



**RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BIOPELET
LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

SKRIPSI

SYAFIG DWICAHYO NUGROHO

1910311009

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2023



**RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BIOPELET
LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

SYAFIG DWICAHYO NUGROHO

1910311009

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2023

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Syafiq Dwicahyo Nugroho

NRP : 1910311009

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BIOPELET

LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



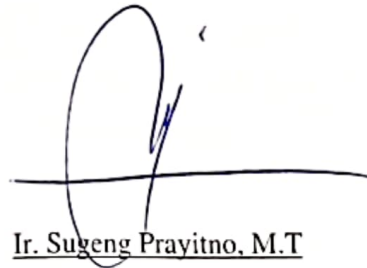
Budhi Martana, S.T., M.M

Penguji Utama



Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Penguji II



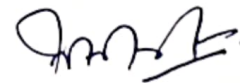
Ir. Sugeng Prayitno, M.T

Penguji III



Dr. Henry B. H., S.T., M.T.

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Ka.Prodi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Sidang : 7 Juli 2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Syafiq Dwicahyo Nugroho

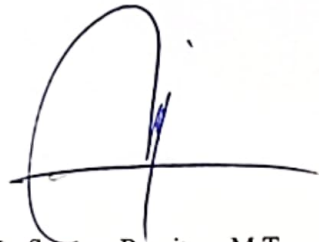
NRP : 1910311009

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BIOPELET
LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN

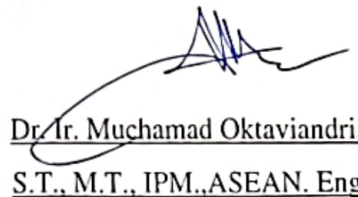
Telah dikoreksi dan diperbaiki oleh penulis atas arahan dari dosen pembimbing.

Menyetujui



Ir. Sugeng Prayitno, M.T

Pembimbing 1



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng

Pembimbing 2

Jakarta, 13 Juli 2023

Mengetahui,



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dicakup maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Syafiq Dwicahyo Nugroho

NRP : 1910311009

Fakultas : Teknik

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka Saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Syafiq Dwicahyo Nugroho

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Syafiq Dwicahyo Nugroho

NRP : 1910311009

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) Atas skripsi saya yang berjudul :

**“RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BIOPELET LIMBAH
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI SUMBER
ENERGI TERBARUKAN “**

Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan,


Syafiq Dwicahyo Nugroho

**RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK BIOPELET
LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

Syafiq Dwicahyo Nugroho

ABSTRAK

Limbah Tandan kosong kelapa sawit atau Tankos sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak sawit. Pada proses produksi kelapa sawit, sebanyak 23% dari 1 Ton Kelapa sawit akan menjadi limbah Tankos sawit (TKKS). Biomassa adalah sumber energi terbarukan yang didapat dari bahan organik ramah lingkungan, sedangkan biopelet adalah bahan bakar terbarukan dengan bentuk, ukuran dan kandungan energi di dalamnya. Mesin yang dibuat menghabiskan dana sebesar Rp5,651,060.00. Mesin ini memiliki kapasitas produksi sebesar 4 kg/jam dan efisiensi sebesar 88%. Mesin ini mampu menghasilkan biopelet dengan ukuran rata - rata diameter 6 mm dan variasi panjang 30 - 45 mm. Massa jenis biopelet yang tercetak memiliki rentang nilai 0,942 – 1,044 g/cm^3 . Biopelet yang dijemur selama 270 menit mempunyai kadar air sebesar 11%.

Kata kunci : Tankos Sawit, Biomassa Biopelet, Mesin Pencetak Biopelet

***DESIGN AND FABRICATION A BIOPELLET MACHINE FOR
EMPTY PALM OIL BUNCHES WASTE AS A RENEWABLE
ENERGY SOURCE***

Syafiq Dwicahyo Nugroho

ABSTRACT

Palm oil empty bunches or palm tankos waste is waste produced from the palm oil processing process. In the palm oil production process, as much as 23% of 1 ton of palm oil will become palm oil tankos waste (TKKS). Biomass is a renewable energy source obtained from environmentally friendly organic materials, while biopellets are renewable fuels with shape, size and energy content in them. The machine costs Rp5,651,060.00. This machine has a production capacity of 4 kg / hour and an efficiency of 88%. This machine is capable of producing biopellets with an average diameter of 6 mm and length variations of 30 - 45 mm. The density of the printed biopellet has a value range of 0.942 – 1.044 g/cm³. Biopellets dried in the sun for 270 minutes have a moisture content of 11%.

Keywords: *Palm Oil, Biomass Biopellets, Biopellet Machine*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut Nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penayang, penulis mengucapkan puji syukur atas segala nikmat dan karunia-Nya yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “*Rancang Bangun Mesin Pencetak Biopellet Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi Terbarukan*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penyusunan Skripsi ini dimulai sejak bulan Januari 2023 hingga bulan Juni 2023. Selama proses penyusunan Skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, masukan, saran, serta motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Suwarno dan Ibu Murdiyaton selaku orang tua terbaik saya.
3. Alfian Muzaki selaku kakak kandung saya.
4. Seluruh saudara dan tetangga penulis yang telah memberikan bantuan dan doanya kepada penulis.
5. Bapak Ir. Sugeng Prayitno, M.T selaku Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa memberikan saran dan bimbingannya.
6. Bapak Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM.,ASEAN. Eng selaku Dosen Pembimbing 2 sekaligus Kepala Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan bimbingan mengenai kerangka dan penulisan skripsi ini.
7. Seluruh jajaran dosen dan staff Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional veteran Jakarta.
8. Setiawan Teja dan Alya Dwi Althof selaku sahabat dekat penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasinya

9. Rika Diana, M. Vogel Austen K., Fakhri Nur Arifin, Waridho Iskandar, dan Arvian Demas Pangestu selaku rekan dekat penulis yang senantiasa membantu dan memberi masukan kepada penulis dalam Menyusun skripsi ini.
10. Pak Iwan selaku kerabat yang telah membantu dalam menyelesaikan mesin ini.
11. Seluruh Rekan Teknik Mesin 2019 yang telah memberikan ide dan saran melalui diskusi bersama penulis.
12. Yoshiro Panca Abdul AlQadir dan Meylia Amber Fadhilah selaku kucing penulis yang senantiasa menemani dalam keadaan senang maupun susah.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Dengan rendah hati penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak di kemudian hari.

Jakarta, 13 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Biomassa Biopellet.....	8
2.3 Mesin Pencetak Pelet.....	9
2.3.1 Tipe Mesin Pencetak Pelet Vertikal	10
2.4 Bahan baku	12
2.4.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit	12
2.4.2 Amilum	13
2.5 Komponen Mesin	13
2.5.1 Motor Listrik.....	13
2.5.2 Poros	14
2.5.3 Roda Gigi.....	15

2.5.4 <i>Bearing</i> / Bantalan	16
2.5.5 Baut dan Mur	17
2.6 Tumpuan Konstruksi Mesin	18
2.6.1 Tumpuan Jepit	18
2.6.2 Tumpuan Sendi	18
2.6.3 Tumpuan Rol	18
2.7 <i>Riset Development</i>	19
2.8 Proses Manufaktur	19
2.9 Proses Pemesinan	20
2.9.1 Proses Pemotongan	21
2.9.2 Proses Gurdi	21
2.9.3 Proses Pembubutan	22
2.9.4 Proses Frais	24
2.9.5 Proses Gerinda	25
2.10 <i>Sheet Metals Forming</i>	26
2.10.1 <i>Roll Bending</i>	26
2.11 Proses Perakitan	26
2.11.1 Sambungan tetap (<i>Permanent Joining</i>)	26
2.11.2 Sambungan semi permanen (<i>Mechanical Fastening</i>)	28
2.12 Biaya Produksi	29
2.12.1 Biaya Material	29
2.12.2 Biaya Pemesinan	29
2.12.3 Biaya Listrik	29
2.13 Uji Fungsional Mesin Pencetak Biopellet	30
2.13.1 Massa jenis Biopellet	30
2.13.2 Volume Biopellet	30
2.13.3 Kapasitas Produksi	30
2.13.4 Performa Efisiensi Mesin	31
2.13.5 Kadar Air Biopellet	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.2 Diagram Alir Penelitian	32

3.3	Prosedur Penelitian	33
3.3.1	Studi Literatur	33
3.3.2	Identifikasi Kebutuhan	33
3.3.3	Perancangan Konsep.....	34
3.3.4	Proses Manufaktur	34
3.3.5	Pengujian Mesin	34
3.3.6	Perumusan Hasil	35
3.3.7	Kesimpulan dan Saran	35
3.4	Skema Cara Kerja Mesin.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Identifikasi Kebutuhan	36
4.2	Perancangan Konsep	36
4.2.1	<i>Conceptual Design</i>	37
4.2.2	Pemilihan Konsep.....	39
4.2.3	Detail Konsep Mesin Pencetak Biopellet	41
4.2.4	Pemilihan Motor dan <i>Gearbox Reducer</i>	43
4.2.5	Pemilihan Poros	45
4.2.6	Perhitungan <i>Gearbox Reducer</i>	46
4.2.7	Analisis Konstruksi Komponen Mesin.....	46
4.3	Proses Manufaktur.....	50
4.3.1	Proses Pemotongan.....	50
4.3.2	Proses <i>Roll Bending</i>	52
4.3.3	Proses Pembubutan / <i>Turning</i>	53
4.3.4	Proses Pengeboran / <i>Drilling</i>	54
4.3.5	Proses <i>Frais</i>	56
4.3.6	Proses Pengelasan.....	56
4.3.7	Proses <i>Finishing</i>	58
4.3.8	Proses Perakitan Mesin.....	59
4.4	Biaya Produksi	61
4.4.1	Biaya Material	61
4.4.2	Biaya Operator.....	64
4.4.3	Biaya Listrik	65

4.4.4 Total Biaya Produksi	65
4.5 Pengujian Mesin.....	66
4.5.1 Data Penunjang Pengujian.....	66
4.5.2 Data Hasil Karakteristik Biopellet.....	67
4.5.3 Data Kapasitas Mesin	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Representation of the biomass pelleting machine</i>	6
Gambar 2.2 Bentuk Biopelet sekam padi	7
Gambar 2.3 Pabrikasi Mesin Pencetak biopelet sekam padi	7
Gambar 2.4 Mesin pencetak biopelet 8 HP	8
Gambar 2.5 Biopelet dari ampas kotoran sapi (Saputro & Prasetro, 2021) ..	8
Gambar 2.6 Biopelet cocopeat.....	9
Gambar 2.7 Mesin Pencetak Pelet Tipe Horizontal	10
Gambar 2.8 Mesin Pencetak Pelet Tipe Vertikal	10
Gambar 2.9 <i>Die Turned Pellet Machine</i>	11
Gambar 2.10 <i>Roller Turned Pellet Machine</i>	11
Gambar 2.11 Hasil Pencetakan Pelet (a) <i>Die Turned</i> . (b) <i>Roller Turned</i>	11
Gambar 2.12 Tankos Sawit	12
Gambar 2.13 Motor Listrik.....	13
Gambar 2.14 Poros Mesin	14
Gambar 2.15 Roda Gigi Cacing	15
Gambar 2.16 Bearing.....	17
Gambar 2.17 Klasifikasi Sekrup & Baut.....	17
Gambar 2.18 Klasifikasi Mur	17
Gambar 2.19 Tumpuan Jepit	18
Gambar 2.20 Tumpuan Sendi.....	18
Gambar 2.21 Tumpuan Rol	19
Gambar 2.22 Klasifikasi Proses Manufaktur.....	20
Gambar 2.23 Klasifikasi Proses Pemesinan(Kalpakjian, 2010)	21
Gambar 2.24 Mesin Gurdi Vertikal	22
Gambar 2.25 Mesin Gurdi Tangan	22
Gambar 2.26 Proses Pembubutan(Kalpakjian, 2010).....	23
Gambar 2.27 Mesin Bubut.....	24
Gambar 2.28 Tipe Dasar Pemotongan Frais (Kalpakjian, 2010).....	24
Gambar 2.29 Mesin Frais	25
Gambar 2.30 Mesin Gerinda Tangan	25
Gambar 2.31 Mesin <i>Roll Bending</i>	26

Gambar 2.32 Tipe penyambungan pengelasan(Kalpakjian, 2010).....	27
Gambar 2.33 <i>Shield Metal-Arc Welding (SMAW)</i> (Kalpakjian, 2010).....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Alur Kerja Mesin Pencetak Biopelet	35
Gambar 4.1 Konsep Mesin pencetak biopelet limbah tandan kosong kelapa sawit.....	41
Gambar 4.2 Dimensi umum mesin pencetak biopelet limbah tandan kosong kelapa sawit	42
Gambar 4.3 Dimensi Cetakan Biopelet Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	43
Gambar 4.4 Analisis Cetakan Biopelet. (a) Proses <i>Meshing</i> cetakan, (b) Analisis <i>Deformation</i> , (c) Analisis <i>Von-Mises Stress</i>	47
Gambar 4.5 Analisis Rangka Mesin.. (a) Proses <i>Meshing</i> rangka, (b) Analisis <i>Deformation</i> ,(c) Analisis <i>Von-Mises Stress</i>	48
Gambar 4.6 Analisis Poros Mesin. (a) Proses <i>Meshing</i> poros, (b) Analisis <i>Deformation</i> ,(c) Analisis <i>Von-Mises Stress</i>	49
Gambar 4.7 Proses Pemotongan Material	50
Gambar 4.8 Proses Pembubutan	54
Gambar 4.9 Proses Pengeboran	55
Gambar 4.10 Proses Frais dan Hasil Pengerjaannya	56
Gambar 4.11 (a) Proses Pengelasan, (b) Elektroda	58
Gambar 4.12 Proses <i>Finishing</i>	58
Gambar 4.13 Proses Perakitan.....	59
Gambar 4.14 Hasil Pabrikasi Mesin	61
Gambar 4.15 Penimbangan Massa Biopelet.....	68
Gambar 4.16 Pengukuran Panjang Biopelet.....	70
Gambar 4.17 Variasi Panjang Biopelet	71
Gambar 4.18 Perbandingan Variasi Panjang Biopelet	71
Gambar 4.19 Grafik Pengujian Kadar Air Biopelet	72
Gambar 4.20 Pengujian Kadar Air Biopelet.....	73
Gambar 4.21 Biopelet Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	74
Gambar 4.22 Dokumentasi Pengujian Mesin	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Biopelet SNI 8021 : 2014 (Mawardi et al., 2019).....	8
Tabel 4.1 Ketentuan dan persyaratan Kebutuhan.....	36
Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Pokok Mesin Pencetak Biopelet Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	37
Tabel 4.3 Tabel Conceptual Design	38
Tabel 4.4 Aspek Penilaian Ideal	39
Tabel 4.5 Penilaian Varian Konsep	40
Tabel 4.6 Tabel Proses Pemotongan.....	51
Tabel 4.7 Tabel Proses Roll Bending	53
Tabel 4.8 Tabel Proses Pembubutan.....	53
Tabel 4.9 Tabel Proses Pengeboran.....	54
Tabel 4.10 Tabel Proses Frais.....	56
Tabel 4.11 Tabel Proses Pengelasan.....	57
Tabel 4.12 Tabel Proses <i>Finishing</i>	59
Tabel 4.13 Tabel Proses Perakitan	60
Tabel 4.14 Tabel Biaya Material	61
Tabel 4.15 Tabel Biaya Operator	64
Tabel 4.16 Tabel Biaya Listrik.....	65
Tabel 4.17 Tabel Total Biaya Produksi	66
Tabel 4.18 Tabel Waktu Pengujian	67
Tabel 4.19 Tabel Massa Biopelet	68
Tabel 4.20 Tabel Pengukuran Diameter dan Panjang Biopelet.....	69
Tabel 4.21 Tabel Perhitungan Volume dan Massa Jenis.....	71
Tabel 4.22 Tabel Pengujian Kadar Air Biopelet	72
Tabel 4.23 Tabel Kapasitas Mesin.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Kekuatan Material
- Lampiran 2. Dokumentasi Mesin Pencetak Biopelet Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit
- Lampiran 3. Dokumentasi Uji Coba Mesin
- Lampiran 4. Dokumentasi Pejuang Skripsi
- Lampiran 5. *Bill Of Material* Mesin Pencetak Biopelet Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit
- Lampiran 6. *Drawing* – Dimensi Umum Mesin
- Lampiran 7. *Drawing Part* - Rangka Mesin
- Lampiran 8. *Drawing Part - Electric Motor NMRV*
- Lampiran 9. *Drawing Part* – Penyangga Mesin
- Lampiran 10. *Drawing Part* – Plat Penggiring
- Lampiran 11. *Drawing Part* – Pisau Biopelet
- Lampiran 12. *Drawing Part* – Cetakan Biopelet
- Lampiran 13. *Drawing Part* – Bodi Utama
- Lampiran 14. *Drawing Part* – Poros Mesin
- Lampiran 15. *Drawing Part* – Sistem *Roller*
- Lampiran 16. *Drawing Part* – Penggilas
- Lampiran 17. *Drawing Part* – *Hopper*
- Lampiran 18. *Drawing Part* – Penyangga *Gearbox*
- Lampiran 19. *Surface Roughness Expected From Various Manufacturing Processes* (Kalpakjian, 2010).
- Lampiran 20. *Tolerance of Machining Processes* (Kalpakjian, 2010).