four times the amount of methanol. Therefore, environmental organizations prohibited from being used after recognizing that it is a serious problem of environmental pollution. However, ARIKO Engineering have developed a new technology that can produce compost, Ethanol and wood pellets by using characteristics of OPT. We will industrialize with leading-edge production technology and machinery, and we will expand it into boiler making and lease business using high quality pellets which is obtained from same species.

2. Characteristics of OPT and negative aspects of commercialization

(1) Use value of OPT (Oil Palm Trunk)^③

- ① Extraction of Ethanol used as an alternative fuel.
- ② Utilization of high quality pellet by using Fiber.
- ③ Utilization of compost by using bark waste.

^③ The average weight of oil palm tree is 1,500kg and it consists of 5% of bark, 70% of sap, 25% of fiber.

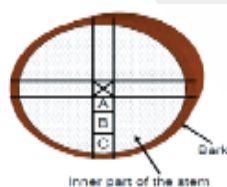
(2) Negative aspects of commercialization

The main reason that locals are not able to commercialize OPT is that it can not be stored for a long time due to rapid corruption. Palm trees contain from 65% to 83% of sap⁴ and sugar⁵ which takes 16% of the sap make the tree decay fast.

Therefore, treatment should be done before decay. However, plantation area⁶ is wide and the amount of logging is large so it is impossible to treat in a short period of time. About 20 million tons of palm trees are rotting every year. In addition, the wood itself is too weak to use for other uses and the investment cost is too high to use it for other uses. Thus, it can not be commercialized due to high production cost.

It is difficult to cover the cost to produce one item due to mentioned cost structure above. To make pellets and Ethanol, sap has to be discarded for pellets and bark and fiber has to be discarded for Ethanol. The amount of Ethanol extracted from one palm tree is 70~80 liters. So even if maximum 100 liters Ethanol is obtained from one palm tree, the remained 1.5 tons of wood waste will be generated and there is no way to disposal it.

4 Moisture content of OPT



	Moisture
A (core)	100%
B (middle)	75%
C (outer)	68%

5 Sugar content of each part

Sugar contained in oil palm sap (g/L)			
	A	B	C
sucrose	20,6	23,6	22,1
Glucose	68,4	60,8	54,7
Fructose	23,3	27,0	30,9
Total sugars	113	112	108

6 An average of 140 trees per ha is planted. The total plantation area of the oil palm in Malaysia is 5,500,000 ha. The average life of the palm trees is 25 years. Therefore, after about 20 years, natural decline starts and the yield decreases. The average annual logging area is 100,000 ha (as of 2017).

〈 Malaysia Palm Tree Planting Status (hectares) 〉

Year planted	Age	P.Malaysia	Sabah	Sarawak	Johor	Kedah	Kelantan	Melaka	N. Sembilan	Pahang	P. Pinang	Perak	Perlis	Selangor	Terengganu
1990	21	1,698,498	276,171	54,795	71,336.9	35,668.5	122,291.9	461,991.5	10,191.0	256,076.2	187.0	93,471.4	115,497.9	1,698,498	276,171
1991	20	1,744,615	289,054	60,359	73,273.8	36,636.9	125,612.3	474,535.3	10,467.7	259,947.6	192.0	95,953.8	118,633.8	1,744,615	289,054
1992	19	1,775,633	344,885	77,142	74,576.6	37,288.3	127,845.6	482,972.2	10,653.8	264,569.3	195.5	97,659.8	120,743.0	1,775,633	344,885
1993	18	1,831,778	387,122	87,027	76,934.6	38,467.3	131,887.9	498,243.1	10,990.7	272,934.6	201.6	100,747.7	124,560.8	1,831,778	387,122
1994	17	1,857,626	452,485	101,888	78,020.3	39,010.1	133,749.1	505,274.3	11,145.8	276,786.3	204.5	102,169.4	126,318.6	1,857,626	452,485
1995	16	1,903,171	518,133	118,783	79,933.2	39,966.6	137,028.3	517,662.5	11,419.0	283,572.5	209.5	104,674.4	129,415.6	1,903,171	518,133
1996	15	1,926,378	626,008	139,900	80,907.9	40,453.9	138,699.2	523,974.8	11,558.3	287,030.3	212.0	105,950.8	130,993.7	1,926,378	626,008
1997	14	1,959,377	758,587	175,125	82,293.8	41,146.9	141,075.18	532,950.5	11,756.3	291,947.2	215.7	107,765.7	133,237.6	1,959,377	758,587
1998	13	1,987,190	842,496	248,430	83,462.0	41,731.0	143,077.7	540,515.7	11,913.1	296,091.3	218.7	109,295.5	135,128.9	1,987,190	842,496
1999	12	2,051,595	941,322	320,476	86,167.0	43,083.0	147,714.8	558,033.8	12,309.6	305,687.7	225.8	112,837.7	139,508.5	2,051,595	941,322
2000	11	2,045,500	1,000,777	330,387	85,911.0	42,955.5	147,276.0	556,376.0	12,273.0	304,779.5	225.2	112,502.5	139,094.0	2,045,500	1,000,777
2001	10	2,096,856	1,027,328	374,828	88,068.0	44,034.0	150,973.6	570,344.8	12,581.1	312,431.5	230.8	115,327.1	142,586.2	2,096,856	1,027,328
2002	9	2,187,010	1,068,973	414,260	91,854.4	45,927.2	157,464.7	594,866.7	13,122.1	325,864.5	240.7	120,285.6	148,716.7	2,187,010	1,068,973
2003	8	2,202,166	1,135,100	464,774	92,491.0	46,245.5	158,556.0	598,989.2	13,213.0	328,122.7	242.4	121,119.1	149,747.3	2,202,166	1,135,100
2004	7	2,201,606	1,165,412	508,309	92,467.5	46,233.7	158,515.6	598,836.8	13,209.6	328,039.3	242.3	126,423.4	149,709.2	2,201,606	1,165,412
2005	6	2,298,608	1,209,368	543,398	96,541.5	48,270.8	165,499.8	625,221.4	13,791.6	342,492.6	253.0	128,383.6	156,305.3	2,298,608	1,209,368
2006	5	2,334,247	1,239,497	591,471	98,038.4	49,019.2	168,065.8	634,915.2	14,005.5	347,802.8	256.9	128,383.6	158,728.8	2,334,247	1,239,497
2007	4	2,362,057	1,278,244	664,612	99,206.4	49,603.2	170,068.1	642,479.5	14,172.3	351,946.5	260.0	129,913.1	160,619.9	2,362,057	1,278,244

〈 Malaysia Palm Tree Logging Status (hectares) (MPOB자료) 〉

Year	Sabah	Sarawak	Johor	Kedah	Kelantan	Melaka	N.Sembilan	Pahang	P.Pinang	Perak	Perlis	Selangor	Terengganu	Total Semenanjung	Total Malaysia
2011	1,145	-2,757	33,652	3,768	5,006	2,464	8,573	32,187	668	17,612	13	6,489	8,093	118,524	116,912
2012	19,967	4,018	14,077	1,576	2,094	1,031	3,586	13,464	279	7,367	5	2,714	3,385	49,579	73,564
2013	30,512	6,498	27,267	3,053	4,056	1,997	6,946	26,081	541	14,270	11	5,258	6,558	96,038	133,048
2014	39,830	13,037	24,920	2,790	3,707	1,825	6,348	23,835	494	13,042	10	4,805	5,993	87,769	140,636
2015	23,217	5,499	15,385	1,723	2,289	1,127	3,919	14,716	305	8,052	6	2,967	3,700	54,189	82,905
2016	12,883	5,564	13,094	1,466	1,948	959	3,336	12,524	260	6,853	5	2,525	3,149	46,117	64,564
2017	55,831	16,783	8,807	986	1,310	645	2,243	8,423	175	4,609	3	1,698	2,118	31,018	103,632
2018	42,237	9,885	15,940	1,785	2,371	1,167	4,061	15,246	316	8,342	6	3,074	3,834	56,143	108,265
2019	65,363	14,861	7,339	822	1,092	537	1,870	7,020	146	3,841	3	1,415	1,765	25,850	106,074
2020	65,648	16,895	12,931	1,448	1,924	947	3,294	12,368	257	6,768	5	2,493	3,110	45,545	128,088
2021	107,875	21,117	6,589	738	980	483	1,679	6,302	131	3,448	3	1,271	1,585	23,207	152,199
2022	132,579	35,225	9,369	1,049	1,394	686	2,387	8,961	186	4,903	48	1,807	2,253	32,999	200,803
2023	83,909	73,305	7,897	884	1,175	578	2,012	7,553	157	4,133	3	1,523	1,899	27,813	185,027
2024	98,826	72,046	18,286	2,048	2,720	1,339	4,658	17,490	363	9,570	7	3,526	4,398	64,405	235,277
2025	59,455	9,911	-1,731	-194	-257	-127	-441	-1,655	-34	-906	-1	-334	-416	-6,095	63,271
2026	26,551	44,441	14,581	1,633	2,169	1,068	3,714	13,946	289	7,631	6	2,812	3,507	51,356	122,348
2027	41,645	39,432	25,597	2,866	3,808	1,875	6,521	24,483	508	13,396	10	4,93	6,156	90,154	171,231
2028	66,127	50,514	4,303	482	640	315	1,096	4,116	85	2,252	2	830	1,035	15,156	131,797
2029	30,312	43,535	-159	-18	-24	-12	-41	-152	-3	-83	0	-31	-38	-560	73,287
2030	43,956	35,089	27,541	3,084	4,097	2,017	7,016	26,342	546	14,414	11	5,311	6,624	97,002	176,047
2031	30,129	48,073	10,119	1,133	1,505	741	2,578	9,678	201	5,296	4	1,951	2,434	35,639	113,841
2032	38,747	73,141	7,896	884	1,175	578	2,011	7,552	157	4,132	3	1,523	1,899	27,810	139,698



OPT(Oil Palm Trunk)



Fiber section bark



Mold starts on the wood



Rapid decay due to moisture and glucose



There are many impurities in the bark due to foreign substances and it will produce low quality pellets.

3. Commercialization of OPT

In order to overcome these realistic difficulties, we have found our production process after researching and trial-and-error for 10 years in Malaysia. It is possible to produce high quality pellets with constant density not unstable and uneven quality due to impurities in the bark. In addition, it is now possible to export pellets to Europe after improving [pellet forming process](#)^⑦ by using eco-friendly method to meet the ISO(International Organization for Standardization).

⑦ Production process

Chopped palm tree in storage → Cut it with standard requirement → Peel the bark (peeled bark is storage in compost plant) → Manufacture with peeled wood chip → Transfer the sap to the fermentation tank Start Ethanol process → In this process, the moisture content of the chip is about 25~30% → Move to dryer → Select chip and debris by sorting machine → The chip is packed and the shredder is transported to the pellet plant → Produce pellet

Furthermore, we have found [chemicals](#)^⑧ that can delay OPT(Oil Palm Trunk) by up to 8 months so that three production items(Ethanol, Pellet, Compost) are able to be produced. By manufacturing three production items with one raw material, cost reduction and maximization of profits can be realized. In addition, sales points are secured at the same time as production so that it is possible to reduce marketing cost. Specific details will be described below for each product item.

4. Products related to business

(1) COMPOST business

The bark of palm tree is thick and hard material about 3cm or more. The first step is [peeling off](#)^⑨ for production process for Ethanol and pellets. In this process, the amount of the bark is about 5% or more (100kg) on the weight of the tree. There are a lot of costs and environmental problems to disposal it as waste. It is compost which is developed as organic fertilizer to treat waste.

The amount of compost for palm plantation is 1 ton per hectare(ha) per year and it is imported due to insufficient compost. Therefore, [it is possible to consume it all if the compost is produced.](#)^⑩



Palm tree section and bark thickness



Peeling off process



OPT after peeling off



Bark waste

⑧ Signed exclusive license agreement to use patents of domestic

⑨ The ethanol process can not make ethanol without peeling it. In addition, when the pellet is used together with the shell, the pellet value (quality) is lowered due to the impurities of the shell, as seen above, and there are fewer places to sell

⑩ Fertilizer consumption of palm plantation is 5,500,000 tons per year

Production and business scale of compost is as follows below.

- Production : 8,7ton/ha ● Area : 100,000 ha ● Factories : 155
- Production per plant : 470tons/months
- Total plant production (monthly) : 72,850tons/month
- Total plant production(yearly) : 874,200tons/year
- Unit price: US\$6.14/ton ● Sales projections: US\$53,679,000/year

(2) ETHANOL Business

Oil palm tree, which is herbal type, contains a lot of sugars such as fructose, glucose, sucrose as much as sugar cane. With this ingredient of oil palm tree, Bio-Ethanol has been developed and succeeded in many countries. However, the Ethanol production system is not established and remains only in the state of experiment and research. The reason is that it costs a lot to process and **no profitability**¹¹ due to the amount of waste during the production process is so much higher than the amount of Ethanol extracted from one tree.

We obtained data on these processes and changed our main production item to convert the business as taking advantage of the superiority of Ethanol. The problem was solved by researching on the treatment method of fiber and effluent which are the most problematic waste. The byproducts waste disposal problem was solved by producing fiber as biomass (Pellet, Chip) fuel and bark as composts. In addition, the remained effluent after Ethanol extraction will be recycled as liquid fertilizer. Cost reduction and environmental issues were solved by converting discarded byproducts into main production item. This is a project that maximizes profits and minimizes raw material costs by converting byproducts principle for production costs and taking advantage of characteristics of palm tree.

As shown the table that compares sugar content of OPT (Oil Palm Trunk) and sugar cane below, OPT has 16% of sugar content which is same amount of sugar content in sugarcane which is purchased at an expensive price. Furthermore, the table shows that the amount of Ethanol obtained per hectare (ha) from OPT (9.5~10.3kL/ha) is much higher than Ethanol obtained from sugarcane (4.5~7.2kL/ha) with calculation based on the plantation area.

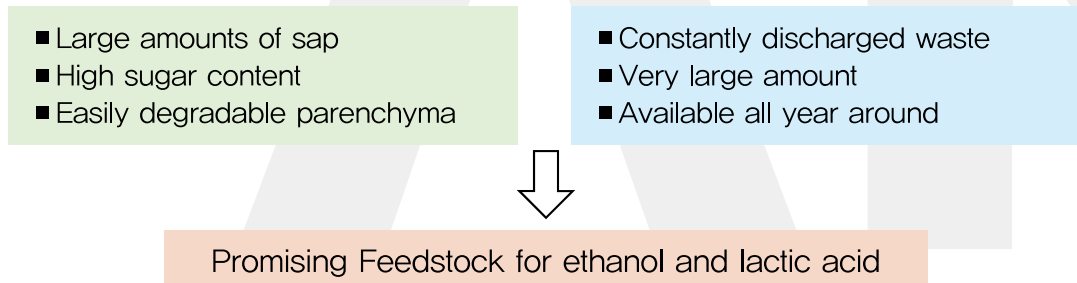
¹¹ One palm tree weighs between 1,500 and 2,000 kilograms, and the ethanol that can be obtained from one tree is about 70 liters and the remaining 1.5 tons of byproducts are left as waste.

< Comparison of oil palm trunk with sugar cane >

Type	Sugar cane	OPT(after proper aging)		
		A (Core)	B (Middle)	C (Outer)
Moisture content	70%	83%	75%	68% X 0.8
Sugar content in juice or sap	16%	16%	14%	15%
	112g/kg	95.4g/kg → 1.07.8 kg/trunk		
Cane or trunk produced per area	60–90 ton/ha	154–168 ton/ha (136–148 trunk/ha)		
Possible Ethanol yield	4.5–7.5 kL/ha	9.5–10.3 kL/ha		

As a raw material for Ethanol fuel and lactic acid products, the characteristics of OPT(Oil Palm Trunk) are that a large amount of sap, rich in sugar content and it is easy to assemble parenchyma. The advantage of OPT is that very large amount is produced consistently throughout the year, which is an added benefit to our business.

< Characteristics and advantages of the OPT as the resource for fuel ethanol and lactic acid production >



Potential : Malaysia (4.3 M ha) **2.7M kL (1.7M kL) ethanol/year**
4.2M ton (2.6M ton) lactate/year

Production and business scale of Ethanol are as follows below.

- Production : 9,700L/ha ● Area : 100,000 ha ● Factories : 155
- Production per plant : 530tons/month
- Total plant production(monthly) : 82,150tons/month
- Total plant production(yearly) : 985,800tons/year
- Unit price : US\$658/ton ● Sales projection : US\$648,550,000/year



〈 Parenchyma separating equipment 〉

(3) Pellet – Biomass fuel business

The pellet is a fuel that is considered as an environmentally friendly fuel in the world and the main raw material for pellet comes from wood sawdust. Wood sawdust is insufficient to meet the global demand due to limited raw material. Pellet made from oil palm trunk requires different process than general wood pellet. It is not easy to remove a large amount of moisture inside oil palm trunk because the tree has a lot of sap and its composition is different from general tree. Many people have tried to produce the pellet from oil palm trunk but the competitiveness is lowered due to high cost to remove moisture, which increase production costs.

As a result of our research to produce pellet, we have greatly improved the pellet production process by using all the properties of OPT (Oil Palm Trunk) and have succeeded in stabilizing the quality by process after separating bark with impurities. Furthermore, the biggest advantage of OPT pellet is that quality is constant because it is made from single species not like general wood pellet that have a large quality deviation because it is made by collecting various kind of sawdust. Since the current demand is insufficient worldwide, marketing is not a problem.



Pellet production line



Storage for produced pellet



Dust remover that meets International Standards Organization(ISO)



Sap extractor

Production and business scale of pellet fuel are as follows below.

- Production : 70tons/ha ● Area : 100,000 ha ● Factories : 155
- Production per plant : 4,000tons/month
- Total plant production(monthly) : 620,000tons/month
- Total plant production(yearly) : 7,440,000tons/year
- Unit price : US\$96/ton ● Sales projection : US\$717,894,000/year

(4) Machine Equipment Business

It is possible to produce and supply machinery equipment to Malaysia by utilizing technology of our main production item mentioned above.

① Pellet production facilities and sales of fruit business

We can sell a total 310 sets^⑫ of machine, which has a capacity of 2,000 tons per month, at 155 plant that has two production line. In addition, it is possible to sell Ethanol plant (under negotiation of unconfirmed scale), compost fermenter (2,000 tons of raw materials, 500 tons of fertilizer) and chemical manufacturing equipment to produce bacteria.

^⑫ Calculation the scale of a pellet plant: Based on 2,000 tons per month per production line, the total cost of installing the plant is \$ 155 * \$ 4 million = \$ 620 million (682 billion won) excluding buildings, land, and others

< Estimated establishment of pellet plant in each state of Malaysia >

State	Logging area (ha)	Production (ton)			Factories and machine		
		Pellet	Compost	Ethanol	Pellet	Compost	Ethanol
JOHOR	8,807	616,490	73,979	83,667	13(26)	13	13
KEDAH	986	69,020	8,282	9,367	2(4)	2	2
KELANTAN	1,310	91,700	11,004	12,445	2(4)	2	2
MELAKA	645	45,150	5,418	6,128	1(2)	1	1
N.SEMBILAN	2,243	157,010	18,841	21,309	3(6)	3	3
PAHANG	8,423	589,610	70,753	80,019	13(26)	13	13
P.PINANG	175	12,250	1,470	1,663	1(2)	1	1
PERAK	4,609	322,630	38,716	43,786	7(4)	7	7
PERLIS	3	210	25	29	0	0	0
SELANGOR	1,698	118,860	14,263	16,131	3(6)	3	3
TERENGGANU	2,118	148,260	17,791	20,121	3(6)	3	3
SABAH	55,831	3,908,170	468,980	530,395	82(164)	82	82
SARAWAK	16,783	1,174,810	140,977	159,439	25(50)	25	25
Total	103,631	7,254,170	870,500	984,495	155(310)	155	155

② Industrial boiler business

More than 25,000 boilers have been installed and running all over Malaysia. The fuel for all boilers in Malaysia is oil or gas. Since the price of diesel and gas is high, replacing it with our biomass fuel (pellet) will drastically reduce the fuel cost to 60~70% compared to the existing one. For this reason, it is a promising business that can take over the local industrial boiler market.

The most effective approach to the market is reducing the initial purchase cost by applying lease payment and providing free A/S service for boiler facility during lease term on condition that buyer use our pellet fuel continuously after boiler installation. The buyer pays the lease monthly by the amount saved from the fuel cost of the oil or gas used for boiler. At the end of the lease term (3 to 5 years), ownership of boiler will be transferred to buyer. After the contract ends, the pellet fuel will continue to be supplied with our A/S (charge) until the boiler reaches its end of life.



1ton small boiler



5ton steam boiler

< Steam capacity by Technical Specs >

- ① Pellet Silo ② Bucket E/V ③ Boiler (Heat exchanger) ④ Combustor ⑤ Auto Ash Remover ⑥ Coolant Cooler
⑦ Air preheater ⑧ Economizer ⑨ Dust Collector ⑩ Exhaust gas outler duct (Stack connection)



We have developed a gas burner through biomass fuel for the first time with our excellent engineers and results of researches in Korea. We are doing final check and getting ready to inroad Korea as well as the world. In case of applying lease payment to business for 5ton steam boiler, it can be analyzed as follows below.

- Sale price : US\$350,000 ■ Down payment (20%) : US\$70,000
- Lease amount : US\$280,000
- Payback period : 3years
- Use of fue I: Operation hour 20hours/day
 - For diesel : Use 300L/hour 6,000L/day
 - Price : $\text{US\$}0.58/\text{L} \times 300\text{L} \times 20\text{hours} = \text{US\$}3,480$
 - For pellet : Use 700kg/hour 14,000kg/day
 - Price : $\text{US\$}0.09/\text{kg} \times 700\text{kg} \times 20\text{hours} = \text{US\$}1,400$
- Saving ratio : about 60% = US\$2,100\$ /day (US\$52,600 per month)

- Monthly collection amount : Estimated 60%(US\$31,600) of fuel savings(US\$52,600)
- Total collection amount : 36million x 36months = US\$1,138,600
- Total Profit : US\$1,137,000 – US\$31,600 (Lease amount) = US\$1,105,400

* Special notes

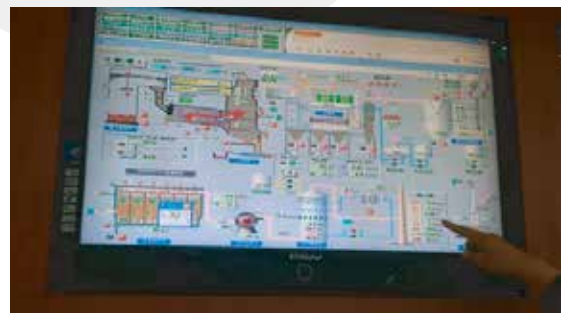
1. 30% profit from production cost of boiler sales.
2. Receive consumables and service charges (A/S) after the free service period.
3. Separate fuel sales revenue by supplying our own pellet fuel. Revenue is a separate entity and treated as separate revenue.
4. Boiler life is over 15years, so it can be a stable fuel business.

③ Small power plants project

Southeast Asian countries, which are behind in economic development than Korea, need a lot of small power generation due to their geographical characteristics. There are 18,000 islands in Indonesia, but small islands are still limited in power supply. Small islands of less than 1000 households use diesel generators, so fuel supply is difficult and electricity costs are much higher than in cities. Since there are many raw materials throughout the islands, replacing fuel with wood chips or palm byproducts, they can afford low-cost, eco-friendly power generation. Many consultations are being made on the installation of small power plants.



Eco-Friendly Small Power Plant



Power Plant Control (Harmful gas generation can be seen at a glance)

IV. Business fund investment, sales and profit composition

Estimated amount of fund investment	
US\$2,371,225,000	
Estimated amount of fixed investment	Estimated amount of machinery investment
US\$435,140,000	US\$1,936,085,000

1. The point of business fund investment

(1) Machine Equipment – Oversea (Factory establishment scale)

Organic Fertilizer / Ethanol / Pellet
US\$1,936,085,000

(2) Institute establishment – Domestic (3sites of institute by R&D classification), Oversea (R&D branch office)

A) Biomass institute

- Area : 9,917m²
- Researcher : 14persons (Chief 3persons, Researcher 9persons, Manager 2persons)
- Item : Bio–diesel, Ethanol
- Purpose : Energy production using abundant raw materials from overseas
- Investment : US\$70,000,000
- Remarks : Regularly giving researchers an opportunity to study abroad

B) Renewable energy equipment

- Area : 8,265m²
- Researcher : 20persons (Mechanical, Electrical, Electronic, Control system, 3D Design)
- Item : Considering Southeast Asian industrial structure, absolutely necessary export business
- Purpose : The use of fossil fuels can be reduced by using a lot of materials in Southeast Asia, and it will get the spotlight as eco–friendly products.
- Investment : US\$52,000,000
- Remarks : Possible to preoccupy undeveloped land

C) Small power generation institute

- Area : 4,958m²
- Researcher : 30persons
- Item : Installation on large and small islands or jungles
- Investment : US\$88,000,000

Biomass institute / Renewable energy equipment / Small power generation institute

US\$210,526,000

(3) Establishment of additional company and purchasing office building

Establishment of additional company and purchasing office building

US\$96,491,000

(4) Domestic and Overseas factories

Local	● Area : 33,058m² ● Number of persons : 250 ● Item : Mechanical design, core processing production	US\$70,000,000
Foreign	● Purpose : Production and export of patented products	US\$53,000,000

(5) Employee dormitory construction

Employee dormitory construction (Executives members)

US\$8,800,000

(6) Company vehicle support

Company vehicle support

US\$4,400,000

(7) Welfare facilities

Welfare facilities

US\$440,000

2. Business analysis table of income and expense

(1) Fixed investment details

(USD)

Type	Fixed investment											
	Institute		Purchasing office building		Factory		Dormitory		Vehicle		Facilities	
Place	Korea	Foreign	Korea	Foreign	Korea	Foreign	Korea	Foreign	Korea	Foreign	Korea	Foreign
Price	\$211,000,000		\$96,500,000		\$122,800,000		\$8,800,000		\$4,400,000		\$440,000	
Total	\$435,140,000											

(2) Machine installation details

(USD)

Item	Price	Number of factories
Organic Fertilizer	\$330,000	155
Ethanol	\$6,140,000	155
Pellet	\$2,737,000	155
Boiler	\$509,000	1000

Item	1st year		2nd year	
	Quantity	Price	Quantity	Price
Organic Fertilizer	20	\$6,600,000	30	\$9,900,000
Ethanol	20	\$122,800,000	30	\$184,200,000
Pellet	20	\$54,740,0000	30	\$82,110,000
Boiler	150	\$76,350,000	200	\$101,800,000
Total		\$260,490,000		\$378,010,000

3rd year		4th year		5th year	
Quantity	Price	Quantity	Price	Quantity	Price
30	\$9,900,000	40	\$13,200,000	35	\$11,550,000
30	\$184,200,000	40	\$245,600,000	35	\$214,900,000
30	\$82,110,0000	40	\$109,480,000	35	\$95,795,000
300	\$152,700,000	200	\$101,800,000	150	\$76,350,000
	\$428,910,000		\$470,080,000		\$398,595,000

Total Price	\$1,936,085,000
-------------	-----------------

(3) Analysis table of income and expense

A) Profit by item

Organic Fertilizer	Ethanol	Pellet	Boiler lease	Boiler Fuel
\$35	\$260	\$30	\$1,050	\$26

B) Annual analysis table of income and expense

(USD)

Item	Profit by year	1st year		
		Production/Year	Quantity	Price
Organic Fertilizer		112,800	20	\$3,960,000
Ethanol		127,200	20	\$33,474,000
Pellet		960,000	20	\$29,474,000
Boiler lease		150	150	\$1,895,000
Boiler Fuel		540,000		\$14,211,000
	2nd year of investment			\$83,011,000
	3rd year of investment			\$83,011,000
	4th year of investment			\$83,011,000
	5th year of investment			\$83,011,000
	6th year of investment			\$83,011,000
	7th year of investment			\$83,011,000
	8th year of investment			\$83,011,000
	9th year of investment			\$83,011,000
	10th year of investment			\$83,011,000
Total Profit				\$913,124,000

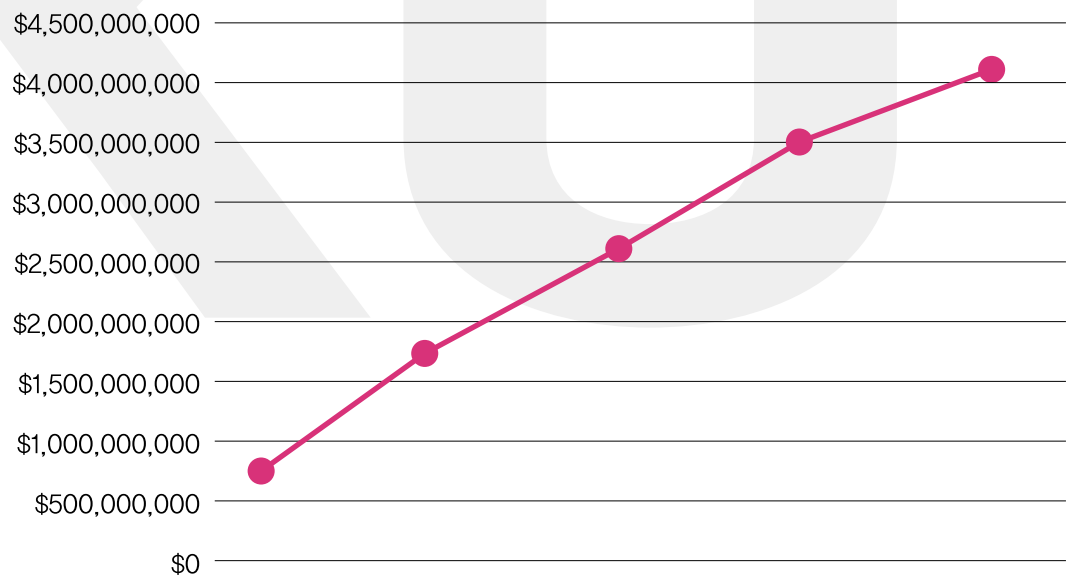
Item	Profit by year	2nd year		
		Production/Year	Quantity	Price
Organic Fertilizer		169,200	30	\$5,937,000
Ethanol		190,800	30	\$50,211,000
Pellet		1,440,000	30	\$44,211,000
Boiler lease		200	200	\$2,526,000
Boiler Fuel		720,000		\$18,947,000
	3rd year of investment			\$122,709,000
	4th year of investment			\$122,709,000
	5th year of investment			\$122,709,000
	6th year of investment			\$122,709,000
	7th year of investment			\$122,709,000
	8th year of investment			\$122,709,000
	9th year of investment			\$122,709,000
	10th year of investment			\$122,709,000
Total Profit				\$1,103,504,000

Item	Profit by year	3rd Year		
		Production/Year	Quantity	Price
Organic Fertilizer		169,200	30	\$5,937,000
Ethanol		190,800	30	\$50,211,000
Pellet		1,440,000	30	\$44,211,000
Boiler lease		300	300	\$3,789,000
Boiler Fuel		1,080,000		\$28,421,000
	4th year of investment			\$132,568,000
	5th year of investment			\$132,568,000
	6th year of investment			\$132,568,000
	7th year of investment			\$132,568,000
	8th year of investment			\$132,568,000
	9th year of investment			\$132,568,000
	10th year of investment			\$132,568,000
Total Profit				\$1,060,545,000

Item	Profit by year	4th Year		
		Production/Year	Quantity	Price
Organic Fertilizer		225,600	40	\$7,916,000
Ethanol		254,400	40	\$66,947,000
Pellet		1,440,000	40	\$44,211,000
Boiler lease		200	200	\$211,000
Boiler Fuel		720,000		\$18,947,000
	5th year of investment			\$138,232,000
	6th year of investment			\$138,232,000
	7th year of investment			\$138,232,000
	8th year of investment			\$138,232,000
	9th year of investment			\$138,232,000
	10th year of investment			\$138,232,000
Total Profit				\$967,624,000

Item	Profit by year	5th Year		
		Production/Year	Quantity	Price
Organic Fertilizer		197,400	35	\$6,903,000
Ethanol		222,600	35	\$58,579,000
Pellet		1,440,000	35	\$44,211,000
Boiler lease		150	150	\$158,000
Boiler Fuel		540,000		\$14,211,000
	6th year of investment			\$124,084,000
	7th year of investment			\$124,084,000
	8th year of investment			\$124,084,000
	9th year of investment			\$124,084,000
	10th year of investment			\$124,084,000
Total Profit				\$744,482,000

(4) Total profit composition by year



2nd year of investment	3rd year of investment	4th year of investment	5th year of investment	6th year of investment
\$747,095,000	\$1,721,747,000	\$2,649,726,000	\$3,479,116,000	\$4,099,537,000

VI. Establishment and operation of Arikobio University

In promoting the eco-friendly biomass business, Arico Group plans to establish Arico Bio University because it feels the need to establish an academic institution aimed at sustainable development of eco-friendly biomass and environmental protection through education. Arico Bio University will lead research and education in biomass technology and related fields, and the goal is to provide and complete innovative academic approaches for eco-friendly energy and resource management.



1. Introduction

- The need to establish a university emphasizes the importance of biomass technology for sustainable development and environmental protection.
- The purpose of establishment is to solve environmental problems through research and education related to biomass energy, sustainable agriculture, and biological resource management.
- For future vision, we have trained global leaders who lead innovation in the biomass field.

2. A major field of study in a university

- Biomass energy technology is a clean energy production and green energy system using biomass.
- In environmental science and ecology, environmental changes and the subsequent protection and management of ecosystems.
- The agricultural and resource management part is sustainable agricultural technology and agricultural resource management using biomass.
- Chemical engineering and biotechnology are biomass treatment technology and biological transformation process research.
- The recycling and waste management part is waste treatment and recycling technology using biomass.

3. The academic goals of a university

- The research target part is the development of new technologies related to biomass and the study of efficient energy production methods.
- The educational goal part is to cultivate high-quality human resources majoring in sustainable environmental management and biomass technology.
- The industrial cooperation part works with enterprises and government agencies in the field of eco-friendly technology for practical research and technology promotion of development.

4. Education and research programs

- Undergraduate courses provide undergraduate programs related to biomass engineering, environmental engineering, and renewable energy.
- Graduate program is a master's and Ph.D. program for biomass research and technology development.
- Industry–academia cooperation commercializes research results through cooperation with industry and provides opportunities for field training.
- The establishment of a research institute is dedicated to biomass–related technology research.

5. Campus and Facilities Planning

- Eco–friendly infrastructure design such as energy–efficient buildings and solar power systems with sustainable campus design.
- Laboratories and research facilities are advanced research facilities for biomass treatment and conversion experiments.
- The practice and training space is a practice space for field learning and a laboratory related to agriculture and energy production.

6. Student Support System

- The scholarship system provides scholarships to students who go to areas related to sustainable energy and environmental protection.
- Employment support is a job support program linked to industries in the biomass and eco–friendly fields.
- International exchange operates cooperation and exchange programs with global biomass research networks.

7. A financial plan

- Initial financing is secured by cooperation with the government, private companies, and research institutes.
- The operating budget is a long–term self–reliant operating budget plan for sustainable financial management.
- Research funds are used to fund biomass research using domestic and international research funds.

8. Social contribution

- Contributing to sustainable development suggests environmentally friendly energy production and resource management measures through biomass technology.
- Community links contribute to regional economic development in cooperation with local agriculture and industry.
- Global environmental problem solving is a technical contribution to solving international environmental problems.

9. Conclusion

- Emphasizing the importance of establishment is building a sustainable future through eco–friendly biomass technology.
- Future Vision plans to establish itself as an educational institution that fosters world–class leaders in the field of eco–friendly biomass.

V. Conclusion

The uneasiness of the people caused by irrationality of nuclear power plants in Korea has caused great interest in renewable energy in 2013. This led to the situation reflected in the Second National Energy Basic Plan and Renewable Energy Portfolio Standard(RPS) was implemented in 2012. Besides, due to the introduction of new system such as Renewable Fuel Standard(RFS), Renewable Heat Obligation(RHO) in 2015, related companies which are increasingly in need of fossil fuel substitution, feel a serious sense of crisis.

Southeast Asia is also rich in biomass resources as a raw material for bio-energy due to its climate characteristics. As a result of massive fossil fuel consumption due to rapid economic growth, it is an economic and environmental burden as in other countries, thus positively substituting for bio-fuel production and consumption.

Although Korea is seeking a solution to the lack of domestic biomass resources through Southeast Asia, developed countries are preoccupied with it, and unlike the past, they are approaching more carefully because of heightened consciousness of energy security. Therefore, not only government support but also policy support such as academic, technical exchange and research in the private sector should be followed.

In addition, according to the 2015 Paris Climate Agreement, global energy efficiency, global warming and mandatory reduction of carbon dioxide emissions have led to increased interest in renewable energy, it is estimated that the demand for bio-diesel from palm oil will be created and oil palm cultivation and production will expand. Therefore, the company is further creating bio-diesel and is looking at the transportation fuel market to reduce greenhouse gas emissions, which are an urgent problem globally, with bio-ethanol production and technological production to increase use of bio-fuels, and this is meaningful in terms of securing supply for initial market formation by producing organic fertilizer and wood pellet fuel that can be harvested from palm trees.

Many countries, including Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, and the Philippines, are actively promoting biodiesel and bio-ethanol policies in Southeast Asia, making this project a further development opportunity.

In particular, Malaysia is pursuing its goal of "reducing the dependence on exhausted fossil fuels, the use of environmentally friendly and sustainable resources as energy sources and increasing the wealth of the related parties" through the 2006 national bio-fuels policy. Furthermore, the main policy goal is to be the world's largest producer of bio-diesel by expanding the demand for palm oil and stabilizing oil prices. The Malaysian government makes 5% of bio-fuel mix compulsory in the industry and sets separate standards for bio-ethanol in bio-fuels. However, at present, development support and research are insufficient and have not been successful.

The ARIKO Group has developed automation technology through endless research for a long time and developed small and medium size generators of new materials such as bio-ethanol, bio-organic fertilizer, bio-pellet, bio-glucose from palm tree, and proposed a new and innovative production method for energy independence.

The world is strongly pushing for a policy to become a low-carbon society, such as the greenhouse gas emission amount system of the obligatory countries and the new and renewable energy obligation system due to the reduction of greenhouse gas emissions, and it is estimated that it will have a significant impact on supply and price in the international bio-energy market.

The ARIKO Group will create a friendly image of each country with this new technology through the Fourth Industrial Revolution, and will expand its relationship with the international capital and technical alliances of the oil palm tree industry. Also conduct a comprehensive and accurate empirical analysis to establish a stable and cooperative base for sustainable bio-energy business and to become an ARIKO Group that will do its best in the world in the 21st century.



References

1. Oil palm Biomass Business Plan (ARIKO group/quote in part).
1. Eco-Friendly Business Report (ARIKO engineering/ quote in part).
1. Bio-technology Policy and Industry Trends in Southeast Asia and Korea's Response Plan (kfri International Forest Policy Topic No.2 2014. 1. 21.).
1. Palm oil business trends in Southeast Asia / Focusing on Indonesia and Malaysia (Global Agro-Food Industry Trend).
1. Utilization Status and Prospect of Woody Bio-Energy (Seoul National University of Agriculture and Life Science Forestry Science).
1. World Bio-Energy Development Trend (Kotra, Global Business Report 07-001).
1. Research on quality and fuel possibility of imported solid fuel (PKS) product (the environmental research on waste resources of energy).
1. Case Study on Green Trade Promotion Policy in Six Asian Countries (Market economy researcher 2012. 2).
1. Estimation of Indonesia oil palm Biomass Potential (Ahn Byung-jun with four others)
1. Korea's Green Growth Affecting Overseas Resources Oil Palm Industry By-Products (Jeong Hwa-ji, Zendax corp.).
1. Research on the Rapid Thermal Decomposition Characteristics of Semi-Carbonized and Semi-Carbonized EFB of Empty Fruit Bunch (Yonsei University Graduate School Thesis).
1. Market Trends and Outlook(Indonesian palm cacao plantation investment manual).
1. National Biomass Influence Agenda(MPOB).
1. 2011 Oil palm Market, Industry Outlook(2010-12-29 Cho Ju-hee, Indonesia Jakarta Trade Center).
1. "Palm oil Industry Byproducts Utilization" Report on Overseas Trip to Malaysia to Participate in National Research Project (2010. 4./Palm oil Energy TF Team).
1. 2008 Taxation Guide for Malaysian Enterprises(National Tax Service).
1. Vietnam Biomass Development(Daily magazine refereces.).
1. Waste-to-Energy Project(AslicNova).
- 1 Proposal for Biomass Power Plant Project(Techwin Co., Ltd.).
1. Introduction of Energy Business Using Renewable Fuel (Partnership Companies with ARIKO Group).
1. Pulverator LINE Manufacturing Equipment Specifications and Power Consumption (Partnership Companies with ARIKO Group).
1. EFB Reports (Partnership Companies with ARIKO Group).
1. Forestry Test Report (Kofpi).
- 1.ESCO 2014 Business Guide (Ministry of Trade, Energy Management Corporation).

1. Proposal for ESCO Investment Project to Reduce Greenhouse Gas and Enhance Energy Efficiency(GS Power CO, Ltd. ESCO Biz. Team).
1. Old-age Boiler Individual Business (Cosmo Chemical).
1. Analysis of waste Palm Tree in Indonesia(ARIKO Group Resource Research Team).
1. R&D Proposal Green Environment (ARIKO Group Resource Research Team).
1. Patent(10-2013-0119786 (Registration Number 1-1-2013-0910114-93),the Patent and Trademark Office)
1. A Theoretical Research on the Production of 1,000 L of Alcohol with 1 ton of Biomass(KAIST Department of Chemical and Biological Engineering).
1. Biomass Oil palm Business Plan(Reliance Reap Sdn Bhd).
1. Heat Value Is Higher and Prices Cheaper than Wood Pellets(Malaysia Newspaper).
1. <https://www.naver.com>
1. <https://www.google.co.kr>
1. <http://www.nanet.go.kr/main.do>
1. <http://www.nl.go.kr/nl/index.jsp>
1. Visiting Malaysia, Indonesia and Other National Libraries and Press Homepage



ARIKO GROUP

ARIKO Malpalm Bioenergy Group
RELIANCE REAP SDN. BHD.
(770535-D)

Woori Building 22-5, Sangwon-ro, Dalseo-gu, Daegu, Korea

C11/2 Garden City Business Center Jalan Dagang Taman Dagang
68000 Ampang, Selangor, Malaysia.

Tel. 603-4270 1302

본 사업계획의 저작권은 ARIKO GROUP에 있습니다. 저작권법에 의하여
보호를 받는 저작물이므로 무단전재와 무단복제를 금합니다.

오일팜 바이오매스 사업계획(연구)요지의 영문은 한글을 기준으로
번역된 것으로 표기의 오류가 있을 수 있습니다.

ARIKO GROUP

**ARIKO Malpalm Bioenergy Group
RELIANCE REAP SDN. BHD.**

(770535-D)