

POTENSI LATEKS SEBAGAI BAHAN ADITIF PENINGKAT MUTU ASPAL JALAN

POTENTIAL OF LATEX AS ADDITIVE TO IMPROVE ASPHALT QUALITY

Juniaty Towaha

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
juniaty_tmunir@yahoo.com

ABSTRAK

Aspal merupakan material yang biasa digunakan sebagai bahan pengikat dalam perkerasan jalan. Akan tetapi sebagai material perkerasan jalan, aspal memiliki beberapa kelemahan yaitu kurang tahan terhadap panas, radiasi dan curah hujan, elastisitas rendah dan relatif mudah mengalami kerusakan jika mendapat volume atau beban lalu lintas yang tinggi. Oleh karena itu kebutuhan aspal yang lebih bermutu sebagai bahan pengikat perkerasan jalan sangat dituntut keberadaannya. Peningkatan mutu aspal dapat dilakukan dengan cara memodifikasi dengan penambahan bahan aditif seperti lateks. Penambahan bahan aditif lateks dalam aspal untuk perkerasan jalan dapat meningkatkan fleksibilitas, ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang (*ageing*) yang lebih baik, serta lebih tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air. Sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta dapat mengurangi biaya perawatan maupun perbaikan jalan.

Kata kunci : Lateks, aditif, aspal, jalan

ABSTRACT

Asphalt is a material commonly used as a binder in road concrete. However, asphalt has several disadvantages, such as less resistant to heat, radiation and rainfall, low elasticity and relatively easily damaged if it gets a high volume or high traffic load. Therefore, the need for higher quality asphalt is needed. Asphalt quality improvement can be done by modifying it with additives such as latex. The addition of latex in asphalt can increase flexibility, better resistance to deformation, overcome cracks and improve aging resistance, and be more resistant to damage caused by water. Therefore, the roads will be more durable hence reducing the cost of road maintenance and repairs.

Key words : Latex, additive, asphals, roads

PENDAHULUAN

Aspal merupakan material yang biasa dipergunakan sebagai bahan pengikat (*binder*) dalam perkerasan jalan. Sebagai material perkerasan jalan, bahan tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu kurang tahan terhadap panas, radiasi dan curah hujan, memiliki elastisitas rendah dan relatif mudah mengalami kerusakan jika mendapat volume atau beban lalu lintas yang tinggi pada jalan. Peningkatan lalu lintas, baik jumlah, beban dan kecepatannya memerlukan kualitas perkerasan jalan lebih baik, dapat menahan beban kendaraan, sehingga perkerasan lebih tahan terhadap terjadinya deformasi antara lain alur, gelombang dan lainnya.

Indonesia yang mempunyai iklim tropis dengan sinar matahari sepanjang tahun dan curah hujan yang tinggi, sangat membutuhkan aspal yang lebih bermutu sebagai bahan pengikat untuk perkerasan jalan. Peningkatan mutu aspal dilakukan dengan cara modifikasi penambahan bahan aditif yang dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik aspal. Penambahan bahan aditif ke dalam aspal bertujuan agar aspal memiliki fleksibilitas, ketahanan deformasi, temperatur, modulus resilien, dan ketahanan usang (*ageing*) yang lebih baik, serta lebih tahan rembesan air.

Bahan yang selama ini banyak digunakan sebagai aditif aspal adalah polimer plastik dan polimer karet sintetis (Davidson., Lubbers, & Taakamura, 2007). Polimer karet biasanya ditambahkan dalam bentuk lateks atau polimer padat, serta berupa serbuk ban bekas atau

serbuk vulkanisat karet lain (McDaniel & Shah, 2003; King, Pavlovich, Epps & Kandhal, 2010; Brown, Parker & Smith, 2010; Almaamori & Hussen, 2014). Polimer padat atau serbuk vulkanisat biasanya ditambahkan dalam bentuk serbuk halus berukuran sekitar 40 mesh, sedangkan lateks ditambahkan dalam bentuk lateks pekat dengan kadar karet kering (KKK) mencapai 60%. Dibandingkan dengan serbuk vulkanisat seperti ban bekas, penggunaan aditif polimer berupa lateks diprediksi lebih baik, karena sifat lengket lateks lebih baik (Nrachai, Chayatan, & Direk, 2005). Pada serbuk vulkanisat, polimernya telah ter Vulkanisasi membentuk jaringan tiga dimensi, sehingga sifat lengketnya relatif lemah (Ibeagi, Okereke, Okpareke & Ukoha, 2012)

Sebagai sesama polimer, karet alam (*Hevea brasiliensis*) juga berpotensi digunakan sebagai aditif aspal. Selain merupakan polimer alam yang ramah lingkungan, daya lengket dan elastisitasnya juga lebih baik dari karet sintetis, sehingga diharapkan lebih sesuai sebagai aditif aspal. Untuk Indonesia, penggunaan karet alam lebih menguntungkan karena karet alam ketersediaannya berlimpah. Kondisi ini ditunjang oleh keberadaan Indonesia sebagai negara penghasil karet alam kedua terbesar dunia dengan produksi tahun 2016 sebesar 3.157.780 ton, luasan areal 3.639.092 hektar (Ditjenbun, 2016). Walaupun termasuk negara utama penghasil karet alam, tetapi penggunaannya di Indonesia kurang berkembang. Pusdatin Pertanian (2016) dan Ditjenbun (2016) menyatakan bahwa sekitar 90% produksi karet alam Indonesia diekspor ke mancanegara dan sekitar 10% dikonsumsi di dalam negeri. Keadaan ini menyebabkan perkembangan karet alam sebagai komoditas ekspor sangat bergantung pada kondisi perekonomian global. Apabila terjadi krisis ekonomi global yang menyebabkan terpuruknya industri dunia, dapat menyebabkan melemahnya ekspor dan jatuhnya harga karet.

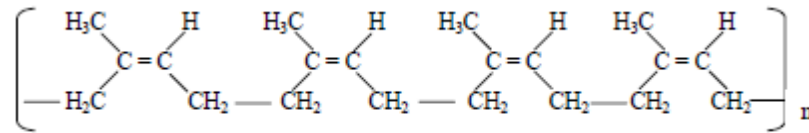
Untuk mengatasi kondisi demikian dan sebagai antisipasi krisis di masa datang, sangat diperlukan diversifikasi penggunaan karet alam. Diversifikasi karet alam yang akan

dimanfaatkan sebagai aditif aspal untuk perkerasan jalan diharapkan dapat meningkatkan konsumsi karet alam di Indonesia, mengingat saat ini pemerintah sedang gencar meningkatkan kualitas konstruksi jalan maupun melakukan pembuatan jalan baru di seluruh pelosok Indonesia. Keberhasilannya bukan hanya akan berdampak pada peningkatan posisi tawar karet alam Indonesia, tetapi juga akan mengembalikan gairah para petani karet yang sempat menurun, untuk kembali mengusahakan perkebunan karet rakyat. Disamping itu, keberhasilan pemanfaatan lateks karet alam sebagai aditif, selain akan menghemat devisa dan meningkatkan nilai tambah karet alam, secara tidak langsung juga akan meningkatkan konsumsi domestik karet alam.

LATEKS

Lateks kebun

Karet alam (*natural rubber*) yang dikenal dalam dunia perdagangan merupakan karet hasil penggumpalan getah atau lateks kebun hasil sadapan dari pohon karet *Hevea brasiliensis* Muell Erg. (Alfa, 2002). Lateks kebun merupakan cairan berwarna putih seperti susu atau putih kekuning-kuningan tergantung pada jenis klonnya. Cairan lateks merupakan sistem koloid yang sangat kompleks yang terdiri dari hidrokarbon karet, karbohidrat, protein, lipid, karoten, garam-garam, mineral, enzim dan berbagai bahan lain (Sethuraj & Mathew, 1992; Tanaka, 1998). Menurut Morton (2013) fasa terdispersi dalam lateks berupa molekul-molekul hidrokarbon terdiri dari satuan isoprena (C_5H_8) membentuk poliisoprena (C_5H_8) (Gambar 1) biasa disebut partikel karet yang terdispersi pada media cair yang disebut serum (partikel non karet). Selanjutnya Tanaka (1998) mengemukakan bahwa partikel karet terdiri dari hidrokarbon karet yang diselimuti senyawa lipid dan protein dengan diameter 0,1-1,0 μm seperti yang terlihat pada Gambar 2.



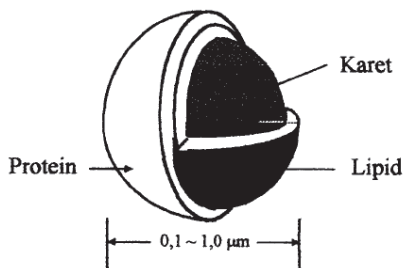
Gambar 1. Struktur molekul 1,4 cis poliisoprena

Sumber : Morton (2013)

Figure 1. Molecular structure of 1,4 cis polyisoprene

Source: Morton (2013)

Pada tanaman karet lateks terdapat dalam pembuluh lateks yang terletak pada bagian kulit pohon dan diperoleh dengan cara menyadap pohon tersebut. Penyadapan dilakukan dengan cara melukai kulit pohon dengan kemiringan 25°-35° diantara batang dan kambium, dimana saat pohon karet disadap, lateks mengalir dengan cepat, lalu makin lama makin lambat dan akhirnya terhenti setelah beberapa saat. Terhentinya aliran lateks disebabkan adanya penyumbatan pada ujung-ujung pembuluh, adanya penyumbatan disebabkan terjadinya penggumpalan lateks dalam pembuluh tersebut (Sethuraj & Mathew, 1992).



Gambar 2. Partikel karet dalam lateks

Sumber : Tanaka (1998)

Figure 2. Rubber particles in latex

Source: Tanaka (1998)

Morton (2013) menyatakan bahwa jika dibiarkan tanpa dilindungi bahan pengawet, lateks kebun akan mudah menggumpal secara alami, karena mengalami dehidrasi atau terjadinya penurunan muatan listrik, membentuk fase gel yang disebut karet padat. Penurunan muatan listrik koloid lateks dapat terjadi disebabkan adanya penurunan pH lateks, penambahan elektrolit, penambahan zat giat

permukaan, dan pengaruh enzim protease yang menyerang lapisan pelindung protein partikel lateks. Disamping itu, penggumpalan alami juga dapat terjadi karena terbentuknya asam lemak eteris yang dapat menurunkan pH lateks, atau karena terjadinya garam yang tak larut antara asam lemak tinggi dengan ion-ion logam yang ada dalam lateks (Alfa, 2002). Adapun komposisi kandungan dalam lateks kebun secara umum tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi lateks kebun hasil sadapan

Table 1. Composition of latex

Komponen	Kandungan (%)
Hidrokarbon karet	35,62
Lemak, lilin dan resin	1,65
Protein	2,03
Karbohidrat	0,34
Abu	0,70
Air	59,62

Sumber/Source : Stern (1967)

Suparto (2002) mengemukakan bahwa susunan dan kandungan bahan dalam lateks dapat terlihat jelas jika dilakukan proses pemusingan (*centrifuging*). Pemusingan dengan kecepatan putar rendah 2.000 rpm dapat memisahkan lateks kebun menjadi 2 fraksi yaitu bagian atas terdapat fraksi berwarna putih dan bagian bawah fraksi berwarna kuning. Dua fraksi tersebut dipisahkan oleh lapisan berwarna kuning-jingga, yang terdiri dari partikel Frey-Wyssling. Apabila lateks kebun dipusingkan pada 18.000 rpm selama 60 menit, maka lateks akan terpisah menjadi 4 fraksi dengan urutan dari bagian atas ke bawah (Tabel 2).

Tabel 2. Fraksi yang menyusun lateks yang diputar
Table 2. The fractions of rotated latex

Lateks yang diputar		
Jenis fraksi	Jumlah (%)	Senyawa penyusun
Fraksi karet	35	Karet Protein Lipid Ion logam
Fraksi Frey Wyssling	5	Karotenoida Lipid
Fraksi serum	50	Air Karbohidrat dan inositol Protein dan turunannya Senyawa nitrogen Asam nukleat dan nukleosida Ion anorganik Ion logam
Fraksi dasar	10	Lutoid (vakuolisom)

Sumber : Suparto (2002)

Lateks pekat

Thomas, *et al.* (2013) menyatakan bahwa lateks kebun umumnya mengandung kadar karet kering (KKK) antara 25-35%, lateks ini belum dapat dipasarkan karena masih terlalu encer dan belum sesuai untuk digunakan sebagai bahan industri karet, mengingat sebagian besar proses pembuatan barang jadi asal lateks memang memerlukan lateks berkadar karet tinggi, dengan KKK \geq 60%. Sehingga lateks ini perlu dipekatkan terlebih dahulu hingga memiliki KKK \geq 60%, dimana lateks dengan KKK \geq 60% dikenal dengan sebutan lateks pekat (*concentrated latex*).

Lateks pekat merupakan produk olahan lateks alam yang dibuat dengan menggunakan empat cara yaitu: (1) pemusingan (*centrifuging*); (2) pendadihan (*creaming*); (3) penguapan (*evaporating*); dan (4) elektrodekantasi. Diantara keempat cara tersebut pemusingan dan pendadihan merupakan cara yang telah dikembangkan secara komersial sejak lama, dimana metode pemusingan merupakan metode yang paling lazim dipakai (Thomas *et al.*, 2013; Morton, 2013). Keuntungan cara pemekatan dengan menggunakan alat pemusing adalah lateks pekat yang diperoleh mengandung sedikit zat padat

dan juga kadar protein yang rendah, serta bebas dari kotoran maupun endapan.

Menurut Thomas *et al.* (2013) untuk mencegah terjadinya proses penggumpalan dan lateks dapat disimpan lama, maka lateks pekat diberi bahan pengawet yaitu amoniak. Berdasarkan kandungan pengawet amoniak, terdapat 2 jenis lateks pekat yaitu lateks pekat amoniak tinggi dan lateks pekat amoniak rendah.

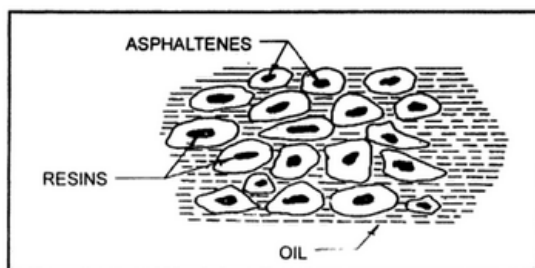
LATEKS SEBAGAI BAHAN ADITIF ASPAL

Karakteristik aspal

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang lekat atau berbentuk padat, yang terdiri dari *hydrocarbons* atau turunannya dan bersifat tidak mudah menguap serta lunak secara bertahap jika dipanaskan, yang diperoleh dari alam ataupun residu dari pengilangan minyak bumi (Soehartono, 2010). Menurut Sukirman (2007) aspal adalah material perekat (*cementitious*) yang berwarna hitam atau coklat tua, yang memiliki sifat kedap air dan adhesif, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, sebagian besar terbentuk dari unsur hidrokarbon yang disebut bitumen, sehingga

seringkali aspal disebut pula *bitumenous material*.

Secara garis besar komposisi kimiawi aspal terdiri dari *asphaltenes*, *resin* dan *oil*. *Asphaltenes* merupakan padatan yang menyebar di dalam larutan yang disebut *maltenes* yang berupa cairan kental yang terdiri dari *resin* dan *oil* (Hunter, 2000; Sukirman, 2007). Resin berperan dalam memberikan sifat adhesi dari aspal.



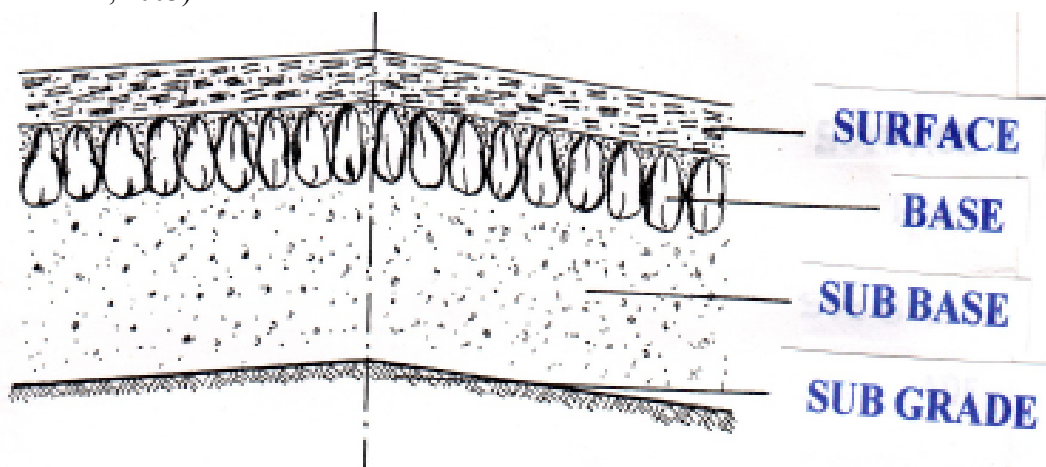
Gambar 3. Komposisi aspal
Sumber : Sukirman (2007)
Figure 3. Asphalt composition
Source: Sukirman (2007)

Aspal merupakan bahan komposit yang biasa digunakan dalam konstruksi infrastruktur seperti jalan, landasan bandara dan tempat parkir. Aspal berfungsi sebagai perekat agregat dalam campuran perkerasan, dimana banyaknya aspal dalam campuran perkerasan jalan berkisar antara 5-10% berdasarkan berat campuran atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Hunter, 2000; Sukirman, 2003).

Aspal sebagai bahan pengikat perkerasan jalan memiliki beberapa kelemahan diantaranya seperti mengalami deformasi (perubahan bentuk) permanen yang disebabkan adanya tekanan terlalu berat oleh muatan kendaraan yang berlebihan dan tingginya frekuensi lalu lintas kendaraan di jalan raya. Disamping itu dapat terjadi keretakan-keretakan yang disebabkan oleh panas sinar matahari maupun rusak terkikis oleh limpasan air hujan (Hunter, 2000; Asphalt Institute, 2009).

Perkerasan jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti (Sukirman, 2007; Soehartono, 2010). Agar perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan memadai, serta ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis (Gambar 4). Lapisan paling atas disebut sebagai lapisan permukaan (*surfacecourse*), merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di bawahnya terdapat lapisan fondasi yang terdiri dari fondasi atas (*base coarse*) dan fondasi bawah (*sub base coarse*), yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan (*sub grade*) (Soedarsono, 1987).



Gambar 4. Penampang melintang konstruksi jalan
Sumber : Soedarsono (1987)
Figure 4. Cross section of road construction
Source: Soedarsono (1987)

Soedarsono (1987) dan Soehartono (2010) menyatakan bahwa material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat sebanyak 90-95% dan bahan ikat sebanyak 5-10% dari berat campuran perkerasan. Agregat yang biasanya dipakai dalam perkerasan jalan adalah batu belah, batu pecah, kerikil, pasir dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain semen, aspal dan tanah liat.

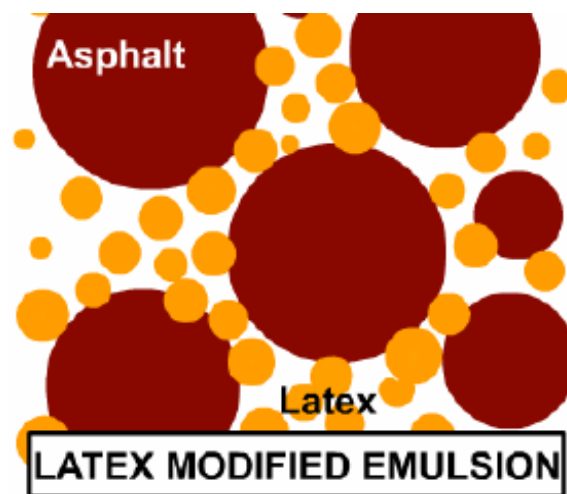
Bahan pengikat seperti aspal dan semen dipergunakan sebagai pengikat agregat agar terbentuk perkerasan yang kedap air. Perkerasan yang mempergunakan aspal sebagai bahan pengikat disebut perkerasan lentur dan perkerasan yang mempergunakan semen sebagai bahan pengikat disebut perkerasan kaku (Sukirman, 2007; Soehartono, 2010).

Menurut Soedarsono (1987) fungsi lapisan permukaan (*surface course*) antara lain : (1) bahan perkerasan untuk menahan beban roda kendaraan; (2) lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat hujan serta aliran permukaan; dan (3) lapisan aus (*wearing course*). Mengingat fungsi lapisan permukaan tersebut, maka penggunaan bahan aspal yang bermutu tinggi sangat diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air dan memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

Jenis lateks untuk aditif aspal

Lubbers & Lukanen (2008) menyatakan bahwa lateks dapat beremulsi sempurna dan baik dengan aspal (Gambar 5), sehingga dapat menjamin terjadinya peningkatan ketahanan fisik maupun mekanik aspal. Modifikasi aspal dengan penambahan aditif lateks telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Beberapa penelitian yang umumnya menggunakan jenis lateks pekat ($KKK \geq 60\%$) dengan penambahan sekitar 4-6% dari berat aspal sudah dapat meningkatkan mutu aspal yang lebih baik yaitu meningkatkan fleksibilitas

(Nataatmadja, Prahara & Sambung, 2007; Ekwulo & Igwe, 2011), ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi (Nurcahja & Nugraha, 1998; Amal, 2011; Trisilvana, Krisna, Djakfar & Bowoputro, 2014; Siswanto, 2017a), mengatasi keretakan-keretakan (Malithong & Thongpin, 2010; Shaffie *et al.*, 2014) dan meningkatkan ketahanan usang (*ageing*) yang lebih baik (Nopparat *et al.*, 2012; Shaffie, Ahmad & Arshad, 2017) serta lebih tahan terhadap limpasan air (Nurcahja & Nugraha, 1998; Trisilvana *et al.*, 2014; Siswanto, 2017b).



Gambar 5. Emulsi aspal dan lateks

Sumber :Lubbers & Lukanen (2008)

Figure 5. Asphalt and latex emulsions

Sources: Lubbers and Lukanen (2008)

Hasil penelitian BPTK (2009) pada berbagai jenis lateks terhadap kemudahan bercampur dengan aspal yang meliputi : LP (lateks pekat), LP-TZ (lateks pekat rendah amonia), LP-AR (latek pekat air rendah), LP-KR (lateks pekat karbohidrat rendah), LP-VR (lateks pekat depolimer viskositas rendah), L-DPNR (lateks rendah protein), karet krep dan karet DPNR, diperoleh hasil seperti pada Tabel 4. Terlihat bahwa jenis lateks LP-VR merupakan lateks yang paling baik dalam kemudahannya bercampur dengan aspal.

Tabel 3. Hasil pengamatan verifikasi kemudahan lateks bercampur dengan aspal
Table 3. Results of verification of the ease of latex mixed with asphalt

Jenis lateks	Kehalusan aliran	Kelarutan	Daktilitas
LP	Ada gumpalan	Tidak sempurna	-
LP-TZ	Aliran halus	Kurangsempurna	-
LP-AR	Ada gumpalan	Tidak sempurna	-
LP-KR	Ada gumpalan	Tidak sempurna	-
LP-VR	Aliran halus	Sempurna	Tidak putus
L-DPNR	Aliran halus	Sempurna	Putus
Karet krep*	Ada gumpalan	Tidak sempurna	-
Karet DPNR*	Sedikit gumpalan	Sempurna	Putus

Keterangan : * Suhu pencampuran > 200°C dengan waktu pencampuran > 2 Jam

Sumber : BPTK (2009)

Lateks LP-VR merupakan lateks hasil depolimerisasi melalui proses pemutusan rantai molekul polimer panjang menjadi polimer dengan rantai molekul yang lebih pendek. Penurunan berat molekul ini secara bersamaan disertai dengan penurunan viskositas karet dan dengan penurunan viskositas ini menjadikan lateks menjadi lebih mudah dicampurkan dengan aspal (BPTK, 2009). Disamping itu lateks depolimer mempunyai daya lekat yang lebih baik dari jenis lateks lainnya (Ramadhan, Prastanto, & Alfa, 2005), sehingga aspal yang dicampur dengan lateks depolimer mempunyai kekuatan mengikat agregat yang lebih baik. Mengingat bahwa daya lekat aspal yang kuat akan mampu memelihara ikatan antarbutir agregat, yang dapat meningkatkan stabilitas serta ketahanan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air karena *interlocking* antar agregat semakin baik (Trisilvana *et al.*, 2014).

Teknologi produksi lateks LP-VR telah diverifikasi menggunakan reaktor skala 500 liter di Laboratorium Lapang Ditjen Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, dan mampu menghasilkan lateks LP-VR yang viskositasnya dibawah 40. BPTK (2009) menyatakan bahwa berdasarkan uji pendahuluan diperoleh bahwa lateks berviskositas rendah LP-VR sesuai untuk digunakan sebagai aditif aspal. Uji titik lunak aspal yang telah ditambah aditif lateks LP-VR sebanyak 5% dari berat aspal mampu meningkatkan titik lunak aspal karet secara signifikan yaitu titik lunak aspal meningkat dari 46,5°C menjadi sekitar 60°C, dengan

penurunan nilai penetrasi yang tidak terlalu besar, sehingga meningkatkan nilai stabilitas yang berdampak pada peningkatan ketahanan terhadap deformasi permanen.

Disamping itu, lateks karet alam LP-VR juga berpotensi digunakan sebagai aditif semen beton untuk bahan perkerasan. Sebagai penstabil lateks agar tidak menggumpal jika dicampur semen, yang menjadi penyebab buruknya *workability* semen mortar bercampur lateks, perlu ditambahkan bahan penstabil. Hasil pengujian beberapa bahan penstabil, penggunaan 7% kasein mampu menghasilkan semen beton berkaret dengan *workability* yang baik, sehingga mampu menghasilkan semen mortar berkaret yang stabil (BPTK, 2009).

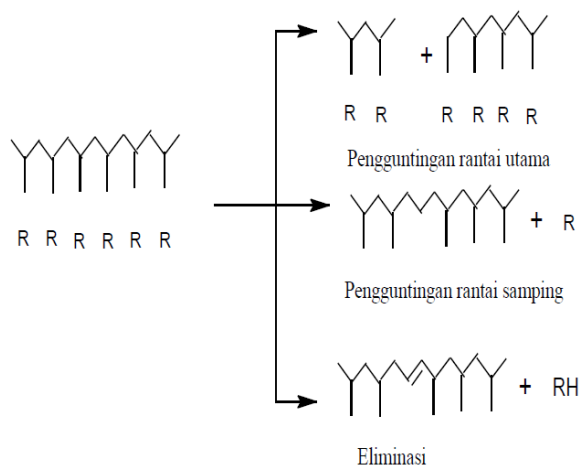
Dengan demikian berdasarkan hasil penelitian BPTK (2009) tersebut jenis lateks yang paling sesuai sebagai aditif aspal adalah lateks depolimer, dikarenakan lateks depolimer lebih mudah bercampur dengan aspal serta mempunyai daya lekat yang lebih tinggi dibanding jenis lateks lainnya.

Lateks depolimer

Thomas *et al.* (2013) menyatakan bahwa salah satu ciri karet alam adalah bobot molekulnya tinggi hingga 1-2 juta. Bobot molekul tinggi merupakan kelebihan karet alam, akan tetapi jika bobot molekul semakin meningkat karena peristiwa pengerasan selama penyimpanan, maka akan menyulitkan pencampurannya dengan bahan kimia selama proses pengolahan barang jadi karet dan akan membatasi penggunaan karet alam untuk

pembuatan produk yang membutuhkan daya rekat, seperti lem, cat, pernis, dan tinta cetak.

Menurut Morton (2013) depolimerisasi adalah proses pemutusan atau pendegradasian polimer dengan cara menghilangkan kesatuan monomer secara bertahap dalam reaksi, agar diperoleh karet dengan rantai molekul lebih pendek. Depolimerisasi molekul karet dilakukan untuk memperoleh karet dengan bobot molekul rendah yang ditandai dengan rendahnya viskositas *Mooney* (Surdia, 2000). Depolimerisasi karet secara kimia dapat dilakukan dengan mereaksikan lateks dengan suatu bahan pendegradasi yang mampu memutus rantai poliisoprena karet alam. Morton (2013) menyatakan depolimerisasi polimer disebabkan oleh beberapa faktor yaitu energi panas, energi mekanik, penyinaran ultra violet dan bahan kimia. Lateks hasil depolimerisasi dikenal dengan nama lateks alam berbobot molekul atau berviskositas rendah (lateks LP-VR).



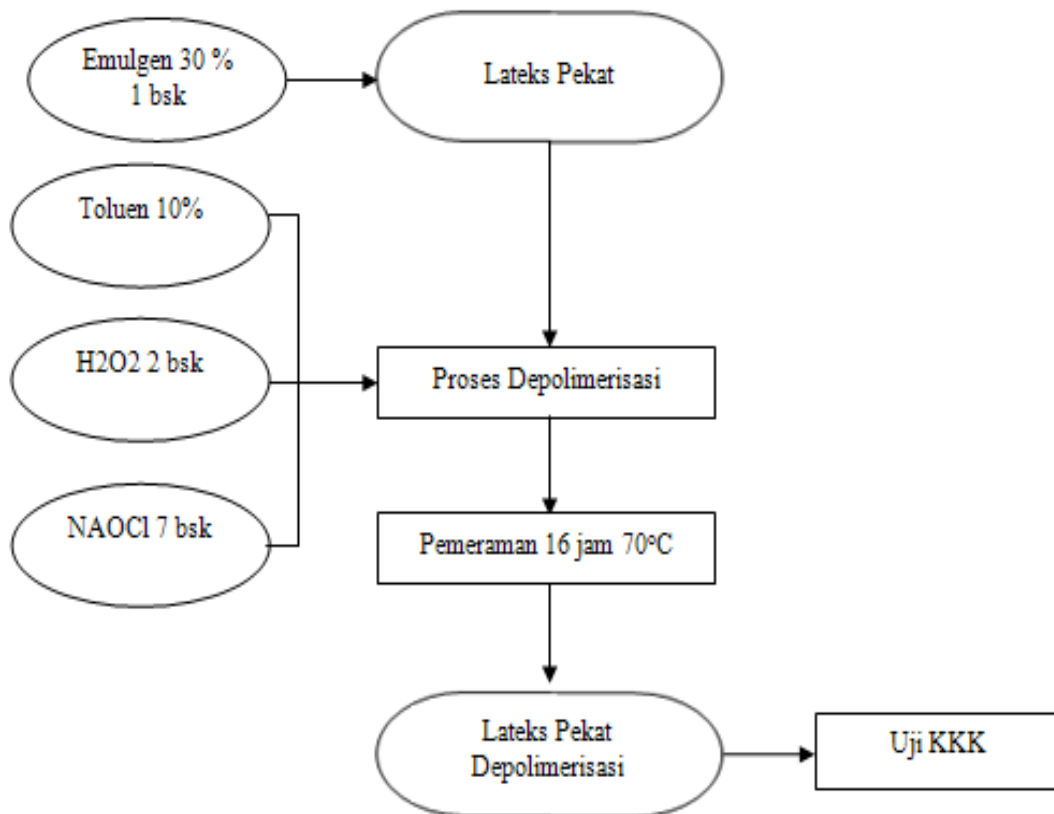
Gambar 6. Mekanisme degradasi polimer

Sumber : Surdia (2000)

Figure 6. Mechanism of polymer degradation

Source: Surdia (2000)

Morton (2013) mengemukakan bahwa depolimerisasi molekul karet terjadi karena adanya radikal OH hasil penguraian hidrogen peroksida (H_2O_2). Radikal OH yang terbentuk bersifat sangat reaktif dan dapat bereaksi secara tidak terkontrol dengan molekul polimer karet alam (poliisopren). Radikal OH yang terbentuk menarik salah satu atom H^+ yang terdapat pada polimer terutama menyerang ikatan karbon rangkap dan gugus karbon ekor sehingga dihasilkan radikal bebas yang aktif. Radikal bebas pada molekul isoprene tersebut mudah bereaksi dan berikatan dengan oksigen yang ada dalam lateks dan membentuk molekul yang tidak stabil hingga mengalami reaksi autooksidasi sampai terjadi pemutusan ikatan. Pada akhir reaksi pemutusan, terbentuk gugus karbonil. Gugus karbon aktif yang dihasilkan langsung bereaksi dengan gugus aktif dari reduktor yang dihasilkan gugus karbonil yang tidak bermuatan. Gugus karbon yang dihasilkan memiliki gugus ujung berupa keton dan aldehyd. Adapun mekanisme depolimerisasi molekul karet tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 8. Diagram alir proses pembuatan lateks depolimerisasi

Sumber : Saputra *et al.* (2011).

Figure 8. Flow chart of the process of making latex depolymerization

Source: Saputra *et al.* (2011).



Gambar 9. Lateks depolimer K-Pravul produksi
Puslit Karet

Sumber : Puslit Karet (2016)

Figure 9. Latex K-Pravul depolymer Rubber
Research Center

Source: Rubber Research Center (2016)

Pencampuran lateks depolimer dan aspal

Pencampuran aditif lateks dan aspal untuk pengaspalan jalan skala kecil dapat dilakukan secara manual (Gambar 10) dengan pengadukkan yang intensif sehingga diperoleh campuran yang cukup homogen (Puslit Karet, 2016). Adapun untuk pengaspalan dengan skala besar pencampuran lateks dan aspal dapat dilakukan dengan mempergunakan mesin AMP (*Asphalt Mixing Plant*) yang *mobile* (Gambar 11) maupun mesin AMP yang *stationary* (Gambar 12), yang dapat menghasilkan campuran aspal lateks yang lebih homogen dalam jumlah besar, sehingga dengan kapasitas yang lebih besar relatif lebih menjamin kelancaran pasokan campuran beraspal ke unit penghampar. Pasokan yang tidak lancar pada unit penghampar dapat mengakibatkan permukaan jalan tidak rata dan kepadatan tidak tercapai, karena campuran di bawah alat penghampar telah dingin sehingga pada bagian

tersebut sulit diratakan dan dipadatkan (Soehartono, 2010).



Gambar 10. Pencampuran secara manual lateks pekat depolimer dengan aspal
Sumber : Puslit Karet (2016)

Figure 10. Manually mixing concentrated depolymer latex with asphalt
Source: Rubber Research Center (2016)



Gambar 11. Mesin AMP yang bergerak
Sumber : Sinosun Machinery (2018)
Figure 11. AMP mobile machine
Source: Sinosun Machinery (2018)



Gambar 12. Mesin AMP yang tidak bergerak
(stationary)

Sumber : Sinosun Machinery (2018)
Figure 12. Stationary AMP machine
Source: Sinosun Machinery (2018)

Aplikasi penggunaan aspal dengan aditif lateks depolimer di jalan raya

Uji gelar aspal dengan aditif lateks depolimer oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan dengan menggunakan aditif lateks depolimer K-Pravul yang dikembangkan oleh Pusat Penelitian Karet telah dilaksanakan di jalan raya Ciawi-Sukabumi, yaitu pada ruas Ciawi – Benda sepanjang 4,2 km dengan lebar 10,5 meter. Penambahan lateks pada uji gelar aspal adalah 5% terhadap berat aspal (Puslit Karet, 2016).

Hasil uji pendahuluan terhadap penggunaan aspal aditif lateks tersebut sesuai dengan hasil penelitian Azahar *et al.* (2016) yaitu :

- Meningkatnya ketahanan terhadap deformasi permanen akibat peningkatan beban. Hal tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya nilai stabilitas dan *Marshall Quetient* aspal lateks dibanding aspal biasa.

Meningkatnya ketahanan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air. Hal tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya harga kekuatan sisa (*Marshall Retained Strength*) aspal lateks dibanding aspal biasa.

PENUTUP

Penambahan bahan aditif lateks dalam aspal untuk perkerasan jalan dapat meningkatkan fleksibilitas, ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang (*ageing*) yang lebih baik, serta lebih tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air. Sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan maupun perbaikan jalan.

Pemanfaatan lateks alam sebagai aditif aspal untuk perkerasan jalan merupakan bentuk diversifikasi penggunaan karet alam. Keberhasilan pemanfaatan lateks karet alam sebagai aditif aspal, selain akan menghemat devisa dan meningkatkan nilai tambah karet alam, secara tidak langsung juga akan meningkatkan konsumsi domestik karet alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, A.A. (2002). *Pengembangan Pengolahan Karet Siklo dan Masterbat Siklo dari Lateks Karet Alam*. Bogor : Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Almaamori, M.H., & Hussien, M.M. (2014). Use of crumb rubber as a way to improve performance grade for asphalt cement. *Natural and Applied Sciences*, 5(1):66-77.
- Amal, A.S. (2011). Pemanfaatan getah karet pada aspal AC 60/70 terhadap stabilitas Marshall pada asphalt treaded base (ATB). *Media Teknik Sipil*, 9(1):8-16.
- Asphalt Institute. (2009). *Asphalt in Pavement Preservation and Maintenance*. New York, USA: Asphalt Institute.
- Azahar, N.M., Hassan, N. A., Jaya, R.P., Kadir, M.A.A., Yunus, N.Z.M. & Mahmud, M.Z.H. (2016). An overview on natural rubber application for asphalt modification. *International Journal of Agriculture Forestry and Plantation*, 3: 212-219.
- BPTK. (2009). *Pemanfaatan Karet Alam Sebagai Bahan Aditif Aspal dan Beton untuk Meningkatkan Kualitas Jalan*. Bogor :Balai Penelitian Teknologi Karet, Balitbang Pertanian
- Brown, E.R., Parker, F., & Smith, M.R. (2010). Study of the effectiveness of styrene-butadiene rubber latex in hot mix asphalt mixes. *Transportation Research*, 9(1):8-16
- Davidson, J., Lubbers, K., C. & Taakamura, K. (2007). *Characterization of Unmodified and SBR Latex-Modified Evotherm Warm Mix Binder*. Ontario :Canadian TeBalai Penelitian chnical Asphalt Association.
- Dijenbun. (2016). *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017 Karet*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI.
- Ekwulo, E.O. & Igwe, E.A. (2011). Effect of loading frequency on dynamic modulus of rubber latex-modified asphalt concrete. *International Journal of Current Research*, 3(10):26-30.
- Gunanti, S.D. (2004). *Kajian Kemantapan Viskositas Mooney Karet Hasil Depolimerisasi Lateks Alam yang Diberi Perlakuan Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS)*. Skripsi pada Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hunter, R.N. (2000). *Asphalts in Road Contruction*. London, UK: Thomas Telford Publishing Ltd.
- Ibeagi, U.M., Okereke, S.O.E., Okpareke, O.C. & Ukoha, P.O. (2012). Studies on the modifications of asphalt binder using some selected polymers. *International Journal of Chemical Sciences*, 10(4):2048-2056.
- King, G., King, H., Pavlovich, R.D., Epps, A.L., & Kandhal, P. (2010). *Additives in Asphalt*. Texas, USA: National Center for Asphalt Technology.
- Lubbers, C. & Lukanen, E. (2008). *SBR and Natural Rubber Latex-Modified Emulsiens for Micro Surfacing*. MPPP Meeting September 9-11 2008, Minneapolis, USA. Minnesota Department of Transfortation.
- Malithong, S. & Thongpin, C. (2010). The modification of asphalt emulsion using pre-vulcanized natural rubber latex for highway application. *Advanced Materials Research*, 93-94:639-642.

- McDaniel, R. & Shah, A. (2003). *Asphalt Additives to Control Rutting and Cracking*. Indiana, USA : Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University.
- Morton, M. (2013). *Rubber Technology*. New York, USA : Springer-Science+Business Media, BV.
- Nataatmadja, A.D., Prahara, E. & Sambung, P.C. (2007). Analysis of the use of rubberized asphalt in hot mix asphalt using reclaimed asphalt pavement (RAP). *Earth and Environmental Science*, 109:147-155.
- Nopparat, V., Jaratsri, P., & Nuchanat, N. (2012). Modification of asphalt cement by natural rubber for pavement construction, *Rubber Thai Journal*, 1:32-39.
- Nrachai, T., Chayatan, P., & Direk, L. (2005). The modification of asphalt with natural rubber latex. *Proc. Eastern Asia Soc. Transp. Stud.*, 5:679-694.
- Nurcahya, R.M. & Nugraha, R.Y. (1998). *Pengaruh Latex Terhadap Kinerja Campuran Aspal Beton*. Bandung : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
- Pusdatin Pertanian. (2016). *Outlook Karet*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian RI.
- Puslit Karet. (2016). Uji gelar aspal karet. <http://www.puslitkaret.co.id/berita/uji-gelar-aspal-karet-2/> (11 Januari 2017).
- Ramadhan, A., Prastanto, H. & Alfa, A.A. (2005). Pengaruh Waktu Reaksi depolimerisasi Terhadap Viskositas Mooney Karet Mentah Pada Proses Pembuatan Karet Alam Cair Sistem Redoks. *Prosiding Aplikasi Kimia Dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Yayasan Media Utama, Yogyakarta.
- Saputra, P., Kartika, I., Febianti, I. Arrahman, T. & Eka, N. (2011). *Perancangan Pendirian Pabrik Karet Siklo*. Bogor: Departemen TIP, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Sethuraj, M.R. & Mathew, N.M. (1992). *Natural Rubber : Biology, Cultivation and Technology*. Amsterdam, The Netherlands : Elsevier Science Publisher.
- Shaffie, E., Ahmad, J. & Arshad, A.K. (2014). Stripping Performance and Volumetric Properties Evaluation of Hot Mix Asphalt (HMA) Mix Design Using Natural Rubber Latex Polymer Modified Binder. *In CIEC*, 7:873-884.
- Shaffie, E., Hanif, W.M.M.W., Hashim, W., Kamarun, D. & Kamarudin, F. (2017). Rutting resistance of asphalt mixture with cup lumps modified binder. *Material Science and Engineering*, 271:1-8.
- Sinosun Machinery. (2018). *Asphalt Mixing Plant*. Zhengzhou, China: Sinosun Machinery. <http://www.sinosun-group.com> (1 April 2018).
- Siswanto, H. (2017a). The effect of latex on permanent deformation of asphalt concrete wearing course. *Procedia Engineering*, 171:1390-1394.
- Siswanto, H. (2017b). Improving of water resistance of asphalt concrete wearing course using latex-bitumen binder. *MATEC Web of Conferences*, 97:1-6.
- Soedarsono, D.U. (1987). *Konstruksi Jalan Raya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Soehartono. (2010). *Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Mediatama Saptakarya.
- Stern, H.J. (1967). *Natural Rubber and Synthetic*. London, UK : McClaren and Sons Ltd.
- Sukirman, S. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Suparto, D. (2002). *Pengetahuan Tentang Lateks Hevea. Kursus Teknologi Barang Jadi dari Lateks*. Bogor : Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Surdia, N.M. (2000). Degradasi polimer. *Indonesian Polymer Journal*, 3(1):34-40.
- Tanaka, Y. (1998). *A New Approach to Produce Highly Deproteinized Natural Rubber*. Kuliah Tamu Mengenai Karet Alam. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.

Thomas, S., Pothen, L. A., C. H. Chan, K.R. Rajisha, H. J. Maria, J. Joy, A. S.A. El-Aziz, S. Craig, J. Dong, T. Masuda and C. Weder. (2013). *Natural Rubber Materials*. London. UK: Royal Society of Chemistry,

Trisilvana, R.P., Krisna, P., Djakfar, L. & Bowoputro, H. (2014). Pengaruh

penambahan bahan alami lateks terhadap kinerja marshall aspal porus. *Jurnal Teknik Sipil Univ. Brawijaya*1,(2):1-6.