

ISI (CONTENT)

- | | |
|--|----|
| 1. An Integrated Solution Model For Developing The Excellent Performance Of Oil Palm Production In The Global Business Environment | 3 |
| 2. Laju Dekomposisi Aerob dan Mutu Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Penambahan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit | 10 |
| 3. Dampak Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (Land Application) Terhadap Keanekaragaman Benthos, Plankton dan Produksi Tandan Buah Segar Kelapa Sawit | 33 |
| 4. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kelapa Sawit Pada Beberapa Lingkungan di Sumatera Utara | 43 |
| 5. Under Planting : Teknis Peremajaan Tanaman Kelapa Sawit Tanpa Kehilangan Penghasilan | 53 |

Jurnal Penelitian



STIPAP



Sekolah Tinggi Agrobisnis Perkebunan

Jl. Willem Iskandar Medan
Telp. 061 - 6637060, Fax. (061) 6613204
www.stipap.ac.id



Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan

Jl. Willem Iskandar Medan Telp. 061 - 6637060, Fax. (061) 6613204
www.stipap.ac.id

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

1. Naskah yang dipublikasi merupakan hasil penelitian, studi referensi, review teori/konsep/metodologi dan pemikiran inovatif tentang kelapa sawit dan karet.
2. Naskah belum pernah dimuat/diterbitkan, diproses atau ditolak oleh media lain yang dinyatakan dengan surat pernyataan oleh penulis.
3. Naskah berupa hasil penelitian memuat judul, nama penulis, abstrak, kata kunci dan isi. Isi artikel memuat :
 - a. Pendahuluan, meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah dan tujuan penelitian
 - b. Kajian literatur, mencakup kajian teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan
 - c. Metodologi, yang berisi rancangan atau disain penelitian, sampel dan data, teknik pengumpulan data, serta teknik analisis data
 - d. Hasil penelitian dan pembahasan
 - e. Simpulan dan saran
 - f. Pustaka acuan
4. Artikel pemikiran, review teori atau studi referensi memuat judul, nama penulis, abstrak, kata kunci dan isi. Isi artikel meliputi :
 - a. Pendahuluan, meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah dan tujuan penulisan
 - b. Kajian literatur dan pembahasan serta pengembangan teori/konsep
 - c. Simpulan dan saran
 - d. Pustaka acuan
5. Naskah dapat ditulis dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris, menggunakan kertas A4, format microsoft word, Times New Roman size 12, kecuali isi abstrak dan kata kunci yang ditulis dengan size 10. Halaman naskah dalam bentuk potrait, masing-masing 3 cm untuk margin kiri dan atas serta 2,5 cm untuk margin kanan dan bawah.
6. Artikel ditulis dengan sistematika sebagai berikut :
 - a. Judul harus singkat, padat, ditulis dengan huruf kapital dan bold (rata tengah)
 - b. Nama penulis berada di bawah judul (rata tengah), ditulis tanpa gelar.
 - c. Instansi penulis dinyatakan dengan catatan kaki.
 - d. Abstrak diketik 1 spasi (rata kanan dan kiri), maksimum 200 kata.
 - e. Kata kunci ditulis setelah abstrak.
 - f. Isi artikel diketik 1,5 spasi dengan menggunakan dua kolom.
 - g. Pustaka acuan ditulis mengikuti susunan nama penulis, tahun, judul, judul buku (italic), kota penerbit, nama penerbit. Jika pustaka merupakan artikel dari suatu jurnal atau buku suntingan, judul tulisan diapit dengan tanda petik, sedangkan nama jurnal/buku ditulis italic.
7. Naskah diserahkan ke alamat redaksi yaitu : Jl. Willem Iskandar Medan dalam bentuk print out (2 eksp) dan soft file (CD), yang selanjutnya menjadi milik redaksi.
8. Dewan redaksi berhak mengedit naskah yang dinilai layak untuk dipublikasi, tanpa mengurangi kebenaran dan keaslian tulisan.
9. Pihak redaksi akan memberitahukan kepada penulis apakah naskahnya dapat dimuat atau tidak berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Penetapan pemuatan naskah dalam jurnal sepenuhnya menjadi hak dewan redaksi.

Jurnal Penelitian STIPAP

Pembina :

Seno Aji, S.Pd., M.Eng., Prac.

Penanggungjawab :

- Mardiana Wahyuni, Ir., MP.
- Sulthon Parinduri, SP., MSi.
- Fachrizal, SE.

Pimpinan Redaksi :

Giyanto, STP.

Ketua Penyunting :

Ira Apriyanti, SP., MSc.

Anggota Penyunting :

- Rina Sahara, SP.
- Sakiah, SP.
- Guntoro, SP.
- Arnold Lbn. Gaol, ST.
- Aulia Juanda, SPd.

Editor :

Drs. Sriadhi, M.Pd., S.T., M.Kom.

Sekretaris Redaksi :

Puji Rahayu, Amd.

Distribusi/Pemasaran :

Sunyianto, Amd.
Taufik Hidayat, Amd.

Alamat Redaksi :

Jl. Willem Iskandar Medan
Telp. 061 - 6637060, Fax. (061) 6613204
www.stipap.ac.id
e-mail : jurnal.penelitianstipap@yahoo.co.id

SAMBUTAN KETUA

Dalam rangka mewujudkan Visi dan Misi STIP-AP untuk menjadikan Perguruan Tinggi yang mampu berkontribusi pada masyarakat luas, baik nasional dan internasional dalam bidang perkebunan, maka konsep Tri Dharma seharusnya berfungsi dengan optimal baik dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Konsep Tri Dharma di Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan (STIP-AP) Medan adalah bagaimana menjadikan kontribusi penelitian dan pengabdian masyarakat bisa memberikan manfaat sebesar-besarnya untuk kemajuan masyarakat. Dengan demikian maka, penelitian terapan (Applied Research) menjadi fokus orientasi dalam bidang penelitian perkebunan, khusus pada komoditas kelapa sawit dan karet. STIPAP berpandangan bahwa hasil penelitian aplikatif bidang perkebunan telah banyak dilaksanakan tetapi tidak optimal memberikan manfaat, karena tidak disertai dengan program komunikasi dan sosialisasi atas hasil praktek perkebunan.

Dengan diterbitkannya jurnal penelitian diharapkan mampu sebagai media komunikasi dan sosialisasi atas peran STIP-AP dalam rangka membangun kemajuan industri perkebunan di Indonesia. STIPAP berharap masyarakat luas, dosen, mahasiswa bisa mendapatkan manfaat atas Jurnal ini dan bisa menjadikan sebagai referensi dan pengayaan atas ide-ide baru dalam inovasi usaha perkebunan.

Ucapan terimakasih, rasa bangga dan penghargaan atas hasil kerja keras Tim LP2M untuk merealisasikan cita-cita untuk menerbitkan Jurnal Penelitian STIPAP. Semoga hasil karya atas diterbitkannya jurnal ini akan lebih memberikan semangat, kepercayaan diri untuk berbuat lebih baik bagi STIPAP untuk mewujudkan Visi dan Misi sebagai World Class Plantation University.

**AN INTEGRATED SOLUTION MODEL FOR DEVELOPING
THE EXCELLENT PERFORMANCE OF OIL PALM PRODUCTION
IN THE GLOBAL BUSINESS ENVIRONMENT**

Seno Aji
Dosen STIPAP

Abstract

The integrated solution model was focused on developing the solution for the business unit to understand the critical problems of supply chain of oil palm production from estate to mill. The production performance is improved immediately by increasing the capability and competence of all people at all levels and this leads to the development of a people's system to synchronize and optimize all the organization's operational systems. This paper reports the experience of Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP) in conducting performance development project in several oil palm business units in Indonesia. The project called LPP Consult Training Model (LCTM) used a model for the development of enhanced performance of business unit through an integrated approach. The strength of LCTM model is a simple business transformation model that has four uniqueness in approach. They are: (i) a combination between consulting and training, (ii) holistic and integrated, (iii) realistic and can measure results of performance, or (iv) suitable for assessing simple daily operation problems to the strategic problems. The results of LCTM approach showed that the ability to manage people well becomes critical to enhance production performance with this, problems in oil palm business unit can be solved effectively and many improvement in performance such as effectiveness of daily operations, increase OER, increase in quality, increase in palm oil mill's performance and increase in the efficiency in cost of production, can be achieved.

Keyword: *Integration solution model, performance, excellence performance, oil palm business.*

A. Introduction

The Global business environment in terms of plantation business means that plantation companies have to follow the global requirements from economic, social and environmental aspects. The future global standard requires the management of plantations to be more creative to gain the best achievements with regards to requirements of changing of business form strategic level into operational level.

In fact, many oil palm plantation companies still have many problems in both the strategic and operational process of production. So, the global business requirements have been seen as a new problem and barrier in this plantation industry.

In Indonesia, there are many oil palm

companies which are still looking for the suitable formula to produce the best results of production with regards to the global requirements. The evaluation still shows that their productivity is low, cost of production is high and thus, much potential of production is lost. In addition, many social problems happen in business units and difficulties in developing the competence of people for doing the best practice exists.

Based on the above, the complexity of the problems in oil palm business must be considered in detail, and must be taken into account in developing strategies in operation of production processes. Otherwise the problems will be more difficult to be solved in the future. It must be realized that in development of any project in increasing the

productivity, social and environmental issues become critical and have to be addressed in order to meet the criteria and survive in the dynamic global business.

Ensuring sustainability and achievement of the standards set is vital for plantation companies in winning the competitive edge. In this it must be realized that the standard for social, environment, and economical requirements will continuously improve with time. Furthermore, the excellence of performance of oil palm production process becomes the first priority to be achieved and is a must for the plantation companies.

Basically, the success of performance of plantation companies is determined by the functioning of three main systems viz.: (1) the estate system, (2) transportation system and (3) mill system. The excellent performance can only be achieved if the supply chain in the operational process has a good integration in all sub systems in the business unit. The integration in all sub systems, physical capital, organization system, and people must be synchronized and function well.

B. Factors of Excellence Performance, Current Problems and Integrated Solution Concept.

Factors of Excellence Performance Concept in Oil Palm Business

The changing of culture and system of management in plantation organization has influenced the effectiveness of business process. The way of doing business, the style of management and success of business strategy become different among plantation companies. For instance, some old plantation companies have maintained their performance with the traditional approach while some newcomer plantation companies have tried to apply high technology in their business

operations. These differences in systems sometimes create difficulties for the plantations companies which are willing to adopt the best way in the process of implementing the best practices.

As a consequence of the uniqueness of the character of oil palm business, many factors contribute to the performance of oil palm business. The "excellence performance" in plantation cannot be achieved if the management focused only on technical aspects such as agronomic management practices, mill management practices etc. More important is the need to develop the people and other non technical aspects related to the proper operation of the business process. So, the "excellence performance" means that all operation practices of plantation production line are run well and the functions are designed optimally.

There are three main sub systems to be managed well. They are: estate system, transportation system and mill system. All sub systems must be functional and must synchronize with each other. For instance under the estate sub system the plantation principally has to have high productivity of fresh fruit bunch (FFB), at a minimum cost of production, ensure a safe social and environmental development and sustain for long time business. Then the sub system of transportation has to be able to guarantee that the FFB production from estate can be delivered to mills as quickly as possible the amount of FFB received from the estate: conforming to the minimum standard of product losses, high capacity of output and with minimum of production cost and at same time ensuring that the processing is safe for people and equipments/machines.

The "excellence performance" of plantation business can only be achievement of the operational performance such as: (1) The level of awareness of production quality

has been established in daily operation, (2) The ability to work together in the supply chain process from estate to the mills has been established as a culture, and (3) The ability in solving production problem has been established as skills. Therefore, all system functions in the plantation business processes must be maintained well through the integrated approach.

The Current Problems of Operational Excellence of Plantation Business Unit in Indonesia

The lack of capability of plantation business unit operators to implement the “best practice” process has resulted in many problems with adverse consequences in plantation business. Based on the experience of Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP) there are many plantation companies in Indonesia which still have operational problems. This could be the reason why the “excellence performance” becomes the hardest homework for plantation management. Their operational process show that all activities of the sub systems and sections in the supply chain of oil production have not been functioning effectively. For example in a Plantation Company with sub-systems such as sub system-estate, sub system-transportation and sub system-mills one or more sub systems are not able to fulfill the requirements of the technical performance.

The problems of productivity in plantations are mostly caused by the weakness of the people in doing their duties thoroughly. These problems occur not only at the workers level but also at the level of staff. The worker problems can be seen in the ability to achieve the best effort to handle the target of productivity and quality. However the business paradigm and communication can become the critical problems. The existence of such a situation can be seen when the management spends most of its time in the

JP. STIPAP 1 (1) : 3 - 9 (2010)

technical aspects such as how to achieve the target of the amount of production than focus on the root cause of the problems of say the people and the system.

Basically, the difficulties in achieving the “excellence performance” in plantation business are caused by the lack of the basic factor of interaction of the people and system. The performance of people at all levels of production will influence the output significantly. If the management creates well designed and well planned programs for people as well as production planning in the estate and the mill, it will be possible to achieve the target of production easily. In fact, many plantation companies place too much emphasis on the physical assets such as quality of land and planting material but have low productivity, low capacity, a produce output low of quality and with high cost of production.

The operational performance of plantation production can be easily evaluated from the last process of the supply chain process. For example, if the estate supplied bad quality of FFB, the next process will have problems that are difficult to be rectified. The effectiveness of oil palm production can be seen in the palm oil mill. Palm oil mills have the function to process all FFB from the estate thoroughly. The technical performance from estate to mill and in the mill must be maintained to achieve best overall performance.

An Integrated Solution Concept for Transforming Performance

The changes in plantation organization, style of management and the requirement of the stakeholders have created changes in the culture and work environment. For instance, the policy to separate the organization of estate and mill is supposed to be the best way to achieve the best result of business

JP. STIPAP 1 (1) : 3 - 9 (2010)

performance. The next challenge in oil palm plantation business is how they can produce optimum production of palm oil and kernel that meet the very quality demanded at a minimum cost of production. The integrated approach is supposed to be used to solve the complex problems in plantation business.

In some instances, there are some who people have the paradigm that the achievement of oil extraction rate (OER) is supposed to be a single parameter in their performance. This is a wrong assumption and needs to be corrected. Thus, the need to build business paradigm and awareness becomes the most important factor for the management in facing the challenges in the plantation business.

C. LPP Consult Training Model (LCTM) as An Integrated Solution Approach Concept

Based on LPP's experience, the problem of people in plantation is complex. Principally plantation business is based on people and it is not on the usage of high technology. So, people, and the people-system and how to relate to organization is considered as the critical path-way to give priority attention in order to achieve the “excellence performance”. The concept of the LCTM as integrated solution approach was developed with consideration of the characteristic of the people, the potential of production and the current condition of the operational system.

The Integration of LCTM means: (1) LCTM programs must be followed by all department or units related to the production line; from the estate, transportation, to mills and the supporting departments,(2) LCTM programs focuses on the root problems from strategic problems to the operational problems, (3) LCTM programs focused not only on the improvement of the weaknesses but also in developing the strength of all

resource in the business unit, and (4) The LCTM integration for developing people means developing skills, knowledge, and attitude for people at all levels of positions in all departments. This will ensure that after finishing the programs they will have the awareness of the sense of responsibility to the problems.

The LCTM was designed as the project management approach that hopes to be able to boost the best real production improvement of the business unit. The LCTM program was focused on the line process of oil palm production problems from estate to mill. The advantage of the LCTM programs are: (1) The cost of program is relatively low compared to the result achieved, (2) The time consumption of the program is only three months per unit of business, and (3) The program was designed based on the exiting conditions, and so the operational production will not be disturbed by the LCTM program.

The LCTM has four uniqueness in approach which are supposed to effectively be able to reform and ensure the better performance. The uniqueness are: (1) Combination between consulting and training, (2) Holistic and integrated, (3) Realistic and measurable result of performance, and (4) Start from simple daily operation problems and move to the strategic problems.

Objectives

The objective of LCTM is to develop performance in all areas of plantation business and includes areas such as physical resources, human organization, financial resources, productivity, innovation, social responsibility and profit aspects. The basic treatment of LCTM is competencies of the people-system in plantation organization to obtain the optimum function. This ensures that all resources can be capitalized to build the plantation “excellence performance”.

Methodology

LCTM uses the method of a combination between consulting and training. The consultation process is used to investigate the performance of system from the “estate system” to the “mill system”. The implementation by LCTM is also called “co-creation project” i.e. a partnership between the Plantation Company and LPP as an independent performance expert of plantation business in Indonesia. Tools such as performance audit, competence assessment, cultural assessment, technical assessment and organization problems of both the estate and the mill are analyzed as part of the information for improvement program. Other methods such as class training, outdoor games, assessment, counseling, workshop, field trips and benchmarking are also used to maximize the results.

LCTM stages

The LCTM has three stages in the program module. Firstly, the program is developed to ensure that the people have sufficient competence in order to meet the requirement to do best practice process. Secondly, the program is developed to enhance “the people system” in which it is hoped that all people at all levels or positions will be able to contribute and maintain the performance achieved in stage 1 optimally. Thirdly, the program is designed to revitalize the asset to boost the best “excellence performance” on sustainability.

D. Experience on Implementing LCTM in Oil palm Unit Business

LPP has implemented the improvement project in several state owned companies in oil

palm estates and mills since 2004. The performance of estates and mills before doing the LCTM Project showed that conditions of business activities in process could be said to be “under performance”. For instance, the quality of FFB ripeness, delivery of FFB, handling FFB in the mill, oil/kernel extraction rate, product losses were still below the target. The problems with FFB ripeness, the quantity of FFB, the delivery of FFB and the availability of the mill, happened in the entire plantation business unit.

Many improvements were achieved after implementing the LCTM program. These include: (1) The awareness for better performance both in estates and mills have increased dramatically. (2) The competence of people at the operation level for doing the routine duties has increased significantly, (3) The ability to handle problems in operation has improved, (4) There is better communication between estates and mills and inter department in estates and mills, (5) Good leadership in operations from the supervisor, assistants and managers, both in estates and mills, (6) The productivity in the production performance indicators such as achievement of OER/KER, the achievement of optimum mill capacity, the achievement of minimum in breakdown maintenance, the achievement of optimum mill capacity, the achievement of minimum of total oil/kernel losses, etc. increased significantly, (7) There is no more blaming each other for the mistakes from estates and mills; and good relationship and teamwork between estate and mill have been established.

Some performance indicators on achievements after the LCTM program was instituted is shown in Tables 1 and 2 below.

Table 1. OER Performance Before and After Implementing The LCTM

Business unit	Location	% OER performance	
		Before	After
Parindu	Kalimantan Barat	21.71	22.56
Gunung Meliau	Kalimantan Barat	21.31	22.95
Semuntai	Kalimantan Timur	21.00	22.50
Long Pinang	Kalimantan Timur	21.58	21.72
Long Kali	Kalimantan Timur	19.50	22.50
Ngabang	Kalimantan Barat	21.98	22.23
Kertajaya	Jawa Barat	21.94	22.50
Cot Girek	Aceh	18.00	22.75

The result, show that the LCTM program of integrated approach can lead to considerable improvements in achieving the “excellence performance”. The result achieved is an approval that integration and

co-creation of a program between plantation companies and LPP has been an effective model in achieving better performance in oil palm production.

Table 2. Mill Processing Capacity Before and After Implementing The LCTM

Business unit	Location	% OER performance	
		Before	After
Parindu	Kalimantan Barat	47.2	54
Gunung Meliau	Kalimantan Barat	41	56
Semuntai	Kalimantan Timur	45	49
Long Pinang	Kalimantan Timur	28	30
Long Kali	Kalimantan Timur	27	30
Ngabang	Kalimantan Barat	27	28
Kertajaya	Jawa Barat	26	30
Cot Girek	Aceh	30	33

E. Conclusion

The “excellence performance” in plantations can be achieved effectively by an integrated approach of all sub systems from estate to mill. The LCTM's integrated approach that was designed used the method of a combination between consulting and training. The results have shown considerable improvements in performance in oil palm business units in different areas in Indonesia (in areas such as in Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Jawa Barat and Aceh). The

LCTM method was considered as a simple and effective transformation culture program. The result further showed the ability to manage people well becomes critical to solving production performance problems in oil palm business unit. With such problems solved effectively, many improvement in performance such as effectiveness of daily operations, increase in OER, increase in the palm oil mill's performance and increase in the efficiency in cost of production, can be enhanced.

F. Acknowledgement

I would like to acknowledge the Director of LPP, Head of LPP Campus Medan and HRD Director of PTPN XIII for permission to present this paper.

JP. STIPAP 1 (1) : 3 - 9 (2010)

G. References

- Drucker, P.F (2007). *People and performance. The best of Peter Drucker on Management*. p.32 Boston : Harvard Business School Press
- Hunt, V.D (1996). *Process Mapping, How to Reengineer Your Business Process*. New York : John Wiley & Sons. Inc

JP. STIPAP 2 (1) : 10 - 32 (2010)

LAJU DEKOMPOSISI AEROB DAN MUTU KOMPOS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PENAMBAHAN MIKROORGANISME SELULOLITIK, AMANDEMEN DAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT

Mardiana Wahyuni
Dosen STIP-AP

Abstrak

Pembangunan sub sektor perkebunan kelapa sawit memiliki peran yang penting dalam pembangunan nasional. Dalam proses pengolahan TBS dihasilkan limbah padat dan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar. Untuk itu diperlukan pengelolaan industri berwawasan lingkungan yaitu pengelolaan limbah untuk menurunkan daya cemar, meningkatkan pemanfaatan dan nilai ekonomis limbah. Penelitian ini bertujuan mengetahui laju dekomposisi dan mutu kompos yang terbentuk dari TKS dengan penambahan mikroorganisme selulolitik, amandemen dan limbah cair PKS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan mikro organisme selulolitik berpengaruh nyata terhadap penyusutan berat bahan kompos namun tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N, penyusutan berat badan kompos dan peningkatan kadar N, P, K kompos. Amandemen kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N, penyusutan berat badan kompos, namun tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar N, P dan K. Penurunan nilai C/N pada amandemen kotoran ayam sudah dimulai pada hari ke 5 sedangkan pada amandemen kotoran sapi dimulai pada hari ke 20 pengomposan. Penambahan limbah cair PKS tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel yang diamati. Interaksi perlakuan mikroorganisme selulolitik berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N dan peningkatan kadar K kompos. Interaksi perlakuan mikroorganisme selulolitik-limbah cair PKS, amandemen-limbah cair PKS dan mikroorganisme selulolitik-amandemen-limbah cair PKS secara umum tidak berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati. Dari penelitian ini perlakuan yang menghasilkan kompos matang dan berkadar hara tinggi adalah pada perlakuan MOK1L0, MOK1L1 dan M1K1L1.

Keyword : mikroorganisme selulolitik, amandemen, limbah cair PKS, dekomposisi, mutu kompos

A. Pendahuluan

Perkembangan sub sektor perkebunan kelapa sawit memiliki peranan yang sangat penting dalam pembangunan nasional. Pada tahun 2000 luas areal kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 3.584.486 Ha (Dirjen Bina Produksi Perkebunan, 2001). Luas areal ini diperkirakan masih terus akan bertambah. Jumlah pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) pada tahun 1995 adalah sebanyak 135 unit dan pada tahun 2000 adalah sebanyak 6,3 juta ton. Pada proses pengolahan buah kelapa sawit, setiap 1 ton tandan buah segar (TBS) dihasilkan produk utama yaitu

sebanyak 200-220 kg MSM dan 60 kg inti sawit dan produk samping sebagai limbah yaitu 230 kg tandan kosong sawit (TKS), 670 kg limbah cair, 120 kg serat mesocrap, 70 kg cangkang dan 30 kg palm kernel cake (Singh et al, 1994). Serat mesocrap dan cangkang dipergunakan sebagai bahan bakar pabrik kelapa sawit sedangkan tandan kosong dan limbah cair sampai saat ini masih menjadi permasalahan pada agroindustri kelapa sawit.

Dekomposisi bersama antara limbah padat TKS dan limbah cair PKS dapat menjadi alternatif dalam penanganan limbah terpadu (Lord, 2002). Secara anaerob dekomposisi

limbah padat TKS dan limbah cair PKS dapat dilakukan dengan peralatan biodigester. Keuntungan pada proses dekomposisi anaerob ini adalah gas-gas yang terbentuk dapat ditampung dan dimanfaatkan, tidak menimbulkan bau dan tidak terjadi kehilangan unsur hara. Permasalahannya adalah untuk membangun peralatan biodigester dengan kapasitas besar diperlukan biaya yang mahal. Cara dekomposisi yang cukup mudah dan murah adalah dekomposisi secara aerob atau pengomposan; walaupun cara ini juga mempunyai kekurangan yaitu menimbulkan bau dan emisi gas ke udara serta terjadinya kehilangan sebagian unsur hara dari bahan yang dikomposkan.

Usaha mempercepat dekomposisi dapat dilakukan secara fisik, kimia dan biologi. Perlakuan secara biologi umumnya dilakukan dengan menambah-kam inokulum decomposer atau pengurai yaitu mikroorganisme selulolitik. Mikro-organisme selulolitik secara alami terdapat pada tanah pertanian dan pada jaringan membusuk. Mikroorganisme tersebut dapat diisolasi, diperkaya serta dapat diawetkan di Laboratorium Biologi Tanah.

Pengembangan agroindustri kelapa sawit menimbulkan konsekuensi dihasilkannya limbah berupa TKS dan limbah cair PKS dalam jumlah yang sangat besar. Limbah tersebut berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber bahan organik yang sangat diperlukan bagi usaha pertanian. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menangani masalah limbah PKS ini namun belum ditemukan teknologi yang tepat, efektif dan ramah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan teknologi pengelolaan limbah sehingga volume, daya cemar limbah berkurang dan memperoleh nilai ekonomi. Salah satu alternatif teknologi ini adalah melalui alternatif dekomposisi bersama antara TKS dan limbah cair PKS. Proses dekomposisi dapat dipercepat dan diperkaya

JP. STIPAP 2 (1) : 10 - 32 (2010)

dengan penggunaan mikroorganisme dan penambahan amandemen. Dengan demikian pemilihan teknologi pengolahan limbah TKS dan limbah cair pabrik kelapa sawit melalui dekomposisi secara aerob dengan memberikan mikroorganisme selulolitik dan amandemen merupakan suatu pilihan yang penting.

Penelitian bertujuan untuk (1) Mengetahui pengaruh isolate mikro-organisme selulolitik terhadap laju dekomposisi aerob TKS dan mutu kompos yang terbentuk; (2) Mengetahui pengaruh amandemen terhadap laju dekomposisi aerob TKS dan mutu kompos yang terbentuk; (3) Mengetahui pengaruh pemberian limbah cair PKS terhadap laju dekomposisi aerob TKS dan mutu kompos yang terbentuk; (4) Mengetahui pengaruh interaksi mikroorganisme, amandemen dan limbah cair PKS terhadap laju dekomposisi aerob TKS dan mutu kompos. Selanjutnya hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan dalam pengelolaan terpadu limbah padat TKS dan limbah cair PKS pada agroindustri kelapa sawit.

B. Tinjauan Pustaka

1. Limbah Padat TKS

Pabrik kelapa sawit menghasilkan limbah padat tandan kosong kelapa sawit dalam jumlah besar sepanjang tahun. Menurut Away, et al (1998) ketersediaan TKS di Indonesia tahun 1997 sekitar 2,2 juta ton berat kering atau setara dengan 4 juta ton berat basah dan jumlah ini meningkat terus seiring dengan semakin meningkatnya produksi. Sebuah pabrik kelapa sawit dengan kapasitas olah 30 ton TBS/jam dan rata-rata beroperasi selama 20 jam/hari maka setiap harinya akan menghasilkan limbah padat TKS sebanyak 120 ton dan 360 ton limbah cair PKS (Jhon, 1995).

Menurut Darnoko et al (1996)

JP. STIPAP 1 (1) : 3 - 9 (2010)

karakteristik TKS adalah mempunyai ukuran yang besar, didominasi oleh bahan-bahan sulit melapuk yaitu 45,95% selulosa, 22,84% hemiselulosa, 16,45% lignin dan mempunyai nisbah C/N yang tinggi antara 70-100. komposisi dari bahan-bahan penyusun ini dapat bervariasi yang dipengaruhi oleh jenis persilangan, umur tanaman kelapa sawit dan kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman kelapa sawit tersebut.

Sebagai alternatif penanganan limbah TKS yang jumlahnya sangat besar maka TKS dipergunakan sebagai mulsa dan sumber hara pada perkebunan kelapa sawit. Dosis aplikasi yang dipergunakan adalah sebanyak 40 ton TKS/Ha/Tahun (Darmosarkoro dan Rahutomo, 2000). Pemanfaatannya dengan cara menebarkan TKS di sekeliling piringan tanaman kelapa sawit. Penyusunan TKS yang tidak benar, bertumpuk, akan berpotensi berkembang biaknya hama kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* (Prawirosukarto, 2001). Cara pemanfaatan TKS sebagai mulsa ini tidak selalu dapat dilakukan terutama pada areal perkebunan yang arealnya berbukit-bukit atau lokasinya jauh dari pabrik kelapa sawit yang disebabkan karena biaya angkut dan biaya distribusinya menjadi mahal.

Menurut Singh (1994) kandungan hara pada TKS adalah 42,8% C; 2,90% K₂O; 0,80% N; 0,22% P₂O₅; 0,30% MgO dan beberapa unsure mikro antara lain 10 ppm B, 23 ppm Cu dan 51 ppm Zn. Jumlah unsure hara yang terdapat pada TKS ini termasuk rendah sehingga tanaman kelapa sawit yang diberi mulsa TKS harus tetap diberikan tambahan pupuk buatan. Darmosarkoro (2000) mengemukakan dalam 1 ton TKS terdapat unsure hara yang dapat disetarakan sama dengan 3 kg pupuk Urea, 0,6 kg RP, 12 kg KCL dan 2 kg Kieserit. Dekomposisi TKS secara alami sangat lambat yaitu 6 - 12 bulan. Menurut Khalid et al (2000) kecepatan dekomposisi TKS di lapangan dipengaruhi

oleh iklim makro, iklim mikro, kualitas bahan dan aktivitas organisme pada areal tersebut. Rata-rata residu tanaman kelapa sawit di lapangan terdekomposisi selama 12 - 18 bulan.

2. Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Limbah cair PKS merupakan akumulasi sisa air pengenceran yang diperlukan selama proses pabrikasi untuk menghasilkan minyak sawit mentah yang meliputi proses pengenceran, pemisahan inti sawit dari tempurung, air pencucian mesin/peralatan pabrik dan hasil pemurnian minyak. Menurut Lubis (1977) asal dan jumlah limbah cair PKS terutama diperoleh dari (1) Air kondensat rebusan (sterilizer condensate) berjumlah 150 - 175 kg/ton TBS dengan BOD 25 - 30 000ppm; (2) Air drap atau air lumpur (sludge water) berjumlah 350 - 400 kg/ton TBS dengan BOD 20 - 60 000 ppm; (3) Hydrocyclone separator atau bak pemisah lumpur (clay bath) berjumlah 100 - 150 kg/ton TBS dengan BOD 3 - 9000 ppm.

Dari proses tersebut setiap pengolahan 1 ton TBS akan dihasilkan limbah cair PKS sebanyak 600 - 725 kg. Pabrik-pabrik kelapa sawit baru di Malaysia telah meningkatkan efisiensi sehingga jumlah limbah cair yang dihasilkan pada setiap pengolahan 1 ton TBS hanya sebanyak 250 kg dengan BOD ± 10 000 ppm (Erningpraja, 2000). Karakteristik limbah cair yang dilaporkan Naibaho (1998) adalah pH 4,0 - 4,6, kadar minyak 5.000 - 20.000 ppm, BOD 20.000 - 60.000 mg/l, protein 8,2%; abu 14,1%, P 0,24%; K 0,24%; K 0,99%; Ca 0,97% dan Mg 0,30%. Tingkat kemasaman yang rendah pada limbah cair PKS tersebut disebabkan adanya asam lemak bebas menguap (volatile fatty acid) sekitar 3 - 5 % dari proses mikrobiologi di dalam limbah dan arena dari kandungan bahan-bahan organik yang cukup tinggi (Tobing dan Lubis, 1986).

Alternatif pemanfaatan limbah cair PKS

adalah aplikasi lahan yaitu dengan cara mengalirkan atau menyempatkan limbah cair PKS ke lahan pertanian kelapa sawit. Untuk tujuan aplikasi lahan ini dipergunakan limbah cair PKS dari kolam anaerob primer yang telah mengalami waktu retensi selama 40 hari dimana tingkat BODnya sudah turun menjadi 3.500 - 5.000 mg/l namun kadar haranya masih tinggi. Menurut Pamin et al (1996) kadar hara pada limbah cair segar sebesar 500 900 mg N/1, 90 140 mg P/1, 1.000 1975 mg K/1, 250 340 mg Mg/1 sedangkan limbah cair dari kolam anaerob primer mengandung 675 mg N/1, 90 110 mg P/1, 850 1.000 mg K/1 dan 250 320 kg mg/1. Menurut Erningpraja dkk (1996) dalam 100 ton limbah cair yang diaplikasikan ke lahan perkebunan kelapa sawit akan menyumbangkan unsure hara sebanyak 70 kg N, 12 kg P₂O₅, 150 kg K₂O, 27 kg MgO dan 32,5 kg CaO.

Dengan pemakaian limbah cair dari kolam anaerob primer ini untuk aplikasi lahan diperhitungkan biaya pengolahan limbah sudah dapat diturunkan menjadi 50-60%. Namun demikian dalam pelaksanaan land application ini harus dibangun instalasi/saluran distribusi dengan investasi dan biaya pemeliharaan yang mahal. Disamping itu pemakaian limbah cair PKS untuk aplikasi lahan menyebabkan terjadinya gangguan/ pencemaran tanah antara lain (1) Banyaknya zat padat terlarut atau tersuspensi dalam limbah cair PKS ini apabila memasuki ruang pori tanah mengakibatkan terganggunya aerasi tanah. (2) Tingkat BOD limbah cair PKS yang masih tinggi mengakibatkan oksigen dalam tanah berkurang sehingga dapat membatasi aktivitas asimilasi zat hara, penyerapan air tanaman dan aktivitas mikroorganisme; (3) Kandungan minyak dan lemak yang tinggi pada limbah cair PKS dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur tanah. Memper-timbangkan dampak tersebut maka diperlukan

alternative lain untuk mengendalikan maupun memanfaatkan limbah cair PKS sehingga mampu mendapatkan nilai tambah dari limbah yang dibuang (Pamin, et al, 1995).

3. Dekomposisi Bahan Organik Aerob

Bahan organik merupakan sisa-sisa tumbuhan maupun hewan yang terdapat di dalam tanah. Menurut Rao (1994) sisa-sisa tumbuhan tersusun dari senyawa gula sederhana, karbohidrat yang kompleks, pectin, getah, lender, protein, minyak, lilin, resin, protein, alcohol, aldehia, keton, asam-asam organik dan produk-produk lainnya. Penyusun organ tumbuhan terdiri dari 15 - 60 % selulosa, 10 -30 % hemi selulosa, 5 - 30% lignin, 5 - 30% fraksi larut air (gula sederhana, asam amino) dan 1 - 13% terdiri dari ether, alcohol, lemak, minyak and protein (Alexander,1977).

Tabel 1. Kondisi Optimum untuk Dekomposisi Aerob

Parameter	Nilai
Ukuran Bahan	10 mm untuk system agitasi dan aerasi bertekanan, 50 mm untuk aerasi alami.
Kelembaban	50 - 60%
Aliran Udara	0,6 - 1,8 m ³ udara/hari/kg
Suhu	bahan-bahan padat yang dapat menguap pada tahap thermofilik atau mengatur kadar oksigen pada tingkat 10 - 18% 55 - 60 °C
Agitasi	Tidak diperlukan agitasi sampai periode pengadukan pada sistem sederhana.
Kontrol pH	Biasanya tidak diperlukan, kalau pH rendah pemberian kapur atau abu dapat mempercepat proses dekomposisi.
Ukuran Timbunan	Tinggi 1,5 m, lebar 2,5 m dan panjangnya tidak terbatas.

Sumber: Daatzell *et al*, (1987)

Komponen bahan padat utama limbah TKS terdiri dari selulosa, hemi selulosa dan lignin yang jumlahnya sedikit sehingga limbah TKS ini disebut "limbah ligno selulosa". Selulosa merupakan polimer glukosa yang mempunyai struktur fisik spesifik, yang pada umumnya terdapat pada bahan berserat, berkayu yang sulit di dekomposisi. Unit-unit glukosa terikat satu sama lainnya membentuk rantai panjang dan lurus dengan ikatan 1-4 dari molekul glukosa. Setiap 1 molekul selulosa memiliki 1.40010.000 molekul glukosa dengan berat 20.000 2juta (Waksman, 1957).

Dekomposisi bahan organik secara aerob didefinisikan sebagai proses dekomposisi bahan organik dengan oksigen bebas dan sebagai hasil akhir diperoleh air, CO₂, unsure hara dan energi. Proses dekomposisi ini secara umum disebut juga dengan pengomposan. Pengomposan atau proses dekomposisi aerobik mesofilik dan termofilik sisa-sisa organisme menjadi material/bahan seperti humus yang relatif stabil disebut kompos (Follet,1981).

Laju dekomposisi bahan organik dipengaruhi oleh beberapa factor seperti ukuran partikel bahan kompos, kelembaban, aerasi, komposisi bahan, nisbah C/N dan ketersediaan mikroorganisme perombak. Kondisi optimum untuk dekomposisi aerob tertera pada tabel 1 di bawah ini.

4. Mikroorganisme Selulolitik

Untuk mempercepat dekomposisi bahan organik dapat dilakukan beberapa cara yaitu secara fisik, kimia dan biologi. Perlakuan secara biologi umumnya dengan menambahkan inokulum mikroorganisme yang berkemampuan tinggi dalam merombak bahan yang akan didekomposisikan. Pada perombakan TKS ini proses biokonversi dilakukan oleh mikroorganisme selulolitik. Perombakan selulosa merupakan pemecahan polimer primer anhidroglukosa menjadi

molekul sederhana yang menghasilkan oligosakarida, disakarida maupun monomer glukosa atau produk seperti asam-asam organik maupun alkohol.

Mikroorganisme selulolitik merombak selulosa dengan bantuan enzim selulase. Menurut Shuller (dalam Rexon, 1996) mikroorganisme selulolitik memproduksi dua unit enzim selulase yaitu enzim endo 1-4 glucanase yang berperan dalam menghidrolisis serat selulosa menjadi rantai pendek, kemudian dilanjutkan dengan enzim ekso 1-4 glucanase yang memecah senyawa oligosakarida rantai pendek menjadi senyawa terlarut. Selanjutnya unit-unit enzim endo 1-4 glucanase dan ekso 1-4 glucanase bereaksi bersama-sama secara sinergis dalam perombakan selulosa. Pelarutan selulosa menjadi produk terlarut diketahui sebagai gula reduksi sehingga gula reduksi yang terbentuk ini dapat dijadikan indikator aktivitas peningkatan jumlah enzim selulase. Mikroorganisme selulolitik secara alami sangat umum dijumpai pada tanah-tanah pertanian, hutan, pada rabuk atau pada jaringan tanaman yang membusuk. Mikroorganisme ini terdiri dari berbagai kelompok bakteri mesophilik aerobik seperti *Cellulomonas* sp, *Cytophaga* sp, *Clostridium* sp, *Aspergillus* sp, *Humicola* sp, dan aktinomisetes *Nocardia* sp, *Streptomyces* sp (Rao, 1984).

Goenadi dan Away (1994) meneliti pengaruh mikroorganisme lignoselulolitik yaitu bakteri *Cytophaga* sp and jamur *Trichoderma* sp untuk mendekomposisikan TKS. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan mikroorganisme tersebut dapat menurunkan nisbah C/N dari 51 menjadi 13 dalam waktu 30 hari pengomposan. Gusmawartati (1999) lewat penelitiannya menemukan bahwa penambahan isolat secara campuran yang terdiri dari jamur, bakteri dan aktinomisetes serta dikombinasikan dengan penambahan kotoran ayam memberikan hasil

yang terbaik yaitu dapat menurunkan nisbah C/N TKS dari 52 pada waktu awal menjadi 13 dalam waktu 28 hari, terjadi penyusutan berat dan kandungan selulosa masing-masing 37,50%; 42,77% dan meningkatnya kandungan N, P, K pada kompos masing-masing sebesar 26,42%; 40,00% dan 16,88%. Selain itu, Razali (2002) juga melakukan penelitian pengomposan sampah pasar sayur dengan menggunakan amandemen kotoran ayam, abu tandan dan isolat campuran nomer PH 12E (bakteri), KL3 (jamur) dan PS 3 (aktinomisetes) koleksi Laboratorium yang sama. Perlakuan yang terbaik adalah amandemen kotoran ayam dan isolat campuran dengan nisbah C/N sebesar 12,62.

5. Amandemen Bahan Kompos

Selama proses dekomposisi mikroorganisme memerlukan sumber karbon untuk membentuk sel-sel baru serta memerlukan nitrogen untuk mensintesis protein. Agar keperluan karbon dan nitrogen ini dapat terpenuhi secara seimbang maka nilai C/N campuran bahan kompos harus berada pada kisaran yang tepat. Rao (1994) mengemukakan bahwa bahan organik terdiri dari bermacam-macam jaringan tanaman bervariasi nisbah C/N nya. Tingkat C/N yang optimum adalah antara 20 - 25 (1,4 - 1,7 % N) ideal untuk dekomposisi maksimum karena tidak akan terjadi pembebasan nitrogen dari sisa-sisa organik melebihi jumlah yang dibutuhkan untuk sintesis mikroba.

Apabila nisbah C/N terlalu tinggi proses dekomposisi akan memerlukan waktu yang lama. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah mencampur/ menambah dengan bahan yang mempunyai karbon rendah dan nitrogen tinggi. Russchmeyr dan Schmidt (1958, dalam Alexander, 1977) mengatakan bahwa ketersediaan nitrogen merupakan factor kritis yang nyata berpengaruh terhadap kecepatan dekomposisi selulosa dan kapasitas

JP. STIPAP 2 (1) : 10 - 32 (2010)

mineralisasi nitrogen. Diperhitungkan kira-kira 1 unit nitrogen diperlukan untuk 35 unit selulosa yang dioksidasi. Diperhitungkan bahwasel mikroorganisme mengandung 5 - 10 % nitrogen dari berat kering, 30 - 60 % bagian jaringan aktif sel disintesa selama dekomposisi aerobik.

Menurut Gusmawartati (1999) bahan-bahan/amandemen yang dipergunakan sebagai sumber N adalah kotoran ayam, kotoran sapi maupun bahan anorganik lainnya. Menurut Cooke et al (dalam Razali, 2002) kotoran ayam merupakan salah satu sumber N yang baik karena mempunyai kadar N yang lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran sapi. Kadar N kotoran ayam adalah 1,7 % dan 0,6 % pada kotoran sapi. Schuchardt et al (2000) menggunakan pupuk urea pada proses pengomposan TKS. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pemberian 1 - 2 Kg Urea dalam 1 ton TKS dapat menurunkan nisbah C/N dari 50 menjadi 20 dalam waktu 2 minggu, sedangkan tanpa penambahan N diperlukan waktu lebih dari 10 minggu. Kelemahan pemberian urea ini adalah terjadinya emisi gas ammonia ke udara yang menimbulkan bau an hal ini terjadi selama 2 - 5 minggu awal pengomposan.

Siregar (2002) juga meneliti dekomposisi TKS dengan limbah cair dosis 10 % per ton TKS. Volume dan berat TKS berkurang menjadi 80 % dan 55 % setelah 14 minggu dekomposisi, sedangkan C/N menurun dari 42 menjadi 13 setelah 6 minggu dekomposisi. Lord dkk (2002) juga melakukan penelitian pengomposan TKS dengan limbah cair dengan dosis sebanyak 25 %. Nisbah C/N TKS setelah 30 hari turun dari 65 menjadi 41.

6. Laju Dekomposisi dan Mutu Kompos

Laju dekomposisi merupakan suatu ukuran kecepatan perombakan bahan organik pada satuan waktu tertentu yang dinyatakan

JP. STIPAP 2 (1) : 10 - 32 (2010)

secara volumetric yaitu dengan satuan dm^3/hari (Morel et al, 1985). Bahan organik tanaman segar umumnya memiliki volume yang besar dan akan menjadi rendah atau menyusut setelah mengalami dekomposisi; matang menjadi kompos. Untuk mengetahui kematangan kompos adalah dengan perbandingan C/N, analisa polisakarida, tehnik kromatografi, pengukuran laju respirasi dan uji perkecambahan maupun pertumbuhan tanaman. Salah satu cara yang relatif mudah dan paling umum digunakan adalah dengan perbandingan atau nisbah C/N. Kompos yang matang mempunyai ciri fisik berwarna kehitaman, strukturnya halus, tidak berbau dan mempunyai nisbah C/N rendah yaitu antara 12 - 20. Perubahan nisbah C/N suatu bahan organik disebabkan karena adanya penurunan kadar karbon (C) dan atau peningkatan kadar nitrogen (N).

Mutu kompos sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh bahan asal yang digunakan dan adanya bahan-bahan yang ditambahkan selama proses pengomposan. Kompos yang baik adalah kompos yang sudah matang dengan nisbah C/N nya rendah, mengandung unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang tinggi serta tidak mengandung logam berat maupun unsure-unsur yang dapat meracuni tanaman. Mutu kompos dapat ditingkatkan dengan pemberian bahan-bahan/amandemen seperti pupuk kandang, batuan fosfat, sumber-sumber N seperti pupuk Urea, ZA, maupun limbah cair. Paul dan Clark (1996) mengemukakan bahwa karakteristik kompos yang baik adalah $N > 2\%$, $C/N < 20$, kadar abu 1020 %, kelembaban 1020 %, P 0,151,5 %, KTK 75100 me/100g, WHC 150200, warna coklat kehitaman dan kadar gula reduksi $< 30\%$. Jumlah maksimum bahan pencemar Ar 10 ug/g, Cd 3 ug/g, Cr 50 ug/g, Hg 0,15 ug/g, Ni 60 ug/g, Zn 600 ug/g, lindane 1-7 ug/g dan 2,4 D 0,510 ug/g.

Hasil analisa kompos yang diproduksi oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan sebagaimana dilaporkan oleh Darmosarkoro et al (2002) mempunyai karakter nisbah C/N 9,4 ; Kapasitas Tuker Kation 66,21 me/100g, 127,9 me K/100g; 2,88 me Na/100g; 15,4 me Ca/100 g; 4,47 me Mg/100g; 52 ppm Fe dan juga 1,23 ppm B.

C. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Waktu dekomposisi dilakukan selama 30 hari (1 bulan), dimulai 6 Juni 2003 dan selesai pada tanggal 6 Juli 2003. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Kotak pencetakan/wadah pengomposan dengan ukuran 50 x 30 x 20 cm
2. Tandan kosong sawit dari PKS Aek Pancur Medan. Tandan kosong sawit dicacah dengan mempergunakan mesin pencacah milik PPKS yang ada di Aek Pancur dengan ukuran cacahan 10 cm. Dipergunakan 3 kg cacahan TKS untuk tiap perlakuan.
3. Limbah cair segar dari PKS Aek Pancur Medan dengan dosis sebanyak 25 % dari berat TKS yang digunakan. Limbah cair ini diberikan sebagai penyiraman 1 x per 2 hari selama 10 hari (5 x penyiraman) pada perlakuan dengan limbah cair.
4. Kotoran ayam dengan dosis 10 % dari berat segar TKS (300 gr/3 kg TKS)
5. Kotoran sapi dengan dosis diperhitungkan setara kadar N nya pada kotoran ayam. Dari hasil analisa awal yang dilakukan di Laboratorium Sentral Fakultas Pertanian USU kadar N pada kotoran ayam adalah 3,53 % dan kotoran sapi adalah 0,92 % sehingga dosis kotoran sapi adalah sebanyak 4 x dosis kotoran ayam (1200 gr/3 kg TKS).

6. Isolat koleksi Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian USU yang terdiri dari isolat jamur nomer koleksi H 1. 2 7 ; isolate bakteri nomer koleksi H 11 dan isolat aktinomisetes nomer koleksi H 34 secara campuran dengan dosis 0,15 % volume/berat; tiap 1 ml terdapat 1010 sel viable.
7. Peralatan-peralatan lain yang diperlukan pada saat persiapan, pelaksanaan dan pengamatan.

Penelitian menggunakan disain Rancangan Acak Lengkap Faktorial terdiri dari 3 faktor dan 3 ulangan.

- a. Faktor pertama adalah isolat mikroorganisme selulolitik terpilih terdiri dari 2 taraf:
1. M_0 = tanpa isolat mikroorganisme.
 2. M_1 = dengan isolat gabungan jamur, bakteri dan aktinomisetes.

Keterangan :

dosis campuran adalah 0,15 % volume/ berat; tiap 1 ml = 10^{10} sel viable

- b. Faktor kedua adalah penambahan amandemen terdiri dari :
1. K_0 = tanpa amandemen.
 2. K_1 = dengan amandemen kotoran ayam sebanyak 10 % (300 gr)
 3. K_2 = dengan amandemen kotoran sapi (1200 g) kadar N setarapada perlakuan kotoran ayam.
- c. Faktor ketiga adalah dosis limbah cair dengan dua taraf yaitu :
1. L_0 = tanpa limbah cair.
 2. L_1 = dengan limbah cair sebanyak 25% berat / volume. (limbah cair sebanyak 0,75 l diberikan secara bertahap 1x per 2 hari selama 10 hari)

Jumlah perlakuan sebanyak $2 \times 3 \times 2 = 12$ perlakuan dan ulangan 3x sehingga keseluruhannya terdapat 36 unit / satuan percobaan. Model Rancangan yang digunakan

adalah :

$$Y_{ijkl} = \mu + M_i + K_j + L_k + MK_{ij} + ML_{ik} + KL_{jk} + MKL_{ijk} + 1_{(ijk)}$$

dimana :

Y_{ijkl} = nilai pengamatan pada ulangan ke 1 perlakuan mikroorganisme selulolitik ke i, amandemen ke j dan limbah cair ke k.

μ = rata-rata populasi dari nilai Y_{ijkl}

M_i = pengaruh pemberian mikroorganisme selulolitik ke i.

K_j = pengaruh pemberian amandemen k.j

L_k = pengaruh pemberian limbah cair k.k.

MK_{ij} = pengaruh interaksi taraf ke i faktor mikroorganisme selulolitik dengan taraf ke k faktor limbah cair.

ML_{ik} = pengaruh interaksi taraf ke i faktor mikroorganisme selulolitik dengan taraf ke k faktor limbah cair.

KL_{jk} = pengaruh interaksi taraf ke j faktor amandemen dengan taraf ke k factor limbah cair.

MKL_{ijk} = pengaruh interaksi taraf ke i faktor mikroorganisme selulolitik dengan taraf ke j amandemen dan taraf ke k faktor limbah cair.

$1_{(ijk)}$ = pengaruh kekeliruan dari unit percobaan ke 1 dalam kombinasi perlakuan mikroorganisme selulolitik ke i, amandemen ke j dan dosis limbah cair ke k.

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tandan kosong sawit yang masih segar/baru keluar dari pabrik dicacah dengan mesin pencacah (milik PPKS di Kebun Aek Pancur) dengan ukuran lebih kurang 10 cm.
2. Tandan kosong sawit yang telah dicacah dicampur dengan bahan-bahan perlakuan secara homogen.
3. Campuran bahan dipadatkan dalam kotak cetakan, dikeluarkan dan selanjutnya disusun serta diberi tutup plastic di ruangan pengomposan.

4. Selama pengomposan kadar air dipertahankan sekitar 70 % dengan cara meremas bahan dalam telapak tangan.. Pada perlakuan dengan limbah cair dosis yang telah ditetapkan diberikan secara bertahap selama 10 hari.
5. Untuk sirkulasi udara dilakukan pembalikan bahan kompos setiap 5 hari.

Pengamatan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Suhu kompos yang bertujuan untuk memperoleh gambaran suhu harian; untuk keseragamannya diukur pada jam 09.00 WIB dengan alat thermometer.
2. Nisbah C/N dianalisa setiap 5 hari; C dengan metode Walkley Black dan N dengan Metode Kjeldahl. Analisa dilakukan di Laboratorium Sentral Fakultas Pertanian USU.
3. Penyusutan berat bahan kompos. Pada akhir penelitian kompos yang terbentuk ditimbang; selisih berat pada awal penelitian dan sesudah penelitian merupakan penyusutan berat kompos. Pengamatan ini menjadi alternatif substitusi dari penyusutan volumetric untuk menghitung laju dekomposisi kompos yang tidak dilakukan pada penelitian ini. Untuk pengamatan ini dilakukan pada satu set percobaan lengkap dengan bahan sebanyak 50 % keseluruhannya secara proporsional.
4. Analisa hara kompos dengan metode destruksi basah campuran H_2O_2 30% ; N (Metode Kjeldahl), P (Spektrofotometer), K (Flamefotometer). Analisa dilakukan oleh Laboratorium Tanah dan Tanaman Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan.

D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengaruh perlakuan penambahan mikroorganisme selulolitik, amandemen dan limbah cair kelapa sawit terhadap variable pengamatan.

1. Suhu

Hasil pengamatan suhu harian dari pengomposan TKS selama 30 hari dengan suhu awal penelitian 28°C. Mikro-organisme yang terdapat secara alami pada bahan-bahan penelitian dan mikro-organisme selulolitik isolat campuran yang ditambahkan dalam perlakuan melakukan aktivitas dekomposisi sehingga menghasilkan sejumlah energi dalam bentuk panas yang ditandai dengan meningkatnya suhu bahan kompos. Suhu tumpukan TKS ini naik sekitar 10°C dari 28°C menjadi 38°C hampir merata pada semua perlakuan yang dilakukan. Suhu yang cukup tinggi antara 35°C - 38°C terjadi selama 4 hari pertama setelah perlakuan, kemudian secara perlahan suhu kompos menurun kembali. Pada hari ke-5 sampai hari ke 20 tumpukan bahan-bahan perlakuan masih berkisar 31°C - 35°C. Pada hari ke-21 sampai hari ke-30 suhu semakin konstan hingga mendekati suhu ruangan.

2. Nilai C/N

- a. Nilai C/N Hari ke 5 Pengomposan

Bahan TKS yang digunakan adalah TKS segar dari kebun Aek Pancur Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. Kadar karbon organik TKS 42,04%, Nitrogen 0,67% dan nilai C/N nya adalah 62,75. Pada hari ke 5 aktivitas dekomposisi sudah memperlihatkan laju yang cukup tinggi dengan rata-rata nilai C/N dari TKS segar. Nilai C/N pada perlakuan control sebesar 48,0. Perlakuan amandemen (K) berpengaruh sangat nyata, sedangkan perlakuan mikroorganisme selulolitik, limbah cair dan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Nilai C/N secara rata-rata pada perlakuan amandemen yaitu K_0 , K_1 dan K_2 adalah 51,7 ; 39,7 dan 49,1. Amandemen kotoran ayam menurunkan C/N sebesar 23,2 % dibandingkan perlakuan tanpa amandemen;

sedangkan amandemen kotoran sapi hanya menurunkan nilai C/N sebesar 5 %.

Perlakuan yang aktivitas dekomposisinya tertinggi adalah perlakuan dengan kombinasi lengkap mikro-organisme, kotoran ayam dan limbah cair (M1K1L1) dengan nilai

C/N yang besarnya mencapai 38,3 atau mengalami penurunan sebesar 38,9% jika dibandingkan dengan C/N TKS segar. Nilai C/N rata-rata hari ke 5 pengomposan dari tiap-tiap perlakuan terdapat pada tabel 2

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap C/N TKS Hari ke 5 Pengomposan.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS	
		Tanpa (L0)	Ditambah (L1)
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	48,0 ac AB	53,6 bc AB
	Kotoran Ayam (K1)	38,5 a AB	38,9 ac AB
	Kotoran Sapi (K2)	54,5 bc B	49,1 ac AB
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	52,4 bc AB	52,7 bc AB
	Kotoran Ayam (K1)	42,0 ac AB	38,3 a A
	Kotoran Sapi (K2)	44,5 ac B	48,2 ac AB
Rata-rata perlakuan	M0 47,1 M1 46,3	K0 51,7 a K1 39,4 b K2 49,1 a	L0 46,7 L1 46,8

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

b. Nilai C/N Hari ke 10 Pengomposan

Pada hari ke 10 pengomposan perlakuan mikroorganisme dan amandemen memberikan respon yang nyata dan sangat nyata. Perlakuan mikroorganisme selulolitik menurunkan Nilai C/N 7,2 % dibandingkan tanpa penambahan mikroorganisme selulolitik. Penurunan nilai C/N pada perlakuan dengan amandemen kotoran ayam berbeda nyata dengan perlakuan dengan penambahan amandemen kotoran sapi.

Secara rata-rata nilai C/N pada seluruh perlakuan adalah 36,1 ; menurun sebesar 42,4% dibandingkan nilai C/N TKS segar. Nilai C/N pada perlakuan control adalah 40,4. Perlakuan yang aktivitas dekomposisinya tercepat adalah perlakuan kombinasi mikroorganisme selulolitik kotoran ayam dan limbah cair PKS (M1K1L1) dengan nilai C/N 24,4. Nilai C/N pada hari ke 10 pengomposan dari tiap-tiap perlakuan terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap C/N TKS Hari ke 10 Pengomposan.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS	
		Tanpa (L0)	Ditambah (L1)
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	40,4 def BD	40,6 def BD
	Kotoran Ayam (K1)	30,3 ac AC	35,6 bef BCD
	Kotoran Sapi (K2)	37,6 def BD	40,1 def BD
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	39,5 def BD	34,4 bce BC
	Kotoran Ayam (K1)	30,0 ac AC	24,4 a A
	Kotoran Sapi (K2)	37,0 def BCD	43,3 def D
Rata-rata perlakuan	M0 37,4 a M1 34,7 b	K0 38,7 a K1 30,1 b K2 39,5 a	L0 35,8 L1 36,4

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

c. Nilai C/N Hari ke 15 Pengomposan

Penambahan amandemen dan interaksi perlakuan mikroorganisme selulolitik amandemen limbah cair PKS memberikan respon sangat nyata. Nilai C/N perlakuan amandemen kotoran ayam berbeda nyata dengan perlakuan amandemen kotoran sapi. Nilai C/N rata-rata pada hari ke 15 pengomposan sebesar 32,7 atau mengalami

penurunan sebesar 47,8% dibandingkan C/N TKS segar. Aktivitas dekomposisi tercepat terjadi pada perlakuan kombinasi mikroorganisme selulolitik amandemen kotoran ayam dan limbah cair PKS dengan C/N telah mengalami penurunan 66,8% dibandingkan C/N TKS segar. Nilai C/N pada hari ke 15 pengomposan dari tiap-tiap perlakuan terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap C/N TKS Hari ke 15 Pengomposan

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS	
		Tanpa (L0)	Ditambah (L1)
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	34,8 bed BC	38,2 cd BC
	Kotoran Ayam (K1)	20,9 a A	30,6 bc ABC
	Kotoran Sapi (K2)	39,8 d C	36,8 cd BC
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	36,0 cd BC	35,0 bed BC
	Kotoran Ayam (K1)	27,5 ab AB	20,8 a A
	Kotoran Sapi (K2)	30,8 bc ABC	41,4 d C
Rata-rata perlakuan	M0 33,5 M1 31,9	K0 35,9 a K1 24,9 b K2 37,2 a	L0 31,6 L1 33,8

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

d. Nilai C/N Hari ke 20 Pengomposan

Pada hari ke 20 penelitian, pengomposan nilai C/N secara rata-rata adalah sebesar 25,7; dengan nilai terendah sebesar 16,7 pada perlakuan MOK1L0 dan tertinggi adalah 34,1 pada perlakuan kontrol MOK0L0. Perlakuan dengan penambahan amandemen berpengaruh nyata terhadap nilai C/N. Nilai C/N pada perlakuan dengan kotoran ayam adalah 19,8 yang berarti pada hari ke 20 ini bahan TKS sudah menjadi kompos yang matang sedangkan pada perlakuan dengan penambahan kotoran sapi nilai C/N nya masih tinggi yaitu sebesar 26,4. Interaksi antara dua faktor yang memberikan pengaruh nyata dan sangat nyata dalam penelitian ini adalah perlakuan ML (interaksi mikroorganisme selulolitik limbah cair) dan

MK (mikroorganisme selulolitik amandemen). Nilai C/N perlakuan M1K0 adalah 31,2 berbeda nyata dengan perlakuan M1L1 yang nilai C/N nya adalah sebesar 27,5. Interaksi ini memperlihatkan bahwa perlakuan mikroorganisme selulolitik penambahan limbah cair ternyata berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N. Pada interaksi mikroorganisme selulolitik dengan amandemen kotoran ayam yaitu pada perlakuan M1K1 nilai C/N nya adalah 22,1 berbeda nyata dengan amandemen kotoran sapi yaitu perlakuan M1K2 dengan nilai C/N sebesar 27,5. Perubahan nilai C/N pada hari ke-20 pengomposan ini cukup bervariasi. Nilai C/N rata-rata pada hari ke-20 pengomposan dari tiap-tiap perlakuan diperlihatkan secara detail pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap C/N TKS Hari ke 20 Pengomposan.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS	
		Tanpa (L0)	Ditambah (L1)
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	34,2 g F	32,1 fg EF
	Kotoran Ayam (K1)	16,7 a A	18,3 ab AB
	Kotoran Sapi (K2)	22,7 ded ABCD	28,0 def CDEF
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	29,8 efg DEF	27,6 def CDEF
	Kotoran Ayam (K1)	23,6 bed ABCD	20,6 abc ABC
	Kotoran Sapi (K2)	29,8 efg DEF	25,1 cde BCDE
Rata-rata perlakuan	M0 25,3 M1 26,1	K0 30,9 a K1 19,8 b K2 26,4 c	L0 26,1 L1 25,3

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

e. Nilai C/N Hari ke 25 Pengomposan

Hasil analisa sidik ragam, tabel trikasta dan tabel dwikasta pengamatan C/N hari ke 25 pengomposan secara rata-rata nilai C/N seluruh perlakuan adalah 21,1 atau telah mengalami penurunan sebesar 71,6% dibandingkan C/N bahan TKS segar. Perlakuan mikroorganisme selulolitik menurunkan nilai C/N 7,7 % dibandingkan

dengan perlakuan tanpa mikroorganisme selulolitik. Pada hari ke 25 nilai C/N perlakuan amandemen kotoran ayam tidak berbeda nyata dengan amandemen kotoran sapi. Pada perlakuan amandemen kotoran sapi aktivitas dekomposisi sampai pada pengamatan hari yang ke 20 lambat kemudian mengalami peningkatan secara cepat sehingga pada hari yang ke 25 nilai C/N nya tidak berbeda nyata

dengan C/N pada perlakuan amandemen kotoran ayam.

Berdasarkan nilai rata-rata C/N hari ke 25 pengomposan yang terdapat pada Tabel 6 dan uji Duncan pada taraf 1% ; nilai C/N dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok. Nilai C/N yang rendah yaitu (antara 12,6 20,1) terdapat pada perlakuan

dengan penambahan amandemen secara tunggal, kombinasi perlakuan amandemen-limbah cair. Nilai C/N yang tinggi dengan nilai antara 28,3 sampai 31,7 terdapat pada perlakuan tanpa penambahan amandemen yaitu perlakuan MOK0L1, M1K0L1, M1K0L0, MOK0L0

Tabel 6. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap C/N TKS Hari ke 25 Pengomposan.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS	
		Tanpa (L0)	Ditambah (L1)
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	31,7 c B	28,3 c B
	Kotoran Ayam (K1)	12,6 a A	17,6 a A
	Kotoran Sapi (K2)	13,5 a A	17,4 a A
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	30,5 c B	28,7 c B
	Kotoran Ayam (K1)	17,6 ab A	17,8 ab A
	Kotoran Sapi (K2)	20,1 b A	17,1 a A
Rata-rata perlakuan	M0 20,2 M1 21,9	K0 29,8 a K1 16,4 b K2 17,0 b	L0 21,0 L1 21,2

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

f. Nilai C/N Hari ke 30 Pengomposan

Pada hari ke 30 nilai C/N rata-rata 17,8 berarti terjadi penurunan 71,6% dibanding nilai C/N TKS segar. Perlakuan kontrol C/N hari ke 30 pengomposan ham-pir sama dengan hari ke 25 namun C/N nya semakin rendah. Perlakuan dengan C/N lebih dari 25 pada tanpa penambahan amandemen yaitu M1K0L0, M1K0L1, MOK0L0 dan MOK0L1.

Nilai C/N 9,814,4 terdapat pada penambahan kotoran ayam, kotoran sapi dengan atau tanpa penambahan limbah cair pada perlakuan MOK1L0, MOK1L1, MOK2L0, M1K1L1, M1K2L0, M1K1L0, MOK2L1 dan M1K2L1. Perlakuan ini sudah menghasilkan kompos cukup matang dengan nilai C/N kurang dari 20. Nilai rata-rata C/N pada hari ke-30 pengomposan dari tiap-tiap perlakuan terdapat pada tabel 7 berikut ini

Tabel 7. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap C/N TKS Hari ke 30 Pengomposan.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS	
		Tanpa (L0)	Ditambah (L1)
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	31,8 b B	31,8 b B
	Kotoran Ayam (K1)	9,8 a A	11,0 a A
	Kotoran Sapi (K2)	11,3 a A	13,8 a A

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS					
		Tanpa (L ₀)		Ditambah (L ₁)			
Ditambah (M ₁)	Tanpa (K ₀)	25,6	b	B	25,8	b	B
	Kotoran Ayam (K ₁)	13,2	a	A	12,4	a	A
	Kotoran Sapi (K ₂)	13,0	a	A	14,4	a	A
Rata-rata perlakuan	M ₀ 20,2	K ₀ 28,8	a		L ₀ 17,4		
	M ₁ 21,9	K ₁ 11,6	b		L ₁ 18,2		
		K ₂ 13,1	b				

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

- g. Nilai C/N sampai pada Hari ke 30 Pengomposan
Perubahan nilai C/N dari awal hingga selesainya penelitian (30 hari) terdapat pada Tabel 8. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa selama 30 hari pengomposan secara rata-rata nilai C/N telah mengalami penurunan hingga 71,6%.

Tabel 8. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap C/N TKS Hari ke 5 sampai Hari ke 30 Pengomposan.

Hari ke Perlakuan	5	10	15	20	25	30
M ₀ K ₀ L ₀	48,0	40,4	34,8	34,2	31,7	31,8
M ₀ K ₀ L ₁	53,6	40,6	38,2	32,1	28,3	31,8
M ₀ K ₁ L ₀	38,5	30,3	20,9	16,7	12,6	9,8
M ₀ K ₁ L ₁	38,9	35,6	30,6	18,3	17,6	11,0
M ₀ K ₂ L ₀	54,5	37,6	39,8	22,7	13,5	11,3
M ₀ K ₂ L ₁	49,1	40,1	36,8	28,0	17,4	13,8
M ₁ K ₀ L ₀	52,4	39,5	36,0	29,8	30,5	25,6
M ₁ K ₀ L ₁	52,7	34,4	35,0	27,6	28,7	25,8
M ₁ K ₁ L ₀	42,0	30,0	27,5	23,6	17,6	13,2
M ₁ K ₁ L ₁	38,3	24,4	20,8	20,6	17,8	12,4
M ₁ K ₂ L ₀	44,5	37,0	30,8	29,8	20,1	13,0
M ₁ K ₂ L ₁	48,2	43,3	41,4	25,1	17,1	14,4
Rata-rata persentase	46,7	36,1	32,7	25,7	21,1	17,8
	25,5	42,4	47,8	59,0	61,3	71,6

Keterangan : Nilai C/N TKS segar adalah 62,7

3. Penyusutan Berat Bahan Kompos

Penyusutan berat kompos pada perlakuan mikroorganisme selulolitik sebesar 28,43 % dan pada perlakuan tanpa penambahan mikroorganisme selulolitik adalah sebesar 26,98 %. Pada perlakuan penambahan amandemen, penyusutan berat bahan kompos pada penambahan kotoran ayam tidak berbeda nyata dengan amandemen kotoran sapi. Penyusutan berat bahan kompos yang terbanyak adalah pada perlakuan penambahan mikroorganisme selulolitik dan

amandemen kotoran ayam dengan nilai penyusutan sebesar 30,33% pada perlakuan tanpa limbah cair PKS (M1K1L0) dan 30,09% pada perlakuan dengan limbah cair PKS.

Perlakuan tanpa penambahan mikroorganisme selulolitik dan amandemen memperlihatkan tingkat penyusutan berat bahan kompos yang terendah yaitu sebesar 22,09% pada perlakuan control dan 24,70% pada perlakuan hanya dengan penambahan limbah cair. Nilai rata-rata penyusutan berat bahan kompos terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap Penyusutan Berat Bahan Kompos.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS					
		Tanpa (L ₀)		Ditambah (L ₁)			
Tanpa (M ₀)	Tanpa (K ₀)	22,09	a	A	24,70	ab	AB
	Kotoran Ayam (K ₁)	29,61	c	CD	28,89	c	BCD
	Kotoran Sapi (K ₂)	29,61		bc	28,79	c	BCD
Ditambah (M ₁)	Tanpa (K ₀)	24,96	ab		28,89	c	BCD
	Kotoran Ayam (K ₁)	BCD			30,09	c	D
	Kotoran Sapi (K ₂)	30,33	c	D	28,41	ab	AB
Rata-rata perlakuan	M ₀ 20,2	K ₀ 25,16	a		L ₀ 27,12		
	M ₁ 21,9	K ₁ 29,72	b		L ₁ 28,29		
		K ₂ 28,23	b				

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

4. Kadar Hara Kompos

a. Kadar N Kompos

Penambahan amandemen memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar N kompos seperti terdapat pada tabel 10. Perlakuan dengan penambahan kotoran ayam menghasilkan kompos dengan kadar N tinggi yaitu 2,24 sedangkan kadar N pada perlakuan penambahan kotoran sapi sangat rendah yaitu

1,06. Jumlah amandemen yang ditambahkan pada perlakuan kotoran ayam adalah sebanyak 300 g dan kotoran sapi sebanyak 1200 g dengan perhitungan kesetaraan jumlah N yang diberikan. Kadar N pada perlakuan penambahn limbah cair PKS lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan tanpa penambahan limbah cair PKS tetapi tidak berbeda nyata.

Tabel 10. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap Kadar N Kompos.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS					
		Tanpa (L0)		Ditambah (L1)			
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	1,18	ab	A	1,17	ab	A
	Kotoran Ayam (K1)	2,31	c	C	2,26	c	BC
	Kotoran Sapi (K2)	1,18	ab	A	1,11	a	A
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	1,34	ab	AB	1,56	b	AB
	Kotoran Ayam (K1)	2,15	c	BC	2,24	c	BC
	Kotoran Sapi (K2)	0,96	a	A	0,99	a	A
Rata-rata perlakuan	M0	20,2			K0	1,31	a
	M1	21,9			L0	1,52	
					K1	2,24	b
					L1	1,55	
					K2	1,06	a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

b. Kadar P Kompos

Perlakuan penambahan amandemen memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar P kompos. Kadar P pada perlakuan tanpa amandemen adalah 0,196 %, dengan amandemen kotoran ayam adalah 0,926 % dan dengan kotoran sapi 0,241 %. Kadar P pada perlakuan amandemen kotoran ayam 384 % dibandingkan kadar P pada perlakuan penambahan amandemen kotoran sapi. Hasil analisa awal kadar P2O5 pada

kotoran ayam adalah 4,20 % sedangkan pada kotoran sapi adalah 0,41 %. Dengan memperhitungkan jumlah kesetaraan N yang ditambahkan dalam amandemen membawa konsekwensi yaitu perbedaan jumlah P2O5 yaitu 12,60 g pada amandemen kotoran ayam dan 4,92 g pada amandemen kotoran sapi. Perlakuan mikroorganisme, limbah cair PKS dan interaksinya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Nilai rata-rata kadar P kompos terdapat pada tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap Kadar P Kompos.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS					
		Tanpa (L0)		Ditambah (L1)			
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	0,154	a	A	0,166	ab	A
	Kotoran Ayam (K1)	1,101	c	B	1,009	c	B
	Kotoran Sapi (K2)	0,294	a	A	0,265	a	A
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	0,251	a	A	0,213	b	A
	Kotoran Ayam (K1)	0,739	b	B	0,856	c	B
	Kotoran Sapi (K2)	0,212	a	A	0,193	a	A
Rata-rata perlakuan	M0	0,498			K0	0,196	a
	M1	0,411			L0	0,458	
					K1	0,926	b
					L1	0,451	
					K2	0,241	b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

c. Kadar K Kompos

Perlakuan penambahan amandemen memberikan pengaruh yang sangat nyata. Pengaruh interaksi yang nyata terdapat pada interaksi perlakuan penambahan mikroorganisme selulolitik dengan amandemen. Apabila dilihat dari nilai rata-rata

yang terdapat pada Tabel 12 perlakuan dengan penambahan limbah cair PKS menunjukkan peningkatan kadar K kompos dibandingkan perlakuan tanpa pemberian limbah cair PKS. Interaksi antara perlakuan penambahan mikroorganisme selulolitik, amandemen limbah cair PKS cukup baik walaupun dengan uji statistic tidak berbeda nyata.

Tabel 12. Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah Cair PKS terhadap Kadar K Kompos.

Mikroorganisme Selulolitik	Amandemen	Limbah Cair PKS					
		Tanpa (L0)		Ditambah (L1)			
Tanpa (M0)	Tanpa (K0)	3,59	b	BC	3,58	ab	BC
	Kotoran Ayam (K1)	4,03	bed	CD	4,24	c	CD
	Kotoran Sapi (K2)	2,48	a	A	2,84	a	A
Ditambah (M1)	Tanpa (K0)	3,80	a	BCD	4,66	b	D
	Kotoran Ayam (K1)	4,56	b	CD	4,13	c	CD
	Kotoran Sapi (K2)	2,214	a	A	2,43	a	A
Rata-rata perlakuan	M0	3,46			K0	3,91	a
	M1	3,62			L0	3,43	
					K1	4,24	b
					L1	3,65	
					K2	2,47	c

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf kecil atau huruf besar yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5 % atau 1 % berdasarkan uji Duncan

E. Pembahasan

Ringkasan hasil pengaruh perlakuan penambahan mikroorganisme selulolitik,

aandemen dan limbah cair kelapa sawit terhaadp variabel pengamatan disajikan pada table 13 berikut.

Tabel 13. Ringkasan Pengaruh Perlakuan Mikroorganisme Selulolitik, Amandemen dan Limbah cair PKS Terhadap Variabel yang diamati

Perlakuan	C/N 5	C/N 10	C/N 15	C/N 20	C/N 25	C/N 30	PB K	N	P	K
M	tn	*	tn	tn	**	tn	*	tn	tn	tn
K	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
L	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
M x K	tn	tn	tn	**	tn	**	tn	tn	tn	**
M x L	tn	tn	tn	*	tn	tn	tn	tn	tn	tn
L x K	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
M x K x L	tn	tn	**	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan :

- PBK = Penyusutan Berat Kompos,
 tn = tidak nyata,
 * = berbeda nyata,
 ** = berbeda sangat nyata

Suhu

Pada awal pengomposan terjadi peningkatan suhu pada seluruh perlakuan dari suhu awal 28 °C meningkat menjadi 35-38 °C yang berlangsung selama 4 hari. Peningkatan suhu ini disebabkan oleh metabolisme mikroorganisme yang ada pada bahan-bahan yang digunakan dan perlakuan yang ditambahkan. Hal ini sejalan dengan Follet (1981) bahwa dalam proses dekomposisi bahan organik mikroorganisme yang berperan adalah mikroorganisme mesofilik dan termofilik yang hidup pada kisaran suhu 20-40 °C dan 40-60 °C. Selain itu, Salle (dalam Rexon, 1996) menyebutkan ada beberapa bakteri selulolitik mesofilik aerobik meliputi anggota-anggota dari genus *Celvacicula*, *Celvibrio*, *Cellulomonas*, *Sporocytophaga*, *Pseudomonas*, *Cytophaga* dan *Vibrio*. Demikian juga dengan Daatzell et al (dalam Sahar Hanafiah, 1995) yang menegaskan bahwa suhu optimum yang diperlukan agar dekomposisi secara aerob dapat berjalan dengan baik adalah pada kisaran suhu antara 55°-60°C.

Penelitian pengomposan yang dilakukan oleh Schuchardt et al (2002) dengan system windrow yaitu menumpuk cacahan TKS dengan ukuran lebar 2,5 m; tinggi 1,5 m dan panjang tumpukan 30 m; selama 7 hari pertama suhu mengalami peningkatan yang tajam hingga mencapai 75 °C. Pada suhu yang tinggi ini aktivitas dekomposisi berjalan dengan cepat. Namun demikian apabila suhu yang tinggi ini berlangsung cukup lama maka akan mengakibatkan matinya mikroorganisme non termofilik.

Nilai C/N

Pada pengomposan terjadi suatu proses mikrobiologis di ana bahan-bahan organik secara partial didekomposisi oleh mikroorganisme yang memecah bahan-bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana untuk menghasilkan energi. Energi tersebut digunakan untuk melakukan sintesis makromolekul seperti asam nukleat, lipida, polisakarida yang merupakan komponen-komponen sel.

Bahan organik segar pada umumnya memiliki nilai C/N yang tinggi dan kemudian menurun setelah mengalami dekomposisi. Penurunan nilai C/N ini disebabkan karena adanya penurunan kadar karbon (C) dan atau peningkatan kadar nitrogen (N). Sugito et al (dalam Gusmawartati, 1999) menyebutkan bahwa oksidasi senyawa-senyawa mengandung karbon organik menggambarkan mekanisme dimana mikroorganisme heterotrof memperoleh energi untuk sintesis. Dengan adanya oksigen C organik dioksidasi menghasilkan senyawa-senyawa anorganik yang diperlukan untuk sintesis sel mikroorganism dan disamping itu juga dihasilkan CO₂, H₂O dan energi.

Perubahan C/N pada perlakuan mikroorganisme selulolitik menunjukkan pola bervariasi/berfluktuasi. Pengaruh tunggal penambahan mikroorganisme menurunkan secara nyata C/N pada hari yang ke 10 kemudian periode/tahap selanjutnya merupakan pengaruh interaksi dengan perlakuan penambahan amandemen dan limbah cair PKS. Sampai pada hari ke 10 data pengamatan suhu tumpukan TKS

menunjukkan terjadinya peningkatan suhu dari 28 °C menjadi antara 33-37 °C. Mikroorganisme yang ditambahkan pada penelitian ini merupakan isolat gabungan yang terdiri dari jamur, bakteri dan aktinomisetes dengan dosis yang sama yaitu masing-masing sebanyak 0,05 % volume/berat atau 15 ml untuk 3 kg TKS.

Adanya tahapan tersebut menurut Sastraatmadja (1994, dalam Gusmawartati, 1999) disebabkan karena selama berlangsungnya proses dekomposisi populasi mikroorganisme berfluktuasi dan hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan yang begitu kompleks. Bakteri dan cendawan mesofilik yang memproduksi asam populasinya akan meningkat pada tahap awal pengomposan. Kemudian pada tahap selanjutnya aktivitas dekomposisi didominasi oleh peran aktinomisetes dan cendawan termofilik. Mulyani (1996) mengemukakan penambahan bahan-bahan selulosa ke dalam tanah pada mulanya memperbanyak perkembangan cendawan *Chaetomium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* dan bakteri *Mycobacteria*, *Cytophaga*, ragam-ragam bakteri kemudian meningkatkan perkembangan aktinomisetes.

Disamping itu keadaan kemasaman lingkungan berpengaruh terhadap perkembangan mikroorganisme selulolitik. Cendawan akan berkembang secara baik pada kisaran pH 3,0-9,0, bakteri seperti *Cytophaga* pada pH 6,1-9,1 dan aktinomisetes pada nilai pH 5,0-6,0. Pengaruh penambahan amandemen secara nyata dan terus menerus menurunkan nilai C/N mulai dari hari ke 5 sampai pada hari ke 30 pengomposan. Mulai hari ke 5 pengomposan perlakuan penambahan amandemen memberikan pengaruh sangat nyata. Bahan amandemen kotoran ayam memberikan hasil yang terbaik dengan nilai rata-rata nilai C/N nya sebesar 39,4.

Kotoran ayam yang digunakan pada penelitian ini mempunyai kadar N yang tinggi yaitu sebesar 3,53 % dan nilai C/N nya sudah rendah yaitu 5,24. Dosis kotoran ayam yang ditambahkan adalah sebanyak 10 %. Untuk TKS segar 3kg ditambahkan 300 g kotoran ayam, dengan demikian berdasarkan perhitungan analisa awal bahan-bahan penelitian maka unsure-unsur yang terdapat pada kotoran ayam tersebut sangat tinggi yaitu 10,59 g N; 12,60 g P₂O₅ dan 11,31 gr K₂O.

Aktivitas dekomposisi pada perlakuan dengan amandemen kotoran sapi masih agak rendah dengan nilai rata-rata C/N nya adalah 49,1. Nilai C/N pada kotoran sapi adalah 9,50, dosis yang diberikan sebanyak 1200g. Unsur hara yang terdapat pada kotoran sapi tersebut adalah 11 g N, 4,92 g P₂O₅ dan 12,96% K₂O. Jumlah unsur hara N dan K yang terdapat pada amandemen kotoran ayam sebanyak yang terdapat pada amandemen kotoran sapi. Perbedaan kadar hara yaitu pada kadar P (4,92 g pada kotoran sapi dan 12,6 g pada kotoran ayam). Rao (1994) mengemukakan pencampuran bahan-bahan dengan nilai C/N rendah dan kaya akan unsure hara terutama N, P, K merupakan suatu upaya untuk mempercepat dekomposisi bahan-bahan organik yang nilai C/N nya tinggi.

Pada pengamatan hari ke 25 nilai C/N perlakuan dengan kotoran sapi tidak berbeda nyata atau sudah menyamai nilai C/N pada perlakuan kotoran ayam. Proses dekomposisi pada perlakuan dengan amandemen kotoran sapi pada awalnya tidak secepat pada perlakuan dengan amandemen kotoran ayam namun pada akhir penelitian (hari ke 25 dan 30) dapat mencapai nilai C/N yang tidak berbeda. Gusmawartati (1999) mengemukakan bahwa dari hasil isolasi dan uji potensi kotoran ayam ras dengan media Selulosa agar tidak terbentuk gula reduksi. Hasil ini berarti bahwa pada kotoran ayam

tidak terdapat mikroorganisme selulolitik. Pada hewan sapi yang makan utamanya adalah rumput maka kotorannya berpotensi mengandung mikroorganisme selulolitik dalam jumlah yang banyak, sehingga setelah mikroorganisme tersebut berkembang secara baik aktivitasnya akan meningkat dan dengan segera dapat menurunkan nilai C/N seperti yang terjadi pada penelitian ini.

Berdasarkan perubahan nilai C/N penambahan amandemen secara terus menerus berpengaruh nyata. Berarti amandemen merupakan kebutuhan penting dalam mendekomposisikan TKS. Razali (2000) juga mengemukakan bahwa pada penelitian pengomposan limbah pasar sayur ternyata pemberian amandemen kotoran ayam dan abu tandan berpengaruh nyata terhadap kecepatan dekomposisi dan meningkatkan kadar hara kompos terbentuk.

Mulyani (1996) menyatakan bahwa kebanyakan mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah dapat menghancurkan protein seperti *Trichoderma koningii*, *Bacillus cereus*, *Rhizopus* sp. Minyak dan lemak yang terdapat dalam limbah cair PKS dihidrolisa menjadi gliserol dan asam lemak. Selanjutnya gliserol mengalami oksidasi dan menghasilkan CO₂ sedangkan asam lemak bersifat lebih tahan/resisten. Dari hasil pengamatan C/N pada kondisi aerob yang kaya oksigen bebas ternyata mikroorganisme selulolitik mampu melakukan perombakan terhadap limbah cair segar dengan tingkat BOD tinggi. Dengan semakin banyaknya dosis limbah cair PKS yang digunakan berarti akan mengurangi beban penanganan limbah cair PKS pada agroindustri kelapa sawit.

Pengamatan secara visual mulai hari ke 25 menunjukkan TKS sudah mulai kehitam-hitaman, strukturnya sudah cukup lunak dan tidak berbau. Morel et al (1985) mengemukakan kompos yang matang mempunyai ciri fisik berwarna kehitam-

hitaman, strukturnya halus, tidak berbau dan mempunyai nilai C/N rendah antara 12 - 20. Penurunan nilai C/N TKS hari ke 5 sampai hari ke 30 (tabel 8) dianalisa mempergunakan analisa regresi logaritmik.

Penyusutan Berat Bahan Kompos

Dari hasil pengamatan dan analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan mikroorganisme selulolitik dan penambahan amandemen memberikan pengaruh yang nyata dan sangat nyata. Penyusutan terbesar pada perlakuan kombinasi mikroorganisme selulolitik-kotoran ayam dengan atau tanpa limbah cair sebesar 30,33% dan 30,09%. Besarnya penyusutan ini sejalan dengan aktivitas dekomposisi. Hubungan antara nilai C/N hari ke 30 pengomposan dengan penyusutan ini sejalan dengan penyusutan berat kompos mempunyai hubungan linier negative dengan persamaan:

$$y = 31,5056 - 0,2298x$$

dan koefisien korelasi 0,7336**
koefisien determinasi $R^2 = 0,5378$.

Penelitian pengomposan TKS yang dilakukan Gusmawartati (1999) perlakuan kombinasi mikroorganisme selulolitik isolat campuran terpilih dan kotoran ayam menghasilkan penurunan berat kompos tertinggi yaitu 34,41 % dan 34,37 % setelah 4 minggu pengomposan.

Pada proses dekomposisi TKS terjadi pemecahan polimer primer anhidroglukosa menjadi molekul sederhana yang menghasilkan oligosakarida, disakarida maupun monomer glukosa atau produk-produk seperti asam-asam organik maupun alkohol (Rexon, 1996). Dari perombakan tersebut terjadilah pemadatan struktur bahan, hilangnya pori-pori dan vakuola penyimpanan air dan udara sehingga bahan yang dikomposkan mengalami penyusutan berat. Schuchardt *et al* (2000) mengemukakan TKS segar digunakan dalam penelitiannya

mempunyai berat jenis 0,340 sedangkan kompos TKS yang dihasilkan mempunyai berat jenis 0,450.

Kadar Hara Kompos

Pengaruh penambahan mikroorganisme selulolitik, amandemen dan limbah cair PKS terhadap kadar N kompos menunjukkan bahwa perlakuan penambahan amandemen memberikan pengaruh sangat nyata. Bahan amandemen kotoran ayam meningkatkan kadar N kompos 79,8 % dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan amandemen. Respon ini sejalan dengan hasil pengamatan yang dilakukan oleh Gusmawartati (1999) dan Razali (2000). Pada penelitian Gusmawartati kombinasi perlakuan isolat jamur dengan kotoran ayam menghasilkan kompos dengan kadar N tertinggi yaitu 1,50 %.

Jumlah kotoran ayam yang ditambahkan pada perlakuan adalah sebanyak 300 gr dan kotoran sapi sebanyak 1200 gr dengan perhitungan bahwa jumlah unsur N yang terdapat pada dua bahan tersebut setara yaitu sebanyak 11 gr per perlakuan. Nilai C/N kotoran ayam adalah 5,24 dan C/N kotoran sapi adalah 9,50. Tidak adanya respon penambahan kotoran sapi terhadap kadar N kompos yang terbentuk dapat disebabkan karena nilai C/N yang tinggi dari kotoran sapi sehingga unsur N kurang dapat dimineralisasi selama proses pengomposan berlangsung.

Tidak adanya respon yang nyata terhadap kadar N dari penambahan limbah cair pada perlakuan ini disebabkan oleh kurangnya dosis limbah cair. Menurut Ermingpraja (1996) limbah cair PKS mengandung kadar N yang tinggi. Perbandingan beberapa unsur hara yang terdapat pada limbah cair PKS adalah N : P₂O₅ : K₂O : MgO : CaO bernilai 7 : 1,5 : 15 : 2,7 : 3,25. Limbah cair yang digunakan pada penelitian ini mempunyai

kadar N 340 mg/l. Menurut Yeow (1981) kadar N limbah cair segar bervariasi antara 100 - 1100 mg/l.

Pada pengamatan kadar P kompos perlakuan amandemen memberikan pengaruh yang sangat nyata. Unsur P yang terdapat pada kotoran ayam dan kotoran sapi masing-masing adalah sebanyak 12,60 gr dan 4,92 gr. Peningkatan kadar P kompos pada perlakuan kotoran ayam 3,8 x lebih besar dari pada kadar P pada perlakuan dengan penambahan kotoran sapi merupakan akibat karena unsur P yang ditambahkan dari kotoran ayam lebih banyak daripada unsur P pada kotoran sapi. Hubungan antara nilai C/N kompos pada akhir penelitian dengan kadar P kompos adalah linier negative dengan persamaan $y = -0,0264x + 0,9294$ dan koefisien korelasi $r = 0,6126^*$; kadar P kompos berhubungan nyata dengan tingkat kematangan kompos. Secara rata-rata kadar P kompos pada penelitian ini hampir sama dengan kadar P kompos pada penelitian yang dilakukan oleh Gusmawartati yaitu 0,465 dibandingkan 0,47. Pada penelitian ini kadar P kompos pada perlakuan amandemen kotoran ayam dengan dan tanpa limbah cair mencapai nilai 1,009 % dan 1,101 %.

Perlakuan amandemen dan interaksi mikroorganisme selulolitik-amandemen memberikan pengaruh yang nyata dan sangat nyata terhadap kadar K kompos. Jumlah unsur K yang terdapat pada 300 gr amandemen kotoran ayam adalah 11,31 gr K₂O dan dari 1200 gr kotoran sapi adalah sebanyak 12,96 gr K₂O. Meskipun jumlah K pada kotoran sapi lebih banyak daripada jumlah K pada kotoran ayam namun amandemen kotoran sapi tidak meningkatkan kadar K kompos. Respon ini sejalan dengan pengamatan kadar N dan P kompos yang dikarenakan nilai C/N kotoran sapi tinggi yaitu 9,50 sehingga unsur hara yang terdapat didalamnya tidak termineralisasi dengan baik selama proses pengomposan.

Pada perlakuan dengan limbah cair PKS kompos yang terbentuk mempunyai kadar K yang lebih tinggi (3,43 % pada L0 dan 3,65 % pada L1). Kadar K limbah cair PKS yang digunakan pada penelitian ini adalah 1208 mg K₂O/l. Dari penelitian ini perlakuan yang menghasilkan kompos yang matang dan berkadar hara tinggi adalah pada perlakuan MOK1L0, MOK1L1 dan M1K1L1 dengan kadar hara N 2,31%, 2,26%, 2,24%; P 1,101%, 1,009%, 0,858% dan K masing-masing sebesar 4,03%, 4,24% dan 4,13%.

F. Penutup

Penelitian ini memberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan mikroorganisme selulolitik berpengaruh terhadap penyusutan berat bahan kompos, namun tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N, kadar N, P dan K kompos.
2. Penambahan amandemen kotoran ayam berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan nilai C/N (dimulai dari hari ke 5 pengomposan), penyusutan berat bahan kompos dan peningkatan kadar N, P dan K. Penambahan amandemen kotoran sapi berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan nilai C/N (dimulai dari hari ke 20 pengomposan), penyusutan berat bahan kompos namun amandemen kotoran sapi tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar N, P dan K kompos.
3. Penambahan limbah cair PKS tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel yang diamati.
4. Interaksi perlakuan penambahan mikroorganisme selulolitik dan amandemen berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai C/N dan peningkatan kadar K kompos.
5. Interaksi perlakuan penambahan mikroorganisme selulolitik-limbah cair PKS, amandemen-limbah cair PKS dan

JP. STIPAP 2 (1) : 10 - 32 (2010)

mikroorganisme selulolitik-amandemen-limbah cair PKS secara umum tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel yang diamati.

6. Perlakuan menghasilkan kompos matang dan berkadar hara tinggi adalah pada perlakuan MOK1L0, MOK1L1 dan M1K1L1.

G. Daftar Pustaka

- Alexander, M. (1997). *Introduction to Soil Microbiology*. Second Edition. New York : John Wiley and Sons.
- Away, Y., Didik, H. Goenadi, Ridwan, A. Pasaribu dan Gatot J.S. (1998). *Biopulping TKS. Pemberdayaan Bioteknologi Untuk Peningkatan Efisiensi Usaha Perkebunan*. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor, hal 10 19.
- Darmosarkoro, W. dan S. Rahutomo (2000). "Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembenh Tanah". *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2000 II*, 13 14 Juni 2000. PPKS Medan.
- E. A. Paul and F. E. Clark (1996). *Soil Microbiology dan Biochemistry*. London :Academic Press. p.328
- Erningpraja, L., Z. Poeloenan dan Tobing, P.L (1996). "Prospek Pemanfaatan Limbah Cair pabrik Kelapa Sawit untuk Perkebunan Kelapa Sawit". *Prosiding Kongres VI Himpunan Ilmu Tanah Indonesia*.
- Follet R. H., Lary S.M. dan Roy L.D (1981). *Fertilizer and Soil Amendments*. New Jersey :Prentice Hall. p458 495.
- Goenadi DH, et al (1994). "Biodegration of Empty Fruit Bunches of Oil Palm for Pulping". *Menara Perkebunan* 62 (2) : 30 35. Pusat Penelitian Bioteknologi. Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia.
- Gusmawartati (1999). *Pengaruh Pemberian Mikroorganisme Selulolitik dan Kotoran*

JP. STIPAP 2 (1) : 10 - 32 (2010)

Ayam Terhadap Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit. Tesis Program Pascasarjana USU (Tidak dipublikasikan).

- Khalid H, Zin Z. Z. and J. M. Anderson. 2000. *Decomposition Processes and Release Pattern of Oil Palm Residues*. *Journal of Oil Palm Research* 20 (1) : 46 63. PORIM Malaysia.
- Lubis A. U (1992). *Kelapa Sawit (Elacis guineensis Jacq) di Indonesia*. Pusat Penelitian Perkebunan MARIHAT Bandar Kuala. MARIHAT Ulu. Pematang Siantar Sumatera Utara.
- Lubis B. dan Tobing, P.L (1989). "Potensi Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit". *Buletin Perkebunan* 20 (1) : 4956. Pusat Penelitian Perkebunan
- Morel, J.L. et al (1985). *Methods for the Evaluation of Maturity of Municipal Refuse Compost*. Commission of the European Communities.
- Mul Mulyani, et al (1996). *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta : Bineka Cipta.
- Naibaho P.M. (1998). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. PPKS Medan.
- Pamin K, Darnoko dan Purboyo Guritno (1995). "Strategi Pengelolaan Limbah Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia". *Warta PPKS* vol 3 (2) : 47 53. PPKS Medan
- Prawirosukarto S. (2002). "Pengendalian Kumbang Tanduk *Oryctes Rhino-ceros* pada Mulsa Tandan Kosong Kelapa Sawit". *Semiloka Antipati Pembuangan Tankos*. LPP Medan.
- Rao N. S. (1994). *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Razali (2002). *Pengomposan dan Pengaruh Pemberian Kompos, Pupuk Biologi serta Amandemen Terhadap Pertumbuhan, Ketersediaan serta Serapan Hara Tanaman Kedelai pada Tanah Ultisol Langkat*. Tesis Pascasarjana USU (Tidak dipublikasikan).

- Rexon, R. (1996). *Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Selulolitik Mesofilik aerobik dalam Mendegasi Tandan Kosong Sawit*. Skripsi FMIPA Universitas Sumatera Utara Medan (Tidak dipublikasikan).
- Sahar Hanafiah A. (1995). *Peranan Bioteknologi Tanah dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan*. Makalah disampaikan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan
- Suchardt F., D. Darnoko and Purboyo Guritno (1998). "Composting of Empty Oil Palm Fruit Bunch (EFB) with Simultaneous Evaporation of Oil Mill Waste Water (POME)". *Makalah 2002 International Oil Palm Conference Nusa Dua Bali Indonesia*
- Singh G. (1994). "Management and Utilization of Palm by Products". *The Planter* 71 No. 833, p361 386.
- Siregar, F. A., S. Saletes, J.P. Caliman and T. Liwang. (2002). "Empty Fruit Bunch Compost". *Processing and Utilities*. International Oil Palm Conference. Nusa Dua Bali Indonesia, Juli 8 12, 2002.
- Sunitha S., P. T. Vargest. (1999). "Composting of Oil Palm Wastes for Efficiency Recycling on Nutrient in Palm Plantation". *The Planter* 75 (885). ISP Malaysia.
- Sutarta E.S, Winarna, Tobing, P.L and Sufianto (2000). "Aplikasi Limbah Cair PKS pada Perkebunan Kelapa Sawit". *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit Penanganan Terpadu Limbah Industri Kelapa Sawit yang Berwawasan Lingkungan*. PPKS Medan hal.1 12.
- Tobing P. L. dan Lubis, B (1986). "Pengendalian Limbah Pabrik Kelapa Sawit Secara Biologis. II. Tehnik Operasional". *Buletin Perkebunan* 17 (2) : 77 83 Pusat Penelitian Perkebunan Medan.

**DAMPAK APLIKASI LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT
(LAND APPLICATION) TERHADAP KEANEKARAGAMAN BENTHOS,
PLANKTON DAN PRODUKSI TANDAN BUAH SEGAR KELAPA SAWIT**

Yaya Hasanah
Dosen STIP-AP

Abstrak

Limbah cair PKS memiliki potensi terbesar jika dibandingkan dengan jenis limbah lainnya. Limbah cair perlu penanganan yang tepat agar tidak berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Alternatif penanganan limbah cair antara lain adalah pemanfaatan limbah cair PKS ke tanah perkebunan kelapa sawit (Land Application). Penelitian ini bertujuan mengkaji dampak pemanfaatan limbah cair PKS terhadap produksi TBS kelapa sawit dan biodiversitas komponen biologi. Penelitian dilakukan di Kebun Aek Torop, PT Perkebunan Nusantara III, Aek Batu Kabupaten Labuhanbatu Propinsi Sumatera Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa land application mampu meningkatkan produksi TBS 17.53 % pada tahun pertama dan 13.8 % pada tahun ke dua penelitian, jika dibandingkan dengan lahan non aplikasi limbah cair. Land application tidak berdampak negatif terhadap biodiversitas komponen biologi.

Kata kunci : *Land application, produksi TBS, biodiversitas.*

A. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting dalam penerimaan devisa negara, penyerapan tenaga kerja serta perkembangan perekonomian rakyat dan daerah. Untuk memberikan nilai tambah terhadap komoditas kelapa sawit perlu dilakukan kegiatan pengolahan. Unit pengolah paling hulu dalam industri pengolahan kelapa sawit adalah Pabrik Kelapa Sawit (PKS).

Indonesia merupakan negara pengekspor minyak sawit kedua terbesar setelah Malaysia. Tahun 2002 Indonesia mengekspor minyak sawit sebesar 6.379.500 ton dengan pangsa ekspor 32.64 % dari produksi minyak sawit dunia, sedangkan Malaysia mengekspor 11.195.400 ton atau 57,28% dari minyak sawit dunia (Hasibuan, 2005)

Prospek pengembangan pabrik kelapa sawit tentu tidak terlepas dari pengembangan industri hilir berbasis minyak sawit dan penanganan limbahnya. Peluang

pengembangan industri tersebut semakin besar dengan semakin kuatnya kesadaran masyarakat akan lingkungan yang lebih sehat dan semakin menurunnya ketersediaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (non renewable resources) seperti minyak bumi, sehingga terjadi transisi dari industri yang berbasis minyak bumi ke industri oleokimia yang berbasis tumbuh-tumbuhan (Hasibuan, 2005). Konsumsi Crude Palm Oil (CPO) untuk industri hilir di Indonesia meningkat selama periode tahun 1994-2003 dengan laju 14,2 % per tahun. (Infordev, 2004)

Pabrik kelapa sawit dalam konteks industri kelapa sawit di Indonesia dipahami sebagai unit ekstraksi dan inti sawit dari tandan buah segar (TBS). Limbah PKS berupa limbah cair dan padat memiliki potensi pemanfaatan masing-masing. Limbah cair memiliki potensi pemanfaatan terbesar dibandingkan limbah lainnya. Limbah cair ini hanya dapat dibuang ke badan air penerima jika telah diolah melalui instalasi pengolahan

air limbah (IPAL) sehingga memenuhi baku mutu limbah cair (Kepmen Negara Lingkungan Hidup No 51/MENLH/1995 tentang Baku Mutu bagi Kegiatan Industri diantaranya BOD5 250 mg/liter, COD 350 mg/liter dan pH6, BAPEDAL, 1995).

Pengolahan 1 ton minyak sawit mentah akan menghasilkan air limbah sebanyak 5 ton dengan BOD 20.000 - 60.000 mg/liter. Dengan air limbah industri minyak sawit ratusan juta ton per tahunnya akan memberikan dampak serius terhadap lingkungan jika air limbah tersebut tidak diolah sesuai ketentuan yang berlaku (Lubis dan Tobing, 1989)

Penurunan nilai BOD5 dari effluent PKS 20.000-60.000 mg/liter menjadi 250 mg/liter pada IPAL memerlukan proses panjang, waktu lama, lahan luas dan investasi mahal. Oleh karena itu, inovasi penanganan limbah cair dengan cara Land Application merupakan inovasi tepat. Land Application adalah sistem pemanfaatan limbah cair PKS ke lahan perkebunan setelah diturunkan kandungan organiknya hingga nilai BOD 3.000-5.000 mg/liter (PPNo. 28 tahun 2003).

Limbah cair PKS mengandung hara setara dengan 1,56 kg Urea, 0,25 kg TSP dan 2,5 kg MOP dan 1,00 kg kiserit untuk setiap ton limbah cair. Pemanfaatan air limbah PKS diharapkan dapat mengurangi beban pupuk untuk areal perkebunan dan mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan untuk pengolahan limbah secara konvensional. Land Application perlu pengelolaan yang tepat agar tidak berdampak negatif terhadap tanaman kelapa sawit, manusia dan biota perairan

B. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di perkebunan kelapa sawit Aek Torop PT Perkebunan Nusantara III Kabupaten Labuhanbatu, Sumatera Utara yang telah mengaplikasikan limbah cair ke kebun kelapa sawit sejak tahun 1995.

Aplikasi limbah cair ke kebun kelapa sawit diambil dari kolam an-aerob dengan sistem flat bed (aplikasi limbah cair dengan teknik parit bersekat). Kontruksi flat bed dibuat di gawangan mati, diantara baris pohon kelapa sawit yang dihubungkan dengan saluran parit dengan kemiringan tertentu.

Limbah cair dipompakan dari kolam an-aerobik ke bak distribusi yang berada di areal paling atas pada perkebunan kelapa sawit. Setelah itu, limbah cair dialirkan ke masing-masing flat bed hingga ke flat bed terakhir. Penutupan dan pembukaan aliran limbah cair selalu dipantau untuk mencegah agar limbah cair tidak meluap ke sungai.

Sifat kimia limbah cair pabrik kelapa sawit disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel tersebut terlihat bahwa nilai BOD limbah cair yang diaplikasikan (997 mg/l) masih di bawah nilai BOD menurut PP No 28 Tahun 2003 yaitu BOD antara 3000 - 5000 mg/liter. Hal ini karena aplikasi limbah cair di Kebun Aek Torop telah berlangsung sejak tahun 1995 sebelum ada peraturan dan petunjuk teknis dari Pemerintah. Selain itu, adanya kekhawatiran akan mencemari lingkungan maka BOD limbah cair yang diaplikasikan ke lahan relatif kecil.

Penelitian produksi TBS kelapa sawit dilakukan dengan menggunakan data produksi pada areal aplikasi limbah cair dibandingkan dengan tanpa aplikasi limbah cair. Data produksi diambil tahun 2004-2005. Penelitian komponen biologi (benthos dan plankton) dilakukan pada bulan Mei-Desember 2005 dengan menggunakan metode survei. Pengamatan biodiversitas benthos dan plankton dilakukan pada lokasi sungai sebelum dan setelah perlakuan limbah cair ke perkebunan kelapa sawit. Pengamatan dilakukan dua kali yaitu pada bulan Mei (mewakili musim kemarau) dan bulan November (mewakili musim hujan).

Tabel 1. Hasil Pengamatan Sifat Kimia Limbah Cair yang Diaplikasikan ke Lahan Kebun Aek Torop.

No	Parameter	Satuan	Hasil
1.	pH	-	7,45
2.	BOD	mg/l	997
3.	COD	mg/l	2038
4.	Cd	mg/l	0,000
5.	Minyak-lemak	mg/l	36
6.	Zn	mg/l	0,012
7.	Cu	mg/l	0,017
8.	Pb	mg/l	0,000

Sumber : Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Medan (2005).

Pengambilan sampel benthos dilakukan dengan menggunakan surber net sedangkan plankton diambil dengan plankton net. Sampel yang telah diambil diawetkan dengan alkohol 70%. Analisis laboratorium untuk identifikasi benthos dan plankton dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Sumatera Utara Medan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Benthos

Benthos merupakan organisme yang beristirahat/melekat pada dasar atau hidup pada sedimen dasar suatu perairan. Benthos tidak hanya berperan sebagai penyusun komunitas perairan, tetapi juga dapat digunakan dalam studi kuantitatif untuk mengetahui kualitas suatu perairan. Benthos dapat dijadikan indikator kualitas suatu perairan karena pergerakannya sangat terbatas sehingga memudahkan pengambilan sampel, ukuran tubuh relatif besar sehingga mudah diidentifikasi dan hidup di dasar perairan serta relatif diam sehingga secara terus-menerus terdedah oleh kondisi air di sekitarnya (Barus, 2001)

a. Kepadatan Populasi

Berdasarkan hasil pengamatan yang tersaji pada Tabel 1. terlihat bahwa kepadatan populasi pada pengamatan A di hulu Sungai Tasik dan hulu Sungai Aek Torop (sebelum lahan aplikasi/LA) yaitu 44,444 dan 111,111 individu/m², sedangkan di hilir Sungai Tasik dan hilir Sungai Aek Torop (setelah LA) adalah 33,333 dan 55,555 individu/m². Pada pengamatan B (sebelum lahan aplikasi/LA) yaitu 99,999 dan 55,555 individu/m², sedangkan di hilir Sungai Tasik dan hilir Sungai Aek Torop (setelah LA) adalah 66,666 dan 55,555 individu/m². Nilai kepadatan populasi tertinggi di bagian hulu dan hilir Sungai Tasik (sebelum dan setelah LA) didominasi Kelas Crustacea, Famili Palaemonidae, species *Macrobrachium* sp. sedangkan di bagian hulu Sungai Aek Torop (sebelum LA) juga didominasi *Macrobrachium* sp. Pada lokasi hilir Sungai Aek Torop (setelah LA) didominasi Kelas Oligochaeta, Famili Lumbricidae species *Lumbriculus* sp. Hal tersebut menunjukkan kondisi fisik-kimia hulu dan hilir Sungai Tasik dan hulu Sungai Aek Torop sangat mendukung kehidupan makro invertebrata air dari Kelas Crustacea. Kepadatan populasi sebelum dan setelah aplikasi limbah cair tidak menunjukkan perbedaan berarti sehingga aplikasi limbah cair tidak berdampak negatif terhadap kepadatan populasi benthos.

b. Indeks Keanekaragaman

Berdasarkan data pada tabel semua nilai indeks keanekaragaman baik sebelum LA maupun setelah LA tergolong **rendah** karena bernilai antara $0 < H' < 2.303$ (Tabel 2). Fakta tersebut menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies tiap lokasi pengamatan rendah dan pemanfaatan limbah cair ke lahan perkebunan tidak berdampak negatif terhadap indeks keanekaragaman benthos di Sungai Tasik dan Aek Torop.

Nilai indeks keanekaragaman ini perlu diinterpretasi secara hati-hati, karena tidak selamanya suatu perairan yang tidak tercemar mempunyai keanekaragaman species yang tinggi dan sebaliknya tidak selamanya perairan dengan nilai indeks keanekaragaman rendah telah mengalami pencemaran berat (Barus, 2001). Hal tersebut terjadi karena nilai indeks keanekaragaman sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik kimia air sungai. Menurut Tudorancea et al (1979) struktur komunitas makro invertebrata air dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan abiotik dan biotik.

Secara abiotik faktor yang berpengaruh adalah faktor fisika-kimia perairan di antaranya penetrasi cahaya yang berpengaruh terhadap suhu air, substrat dasar, kandungan unsur kimia. biologis diantaranya adalah interaksi species dan pola siklus hidup dari masing-masing species dalam komunitas. Selain itu, menurut Hynes (1976) distribusi makro invertebrata di suatu perairan dipengaruhi berbagai faktor abiotik substrat,

substansi terlarut di air, kecepatan arus air, suhu dan musim.

Tabel 2. Kisaran Nilai Indeks Keanekaragaman (H') menurut Krebs (1985)

Nilai H'	Keanekaragaman jenis
$0 < H' < 2.302$	Rendah
$2.302 < H' < 6.907$	Sedang
$H' > 6.907$	Tinggi

Rendahnya nilai indeks keanekaragaman yang terdapat pada hulu dan hilir Sungai Tasik dan Aek Torop (sebelum dan setelah LA) diduga karena substrat dasar sungai tersebut adalah pasir berlumpur yang kurang baik bagi lingkungan hidup benthos. Hal ini sejalan dengan Koesobiono (1979) yang menyatakan bahwa dasar perairan berupa pasir dan sedimen halus merupakan lingkungan hidup yang kurang baik untuk makro invertebrata air, sedangkan dasar sungai berupa tanah liat umumnya lebih baik dibandingkan dengan dasar perairan yang terdiri dari pasir.

Tabel 3. Hasil Analisis Sampel Benthos Kebun Aek Torop PT Perkebunan Nusantara III

No	TAKSA	LOKASI							
		I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
I	KLASS : GASTROPODA								
A	Pilidae								
1	<i>Pomacea</i> sp.	11,111	22,222		11,111	33,333			
B	Pleuroceridae								
2	<i>Goniobasis</i> sp.			11,111			11,111		
II	KLASS : OLIGOCHAETA								
A	Lumbrificidae								
3	<i>Lumbriculus</i> sp.					22,222	33,333	11,111	
III	KLAS : INSECTA								
A	Syrphidae								
4	<i>Tubifera</i> sp.							22,222	
B	Dystiscidae								
5	<i>Agabius</i> sp.		44,444						
C	Elmidae								
6	<i>Heterelmis</i> sp.				33,333		11,111		22,222
7	<i>Heterelmis</i> sp.						22,222		
D	Psephenidae								
	Palaemonidae								
9	<i>Macrobrachium</i> sp.	33,333	33,333	22,222	11,111	77,777			
	JUMLAH TAKSA	2	3	2	3	2	4	2	3
	TOTAL KEPADATAN	44,444	99,999	33,333	55,555	111,111	66,666	55,555	55,555
	INDEKS KEANEKARAGAMAN (H')	0,562	1,061	0,637	0,950	0,611	1,330	0,673	1,055
	INDEKS KESERAGAMAN (E)	0,811	0,966	0,919	0,865	0,881	0,959	0,919	0,963

Keterangan :

- I = Benthos pada hulu Sungai Tasik (sebelum LA)
- II = Benthos pada hulu Sungai Aek Torop (sebelum LA)
- III = Benthos pada hilir Sungai Tasik (setelah LA)
- IV = Benthos pada hilir Sungai Aek Torop (setelah LA)
- A = Pengamatan I
- B = Pengamatan II

c. Indeks Keseragaman (E)

Menurut Krebs (1985) nilai indeks keseragaman jenis dapat digunakan untuk menentukan kualitas perairan. Jika nilai E makin rendah maka kualitas perairan akan semakin buruk. Berdasarkan nilai indeks keseragaman (E) pada Tabel 4. terlihat bahwa nilai E pada semua lokasi pengamatan baik sebelum LA maupun setelah LA tergolong

tinggi karena memiliki nilai $E > 0.6$. Nilai E yang tinggi pada setiap lokasi pengamatan menunjukkan bahwa species tersebar merata dan tidak ada perbedaan berarti antara nilai E sebelum aplikasi lahan dan setelah aplikasi lahan, sehingga aplikasi limbah cair ke lahan perkebunan Aek Torop tidak menimbulkan dampak yang negatif terhadap indeks keseragaman (E) species benthos di lokasi yaitu Sungai Tasik dan Aek Torop.

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Keseragaman Berdasarkan Indeks Ekuitabilitas (E) (Krebs, 1985)

Indeks Ekuitabilitas (E)	Tingkat keseragaman
$E < 0.4$	Rendah
$0.4 \leq E < 0.6$	Sedang
$E \geq 0.6$	Tinggi

2. Plankton

Plankton merupakan organisme akuatik yang hidupnya melayang-layang dan pergerakannya sangat dipengaruhi gerakan air. Plankton terbagi menjadi dua yaitu fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton adalah plankton bersifat tumbuhan yang sangat berperan penting dalam ekosistem akuatik, karena memiliki klorofil sehingga mampu berfotosintesis. Zooplankton adalah plankton bersifat hewan yang merupakan konsumen fitoplankton (Barus, 2001)

a. Kepadatan Populasi

Berdasarkan data pada Tabel 5. terlihat bahwa jumlah kelimpahan plankton sebelum lahan aplikasi yaitu di hulu Sungai Tasik (1700.68 ind./L.) dan hulu Sungai Aek Torop (2312.91 ind./L.) sedangkan setelah aplikasi jumlah kelimpahan plankton di hilir Sungai

Tasik (1836.73 ind./L) dan hilir Sungai Aek Torop (1836.71 ind./L.).

Kepadatan populasi plankton di Sungai Tasik dan Aek Torop tidak menunjukkan perbedaan berarti. Hal tersebut membuktikan bahwa tidak terjadi dampak negatif pemanfaatan limbah cair ke lahan perkebunan terhadap kepadatan populasi plankton di Sungai Tasik dan Aek Torop.

b. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman plankton pada semua lokasi tergolong rendah karena memiliki nilai $0 < H' < 2.303$, kecuali nilai indeks keanekaragaman di bagian hilir Sungai Tasik (setelah LA) tergolong sedang karena bernilai 2,306. Nilai indeks keanekaragaman sangat dipengaruhi oleh jumlah spesies, jumlah individu dan penyebaran individu pada masing-masing spesies (Barus, 2001).

Jika indeks keanekaragaman lokasi sebelum aplikasi limbah cair dibandingkan dengan setelah aplikasi limbah cair baik di Sungai Tasik maupun Sungai Aek Torop terlihat bahwa nilai indeks keanekaragaman tidak menunjukkan perbedaan, sehingga dapat dikatakan bahwa pemanfaatan limbah cair ke lahan perkebunan Aek Torop tidak berdampak negatif terhadap plankton di Sungai Tasik dan Sungai Aek Torop.

Tabel 5. Hasil Analisis Kelimpahan Plankton di Kebun Aek Torop PTPN III

No	TAKSA	LOKASI							
		I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
FITOPLANKTON									
I	Klass : Baccilariophyceae								
1	<i>Meridion</i> sp.					136,05			
2	<i>Asterionella</i> sp.		68,027			272,11	204,081		
	Fam. Nitzschiaceae						136,054		
4	<i>Pithophora</i> sp.	136,05	136,054						
5	<i>Rhizoclonium</i> sp.				136,054				
	Fam. <i>Chaetophoraceae</i>								
6	<i>Microthamnion</i> sp.				204,081				
	Fam. Coccomyxaceae								
7	<i>Elakothrix</i> sp.				68,027				272,108
	Fam. <i>Cylindrocapsaceae</i>								
8	<i>Leptosira</i> sp.								
	Fam. Desmidiaceae								
9	<i>Desmidium</i> sp.						136,054		
10	<i>Hyalotheca</i> sp.		204,081						
	Fam. Endosphaeraceae								
11	<i>Phyllobium</i> sp.								
	Fam. Oocystaceae								
12	<i>Ankistrodesmus</i> sp.						136,054		
13	<i>Cerasterias</i> sp.								
14	<i>Closteriopsis</i> sp.	204,08	204,081			136,05	68,027		
15	<i>Dactylococcus</i> sp.				136,054				68,027
16	<i>Pachycladon</i> sp.								
17	<i>Selenastrum</i> sp.					408,16			
	Fam. Mesotaeniaceae								
18	<i>Gonatozygon</i> sp.				136,054	136,05	68,027		
	Fam. Microspora sp.								
19	<i>Microspora</i> sp.				68,027				204,081

No	TAKSA	LOKASI							
		I		II		III		IV	
		A	B	A	B	A	B	A	B
	Fam. Schizogoniaceae								
20	<i>Prasiola</i> sp.	204,08							
	Fam. Sphaeropleaceae								
23	<i>Schizochlamys</i> sp.								136,054
	Fam. Ulothrichaceae								
24	<i>Uronema</i> sp.	204,08	272,108					136,054	
	Fam. Lemnaceae								
27	<i>Lemanea</i> sp.	136,05	136,054					68,027	
III	Chrysophyceae								
28	<i>Phaeothamnion</i> sp.								
	Fam. Thoreaceae								
29	<i>Thorea</i> sp.					136,054	136,054		
	ZOOPLANKTON								
I	Klass : Filosa								
	Fam. Arcellidae								
30	<i>Arcella</i> sp.		68,027						68,027
	Fam. Centropyxidae								
31	<i>Centropyxis</i> sp.								204,081
32	<i>Paraquadrula</i> sp.	204,08	136,054						
II	Klass : Lobosa								
	Fam. Mayorellidae								
33	<i>Dinamoeba</i> sp.	136,05			136,054				68,027
III	Klass: Granulo-reticulosa								
	Fam. Diffugiidae								
34	<i>Diffugia</i> sp.				204,081				68,027
JUMLAH TAKSA		9	11	10	10	8	11	10	10
JUMLAH KELIMPAHAN		1700,68	1.948.783	2312,91	1.700,675	1836,73	1.564,621	1836,71	1360,54
INDEKS KEANEKARAGAMAN (H')		2,148	2,300	2,150	2,172	1,931	2,306	2,115	2,155
INDEKS KESERAGAMAN (E)		0,978	0,959	0,934	0,943	0,929	0,962	0,918	0,936

Keterangan :

- I = bagian hulu Sungai Tasik (sebelum LA)
- II = bagian hulu Sungai Aek Torop (sebelum LA)
- III = bagian hilir Sungai Tasik (setelah LA)
- IV = bagian hilir Sungai Aek Torop (setelah LA)
- A = pengamatan tanggal 18-19 Mei 2005
- B = pengamatan tanggal 25 November 2005

c. Indeks Keseragaman

Berdasarkan Tabel 6. terlihat plankton semua lokasi pengamatan memiliki nilai E tinggi karena $E > 0.6$ (Tabel 4.). Tingginya nilai E pada semua lokasi menunjukkan bahwa plankton tersebar merata. Keadaan ini menunjukkan kondisi fisik kimia Sungai Tasik dan Sungai Aek Torop sangat mendukung kehidupan plankton dan tidak ada dampak negatif dengan adanya pemanfaatan limbah cair ke lahan perkebunan terhadap indeks keseragaman (E) plankton.

3. Produksi TBS

Aplikasi limbah cair ke lahan perkebunan meningkatkan produksi TBS. Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan data produksi TBS pada lahan aplikasi limbah cair dan lahan non aplikasi limbah cair (Tabel 2.)

Berdasarkan Tabel 2. terlihat bahwa aplikasi limbah cair berpengaruh meningkatkan produksi TBS 17,53 % pada tahun 2004 dan 13,80% pada tahun 2005. jika dibandingkan dengan lahan non aplikasi limbah cair. Pada tahun 2004 lahan dengan aplikasi limbah cair memberikan rata-rata produksi sebanyak 25,39 kg/tros atau 24.222 kg/ha sedangkan lahan non aplikasi limbah cair hanya memberikan produksi TBS 23,22 kg/tros atau 20.609 kg/ha. Pada tahun 2005 lahan dengan aplikasi limbah cair memberikan rata-rata produksi sebanyak 23,64 kg/tros atau 17.650 kg/ha sedangkan lahan non aplikasi limbah cair hanya memberikan produksi TBS 21,67 kg/tros atau 15.510 kg/ha. Fakta tersebut menunjukkan aplikasi limbah cair berpengaruh positif terhadap peningkatan produksi TBS.

Tabel 6. Data Produksi TBS pada Lahan Aplikasi Limbah Cair dan Lahan Non Aplikasi Limbah Cair di Kebun Aek Torop, PT Perkebunan Nusantara III, Labuhanbatu.

Tahun	Tahun tanam	Blok	Luas (Ha)	Areal aplikasi limbah cair						Areal non aplikasi limbah cair			
				Luas (Ha)	Produksi				Luas (Ha)	Produksi			
					Tros	kg	kg/tros	kg/ha		Tros	kg	kg/tros	kg/ha
2004	1980	Q-13	20,3	1,13	1,064	25,560	24,96	23,504	19,17	16,088	366,740	22,80	19,130
		R-12	19,4	0,47	497	12,520	25,19	26,638	18,93	18,709	434,590	23,22	22,957
		R-13	19,9	1,57	1,578	40,370	25,58	25,713	18,33	17,073	395,720	23,17	21,589
		S-15	25,0	1,41	1,230	31,490	25,60	22,333	23,59	19,126	452,090	23,63	19,164
		Jumlah	84,6	4,58	4,369	110,940			80,02	70,996	1,649,140		
2005 sd Okt	1980	Q-13	20,3	1,13	798	18,290	22,92	16,185	19,17	12,654	274,020	21,65	14,294
		R-12	19,4	0,47	395	9,300	23,54	19,787	18,93	14,670	315,410	21,50	16,662
		R-13	19,9	1,57	1,265	30,260	23,92	19,274	18,33	14,391	312,900	21,74	17,070
		S-15	25,0	1,41	961	22,990	23,92	16,305	23,59	15,539	338,750	21,80	14,360
		Jumlah	84,6	4,58	3,419	80,840			80,02	57,254	1,241,080		

Sumber : Data Produksi Kebun Aek Torop, PT Perkebunan Nusantara III Tahun 2004-2005

D. Kesimpulan

1. Pemanfaatan limbah cair PKS di Kebun Aek Torop dikelola secara tepat, tidak terjadi kebocoran (meluap) ke Sungai Aek Torop dan Sungai tasik.

2. Pemanfaatan limbah cair pabrik pengolahan kelapa sawit tidak berdampak negatif terhadap kepadatan populasi, indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman benthos dan plankton.

3. Pemanfaatan limbah cair pabrik pengolahan kelapa sawit meningkatkan produksi TBS 17,53% pada tahun 2004 dan 13,80% pada tahun 2005 jika dibandingkan dengan lahan non aplikasi limbah cair.

E. Daftar Pustaka

- APHA (1992). Standard Methods for Examination of Water and Waste Water. 18th edition. Washington.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/Kep-MenLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.. Jakarta: Bapedal.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.. 28 Tahun 2003.. tentang Pedoman Teknis Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah Industri Minyak Sawit pada Tanah Perkebunan Kelapa Sawit. Jakarta: Bapedal
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.. 28 Tahun 2003.. tentang Pedoman, Syarat dan Tata Cara Perizinan Pemanfaatan Air Limbah Industri Minyak Sawit pada Tanah Perkebunan Kelapa Sawit. Jakarta: Bapedal.
- Barus, T. A (2001). Pengantar Limnologi. Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Medan : Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Direktorat Jenderal Bina Perkebunan. (2004). Rencana Strategis Pembangunan Agribisnis Perkebunan 2005-2010.
- Hasibuan, A (2005). Prospek Perkebunan Indonesia dalam Pembangunan Ekonomi Nasional. Orasi Ilmiah pada Peringatan Dies Natalis ke-53 Universitas Sumatera Utara Medan.
- Harahap, I.Y. dan W. Daromosarkoro (2006). "Kajian Ekofisiologi Kekeringan pada Pertanaman Kelapa Sawit" Makalah pada

Diskusi Panel Peningkatan Produksi Pertanian Melalui Pendekatan Fisiologis. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.

Hynes, H.B.N (1974). The Biology of Ecology. Yogyakarta :Gadjah Mada University Press.

Infordev (2004). Studi tentang Perkebunan Kelapa Sawit dan Industri Hilirnya. PT Infordev Aditama.

Krebs, C.J (1985). Ecology, The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. New York : Evanston San Fransisco : Harper and Raw.

Koesoebiono (1979). Dasar-dasar Ekologi Umum Bagian IV : (Ekologi Perairan). Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan . Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Lubis, B. dan P.L. Tobing (1989). "Potensi Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit". Buletin. Perkebunan. Medan : Pusat Penelitian Perkebunan Kelapa Sawit, 20(1) : 49-56.

Lubis, H.P Umar., P.L. Tobing., W.P. Manurung, Gunawan dan Andalusia (1996). "Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Cara Land Application". Lokakarya Nasional Land Application. Jakarta.

Pamin, K. M.M. Siahaan dan P.L. Tobing (1996). "Pemanfaatan Limbah Cair PKS pada Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia". Lokakarya Nasional Pemanfaatan Limbah Cair cara Land Application. Jakarta, 26-27 November 1996.

Tudorancea, C., R.H. Green and J. Huebner (1978). "Strukture Dynamic and Production of the Benthic Fauna in Lake Manitoba". Journal Hyrobiologia 64(1). 59-95.

**PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KELAPA SAWIT
PADA BEBERAPA LINGKUNGAN DI SUMATERA UTARA**

Wagino¹, Didik Indradewa² dan Bambang Hendro Sunarminto²
¹Dosen STIPAP

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit pada beberapa wilayah atau kebun yang berbeda dan mencari kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit. Penelitian dilaksanakan pada April Juli 2007 di empat kebun milik PT. Perkebunan Nusantara IV, Sumatera Utara yaitu Kebun Adolina di Kabupaten Serdang Bedagai, Kebun Dolok Ilir, Kebun Marihat dan kebun Bah Birung Ulu di Kabupaten Simalungun. Penelitian menggunakan uji antar lokasi dengan rancangan acak kelompok lengkap untuk 3 ulangan, dan tanaman sampel tiap ulangan sebanyak 10 tanaman dengan pertumbuhan dan hasil menjadi peubah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan dan hasil kelapa sawit di empat lokasi menunjukkan adanya perbedaan, hal ini berarti adanya hubungan erat antara lingkungan dengan pertumbuhan dan hasil tanaman. Tanaman di dataran tinggi memiliki pertumbuhan vegetatif lebih tinggi tetapi produktivitas lebih rendah dibandingkan dengan tanaman di dataran rendah. Produktivitas rerata umur 8-10 tahun di dataran rendah untuk kebun Dolok Ilir (kelas S2) mencapai 27,3 ton tbs/ha/tahun dan kebun Adolina (kelas S2) mencapai 27,04 ton tbs/ha/tahun, sedangkan di dataran tinggi untuk kebun Marihat (kelas S3) mencapai 16,12 ton tbs/ha/tahun dan kebun Bah Birung Ulu (kelas N2) mencapai 14,89 ton tbs/ha/tahun.

Kata kunci : *lingkungan, pertumbuhan, hasil kelapa sawit*

A. Pendahuluan

Perluasan areal kelapa sawit (*elaeis guineensis jacq*) dari tahun ke tahun terus meningkat. Hal ini sejalan dengan fungsi penting dan kebutuhan akan minyak kelapa sawit yang juga terus meningkat. Minyak kelapa sawit merupakan komoditas yang mempunyai nilai strategis karena merupakan bahan baku utama pembuatan minyak makan. Sementara minyak makan merupakan salah satu dari sembilan kebutuhan pokok bangsa Indonesia. Permintaan yang besar akan minyak makan di dalam dan luar negeri merupakan indikasi pentingnya komoditas kelapa sawit dalam perekonomian (Pahan, 2006).

Minyak sawit dan minyak inti sawit umumnya digunakan untuk pangan dan nonpangan. Dari segi pangan, minyak sawit

atau minyak inti sawit digunakan sebagai bahan untuk membuat minyak goreng, lemak pangan, margarin, lemak khusus, kue, biskuit, atau es krim. Dalam produksi nonpangan minyak sawit atau minyak inti sawit banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat sabun, deterjen, surfaktan, pelunak, pelapis, pelumas, bahan bakar mesin diesel, dan kosmetika (Sunarko, 2007).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus-menerus sepanjang daur hidup, bergantung pada tersedianya meristem, hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung. Secara

empiris pertumbuhan tanaman dapat dinyatakan sebagai fungsi dari genotipe dan lingkungan. Ciri-ciri tertentu suatu tumbuhan terutama dipengaruhi oleh genotipe sedangkan ciri-ciri lainnya oleh lingkungan dan tingkat pengaruh masing-masing bergantung dari ciri tertentu tersebut (Gardner et al, 1991).

PT. Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV) yang berlokasi di Sumatera Utara merupakan salah satu BUMN perkebunan terbesar, yang tersebar di beberapa wilayah dengan keadaan tanah, iklim dan bentuk wilayah yang berbeda. Pada tahun 2006 areal kelapa sawit PTPN IV seluas 133.483,66 ha yang terdiri dari tanaman menghasilkan seluas 91.968 ha, tanaman belum menghasilkan seluas 24.739,66 ha dan tanaman ulangan, baru serta konversi 16.776 ha. Produksi tandan buah segar (TBS) mencapai 2.008.089 ton, diolah menjadi minyak sawit dan inti sawit dengan produksi masing-masing 464.627 ton dan 97.501 ton (PTPN IV, 2007).

Kondisi lingkungan yang berbeda akan menghasilkan produktivitas tanaman yang berbeda pula. Kajian tentang pertumbuhan dan hasil kelapa sawit pada wilayah yang berbeda atau beberapa kebun perlu dilakukan untuk memberikan informasi yang akurat tentang lingkungan yang dapat memberikan hasil tinggi pada tanaman kelapa sawit serta tindakan kultur teknis yang perlu dilakukan. Berdasarkan pada informasi tersebut pengembangan kelapa sawit dapat dilakukan ke daerah-daerah yang memiliki karakteristik tanah yang produktif. Pengembangan kelapa sawit di Sumatera Utara di daerah dengan ketinggian >400 meter di atas permukaan laut banyak ditemui permasalahan seperti mutu buah yang kurang baik, penyakit busuk tandan buah dan produktivitas yang rendah. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit pada beberapa wilayah/kebun yang berbeda.

B. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan April sampai Juli 2007 di empat kebun yang memiliki kondisi lingkungan berbeda milik PTPN IV Sumatera Utara. Keempat kebun tersebut adalah Kebun Adolina di Kabupaten Serdang Bedagai, Kebun Dolok Ilir, Kebun Marihat dan Kebun Bah Birung Ulu di Kabupaten Simalungun.

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan melakukan pengamatan dan pengukuran terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kelapa sawit serta pengukuran suhu, kelembaban dan intensitas sinar matahari pada empat kebun yang berbeda. Data sekunder terdiri dari data produksi tanaman dan iklim. Data produksi diperoleh dari data produksi kebun (LM 76), data curah hujan diperoleh dari data di afdeling lokasi penelitian dan data iklim 10 tahun terakhir diperoleh pada stasiun klimatologi Sampali dan stasiun meteorologi pertanian khusus PPKS Marihat. Alat yang digunakan adalah termometer maksimum minimum, higrometer, light meter, bagan warna daun, timbangan, penggaris, meteran, jangka sorong dan atk.

Penelitian menggunakan metode survei pada 4 kebun/lingkungan tumbuh kelapa sawit di PTPN IV dengan disain menggunakan uji antar lokasi dengan rancangan dasar rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan 3 ulangan, di mana tanaman sampel tiap ulangan sebanyak 10 tanaman serta pertumbuhan dan hasil menjadi peubah. Komponen pertumbuhan yang diamati adalah jumlah daun atau pelepah yang terbentuk, panjang rachis (m), lebar dan tebal petiole (cm), jumlah, lebar dan panjang anak daun, luas daun per pelepah (m²), indeks luas daun (ILD), skala warna daun, tinggi batang (m), diameter batang (m), bobot kering daun (kg) dan bobot kering batang (kg). Komponen hasil dan hasil yang diamati adalah jumlah tandan

per pokok, rata-rata bobot tandan (kg/tandan), bobot kering tandan, jumlah spikelet, jumlah buah per tandan, persentase buah jadi/tandan, bobot per buah (gr/buah), panjang buah (cm), diameter buah (cm), tebal daging buah (mm), tebal cangkang (mm) dan tebal inti (mm), potensi produksi (ton TBS/ha/tahun) dan rendemen minyak. Analisis data menggunakan analisis/sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penilaian Kelas Kesesuaian Lahan

Penilaian kelas kesesuaian lahan menurut PPKS didasarkan pada sembilan karakteristik lahan yang meliputi curah hujan, bulan kering, ketinggian di atas permukaan laut, bentuk wilayah/kemiringan lahan, batuan di permukaan dan di dalam tanah, kedalaman efektif, tekstur tanah, kelas drainase dan kemasaman tanah (pH). Hasil penilaian kelas kesesuaian lahan untuk ke empat kebun disajikan pada Tabel 1.

Penilaian kelas kesesuaian lahan diperoleh hasil bahwa kebun Adolina termasuk kelas S2-k2,s1,t1,d1, artinya kelas S2 (sesuai) dengan faktor pembatas bulan kering (sedang), kedalaman efektif (ringan), tekstur tanah (ringan) dan kelas drainase (ringan). Kebun Dolok Ilir termasuk kelas S2-k1,s1,d1,a1, artinya kelas S2 (sesuai) dengan faktor pembatas bulan kering (ringan), kedalaman efektif (ringan), kelas drainase (ringan) dan kemasaman tanah (ringan). Kebun Marihat termasuk kelas S3-l3,w2,s1,t1,d2, artinya kelas S3 (agak sesuai) dengan faktor pembatas ketinggian di atas permukaan laut (berat), bentuk wilayah/kemiringan lahan (sedang), kedalaman efektif (ringan), tekstur tanah (ringan) dan kelas drainase (sedang). Kebun Bah Birung Ulu termasuk kelas N2-l3,w3,s1,t1,d3, artinya kelas N2 (tidak sesuai permanen) dengan faktor pembatas ketinggian di atas permukaan laut (berat), bentuk wilayah/kemiringan lahan (berat), kedalaman efektif (ringan), tekstur tanah (ringan) dan kelas drainase (berat).

No	Karakteristik lahan	Sim-bol	Kebun			
			Adolina	Dolok Ilir	Marihat	BB Ulu
1	Curah hujan (mm)	h	1.767	2.113	2.484	2.938
2	Bulan kering (bulan)	k	2,2	1,4	0,71	0,4
3	Ketinggian di atas permukaan laut (m)	l	15	200	500	700
4	Bentuk wilayah/kemiringan lahan (%)	w	datar	datar-berombak	bergelombang-berbukit	berbukit
5	Batuan di permukaan dan di dalam tanah (% - volume)	b	<3	<3	<3	<3
6	Kedalaman efektif (cm)	s	90	85	87	84
7	Tekstur tanah	t	geluh pasir, geluh lempung pasir, lempung	geluh lempung pasir	lempung, lempung pasir	lempung pasir
8	Kelas drainase	d	agak terhambat	agak cepat	cepat	sangat cepat
9	Kemasaman tanah (pH)	a	5,6	4,73	5,7	5,2
Kelas Kesesuaian Lahan			S2-k2,s1,t1,d1	S2-k1,s1,d1,a1	S3-l3,w2,s1,t1,d2	N2-l3,w3,s1,t1,d3

Kebun di dataran rendah memiliki faktor pembatas berupa bulan kering, kedalaman solum, tekstur tanah, drainase dan pH, sedangkan di dataran tinggi memiliki faktor pembatas berupa ketinggian tempat, bentuk wilayah, kedalaman solum, tekstur tanah dan drainase. Dari keempat kebun tersebut terlihat bahwa kebun Dolok Ilir memiliki faktor pembatas paling sedikit, diikuti oleh Kebun Adolina, Marihat dan Bah Birung Ulu. Ini menunjukkan bahwa wilayah dataran rendah lebih sesuai untuk tanaman

kelapa sawit dibandingkan dengan dataran tinggi dan kebun Dolok Ilir merupakan lahan yang paling baik dibandingkan dengan ketiga kebun lainnya.

Pertumbuhan Tanaman

Hasil pengukuran terhadap komponen pertumbuhan tanaman disajikan pada Tabel 2. Dari hasil analisis ragam terlihat bahwa komponen pertumbuhan tanaman dari keempat kebun menunjukkan perbedaan yang nyata kecuali skala warna daun.

Tabel 2. Komponen Pertumbuhan Tanaman pada Keempat Kebun

No.	Uraian	Kebun			
		Adolina	Dolok Ilir	Marihat	BB Ulu
1.	Daun :				
	a. Jumlah daun terbentuk	246,67 a	251,2 a	225,07 b	222,67 b
	b. Panjang rachis (m)	5,45 d	5,91 c	6,53 b	6,87 a
	c. Petiole :				
	i. Lebar (cm)	9,19 d	9,62 c	10,16 b	10,82 a
	ii. Tebal (cm)	4,35 b	4,42 b	4,76 a	4,95 a
	d. Anak daun :				
	i. Jumlah pasang	159,77 b	167,37 a	171,57 a	170,27 a
	ii. Lebar (cm)	4,84 b	4,9 b	5,06 b	5,49 a
	iii. Panjang (cm)	104,15 b	107,48 b	114 a	115,52 a
	e. Luas daun per pelepah (m ²)	8,83 d	9,65 c	10,85 b	11,91 a
	f. Indeks luas daun	4,93 b	5,31 b	5,6 b	7,41 a
	g. Bobot kering per daun (kg)	4,31 c	4,56 c	5,17 b	5,7 a
	h. Bobot kering daun per phn (kg)	207,03 c	219,06 c	248,02 b	273,39 a
	i. Skala warna daun	4,64 a	4,72 a	4,87 a	4,55 a
2.	Batang :				
	a. Tinggi batang (m)	4,45 c	4,9 bc	5,31 b	6,07 a
	b. Diameter batang (m)	0,84 ab	0,76 c	0,88 a	0,83 b
	c. Bobot kering batang (kg)	395,63 b	374,13 b	545,8 a	531,49 a

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5 %.

Dari perkiraan jumlah daun terbentuk daun terbanyak dijumpai pada tanaman di kebun Dolok Ilir (kelas S2) diikuti oleh Adolina (kelas S2), Marihat (kelas S3) dan Bah Birung Ulu (kelas N2). Ini menunjukkan bahwa tanaman di kebun dataran rendah, produksi daunnya lebih banyak dibandingkan dengan di dataran tinggi. Perbedaan jumlah daun kemungkinan disebabkan karena elevasi (ketinggian tempat dari permukaan laut). Elevasi untuk pengembangan kelapa sawit adalah kurang dari 400 m dpl, areal dengan ketinggian tempat lebih dari 400 m dpl tidak disarankan lagi untuk pengembangan kelapa sawit (Buana et al, 2004). Kebun Adolina dan

Dolok Ilir berada di bawah 200 m dpl, sedangkan kebun Marihat dan Bah Birung Ulu di atas 400 m dpl. Menurut Fairhurst dan Hardter (2003) pada elevasi yang lebih tinggi terjadi pengurangan radiasi matahari.

Pengurangan radiasi matahari pada dataran tinggi akan mempengaruhi proses fotosintesis dan dampaknya pada pembentukan daun. Menurut Corley dan Tinker (2003) produksi daun menentukan produksi tandan. Hal ini karena bunga muncul dari ketiak daun, dan setiap ketiak daun hanya dapat menghasilkan satu infloresen.

Rachis terpanjang dijumpai pada kebun Bah Birung Ulu diikuti oleh Marihat, Dolok

Ilir dan Adolina. Ini menunjukkan bahwa kebun yang terletak di dataran tinggi mempunyai rachis yang lebih panjang dibandingkan dengan di dataran rendah. Ini berhubungan dengan tanggapan tanaman terhadap ketinggian tempat dan cahaya. Sebagaimana dinyatakan Salisbury dan Ross (1995), apabila cahaya rendah maka fotosintesis menurun sehingga terjadi pemanjangan batang karena meregang dan karena daun mengarah ke tempat yang tingkat cahayanya lebih tinggi. Ini bukan efek etiolasi, tetapi lebih terpacunya pertumbuhan vegetatif tanaman pada dataran tinggi.

Lebar dan tebal petiole atau tangkai daun terlebar dan tertebal dijumpai pada kebun Bah Birung Ulu diikuti oleh kebun Marihat, Dolok Ilir dan Adolina. Lebar dan tebal petiole perlu diukur untuk menghitung bobot kering daun. Ada kaitan yang erat antara lebar dan tebal petiole dengan berat kering daun. Jumlah pasang anak daun terbanyak dijumpai pada kebun Marihat diikuti oleh kebun Bah Birung Ulu, Dolok Ilir dan Adolina. Untuk anak daun terlebar dan terpanjang dijumpai pada kebun Bah Birung Ulu diikuti oleh kebun Marihat, Dolok Ilir dan Adolina. Jumlah, lebar dan panjang anak daun sangat penting untuk menghitung luas daun.

Luas daun per pelepah terluas dijumpai pada kebun Bah Birung Ulu, diikuti oleh kebun Marihat, Dolok Ilir dan Adolina. Luas daun berhubungan erat dengan jumlah, lebar dan panjang anak daun. Menurut Gray (1969) dan Pahan (2006) bahwa luas daun meningkat secara progressif pada umur sekitar 8 - 10 tahun setelah tanam. Biasanya luas daun pada umur yang sama beragam dari satu daerah ke daerah lain tergantung dari faktor-faktor kesuburan tanah serta stres air (penutupan stomata). Untuk ke empat daerah ini air bukan merupakan faktor pembatas sehingga perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh cahaya. Luas daun per pelepah berhubungan erat dengan indeks luas daun.

Dengan diketahuinya luas daun per pelepah maka dapat ditentukan berapa pelepah yang harus dipertahankan untuk mendapatkan indeks luas daun yang optimal.

Indeks luas daun (ILD) berhubungan erat dengan luas daun perpelepah. Indeks luas daun tertinggi dijumpai pada kebun Bah Birung Ulu sebesar 7,41 yang diikuti oleh kebun Marihat sebesar 5,6 dan Dolok Ilir sebesar 5,31 serta Adolina sebesar 4,93. Gardner et al (1991) menyatakan bahwa daun sebagai organ utama untuk menyerap cahaya dan untuk melakukan fotosintesis. ILD pada laju pertumbuhan tanaman (LPT) maksimum sebagai ILD optimum karena di atas nilai optimum nilai LPT menurun bersama dengan meningkatnya ILD. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Harahap dan Darmosarkoro (1999) hasil penghitungan koefisien pepadaman (k) menunjukkan bahwa tajuk kelapa sawit memiliki koefisien pepadaman 0,32 dan radiasi surya yang ditransmisikan oleh tanaman dewasa dengan ILD 56 relatif kecil yaitu 18-20 %. Corley (1983) mengemukakan bahwa hasil ekonomi maksimum dicapai pada ILD sekitar 6. Dari data tersebut diketahui bahwa tanaman di kebun Bah Birung Ulu mempunyai ILD diatas 6. ILD yang tinggi mengakibatkan daun saling menaungi, sehingga daun-daun di bagian bawah tidak bisa melakukan fotosintesis secara optimal.

Berdasarkan pengukuran luas daun per pelepah agar mencapai ILD optimum yaitu 6. Jumlah pelepah ideal yang dipertahankan pada kebun Adolina, Dolok Ilir dan Marihat sebanyak 48 pelepah, sedangkan pada kebun Bah Birung Ulu sebanyak 40 pelepah. Untuk kerapatan pokok optimum maka untuk kebun Adolina 142 pokok/ha, kebun Dolok Ilir 130 pokok/ha, kebun Marihat 115 pokok/ha dan kebun Bah Birung Ulu 105 pokok/ha.

Bobot kering per daun berhubungan erat dengan lebar dan tebal petiole, sehingga tanaman di kebun Bah Birung Ulu yang

mempunyai petiole terlebar dan tertebal mempunyai bobot kering per daun paling berat, diikuti oleh kebun Marihat, Dolok Ilir dan Adolina. Begitu juga untuk bobot kering daun per pohon.

Batang tanaman tertinggi dijumpai pada kebun Bah Birung Ulu diikuti oleh kebun Marihat, Dolok Ilir dan Adolina. Tinggi batang penting diketahui untuk menduga bobot kering batang. Gardner et al (1991) menyatakan cahaya mempunyai pengaruh nyata terhadap pertumbuhan batang. Ruas tanaman yang ternaungi seperti pada tegakan yang rapat lebih terentang ataulebih panjang. Pengaruh penaungan itu dianggap disebabkan oleh peningkatan auksin yang mungkin bekerja secara sinergis dengan GA. Secara teoritis perusakan auksin karena cahaya lebih sedikit pada tegakan yang ternaungi karena penyinaran kuat menurunkan auksin dan mengurangi tinggi tanaman. Menurut Pahan (2006) penambahan tinggi batang bisa mencapai 35 75 cm per tahun, tergantung pada keadaan lingkungan tumbuh dan keragaman genetik. Laju produksi daun kemungkinan tidak begitu berpengaruh terhadap pertumbuhan batang.

Diameter batang terbesar dijumpai pada kebun Marihat diikuti oleh kebun Adolina, Bah Birung Ulu dan Dolok Ilir. Diameter batang penting diketahui untuk menduga bobot kering batang. Bobot kering batang berhubungan erat dengan diameter batang dan tinggi batang. Dari data diperoleh bahwa bobot kering terberat dijumpai pada kebun Marihat diikuti oleh kebun Bah Birung Ulu, Dolok Ilir dan Adolina. Ini menunjukkan bahwa tanaman di dataran tinggi mempunyai bobot kering batang lebih tinggi dibandingkan di dataran rendah.

Komponen Hasil dan Hasil Tanaman

Komponen hasil diperoleh dari pengamatan dan pengukuran di lapangan. Hasil tanaman diambil dari data sekunder produksi kebun (LM 76) pada blok yang diamati meliputi produktivitas (ton tbs/ha), rerata berat tandan (kg/tandan) dan jumlah tandan per pohon. Hasil tanaman yang dianalisis yaitu hasil tanaman rerata pada umur 8 10 tahun, yang merupakan umur tanaman memasuki produksi puncak. Data rendemen diperoleh dari data pabrik kelapa sawit. Data komponen hasil dan hasil tanaman disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen hasil dan hasil pada keempat kebun

No.	Uraian	Kebun				
		Adolina	Dolok Ilir	Marihat	BB Ulu	
1.	Jumlah tandan di pohon	6,67	a 5,53	ab	4,9 bc	3,83 c
2.	Bobot tandan :					
	a. Bobot per tandan buah segar (kg)	18,78	c 24,68	b	26,6 a	25,08 b
	b. Bobot kering per tandan (kg)	9,96	c 13,08	b	14,1 a	13,29 b
3.	Jumlah spikelet per tandan	147,1	c 158,5	b	164,4 a	157,37 b
4.	Jumlah buah per tandan	1123,6	c 1367,	ab	1460,2 a	1334,77 b
5.	Persentase buah jadi (%)	56,87	a 56,48	a	55,9 a	56,55 a
6.	Bobot per buah :					
	a. Bobot brondolan (gr)	15,8	b 16,42	b	16,45 b	19,13 a
	b. Bobot buah rata-rata (gr)	11,95	b 11,77	b	12,24 b	13,36 a
7.	Hasil tanaman rerata umur 8-10 tahun:					
	a. Hasil per ha (ton tbs/ha/tahun)	27,04	a 27,3	a	16,12 b	14,89 b
	b. Rerata berat tandan (kg/tandan)	14,16	d 21,58	a	15,68 c	20,3 b
	c. Jumlah tandan per pohon	14,62	a 11,37	b	9,45 b	5,61 c
8.	Rendemen minyak sawit (%)	24,05	23,52		23,35	23,10

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5 %.

Dari hasil analisis ragam terlihat bahwa komponen hasil dan hasil dari keempat kebun menunjukkan perbedaan yang nyata kecuali persentase buah jadi. Jumlah tandan di pohon saat dilakukan pengamatan diperoleh bahwa jumlah tandan terbanyak dijumpai di kebun Adolina (kelas S2) yang diikuti Dolok Ilir (kelas S2), Marihat (kelas S3) dan Bah Birung Ulu (kelas N2). Jumlah tandan antara kebun Adolina dan Dolok Ilir tidak berbeda nyata, begitu juga jumlah tandan kebun Marihat dan Bah Birung Ulu tidak berbeda nyata. Ini menunjukkan bahwa kebun di dataran rendah mempunyai jumlah tandan yang lebih banyak dibandingkan di dataran tinggi. Seperti yang dilaporkan oleh PPKS (2007), bahwa pada kebun Marihat dijumpai adanya penyakit busuk buah dan terganggunya pematangan

buah akibat cekaman lingkungan yaitu suhu rendah. Suhu rendah biasanya diikuti dengan kelembaban yang tinggi. Kondisi seperti ini menyebabkan banyak bakal buah busuk dan gagal menjadi tandan karena akan layu sebelum masak, sehingga apabila bakal buah banyak yang busuk maka tandan buah akan sedikit. Suhu minimum rata-rata di kebun Marihat mencapai 20,3°C. Menurut Gardner et al (1991) produksi biji seringkali merupakan tujuan utama produksi tanaman budidaya. Produksi biji merupakan bermacam-macam peristiwa fisiologis dan morfologis yang mengarah kepada pembungaan dan pembuahan sebagai respon terhadap fotoperiode (panjang hari) dan temperatur.

Bobot per tandan saat dilakukan pengukuran diperoleh bahwa tandan terberat

dijumpai di kebun Marihat yang diikuti kebun Bah Birung Ulu, Dolok Ilir dan Adolina. Ini menunjukkan bahwa di dataran tinggi tanaman mempunyai bobot per tandan yang lebih berat dibandingkan dengan di dataran rendah. Hal ini kemungkinan karena adanya hubungan source (sumber) dengan sink (lubuk). Stoskopf (1981) menyatakan bahwa hasil dibatasi oleh ukuran dari faktor fotosintesis yang disebut sebagai source (sumber) atau ukuran organ reproduktif yang disebut sebagai sink (lubuk). Pada kebun di dataran tinggi jumlah tandan per pokok lebih sedikit sehingga hasil fotosintat yang disalurkan ke bagian generatif dimanfaatkan oleh jumlah tandan yang jumlahnya terbatas, dan mengakibatkan ukuran tandan menjadi lebih besar dibandingkan dengan lokasi dataran rendah.

Bobot kering pertandan sebesar 0,53 dari berat tandan buah segar, sehingga bobot kering per tandan tertinggi juga pada kebun Marihat. Jumlah spikelet atau anak karangan bunga per tandan berhubungan dengan bobot tandan. Semakin banyak jumlah spikelet maka bobot tandan semakin berat. Dari data diperoleh jumlah spikelet per tandan terbanyak pada kebun Marihat, diikuti kebun Dolok Ilir, Bah Birung Ulu dan Adolina.

Jumlah buah per tandan juga berhubungan dengan jumlah spikelet, semakin banyak spikelet maka jumlah buah juga akan semakin banyak. Dari data juga diperoleh jumlah buah per tandan terbanyak pada kebun Marihat. Persentase buah jadi untuk keempat kebun tidak berbeda nyata, artinya persentase buah jadi tidak dipengaruhi oleh perbedaan lingkungan.

Buah yang diukur meliputi 3 bagian yaitu buah bagian luar atau brondolan, buah bagian tengah dan buah bagian dalam dari tandan. Rata-rata buah merupakan rerata dari ketiga bagian buah tersebut. Bobot per buah bagian luar atau brondolan tertinggi dijumpai pada tanaman di kebun Bah Birung Ulu. Bobot

JP. STIPAP 4 (1) : 43 - 52 (2010)

per buah brondolan antara kebun Marihat, Dolok Ilir dan Adolina tidak berbeda nyata, demikian juga dengan bobot buah rata-rata.

Hasil tanaman per ha atau produktivitas tanaman rerata umur 8 - 10 tahun tertinggi pada kebun Dolok Ilir, diikuti kebun Adolina, Marihat dan Bah Birung Ulu. Produktivitas tanaman antara kebun Adolina dengan Dolok Ilir tidak berbeda nyata dan antara kebun Marihat dengan Bah Birung Ulu tidak berbeda nyata. Ini menunjukkan bahwa produktivitas tanaman di kebun dataran rendah lebih tinggi daripada di dataran tinggi.

Jumlah tandan per pohon rerata umur 8 10 tahun terbanyak pada kebun Adolina dan diikuti oleh kebun Dolok Ilir, Marihat serta Bah Birung Ulu. Ini menunjukkan bahwa jumlah tandan per pohon di dataran rendah lebih banyak dibandingkan dengan di dataran tinggi. Jumlah tandan per pohon merupakan komponen yang sangat menentukan produktivitas tanaman kelapa sawit.

E. Penutup

Ada beberapa hal yang perlu dicermati berdasarkan hasil penelitian ini, yaitu (1) Pertumbuhan dan hasil kelapa sawit di empat lokasi menunjukkan adanya perbedaan, hal ini berarti adanya hubungan erat antara lingkungan dengan pertumbuhan dan hasil tanaman. (2) Tanaman di dataran tinggi memiliki pertumbuhan vegetatif lebih tinggi tetapi produktivitas lebih rendah dibandingkan dengan tanaman di dataran rendah. (3) Produktivitas rerata umur 8-10 tahun di dataran rendah untuk kebun Dolok Ilir (kelas S2) mencapai 27,3 ton tbs/ha/tahun dan kebun Adolina (kelas S2) mencapai 27,04 ton tbs/ha/tahun, sedangkan di dataran tinggi untuk kebun Marihat (kelas S3) mencapai 16,12 ton tbs/ha/tahun dan kebun Bah Birung Ulu (kelas N2) mencapai 14,89 ton tbs/ha/tahun.

Selanjutnya tindakan teknis yang perlu dilakukan pada tanaman di daerah dataran

JP. STIPAP 4 (1) : 43 - 52 (2010)

tinggi antara lain adalah pengaturan jarak tanam agar didapatkan kerapatan pokok yang optimal; manajemen tajuk agar tidak terjadi persaingan antar tanaman melalui penunasan yang tepat sehingga diperoleh indeks luas daun yang optimal (sekitar 6), serta kebersihan areal untuk mengurangi kelembaban di sekitar kebun.

F. Daftar Pustaka

- Agricultural Research & Advisory (Sdn) Berhad ARAB (2007). Report on Plantation Management PTPN IV Dolok Ilir Estate for 2007. ARAB, Selangor, Malaysia
- Agricultural Research & Advisory (Sdn) Berhad ARAB. (2007). Report on Plantation Management PTPN IV Bah Birung Ulu Estate for 2007. ARAB, Selangor, Malaysia
- Buana, L, Siahaan, D dan S. Adiputra (2004). Budidaya Kelapa Sawit. Medan : Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Corley, R. H. V (1983). "Oil Palm and Other Tropical Tree Crops". Symposium on Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments. Los Banos, Laguna, Philippines: International Rice Research Institute,
- Corley, R. H. V. and P. B. Tinker (2003). The Oil Palm. Fourth edition. New York : Blackwell Science Ltd.
- Fairhurst, T. and R. Hardter (2003). Oil Palm. Management for Large and Sustainable Yields. International Potash Institute.

- Gardner, F. P., R. B. Pearce dan R. L. Mitchell (1991). Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerjemah Herawati Susilo. Jakarta : UI Press.
- Harahap, I. Y. dan W. Darmosarkoro (1999).. Pendugaan Kebutuhan Air untuk Pertumbuhan Kelapa Sawit di Lapang dan Aplikasinya dalam Pengembangan Sistem Irigasi. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 7(2):87-104.
- Pahan, I (2006). Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Jakarta : Penebar Swadaya.
- PT Perkebunan Nusantara IV (1999). Peta Kelas Kesesuaian Lahan PTPN IV. Bah Jambi, Pematang Siantar.
- PT Perkebunan Nusantara IV. 2007. Company Profile PTPN IV. Medan.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit (2007). Rekomendasi Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan Kebun Adolina PTPN IV Tahun 2007. Medan : PPKS.
-(2007). Rekomendasi Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan Kebun Marihat PTPN IV Tahun 2007. PPKS, Medan.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross (1995). Fisiologi Tumbuhan (Penerjemah Diah R. Lukman dan Sumaryono). Bandung : ITB.
- Stoskopf, N. C (1981). Understanding Crop Production. Virginia: Prentice-Hall Company.
- Sunarko (2007). Petunjuk Praktis Budidaya dan Pengolahan Kelapa Sawit. Jakarta : Agromedia Pustaka.

UNDER PLANTING: TEKNIS PEREMAJAAN TANAMAN KELAPA SAWIT TANPA KEHILANGAN PENGHASILAN

Efi Said Ali
Dosen Universitas Al - Azhar Medan

Abstrak

Tanaman kelapa sawit berumur lanjut pada umumnya mengalami penurunan produktifitas, hal ini disebabkan menurunnya kemampuan tanaman itu sendiri untuk berproduksi. Selain itu, pada tanaman yang sudah tua pemanenan juga menjadi sulit dilakukan karena pohon terlalu tinggi. Dengan demikian produksi yang dapat diperoleh dari areal tanaman menjadi lebih rendah, sehingga perlu melakukan peremajaan. Pada peremajaan tanaman, petani kelapa sawit akan kehilangan pendapatan sampai tanaman baru bisa berproduksi kembali, tetapi dengan sisten underplanting petani tidak kehilangan penghasilan selama peremajaan tanaman.

Keyword: *underplanting, peremajaan, penghasilan*

A. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan komoditi yang memiliki potensi sangat besar dalam menyumbangkan devisa negara dari sektor non migas. Indonesia sebagai produsen minyak sawit melihat hal tersebut sebagai pemacu untuk meningkatkan produksi melalui perluasan lahan penanaman kelapa sawit (ekstensifikasi) dan meningkatkan teknologi pertanian yang berkualitas (intensifikasi).

Industri kelapa sawit Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat pada beberapa tahun terakhir ini, dan pada tahun 2007 Indonesia menjadi produsen minyak sawit terbesar di dunia mengungguli Malaysia. Luas areal kelapa sawit menunjukkan perkembangan yang cukup pesat. Tahun 2000 luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai 14.164.439 ha, dengan rata-rata produktivitas mencapai 1.396 ton/ha/tahun. Pada awal tahun 2007 luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai lebih dari 6 juta hektar dan diperkirakan akan mencapai 10 juta hektar pada tahun 2010.

B. Permasalahan

Produktivitas tanaman berusia lanjut pada umumnya akan semakin menurun, hal ini disebabkan oleh menurunnya kemampuan

tanaman itu sendiri untuk berproduksi. Selain makin menurunnya produktivitas tanaman, pemanenan pada tanaman kelapa sawit yang sudah tua menjadi sulit dilakukan karena pohonnya terlalu tinggi. Dengan demikian produksi yang diperoleh dari areal tanaman menjadi lebih rendah. Untuk itu perlu dilakukan peremajaan tanaman agar pendapatan dari tanaman kelapa sawit dapat dipertahankan.

Ada beberapa cara dalam melakukan peremajaan tanaman kelapa sawit, yaitu (1) cara bakar, dan (2) tanpa bakar. Ke dua cara tersebut sudah umum dilakukan, baik oleh petani kelapa sawit maupun oleh perkebunan kelapa sawit. Munculnya isu pencemaran lingkungan menjadikan cara bakar dilarang, baik dalam pengembangan kebun kelapa sawit maupun peremajaan tanaman, sehingga tanaman kelapa sawit yang sudah tua harus ditebang. Untuk itu perlu dilakukan upaya inovatif sehingga proses peremajaan tanaman dapat berlangsung baik dan tidak harus menimbulkan dampak negatif dari segi penghasilan.

C. Underplanting sebagai Solusi dalam Peremajaan Tanaman Kelapa Sawit.

Proses peremajaan ini menimbulkan dampak negatif pada penghasilan, sebab

tanaman lama sudah ditebang sementara tanaman baru belum menghasilkan. Salah satu alternatif yang dinilai cukup efektif dan efisien dalam peremajaan tanaman kelapa sawit adalah dengan melakukan underplanting.

1) Prinsip Underplanting

Underplanting adalah penanaman bibit baru di bawah pohon lama yang sengaja tidak ditebang pada saat replanting. Teknik underplanting untuk peremajaan tanaman kelapa sawit memungkinkan petani untuk mempertahankan kesinambungan pendapatan selama masa tanaman belum menghasilkan (TBM) melalui pengurangan tegakan tanaman tua yang masih berproduksi secara bertahap. Teknik ini pada prinsipnya adalah menanam tanaman baru di antara tanaman tua, dan variasi terletak pada teknik penjarangan tanaman. Ada yang menggunakan tahun pertama 25%, tahun kedua 50%, dan tahun ketiga 100%, tetapi ada juga yang menggunakan dua baris ditumbang pada tahun pertama kemudian dihabiskan pada tahun kedua.

2) Teknik Underplanting

Pengupayaan underplanting yang ideal akan mempengaruhi umur ekonomis tanaman kelapa sawit. Kultur teknis yang digunakan untuk peremajaan sistem underplanting ini adalah sebagai berikut:

(a) Persiapan benih/bibit

Benih/bibit jenis yang unggul sesuai dengan karakteristik lahan yang akan ditanami. Benih dipersiapkan mulai dari premursery, mainmursery sampai dengan tanaman siap tanam ke lapangan.

(b) Pengolahan tanah

Pengolahan tanah dilakukan sebelum penumbangan tanaman tua, terdiri atas sekali bajak diikuti dengan garu 1 dan 2. Pengolahan tanah semula dimaksudkan untuk persiapan penanaman kacang.

Namun pada areal endemic ganoderma, teknik ini diperlukan untuk membuang perakaran tanaman tua yang menjadi sumber inokulum penyakit ini.

(c) Inventarisasi pohon

Inventarisasi pohon yang akan ditumbang dilakukan dengan menandai tanaman yang akan ditumbang. Baris tanaman yang akan ditumbang dicat putih pada ketinggian 1 meter.

(d) Penumbangan

Penumbangan dilakukan sebelum penanaman tanaman baru. Penumbangan dilakukan sebanyak 50% dari populasi awal dengan teknik penumbangan kelang 1 (satu) baris. Artinya satu barisan tanaman ditumbang, satu barisan tanaman dibiarkan, dan seterusnya. Pohon tua ditebang secara manual atau dirobokkan menggunakan alat berat, kemudian dirimpuk menjadi satu baris. Tumpukan disusun dengan arah Utara-Selatan pada baris tanaman yang dirobokkan.

(e) Pemancangan

Pemancangan dilakukan dengan mengikuti jarak tanam yang lama, yaitu di tengah antara 3 tanaman awal atau di gawangan mati.

(f) Penanaman tanaman penutup tanah

Penanaman tanaman penutup tanah bertujuan untuk menekan perkembangan gulma, menjaga kelembaban gulma, menjaga kelembaban tanah dan menambah bahan organik. Jenis tanaman penutup tanah yang biasa digunakan pada perkebunan kelapa sawit antara lain adalah pueraria javanic, centrosema pubescens, dan colopogonium caeruleum. Penanaman tanaman penutup tanah dengan sistem penanaman biji dapat dilakukan dengan tahapan berikut:

- Dalam satu gawangan dibuat 3-5 baris tanaman kacang.

Penanaman dalam baris dilakukan dengan mencangkul piringan + 5-10 cm searah barisan tanaman kelapa sawit. Biji ditabur dalam piringan kemudian ditimbun. Penanaman dengan system tugal dilakukan dengan membuat lubang tugalsepanjang jalur penanaman sedalam 2-4 cm dengan jarak + 30 cm, setiap lubang diisi dengan 4-5 biji kacang. Kacangan penutup tanah lainnya, seperti *mucuna bracteata* jika memungkinkan sangat baik digunakan karena sangat cepat menutupi areal termasuk rumpukan batang kelapa sawit

(g) Pembuatan lubang tanam
Pembuatan lubang tanam dilakukan setelah penumbangan pertama dilakukan. Penggalian dilakukan beberapa waktu sebelum penanaman, dengan ukuran 100 cm x 100 cm x 100 cm. Di dalam lubang tanam ditambahkan bahan organik, dapat berupa kompos TKS, pupuk kandang, serasah ataupun jenis bahan organiknya sampai ketinggian 40 cm, setelah itu ditambahkan urea dengan dosis 125 gram dengan tujuan untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik yang ditambahkan. Selain itu ditambahkan pupuk rock phospate dengan dosis 750 gr/lubang tanam dan marfu 200 400 gr dicampurkan ke dalam lubang tanam. Setelah itu lubang tanam dibiarkan selama 2 bulan. Lubang tanam pada underplanting ini dibuat khusus dengan maksud untuk memperoleh tanaman yang subur. Untuk areal endemic ganoderma sp penanaman disarankan menggunakan big hole, dengan lubang minimum berukuran 2 m x 2 m x 0,6 m lebih dahulu kemudian dibuat lagi lubang tanam di tengah lubang

JP. STIPAP 5 (1) : 53 - 56 (2010)
tersebut dengan ukuran 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m. Bahan organik berupa TKS atau kompos dapat diaplikasikan pada lubang besar di sekitar tanaman.

3. Keunggulan dan Kelemahan Teknik Underplanting

Kelebihan teknik underplanting adalah produksi yang tinggi karena hara tersuplai oleh tankos (tandan kosong), biaya replanting tertutup oleh produksi tanaman yang belum ditumbang sehingga produksi akan berlanjut dan tidak terputus serta relatif aman terhadap ganoderma. Teknik underplanting lebih cocok bagi petani kecil atau perusahaan dengan keuangan terbatas.

Kelemahan teknik ini antara lain masih adanya tempat berkembang biak orictes sp baik di tandan kosong, pada lubang tanam, maupun pada batang kelapa sawit yang telah diracun, sebab meluruhkan batang kelapa sawit membutuhkan waktu cukup lama. Kelemahan lainnya adalah tanaman mengalami etiolasi (tanaman tumbuh meninggi).

D. Kesimpulan

Proses replanting menimbulkan masalah bagi petani maupun perkebunan kelapa sawit. Tanaman kelapa sawit yang sudah tua harus ditumbang untuk diganti dengan tanaman baru. Tanaman baru membutuhkan waktu yang panjang untuk sampai pada waktu produksi, sementara hasil panen dari tanaman tua tidak ada karena sudah ditumbang. Untuk itu perlu proses replanting yang dapat mengatasi masalah penghasilan, yaitu dengan cara underplanting. Dengan teknik ini biaya replanting tertutup oleh produksi tanaman yang belum ditumbang sehingga produksi masih terus berlanjut dan relatif aman terhadap ganoderma. Namun demikian teknik ini juga punya kelemahan sebab adanya tempat berkembang biak orictes

JP. STIPAP 5 (1) : 53 - 56 (2010)

sp baik di tandan kosong, lubang tanam maupun pada batang kelapa sawit yang telah diracun, di samping tanaman mengalami etiolasi. Upaya inovatif perlu dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut sehingga proses underplanting dapat berlangsung baik serta mampu mengatasi dampak negatif pada sisi penghasilan.

E. Daftar Pustaka

- Gardner F. P., R. Brent Pearce & Roger L. Mitchel, (1991). Fisiologi Tanaman Budidaya, (terjemahan oleh Herawati Susilo dan Subiyanto). Jakarta : UI-Press
- Girsang, P., Purba, A dan Poeloengan, Z (1995). Analisis Ekonomi Teknik Underplanting di Kebun Parlabian dalam Upaya Mempersingkat Masa Tidak Produktif Tanaman Kelapa Sawit, Medan : Warta Pusat Penelitian Tanaman Kelapa Sawit, Vol 3 (1)
- Loong S. G., M. Nzeeb, A. Letchumanan and B. J. Wood, (1989). "Underplanting as A Mean to Shorten The Non Productive Period at Oil Palm. Oil Palm Development Conference, Kuala Lumpur.

- Pahan, I., (2006). Panduan Lengkap Kelapa Sawit : Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Sipayung, A., (1982). Pemberantasan Kumbang Tanduk *Oryctes rhinoceros* di Perkebunan Kelapa Sawit, Pedoman Teknis, Pematang Siantar : Pusat Penelitian Marihat.
- Sipayung, A, et al (1997). Pengendalian Kumbang Tanduk *Oryctes rhinoceros* pada Tanaman Kelapa Sawit Secara Terpadu. Pematang Siantar : Pusat Penelitian Marihat.
- Stoskopf Neal C (1981). Understanding Crop Production. Virginia : Prentice Hall Company
- Susanto, A & Hartono, Y (2002). Teknik Replanting Kalapa Sawit yang Aman Terhadap Penyakit Ganoderma dan *Oryctes Rhinoceros*. medan : Warta PPKS, Vol. 10 (2-3): 19-22
- Sutarta E. S., E.N. Ginting, S. Rahutomo, H. Santoso & A. Susanto. Peremajaan Tanaman Kelapa Sawit Sistem Underplnting Keunggulan dan Kelemahannya, Medan : PPKS.