



KARAKTERISTIK PEREKAT *HOTMELT* YANG MENGGUNAKAN GONDORUKEM SEBAGAI *SUSTAINABLE TACKIFIER*

ANISA DWI PUTRI



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Karakteristik Perekat *Hotmelt* yang Menggunakan Gondorukem sebagai *Sustainable Tackifier*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2021

Anisa Dwi Putri
E24160002

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

ANISA DWI PUTRI. Karakteristik Perekat *Hotmelt* yang Menggunakan Gondorukem sebagai *Sustainable Tackifier*. Dibimbing oleh YUSUF SUDO HADI dan LUKMANUL HAKIM ZAINI.

Penggunaan *sustainable products* dalam industri perekatan terus mengalami peningkatan. Salah satu jenis *sustainable products* tersebut adalah gondorukem. Gondorukem dalam kontribusinya pada perekat terutama perekat *Hotmelt* dapat dijadikan sebagai *tackifier*. Namun, karakteristik-karakteristik dasar dari gondorukem ini justru akan menurunkan nilai pemanfaatannya sebagai *tackifier*. Studi ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik perekat *hotmelt* yang menggunakan gondorukem sebagai *tackifier*. Hasil studi ini menunjukkan bahwa gondorukem sebagai *tackifier* ini dapat meningkatkan *peel strength*, sifat mekanis, kimia, dan menurunkan *looptack*. Ada beberapa permasalahan yang muncul akibat penambahan gondorukem sebagai *tackifier* yaitu menurunkan kekuatan adhesi dan menurunkan nilai kristalinitas perekat. Oleh karena itu, diperlukan metode modifikasi untuk mengatasi permasalahan yang muncul tersebut untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan perekat yang menggunakan gondorukem sebagai *tackifier*.

Kata kunci: gondorukem, karakteristik, perekat *hotmelt*, *tackifier*

ABSTRACT

ANISA DWI PUTRI. Characteristic of Hotmelt Adhesive Using Gondorukem as a Sustainable Tackifier. Supervised by YUSUF SUDO HADI and LUKMANUL HAKIM ZAINI.

The use of sustainable products in the glue industry continues to increase. One type of durable product is gondorukem. Gondorukem contributes as a Hotmelt adhesive that can be used as a tackifier. However, the essential characteristics of gondorukem will reduce the value of its use as a tackifier. This study aims to study the characteristics of hotmelt adhesive using gondorukem as a tackifier. The results show that gondorukem as a tackifier can increase peel strength, mechanical properties, chemical properties, and decrease looptack. However, negative impacts of adding gondorukem as a tackifier are reducing adhesion strength and reducing the crystallinity of the adhesive. It needs a modification method to be able to improve the quality of the product and adhesives using gondorukem as a tackifier.

Keywords: characteristics, gondorukem, hotmelt adhesive, tackifier



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KARAKTERISTIK PEREKAT *HOTMELT* YANG MENGGUNAKAN GONDORUKEM SEBAGAI *SUSTAINABLE TACKIFIER*

ANISA DWI PUTRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si
2. Dr. Erianto Indra Putra, S.Hut., M.Si



Judul Skripsi : Karakteristik Perekat *Hotmelt* yang Menggunakan Gondorukem sebagai *Sustainable Tackifier*
Nama : Anisa Dwi Putri
NIM : E24160002

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Yusuf S Hadi, M.Agr



Pembimbing 2:
Lukmanul Hakim Zaini, S.Hut, M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Departemen Hasil Hutan:
Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.Sc
NIP. 196601131991031001

Tanggal Ujian:
18 Maret 2021

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Topik yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan ini ialah Gondorukem sebagai *sustainable tackifier* dengan judul Karakteristik Perekat *Hotmelt* yang Menggunakan Gondorukem sebagai *Sustainable Tackifier*.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Yusuf Sudo Hadi, M.Agr dan Lukmanul Hakim Zaini, S.Hut, M.Sc selaku pembimbing serta Almarhum Bapak Dr. Ir. Jajang Suryana, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah kembali ke rumah Bapa di Sorga atas ilmu dan nasihat yang telah beliau berikan kepada penulis dan akan selalu diingat selamanya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada teman-teman Gandaria DHH dan keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Maret 2021

Anisa Dwi Putri

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Materi dan Metode	3
2.3 Prosedur Studi Pustaka	3
III GAMBARAN UMUM	4
3.1 Klasifikasi Perekat	4
3.2 Perekat <i>Hotmelt</i>	4
3.3 Gondorukem	4
3.4 <i>Tackifier</i>	7
3.5 Gondorukem sebagai <i>Tackifier</i>	8
IV KARAKTERISTIK PEREKAT HOTMELT YANG MENGGUNAKAN <i>TACKIFIER</i> GONDORUKEM	9
4.1 Perekat Berbasis Karet Alam	13
4.2 Perekat Berbasis <i>Ethylene-Vinyl Acetate (EVA)</i>	14
4.3 Perekat Berbasis <i>Thermoplastic polyurethanes (TPUs)</i>	15
4.4 Elastomer Poliester Termoplastik Nabati (TPPE)	16
4.5 Perekat <i>Polyurethane</i>	17
4.6 Perekat berbasis <i>Styrene-Butadine Rubber (SBR)</i>	18
V SIMPULAN DAN SARAN	18
5.1 Simpulan	18
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
RIWAYAT HIDUP	26



DAFTAR TABEL

1	Karakteristik perekat-perekat hotmelt yang menggunakan tackifier gondorukem	10
---	---	----

DAFTAR GAMBAR

1	Gondorukem dan terpentin (Perhutani)	5
2	Proses pengolahan gondorukem (Wang <i>et al.</i> 2011)	5
3	Struktur asam abietat (Kirk dan Othmer 2007)	6
4	Struktur asam pimarat (Kirk dan Othmer 2007)	6
5	a) Resin hidrokarbon b) Resin fenolik (Cerveny <i>et al.</i> 2002)	8
6	Struktur kimia karet alam dan contoh perekatnya (Hani <i>et al.</i> 2016)	13
7	Perekat EVA dan struktur kimianya (Handayani <i>et al.</i> 2017)	14
8	Perekat TPUs dan struktur kimianya (Marković <i>et al.</i> 2017)	15
9	Mekanisme TPPE (Lee <i>et al.</i> 2015)	16
10	Perekat <i>polyurethane</i> (Perhutani)	17
11	Contoh perekat berbasis <i>Styrene-Butadiene Rubber</i> (SBR) (Eissa <i>et al.</i> 2017)	18

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
@Hak cipta milik IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyaknya jenis tanaman penyusun hutan rakyat yang tergabung dalam kelompok HHBK (Hasil Hutan Bukan Kayu) dapat menguntungkan masyarakat karena dapat memenuhi kebutuhan. Selain itu, keberadaan HHBK ini memberikan manfaat sosial, budaya, ekonomi, dan lingkungan untuk seluruh lapisan masyarakat dan adapun salah satu produk dari HHBK yaitu gondorukem (Achmad dan Diniyati 2015).

Indonesia merupakan negara produsen gondorukem ke-3 terbesar di dunia dengan produksi mencapai 60.000 ton/tahun, oleh karena itu gondorukem tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku namun dapat menjadi produk yang mempunyai nilai tambah agar nilai jual ekspor dari produk gondorukem menjadi lebih meningkat (Facrodji 2010).

Gondorukem merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari 80-90% asam-asam resin yang dibagi menjadi dua tipe yaitu asam abietat dan asam pimarar (Krik & Othmer 2007). Menurut Krik & Othmer (2007) gondorukem memiliki beberapa kelemahan antara lain terjadi kristalisasi pelarut yang digunakan, terjadi proses oksidasi secara alami, dan dapat menyebabkan reaksi dengan garam-garam logam berat.

Pada tahun 2014, Indonesia hanya mampu memasok 10% yaitu 38.839 ton dari total konsumsi gondorukem dunia. Jumlah produksi gondorukem adalah jumlah produksi total dalam per tahun tanpa memilah-milah kualitasnya, dinyatakan dalam satuan ton. Periode yang digunakan adalah 2010-2014 yaitu sebesar 170.319,69 ton (Lestari *et al.* 2017). Mengingat permintaan di pasar internasional yang cukup tinggi maka gondorukem Indonesia berpeluang untuk memproduksi gondorukem sebesar 5,67% setiap tahunnya dan memenuhi permintaan ekspor gondorukem dengan laju pertumbuhan sebesar 8,57% sehingga perlu ditingkatkan (Arimbi 2008). Selama ini gondorukem hanya diekspor dalam bentuk bahan setengah jadi sehingga perlu diolah untuk meningkatkan nilai tambahnya. Oleh karena itu, ekspor gondorukem ini sebagai peluang yang bagus karena dapat menembus ke berbagai negara.

Areal hutan pinus sebagai penghasil getah yang menjadi bahan baku gondorukem di pulau Jawa adalah seluas $\pm 476.000,00$ Ha, namun yang baru disadap untuk diambil getahnya adalah $\pm 145.000,00$ Ha. Dengan data penerimaan getah pinus (ton) sebesar 62.850,00 dan diperoleh gondorukem sebanyak 36.780 ton dan dengan jumlah ekspor mencapai 34.546,60 ton/tahun pada 2015 (Agustin 2019). Melihat data tersebut, perlu adanya peningkatan kesadaran akan pemanfaatan HHBK yang merujuk pada multiusaha kehutanan dengan tidak bertumpu hanya pada hasil kayu saja. Hal tersebut pulalah yang memicu perlunya penelitian peningkatan nilai tambah pada gondorukem agar pemanfaatannya semakin luas.

Menurut data dari Biro Pusat Statistik pada tahun 2008, jenis perekat termoplastik (dalam hal ini termasuk perekat *hotmelt*) yang diimpor oleh Indonesia sebanyak 2.214,5 ton (Santoso *et al.* 2015). Jenis perekat tersebut sebagian besar merupakan perekat sintesis yang berasal dari hasil pengolahan minyak bumi, dimana sumber dayanya bersifat tidak dapat dipulihkan (*non renewable*).

Penggunaannya juga menyebabkan pencemaran lingkungan dan menghasilkan emisi gas. Oleh karena itu, peningkatan kesadaran akan lingkungan semakin tinggi, sehingga semakin banyak industri yang mulai bergerak untuk menggunakan *renewable resources* dan *renewable products*. Salah satu wujud pemanfaatan gondorukem dalam industri perekat yaitu dijadikan *tackifier*. Namun, penelitian penggunaan gondorukem sebagai *tackifier* yang kurang berkembang, hal ini disebabkan salah satunya bahwa kebanyakan *tackifier* menggunakan bahan sintetis. *Tackifier* umumnya ditambahkan untuk memberikan daya rekat (*tack*) pada formulasi perekat Hotmelt dan peka terhadap tekanan berdasarkan EVA dan kopolimer blok karet (*styrene-butadiene-styrene*, SBS; *styrene-isoprene-styrene*, SIS) (Lee 1991).

1.2 Rumusan Masalah

Gondorukem salah satu material alam yang memiliki banyak kegunaan dalam berbagai bidang. Salah satu pemanfaatan gondorukem adalah sebagai *tackifier* dalam perekat. Namun, industri sampai saat ini belum tertarik pada gondorukem dalam pemanfaatannya sebagai *tackifier* tersebut, dikarenakan masih kurangnya studi ilmiah maupun lapang terkait penggunaan gondorukem sebagai *tackifier*. Sehingga diperlukan penelitian dan kajian khusus yang membahas bagaimana peran karakteristik gondorukem sebagai *tackifier* dalam perekat.

1.3 Tujuan

Studi ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik perekat *hotmelt* yang menggunakan gondorukem sebagai *tackifier*. Adapun secara khusus tujuan studi pustaka ini adalah:

1. Mendefinisikan dan mengklasifikasi peran gondorukem sebagai *tackifier* perekat *hotmelt*;
2. Mengidentifikasi perekat-perekat yang menggunakan gondorukem sebagai *tackifier*;
3. Mengevaluasi permasalahan yang muncul akibat penambahan gondorukem sebagai *tackifier* perekat dan saran mengatasinya.

1.4 Manfaat

Studi pustaka ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perlakuan pada gondorukem untuk tujuan adanya perbaikan pada perekat *hotmelt* berdasarkan penelitian terdahulu mengenai karakteristik perekat *hotmelt* yang menggunakan gondorukem sebagai *tackifier*. Materi-materi mengenai gondorukem dapat dimanfaatkan sebagai kerangka berpikir dalam meningkatkan karakteristik perekat-perekat *hotmelt*. Informasi terkait karakteristik perekat *hotmelt* yang menggunakan gondorukem sebagai *tackifier* diharapkan dapat dijadikan acuan dalam pengembangan gondorukem sebagai *sustainable tackifier* dan membuka potensi penggunaan gondorukem dalam bidang industri perekat di Indonesia.

II METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Studi pustaka ini dilakukan pada bulan Desember 2019 – Mei 2020 di Institut Pertanian Bogor, Dramaga dan kediaman penulis, Bandar Lampung, Lampung. Sumber pustaka elektronik diperoleh dari internet.

2.2 Materi dan Metode

Sumber-sumber yang dijadikan referensi dalam penulisan dikumpulkan dengan melakukan pencarian pada berbagai situs penyedia berkala ilmiah. Artikel dan buku yang dijadikan sumber dalam studi pustaka kemudian diunduh dan dikumpulkan sesuai relevansinya terhadap topik telaah pustaka dengan jumlah total pustaka sebanyak 77 referensi yang terdiri atas 6 buku dan 61 artikel ilmiah.

2.3 Prosedur Studi Pustaka

2.3.1 Pengumpulan Materi

Sumber-sumber yang dijadikan referensi dalam penulisan dikumpulkan dengan melakukan pencarian pada berbagai situs penyedia berkala ilmiah. Artikel dan buku yang dijadikan sumber dalam studi pustaka kemudian diunduh dan dikumpulkan sesuai relevansinya terhadap topik telaah pustaka dengan jumlah total pustaka sebanyak 77 referensi yang terdiri atas 6 buku dan 61 artikel ilmiah.

2.3.2 Telaah Pustaka

Materi dipelajari dan ditelaah secara menyeluruh untuk mengkaji bagaimana peran gondorukem sebagai perekat dan perannya dalam proses perekatan. Telaah pustaka dilakukan dengan membaca materi dan mencari intisari tulisan yang kemudian dapat dijadikan sebagai temuan.

Informasi yang dicari pertama kali adalah gambaran umum mengenai informasi komponen gondorukem yang memungkinkan gondorukem dimanfaatkan sebagai perekat. Selain itu, mencari informasi mengenai perekat dan klasifikasinya. Informasi lainnya dicari untuk mengkaji peran dan karakteristik gondorukem sebagai perekat dan peran serta karakteristik gondorukem dalam proses perekatan.

III GAMBARAN UMUM

3.1 Klasifikasi Perekat

Menurut Blomquist *et al.* (1983), berdasarkan unsur kimia utama (*major chemical component*), perekat dibagi menjadi dua kategori yaitu perekat alami dan perekat sintetis. Adapun beberapa contoh perekat alami yaitu pati, turunan pati, protein, dan lain-lain. Perekat sintetis dibagi menjadi thermoplastik resin dan thermosetting resin. Untuk thermoplastik sendiri adalah resin yang akan kembali menjadi lunak ketika dipanaskan dan mengeras kembali ketika didinginkan (Blomquist *et al.* 1983) seperti perekat lelehan panas (*hotmelt*) yang menggunakan bahan baku polimer yang diantaranya adalah *polyvinyl alcohol* (PVA), *polyvinyl acetate* (PVAc), *copolymers*, *cellulose esters* dan *ethers*, *polyamids*, *polystyrene*, *polyvinyl butyral* serta *polyvinyl* yang merupakan polimer yang biasa digunakan. Menurut Marra (1992), ada empat hal yang berkaitan dengan karakteristik perekat, salah satu karakteristiknya yaitu tidak adanya air dalam perekat seperti halnya perekat *hotmelt*.

3.2 Perekat Hotmelt

Perekat *Hotmelt* (Perekat termoplastik) cepat tumbuh di semua cabang industri. Pertumbuhan ini disebabkan untuk berbagai keunggulan yang ditawarkan oleh perekat *hotmelt* lebih dari jenis perekat lainnya, yaitu, tidak adanya pelarut organik dalam formula mereka, terjaminnya keselamatan kebakaran, prosedur ikatan sederhana, tingkat ikatan yang tinggi, rendah biaya, tidak adanya bahaya kesehatan dalam penggunaan perekat, keamanan lingkungan, dan kelayakan otomatisasi ikatan yang lebih sederhana proses relatif terhadap perekat lainnya (Khairullin *et al.* 2007). Perekat *hotmelt* memastikan kekuatan garis rekat yang cukup tinggi dan beroperasi pada rentang suhu yang luas (Petrova 2002).

Perekat *hotmelt* banyak digunakan dalam kemasan, furniture, penjilid buku, dan industri alas kaki. Sebagian besar formulasi *hotmelt* didasarkan pada polimer termoplastik seperti *etilena vinil asetat kopolimer* (EVA), poliolefin, poliamida, atau poliester, dengan kopolimer EVA menjadi yang paling umum digunakan (Lee 1991).

Polimer secara umum dapat diklasifikasikan menjadi *thermoplastic crystalline polymer* (plastomer), *thermoplastic rubber* (Elastomer) dan *thermosetting polymer*. Plastomer secara umum disebut sebagai bahan polimer plastic, antara lain *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polyvinyl chloride* (PVC), *polystyrene* (PS), *ethylene vinyl acetate* (EVA) dan *ethyl methyl acrylate* (EMA). Sementara elastomer yang banyak digunakan sebagai *modifier* antara lain *natural rubber*, *Styrene-butadiene-styrene block copolymer* (SBS), *Styrene-butadiene rubber* (SBR), *Styrene-isoprene-styrene block copolymer* (SIS), *Polybutadiene* (PBD), dan *Polyisoprene* (Suparma *et al.* 2015).

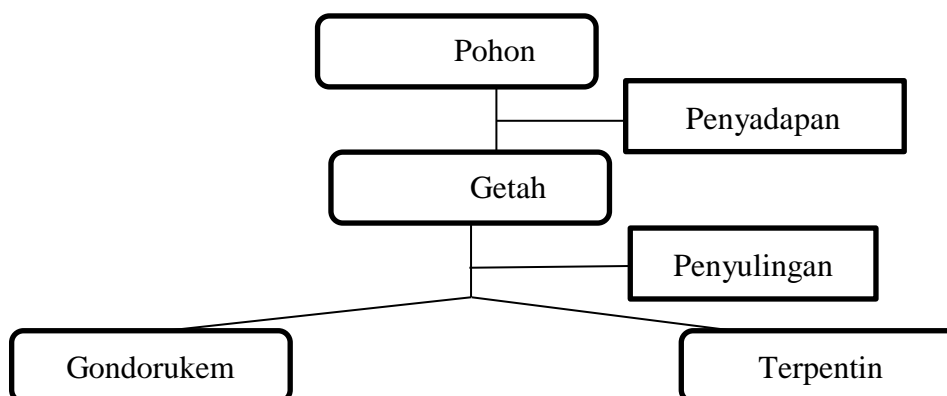
3.3 Gondorukem

Menurut Rancangan Standar Nasional Indonesia 3 (2010), gondorukem (*Resina colophium*) merupakan hasil olahan destilasi uap getah yang didapat dari sadapan batang pinus (oleoresin) selain minyak terpentin. Gondorukem berbentuk padat berwarna kuning kecoklatan, sedangkan minyak terpentin berbentuk cairan putih bening.



Gambar 1 Gondorukem dan terpentin (Perhutani)

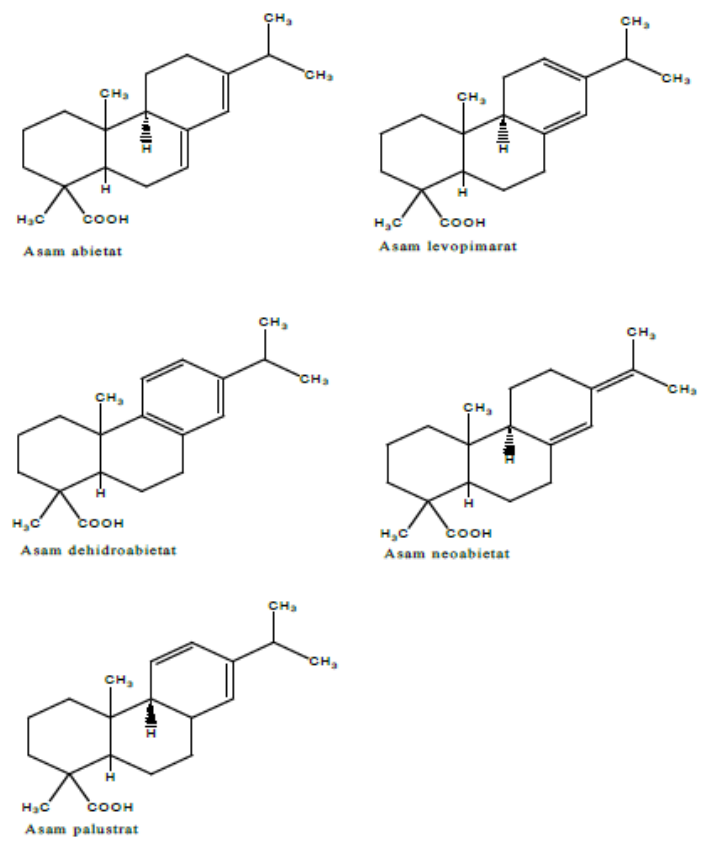
Kutsek (2005) menyatakan ada tiga jenis gondorukem berdasarkan sumbernya yaitu gondorukem hasil penyulingan getah yang diperoleh dari penyadapan pohon pinus atau gondorukem getah (*gondorukem/ gum gondorukem/ rosin resin*), gondorukem yang diperoleh dari ekstraksi jenis pohon pinus tua atau gondorukem kayu (*wood gondorukem*), dan gondorukem yang diperoleh dari hasil samping produksi *pulp kraft* atau gondorukem minyak (*tall-oil gondorukem*). Metode pemisahan antara gondorukem dan terpentin dapat dilihat secara garis besar pada Gambar 1.



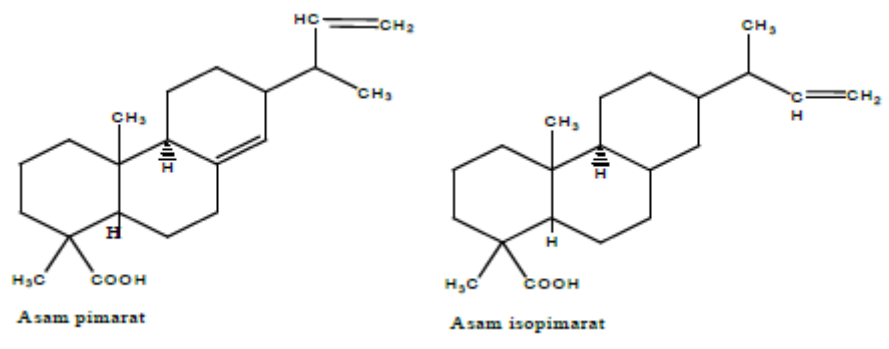
Gambar 2 Proses pengolahan gondorukem (Wang *et al.* 2011)

Gondorukem terdiri dari 90% asam rosin (abietat dan pimarat) dan 10% non asam (Mandaogade *et al.* 2002). Asam abietat tipe pimarik dengan hidrofenantrena memiliki khas struktur cincin. Gondorukem merupakan asam organik *alkyl tricyclic* tak jenuh yang berasal dari derivat alam. Komponen senyawa utama dari gondorukem adalah asam abietat dan asam pimarat yang memiliki sifat amfipatik yaitu mempunyai gugus karboksil yang bersifat hidrofilik dan molekul *tricyclic* yang bersifat hidrofobik (Wiyono 2009). Selain itu, menurut Wang *et al.* (2011) alasannya karena asam abietat ialah tipe pimarik dengan hidrofenantrena khas struktur cincin. Cincin *hydrophenanthrene* adalah dianggap memiliki struktur sikloalifatik dan aromatik, dengan demikian memberikan gondorukem dengan hidrofobisitas, keasaman dan kekakuan intrinsik, ditambah dengan sifat bahan kimia lainnya, yang memungkinkan asam gondorukem untuk dikonversi menjadi beberapa produk turunan seperti garam, ester dan campuran maleat anhidrida, dan

terhidrogenasi, non-proporsional gondorukem (umumnya diperoleh dengan isomerisasi gum gondorukem dengan katalis Pd – C).



Gambar 3 Struktur asam abietat (Kirk dan Othmer 2007)



Gambar 4 Struktur asam pimarat (Kirk dan Othmer 2007)

Selain itu, dengan sedikit modifikasi kimia, ester yang diturunkan dari getah gondorukem dikenal dengan sebutan ester gondorukem (Wang *et al.* 2011). Namun, aplikasi dari gondorukem masih terbatas karena kekurangannya, seperti oksidasi dan degradasi warna di udara. Oleh karena itu, sebagian besar penelitian berfokus pada oksidasi mekanisme derivat gondorukem, dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan antioksidan dan tahan cuaca. Malevskaya dan Kazeeva (1948) menemukan bahwa asam abietic lebih rentan terhadap oksidasi dari asam resin

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

lainnya, hal tersebut didukung dengan penelitian Soo *et al.* (2016) bahwa gondorukem tidak fleksibel dibandingkan dengan resin coumarone-indene yang terdiri dari rantai polimer pendek linier. Oleh karena itu, faktor mobilitas yang lebih rendah dalam perekat berbasis gondorukem mengurangi keterbasahan perekat.

Selain itu, Khadafi (2014) menyatakan bahwa gondorukem belum dapat larut dalam air yang kaitannya sama dengan penyerapan air dikarenakan masih banyaknya campuran asam lemak yang tidak seluruhnya diubah kedalam bentuk garamnya sehingga masih perlu dicari variasi penambahan yang lain agar gondorukem dapat larut yang pada penelitian ini menggunakan saponifikasi dapat larut. Namun Sung (2008) menambahkan bahwa gondorukem merupakan campuran kompleks yang saling larut dikarenakan salah satu senyawa besar yang memiliki berat molekul rendah. Dengan demikian, gondorukem mendapat perhatian yang tinggi sebagai bahan baku untuk persiapan beberapa polimer baru dengan struktur kimia spesifik dan sifat-sifat penting melalui modifikasi (Atta *et al.* 2013).

Dimasukkannya unit struktural gondorukem dalam busa poliuretan yang kaku dapat meningkatkan stabilitas termal dan kekuatan kompresi busa dibandingkan dengan polieter polioliol (Zhang *et al.* 1996). Disisi lain gondorukem dapat digunakan untuk memodifikasi bahan alam lainnya seperti lignin yang berpengaruh pada peningkatan sifat hidrofobisitas komposit (Wang *et al.* 2011). Selain lignin, penambahan gondorukem ke dalam *Sesame Protein Isolate* dapat meningkatkan kelembaban, permeabilitas uap air, mekanis, termal dan sifat morfologis (Sharma dan Singh 2016).

3.4 Tackifier

Tackifiers atau bahan pengikat adalah termoplastik atau resin epoksi tanpa katalis dan biasanya memiliki molekul rendah berat dan dalam bentuk resin dengan suhu transisi kaca dan suhu pelunakan secara signifikan di atas suhu kamar (Azura *et al.* 2013). Produk ini diproduksi dalam bentuk cairan berbasis pelarut atau kering dalam bentuk bubuk, yang diterapkan dengan teknik yang bervariasi sesuai dengan bahan *tackifier*. *Tackifier* memungkinkan kekuatan tambahan untuk mempertahankan integritas selama pemangkas, penanganan, dan operasi impregnasi. *Tackifier* juga menguntungkan untuk mengurangi *springback* dan *slipage* di antara lapisan permukaan substrat (Bickerton dan Advani 1999).

Tackifiers yang digunakan dalam industri dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok sesuai dengan struktur kimianya, resin hidrokarbon, resin fenolik, dan gondorukem (Thajaroen 2011). Umumnya, resin *tackifier* memiliki berat molekul tinggi dan melebur ke dalam matriks sebelum curing (Kittelson dan Hackett 1994). Rohatgi dan Lee (1997) menjelaskan bahwa *tackifier* dapat digunakan untuk *adhere inter* (antara lapisan) atau *intra-lapisan* (di dalam lapisan).



Gambar 5 a) Resin hidrokarbon b) Resin fenolik (Cervený *et al.* 2002)

Menurut penelitian Estrada *et al.* (2002) *tackifier* ini merupakan bahan pengikat atau bahan pengikat dapat digunakan untuk menyesuaikan bentuk awal dengan sistem resin tertentu. Terlihat bahwa keberadaan *tackifier* mempengaruhi kemampuan permeabilitas. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa lokasi dan konsentrasi *tackifier* tidak mempengaruhi permeabilitas. Resistensi aliran yang lebih tinggi dikaitkan dengan penyumbatan saluran antara serat penarik. Untuk konsentrasi *tackifier* yang sama, penguatan *anisotropic material* menunjukkan nilai permeabilitas yang berbeda dalam arah utamanya.

Tackifier bertindak sebagai pengencer untuk mengembangkan kemampuan mengalir dari perekat selama proses perekatan dan juga meningkatkan peel strength selama proses pengujian (Sasaki *et al.* 2008). Banyak peneliti terdahulu seperti Kraus *et al.* (1979), Class dan Chu (1985), Hino *et al.* (1975), Wetzel *et al.* (1964) dan Hock (1963) yang meneliti efek *tackifier* terhadap sifat perekat. Perekat yang diujikan untuk melihat efek *tackifier* adalah perekat berbasis karet polimer dan menunjukkan adanya peningkatan daya lekat pada perekat tersebut (Hock 1963).

Sasaki *et al.* (2008) menyatakan bahwa *tackifier* dari *polystyrene* memiliki kompatibilitas yang baik dan meningkatkan *peel adhesion*. Selain *polystyrene* digunakan juga *tackifier* terlarut pada tingkat molekul dalam matriks *polyisoprene* dapat meningkatkan keterbasahan dan kekuatan adhesi antarmuka. Selain itu, penambahan *tackifier* selalu membawa perubahan sifat mekanik karet (Duddey 2004). Dalam hal *tackifier* yang memiliki kompatibilitas yang baik, fase kaya akan *tackifier* dengan ukuran sekitar puluhan nm diamati, dan luasnya meningkat seiring meningkatnya konten *tackifier* (Nakamura *et al.* 2008).

3.5 Gondorukem sebagai *Tackifier*

Tackifier dibedakan menjadi dua jenis yaitu *tackifier* alami dan *tackifier* sintesis. Contoh *tackifier* alami adalah turunan asam gondorukem dan esternya. Gondorukem memberikan kontribusi yang signifikan pada loop tack dan peel strength yang umumnya menghasilkan penurunan kekuatan kohesif (Azura *et al.* 2013). Namun dalam Poh dan Suid (2014) loop tack dan peel strength pada gondorukem dan diperoleh nilai maksimum pada kekuatan kohesif dan kekuatan perekat. Penelitian terbaru menambah satu sifat pengujian yaitu shear strength dan hasilnya menunjukkan terjadinya peningkatan (Soo *et al.* 2016) Selain itu, penambahan satu sifat pengujian dapat memperlihatkan sifat-sifat reaktivitas kimia yang tinggi, titik pelunakan tinggi, peningkatan termal, atau kekerasan yang tinggi (Zhang 2013). Gondorukem digunakan untuk meningkatkan daya rekat yang rendah setelah adanya pembentukan ikatan pada Thermoplastic polyurethanes

(TPUs) (Arán et al. 2002). Dalam penelitian Raethong dan Boonkerd (2016) gondorukem memberikan sealant berbasis karet dengan kekuatan perekat tertinggi.

IV KARAKTERISTIK PEREKAT HOTMELT YANG MENGGUNAKAN *TACKIFIER* GONDORUKEM

Gondorukem sebagai *tackifier* banyak digunakan dalam perekat *hotmelt*, hal tersebut tentunya turut mempengaruhi karakteristik perekat. Adapun karakteristik tersebut ditunjukkan dalam Tabel 1.



No	Perekat	Tackifier	Sifat-sifat Perekat	Hasil	Referensi
1	Perekat berbasis alam eksposidasi (ENR 25)	PSA karet Penambahan kaolin	Viskositas perekat, <i>loop tack</i> dan <i>peel strength</i> meningkat	Viskositas: meningkat saat 20 phr kaolin 14×10^{-3} cP <i>Loop tack</i> : 20 phr kaolin 120 μm 200 N/m ² <i>Peel strength</i> : 30 phr filler 160 N/m	Poh dan Chew (2009)
2	Perekat berbasis alam	PSA karet Gondorukem dan Petroresin	<i>Loop tack</i> dan <i>peel strength</i> meningkat	<i>Loop tack</i> : 8.5×10^4 n/m 40 N/m <i>Peel strength</i> : berat molekul 8.5×10^4 n/m nlainya 60 N/m pada 120 μm	Poh dan Yong (2008)
3	Perekat berbasis alam eksposidasi (ENR 25)	PSA karet Gondorukem dan Petroresin penambahan benzoin peroksida	<i>Loop tack, peel strength,</i> + meningkat	<i>Loop tack</i> : 7.5×10^{-3} N/m ² <i>Peel strength</i> : 130 N/m	Poh & Suid (2014)
4	Perekat campuran akrilonitril <i>butadiene</i> (NBR)	Resin indene gondorukem	<i>Loop tack, peel strength,</i> dan <i>shear strength</i> meningkat	<i>Loop tack</i> : 70 N/m ² <i>Peel strength</i> : 450 N/m <i>Shear strength</i> : 105×10^{-3} N/m ²	Soo <i>et al.</i> (2016)
5	Karet alam <i>styrene grafted</i> (SNR) dan karet alam <i>deproteimized</i> (DPNR)	<i>Coumarone-indene</i> (CI), gondorukem (GR) dan resin petro (PR)	Penambahan <i>tackifier</i> CI, PR dan GR dapat meningkatkan <i>loop tack</i> pada sifat perekat.	viskositas: SNR 600 cP DPNR 1000 cP <i>loop tack</i> : SNR 1496 to 1879 N/m ² DPNR 1410–2350 N/m ² <i>peel strength</i> 51.6 N/m SNR, 44.14 N/m DPNR <i>shear strength</i> : SNR 5.2×10^4 N/m ² DPNR 4.9×10^4 N/m ²	Azura <i>et al.</i> (2014)

perpustakaan IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website perpustakaan IPB University di www.perpustakaan.ipb.ac.id.
 Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan disertasi, atau untuk keperluan lain yang wajar.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Boonkerd (2016)

Strain at break: 428%
Failure behavior: Adhesive

NR

Max load: 170.73

Poh dan Yong (2009)

Shear strength: 6.63×10^4 N/m²

4.14×10^4 N/m²

60 lm

Kekuatan geser menurun dengan semakin tinggi peningkatan berat molekul untuk semua ketebalan lapisan.

Khairullin *et al.* (2007).

Range suhu 30-50°C.

Suhu transisi kaca -18.5°C.

Modulus elastis: 4.5-6.5 MPa

Breaking strength: 1.5-1.65 MPa

Elongation at break: 400-500%

Arán-Aís *et al.* (2002).

T-peel strength 5 kn/m

Penambahan gondorukem sebagai bahan internal meningkatkan berat molekul rata-rata, tetapi modulus elastis dan viskositas menurun. memperlambat kinetika kristalisasi dan

Campuran gondorukem C 1,4-butanediol (setara 1: 1%)

Thermoplastic polyurethanes (TPUs)



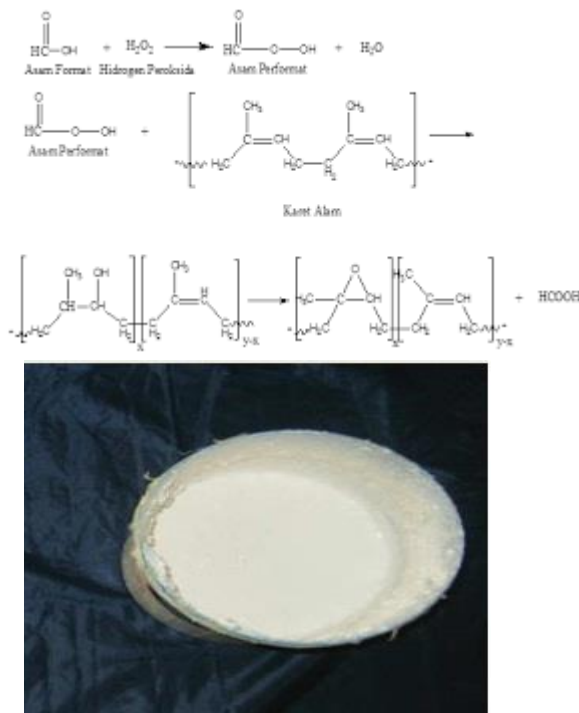
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

kekuatan *T-peel*

meningkat, penambahan gondorukem kepoliuretan menurunkan Adhesi.

10	Perekat tekanan sensitif (PSA) disiapkan dengan elastomer poliester termoplastik nabati (TPPE) <i>Polyurethane</i>	Gondorukem ester	<i>Loop tack, peel strength, dan shear strength</i> konsisten dengan kinerja perekat yang cukup besar.	<i>Peel strength of 1.9–2.6 N cm⁻¹, loop tack of 2.2–3.0 N, and shear strength of >20 000 min</i>	Lee <i>et al.</i> (2015)
11		ester gondorukem + penambahan minyak tung	Kekuatan T-peel dari perekat (masing-masing pada 5 menit dan 24 jam) meningkat pertama dan kemudian menurun dengan meningkatnya konten rantai fleksibel dalam GTR.	<i>Tensile strength (MPa): 6.8 Elongation (%): 574 Peel strength: 0.8 kN/m</i>	Ma <i>et al.</i> (2013).

4.1 Perekat Berbasis Karet Alam



Gambar 6 Struktur kimia karet alam dan contoh perekatnya (Hani *et al.* 2016)

Ketika perekat diberi tambahan *tackifier* dari gondorukem dalam Poh dan Yong (2008) hasil menunjukkan bahwa diperoleh nilai maksimum pada *loop tack* dan *peel strength* yang dikaitkan dengan keterbasahan maksimum perekat pada substrat dengan nilai *peel strength* sebesar 60 N.m⁻¹. Ketika perekat ini dimodifikasi tereksposidasi dengan diberi tambahan kaolin oleh Poh dan Chew (2009) mendapatkan nilai *peel strength* yang lebih tinggi yaitu berkisar 160 N.m⁻¹. Hal tersebut diduga karena kaolin memiliki struktur lembaran yang sangat teratur, plastisitas yang baik, dispersibilitas yang lebih mudah, luas permukaan spesifik yang besar, dan isolasi listrik yang sangat baik (Cheng *et al.* 2012). Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan kaolin berpenetrasi sehingga penambahan kaolin ini dapat meningkatkan kualitas perekat yang menggunakan *tackifier*. Bahkan dalam kasus lain pun dalam Zhang *et al.* (2019) kaolin mampu meningkatkan kekuatan ikatan dan nilai-nilai kekuatan ini pertama-tama menurun dengan kandungan kaolin dan kemudian secara bertahap meningkat dari 15% menjadi 60%. Sehingga penambahan kaolin akan mengurangi keterbasahan dan kompatibilitas hal tersebut mengindikasikan meningkatnya *peel strength*.

Selain adanya penambahan kaolin, Poh dan Suid (2014) menggunakan benzoil peroksida yang menghasilkan nilai *loop tack* sebesar 7,5 x 10⁻³ N/m². *Peel strength* sebesar 130 N.m⁻¹. Nilai *looptack* tersebut besarnya lebih kecil saat diberi tambahan kaolin, hal tersebut diduga karena adanya aktivitas farmakologis pada benzoil peroksida yang mengindikasikan adanya konsekuensi dari kemampuannya untuk menembus ke dalam kulit melalui pembukaan folikel (*folikuler opening*) dimana menurut Hafizuddin *et al.* (2012), folikuler ini sendiri suatu fase pelepasan dalam proses regenerasi yang dalam hal ini berkaitan dengan kulit. Artinya

regenerasi terkontrol ini mengurangi penyerapan suatu liquid yang mempengaruhi penetrasi intrafollicular sehingga mengurangi *looptack* (Wester *et al.* 1991).

Dalam Poh dan Yong (2009) karet alam dilapisi polietilen tereftalat (PET) memberikan nilai *shear strength* sebesar $6.63 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ hal tersebut diduga karena dalam penelitian Imran *et al.* (2010) PET merupakan suatu poliester termoplastik linier yang disintesis melalui esterifikasi asam tereftalat (*terephthalic acid*, TPA) dan etilen glikol (EG) atau dengan *transesterifikasidimetil tereftalat* (DMT) dan EG. Hal tersebut diduga karena proses esterifikasi ini mneghasillkan produk dengan kemurnian yang tinggi dengan berat jenis tinggi (Hapsariningsih 2014). Oleh karena itu, secara umum keunggulan PET terletak pada sifat-sifat yang baik pada kuat tarik, ketahanan kimia, kejernihan dan stabilitas termal (Caldicott 1999).

Berdasarkan hasil literatur yang dilakukan, gondorukem sebagai *tackifier* memiliki daya interaksi yang baik dengan bahan additive yang digunakan. Artinya sebagai *tackifier*, gondorukem dapat berkolaborasi dengan bahan lainnnya untuk meningkatkan kualitas perekat berbasis karet alam dan juga produk yang dihasilkan. Selain itu, dalam Azura *et al.* (2014) karet alam pun dimodifikasi menjadi karet alam *styrene grafted* (SNR) dan karet alam *deproteinized* (DPNR) memberikan nilai viskositas pada SNR sebesar 600 cP, DPNR sebesar 1000 cP, untuk nilai loop tack pada SNR sebesar 1496–1879 N.m^{-2} , DPNR sebesar 1410–2350 N.m^{-2} , sedangkan untuk nilai *peel strength* sebesar 51,6 N.m^{-1} pada SNR, 44,14 N.m^{-1} pada DPNR, serta nilai *shear strength* pada SNR sebesar $5,2 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$, DPNR sebesar $4,9 \times 10^4 \text{ N.m}^{-2}$ hal tersebut diduga karena SNR memiliki jaringan pengikat silang sulfur yang mengindikasi meningkatnya kekuatan tarik dan penambahan kekuatan adhesi. Dimana hal tersebut ditunjukkan dengan peningkatan beban maksimum yang berkontribusi pada peningkatan efektivitas *polystyrene* sebagai penambah adhesi (Neoh *et al.* 2010).

Raethong dan Boonkerd (2016) dalam penelitiannya memodifikasi karet alam menjadi karet alam reklamasi (RNR) memberikan nilai pada *Strain at break* 428%, *Failure behavior* yang bersifat *Adhesive* sedangkan pada *Max load* sebesar 170,73 N hal tersebut diduga karena menurut Rattanasom *et al.* (2005) modifikasi karet alam dengan RNR mengindikasi adanya peningkatan *crosslink* yang menyebabkan berkurangnya *elongation break*. Peningkatan sifat mekanis terjadi karena interaksi antar muka yang ditingkatkan antara matriks RR (*Reklamasi Rubber*) dengan *tackifier* (Panda *et al.* 2013).

4.2 Perekat Berbasis *Ethylene–Vinyl Acetate* (EVA)

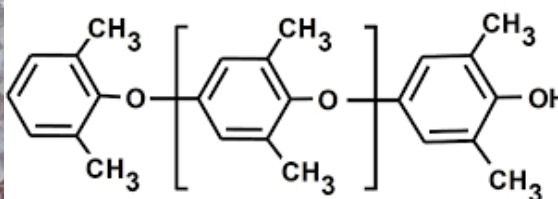


Gambar 7 Perekat EVA dan struktur kimianya (Handayani *et al.* 2017)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Dalam penelitian Khairullin *et al.* (2007) terjadi proses peningkatan pada karakteristik termal, fisik, dan mekanik dari sambungan perekat pada range suhu 30–50 °C, suhu transisi kaca sebesar -18,5 °C, pada modulus elastis sebesar 4,5–6,5 MPa, *Breaking strength* sebesar 1,5–1,65 MPa, *Elongation at break* sebesar 400–500%. Hal tersebut diduga karena kopolimer biasanya EVA dicampur dengan *wax* yang mengindikasikan adanya peningkatan pada sifat penghambat uap air selain itu kekuatan tahan panas ikut meningkat. Umumnya, EVA kopolimer dengan konten 28% berat VA memberikan sifat terbaik karena kompatibilitasnya dengan *wax* tersebut. Sehingga kopolimer EVA sering digunakan dalam perekat lelehan panas karena kekuatan, fleksibilitas, daya rekatnya pada substrat, suhu leleh rendah, dan kompatibilitas tinggi (Henderson 1993). Di sisi lain, penambahan *tackifier* memungkinkan pelunakan EVA untuk diproduksi pada suhu yang lebih rendah, menunjukkan bahwa *tackifier* menurunkan kristalinitas EVA, sehingga penambahan jumlah *tackifier* akan mengindikasikan peningkatan jumlah struktur amorf (Martinez *et al.* 2003). Untuk mengatasi kekurangan dari gondorukem sebagai *tackifier* tersebut dapat dengan melakukan modifikasi terhadap modifikasi *tackifier*. Salah satunya memadukan dengan nanopattern yang menggunakan S4VP (*poly (styrene)-block-poly(4-vinylpyridine) block copolymer*) sebagai agen *nanosubstructure*. Jalur ini memungkinkan untuk merancang beberapa sistem morfologi dengan rasio antara komponen dari campuran polimer GR / S4VP yang dirancang. Spektroskopi FTIR jelas membuktikan adanya pembentukan ikatan hidrogen antara gum rosin dan blok P4VP dari kopolimer blok (Gutierrez dan Tercjak 2014). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Purnawan *et al.* (2012) bahwa peningkatan ikatan hydrogen dapat menyebabkan perubahan keteraturan dan tingkat kristalinitas yang meningkat.

4.3 Perekat Berbasis *Thermoplastic polyurethanes (TPUs)*

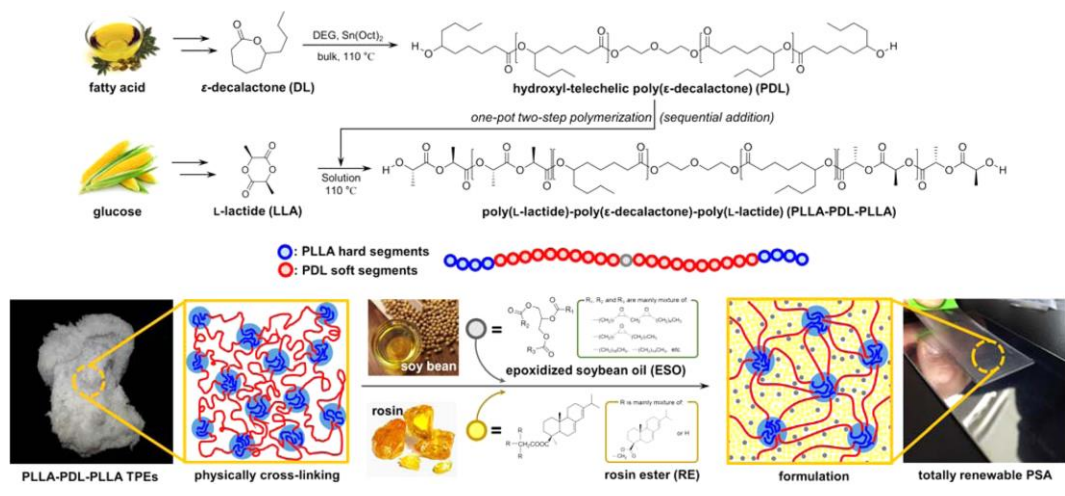


Gambar 8 Perekat TPUs dan struktur kimianya (Marković *et al.* 2017)

Dalam penelitian Arán-Aís *et al.* (2002) penambahan gondorukem sebagai bahan internal meningkatkan berat molekul rata-rata, tetapi modulus elastis dan viskositas menurun, memperlambat kinetika kristalisasi dan kekuatan *T-peel* meningkat, penambahan gondorukem ke poliuretan menurunkan kekuatan adhesi. Dengan nilai sebesar *T-peel strength* 5 kN.m⁻¹. Hal tersebut diduga karena adanya keberadaan *hard domain* di segmentasi poliuretan yang sangat berpengaruh penting bagi sifat mekanik. *Hard domain* dalam poliuretan tersegmentasi, bertindak sebagai ikatan silang fisik, memainkan peran yang mirip dengan ikatan silang kimiawi di vulkanisasi dan menanamkan perilaku elastomer material. Sejak domain keras juga

menempati volume yang signifikan dan lebih kaku dari domain lunak, mereka juga berfungsi sebagai pengisi skala nano yang efektif dan membuat bahan perilaku yang mirip dengan komposit (Petrovic dan Ferguson 1991). Pada suhu kamar, lunak domain berada di atas suhu transisi gelas mereka dan memberikan material itu perilaku seperti karet domain keras di bawah kaca atau lebur mereka suhu transisi dan dianggap mengatur histeresis, deformasi permanen, modulus tinggi, dan kekuatan tarik. Struktur domain juga menanamkan fleksibilitas TPU dalam sifat mekanik. Saat ini, poliuretan termoplastik adalah kelompok produk poliuretan yang penting karena keunggulannya dalam menahan looptack dan bahan kimia resistensi, sifat mekanik yang sangat baik, kompatibilitas jaringan, dan fleksibilitas structural (Qi dan Boyce 2004).

4.4 Elastomer Poliester Termoplastik Nabati (TPPE)



Gambar 9 Mekanisme TPPE (Lee *et al.* 2015)

Dalam penelitian Lee *et al.* (2015) *loop tack*, *peel strength*, dan *shear strength* konsisten dengan kinerja perekat yang cukup besar. *Peel strength* sebesar 1,9–2,6 N.cm⁻¹, *loop tack* of 2,2–3,0 N, dan *shear strength* > 20.000 min. PSA formulasi termasuk *tackifier rosin ester* yang tersedia secara komersial dan terbarukan tidak hanya efektif tetapi juga kompetitif dengan TPE komersial dan PSA. Yang terpenting, sifat perekat diri dapat dikontrol dan disetel oleh jumlah dan molar domain keras amorf/semikristalin massa kopolimer *triblock* terbarukan di formulasi PSA, bahkan menggunakan jumlah yang relatif kecil. Produk TPE komersial tersebut umumnya berbasis karet sintetik seperti *ethylene-propylene-diene* (EPDM), *ethylene-propylene rubber* (EPR) dan *acrylonitrile butadiene rubber* (NBR) atau modifikasinya sedangkan yang berbasis karet alam belum banyak dikembangkan (Nurhajati *et al.* 2015).

Soo *et al.* (2016) memodifikasi perekat alam dengan diberi campuran akrilonitril butadiene (NBR) memberikan nilai *loop tack* : 70 N.m⁻², *peel strength* : 450 N.m⁻¹, dan *shear strength* : 105 x 10⁻³ N.m⁻² hal tersebut diduga karena karet NBR memiliki sifat mekanis yang rendah, sehingga diperlukan pencampuran (*blending*) antara karet NBR dengan karet yang memiliki sifat mekanis yang baik. Karet alam (KA) merupakan polimer bio-sintesis alami yang mempunyai sifat mekanis dan dinamis yang baik serta mempunyai karakteristik proses yang baik (Ismail *et al.* 2001; Sahakaro *et al.* 2009). Namun, KA memiliki ketahanan kimia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

yang rendah (Yahya *et al.* 2011). Pencampuran antara KA dan NBR diharapkan dapat menggabungkan dua sifat dasar karet sehingga dapat saling melengkapi. Pencampuran dua karet tersebut, diharapkan dapat mensubsitisi kebutuhan impor karet sintetis NBR sehingga dapat menekan biaya produksi. Selain itu, NBR memiliki ketahanan yang baik terhadap oli dan pelarut-pelarut nonpolar n-pentana (Wang *et al.* 2014; Choi dan Ha 2009), dimana ketahanannya meningkat seiring kandungan akrilonitrilnya (Sommer 2009).

4.5 Perekat *Polyurethane*



Gambar 10 Perekat *polyurethane* (Perhutani)

Dalam penelitian Ma *et al.* (2013) kekuatan *T-peel* dari perekat (masing-masing pada 5 menit dan 24 jam) secara bertahap meningkat dan kemudian menurun dengan meningkatnya konten rantai fleksibel dalam gondorukem. Dengan nilai *tensile strength* sebesar 6,8 MPa, *elongation* sebesar 574% dan nilai *peel strength* sebesar 0.8 kN.m⁻¹. Hal tersebut diduga karena adhesif yang tinggi disebabkan adanya gugus fungsi isosianat yang sangat reaktif dan mampu membentuk ikatan kimia (*chemical bonding*) yang sangat kuat bila bereaksi dengan gugus hidroksil (OH-) seperti air, alkohol, amino, dan jenis senyawa organik poliol yang kaya akan gugus OH-. Jumlah kontak partikel yang berbeda untuk tiap jenis perekat akan mengakibatkan berkurangnya celah antar partikel dalam komposit sehingga daya serap air (porositas) akan menurun. Komposit dengan perekat polimer PU yang memiliki kekuatan tekan tinggi, porositasnya lebih rendah dari perekat polimer PVAc dan semen. Dengan demikian komposit dengan perekat polimer PU memiliki daya adhesif yang baik untuk mendukung kuat tekan komposit. Lebih dari satu mampu meningkatkan sifat hidrofil untuk menghasilkan senyawa baru dan kemudian dapat pula bereaksi dengan gugus lainnya. Reaksi gugus isosianat dengan kumpulan gugus hidroksil akan membentuk jaringan ikatan uretan (*urethane linkage*) yang memungkinkan kontak antara partikel dengan perekat semakin banyak dan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi (Chen *et al.* 2009).

4.6 Perekat berbasis *Styrene-Butadine Rubber (SBR)*



Gambar 11 Contoh perekat berbasis *Styrene-Butadiene Rubber (SBR)* (Eissa *et al.* 2017)

Dalam penelitian Poh *et al.* (2010) nilai *shear strength* sebesar $8 \times 10^{-4} \text{ N.m}^{-2}$ untuk gondorukem dan *shear strength* petro-resin sebesar $11 \times 10^{-4} \text{ N.m}^{-2}$, nilai *shear strength* pada gondorukem lebih rendah nilainya dibandingkan dengan petro-resin. Pengamatan ini dikaitkan dengan penurunan kekuatan kohesif perekat yang dihasilkan dari pengenceran efek resin, yaitu penurunan jumlah konten SBR yang bertindak sebagai pengikat dalam sistem perekat. Kekuatan geser petro perekat berbasis resin lebih tinggi dari padaperekat dari gondorukem karena keterbasahan dan kompatibilitasnya yang lebih baik.

Melalui penelitian Atta *et al.* (2004) gondorukem dapat dimodifikasi struktur kimianya yang diperoleh dengan analisis IR daan HNMR dimana *gondorukem cationic surfactants* didapatkan. QRMAE tersebut memiliki kecenderungan lebih besar untuk teradsorpsi pada antar muka logam cair lebih besar dari antar muka udara atau air. Selain itu, QRMAE menunjukkan sifat penghambatan yang sangat baik untuk korosi baja dan efisiensi pernghambatan tersebut meningkat seiring meningkatnya konsentrasi inhibitor. Dalam kaitannya untuk melindungi baja dari korosi, gondorukem ini dapat disintesis menjadi multigisidil epoksi eter dan ester yang artinya didapatkan polimer baru yang dapat digunakan sebagai agen pengeras untuk total epoksi yang didapat dari total gondorukem yang digunakan. Agen pengeras ini berkaitan dengan sifat mekanik yang ditingkatkan tergantung pada *density crosslink* dan ketahanan bahan kimia serta pelarut yang tinggi yang merujuk kehadiran sikloalifatik pada struktur gondorukem yang ditingkatkan. Sehingga dengan dilakukannya modifikasi tersebut diharapkan gondorukem sebagai *tackifier* ini dapat meningkatkan pengaruhnya terhadap perekat berbasis SBR.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Gondorukem sebagai *tackifier* dapat ditambahkan pada beberapa jenis perekat *hotmelt*, seperti berbasis karet alam baik yang termodifikasi ataupun dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

adanya penambahan bahan aditif, EVA, SBR, *polyurethane*, TPPE, dan juga TPU. Peran gondorukem terhadap perekat berbasis karet alam berkontribusi pada peningkatan *peel strength*, kuat tarik, ketahanan kimia, kejernihan dan stabilitas termal, sifat mekanis, kualitas dan kekuatan perekat serta penurunan nilai *looptack*. Sementara itu, pada perekat EVA gondorukem berkontribusi terhadap peningkatan pada karakteristik termal, fisik, dan mekanik dari sambungan perekat. Namun demikian, terjadi penurunan kekuatan kohesif perekat pada SBR. Di lain pihak, TPPE dan TPU berkontribusi terhadap peningkatan sifat mekanis pada *polyurethane*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi pustaka, perekat yang disarankan untuk menggunakan gondorukem sebagai *tackifier* yaitu perekat berbasis karet alam. Perlu adanya identifikasi lanjutan terkait pengaruh *tackifier* terhadap kualitas perekat ataupun produk yang dihasilkan yang ditinjau dari keterkaitannya terhadap interaksi bahan aditif, modifikasi bahan baku yang digunakan, modifikasi perlakuan dan juga modifikasi *tackifier* itu sendiri. Sehingga penelitian ke depan diharapkan mampu mengklasifikasikan tujuan penggunaan dari *tackifier* berbasis gondorukem.



DAFTAR PUSTAKA

- Acmad B, Diniyati D. 2015. Kontribusi pendapatan hasil hutan kayu pada usaha hutan rakyat pola agroforestry di kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 9(1): 24.
- Ais F, Palau A, Barcelo CA, Martinez JM. 2002. Characterization of thermoplastic polyurethane adhesives with different hard/soft segment ratios containing rosin as an internal *tackifier*, *Journal of Adhesion Science and Technology*. 16(11): 1431-1448.
- Arán AF, Torró PA, OrgilésBM, Martínez, JM. 2002. Characterization of thermoplastic polyurethane adhesives with different hard/soft segment ratios containing rosin as an internal *tackifier*. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 16(11): 1431–1448.
- Arrietaa MP, Sampera MD, Lópeza JM, Aldasa M, López J. 2017. Combined effect of linseed oil and gum rosin as natural additives for PVC. *J. Industrial Crops and Products* 99 (2): 196–204.
- Atta AM, El-Mahdy GA, Dyab AK, Allohedan HA. 2013. Application of Highly Surface Active Cationic Surfactants Based on Rosin as Corrosion Inhibitor for Tubing Steel During Acidization of Petroleum Oil and Gas. *J. Electrochem. Sci.* Vol. 8.
- Atta AM, Mansour R, Abdou MI, Sayed AM. 2004. Epoxy resins from rosin acids: synthesis and characterization. *Polym. Adv. Technol.* 15: 514–522.
- Azura R, Lee XM, Misman MA. A.R. 2014. Effect of natural and synthetic *tackifiers* on viscosities, adhesion properties and thermal stability of SNR and DPNR solution adhesives. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 28(7): 637-652.
- Barabde UV, Fulzele SV, Satturwar PM, Dorle AK, Joshi FB. 2005. Film coating and biodegradation studies of new rosin derivative. *Reactive & Functional Polymers*. 62: 241–248.
- Blomquist RF. 1983. Fundamentals of Adhesion. In : Blomquist,RF, Christiansen AW, Gillespie RH. and Myers GE. (Eds.) : *Adhesive Bonding of Wood and Other Structural Materials*. Wisconsin (US) : Forest Product Technology USDA Forest Service and The University of Wisconsin.
- Cervený, Silvina, Bergman R, Schwartz, Gustavo, Jacobsson P. 2002. Dielectric α - and β -Relaxations in Uncured Styrene Butadiene Rubber. *Macromolecules*. 35. 10.1021/ma010990o.
- Cobbold, Jackson. 1992. Gum rosin colophony: a suitable material for thermomechanical modelling of the lithosphere. *Tectonophysics*. 210: 255-271.
- Da Silva SA, Marques CL, Cardozo NSM. 2012. Composition and Performance of Styrene-Isoprene-Styrene (SIS) and Styrene-Butadiene-Styrene (SBS) Hot Melt Pressure Sensitive Adhesives. *The Journal of Adhesion*. 88(2): 187–199. doi:10.1080/00218464.2012.648873.
- Dong HL, Hyung SD, Hyung JK. 2006. PSA performances and viscoelastic properties of SIS-based PSA blends with H-DCPD *tackifiers*. Laboratory of Adhesion and Bio-Composites.

- Eissa, Mohamed, Botros SH, Moustafa, Ahmed. 2017. Triblock copolymers–modified SBR/EPDM rubber blends. *Journal of Elastomers & Plastics*. 50. 009524431771464. 10.1177/0095244317714642.
- Estrada G, Pernon C, advani S. 2002. Experimental Characterization of the Influence of *Tackifier* Material on Preform Permeability. *Journal of Composite Materials*: 36(19).
- Galan C, Sierra CA, Gomez JM, Delgado JA. 1996. A hot-melt pressure-sensitive adhesive based on styrene-butadiene-styrene rubber. The effect of adhesive composition on the properties.
- Galan C, Sierra JM, Fatou G. 1992. A Hot-Melt Pressure-Sensitive Adhesive Based on Styrene-Butadiene-Styrene Rubber. The Effect of Adhesive Composition on the Properties. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 62: 1263-1275.
- Gilbert FX, Marin G, Derail C, Allal A. 2003. Rheological properties of hot melt pressure-sensitive adhesive based on styrene-isoprene copolymers. *The Journal of Adhesion*. 79: 825 – 852.
- Guozhang M, Tong Z, Jianbing W. 2013. Preparation and properties of glycerin ester of tung oil modified rosin. 1700-1706.
- Gutierrez J & Tercjak A. 2014. Natural gum rosin thin films nanopatterned by poly(styrene)-block-poly(4-vinylpyridine) block copolymer. *RSC Advances*. 4(60): 32024.
- Haldoko LA, Siregar MI, Suhartono Y, Adidhuto LS, Priyanto A. 2017. Pengembangan Perekat Alam untuk Penyambung Artefak Tahap II. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*. 11(1): 40 – 48.
- Hani H, Maspanger, Dadi, Radiman, Cynthia. 2016. Peningkatan ketahanan oksidasi karet alam melalui pengikatan antioksidan 4-aminodifenilamina secara kimia. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 32: 65. 10.20543/mkkp.v32i2.1473.
- Handayani H, Faturrohman MI, Kinasih NA, Falaah AF. 2017. Karet alam epoksi sebagai bahan baku pembuatan komponen karet pada katup tabung dan regulator LPG. *Jurnal Penelitian Karet*. 35(2): 199 – 210 doi: <http://dx.doi.org/10.22302/ppk.jpk.v35i2.416>.
- Hapsariningsih W. 2014. Prarancangan pabrik dimetil tereftalat dari asam tereftalat dan metanol dengan katalis alumina aktif kapasitas 100.000 ton/tahun [skripsi]. Surakarta (ID): Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hashim AS, Ong SK. 2014. Application of epoxidized natural rubber (NR) in pressure sensitive adhesives (PSAs). *Chemistry, Manufacture and Applications of Natural Rubber*. 353–370.
- Hayashi S, Kim HJ, Kajiyama M, Ono H, Mizumachi H, Zufu Z. 1999. Miscibility and pressure-sensitive adhesive performances of acrylic copolymer and hydrogenated rosin systems. *Journal of Applied Polymer Science*. 71(4): 651–663.
- Imran K, Poh BT. 2011. Effect of molecular weight and testing rate on adhesion property of pressure-sensitive adhesives prepared from epoxidized natural rubber. *Journal of Materials and Design*. 2513-2519.
- Japan Adhesive Tape Manufacturers Association, Nenchaku Handobukku (Handbook of Pressure Sensitive Adhesives), 3rd ed., 2005. Japan Adhesive Tape Manufacturers Association, Tokyo.
- Kamagata K, Kosaka H, Hina K, Toyama MJ. 1971. *Appl. Polym. Sci*. 15: 483–500.

[Kemenperin] Kementerian Perindustrian. 2017. *Perkembangan Ekspor dan Impor Industri Pengolahan*. Jakarta (ID): Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Khadafi M, Rostika I, Hidayat T. 2014. Pengolahan gondorukem menjadi bahan pendirian Sebagai aditif pada pembuatan kertas. *Jurnal Selulosa*. 4(1): 17 – 24.

Khairullin II, Aleksashin VM, Petrova, AP. 2007. Use of thermal analysis techniques for studying a hot-melt adhesive. *Polymer Science Series C*. 49(1): 84–88.

Khan I, Poh BT. 2011. Effect of molecular weight and testing rate on adhesion property of pressure-sensitive adhesives prepared from epoxidized natural rubber. *Materials & Design*. 32(5): 2513–2519.

Khan I, Poh BT. 2012. Material Properties and Influence of Molecular Weight and Testing Rate on Adhesion Properties of Epoxidized Natural Rubber-Based Adhesives. *J Polym Environ* 20: 132–141.

Kima DJ, Kima HJ, Yoon GH. 2005. Effect of substrate and tackifier on peel strength of SIS (*styrene-isoprene-styrene*)-based HMPSAs. *International Journal of Adhesion & Adhesives*. 25: 288–295.

Kirk RE, Othmer DF. 2007. *Encyclopedia of Chemical Technology* 4th Edition. Volume ke-21. New York: The Interscience Encyclopedia, Inc.

Kraus G, Jones FB, Marrs OL, Rollmann KW. 1976. Morphology and Viscoelastic Behavior of Styrene-Diene Block Copolymers in Pressure Sensitive Adhesives. *The Journal of Adhesion*. 8(3): 235–258.

Kumooka Y. 2008. Analysis of rosin and modified rosin esters in adhesives by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF-MS). *Forensic Science International*. 176(2-3): 111–120.

Kutsek GJ. 2005. *Inhibition of Rosin Crystallization*. United States Patent Number 6.939.944B2. http://www.google.com/patents/download/6939944B2_Inhibition_of_rosin_crystallization.pdf [17 Januari 2011].

Lee LH. 1991. *Adhesive Bonding*. New York (US) : Plenum Press.

Lee S, Lee K, Kim YW, Shin J. 2015. Preparation and Characterization of a Renewable Pressure-Sensitive Adhesive System Derived from ϵ -Decalactone, L-Lactide, Epoxidized Soybean Oil, and Rosin Ester. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 3(9): 2309–2320.

Li H, Zeng X, Wu W. 2008. Epoxidation of Styrene-Isoprene-Styrene Block Copolymer and Its Use for Hot-Melt Pressure Sensitive Adhesives. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 47(10): 978–983.

Liu JL, Liu XM, Li WG, Ma L, Chem FS. 2014. Kinetics of gum rosin oxidation under 365 nm ultraviolet irradiation. 145: 209–212.

Luqman M, Syed ZF, Kamarudin H, Poh BT. 2015. Effect of hybrid tackifiers on viscosity, peel strength, and shear resistance of natural rubber and epoxidized natural rubber-based pressure sensitive adhesives. *Journal of Applied Mechanics and Materials*. 49-53.

Ma G, Zhang T, Wu J, Hou C, Ling L, Wang B. 2013. Preparation and properties of glycerin ester of tung oil modified rosin. *Journal of Applied Polymer Science*. 130(3): 1700–1706.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Mandaogadea PM, Satturwara PM, Fulzelea SV, Gogteb BB, Dorlea AK. 2002. Dorlea Rosin derivatives: novel film forming materials for controlled drug delivery *Reactive & Functional Polymers* 50: 233–242.
- Marković, Gordana, Marinović-Cincović, Milena, Jovanović, Vojislac, Kojić, Dejan, Vukić, Nevena, Samaržija-Jovanović, Suzana, Budinski-Simendic, Jaroslava. 2017. The properties of composites based on NR/CSM rubber blend and waste rubber powder. *Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske*. 13: 1-5. 10.7251/GHTE.
- María Luisa Barrueso-Martínez, Teresa del Pilar Ferrándiz- Gómez, María Dolores Romero-Sánchez & José Miguel Martín-Martínez (2003) Characterization of eva-based adhesives containing different amounts of rosin ester or polyterpene *tackifier*, *The Journal of Adhesion*, 79:8-9, 805-824.
- Marra AA. 1992. *Technology of Wood Bonding : Principles in Practise*. New York (US) : Van Nostrand Reinhold drug delivery *Reactive & Functional Polymers* 50 (2002) 233–242.
- Martinez B, Gomez PF, Sanchez R, Martnez M. 2003. Characterization of eva-based adhesives containing different amounts of rosin ester or polyterpene *tackifier*. *The Journal of Adhesion*. 79(8-9): 805–824.
- Musa L, Firdaus SZ, Hussin K, Teik PB. 2015. Effect of Hybrid *Tackifiers* on Viscosity, Peel Strength and Shear Resistance of Natural Rubber and Epoxidized Natural Rubber-Based Pressure Sensitive Adhesives. *Applied Mechanics and Materials*. 754-755: 49–53.
- Nakamura Y, Sakai Y, Adachi M, Fujii S, Sasaki M, Urahama Y. 2008. Effects of Compatibility of Acrylic Block Copolymer and *Tackifier* on Phase Structure and Peel Adhesion of Their Blend. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 22(12): 1313–1331.
- Neoh, Lee XM, Azura AR, Azanam SH. 2010. Effect of in situ polymerization of styrene onto natural rubber on adhesion properties of styrene—atural rubber (SNR) adhesives. *Journal of Adhesion*. 86(8): 859-873.
- Niua X, Liua Y, Songa Y, Hanb J, Pana H. 2018. Rosin modified cellulose nanofiber as a reinforcing and co-antimicrobial agents in polylactic acid /chitosan composite film for food packaging. *Carbohydrate Polymers*. 183: 102–109.
- Norma AK, Fathurrohman MI. 2016. Ketahanan n-pentana dan sifat mekanis vulkanisat karet perapat dari campuran karet alam/akrilonitril-butadiena dengan kompatibiliser.
- Nowak M.J, Severtson SJ, Wang XP. 2003. Properties Controlling the Impact of Styrenic Block Copolymer Based Pressure-Sensitive Adhesives on Paper Recycling. *Chem Res*. 42 1681–1687.
- Pate VK, Rawat N. 2017. Physico-mechanical properties of sustainable Sagwan-Teak Wood Flour/Polyester Composites with/without gum rosin, *Sustainable Materials and Technologies*.
- Pavon C, Aldas M, Martínez JL, Ferrándiz S. 2020. New Materials for 3D Printing Based on Polycaprolactone with Gum Rosin and Beeswax as Additives. *Polymers*. 12(1): 334.
- Poh BT, Chew CE. 2009. Effect of kaolin on adhesion property of epoxidized natural rubber-based pressure-sensitive adhesive using gum rosin as *tackifier*. *Journal of Elastomers and Plastics*. 41: 447.



- Poh BT, Suid NH. 2014. Dependence of adhesion properties of cross-linked epoxidized natural rubber (ENR 25)-based pressure-sensitive adhesives on benzoyl peroxide loading in the presence of gum rosin and petroresin *tackifiers*. *The Journal of Adhesion*. 90(11): 899-911.
- Poh BT, Yong AT. 2008. Effect of molecular weight of rubber on tack and peel strength of SMR L-based pressure-sensitive adhesives using gum rosin and petroresin as *tackifiers*. *Journal of Macromolecular Science*. 46: 97-103.
- Poh BT, Giam YF, Yeong FP. 2010. Tack and Shear Strength of Adhesives Prepared from Styrene-Butadiene Rubber (SBR) Using Gum Rosin and Petro Resin as *Tackifiers*. *Journal of Adhesion*, 86: 846–858.
- Petrova AP. 2002. Adhesive Materials Handbook, Ed. By E. N. Kablov and S. V. Reznichenko. K i R, Moscow.
- Phillips JC, lane SJ, Lejeune AM, Hilton M. 1995. Gum rosin-acetone system as an analogue to the degassing behaviour of hydrated magmas Bull Volcanol. 57: 263-268.
- Purnawan C, Wibowo AH, Samiyatun. 2012. Kajian ikatan hidrogen dan kristalinitas kitosan dalam proses adsorpsi ion logam perak (ag). *J Molekul*. 7(2). 121 – 129.
- Rancangan Standar Nasional Indonesia 3. 2010. *Gondorukem*. RSNI3 7636:2010. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sato H, Ohtani H, Tsuge S, Tsuda I, Suetomo S. 2004. Structural characterization of modified rosins by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry, *Bunseki Kagaku*. 53 (2004): 609–613.
- Sharma L, Singh C. 2016. Composite Film Developed From the Blends of Sesame Protein Isolate and Gum Rosin and Their Properties There of. *Polymer Composites*.
- Shih HH, Hamed GR. 1997. Peel adhesion and viscoelasticity of poly(ethylene-co-vinyl acetate)-based hot melt adhesives. I. The effect of *tackifier* compatibility. *Journal of Applied Polymer Science*. 63(3): 323–331.
- Shunji H, Hyun JK, Mikio K, Hirokuni O, Hiroshi M, Zhou Z. 1998. Miscibility and pressure-sensitive adhesive performances of acrylic copolymer and hydrogenated rosin systems. *Journal of Applied Polymer Science*. 71. 651-663.
- Thaijaroen W. 2011. Effect of *Tackifiers* on Mechanical and Dynamic Properties of Carbon-Black-Filled NR Vulcanizates. *Polymer Engeenering and Science*.
- Wang J, Yao K, Andrew, Korich, Li s, Ma S, Ploehn HJ, Lovine M, Wang C, Chu F, Tang C. 2011. Combining Renewable Gum Rosin and Lignin: Towards Hydrophobic Polymer Composites by Controlled Polymerization. *Journal of Polymer Science*. 49: 3728–3738.
- Yoshinobu N, Yu S, Manabu A. 2008. Effects of compability of acrylic block copolymer and *tackifier* on phase structure and peel adhesion of their blend. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 22(12): 1313-1331.
- Yuan B. 2005. The effect of *tackifiers* on the viscoelastic Properties of polyolefin based pressure Sensitive.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Zhanc Y, Zhang S, Wanc, Hourston J. 1996. Influence of the Composition of Rosin-Based Rigid Polyurethane Foams on Their Thermal Stability. *Journal of Applied Polymer Science*. 59: 1167-1171.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung pada 29 Mei 1998 dari Almarhum Bapak Hamdan Hasyim dan Almarhumah Ibu Lily Paulina. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Telah menempuh Pendidikan selama 6 tahun di SDS Tamasiswa Teluk Betung (2004-2010), SMPN 1 Bandarlampung (2010-2013), SMAN 10 Bandarlampung (2013-2016) dan diterima di Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis merupakan mahasiswa penerima beasiswa Tanabe Foundation sejak tahun 2016-2020. Selama menempuh Pendidikan di Departemen Hasil Hutan, penulis telah mengikuti Praktek Umum Kehutanan (PUK) di Gunung Sawal, Pangandaran dan Hutan Pendidikan Gunung Sawal pada tahun 2018. Penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Selain itu, penulis telah mengikuti kepanitiaan dalam beberapa acara dan pernah aktif sebagai sekretaris II Himpunan Mahasiswa Hasil Hutan (Himasiltan) IPB dan bendahara umum Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana kehutanan, penulis melakukan kegiatan penelitian dengan judul Karakteristik Perekat Hotmelt yang Menggunakan Gondorukem sebagai Sustainable Tackifier yang dibimbing oleh Prof. Dr. Ir Yusuf Sudo Hadi, M.Agr dan Lukmanul Hakim Zaini, S.Hut, M.Sc.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.