

Effect of Solvents on Aricryl Polymerization and Application in Wood Coatings

Pengaruh Pelarut pada Polimerisasi Aricryl dan Aplikasinya dalam Pelapisan Kayu

Desi Nasriyanti^{a,*}, Zukhrufi^b, Feby Indah Fajarwati^a

^aProgram Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km. 14,5, Yogyakarta 55584, Indonesia

^bResearch and development PT. Aristek Highpolymer, Cikarang Selatan, Bekasi, Jawa Barat

*Corresponding author: 16612097@students.uii.ac.id

ABSTRACT

Aricryl polymerization is made in three stages according to the addition polymerization scheme, namely initiation, termination, and propagation. The processed aricryl polymerization was batch G-0903, G-0915A, and G-0915B. The difference in each batch is the use of solvents for dilution. Dilution for resin batch G-0905 was carried out in $\geq 63\%$ n-butanol and toluene. Dilution for resin batch G-0915A was carried out in $\geq 63\%$ n-butanol and methanol. Dilution for resin batch G-0915B is carried out in $\geq 63\%$ toluene. Based on data on the application of wood coatings, the best results were in batch G-0905 with a hardness value of 97, a gloss value of 97, and a drying time of 0.05. The resin obtained has a total solid specification of 59.66%, a viscosity of Z2-Z3, an acid number of 0.45 mg KOH / g, a colorless than 1, and the resulting resin is clear and clean.

Keywords: Addition polymerization, Aricryl, hardness, viscosity, wood coatings

ABSTRAK

Polimerisasi aricryl dibuat dengan tiga tahap sesuai skema polimerisasi adisi yaitu inisiasi, terminasi dan propagasi. Polimerisasi aricryl yang diproses yaitu batch G-0903, G-0915A, dan G-0915B. Perbedaan pada masing-masing batch adalah penggunaan pelarut untuk pengenceran. Pengenceran untuk resin batch G-0905 dilakukan dalam $\geq 63\%$ n-butanol dan toluene. Pengenceran untuk resin batch G-0915A dilakukan dalam $\geq 63\%$ n-butanol dan metanol. Pengenceran untuk resin batch G-0915B dilakukan dalam $\geq 63\%$ toluene. Berdasarkan data pada pengaplikasian pelapis kayu, hasil terbaik yaitu pada batch G-0905 dengan nilai hardness 97, nilai gloss 97 dan drying time 0,05. Resin yang diperoleh memiliki spesifikasi total solid sebesar 59,66%, viskositas Z2-Z3, bilangan asam sebesar 0,45 mg KOH/g, warna kurang dari 1 dan resin yang dihasilkan jernih dan bersih.

Kata kunci: Aricryl, hardness, pelapisan kayu, polimerisasi adisi, viskositas.

Pendahuluan

Salah satu penerapan ilmu kimia dalam industri dan keseharian terapat dalam bidang polimer. Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana (Steven, 2001). Panjang rantai polimer ditentukan oleh jumlah unit berulang dalam rantai polimer tersebut yang dikenal dengan istilah derajat polimerisasi (DP). Berdasarkan polimerisasinya, polimer dibagi dalam dua katagori yaitu polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi (Cowd, 1991).

Reaksi polimerisasi adisi terjadi pada monomer yang mempunyai struktur siklik dan monomer jelis etilen. Metode yang umum digunakan adalah polimerisasi radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul sederhana dengan satu elektron yang tidak berpasangan dan terjadi reaksi pada *active center*. Ada tiga tahapan reaksi pada polimerisasi radikal bebas yaitu inisiasi (*birth*), propagasi (*growth*), dan terminasi (*death*) (Husni, 2008).

Resin *aricryl* merupakan bahan yang dikembangkan sebagai bahan pelapis kayu di PT. Aristek Highpolymer. Resin *aricryl* memiliki proporsi yang cukup tinggi untuk industri cat dan juga pelapisan. Resin *aricryl* telah menjadi bahan baku yang sangat diperlukan untuk produksi industri skala besar, seperti otomotif OEM, mempolitur kendaraan, pelapisan pesawat, pelapisan plastik,

pelapisan kendaraan laut, industri kayu, dan lainnya. Penggunaan resin *aricryl* dalam industri pelapisan kayu sangat disukai karena memiliki beberapa sifat yang bagus yaitu *long pot life* (ketika bahan dari dua wadah tetap bisa digunakan setelah pencampuran), cepat kering, memiliki daya tahan yang baik terhadap bahan kimia dan cuaca, dan total solid yang tinggi. Selain keunggulan dari resin *aricryl* terdapat juga standar yang digunakan dalam beberapa industri yaitu waktu pengeringan, rendah biaya, mudah ditangani dan ditumpuk, penampilan terlihat dan terasa halus bahkan pada tingkat cahaya yang rendah (Barbour, 1996).

Resin *aricryl* kompatibel dengan banyak bahan polimer sehingga mudah dimodifikasi. Oleh karena itu, produksi resin *aricryl* selalu dikembangkan untuk memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Spesifikasi yang dibutuhkan terutama yaitu kemampuan untuk melindungi dan melawan penyerapan absorpsi dan desorpsi kelembapan dari konstruksi kayu.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pelarut dalam proses polimerisasi *aricryl* dan aplikasinya dalam pelapisan kayu.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah n-butanol, metanol, serbuk akrilamid, AIBN, stirena, iso butil akrilat, 2-HEMA, toluena, perbutil O98, *super solvent* (70% toluena + 30% metanol), indikator pp, etanolik KOH 0,1 N, larutan butil asetat, larutan butil selosolf, silena, thinner, CLA X 75, alumunium foil, klip kertas, kertas tisu, kertas zebra, dan plat dari Laboratorium RnD PT. Aristek Highpolymer.

Alat yang digunakan adalah seperangkat reaktor yang terdiri dari labu leher empat, *heating mantle*, kondensor, rotor pengaduk, selang nitrogen, konektor, klem, statif, dan dropping funnel, Erlenmeyer, buret otomatis, pipet tetes, tabung *gardner*, termometer, filter nilon 120 mess, *bubble viscometer* BYK, oven, *color gardner standar*, *tri-glossmaster*, *pendulum hardness tester* BYK, *drying time recorder*, aplikator *hardness* dan *gloss*.

Proses polimerisasi

Bahan A (n-butanol, metanol, akrilamid serbuk) dimasukkan ke dalam reaktor kemudian diaduk. Setelah homogen, masukkan bahan B (monomer MP 23%, AIBN). Suhu diatur menjadi 75-78 °C dan dijaga selama 1 jam. Setelah itu ditambahkan bahan C (campuran toluena,

perbutil O98, dan AIBN) dengan cara dititrasi selama 5 jam. Setelah 15 menit bahan C dimasukkan, ditambahkan bahan D (monomer MP, stirena, iso butil akrilat, 2-HEMA dan toluena) secara perlahan. Reaksi berlangsung pada suhu 75-78 °C, setelah 8 jam dilakukan analisis bilangan asam, viskositas, total solid (NV), warna dan nilai OHv untuk mendapatkan spesifikasi yang dibutuhkan.

Aplikasi pada pelapisan kayu

Formulasi yang digunakan untuk *top coat* yaitu resin 70 g ditambah dengan 15 g toluena, 10 g larutan butil asetat, dan 5 g butyl cellosolve. Kemudian larutan diaduk hingga homogen. Setelah itu ditimbang hardener yaitu dengan 15 g CLA X 75 dan 10 g silena dan diaduk hingga homogen. Kedua formula, dibuat campuran dengan perbandingan 4:1, kemudian diaplikasikan pada permukaan kayu dan dianalisis *hardness*, *glossy*, dan *drying time*.

Pembahasan

Proses polimerisasi

Polimerisasi *aricryl* dibuat dengan tiga tahap sesuai skema polimerisasi adisi yaitu inisiasi, terminasi dan propagasi. *Raw material* yang digunakan dimasukkan secara bertahap dan sedikit demi sedikit sesuai dengan reaksi yang terjadi. Polimerisasi *aricryl* yang diproses yaitu

batch G-0903, G-0915A, dan G-0915B. Perbedaan pada masing-masing *batch* adalah pada penggunaan pelarut. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pelarut yang paling optimal dalam pembuatan resin untuk aplikasi pelapisan kayu.

Tahap pertama dalam polimerisasi resin *aricryl* yaitu inisiasi. Reaksi yang terjadi adalah reaksi radikal. Radikal bebas inilah yang mengawali reaksi rantai. Radikal selanjutnya bereaksi dengan molekul lain membentuk radikal baru (radikal monomer). Monomer yang digunakan dalam tahap ini yaitu serbuk akrilamida dan 23% monomer (2-HEMA, stirena, IBA) yang dilarutkan dalam pelarut campuran n-butanol dan methanol. Kemudian ditambahkan inisiator. Inisiator merupakan sumber radikal bebas dalam polimerisasi (Handayani, 2010). Radikal bebas merupakan atom atau gugus apa saja yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan. Inisiator yang digunakan dalam reaksi ini adalah Azo-di-isobutyronitrile (AIBN), AIBN akan membentuk radikal dan berikatan dengan monomer sehingga akan terbentuk monomer yang radikal. Lampiran 1 menunjukkan proses inisiasi reaksi pembentukan radikal oleh AIBN.

Proses polimerisasi dilakukan pada suhu 75 °C – 78 °C. Setelah suhu tercapai, dilakukan proses *aging* selama satu jam tanpa penambahan bahan lainnya. Hal ini

bertujuan untuk memperoleh aktivitas yang maksimum dari reaksi yang terjadi. Setelah proses *aging*, dilakukan proses *feeding* monomer dan katalis. Hal ini bertujuan untuk memperlambat reaksi karena pada proses pembentukan polimer *aricryl* reaksi harus bertahap, yang merupakan proses propagasi. Reaksi pembentukan rantai polimer pada tahap propagasi dapat dilihat pada lampiran 2.

Feeding katalis digunakan sebagai pemutus ikatan rangkap pada reaksi inisiasi sehingga akan terbentuk reaksi radikal dan dapat bereaksi serta mengikat monomer-monomer yang ditambahkan (Helmiyati, 2009). Selain sebagai pemutus ikatan rangkap, katalis dalam reaksi ini berfungsi untuk mempercepat reaksi. Proses polimerisasi harus dilakukan pemutusan ikatan radikal sehingga reaksi polimerisasi dapat terhenti yang merupakan tahap terminasi. Reaksi yang terbentuk pada tahap terminasi dapat pada lampiran 3.

Setelah proses polimerisasi selesai, selanjutnya dilakukan pengujian viskositas, nilai total solid, nilai bilangan asam, dan warna dari resin *aricryl*. Setelah resin *aricryl* mencapai target dilakukan pengenceran akhir. Pengenceran untuk resin *batch* G-0905 menggunakan $\geq 63\%$ n-butanol dan toluene. Pengenceran untuk resin *batch* G-0915A menggunakan $\geq 63\%$ n-butanol dan methanol. Pengenceran

untuk resin *batch* G-0915B menggunakan $\geq 63\%$ toluene.

Resin *aricryl* yang sudah selesai diproses dilakukan pengecekan ulang untuk memastikan target sudah terpenuhi. Pengecekan akhir yang dilakukan yaitu analisis total solid atau *non volatile* (NV), viskositas, bilangan asam, warna, dan kenampakan. Tabel 1 menunjukkan hasil yang diperoleh pada polimerisasi resin

aricryl. Hasil analisis menunjukkan perbedaan nilai total solid, viskositas, dan bilangan asam. Hasil terbaik adalah pada *batch* G-0905 dengan nilai total solid 59,66%, viskositas Z2-Z3, bilangan asam 0,45 mg KOH/g, warna kurang dari 1 dan resin yang dihasilkan jernih dan bersih. Viskositas Z2-Z3 artinya kekentalan resin yang diperoleh antara viskositas Z2 dan Z3.

Tabel 1. Hasil polimerisasi resin *Aricryl*

Parameter	Target		<i>Batch</i> G-0903	<i>Batch</i> G-0915A	<i>Batch</i> G-0915B
	<i>Batch</i> G-0903	<i>Batch</i> G-0915			
NV %	60 \pm 1	60 \pm 1	59,66	59,5	59,5
Viskositas	Z1-Z2	X-Z1	Z2-Z3	Z3 ⁻³⁰	Z2 ⁻¹⁵
AV	1-2	1-2	0,45	1,05	1,05
Warna	1 max	1 max	< 1	<1	<1
OHv	62,93	62,93	62,93	62,93	62,93
Tg	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2

Hasil resin *aricryl* yang diperoleh dapat dikatakan sesuai dengan target, hanya viskositas yang berbeda namun mendekati target. Perbedaan viskositas ini dipengaruhi oleh adanya perbedaan pelarut pada proses pengenceran. Jika ditinjau dari tingkat kemampuan melarutkan, seharusnya pelarut methanol memiliki viskositas terendah, kemudian n-butanol dan toluena. Namun, selain ditinjau dari kemampuan melarutkan juga ditinjau dari

sifat pelarut. Methanol memiliki tingkat penguapan tertinggi dibandingkan n-butanol dan toluena. Sehingga diperoleh tingkat viskositas terbaik pada *batch* G-0903 yaitu dengan pelarut campuran n-butanol dan toluena. Selanjutnya resin diaplikasikan pada pelapisan kayu.

Aplikasi pada pelapisan kayu

Parameter yang digunakan untuk menguji aplikasi resin *aricryl* dalam pelapisan kayu yaitu total solid, viskositas,

drying time, *gloss*, *hardness*, dan nilai hasil spektrofotometri.

Viskositas menjadi parameter kedua setelah nilai total solid pada aplikasi resin *aricryl*. Viskositas mempengaruhi penyemprotan pada proses pelapisan kayu. Viskositas dibuat tidak terlalu kental dan juga tidak terlalu encer. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penyemprotan yang maksimal dan rata (Odetoye, 2012). Standar viskositas pada penyemprotan suatu cat antara 11-16 detik dengan menggunakan *cup* NK-2. Apabila viskositas dibawah 11 detik, maka larutan terlalu encer sedangkan jika viskositas diatas 16 detik maka larutan terlalu kental. Akibat dari terlalu encer dan terlalu kental pada larutan cat yaitu hasil yang tidak rata. Viskositas yang ditentukan sudah disesuaikan dengan formula yang sudah ada sehingga kemungkinan viskositas yang tidak sesuai sangat kecil. Formula yang digunakan adalah pembuatan formula cat *clear* pada metode percobaan.

Drying time merupakan waktu yang diperlukan resin sampai kering pada saat diaplikasikan sebagai pelapis kayu. Pengukuran *drying time* dilakukan dengan *drying time recorder*. Resin *aricryl* diaplikasikan pada kaca, kemudian diletakkan jarum diatasnya. Jarum tersebut akan bergerak diatas resin yang sudah diaplikasikan. Gerakan jarum akan membentuk garis lurus karena resin pada

aplikator belum kering, sedangkan jika resin pada aplikator sudah mengering maka garis yang terbentuk adalah garis putus-putus. Hasil garis tersebut kemudian dibandingkan dengan garis pembaca waktu pada alat.

Parameter nilai *gloss* dilakukan dengan pengukuran pada kertas zebra. Kertas zebra terdiri dari tiga bagian, yaitu pola hitam putih, hitam, dan putih. Pengukuran *gloss* bertujuan untuk mengetahui daya kilap permukaan suatu bahan. Alat yang digunakan untuk mengukur *gloss* yaitu *tri-glossmeter*. Alat melakukan pengukuran dengan memproyeksikan sinar cahaya yang dipantulkan dengan sudut yang sama. Ada tiga sudut pengukuran yaitu 20°, 60°, dan 85°. Cara pembacaan nilai kekilapan hasil pengukuran dari sudut yang paling kecil yaitu 20°, dengan syarat nilai yang dihasilkan tidak kurang dari 60 GU. Jika pembacaan kurang dari 60 GU, maka pembacaan dilakukan pada sudut 60°. Semakin tinggi nilai yang diperoleh maka semakin tinggi nilai kekilapan.

Parameter selanjutnya adalah *hardness*. *Hardness* merupakan ukuran kekerasan lapisan film yang dihasilkan. Pengukuran *hardness* menggunakan pendulum *hardness tester*. Prinsip kerja alatnya yaitu pengukuran kekerasan film melalui penggoresan berulang dengan amplitudo tertentu sehingga didapatkan

kekerasan film berdasarkan ketahanan resin terhadap goresan tersebut

Parameter yang terakhir adalah analisis efek warna menggunakan spektrofotometer dengan hasil berupa nilai L, a, b, dan c. Data resin *aricryl* yang diambil hanya nilai b karena nilai b menunjukkan warna kekuningan pada resin. Semakin tinggi nilai b maka warna kuning yang diperoleh semakin pekat

sedangkan semakin kecil nilai b maka semakin tidak berwarna. Hasil nilai b diambil karena pada resin *aricryl* yang baik tidak berwarna atau *clear* dan kemungkinan warna yang terjadi pada saat proses pembuatan adalah kekuningan akibat adanya kontaminan atau faktor lainnya.

Hasil yang diperoleh dalam pelapisan kayu ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil aplikasi pelapisan kayu resin *Aricryl*

Parameter	Batch G-0903	Batch G-0915A	Batch G-0915B
Gloss	<i>Clear</i>	<i>Clear</i>	<i>Clear</i>
	20° : 95	20° : 86	20° : 87,7
	60° : 97	60° : 98,4	60° : 99,3
	85° : 99	85° : 95,1	85° : 95,3
Hardness	Atas : 95	Atas : 94	Atas : 92
	Tengah : 97	Tengah : 93	Tengah : 95
	Bawah : 99	Bawah : 92	Bawah : 94
Drying time	0,05	0,06	0,05
Spektrofotometer	L : 89,66	L : 92,06	L : 92,06
	a : -1,35	a : -0,85	a : -0,85
	b : 0,63	b : 2,05	b : 1,95
	c : 94,6	c : 97,4	c : 97,7

Drying time resin pada *batch* G-0903 dan G-0915B adalah 5 menit sedangkan pada *batch* G-0915A adalah 6 menit. Waktu ini cukup untuk aplikasi pelapisan kayu, karena waktu yang diperlukan tidak terlalu lambat dan juga tidak terlalu cepat sehingga saat pengaplikasian dapat dilakukan dengan baik.

Hasil *gloss* pada ketiga *batch* sudah memenuhi standar yang ada. Namun dari ketiga *batch* yang diuji, hasil terbaik pada *batch* G-0915B, hal ini dikarenakan nilai pada sudut 60° mendapatkan hasil yang tertinggi. Semakin tinggi nilai *gloss* maka semakin baik, karena kayu dengan kekilapan tinggi memiliki daya tarik tinggi dan lebih diminati dalam industri kayu.

Hasil pengukuran nilai *hardness* menunjukkan bahwa pada resin *aricryl* *batch* G-0903 lebih tinggi dari *batch* lainnya yaitu dengan nilai 97. Hal ini menyatakan bahwa perbedaan pelarut membuat nilai kekerasan suatu resin berbeda. Berdasarkan pengukuran spektrofotometer dari ketiga *batch* yang dianalisis hasil terbaik yaitu pada *batch* G-0903 dengan nilai 0,63.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari beberapa parameter, terdapat perbedaan hasil aplikasi resin *aricryl* pada pelapis kayu. Hasil pelapisan untuk *batch* G-0903 lebih baik dari *batch* G-0915B dan lebih baik dari *batch* G-0915A. Parameter utama yaitu pada hasil *hardness*. Pelapis kayu resin *aricryl* pada *hardness* tertinggi yaitu pada *batch* G-0903, membuat pelapisan tidak mudah tergores dan rusak sehingga tahan lama. Walaupun pada nilai *gloss* lebih rendah tetapi untuk parameter lainnya pada *batch* G-0903 lebih unggul. Selain nilai *hardness*, hasil pengukuran spektrofotometer juga menunjukkan hasil yang lebih. Sehingga pada saat diaplikasikan sebagai pelapis kayu menghasilkan warna dan pola serat kayu alami dengan permukaan yang mengkilat dari kayu sebelum dilakukan pelapisan.

Kesimpulan

Pengaruh pelarut pada pengenceran resin adalah nilai viskositas, pada *batch* G-0905 dengan pelarut n-butanol dan toluene

diperoleh viskositas Z2-Z3, *batch* G-0915A dengan pelarut n-butanol dan methanol diperoleh viskositas Z3⁻³⁰, *batch* G-0915B dengan pelarut toluene diperoleh viskositas Z2⁻¹⁵. Hasil terbaik dalam pelapisan kayu adalah *batch* G-0905 yang memiliki nilai *hardness* yang paling tinggi.

Daftar Pustaka

- Barbour, M., 1996, *Waterborne and Solvent Based Acrylics and Their end User Applications*, SITA Technology Limited, Wimbledon, London.
- Cowd, M.A., 1991, *Kimia Polimer*, Diterjemahkan oleh J.G. Stark, Penerbit ITB, Bandung.
- Handayani, P. A., 2010, Polimerisasi Akrilamid dengan Metode Mixed Solvent Precipitation dalam Pelarut Etanol-Air, *Jurnal Fakultas Teknik Unnes*, 8, pp. 69–78.
- Helmiyati, Budianto, E. dan Arinda, N., 2009, Polimerisasi emulsi etil akrilat: pengaruh konsentrasi surfaktan, inisiator dan teknik, *Makara Sains*, 13(1), pp. 59–64.
- Husni, D.A., 2008, Ikat Silang Selulosa dengan n,n'-metilendiakrilamida (NBA) sebagai Matriks Perancangan Pencangkokkan Monomer Akrilamida (AAm) dan Glisidil Metakrilat-Asam Iminodiasetat (GMA-IDA) dengan Teknik Ozonasi, *Skripsi*, Universitas Indonesia.
- Odetoye, T. E., Ogunniyi, D. S. dan Olatunji, G. A., 2012, Progress in Organic Coatings Improving Jatropha curcas Linnaeus oil alkyd drying properties, *Progress in Organic Coatings*. Elsevier B.V., 73(4), pp. 374–381. doi: 10.1016/j.porgcoat.2011.11.016.
- Stevens, M.P., 2001, *Kimia Polimer, Cetakan pertama*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.