

DRAKAENA (DRACAENA ANGUSTIFOLIA PENGIKAT POLUTAN UDARA) DENGAN METODE SMOKE DETECTED SENSOR UNTUK MENCAPAI INDONESIA SEHAT 2025

Tri wahyuni¹, Rizka Fadhillah Yandra², Dewi fortuna³

^{1,2,3}Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

ABSTRAK

Data WHO tahun 2014 menunjukkan Epidemi tembakau membunuh sekitar 6 juta orang per tahun. Zat kimia yang dikeluarkan rokok terdiri dari komponen gas sebanyak 85%, komponen gas yang terkandung diantaranya nikotin, karbon monoksida, dan tar. Tujuan penelitian ini mempelajari proses pengikatan polutan rokok, mengetahui jarak yang dapat dijangkau, dan mengetahui konsentrasi optimum ekstrak klorofil daun Suji yang mampu terlepas ke ruangan. Suji merupakan salah satu tanaman yang mempunyai jumlah klorofil terbanyak. Untuk mengambil senyawa klorofil digunakan jenis ekstraksi padat-cair. Berdasarkan studi pustaka, senyawa klorofil dapat diekstrak dengan pelarut organik dan *aquades*. Proses ekstrak klorofil menggunakan metode Maserasi karena tidak menggunakan panas yang dapat merusak klorofil. Penelitian ini difokuskan untuk memberikan metode baru dalam pengurangan polutan asap rokok menggunakan ekstrak klorofil daun Suji, dalam bentuk rangkaian *smoke detecting sensor*. Alat yang digunakan pada penelitian ini ialah sensor MQ-2 yang di hubungkan dengan LCD dan mikrokontroler dengan menambahkan perangkat bernama *Arduino Uno*. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kandungan CO dan *smoke* pada tiap konsentrasi terhadap waktu disebabkan senyawa klorofil mengikat polutan di udara. Adanya H₂O akan menyebabkan klorofil mengalami agregasi saling berikatan berupa ikatan kovalen koordinasi. Jarak maksimum ruangan yang terjangkau asap rokok berdasarkan hasil perhitungan adalah 21,213 cm. Konsentrasi asap rokok yang mampu dikurangi paling banyak adalah 30/200 g/ml dengan jumlah semprotan 25 kali yaitu mencapai 98,05% dalam waktu 5,25 menit.

Kata kunci: Klorofil, Maserasi, Polutan, Suji

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris, salah satu hasil pertanian di Indonesia adalah tembakau. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2016) produksi total tembakau pada tahun 2016 adalah 196.154 ton dengan total produksi rokok yang dihasilkan oleh 1.664 perusahaan rokok mencapai 279,4 miliar batang. Rokok yang terbuat dari tembakau ini mengandung 7000 zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan, 200 diantaranya adalah zat beracun (Ericksen, 2012). Zat kimia yang dikeluarkan ini terdiri dari komponen gas sebanyak 85% dan sisanya partikel. Komponen gas yang terkandung diantaranya adalah nikotin,

karbon monoksida, tar adalah sebagian dari ribuan zat lainnya (Ahmad, 2010).

Epidemi tembakau telah membunuh sekitar 6 juta orang per tahun, dimana 600 ribu di antaranya merupakan perokok pasif (WHO, 2014). Jika tidak ada penanganan yang serius, maka pada tahun 2030 diperkirakan jumlah korban akan terus bertambah menjadi 8 juta orang dan sebagian besar terjadi di negara-negara berkembang. Sudah saatnya bagi Indonesia mengurangi jumlah kematian akibat rokok khususnya para perokok pasif demi mencapai salah satu kewajiban negara yaitu menjaga kesejahteraan warga negara khususnya sejahtera

dalam bidang kesehatan warga negaranya. Program kesejahteraan kesehatan Indonesia dapat didukung dengan iklim Indonesia yang merupakan negara tropis yang banyak ditumbuhi tanaman. Potensi pemanfaatan tumbuhan tropis di Indonesia ini sangat besar, bahkan bila didukung dengan pengembangan teknologi yang tepat oleh tenaga-tenaga ahli potensi Indonesia untuk menjadinegara yang sehat juga sangat besar. Bila diteliti lebih lanjut, senyawa aktif klorofil dalam tumbuhan misalnya tanaman Suji memiliki banyak khasiat. Kemampuan tanaman Suji dalam mengikat polutan udara akibat asap rokok khususnya bagian daunnya menjadi fokus kajian penelitian ini. Sejauh penelusuran pustaka yang dilakukan belum ada produk ekstrak dari tanaman Suji (*Dracaena Angustifolia*) dengan menggunakan teknologi Sensor TGS 2600 sebagai penyerap kandungan zat kimia dalam asap rokok. Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan jumlah kematian perokok pasif di Indonesia dan kemampuan klorofil maka dilakukan pengamatan daya serap senyawa klorofil tanaman Suji terhadap zat-zat kimia yang terdapat di dalam asap rokok dengan menggunakan teknologi Sensor TGS 2600 ini yang dianggap mampu mendeteksi kandungan zat kimia asap rokok.

2. LANGKAH KERJA

A. Material

Bahan yang dibutuhkan untuk ekstraksi daun Suji yaitu 60 gram daun Suji, 600 ml aquades dan dua bungkus rokok (*fabricated cigarette*).

B. Metode

Perlakuan awal terhadap bahan baku daun Suji adalah memilih daun Suji dilakukan berdasarkan warna dan kesegaran daun Suji, membilas daun yang terpilih dengan air untuk menghilangkan kotoran-kotoran, tanah atau bahan asing lainnya dalam hal ini tidak dilakukan perendaman untuk mencegah hilangnya klorofil yang dapat sedikit terlarut di dalam air, memotong kecil daun Suji kira-kira 1 cm, kemudian diblender agar diperoleh

daun Suji dengan ukuran yang cukup halus.

Proses ekstraksi klorofil dalam penelitian ini menggunakan Metode Maserasi berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Setiari dan Nurchayati (Setiari & Nurchayati, 2009). Memotong daun Suji dan menimbanginya seberat 10 gram, 20 gram, dan 30 gram, menghancurkan potongan daun dalam mortar, memasukkan hasil gerusan daun ke dalam botol *fleaker* 250 ml kemudian menambahkan 200 ml *aquades*, mendiamkan larutan selama 15 menit hingga klorofil larut, menyaring larutan dengan kertas saring agar sisa gerusan daunnya tertinggal.

C. Teknik Pengumpulan Data

Langkah dalam menganalisis kemampuan klorofil dalam berikatan dengan polutan dalam asap rokok adalah mengambil larutan daun Suji dimasukan ke dalam botol di atas kotak ruang kosong, menyalakan rokok hingga menghasilkan asap yang akan disedot oleh kipas, mengukur jumlah asap rokok hingga mencapai jumlah ≥ 100 ppm, menganalisis nilai karbon monoksida, *smoke*, awal dengan sensor asap, menghidupkan automatic spray dan dianalisis harga karbon monoksida, *smoke* akhir, membandingkan dengan konsentrasi larutan daun Suji yang berbeda-beda.

D. Analisa Kandungan Rokok yang Terjerat

Analisa kandungan rokok yang terjerat dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan dari alat analisa sensor MQ-2 yang di hubungkan dengan LCD dan mikrokontroler (Ramadhana, 2008). Analisis dilakukan sebelum dilakukannya penyerapan dan sesudah dilakukannya penyerapan oleh ekstrak klorofil daun Suji.

E. Algoritma Perhitungan

Jika ditinjau dari karakteristiknya, pelepasan klorofil ke ruangan mengikuti Persamaan *Pasquill-Gifford* untuk Pelepasan Model *Puff (instaneous release)* (Treybal, 1981).. Dari rumus model dispersi puff dapat diketahui waktu dan jarak yang efektif pelepasan ekstrak klorofil daun Suji ke lingkungan.

$$(C)(x, 0, 0) = \frac{Q_m}{\pi \sigma_y \sigma_z \mu} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H_x}{\sigma_z} \right)^2 \right] \quad (1)$$

Di mana, C adalah konsentrasi asap dan karbon monoksida (CO), Q_m adalah konsentrasi asap rokok dan karbon monoksida (CO) mula-mula (g/s), μ adalah kecepatan angin (m/s), σ_y adalah jarak yang dicapai rokok pada sumbu y (m), σ_z adalah jarak yang dicapai rokok pada sumbu z (m), H_r adalah tinggi sumber asap rokok (m).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi daun Suji dilakukan pada kondisi daun yang segar karena senyawa klorofil yang terkandung masih aktif. Untuk mengambil senyawa klorofil dari suatu jaringan tanaman digunakan jenis ekstraksi padat-cair. Berdasarkan studi pustaka senyawa klorofil dapat diekstrak dengan pelarut organik dan aquades, sehingga untuk proses pemilihan jenis pelarut sangat penting agar mendapatkan hasil yang maksimal.

Pelarut yang digunakan adalah pelarut aquades. Secara analisis kimia senyawa klorofil tidak larut sempurna dalam aquades, tetapi larut sempurna dalam pelarut organik seperti etanol, metanol, aseton, kloroform dan alkohol (Lehninger, 1990). Namun nilai penting dari penggunaan aquades pada penelitian ini karena aquades lebih aman penggunaannya, ramah lingkungan, mudah didapat dan harganya lebih murah. Selain itu, gas CO juga memiliki kelarutan pada aquades sehingga aquades dapat menjadi pelarut alternatif pada ekstrak klorofil pada penelitian ini. Hasil ekstrak klorofil daun Suji didapat berwarna hijau pekat.

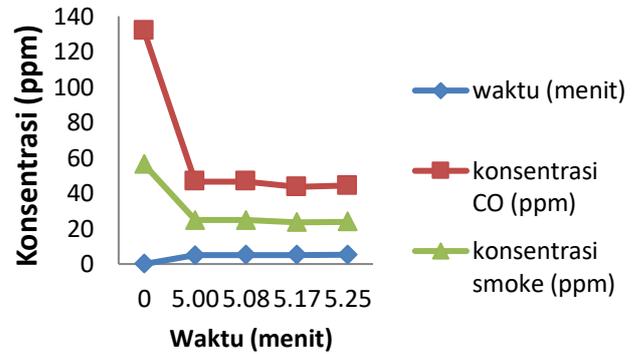
Proses ekstrak klorofil dalam penelitian ini menggunakan metode Maserasi (Setiari & Nurchayati, 2009). Metode Maserasi dipilih karena tidak menggunakan panas untuk mengikat klorofil. Klorofil pada tumbuhan sangat peka terhadap panas dan pH sehingga dapat mengalami kerusakan struktur apabila terpapar kondisi sangat panas, asam, dan basa.

A. Analisa Asap Rokok

Analisa asap rokok ialah analisa untuk mengetahui seberapa banyak konsentrasi CO dan *smoke* yang dapat diserap oleh ekstrak klorofil daun Suji. Alat yang digunakan pada penelitian ini ialah sensor MQ-2 yang di hubungkan

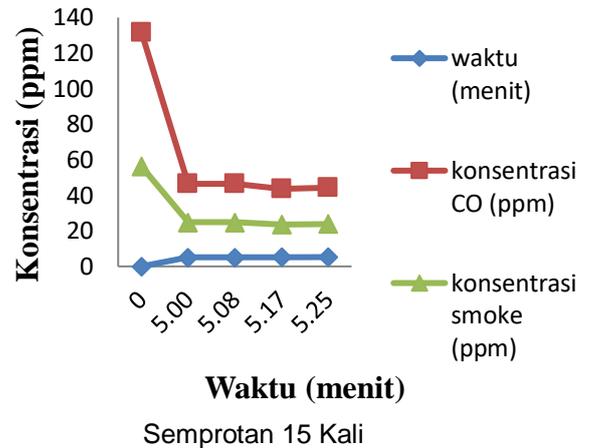
dengan LCD dan mikrokontroler. Dimana sensor tersebut dimodifikasi dengan menambahkan perangkat bernama arduino uno dan kotak yang berukuran 40 cm x 40 cm x 40 cm.

Terdapat 3 variasi konsentrasi klorofil yaitu 10/200 g/mL, 20/200 g/mL dan 30/200 g/mL. Hasil percobaan

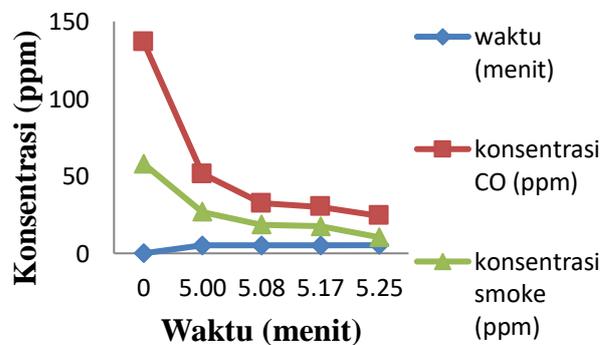


ditunjukkan pada gambar berikut:

Gambar 3.1 Hasil Percobaan Pada Konsentrasi 10/200 g/MI Dengan Jumlah

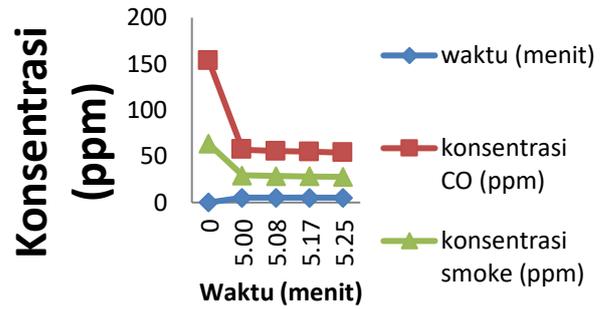
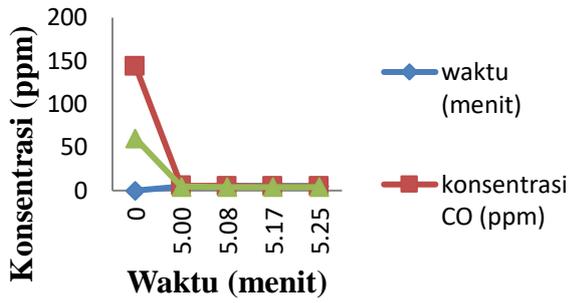


Gambar 3.2 Hasil Percobaan pada Konsentrasi 10/200 g/mL dengan

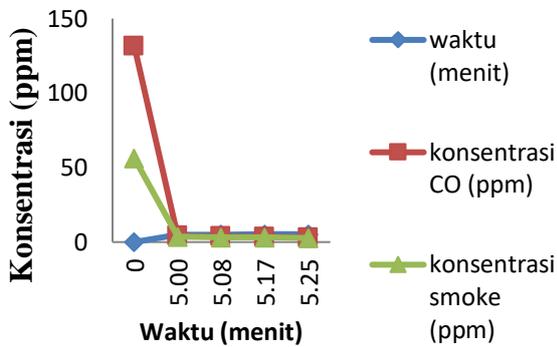


Jumlah Semprotan 20 Kali
Gambar 3.3 Hasil Percobaan Pada

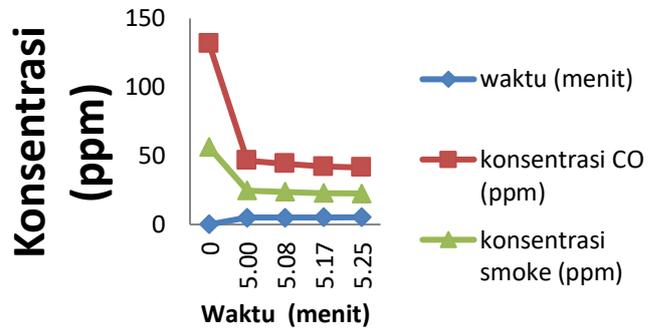
Konsentrasi 10/200 g/MI Dengan Jumlah



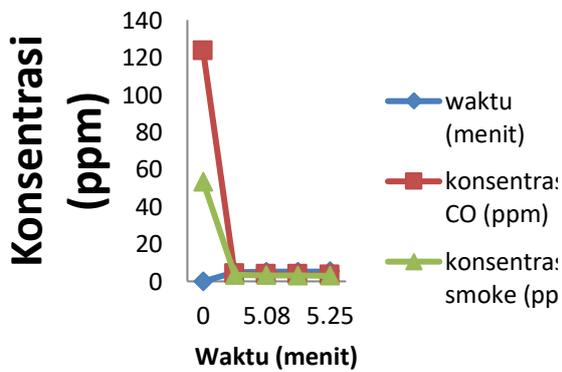
Semprotan 25 Kali
Gambar 3.4 Hasil Percobaan pada Konsentrasi 20/200 g/mL dengan



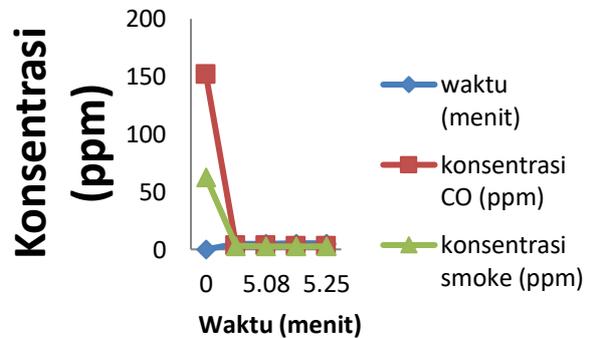
Gambar 3.7 Hasil Percobaan pada Konsentrasi 30/200 g/mL dengan



Jumlah Semprotan 15 Kali
Gambar 3.5 Hasil Percobaan pada Konsentrasi 20/200 g/mL dengan



Jumlah Semprotan 15 Kali
Gambar 3.8 Hasil Percobaan pada Konsentrasi 30/200 g/mL dengan



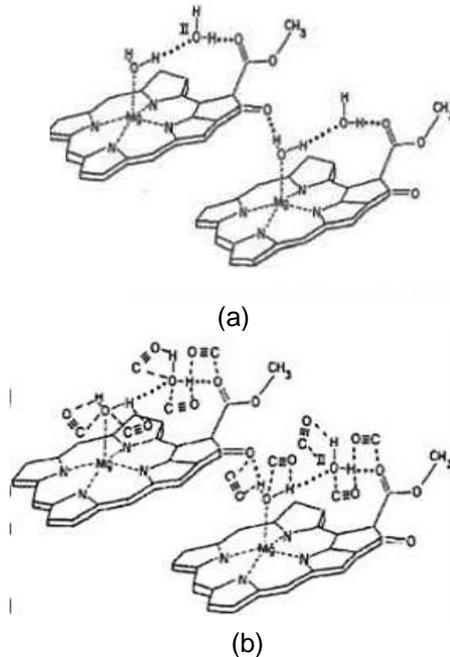
Jumlah Semprotan 20 Kali
Gambar 3.6 Hasil Percobaan pada Konsentrasi 20/200 g/mL dengan Jumlah Semprotan 25 Kali

Jumlah Semprotan 20 Kali
Gambar 3.9 Hasil Percobaan pada Konsentrasi 30/200 g/mL dengan Jumlah Semprotan 25 Kali

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kandungan CO dan *smoke* pada tiap konsentrasi terhadap waktu. Hal ini disebabkan senyawa klorofil mampu mengikat polutan di udara sesuai dengan tinjauan pustaka bahwa dengan adanya H₂O akan menyebabkan klorofil mengalami agregasi. Kehadiran H₂O menyebabkan pusat logam magnesium yang bersifat

nukleofilik dapat membentuk ikatan hidrogen dengan H₂O yang bersifat elektrofilik. Kemudian satu atom hidrogen yang lain pada H₂O akan mengikat monomerik klorofil lain atau senyawa lain seperti protein, sehingga akan membentuk agregat. Jika tersedia banyak H₂O maka ikatan tersebut akan terjadi terus menerus dan akan membentuk agregat yang besar (Kusmita & Limantara, 2009).

Model struktur kimia antara molekul klorofil, H₂O dan gas CO dipresentasikan pada Gambar 4.12, dimana atom C dan O pada struktur gas CO membentuk ikatan koordinasi dengan atom O dan atom H pada model T agregasi klorofil dengan pelarut aquades pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 (a) Model T agregasi molekul klorofil, (b) Asumsi model T dan ikatan yang terjadi antara molekul klorofil, H₂O dan gas CO (Katz et al., 1978).

Atom C, H, dan O memiliki kecenderungan untuk saling berikatan dengan sifat tersebut besar kemungkinan klorofil dibantu oleh H₂O akan mengikat CO dan asap rokok. Ikatan yang mungkin terjadi yaitu ikatan kovalen koordinasi dikarenakan penggunaan pasangan elektron hanya berasal dari salah satu atom saja. Ikatan ini dimungkinkan pula dipengaruhi oleh adanya gaya tarik menarik antarmolekul yaitu gaya Van der Waals. Pelarut

aquades tidak dapat ikut bereaksi dengan klorofil, tetapi hanya dapat bersifat melarutkan. Caranya dengan membentuk ikatan koordinasi, klorofil yang planar (datar) diikat atom magnesiumnya oleh aquades.

Selain klorofil, ekstrak daun Suji juga mengandung bahan aktif lain seperti saponin, flavonoid, tanin dan triterpenoid. Analisis terhadap senyawa senyawa fitokimia tersebut dilakukan secara kualitatif (Prangdimurti et al., 2007). Kandungan senyawa-senyawa organik dan anorganik yang terdapat pada daun Suji ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Keberadaan Senyawa Organik dalam Daun Suji (Susiana, et al., 2012).

Senyawa Organik	Keberadaan Dalam Daun Suji
Saponin (umum)	+
Saponin triterpenoid	-
Saponin steoroid	+
Minyak Atsiri	+
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Tanin	+

Triterpenoid diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan senyawa triterpenoid ada dalam ekstrak daun Suji tetapi dalam kadar yang rendah. Flavonoid dan tanin merupakan contoh senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan karena kemampuannya mendonorkan atom hidrogen dari gugus hidroksilnya kepada senyawa radikal (Catherine et al., 1996). Sedangkan saponin bertindak sebagai anti jamur dan antivirus serta diduga dapat menghambat radikal bebas (Firdiyani, Agustini, & Ma'ruf, 2015). Saponin biasanya terdapat pada daun dan kulit batang tanaman dalam kadar sedang. Dengan demikian, selain klorofil senyawa saponin, flavonoid, tanin dan triterpenoid diduga dapat mempengaruhi terikatnya CO dan asap rokok.

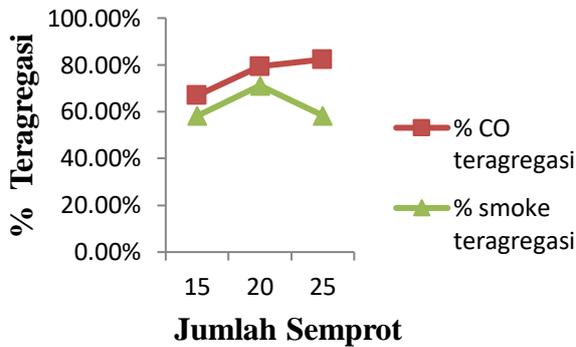
B. Jarak yang Dapat Dijangkau Oleh Ekstrak Klorofil Daun Suji dalam Menangkap Polutan

Jarak maksimum ruangan yang mampu terjangkau asap rokok

berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan *Pasquill-Gifford* untuk Pelepasan Model *Puff (instantaneous release)* (1) adalah 21,213 cm, sehingga dapat diperkirakan jarak maksimum peletakan spray. Pada jarak kurang dari 21,213 cm maka asap cenderung memusat dengan konsentrasi pekat, pada jarak lebih dari 21,213 cm maka konsentrasi akan lebih rendah. Jika spray diletakkan melebihi jarak maksimum yaitu 21,213 cm maka spray tidak akan mampu mengikat polutan secara efektif.

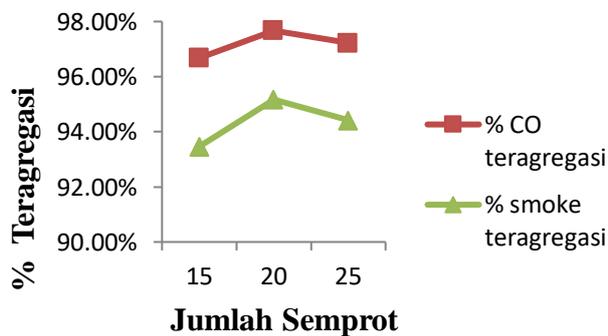
C. Konsentrasi Optimum Ekstrak Klorofil Daun Suji yang Mampu Terlepas ke Ruang

Hasil percobaan untuk penentuan konsentrasi optimum ekstrak klorofil daun Suji ditunjukkan dalam gambar



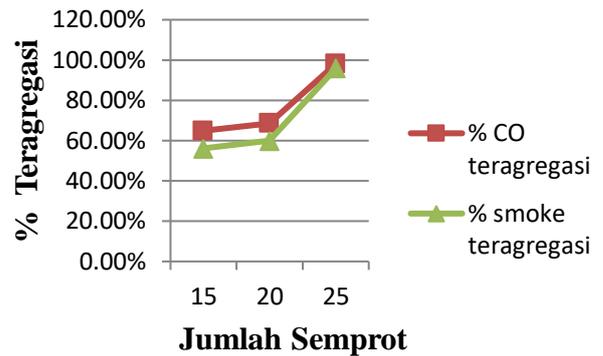
berikut:

Gambar 4.14 Persentase *Release* pada Konsentrasi 10/200 g/mL dengan Jumlah Semprotan 15, 20, dan 25 Kali



Semprot

Gambar 4.15 Persentase *Release* pada Konsentrasi 20/200 g/mL dengan Jumlah Semprotan 15, 20, dan 25 Kali Semprot



Gambar 4.16 Persentase *Release* pada Konsentrasi 30/200 g/mL dengan Jumlah Semprotan 15, 20, dan 25 Kali Semprot

Konsentrasi asap rokok yang mampu dikurangi paling banyak adalah pada konsentrasi 30/200 g/mol dengan jumlah semprotan 25 kali yaitu mencapai 98,05% dalam waktu 5,25 menit, hasil menunjukkan semakin tinggi konsentrasi senyawa klorofil yang terkandung dalam ekstrak semakin banyak pula gas CO dan smoke yang terserap.

Banyaknya smoke dan CO yang terserap dan tersebar ke udara ditentukan oleh difusivitas kedua senyawa tersebut ke udara. Harga difusivitas CO, C₆H₆, CH₃OH, H₂S, N₂O, NH₃, NO ke udara adalah 0,0228 m²/s; 0,0099 m²/s; 0,0174 m²/s; 0,0181 m²/s; 0,0179 m²/s; 0,0244 m²/s; 0,0231 m²/s.

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis didapatkan data konsentrasi (C) akhir sensor dan perhitungan yang ditunjukkan dalam tabel 4.2, 4.3, dan 4.4.

Tabel 4.2 Hasil Perbandingan dari Perhitungan dan Sensor pada Konsentrasi 10/200 gram/mL

Konsentrasi 10/200 gram/mL Jumlah Semprot 15 Kali				
Smoke		CO		
C smoke perhitungan g/mL	C smoke sensor g/mL	C perhitungan CO g/mL	C CO sensor g/mL	
1.	0,000187001	0,00002481	0,00043761	0,0000466
	0,000187001	0,00002481	0,00043761	0,0000466
	0,000187001	0,00002354	0,00043761	0,0000436
	0,000187001	0,00002385	0,00043761	0,00004433
Konsentrasi 10/200 gram/mL Jumlah Semprot 20 Kali				
Smoke		CO		
C smoke perhitungan g/mL	C smoke sensor g/mL	C perhitungan CO g/mL	C CO sensor g/mL	
2.	0,000217509	0,00002514	0,000530397	0,00004738
	0,000217509	0,00002354	0,000530397	0,0000436
	0,000217509	0,00001942	0,000530397	0,00003422
	0,000217509	0,00001888	0,000530397	0,00003301
Konsentrasi 10/200 gram/mL Jumlah Semprot 25 Kali				
Smoke		CO		
C Smoke perhitungan g/ml	C Smoke sensor g/ml	C perhitungan CO g/ml	C CO sensor G/ML	
3.	0,000192817	0,00002682	0,000454958	0,0000514
	0,000192817	0,00001861	0,000454958	0,00003242
	0,000192817	0,00001756	0,000454958	0,00003014
	0,000192817	0,00001042	0,000454958	0,00002422

Tabel 4.3 Hasil Perbandingan dari Perhitungan dan Sensor pada Konsentrasi 20/200 gram/mL

Konsentrasi 20/200 gram/mL Jumlah Semprot 15 Kali				
Smoke		CO		
C smoke perhitungan g/ml	C smoke sensor g/ml	C perhitungan CO g/ml	C CO sensor G/ML	
1.	0,000200826	0,00000449	0,000479085	0,00000559
	0,000200826	0,00000416	0,000479085	0,0000051
	0,000200826	0,00000405	0,000479085	0,00000495
	0,000200826	0,00000395	0,000479085	0,00000479
Konsentrasi 20/200 gram/ml Jumlah Semprot 20 Kali				
Smoke		CO		
C smoke perhitungan g/mL	C smoke sensor g/mL	C perhitungan CO g/mL	C CO sensor g/mL	
2.	0,000187001	0,00000345	0,00043761	0,00000407
	0,000187001	0,00000316	0,00043761	0,00000368

	0,000187001	0,00000307	0,00043761	0,00000355
	0,000187001	0,00000272	0,00043761	0,00000307
Konsentrasi 20/200 gram/mL Jumlah Semprot 25 kali				
	<i>Smoke</i>		CO	
	C <i>smoke</i> perhitungan g/mL	C <i>smoke</i> sensor g/mL	C perhitungan CO g/mL	C CO sensor g/mL
3	0,000177563	0,00000335	0,000409595	0,00000394
	0,000177563	0,00000325	0,000409595	0,0000038
	0,000177563	0,00000316	0,000409595	0,00000368
	0,000177563	0,00000298	0,000409595	0,00000343

Tabel 4.4 Hasil Perbandingan dari Perhitungan dan Sensor pada Konsentrasi 30/200 gram/ml

Konsentrasi 30/200 gram/mL Jumlah Semprot 15 Kali				
	<i>Smoke</i>		CO	
	C <i>smoke</i> perhitungan g/mL	C <i>smoke</i> sensor g/mL	C perhitungan CO g/mL	C CO sensor g/mL
1	0,000211128	0,00002929	0,000510656	0,00005746
	0,000211128	0,00002857	0,000510656	0,00005567
	0,000211128	0,00002821	0,000510656	0,0000548
	0,000211128	0,00002786	0,000510656	0,00005393
Konsentrasi 30/200 gram/ml Jumlah Semprot 20 Kali				
	<i>Smoke</i>		CO	
	C <i>smoke</i> perhitungan g/mL	C <i>smoke</i> sensor g/mL	C perhitungan CO g/mL	C CO sensor g/mL
2	0,000187001	0,00002481	0,00043761	0,0000466
	0,000187001	0,00002385	0,00043761	0,00004433
	0,000187001	0,00002292	0,00043761	0,00004215
	0,000187001	0,00002261	0,00043761	0,00004144
Konsentrasi 30/200 gram/ml Jumlah Semprot 25 Kali				
	<i>Smoke</i>		CO	
	C <i>smoke</i> perhitungan g/mL	C <i>smoke</i> sensor g/mL	C perhitungan CO g/mL	C CO sensor g/mL
3	0,000209035	0,00000289	0,000504209	0,0000033
	0,000209035	0,0000028	0,000504209	0,00000319
	0,000209035	0,00000272	0,000504209	0,00000307
	0,000209035	0,00000263	0,000504209	0,00000296

Dengan membandingkan kedua hasil C sensor dan C perhitungan didapatkan angka yang berselisih yaitu sekitar 0,0001-0,0005 sehingga Persamaan *Pasquill-Gifford* untuk Pelepasan

Model *Puff (instantaneous release)* kurang cocok untuk digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Proses pengikatan polutan rokok oleh klorofil daun Suji akan membentuk Model struktur kimia antara molekul klorofil, H₂O dan gas CO, dimana atom C dan O pada struktur gas CO membentuk ikatan koordinasi dengan atom O dan atom H pada model T agregasi klorofil dengan pelarut aquades.
2. Jarak maksimum ruangan yang mampu terjangkau asap rokok berdasarkan hasil perhitungan adalah 21,213 cm.
3. Konsentrasi optimum ekstrak klorofil daun Suji yang mampu terlepas ke ruangan adalah pada konsentrasi 30/200 g/mol dengan jumlah semprotan 25 kali yaitu mencapai 98,05% dalam waktu 5,25 menit.

REFERENCES

1. Ahmad, R. R. 2010. Merokok Haram. Jakarta: PT.Gramedia.
2. Catherine, et al. 1996. *Structure-Antioxidant Activity Relationships of Flavonoids and Phenolic Acids* Volume 20, Issue 7, Pages 933-956.
3. Direktorat Jendral Perkebunan RI. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia 2015–2017 Tembakau. Jakarta. Hlm 14.
4. Eriksen, M, Judith M, & Hana R.. 2012. *The Tobacco Atlas Fourth Edition*. American Cancer Society. Georgia. Hlm 1, 18, dan 28.
5. Firdiyani, F., Agustini T.R., & Ma'ruf W.F. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina platensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *JPHPI* 18(1):28-37.
6. Katz et al., 1978. *The Porphyrins* V5: Physical Chemistry, Part 3 page 427.
7. Kusmita, Lia dan Leenawaty Limantara. 2009. *The Influence Of Strong And Weak Acid Upon Aggregation And Pheophytinization Of Chlorophyll A And B* Indo. *J. Chem.*, 9 (1), 70 – 76.
8. Lehninger, Albert L. 1990 *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Erlangga.
9. Prangdimurti, et al., 2007. Kapasitas Antioksidan dan Daya Hipokolesterolemik Ekstrak Daun Suji (*Pleomele Angustifolia N.E. Brown*). Bogor: IPB.
10. Ramadhana, A. 2008. Karakterisasi *Thermal Precipitator Sebagai Smoke Collector* Berbasis *Thermophoretic Force*. Jakarta: FT UI.
11. Setiari, Nintya dan Yulita Nurchayati. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil pada Beberapa Sayuran Hijau Sebagai Alternatif Bahan Dasar Makanan Tambahan. *Jurnal BIOMA*. Vol 1. No 1. Hal 6-10.
12. Susiana, et al., 2012. Pengaruh Rasio Massa Daun Suji / Pelarut, Temperatur Dan Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Klorofil Daun Suji Secara Batch Dengan Pengontakan Dispersi, vol 1. Parahyangan: UNPAR.
13. Treybal, Robert. 1981. *Mass Transfer Operations*.
14. WHO. 2014. *Tobacco Control*. <http://www.who.int/gho/tobacco/en/> diakses 1 Oktober 2017.