

Studi: Potensi *Solvent* n-butanol Sebagai Substituen Toluena Dalam Larutan Thinner

Study: Potency Solvent n-butanol as Toluene Substituent in a Thinner Solution

Kelvin Rio K., Avissa Auryn W., Jonathan Angelo R., Suyatno Sutoyo*

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

*The corresponding author : kelvin.17030234039@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Telah dipelajari kandungan kimia dan komposisi thinner dari beberapa merek thinner yang ada. Thinner sangat sering digunakan untuk pelarut cat, cairan penghilang cat,. Faktanya, di dalam thinner mengandung toluena yang merupakan senyawa turunan benzena. Toluena dalam thinner ini sangat berbahaya dan sudah terbukti beberapa kecelakaan yang diakibatkan oleh toluena dapat menyebabkan meninggal dunia. Oleh sebab itu harus dicari senyawa yang memiliki tingkat toksisitas yang rendah, alternatif pelarut organik yang dapat digunakan untuk menggantikan toluena adalah n-butanol. Pembuatan thinner non toluena dilakukan dengan mencampurkan n-butanol dengan pelarut propanon dan etil asetat. Ketiga pelarut tersebut dapat bercampur dikarenakan tingkat kepolaran atau tetapan dielektrik yang tidak terlalu jauh. Variasi komposisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbandingan n-butanol : propanon : etil asetat sebagai berikut: 2:1:1 ; 1:2:1 ; 1:1:2. Pencarian variasi yang paling baik didasarkan penelitian yang sudah ada sebelumnya. Kesimpulan yang didapatkan, pelarut n-butanol dapat menjadi pengganti toluena dalam thinner dilihat dari kesamaan sifat, kemudahan proses pembuatan, dan kelimpahannya. Variasi yang paling baik adalah perbandingan 1:1:2.

Kata Kunci: *Thinner, Toluena, n-butanol, cat*

Abstract. It has been studied the chemical content and thinner composition of several existing thinner brands. Thinner is very often used for paint solvents, paint removers, etc. In fact, the thinner contains toluene which is a benzene derivative compound. Toluene in this thinner is very dangerous and it has been proven that several accidents caused by toluene can cause death. Therefore it is necessary to look for compounds that have a low level of toxicity, an alternative organic solvent that can be used to replace toluene is n-butanol. The non-toluene thinner was prepared by mixing n-butanol with propanone and ethyl acetate as solvents. The three solvents can mix due to the degree of polarity or dielectric constant that is not too far away. The composition variations used in this study were the ratio of n-butanol: propanone: ethyl acetate as follows: 2: 1: 1; 1: 2: 1; 1: 1: 2. The search for the best variation is based on pre-existing research. The conclusion is that n-butanol solvent can be used as a substitute for toluene in the thinner in terms of its similarity in properties, ease of manufacturing process, and abundance. The best variation is a ratio of 1: 1: 2.

Keywords: *Thinner, Toluene, n-butanol, paint*

1. Pendahuluan

Perkembangan yang pesat di bidang konstruksi dan mode saat ini menyebabkan penggunaan cat untuk memenuhi kebutuhan manusia semakin meningkat. Salah satu komponen yang diperlukan dalam proses pengecatan adalah thinner baik untuk campuran cat maupun untuk menghilangkan cat dari logam. Thinner yang biasa digunakan ternyata mengandung bahan yang berbahaya bagi kesehatan jika terpapar ke tubuh manusia. Thinner pada umumnya mengandung bahan-bahan pelarut organik salah satunya adalah toluena. Toluena adalah senyawa turunan dari benzena yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi. Dilaporkan oleh National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) sebanyak 50% dari pekerja pengecatan di Swedia mengalami gangguan kesehatan akibat paparan toluena, sedangkan di Inggris dan Singapura masing-masing ada 80 dan 4 pekerja meninggal dunia akibat menghirup toluena di tempat kerja [1]. Maka dari itu, perlu adanya pengganti toluena yang memiliki toksisitas rendah dan mudah didapatkan. Toluena didapat dari minyak bumi yang berasal dari fosil dan diperkirakan hanya cukup untuk 30-50 tahun ke depan saja [2]. Pelarut organik yang sifatnya sama adalah n-butanol, selain mempunyai titik didih yang rendah, alkohol berkarbon panjang akan lebih mudah melarutkan cat. Pelarut n-butanol dapat bertindak sebagai pelarut minyak kelapa sawit sehingga menjadi mono dan diacyl gliserol menunjukkan bahwa n-butanol larut dalam komponen minyak yang nonpolar, Solvent butanol dapat menjadi pelarut organik bagi klorofil yang mempunyai gugus ester didalamnya, butanol juga dapat bertindak sebagai pelarut dari ekstrak metanol dari daun mangga kasturi [3,4,5]. Thinner yang berisikan campuran beberapa pelarut organik yang memiliki titik didih berbeda-beda dari titik didih rendah, sedang, hingga tinggi. Campuran thinner yang akan dibuat adalah propanon, etil asetat, dan n-butanol, ketiga pelarut ini memiliki titik didih yang berbeda-beda akan tetapi memiliki tetapan dielektrik yang tidak terlampaui jauh sehingga ketiga larutan ini jika dicampurkan akan homogen.

Tujuan dari penulisan artikel review untuk mengetahui keefektifitasan butanol sebagai pengganti toluena di larutan thinner dan untuk mengetahui variasi komposisi terbaik dari thinner n-butanol sebagai pengganti toluena dalam pencampuran cat, serta menambah khazanah ilmu tentang cara pembuatan thinner dengan sumber selain toluena.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan dalam artikel berbasis studi literatur ini menggunakan pendekatan yang telah dirangkum dari data-data sekunder yang ada dan dianalisis sehingga memberikan kesimpulan mengenai keefektifitasan pelarut n-butanol sebagai pengganti toluena dalam larutan *thinner*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kandungan Thinner

Thinner adalah larutan yang mengandung beberapa bahan pelarut, penambah kilap, dan bahan penambah volume yang juga dapat berfungsi sebagai penguap agar cat cepat kering [6]. Thinner terdiri dari beberapa pelarut organik yang bervariasi di antaranya ada toluena, xylene, etil asetat, aseton, metanol, dan lain-lain, dimana beberapa merk thinner memiliki kandungan yang berbeda-beda. Kandungan thinner tersebut didapat berasal dari beberapa penelitian yang ada maupun komposisi yang tertera dalam thinner yang dijual di toko c, salah satunya adalah penelitian Asep [7] yang menunjukkan adanya gugus xylene pada cat yang telah kering di baja, hal itu menunjukkan bahwa masih ada thinner yang belum menguap. Toluena juga termasuk kandungan dari thinner yang diperoleh dari turunan senyawa benzena yang merupakan senyawa penyusun minyak bumi. Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui [8].

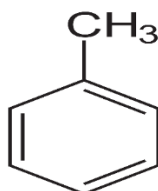


Gambar 1. Kandungan dari *thinner*

Adanya toluena yang berbahaya dalam kandungan thinner membuat beberapa peneliti melakukan penelitian tentang pengganti toluena yang lebih baik. Penelitian Bangkit [8] menunjukkan bahwa thinner yang ada kandungan toluenanya dapat digantikan dengan larutan NaOH, dalam penelitian Mutiara [9] yang meneliti tentang mencampurkan sebuah varnish kedalam thinner untuk dapat mengurangi penggunaan toluena dalam proses pengecatan.

3.2. Bahaya Toluena

Toluena (C₆H₅CH₃) merupakan cairan volatil non korosif yang memiliki bau aromatik dan berasal dari turunan senyawa benzena yang merupakan senyawa penyusun minyak bumi, tidak larut dalam air tetapi larut dalam keton, alkohol, ester, dan senyawa hidrokarbon aromatik lainnya [10].



Gambar 2. Struktur Toluena

Toluena mempunyai risiko bahaya tinggi yang dapat menyebabkan rusaknya organ utama manusia yaitu susunan syaraf pusat, hati, ginjal, kulit dan lainnya [11]. Toluena dapat memasuki tubuh manusia melalui 3 jalan, yakni lewat inhalasi, ingesti, dan kontak kulit. Jalan inhalasi merupakan jalur yang diperhatikan karena toluena sendiri adalah senyawa volatil yang akan menguap seiring kenaikan suhu di sekitarnya. Efek kesehatan paparan toluen secara umum ada dua, yaitu efek paparan jangka pendek dan efek paparan jangka panjang. Efek paparan jangka pendek di antaranya adanya keluhan pernapasan dan keluhan iritasi mata yang dirasakan pekerja [12].

Pelletti [13] meneliti tentang implikasi penyalahgunaan toluena dengan cara menganalisa konsentrasi darah korban. Konsentrasi darah tertinggi untuk penyalahgunaan toluena kronis bagi subjek yang masih hidup adalah 83,7 mg/L, sedangkan untuk korban yang sudah meninggal adalah 54 mg/L, dan untuk kasus toluena yang fatal dapat mencapai 110 mg/L konsentrasi toluena dalam darah. Dalam penelitian ini juga menunjukkan bahwa kebanyakan orang masih menganggap gejala-gejala seperti pusing kepala, hilangnya sebagian ingatan, halusinasi, dan hilangnya keseimbangan adalah dampak dari alkohol yang dikonsumsi. Padahal itu semua bisa terjadi akibat paparan dari toluena yang berasal dari lem, bensin, thinner, pelarut, dan lain-lain. Selain dari konsentrasi toluena dalam darah, paparan toluena dalam manusia juga dapat terlihat dari asam hipurat yang ada pada urin manusia. Asam hipurat urin merupakan metabolit utama toluena dan dianggap sebagai biomarker paparan toluena, 60-70% toluena yang masuk akan teroksidasi dibantu oleh enzim dan menjadi asam benzoat, lalu asam benzoat akan berubah menjadi asam hipurat setelah mengalami konjugasi [14]. Penelitian Fardani [15] menunjukkan hasil bahwa adanya hubungan yang signifikan antara kadar toluena dalam udara pabrik percetakan Offset di Rungkut Surabaya dengan kadar asam hipurat para pekerjanya

Tabel 1. Tabulasi antara kadar toluena udara dengan asam hipurat urin pekerja percetakan offset di rungkut Surabaya, Desember 2017 [15].

Kadar Toluena di udara	Asam hipurat <1,6 gr/gr kreatinin		Asam hipurat >1,6 gr/gr kreatinin		Total	
	n	%	N	%	n	%
Memenuhi < 50 ppm	10	100	0	0	10	100
Tidak Memenuhi > 50 ppm	1	5	19	95	20	100

Hasilnya sebanyak 19 dari 20 pekerja memiliki kadar asam hipurat lebih besar dari standard yang ditetapkan BEI (Biological Exposue Indices), yakni sebesar 1,6 g/g kreatinin. Hal ini menunjukkan bahwa toluena sangat berbahaya bagi kehidupan manusia bahkan sampai menyebabkan kematian, khususnya bagi orang-orang yang selalu berhubungan dengan barang-barang yang mengandung toluena seperti thinner, lem, bensin, dan lain-lain. Maka dari itu, dalam penelitian kali ini dilakukan pencarian senyawa lain yang memiliki sifat sebagai pelarut organik sama dengan toluena akan tetapi memiliki tingkat toksisitas yang lebih rendah dari toluena.

3.3. Efektivitas n-butanol

Pelarut organik berdasarkan konstanta elektriknya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pelarut polar dan non-polar. Konsanta dielektrik dapat disebut sebagai gaya tolak menolak antara dua partikel yang bermuatan listrik dalam satu molekul [16]. Pelarut organik yang memiliki sifat seperti toluena adalah n-butanol dikarenakan beberapa faktor diantaranya titik didih dari n-butanol sendiri 117,7oC sedangkan titik didih toluena 110,6oC, n-butanol juga sering dipakai dalam melarutkan bahan-bahan maupun ekstraksi senyawa polar maupun non-polar, diantaranya melarutkan minyak kelapa sawit sehingga menjadi mono dan diacyl gliserol [3]. begitu pula penelitian dari Ismawati [5] yang menjadikan butanol sebagai pelarut dari ekstrak metanol dari daun mangga kasturi dimana metanol memiliki konstanta dielektriknya lebih rendah dari n-butanol. Pelarut n-butanol juga dapat melarutkan minyak bekatul dengan sempurna dimana komponen minyak bekatul adalah trigliserida yang bersifat nonpolar [17].

Pelarut n-butanol selain dapat melarutkan senyawa polar dan non-polar, pelarut ini juga sangat mudah ditemukan atau dengan kata lain memiliki stok yang melimpah. Sriyani [18] dalam penelitiannya merancang pabrik n-butanol dari n-butiraldehid dengan proses hidrogenasi kapasitas 60.000 ton, Bahan baku butiraldehid yang digunakan dalam pembuatan n-butanol dapat diperoleh dari dalam negeri, yaitu PT. Chandra Asri Cilegon yang mempunyai kapasitas 500.000 ton per tahun. Untuk bahan baku hidrogen diperoleh dari PT. Pupuk Kujang. Selain melalui proses hidrogenasi butiraldehid dalam pembuatan n-butanol, ada cara lain yakni dengan hidrogenasi butil butirat yang rencananya akan dibangun pabrik n-butanol dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Pabrik n-butanol yang sudah ada di Indonesia salah satunya ada P.T. Petro Oxo Nusantara, Gresik yang dapat memproduksi n-butanol mencapai 30.000 ton/tahun [19].

Tabel 2. Pabrik n-butanol yang beroperasi [19]

Produsen	Kapasitas	Lokasi
BASF	240.000 Ton/Tahun	Texas, Amerika Serikat
	450.000 Ton/Tahun	Ludwigshafen, Jerman
Dow Chemical	270.000 Ton/Tahun	Taft, Amerika Serikat
	255.000 Ton/Tahun	Texas, Amerika Serikat

Produsen	Kapasitas	Lokasi
Eastman	130.000 Ton/Tahun	Texas, Amerika Serikat
Oxea	230.000 Ton/Tahun	Bay City, AS
	130.000 Ton/Tahun	Oberhausen, Jerman

Dari data yang ada menunjukkan bahwa n-butanol adalah pelarut yang mudah didapatkan dengan proses pembuatan yang bermacam-macam. Dengan memperhatikan toksisitasnya yang rendah, proses pembuatannya yang tidak rumit, kelimpahannya, serta dapat melarutkan berbagai senyawa polar maupun non-polar, maka n-butanol adalah pelarut organik yang tepat dapat menggantikan toluena dalam thinner.

3.4. Pelarut lain dalam thinner

Thinner yang terdiri dari beberapa pelarut organik, memiliki sifat yang berbeda-beda, contohnya aseton. Aseton merupakan keton yang paling sederhana, pelarut ini biasa digunakan dalam melarutkan cat kuku, juga digunakan dalam bidang industri plastik, aseton memiliki titik didih rendah (low boiling point) yakni 56 oC, Komponen lain dalam thinner yang penting adalah etil asetat. Etil asetat merupakan senyawa ester yang volatil dan bersifat polar, etil asetat ini termasuk pelarut dengan titik didih sedang (medium boiling point) yakni 77,1 oC. Kedua pelarut tersebut akan dicampurkan dengan n-butanol yang memiliki titik didih tinggi (high boiling point) yakni 117,7 oC.

Aseton sendiri sebenarnya dapat diproduksi melalui beberapa proses dehidrogenasi isopropil alkohol, proses cumene hidroperoksida, proses oksidasi propilen, dan lain-lain. Proses yang paling sering digunakan adalah proses dehidrogenasi isopropil alkohol. Ketersediaan aseton didunia ini menurut data yang ada menyatakan bahwa pabrik aseton yang ada dapat memproduksi aseton mencapai 40 juta ton/tahun, akan dibangun juga pabrik aseton di Indonesia yang berkapasitas 19.500 ton/tahun [20].

Etil asetat dapat dibuat melalui beberapa proses di antaranya proses esterifikasi, reaksi Tischenko, proses dehidrogenasi dan dimerisasi, bahkan etil asetat dapat dibuat dari kulit pisang raja melalui proses hidrolisis, fermentasi, dan esterifikasi [21]. Selain proses produksi yang bermacam-macam, kelimpahan etil asetat juga tinggi dimana pada penelitian Elcy dan Citra [22], menunjukkan bahwa banyak pabrik di dalam negeri maupun luar negeri yang memproduksi etil asetat, bahkan akan dibangun pabrik etil asetat dengan proses dehidrogenasi etanol yang kapasitasnya dapat mencapai 77.000 ton/tahun di Indonesia

Tabel 3. Tetapan dielektrik aseton, etil asetat, n-butanol [23.24]

Senyawa	Tetapan Dielektrik
Aseton	21,3
Etil asetat	5,6
Butanol	17,68

Ketiga pelarut tersebut akan menjadi komponen dari thinner non toluena, perbedaan nilai tetapan dielektrik dari ketiga komponen tersebut akan menyebabkan kualitas thinner lebih baik karena komponen-komponen di dalam cat sifatnya sangat beragam.

3.5. Faktor Kelarutan Cat Dalam Thinner

Thinner adalah cairan yang berperan melarutkan atau mendispersi komponen-komponen pembentuk cat (resin, pigment, dan atau additive agent) yang akan menguap

terbuang ke lingkungan selama proses pengeringan cat tersebut. Pada saat pembuatan lapisan cat [7]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kelarutan cat dalam thinner, diantaranya:

1. Kenaikan temperatur dapat menurunkan kelarutan cat pada *thinner*.
2. Penambahan latent solvent dapat menurunkan kekentalan larutan sehingga dapat meningkatkan daya larut pada cat.
3. Tingginya konsentrasi pelarut dapat mengurangi berat molekul sehingga ukuran partikel akan makin kecil juga. Semakin luas permukaan partikel yang berkontak dengan solvent, semakin cepat partikel tersebut larut.
4. Kepolaran bahan berbanding lurus dengan pelarutnya.

[25]

3.6. *Cat*

Cat yang terdiri dari resin, pigmen, dan additive agents memiliki sifat kepolaran yang beragam. Resin yang berperan sebagai pengikat partikel pigmen dalam cat dapat berupa poliurethane, silikon, fluorokarbon dan lain-lain. Pigmen berperan sebagai zat pemberi warna utama pada cat. Pigmen dapat dibagi menjadi 2 yaitu organik dan non organik. Pigmen non organik dibuat dari beberapa logam (oksida logam) sedangkan pigmen organik dibuat dari bahan minyak bumi (carbon based). Bahan additive dalam cat berfungsi sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan performansi cat itu sendiri [26]. Cat dengan beragam komponen yang memiliki sifat kepolaran berbeda-beda itu akan dilarutkan dengan thinner non toluena yang terdiri dari pelarut berbeda-beda kepolarannya, sehingga cat akan larut dengan sempurna dalam thinner non toluena.

3.7. *Prediksi Variasi Komposisi Terbaik*

Pemilihan kandungan thinner yakni n-butanol, aseton, dan etil asetat didasarkan dari penelitian Maulana [25] yang menunjukkan bahwa n-butanol termasuk latent solvent, yakni pelarut yang bila sendirian tidak dapat melarutkan resin dalam cat, maka dari itu butuh bantuan active solvent untuk dapat melarutkan resin dalam cat. Etil asetat dan aseton termasuk active solvent yang secara nyata dapat melarutkan resin dalam cat, fungsi n-butanol sebagai peningkat daya larut active solvenanya. Variasi komposisi thinner ini dibuat mendominasi salah satu solvent agar bisa melihat perbedaan dalam penggunaannya sebagai pelarut cat, komposisi pertama kadar n-butanol dibuat mendominasi dengan perbandingan n-butanol: aseton: etil asetat, yakni 2:1:1, setelah itu aseton yang lebih mendominasi dengan perbandingan 1:2:1 dan terakhir etil asetat yang mendominasi dengan perbandingan 1:1:2.

Asep [7] meneliti tentang pengaruh konsentrasi thinner terhadap ketahanan korosi cat epoksi pada baja. Menunjukkan bahwa saat proses penguapan, setelah dianalisis menggunakan instrumen FTIR masih ada komponen thinner yang ada dalam cat, yakni xylene, sedangkan untuk pelarut lain seperti petroleum eter, aseton sudah menguap sempurna. Sesuai definisi yang ada, solvent adalah cairan yang berperan melarutkan atau mendispersi komponen-komponen pembentuk film (resin, pigmen, dan/atau aditif) yang akan menguap ke lingkungan selama proses pengeringan [27]. Ketika cat telah mengalami pengeringan, pelarut tidak akan memiliki fungsi apapun terhadap lapisan. Jika ternyata pelarut masih ada ketika lapisan telah mengalami pengeringan, maka hal ini dapat menyebabkan masalah. Penelitian Maulana [25] mengungkapkan bahwa komponen yang ada dalam thinner memiliki kadar yang berbeda-beda, seperti xylene (high boiling point) hanya 10-25%, sedangkan untuk petroleum eter (low boiling point) kadarnya dapat mencapai 50%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam thinner yang mengandung banyak pelarut dengan berbagai titik didih dan kadar yang berbeda-beda dapat mempengaruhi

kualitas cat, thinner dikatakan baik jika pelarut yang titik didihnya tinggi memiliki kadar dalam thinner kecil. Dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi yang baik untuk n-butanol: aseton : etil asetat adalah 1:1:2, dimana solvent yang memiliki titik didih tinggi kadarnya lebih rendah, sehingga saat proses pengeringan cat tidak ada pelarut yang bercampur dengan cat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pelarut organik n-butanol dilihat dari aspek kesamaan sifat, kemudahan proses pembuatan, dan kelimpahannya dapat menggantikan peran toluena yang berbahaya di dalam thinner. Komposisi terbaik untuk thinner non toluena yang didapatkan adalah perbandingan n-butanol: aseton: etil asetat 1:1:2.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kami ucapkan setinggi-tingginya bagi Ditjen BELMAWA, dosen pembimbing, rekan satu tim, dan seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini

Daftar Pustaka

- [1] Fiedler, N, dan S, Lerman., *Organic Solvents and Fuels. Enviromental and Occupational Medicine*, 4th Ed. Philadelphia : Lippincott William & Wilkins, 2007.
- [2] Nugroho, A., *Biodiesel Jarak Pagar, Bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan*, Tangerang, PT Agro Media, 2006.
- [3] Anggoro Dwi D, Budi Setia F, “Proses Gliserolisis Minyak Kelapa Sawit Menjadi Mono dan Diacyl Gliserol dengan Pelarut N-Butanol dan Katalis Mgo”, *Jurnal Reaktor*, vol 12, no 1, hal. 22-28, 2008.
- [4] Rozak Abdul M, Hartanto Unggul., 2008. *Ekstraksi Klorofil dari Daun Pepaya dengan Solvent 1-Butanol*, Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [5] Ismawati F, Rurini, “Fraksinasi Ekstrak Metanol Daun Mangga Kasturi (*Mangifera casturi* Kosterm) dengan Pelarut N-Butanol”, *Kimia Student Journal*, vol 1, no 1, hal. 785 – 790, 2015.
- [6] Indra Fachrudin P, Anwar Saiful, “Pengaruh Kualitas Thinner pada Campuran Cat terhadap Hasil Pengecatan”, *Jurnal Teknik Mesin*. vol 3, no 2, hal. 53 – 61, 2014.
- [7] Ridwan Asep, Setiawan E, “Pengaruh Konsentrasi Thinner terhadap Ketahanan Korosi Lapisan Epoksi pada Baja Karbon Rendah”, *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, vol 8, no 2, hal. 39-46, 2018.
- [8] Bangkit, Tri, Dkk, “Pemilihan Keputusan Penggunaan Soda Api (Naoh) Sebagai Alternatif Pengganti Thinner Cairan Pembersih Cat pada Logam dengan Menggunakan Metode Analytic Network Procces (ANP)”, *Jurnal OPSI* ,vol 11 no 2, hal. 112-118, 2008.
- [9] Cesyantikha Mutiara, Wahyudi, “Analisis Pengaruh Perbandingan Campuran Thinner dengan Varnish terhadap Kualitas Hasil Pengecatan”. *Jurnal Kompetensi Teknik*, vol 1, no 2, hal. 28-33, 2019.
- [10] Pratamasari F, Soebijanto dan Setyopranoto I, *Kejadian Neuropati Saraf Tepi pada Pekerja Percetakan Ofset yang Terpajan Toluena Inhalasi*, Yogyakarta. Universitas Gajah Mada, 2015.
- [11] Setya E, Martiana T, Sulistyorini L, *Risk Assessment Pajanan Toluena Pada Pekerja Pengrajin Sepatu Di Kelurahan Tambak Oso Wilangun Surabaya*. Surabaya. Universitas Airlangga, 2016.
- [12] *Sentra Informasi Keracunan Nasional (Sikernas)*., 2012, Toluena. Jakarta. Pusat Informasi Obat dan Makanan, Badan POM RI.
- [13] Pelletti Et Al, “Medico-Legal Implications Of Toluene Abuse And Toxicity, Review Of Cases Along With Blood Concentrations”, *Journal Legal Medicine*, ISSN 1344-6233, pp. 1-34, 2018 .
- [14] *International Programme On Chemical Safety (IPCS)*. (2000). *Air Quality Guidelines Toluene*. WHO. [Online].

- Www.Euro.Who.Int/_Data/Assets/Pdf_File/0020/.../AQG2ndEd_5_14Toluene.Pdf . Diakses pada 28 Agustus 2020.
- [15] Fardani, Irmasari, “Kadar Toluen di Udara Lingkungan Kerja Berkorelasi terhadap Kadar Asam Hipurat Urine pada Pekerja Percetakan di Rungkut Surabaya”. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol 10 no 3, hal. 328-335, 2015.
- [16] Sudarmadji, Dkk, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Yogyakarta. Penerbit Liberty, 1989.
- [17] Diana Ari, Dkk, “Polaritas Pelarut sebagai Pertimbangan dalam Pemilihan Pelarut untuk Ekstraksi Minyak Bekatul dari Bekatul Varietas Ketan (*Oriza Sativa Glatinosa*),” *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS-2012*, ISSN : 1412-9612, hal. 8-14, 2012.
- [18] Sriyani, *Prarancangan Pabrik N-Butanol dari N-Butiraldehid dengan Proses Hidrogenasi Kapasitas 60.000 Ton per Tahun*. Skripsi, Teknik Kimia. Universitas Muhamadiyah Surakarta, 2013.
- [19] Gelorawan, *Prarancangan Pabrik N-Butanol dengan Proses Hidrogenasi N-Butil Butirat Kapasitas 50.000 Ton/Tahun*, Skripsi, Teknik Kimia, Universitas Negeri Sebelas Maret. Surakarta, 2012.
- [20] Sinta Alfia, *Prarancangan Pabrik Aseton Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol Kapasitas 19.500 Ton/Tahun*, Skripsi, Teknik Kimia, Universitas Muhamadiyah Surakarta, 2009.
- [21] Liza Sari, Dkk, “Pembuatan Etil Asetat dari Hasil Hidrolisis, Fermentasi dan Esterifikasi Kulit Pisang Raja (*Musa Paradisiaca L.*)”, *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol 4, no 1, hal. 1-6, 2015.
- [22] Elcy Tiara, Citra A., *Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etil Asetat Dari Etanol Dengan Kapasitas 77.000 Ton/Tahun*, Skripsi, Teknik Kimia, Universitas Brawijaya, 2018.
- [23] Mohsen, Et Al, “Dielectric Constants of Water, Methanol, Ethanol, Butanol and Acetone: Measurement and Computational Study,” *Journal Solution Chemistry*, vol 39, pp. 701-708, 2010.
- [24] Shourya, Kumar, “Dielectric Relaxation Studies of Ethyl Acetate with 2 Alkoxyethanols Using Time Domain Reflectometry Technique”, *Journal Of Computational Information Systems*, vol 14 no 6, pp. 18-33, 2018.
- [25] Mufti Maulana, *Pengaruh Komposisi Pelarut dan Ketebalan Cat Epoksi terhadap Daya Lekat dan Tingkat Pelepuhan (Blistering) pada Lingkungan NaCl yang Diaplikasikan pada Baja Karbon*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [26] Fajar Anugerah. (2009) *Pengertian Cat, Komponen Penyusun Cat, Jenis-Jenis Cat, Kualitas Cat*. (Online). [Http://Hunter-Science.Com/2011/06/Pengertian-Cat.Html](http://Hunter-Science.Com/2011/06/Pengertian-Cat.Html). Diakses Pada 20 September 2020.
- [27] Philip A, *Paint and Coatings Applications and Corrosion Resistance*. New York: Taylor & Francis Group, 2006..

